



POMCA

RÍO SUCIO ALTO



FASE DE PROSPECTIVA Y ZONIFICACIÓN AMBIENTAL

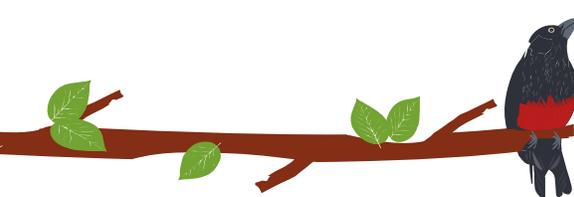
OCTUBRE DE 2019

CONESTUDIOS S.A.S

NIT.811.044.748-1

PBX: 456 18 27

Carrera 46#45 #10. Oficinas 211-212. Bello, Antioquia



REGISTRO DE APROBACIÓN:

Versión: 01	Elaboró:	Revisó: (Pendiente)	Aprobó: (Pendiente)	Fecha:
	CONESTUDIOS S.A.S	CORPOURABA	CORPOURABA	

REGISTRO DE MODIFICACIONES:

REVISIÓN		DESCRIPCIÓN DE LAS MODIFICACIONES
Número	Fecha	
1		Ajustes de acuerdo a concepto técnico de la interventoría y/o CORPOURABA n° _____ del (dd/mm/aaaa) _____
2		Ajustes de acuerdo a concepto técnico de la interventoría y/o CORPOURABA n° _____ del (dd/mm/aaaa) _____

DATOS DE CONTACTO Y DE PUBLICACIÓN:

En caso de requerir información adicional o tener observaciones al respecto favor dirigirse al correo electrónico CORPOURABA@CORPOURABA.gov.co o al teléfono (4) 8281022

Una vez aprobado por las partes intervinientes en este contrato, este documento podrá consultarse en la página web de CORPOURABÁ <http://CORPOURABA.gov.co/>

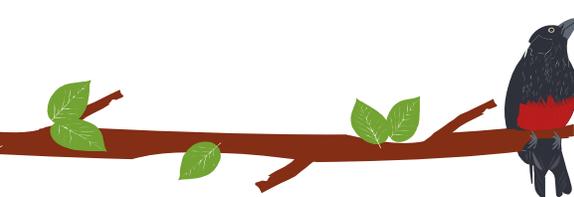
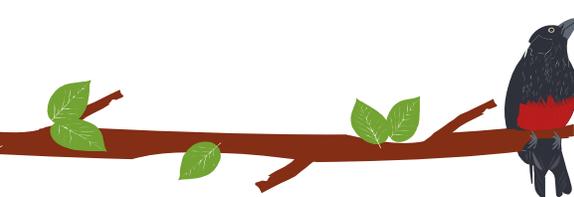
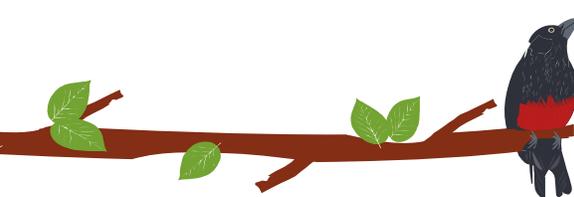


TABLA DE CONTENIDO

1	ESCENARIOS PROSPECTIVOS	12
1.1	DISEÑO DE ESCENARIOS PROSPECTIVOS	12
1.1.1	Aspectos Físico-Bióticos	13
1.1.2	Aspectos socioeconómicos y culturales	17
1.1.3	Problemáticas y limitantes	18
2	CONSTRUCCIÓN DE LOS ESCENARIOS TENDENCIALES.....	24
2.1	SELECCIÓN Y PRIORIZACIÓN DE INDICADORES	24
2.1.1	Matriz de Impacto Cruzado -MIC-	25
2.1.2	Análisis prospectivos según el análisis de expertos.....	32
2.1.3	Escenarios tendenciales	52
2.1.4	Análisis tendencial de los polos atractores y Macroproyectos	87
2.1.5	Relaciones Funcionales de la Cuenca Río Sucio Alto	89
2.2	PLAN ESTRATÉGICO DE LA MACROCUEENCA.....	90
2.2.1	Oferta hídrica	90
2.2.2	Demanda hídrica.....	93
2.2.3	Calidad hídrica.....	93
2.2.4	Riesgo asociado al recurso hídrico	94
2.2.5	Articulación del plan estratégico de la macrocuenca con los escenarios tendenciales de la cuenca Río Sucio Alto.....	96
3	CONSTRUCCIÓN DE LOS ESCENARIOS DESEADOS.....	99
3.1	METODOLOGÍA PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL ESCENARIO DESEADO	100
3.1.1	Selección y priorización de escenarios tendenciales para la construcción del escenario deseado	100
3.1.2	Construcción de los escenarios deseados	102
3.2	SISTEMATIZACIÓN DE APORTES DE LOS ACTORES PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL ESCENARIO DESEADO	104
3.3	CONSOLIDACIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO DESEADO RESULTANTE.....	109
4	ANÁLISIS PROSPECTIVO DEL COMPONENTE DE GESTIÓN DEL RIESGO	114
4.1	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA	114
4.2	ÁREAS DE AFECTACIÓN EXPUESTAS A EVENTOS AMENAZANTES (EEA)	115



4.3	ASPECTOS CONTRIBUYENTES A LA GENERACIÓN DE AMENAZAS (ACA)	117
4.3.1	Variables Clave.....	118
4.3.2	Índice De Daño.....	120
4.4	ANÁLISIS PROSPECTIVO.....	129
4.4.1	Escenario tendencial del componente de gestión de riesgo	129
4.4.2	Escenario deseado del componente de gestión de riesgo.....	142
4.4.3	Escenario apuesta del componente de gestión de riesgo	157
5	ESCENARIO APUESTA/ZONIFICACIÓN AMBIENTAL	176
5.1	ESCENARIO APUESTA DESDE LA PERSPECTIVA DE ACTORES	176
5.2	METODOLOGÍA PARA LA ZONIFICACIÓN AMBIENTAL.....	182
5.3	RESULTADOS DE LA ZONIFICACIÓN AMBIENTAL CON LA PARTICIPACIÓN DE ACTORES.....	184
5.3.1	Paso 1. Categoría Ordenación, Conservación y Protección Ambiental	184
5.3.2	Paso 2. Usos propuestos de la tierra validada por recurso hídrico.....	194
5.3.3	Paso 3. Categorías de usos de la tierra validados por el recurso hídrico y estado actual de las coberturas naturales.	197
5.3.4	Paso 4 Categorías de usos de la tierra validados por el recurso hídrico, estado actual de las coberturas naturales y grado de amenaza natural	201
5.3.5	Paso 5 Categorías de usos de la tierra validados por el recurso hídrico, estado actual de las coberturas naturales y grado de amenaza natural, así como las áreas y ecosistemas estratégicos con la calificación de los conflictos por uso y manejo de los recursos naturales.	206
5.3.6	Categorías de Ordenación y Zonas de Uso y Manejo Ambiental	219
6	BIBLIOGRAFÍA.....	224



INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Identificación de problemáticas en la cuenca Río Sucio Alto.	19
Tabla 2. Indicadores evaluados en la matriz de impacto cruzado.	25
Tabla 3: Escala de Influencia.	26
Tabla 4. Calificación de indicadores con la metodología MIC.	27
Tabla 5. Indicadores propuestos para los análisis prospectivos según Metodología MIC. .	32
Tabla 6. Categorización del IUA según el ENA-2010.	34
Tabla 7. Resumen resultados del IUA Río Sucio Alto.	38
Tabla 8. Categorías del índice de Vulnerabilidad al desabastecimiento (IVH).	41
Tabla 9. Resumen resultados del IUA Río Sucio Alto.	45
Tabla 10. Descripción del modelo de crecimiento poblacional.	52
Tabla 11. Proyección del Porcentaje de área de sectores económicos.	54
Tabla 12. Población proyectada para los centros poblados presentes en la cuenca del río Sucio Alto.	56
Tabla 13. Proyección de la demanda Doméstica para la cuenca Río Sucio Alto.	57
Tabla 14. Pérdida de coberturas para la cuenca Río Sucio Alto.	58
Tabla 15. Crecimiento sector bovino en la cuenca del Río Sucio Alto.	58
Tabla 16. Proyección al 2029 del índice de uso del agua para la cuenca Río Sucio Alto y microcuencas abastecedoras.	63
Tabla 17. Proyección al 2029 del índice de vulnerabilidad al desabastecimiento hídrico para la cuenca Río Sucio Alto y microcuencas abastecedoras.	73
Tabla 18. Proyección ICA.	75
Tabla 19. Proyección de las áreas de agricultura y caudal concesionado a 2029.	78
Tabla 20. Proyección de las áreas de ganaderías y caudal concesionado a 2029.	79
Tabla 21. Índice de alteración potencial de la calidad del agua para año normal, proyectado a 2029.	82
Tabla 22. Índice de alteración potencial de la calidad del agua para año seco, proyectado a 2029.	83
Tabla 23. Escenarios tendenciales para la oferta hídrica.	91
Tabla 24. Escenarios tendenciales para la demanda hídrica.	93
Tabla 25. Escenarios tendenciales para la calidad del recurso hídrico.	94
Tabla 26. Escenarios tendenciales para los riesgos asociados al recurso hídrico.	94
Tabla 27. Diferencias y similitudes de los escenarios tendenciales de la macrocuenca el Caribe y la cuenca Río Sucio Alto.	97
Tabla 28. Diferencias y similitudes de los escenarios tendenciales de la macrocuenca el Caribe y la cuenca Río Sucio Alto.	98
Tabla 29. Diferencias y similitudes de los escenarios tendenciales de la macrocuenca el Caribe y la cuenca Río Sucio Alto.	99
Tabla 30. Problemáticas priorizadas para la construcción del escenario deseado.	100
Tabla 31. Consolidación de las mesas de trabajo para la construcción del escenario deseado.	103
Tabla 32. Mesas de trabajo para la construcción de los escenarios deseados.	105

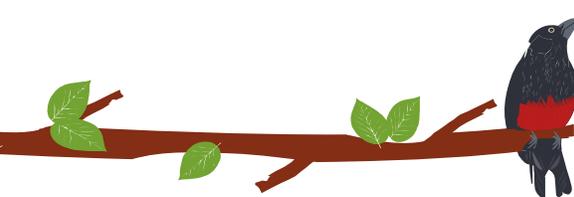
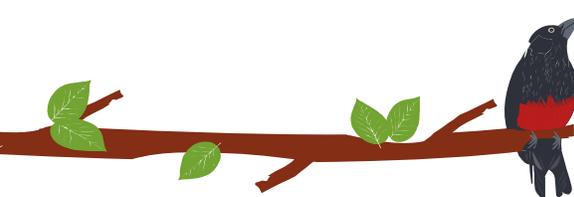


Tabla 33. Escenario deseado de la cuenca Río Sucio Alto para el año 2029	111
Tabla 34. Espacio de participación construido	127
Tabla 35. Criterios para el análisis del riesgo en el escenario tendencial por movimientos en masa.	134
Tabla 36. Criterios para el análisis de riesgo en el escenario tendencial por inundación.	136
Tabla 37. Criterios para el análisis del riesgo en el escenario tendencial por avenidas torrenciales.	138
Tabla 38. Criterios para el análisis de riesgo en el escenario deseado.....	155
Tabla 39. Estrategias y medidas de gestión de riesgo	170
Tabla 40. Categorías de ordenación conservación y protección ambiental del paso 1... ..	192
Tabla 41. Matriz de reclasificación de los usos principales de la tierra (definidos por capacidad de uso) por el índice de uso del agua superficial a nivel de subcuenca.....	194
Tabla 42. Categorías validadas con usos propuestos y recurso hídrico paso 2.....	197
Tabla 43. Interpretación de la calificación de IEACN.....	198
Tabla 44. Matriz de reclasificación de los usos principales de la tierra validados por el recurso hídrico por el Índice de Estado Actual de las Coberturas Naturales (IEACN).....	198
Tabla 45. Categorías de uso validado en el paso 3.....	199
Tabla 46. Matriz de decisión para paso 4.	201
Tabla 47. Categorías de uso validadas en el paso cuatro.	204
Tabla 48. Matriz de decisión para paso 5	206
Tabla 49. Títulos mineros vigentes en la cuenca	207
Tabla 50. Pequeñas centrales hidroeléctricas con licencia ambiental	208
Tabla 51. Categorías de uso validadas en el paso 5.	216

EN ETAPA DE PROSPECTIVA



INDICE DE FIGURAS

Figura 1.Índice de uso del agua -IUA- obtenido en la fase de diagnóstico para la cuenca del Río Sucio Alto, izquierda IUA año normal y derecha IUA año seco.	35
Figura 2.Índice de uso del agua -IUA- para la cuenca del Río Sucio Alto. Elaboración propia.	36
Figura 3.Índice de uso del agua -IUA- para las microcuencas abastecedoras del Río Sucio Alto.	37
Figura 4 Deforestación en la parte baja de las laderas que hacen parte de la Reserva Forestal de Ley 2da.	40
Figura 5.Índice de vulnerabilidad al desabastecimiento hídrico -IVH- para la cuenca del Río Sucio Alto.....	43
Figura 6.Índice de vulnerabilidad al desabastecimiento hídrico -IVH- para las microcuencas abastecedoras del Río Sucio Alto.	44
Figura 7.Índice actual de la calidad del agua – ICA. Índice actual de la calidad del agua – ICA. Elaboración propia.....	48
Figura 8.Índice de alteración potencial de la calidad del agua en año medio. Elaboración propia.....	50
Figura 9.Índice de alteración potencial de la calidad del agua en año seco. Elaboración propia.....	51
Figura 10.Índice del Uso del Agua IUA 2029 proyectado para las subcuencas del Río Sucio Alto. Elaboración propia.	61
Figura 11.Índice del Uso del Agua IUA 2029 proyectado para las microcuencas abastecedoras del Río Sucio Alto. Elaboración propia.	62
Figura 12.Bosque conservado en el cañón de la Llorona en proceso para declaratoria como área protegida.	65
Figura 13 Área relativa por tipo de cobertura de las áreas protegidas declaradas y en proceso de declaratoria presentes en la cuenca del río Suicio Alto. Elaboración propia.	66
Figura 14.Áreas deforestadas para el desarrollo de cultivos y ganadería. Elaboración propia.	67
Figura 15 Escenario tendencial del cambio de las coberturas naturales en la cuenca del río Sucio Alto proyectado a 2030. Elaboración propia.....	68
Figura 16 Escenario más crítico de pérdida de bosques en los próximos 10 años en la cuenca del río Sucio Alto. Elaboración propia.	69
Figura 17 Índice de vulnerabilidad a desabastecimiento hídrico -IVH- 2029 proyectado para las subcuencas del Río Sucio Alto. Elaboración propia.	70
Figura 18 Índice de vulnerabilidad a desabastecimiento hídrico -IVH- 2029 proyectado para las microcuencas abastecedoras del Río Sucio Alto. Elaboración propia.	71
Figura 19. Índice de calidad del agua para el año 2029. Elaboración propia.	76
Figura 20.IACAL actual Vs IACAL tendencial, año seco. Elaboración propia	85
Figura 21.IACAL actual Vs IACAL tendencial, año seco.	86

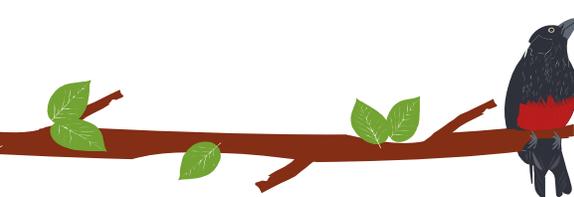


Figura 22. Modelación de la demanda hídrica total de la Macrocuenca del Caribe. Elaboración Propia a partir de (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015)	93
Figura 23. Escenarios tendenciales priorizados para la construcción del escenario deseado	101
Figura 24. Escenario deseado resultante de la cuenca Río Sucio Alto. Elaboración propia	113
Figura 25. Áreas de Afectación expuestas a eventos amenazantes.....	116
Figura 26. Porcentajes de niveles de amenaza (alta y media) por movimientos en masa	122
Figura 27. Porcentajes de niveles de amenaza (alta y media) por inundaciones.....	123
Figura 28. Porcentajes de niveles de amenaza (alta y media) por avenidas torrenciales	124
Figura 29. Porcentajes de niveles de amenaza (alta y media) por incendios de la cobertura vegetal	125
Figura 30. Escenario actual y tendencial de exposición.....	132
Figura 31. Escenario tendencial por movimientos en masa	133
Figura 32. Escenario tendencial por inundaciones	135
Figura 33. Escenario tendencial por avenidas torrenciales.....	137
Figura 34. Escenario tendencial por incendios de la cobertura vegetal	140
Figura 35. Factores de riesgo y amenazas naturales	144
Figura 36. Escenario deseado por movimientos en masa	147
Figura 37. Escenario deseado por inundaciones.....	148
Figura 38. Escenario deseado por avenidas torrenciales	149
Figura 39. Escenario deseado por incendios forestales	150
Figura 40. Escenario deseado por exposición	151
Figura 41. Áreas de afectación o áreas expuestas.....	152
Figura 42. Escenario apuesta por movimientos en masa.....	160
Figura 43. Escenario apuesta por inundaciones	161
Figura 44. Escenario apuesta por avenidas torrenciales.....	162
Figura 45. Escenario apuesta por incendios forestales	163
Figura 46. Zonas priorizadas por amenazas altas	164
Figura 47. Áreas de manejo especial por riesgo.....	165
Figura 48. Resumen de las estrategias de gestión de riesgos	175
Figura 49. Escenarios Apuesta para la cuenca Río Sucio Alto.....	178
Figura 50. Modelo cartográfico de la zonificación ambiental. Elaboración propia a partir de (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2013).....	183
Figura 51. Áreas protegidas de orden nacional y regional. Izquierda DRMI Insor, derecha PNN Paramillo y Orquídeas.	185
Figura 52. Áreas complementarias para la conservación. Izquierda predios destinados al pago por servicios ambientales, derecha reserva forestal del pacifico ley 2 de 1959.....	186
Figura 53. Áreas de importancia ambiental POMCA Río Sucio Alto.....	188
Figura 54. Resguardos indígenas pertenecientes a la cuenca del Río Sucio Alto	190

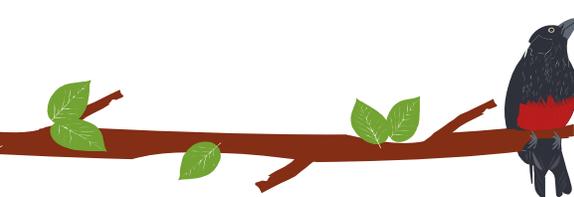
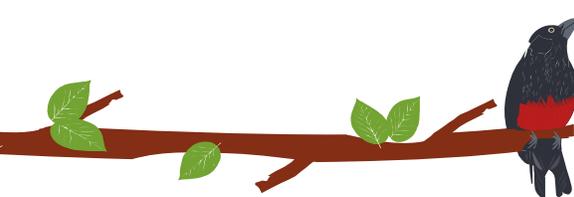
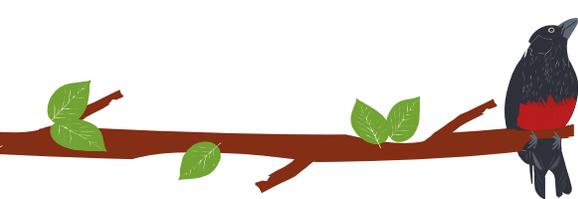


Figura 55. Zonificación ambiental paso 1, áreas y ecosistemas estratégicos.....	193
Figura 56. Zonificación ambiental paso 2, usos propuestos de la tierra validados. Fuente: Elaboración propia.....	196
Figura 57. Zonificación ambiental paso 3.....	200
Figura 58. Zonificación ambiental paso 4 Fuente: Elaboración propia	203
Figura 59. Revisión de la zonificación de la reserva forestal de ley 2 de 1959.....	209
Figura 60. Zonificación ambiental paso 5. Elaboración propia.	210
Figura 61. Zonificación ambiental en el municipio de Abriaquí	211
Figura 62. Zonificación ambiental municipio en el municipio de Cañasgordas	212
Figura 63. Zonificación ambiental en el municipio de Frontino	213
Figura 64. Zonificación ambiental en el municipio de Dabeiba	214
Figura 65. Zonificación ambiental en el municipio de Uramita	215
Figura 66. Zonas de uso y manejo en la categoría de conservación y protección de la cuenca Río Sucio Alto.	220
Figura 67. Subzonas de uso y manejo en categorías de conservación y protección de la cuenca Río Sucio Alto.	220
Figura 68. Zonas de uso y manejo de la categoría de uso múltiple de la cuenca Río Sucio Alto.	222
Figura 69. Subzonas de uso y manejo en categoría de uso múltiple de la cuenca Río Sucio Alto.	223



INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Análisis Estructural Tomado de Análisis Estructural-Godet.....	28
Gráfico 2. Localización de indicadores en las áreas de calificación de la metodología MIC.	30
Gráfico 3. Relación de influencia indirecta entre las variables del sistema. Elaboración propia a partir del software LIPSOR MICMAC.	31
Gráfico 4. Evolución de la población total en la Cuenca Río Sucio Alto. Elaboración propia.	53
Gráfico 5. Proyección del IPD. Elaboración propia a partir de Gobernación de Antioquia (2016).....	54
Gráfico 6. Proyección rural hasta el 2029 para los municipios de Abriaquí, Cañas Gordas, Dabeiba, Frontino y Uramita.	56
Gráfico 7. Proyección de la demanda agrícola para la cuenca del Río Sucio Alto. Elaboración propia.	58
Gráfico 8. Proyección de la demanda Pecuaria en la cuenca del Río Sucio Alto. Elaboración Propia.	59
Gráfico 9. Demanda Total Proyectada para la cuenca del Río Sucio Alto. Elaboración propia.	60
Gráfico 10. Carga contaminante por sector productivo a 2029. Elaboración Propia.	81
Gráfico 11. Proyección de la Seguridad Alimentaria a 10 años. Elaboración propia.	87



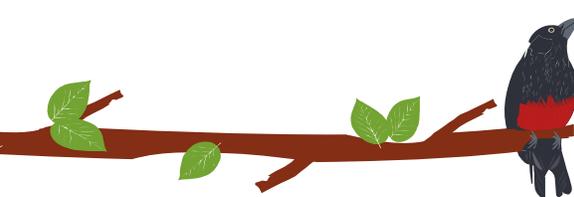
INTRODUCCIÓN

La fase de Prospectiva y Zonificación Ambiental se define como “La fase en la cual se diseñarán los escenarios futuros del uso coordinado y sostenible del suelo, de las aguas, de la flora y de la fauna presentes en la cuenca, el cual definirá en un horizonte no menor a diez (10) años el modelo de ordenación de la cuenca, con base en el cual se formulará el Plan de Ordenación y Manejo correspondiente” según el Decreto 1640 de 2012 artículo 32.

Para llevar a cabo esta fase, se inicia identificando las variables principales y los indicadores relevantes que se obtuvieron en la fase de Diagnóstico. Con lo cual, se podrá prever el estado de la cuenca a partir de las siguientes tres preguntas desencadenantes: ¿Cómo podría ser el territorio si no se hiciera ninguna intervención de mejora?, ¿Cómo se desearía que fuera? y ¿Qué se debe y puede hacer hoy para lograr el futuro deseado? (MIKLOS, T. & TELLO, M., 2012).

Como resultado del análisis de los escenarios prospectivos, se obtiene la zonificación ambiental. El objetivo de la zonificación es garantizar el manejo y el uso sostenible del territorio, utilizando los componentes de la biodiversidad de un modo y a ritmo que no ocasione su disminución o degradación a largo plazo alterando los atributos básicos de composición, estructura y función, con lo cual se mantienen las posibilidades de ésta de satisfacer las necesidades y aspiraciones de las generaciones actuales y futuras.

La zonificación ambiental, tiene como propósito establecer las áreas de interés estratégico de la cuenca, las diferentes categorías de ordenación (Conservación y protección ambiental, y de uso múltiple) y las zonas y subzonas de uso y manejo para cada una de ellas, considerando la compatibilidad del uso del suelo y de los servicios ecosistémicos que ofrece la cuenca.



1 ESCENARIOS PROSPECTIVOS

La descripción de una situación futura que permite una mejor comprensión de lo que puede suceder para de esta manera influir en los resultados que se esperan, es a lo que se llama prospectiva (MIKLOS, T. & TELLO, M., 2012). Esta descripción se lleva a cabo por medio de estudios y análisis que son realizados por diferentes actores y que tiene como finalidad explorar y predecir el futuro.

La importancia de esta fase radica en que identifica impactos, riesgos y oportunidades de determinadas situaciones futuras, así como el planteamiento de políticas y acciones alternativas (MIKLOS, T. & TELLO, M., 2012). Con estas aproximaciones, se logra generar visiones alternativas de futuros deseados, proporcionar impulsos para la acción, promover información relevante bajo un enfoque de largo alcance, hacer explícitos escenarios alternativos de futuros posibles y finalmente, establecer valores y reglas de decisión para alcanzar el mejor futuro posible.

El objetivo general de la prospectiva en la zonificación ambiental es establecer las estrategias que permitan trazar, de manera participativa, políticas, proyectos y acciones que contribuyan a impulsar el desarrollo sostenible de la cuenca, partiendo de una visión del futuro identificando los caminos posibles que se tienen en el presente para alcanzarlos.

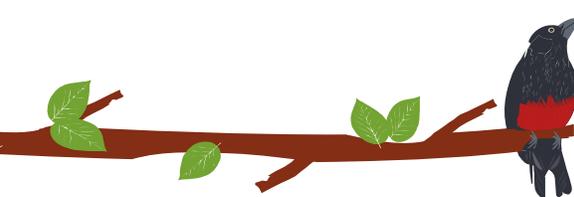
1.1 DISEÑO DE ESCENARIOS PROSPECTIVOS

La prospectiva adopta una reflexión colectiva, que permite que los escenarios sean precisados con base en los aportes de quienes interactúan en el escenario futuro. Sin embargo, para abordar con rigor y complejidad, la prospectiva necesita de métodos y herramientas, que permitan finalmente, la construcción de un escenario a la luz de los futuros posibles y deseados (GODET, M., & PHILIPPE, D., 2011).

Para realizar el diseño de los escenarios prospectivos, se parte de la revisión de la línea base de indicadores de la cuenca obtenidos en la fase de Diagnóstico, los cuales indican el estado actual de la cuenca; posteriormente, se determinó, a partir de la metodología de la matriz de impacto cruzado (MIC-MAC) y los aportes de los expertos participantes en el Plan, los indicadores que serán proyectados dada su importancia por encontrarse relacionados con los problemas críticos definidos en la síntesis ambiental.

En este punto es importante resaltar que la metodología MIC-MAC, arrojó los indicadores que serán proyectados, sin embargo, el equipo técnico realizó la justificación de la inclusión o no de dichos indicadores en esta fase de Prospectiva a partir de los resultados obtenidos en la fase de diagnóstico y las problemáticas identificadas.

Además de lo anterior, se siguieron los lineamientos establecidos en la "Guía Técnica para la Formulación de los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas - POMCAS" del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible" y en los Alcances Técnicos del contrato, que definen el diseño de escenarios prospectivos, la construcción de escenarios tendenciales y deseados, para finalmente llegar al escenario apuesta/zonificación ambiental (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2014). El análisis integral de éstos permite obtener una imagen objetivo del territorio y determinar los factores de cambio necesarios.



Como se mencionó, para los análisis prospectivos, se parte de los resultados obtenidos en la fase de Diagnóstico, haciendo especial énfasis en la línea base de indicadores y la priorización de las problemáticas definidas en la síntesis ambiental, aspectos que dan cuenta de las situaciones más relevantes de las temáticas analizadas en dicha fase.

Es así, que se toman los indicadores asociados al recurso hídrico, calidad de agua, cobertura y uso de la tierra, ecosistemas estratégicos, edafología y sistema socio-económico, con el fin de analizar cada uno de ellos con base en los resultados y la priorización de problemáticas de la fase de diagnóstico, y de esta manera desarrollar la metodología MIC – MAC, para decidir finalmente cuales son los indicadores críticos y más relevantes para la cuenca Río Sucio Alto, con el fin de desarrollar los escenarios tendenciales.

Como punto de partida para construir los escenarios prospectivos, a continuación, se mencionan los aspectos físico-bióticos y socio económico más significativo de la cuenca, de acuerdo con los resultados del análisis situacional y síntesis ambiental; estos son tenidos en cuenta para los escenarios prospectivos y la zonificación ambiental, así como para la siguiente fase correspondiente a formulación.

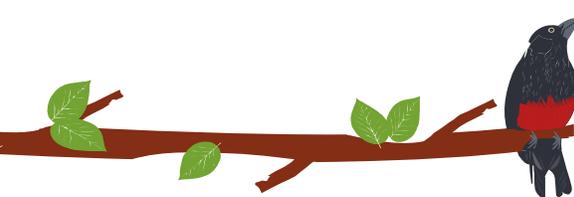
1.1.1 Aspectos Físico-Bióticos

1.1.1.1 Recurso biótico y ecosistemas estratégicos

Entre los aspectos que se destacan en la cuenca del río Sucio Alto, se encuentra que el 75% (163.909 ha) de su área se encuentra bajo alguna figura de manejo y conservación. A pesar de esto, es notable la reducción histórica y progresiva de las coberturas naturales, atribuible al avance de las actividades agropecuarias principalmente. La Reserva Forestal del Pacífico establecida mediante la Ley 2da. de 1959, representa el 86% de las áreas de conservación dentro de la cuenca, albergando ecosistemas de gran valor ecológico para el mantenimiento de funciones y servicios ambientales. No obstante, sobre la Reserva se ha venido diezmando la extensión de las coberturas boscosas, debido a las apropiaciones indebidas de terrenos que no son utilizados para la protección y conservación tal como lo estableció la Ley.

Adicionalmente, se encuentran en la cuenca porciones de dos Parques Nacionales Naturales, el PNN Paramillo y el PNN Las Orquídeas, quienes representan el 7,6% de las áreas de conservación (12.577 ha). Estos parques se encuentran contenidos en la Reserva Forestal del Pacífico y vienen sufriendo el deterioro ambiental asociado al avance de la frontera agropecuaria y en una menor proporción por la minería. Otros elementos del Sistema Nacional de Áreas Protegidas existentes en la cuenca del río Sucio Alto, están representados por los Distritos de Manejo Integrado Alto del Insoy (5.860 ha) y Páramo de Urrao (Paramo del Sol, 17 ha). Por su parte, entre los ecosistemas estratégicos, la cuenca alberga los páramos de Paramillo (2.656 ha) y de Frontino en Urrao (1.315 ha) alcanzando el 2.5% (3.971 ha) de las áreas protegidas en la cuenca.

En la actualidad solo el 55% de la cuenca cuenta aún con coberturas de tipo boscoso, por lo que es evidente el detrimento de los ecosistemas naturales en las zonas protegidas y de reserva que, como se mencionó antes, en su constitución alcanzan el 75% del área de la



cuenca. En este sentido, la ganadería es la actividad que más área concentra, llegando casi al 40% del total del territorio. Los análisis del cambio en la extensión de las coberturas naturales, evidencian mayores modificaciones al interior de la cuenca y hacia la parte alta de todas las vertientes del río Sucio, donde se encuentran áreas muy transformadas y completamente transformadas. A pesar del avance de la frontera agropecuaria y el detrimento de las coberturas naturales, aún existen remanentes de vegetación en los bosques asociados a los Parques Nacionales.

1.1.1.2 Recurso suelo

Los suelos de la cuenca presentan una clasificación agrologica de 3 a 8, siendo las clases 3 y 4 los mejores suelos para el desarrollo de producción agrícola correspondiente aproximadamente al 15% de la cuenca. Son tierras de fácil mecanización, aptas para explotaciones agropecuarias intensivas de clima templado húmedo. Se presenta agricultura con cultivos como cacao, aguacate y cítricos, entre otros. Así mismo, para ganadería con pastos tecnificados y ganadería estabulada y semiestabulada.

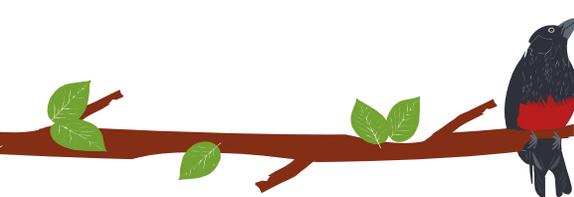
Las demás clases como 5 y 6 presentan limitaciones para la mecanización o producción intensiva y se requiere sistemas sostenibles como el caso de sistemas agroforestales o silvopastoriles que disminuyan el impacto sobre la erosión del suelo, este tipo de suelos se encuentra en el 35% de la cuenca. Para el caso de las clases 7 y 8 se presentan condiciones de alta pendiente y poca profundidad por lo que para la cuenca el uso potencial es forestal productor, protector y áreas para la conservación, este tipo de suelos se encuentra aproximadamente en el 50% de la cuenca.

Es frecuente encontrar en el uso de las tierras, actividades para las cuales no se tiene vocación, o que su uso supere la capacidad productiva o que afecten sus funciones ecosistémicas, lo que origina, bajos niveles de producción con altos costos y un deterioro progresivo de los recursos naturales, afectando además la cantidad y calidad de los recursos hídricos, la pérdida de la productividad de las tierras y de la biodiversidad, aumentando las amenazas por inundaciones en las partes bajas de las cuencas, colmatación de embalses y cambios climáticos regionales, entre otros impactos (IGAC, 2012).

Para el caso de la cuenca, se tiene que el 48,72% del territorio no presenta conflictos de uso de la tierra mientras que el 49,17% se encuentra en conflicto por sobreutilización de la tierra y el 2,11% se encuentra en conflicto por subutilización. Dado lo anterior, la problemática se localiza en la alta extensión de tierra que se encuentra en conflicto debido a la utilización intensiva del suelo, lo que origina una erosión acelerada del mismo, que causa que paulatinamente se pierda cada vez más este importante recurso.

1.1.1.3 Geología

En cuanto a la caracterización geológica y estructural del área de estudio, en la fase de diagnóstico se identificaron y describieron sus unidades geológicas; sin embargo, es importante avanzar en el mayor detalle posible en cada una de las unidades litológicas, dado que se identifica una variabilidad constante a lo largo de la secuencia de roca, encontrando diferentes características tanto geomecánicas como hidrológicas en una misma unidad, rocas con una mayor competencia en contacto con otras de menos resistentes, de igual manera con



la permeabilidad, en una misma unidad, se tienen estratos con valores bajos de filtración de agua contiguos a zonas con un mayor flujo de agua.

Adicionalmente, se tiene la presencia de gran cantidad de estructuras, concentradas generalmente sobre la parte media de la cuenca, con direcciones de fallamiento: N-S y N45°W y buzamientos variables entre 70° y 45° de inclinación principalmente hacia el NE, características que influyen directamente sobre las condiciones geotécnicas de la roca, con un alto grado de fracturamiento que debilita los macizos rocosos y finalmente puede desencadenar una serie de eventos como deslizamientos, caída de rocas y afectaciones sobre infraestructura en caso de viviendas y vías, lo que implica una mayor vulnerabilidad del territorio acompañado de mayor gestión del riesgo.

1.1.1.4 Geomorfología

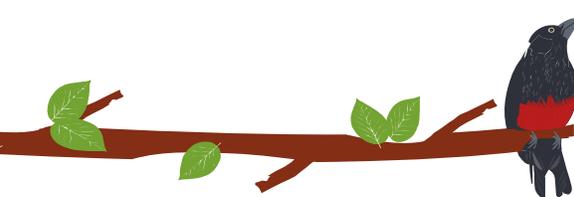
En relación con la geomorfología, la topografía es una parte representativa de la cuenca, donde las altas pendientes son una constante a lo largo de todo el territorio, las cuales en conjunto con otras variables como la formación de espesores considerables de suelo o las características intrínsecas de la roca, disposición, grado de fracturamiento, presencia diaclasas y su composición, determinan una respuesta y comportamientos ante a agentes como el agua, viento, biológicos y antrópicos, influyen directamente sobre la ocurrencia de fenómenos erosivos y movimientos en masa, variando en su nivel de riesgo y grado afectación.

1.1.1.5 Recurso hídrico

Los resultados obtenidos de las principales problemáticas enseñan un panorama general del estado del recurso hídrico en la cuenca, evidenciando la presión que ejerce el sector doméstico, pecuario, agrícola y posiblemente minero sobre la calidad de las fuentes hídricas. Además, debido a la deficiencia en los monitoreos y a la poca presencia de estaciones climatológicas e hidrológicas no es posible determinar el clima con mayor precisión en el área sujeta de estudio. Por otro lado, la cuenca se está viendo afectada por el fenómeno de la variabilidad climática a causa de factores externos y ajenos a la cuenca.

Tal presión sobre la calidad del recurso hídrico se ve reflejada en el ICA, anqué los parámetros de Temperatura, pH, Oxígeno Disuelto, DQO, DBO y Conductividad Eléctrica se encuentran dentro de los límites establecidos en la normatividad colombiana, los SST y las Coliformes Fecales presentaron valores que exceden los máximos aceptables por mucho, estando fuertemente afectados por los procesos hidrodinámicos del sistema y las dinámicas sociales que se presentan en inmediaciones del afluente. Además, existen altos niveles de nitrógeno total y fosforo total en temporadas secas en las fuentes hídricas provenientes de los agroquímicos y pesticidas usados en el sector agrícola.

De igual manera, esta presión se ve reflejada en los resultados del IACAL. Para la cuenca en año medio el IACAL se encuentra entre MEDIO ALTO y ALTO y para año seco la situación se vuelve más crítica, registrando un IACAL entre ALTO y MUY ALTO, estos resultados son debido a los grandes aportes de cargas contaminantes provenientes de los sectores productivos representativos en la cuenca (Doméstico, agrícola y pecuario), la insuficiente



cobertura de tratamiento de aguas residuales en las cabeceras municipales y la inadecuada disposición de residuos domésticos sólidos y líquidos en las zonas rurales.

Según el análisis de teleconexiones (serie de correlaciones cruzadas entre la precipitación y la temperatura media contra los índices océano-atmosféricos) las estaciones climatológicas presentes en la cuenca presentaron correlación con algunos índices océano-atmosféricos, en otras palabras, la cuenca presenta probabilidad de variabilidad climática, que, aunque es causada por factores externos y ajenos sus efectos la impactan directa e indirectamente.

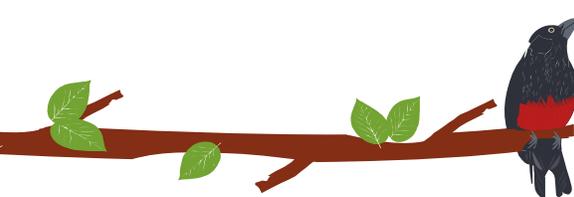
Por consiguiente, los indicadores y resultados mencionados son los más representativos y constituyen las principales problemáticas del recurso hídrico en la cuenca, que deben ser abordadas y estudiadas a fondo.

El recurso de agua subterráneo representa una gran importancia para el desarrollo de la cuenca, y su conocimiento es vital para el manejo y la implementación de planes hacia su conservación, sin embargo, a nivel general no se tiene claro conocimiento y se presenta un déficit de estudios geofísicos y registros relacionados a la existencia de pozos que permitan acceder a este recurso y realizar un estudio detallado de las aguas subterráneas, respecto a los estudios geofísicos existentes los cuales se tienen de manera puntual y no representan una parte importante de la cuenca, carencia de información que agrega una notable incertidumbre en los modelos hidrogeológicos construidos y los aleja de las condiciones reales.

En el Capítulo 3 sobre la Caracterización Bio-física de la cuenca durante la fase de Diagnóstico, se encuentra el numeral 3.1 que presenta la caracterización climática. Allí se establecen las estaciones hidrometeorológicas de interés y se construyen los campos de precipitación y evapotranspiración siguiendo el balance hídrico de largo plazo. La información colectada permite determinar la existencia de condiciones normales y secas, además los anexos de dicha componente representan un insumo fundamental en las fases posteriores del POMCA del río Sucio Alto, dado que la proyección de los indicadores depende de las condiciones climáticas de la cuenca y la información de las estaciones hidrometeorológicas involucradas en el modelo lluvia- escorrentía.

Los principales resultados de este capítulo resaltan que la cuenca del río Sucio Alto posee altos excedentes de agua según el índice de aridez, además existen altas precipitaciones que pueden superar los 3000 mm/año en el sector sur-occidental; estas poseen un régimen bimodal con verano más fuerte durante los meses de diciembre, enero, febrero y marzo, y fuertes precipitaciones en octubre y noviembre, además los pisos climáticos que cuentan con una mayor representatividad en la cuenca RSA son Frio Húmedo, Templado Semi-Húmedo, Templado Húmedo y Cálido Semi-Húmedo.

Según el índice de aridez existen altos excedentes de agua en casi toda la cuenca y en cuanto a las necesidades de información, todas se sintetizan en la falta latente de estaciones de medición meteorológicas dentro de la cuenca en ordenación pues solo existen tres, es por ello que al final del capítulo de climatología se recomienda el diseño y puesta en marcha de una red local de medición climatológica que responda a las condiciones de variabilidad hidroclimatológica detectadas en la formulación de las unidades de análisis (cuencas nivel 2) y, por lo tanto, a las nuevas condiciones de ordenamiento, en donde se realice monitoreo a variables tales como: la precipitación (a escalas sub-horarias inclusive dada la tendencia a



eventos torrenciales), temperatura, humedad relativa, radiación solar, brillo solar, evaporación y velocidad y dirección del viento a escala diaria.

En el numeral 3.4 se encuentra el documento con la hidrografía para la cuenca del río Sucio Alto. En dicho documento se delimita el cuerpo de agua objeto de interés con el trazado de la cuenca y la definición de los límites, además se construyen las subcuencas (nivel subsiguiente II) y las cuencas abastecedoras y se procede a codificar conforme lo establece el IDEAM. Dicha información es de alta relevancia en la fase de prospectiva y zonificación porque define el marco de referencia hidrológico para la proyección de la demanda hídrica y el establecimiento de las tendencias para los indicadores de estado asociados al recurso hídrico. En el numeral 3.5 se presenta la morfometría de la cuenca. En ambos capítulos se resaltan como principales resultados el trazado de la cuenca y el establecimiento de 26 subcuencas y 11 microcuencas abastecedor.

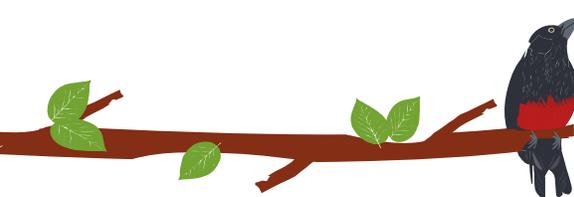
En el numeral 3.7 se presenta la hidrología de la cuenca del Río Sucio Alto entre cuyos principales resultados se resalta la construcción del modelo lluvia- escorrentía y el establecimiento de la oferta hídrica total y disponible considerando el caudal ambiente. El modelo utilizado fue el GR4J, calibrado y validado tanto de manera espacial como temporal con las estaciones al interior de la cuenca. Utilizando la información climática, así como el mapa de usos y coberturas, incluyendo la información poblacional y pecuaria fue estimada la demanda hídrica potencial necesaria para el establecimiento de los indicadores hidrológicos. Los resultados generales muestran que la cuenca posee alta capacidad de retención y regulación hídrica y que, bajo condiciones normales, la oferta hídrica disponible es muy superior a la demanda, por cuanto los indicadores de Uso del Agua (IUA) y Vulnerabilidad al desabastecimiento IVH presentan valores bastante favorables para la cuenca y la conservación ambiental.

1.1.2 Aspectos socioeconómicos y culturales

Las diferentes actividades humanas entendidas mediante las relaciones existentes entre los hombres y los procesos y objetos que lo rodean, es la manera particular para apropiarse y transformar la realidad; construyendo un propio sistema de relaciones sociales en el cual desenvuelven su vida. Por eso, es importante analizar estas interacciones del ser humano con la naturaleza y su entorno para entender las posibles cambios y dinámicas de transformación del ambiente y las diferentes consecuencias que traen consigo y entender, así como las acciones del presente modifican la realidad del futuro.

Los resultados obtenidos en la fase de diagnóstico, arrojaron algunos resultados positivos y otros cuantos escenarios desfavorables para la población y el territorio de la cuenca; se evidencia la influencia de factores de carácter económico, social y cultural que pueden afectar el desarrollo ambientalmente sostenible, y puede modificar la estructura que configura la realidad de la cuenca, generando una especie de perspectiva sobre los posibles escenarios que enfrentara la población en el futuro.

En cuanto a términos poblacionales, se encontró que existe baja presencia institucional con programas y proyectos enfocados en promover el emprendimiento y fomentar la



educación superior lo cual ha ocasionado la movilidad de población juvenil hacia otros lugares de mayor desarrollo como el Urabá o la ciudad de Medellín, desencadenado que prevalezcan debilidades en cuanto la oferta de profesionales y empresas en la región, que no permite desarrollar una buena oferta de servicios ni suplir la demanda de equipos calificados requeridos en los macroproyectos que se están llevando a cabo en la zona.

El desarrollo económico de la cuenca también refleja una serie de problemáticas en cuanto a debilidad de proyectos de infraestructura vial y física que permitan mejorar las condiciones de accesibilidad y conectividad entre las veredas y las principales cabeceras municipales, además se presentan deficientes iniciativas de producción agroindustrial que mejoren la productividad de la cuenca y promueva la producción con valor agregado generando así, un desarrollo económico y social para el territorio. También, se puede resaltar que el municipio no está haciendo provecho de todas las ventajas comparativas que tiene en términos de condiciones geográficas y ambientales que le permitirían desarrollar un sector turístico sostenible y de gran representatividad económica.

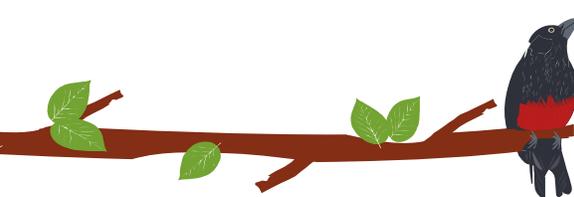
la concentración en la propiedad rural, el aumento de la ganadería extensiva y la pérdida de ecosistemas que sirven como provisión de alimentos son algunas de las problemáticas que enfrenta la seguridad alimentaria de la cuenca, pues estas situaciones han generado que el control de la producción y comercialización de los productos quede en pocas manos y también, que se pierdan cada vez más hectáreas de tierras que pueden ser destinadas a la producción de alimentos. Además de esto, existe una marcada debilidad en la generación de proyectos que mitiguen los impactos generados por las amenazas de desastres naturales y el cambio en las condiciones climáticas que generan de las condiciones propicias para la producción de alimentos.

También en cuanto a la disponibilidad suficiente y estable de alimentos, algunas comunidades indígenas de la cuenca han manifestado preocupación debido a que una plaga que apareció en el territorio, no ha permitido que hoy en día se pueda producir cultivos de palma de chontaduro, alimento que servía como fuente importante de proteínas, vitaminas y minerales para las personas, además de proveerles materiales para la construcción de viviendas.

Los servicios sociales básicos de la cuenca, también enfrentan dificultades en términos de provisión de agua potable, cobertura del servicio de alcantarillado en zonas rurales y manejo y disposición de los residuos sólidos, lo cual ha generado un aumento en el deterioro de los ecosistemas y en el número de consultas médicas por cuadros infecciosos. Además de esto, hay un gran porcentaje de viviendas construidas con materiales inadecuados que, sumado a problemas de hacinamiento, limitan el mejoramiento de la calidad de vida de las personas de la cuenca.

1.1.3 Problemáticas y limitantes

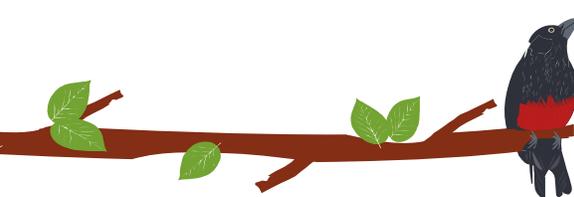
Los resultados de la situación inicial de la cuenca descrita en cada uno de los recursos señalados en los numerales anteriores, permitió en la síntesis ambiental de la fase de diagnóstico definir las 50 problemáticas y limitantes, que reflejan los aspectos críticos de la cuenca en los componentes físico, biótico, gestión del riesgo, socioeconómico y cultural.



Dichas problemáticas se calificaron y priorizaron por el equipo de expertos del POMCA, con la finalidad de identificar, las causas, los efectos y la problemática central de la cuenca y su relación con los indicadores levantados como línea base (Ver Tabla 1)

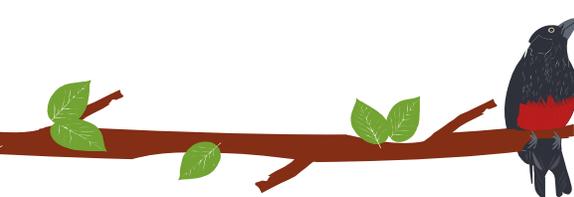
Tabla 1. Identificación de problemáticas en la cuenca Río Sucio Alto.

Nº	TEMÁTICA	PROBLEMÁTICAS	PUNTAJE TOTAL	INDICADOR
1	Calidad de agua	Insuficiente cobertura de tratamiento de aguas residuales en cabeceras municipales y centros poblados.	13	Índice de calidad del agua (ICA)
2	Coberturas	Alteraciones antrópicas que han generado procesos de fragmentación ecosistémica, que alteran las coberturas naturales en la cuenca (expansión minera, ganadería, deforestación y quemas).	12	Índice del estado actual de las coberturas naturales.
3	Ecosistemas Estratégicos	Pérdida de cobertura boscosa en áreas complementarias para la conservación como la Reserva Forestal de Ley 2da. de 1959 y áreas protegidas (DMI Insor, PNN las Orquídeas y PNN Paramillo)	12	Indicador de Tasa de cambio de las coberturas naturales de la tierra (TCCN), Indicador Vegetación Remanente (IVR)
4	Ecosistemas Estratégicos	Perdida de la cobertura boscosa a una tasa de 660 ha/año en la cuenca	12	% de área de ecosistemas estratégicos
5	Servicios Sociales Básicos	Manejo inadecuado de la recolección y separación final de los residuos sólidos en la cuenca	12	Densidad Poblacional - Dp
6	Oferta Institucional	Baja gobernabilidad, representatividad e intervención de las instituciones responsables de los asuntos y compromisos ambientales en la cuenca.	12	Porcentaje de Área de sectores Económicos
7	Riesgos	El 35 % de la cuenca se encuentra en amenaza alta por movimientos en masa	12	% de niveles de Amenaza por Movimientos en masa
8	Clima	Alta probabilidad de variabilidad climática según el análisis de teleconexiones.	12	Índice de aridez. Índice de regulación hídrica - (IRH).
9	Calidad de agua	Vertimientos directos a fuentes hídricas, proveniente de las viviendas que no cuentan con servicio de alcantarillado en zona urbana	12	Índice de Calidad del Agua - (ICA).
10	Calidad de agua	Altos niveles de nitrógeno total y fosforo total en la temporada seca, proveniente de agroquímicos y pesticidas.	12	Índice de Calidad del Agua - (ICA).
11	Calidad de agua	Contaminación del recurso hídrico por minería, según lo manifiesta la comunidad	12	Índice de alteración potencial a la calidad del agua - (IACAL).
12	Riesgos	Los municipios de la cuenca desconocen y no cuentan con planes de respuesta ante emergencias naturales.	11	% de niveles de amenaza (Alta y media) por desastres naturales



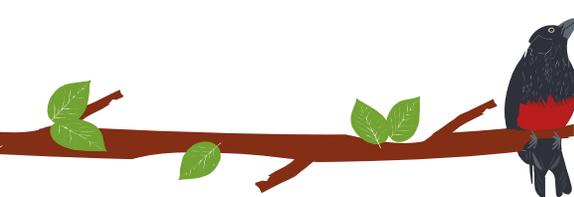
PLAN DE ORDENACIÓN Y MANEJO DE LA CUENCA RÍO SUCIO ALTO
FASE DE PROSPECTIVA Y ZONIFICACIÓN

Nº	TEMÁTICA	PROBLEMÁTICAS	PUNTAJE TOTAL	INDICADOR
13	Calidad de agua	Falencias en la caracterización fisicoquímica de los vertimientos, lo que ocasiona resultados más distantes de la realidad.	11	Índice de calidad del agua (ICA)
14	Servicios Sociales Básicos	La población de la zona rural de la cuenca, carece del sistema de alcantarillado, por lo que las aguas residuales son arrojadas directamente a las fuentes hídricas.	10	Indicador Presión Demográfica – IPD
15	Riesgos	Los principales ríos y quebradas de la cuenca (Herradura, Cañasgordas, Chuzá, Frontino, Verde, San José, Uramita, Urama, etc.) Se encuentran en amenaza alta por avenidas torrenciales	10	Porcentajes de niveles de amenaza (Alta y Media) por Inundación, movimiento en masa, avenidas torrenciales e incendios forestales
16	Calidad de agua	Inadecuada disposición de residuos domésticos sólidos y líquidos en el área rural de la cuenca.	10	Porcentaje de población con acceso al Agua por Acueducto
17	Hidrología	La red de monitoreo hidrológico no permite la captura de información para unidades hidrológicas 2 y 3, por lo tanto, no es posible determinar los rasgos de variabilidad en estas unidades.	10	Porcentaje de estaciones de monitoreo en operación.
18	Hidrología	Deficiencia de estaciones climatológicas en la cuenca, lo que dificulta un análisis del clima más acertado.	9	Porcentaje de estaciones de monitoreo en operación.
19	Flora	Bajo conocimiento y divulgación sobre las especies de flora presentes en la cuenca y su estado de amenaza de extinción. Especies de flora con alto valor ecológico, económico y cultural pobremente reconocidas en la cuenca. La información histórica existente sobre la flora cuenta con más de 15 años de haberse generado. Se registran al menos dos especies arbóreas endémicas: <i>Inga interfluminensis</i> (VU) y <i>Saloneo esmeraldina</i> (EN). Adicionalmente, se encuentran en la cuenca otras especies de flora amenazadas (Resolución 1912 de 2017): el roble <i>Quercus humboldtii</i> (VU), la ceiba <i>Pachira quinata</i> (EN) y el cedro <i>Cedrela odorata</i> (EN).	9	Índice del estado actual de las coberturas naturales
20	Fauna	Pérdida de hábitats y ecosistemas altamente transformados, necesarios para especies clave de mamíferos como el Oso de Anteojos, el Puma y el Jaguar.	9	Porcentaje de área de ecosistemas estratégicos presentes
21	Fauna	Pocos o deficientes programas de educación ambiental sobre la fauna silvestre y especies en vías de extinción presentes en la cuenca.	9	Índice del estado actual de las coberturas naturales Porcentaje de áreas con otra estrategia de conservación del nivel internacional, nacional, regional y local



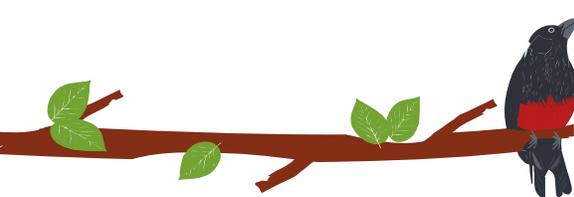
PLAN DE ORDENACIÓN Y MANEJO DE LA CUENCA RÍO SUCIO ALTO
FASE DE PROSPECTIVA Y ZONIFICACIÓN

N°	TEMÁTICA	PROBLEMÁTICAS	PUNTAJE TOTAL	INDICADOR
22	Cultura	Debilidad en la definición, concertación y divulgación de los límites de resguardos, sitios sagrados y zonas de protección o restauración.	9	Porcentaje de las áreas con conflictos de uso del suelo Porcentaje de áreas con otra estrategia de conservación del nivel internacional, nacional, regional y local
23	Hidrología	Monitoreo insuficiente en las variables climáticas, lo que ocasiona registros inconsistentes e intermitentes	8	Porcentaje de estaciones de monitoreo en operación.
24	Geomorfología	La estabilidad de los taludes y las laderas está gobernada por un conjunto de variables topográficas (fuertes pendientes), geológicas, ambientales y antrópicas que determinan la posibilidad de movimientos en masa.	8	Porcentajes de niveles de amenaza (Alta y Media) por Inundación, movimiento en masa, avenidas torrenciales e incendios forestales.
25	Ecosistemas Estratégicos	Carencia de información precisa de la ubicación y extensión de algunas iniciativas de conservación ambiental, que deberían ser cuantificadas y caracterizadas de manera general.	8	Porcentaje de áreas con otra estrategia de conservación del nivel internacional, nacional, regional y local
26	Servicios Sociales Básicos	Déficit en infraestructura para prestar servicios de provisión de agua potable en las zonas rurales	8	Porcentaje de población con acceso al Agua por Acueducto
27	Servicios Sociales Básicos	Aumento en las consultas médicas por cuadros infecciosos y gastrointestinales debido al uso de agua no apta para el consumo humano y la manipulación de sustancias tóxicas en labores campesinas.	8	Porcentaje de población con acceso al Agua por Acueducto
28	Seguridad y Convivencia	Aumento de la inseguridad y temor de la población debido a la presencia de grupos armados.	8	Densidad Poblacional (Dp)
29	Dinámicas de Apropiación y Ocupación del Territorio	Conflictos por el uso y la tenencia de la tierra entre campesinos y comunidades indígenas.	8	Porcentaje de las áreas con conflictos de uso del suelo
30	Seguridad Alimentaria	los datos estadísticos demuestran una alta concentración de la propiedad rural en pocos propietarios, lo que genera que solo un grupo de personas tengan el control en la producción y comercialización de los productos y el otro grupo se hace vulnerable a la hora de acceder a los alimentos o de comercializar aquellos que son producidos a menor escala.	8	Seguridad Alimentaria (SA)
31	Seguridad Alimentaria	Aumento de tierras destinadas a la producción ganadera doble propósito a mediana y alta escala, lo que genera no solo el deterioro ambiental por el sobrepastoreo, también una menor demanda laboral, disminución de familias con acceso al trabajo y con recursos	8	Seguridad Alimentaria - Sa



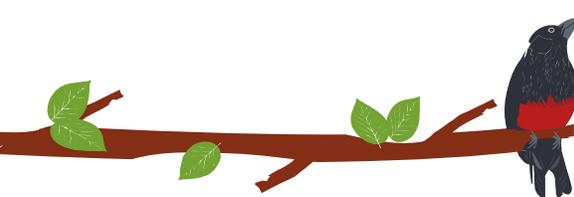
PLAN DE ORDENACIÓN Y MANEJO DE LA CUENCA RÍO SUCIO ALTO
FASE DE PROSPECTIVA Y ZONIFICACIÓN

Nº	TEMÁTICA	PROBLEMÁTICAS	PUNTAJE TOTAL	INDICADOR
		socioeconómicos para acceder a productos de la CBF y a la oferta institucional de la cuenca.		
32	Seguridad Alimentaria	Disminución de fuentes de proteína debido a: contaminación o pérdida de los ecosistemas en los que habitan, debilidad en las medidas e instituciones que velan por su conservación y prácticas sociales inadecuadas para su obtención.	8	Seguridad Alimentaria
33	Cultura	Desconocimiento sobre el uso y manejo adecuado de pesticidas y fertilizantes (agroquímicos) así como de los envases que los contienen, lo que ha aportado a la contaminación de los recursos naturales y posiblemente a la generación de enfermedades en la población.	8	Índice de ambiente crítico Índice de alteración potencial a la calidad del agua (IACAL)
34	Económico	Debilidad en proyectos de infraestructura (vial y física) que permitan la accesibilidad y conectividad de las veredas con la cabecera municipal y viceversa; esta situación hace que algunos sectores y pequeños comerciantes no puedan acceder a una adecuada producción y comercialización de sus productos agropecuarios.	8	Seguridad Alimentaria
35	Económico	Deficientes iniciativas para generar productos agrícolas con valor agregado, que aumenten la productividad de la cuenca.	8	Porcentaje de Área de Sectores Económicos Índice de alteración potencial a la calidad del agua
36	Calidad de agua	Alta presión a las fuentes hídricas por parte del sector pecuario, debido a la destinación de grandes extensiones de tierra y la generación de procesos erosivos que desencadena aportes de material.	8	Índice de alteración potencial a la calidad del agua - (IACAL).
37	Fauna	Deficientes registros de la fauna vertebrada terrestre (anfibios, reptiles, aves y mamíferos) y peces. La información histórica cuenta con más de 15 años de haberse generado, lo que implica un bajo conocimiento de la fauna de la cuenca, la necesidad de actualización y ampliación.	7	Porcentaje de áreas con otra estrategia de conservación del nivel internacional, nacional, regional y local
38	Dinámica Poblacional	Baja presencia institucional con programas y proyectos para el emprendimiento y fomento de la educación superior lo que ha generado una fuga de la población juvenil hacia Urabá, Medellín y otros municipios, atraídos por nuevos intereses (económicos, educativos, laborales, culturales y de seguridad, diferentes a los que hay en la cuenca).	7	Densidad Poblacional (Dp)



PLAN DE ORDENACIÓN Y MANEJO DE LA CUENCA RÍO SUCIO ALTO
FASE DE PROSPECTIVA Y ZONIFICACIÓN

N°	TEMÁTICA	PROBLEMÁTICAS	PUNTAJE TOTAL	INDICADOR
39	Dinámica Poblacional	Debilidad en la oferta de profesionales y empresas de la región, lo que no permite suplir la demanda de equipos calificados requeridos por los macroproyectos de la cuenca.	7	Densidad Poblacional. (Dp)
40	Oferta Institucional	Debilidad en las etapas de ejecución y seguimiento los de instrumentos de planificación y planes de manejo ambiental para las áreas prioritizadas y reconocidas como zonas de protección.	7	Porcentaje de áreas con otra estrategia de conservación del nivel internacional, nacional, regional y local
41	Riesgos	El 60% de la cuenca se encuentra en amenaza alta y muy alta por incendios forestales	6	Porcentajes de niveles de amenaza (Alta y Media) por Incendios Forestales.
42	Geología	La complejidad estructural del área, representada por dos direcciones de fallamiento: N-S y N45°W y buzamientos variables entre 70° y 45° de inclinación principalmente hacia el NE, debilitan los macizos rocosos, a través del alto grado de fracturamiento.	6	
43	Calidad de agua	Los Registros históricos de las variables fisicoquímicas son insuficientes, por lo tanto, no es posible comparar la calidad del agua en épocas climáticas.	6	Índice de alteración potencial a la calidad del agua - (IACAL)
44	Servicios Sociales Básicos	80,6% de las viviendas están construidas con materiales inadecuados y el 31.13% de las personas de la cuenca se encuentra en hacinamiento crítico por viviendas inadecuadas	5	
45	Cultura	Pérdida de prácticas culturales indígenas relacionadas con la medicina tradicional, vestuario, pintura, festividades y demás tradiciones étnicas.	5	
46	Seguridad Alimentaria	Los indígenas de la cuenca manifiestan que una plaga no permite hoy en día el cultivo de la Palma de Chontaduro. Esto generó la pérdida de un alimento de importancia gastronómica y nutricional por su alto contenido vitamínico, calórico y mineral (es uno de los alimentos tropicales de mayor y mejor valor nutritivo) y que, además, según datos etnohistóricos era usado en la fabricación de viviendas.	4	Seguridad Alimentaria (Sa)
47	Geología	Cambios litológicos a lo largo de las secuencias sedimentaria que componen las unidades de roca, dificultando una caracterización en detalle de cada una, con implicaciones directas sobre la estabilidad del terreno y propiedades hidrológicas.	4	Porcentaje de amenazas naturales
48	Hidrogeología	Los grandes vacíos y deficiencia en la información, particularmente en la prospección de agua subterránea que proporcione información geofísica e hidrogeológica que permita generar un modelo hidrogeológico conceptual.	3	



Nº	TEMÁTICA	PROBLEMÁTICAS	PUNTAJE TOTAL	INDICADOR
49	Hidrología	La demanda de agua presenta alta incertidumbre al calcularse por métodos indirectos, ya que no existe un sistema de monitoreo que permita estimar la demanda para diferentes usuarios	2	Índice de uso del agua (IUA)
50	Económico	Desaprovechamiento de las condiciones geográficas y ambientales del territorio para desarrollar un sector turístico competitivo y sostenible	2	Porcentaje de Área de sectores Económicos

Fuente: Elaboración propia.

2 CONSTRUCCIÓN DE LOS ESCENARIOS TENDENCIALES

Los escenarios tendenciales se pueden entender como el posible comportamiento de los aspectos más importantes del territorio identificados en la fase de diagnóstico, en el cual con el uso de herramientas cartográficas y de modelación de datos se proyectan las condiciones esperadas para la cuenca, en donde se incorpora el análisis de la dinámica económica y social sin intervención, además de las relaciones funcionales de la cuenca y sus servicios con la región.

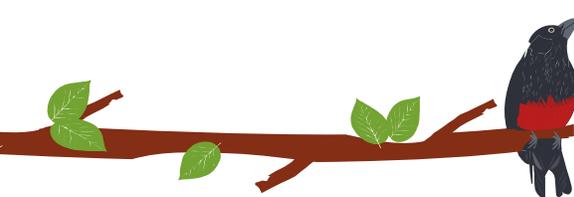
Una vez identificadas las principales problemáticas de la cuenca, el equipo interdisciplinario desarrolló los escenarios tendenciales, mediante el análisis de información obtenida en los indicadores de línea base de la fase de diagnóstico; en donde se construyeron escenarios basados en proyecciones a diez años con la finalidad de apreciar los principales cambios que se puedan presentar en los componentes físico-bióticos, socioeconómicos y de gestión del riesgo apoyado en la hipótesis según la cual la población continuará apropiándose, usando y manejando los recursos naturales, bajo las mismas condiciones, prácticas y relaciones actuales.

Así pues, teniendo en cuenta las indicaciones de la guía técnica de POMCAS, (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2014) para llevar a cabo la elaboración de los escenarios tendenciales se debe tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Resultados de análisis de indicadores de línea base del diagnóstico priorizados.
- Conclusiones de documentos técnicos del diagnóstico.
- Análisis situacional y síntesis ambiental resultantes del diagnóstico.
- Cartografía temática del diagnóstico.

2.1 SELECCIÓN Y PRIORIZACIÓN DE INDICADORES

Los resultados obtenidos con los indicadores propuestos en la fase de Diagnóstico permiten tener una visión integral del estado de todos los componentes de la cuenca, por lo que según los resultados y bajo el criterio del equipo técnico se realiza una selección de estos, teniendo presente la influencia y dependencia que presentan, así como su relación con el problema central de la cuenca. Para determinar los indicadores de línea base que serán proyectados en esta fase de Prospectiva y Zonificación Ambiental, se utilizan dos metodologías: Matriz de



Impacto Cruzado (MIC) y selección de indicadores con base en criterio de expertos, las cuales se desarrollan a continuación.

2.1.1 Matriz de Impacto Cruzado -MIC-

Una de las metodologías empleadas para la priorización de los indicadores de línea base es la Matriz de Impacto Cruzado (MIC), la cual consiste en hacer una exploración del futuro sobre la base de una serie de eventos que pueden o no ocurrir dentro de un horizonte temporal considerado, para este caso, en un futuro de 10 años. Este método hace posible visualizar los problemas desde diferentes perspectivas con un mayor nivel de detalle, presentando un sistema con interdependencia. Finalmente se logra descubrir las variables claves, las cuales serán las que ejercen mayor influencia sobre las demás (Gomes de Castro, y otros, 2001).

El análisis estructural MICMAC es una herramienta que permite enlazar ideas mediante la correlación de los elementos, variables y factores que constituyen el sistema, los cuales se relacionan en una matriz, estableciendo las relaciones de influencia y dependencia entre los indicadores con el fin de determinar las variables dependientes, influyentes y esenciales al momento de entender la evolución de la cuenca y predecir su comportamiento futuro, teniendo en cuenta la dimensión ambiental, económica, social e institucional del territorio.

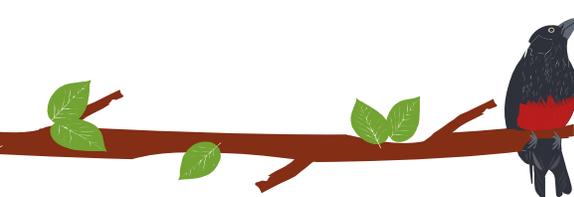
Con los indicadores seleccionados y definidos en la síntesis ambiental de la fase de diagnóstico, se procedió a realizar la matriz de impactos cruzados, en donde en el sentido horizontal se definen los indicadores influyentes, y en el sentido vertical los indicadores dependientes, con el fin de plasmar una calificación basada en una pregunta específica: ¿Cuál es el nivel de influencia del indicador "x" sobre el indicador "y"?, la cual permite establecer el grado de influencia entre los indicadores de línea base, mediante la identificación de las relaciones, reconociendo los más influyentes sobre el aumento o disminución de la problemática central de la cuenca.

El análisis estructural se realiza con un grupo de trabajo compuesto por expertos que cuenten con la experiencia necesaria, no solo de los conceptos técnicos y teóricos sino también en campo, pues esto ayudara a tener un criterio más acertado a la hora de analizar la influencia e incidencia de las variables; y se hace mediante el desarrollo de las siguientes fases:

Fase 1: Realizar un listado de las variables que caracterizan el sistema estudiado y su entorno, haciendo una explicación detallada de las para facilitar el seguimiento del análisis y la localización de las variables internas y externas al sistema considerado. En este caso los indicadores tenidos en cuenta se describen a continuación.

Tabla 2. Indicadores evaluados en la matriz de impacto cruzado.

TEMÁTICA	NOMBRE INDICADOR
HIDROLOGIA	Índice de Aridez (IA)
	Índice de Uso de Agua Superficial (IUA)
	Índice de retención y regulación hídrica (IRH)
	Índice de vulnerabilidad por desabastecimiento hídrico (IVH)
CALIDAD DE AGUA	Índice de Calidad del Agua (ICA)
	Índice de alteración potencial a la calidad del agua (IACAL)



TEMÁTICA	NOMBRE INDICADOR
COBERTURA Y USO DE LA TIERRA	Porcentaje de estaciones de monitoreo en operación (EMO)
	Indicador de Tasa de cambio de las coberturas naturales de la tierra (TCCN)
	Indicador Vegetación Remanente (IVR)
	Índice de Fragmentación (IF)
	Indicador Presión Demográfica (IPD)
	Índice de ambiente crítico (IAC)
ECOSISTEMAS ESTRATEGICOS	Porcentaje (%) de Área (Ha) restauradas en cuencas abastecedoras de acueductos. (PARCA)
	Porcentaje y área (Ha) de áreas protegidas del SINAP (PAAP)
	Porcentaje de áreas con otra estrategia de conservación del nivel internacional, nacional, regional y local (PAEC ih)
	Porcentaje de área de ecosistemas estratégicos presentes (PEEP)
EDAFOLOGIA	Índice del estado actual de las coberturas naturales (IEACN)
	Porcentaje de las áreas con conflictos de uso del suelo (ACUS)
SISTEMA SOCIAL	Densidad Poblacional (Dp)
	Tasa de crecimiento (r)
	Seguridad Alimentaria (SA)
	Porcentaje de población con acceso al Agua por Acueducto (PAA)
	Porcentaje de Área de sectores Económicos (%ASE-PASE)
AMENAZAS	Porcentajes de niveles de amenaza (Alta y Media) por Inundación, movimiento en masa, avenidas torrenciales e incendios forestales. (AMZ)

Fuente: Elaboración propia.

Fase 2: En este paso, se hace la descripción de las relaciones de causalidad y consecuencia de los indicadores establecidos anteriormente, mediante un criterio de evaluación de incidencias descrito en la Tabla 3.

Tabla 3: Escala de Influencia.

CRITERIO	CALIFICACIÓN	ESCALA
Influencia	Fuerte	3
	Mediana	2
	Débil	1
	No hay influencia	0

Fuente: Elaboración propia.

Posteriormente se procede a hacer el diligenciamiento de la matriz de impacto cruzado teniendo en cuenta las siguientes cuestiones: ¿existe una relación de influencia directa entre la variable i y la variable j? si es que no, anotamos 0, en el caso contrario, nos preguntamos si esta relación de influencia directa es, débil (1), mediana (2) o fuerte (3). Así pues, una vez terminado el ejercicio de evaluación queda como resultado la matriz siguiente. (Tabla 4)

Tabla 4. Calificación de indicadores con la metodología MIC.

	IA	IRH	ICA	IEACN	ITCCNT	IVR	DP	PASE	IACAL	AMZ	IPD	PAA	EMO	PAEC ih	ACUS	SA	IAC	IUA	IVH	IF	PARCA	PAAP	PEEP	r	Total Inf.
IA	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	0	10
IRH	3	0	0	2	2	2	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0	2	2	2	2	0	20
ICA	2	1	0	2	2	1	3	3	3	0	3	0	3	1	2	2	2	2	2	0	2	2	1	3	42
IEACN	1	1	0	0	3	3	3	2	1	1	3	0	0	2	2	3	2	2	0	3	2	3	3	2	42
ITCCNT	1	0	0	3	0	3	3	2	0	1	3	0	0	2	3	3	2	0	0	3	2	3	1	2	37
IVR	1	0	0	3	3	0	3	2	0	1	2	0	0	1	2	2	3	2	0	2	1	2	2	2	34
DP	0	0	1	2	2	0	0	2	1	2	3	2	0	0	0	3	2	2	0	1	0	1	0	3	27
PASE	0	1	0	2	3	0	3	0	1	2	3	2	0	1	2	1	0	2	3	1	0	2	0	2	31
IACAL	1	0	3	1	2	1	3	3	0	1	3	1	3	1	2	3	1	3	2	1	1	2	2	2	42
AMZ	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	2	0	1	1	2	1	1	0	1	2	1	2	2	2	25
IPD	0	0	2	2	2	0	3	3	1	2	0	2	0	0	2	3	2	0	3	0	2	2	2	3	36
PAA	1	0	3	1	0	0	3	3	3	1	3	0	0	0	0	1	0	2	2	0	2	2	2	3	32
EMO	1	0	2	1	0	0	1	2	2	1	1	1	0	0	0	1	0	2	2	0	1	0	0	0	18
PAEC ih	1	0	2	1	1	1	2	2	2	2	2	2	0	0	2	1	1	0	0	2	1	3	2	2	32
ACUS	1	0	0	3	2	2	3	3	2	3	3	0	0	1	0	2	2	2	2	3	1	2	2	2	41
SA	0	1	2	1	2	0	3	3	1	1	3	1	0	0	2	0	1	3	2	2	0	1	1	3	33
IAC	0	1	1	1	3	2	3	2	0	0	1	0	0	0	2	2	0	0	2	3	1	2	1	3	30
IUA	3	3	2	0	2	0	3	3	2	0	3	1	0	0	0	2	1	0	2	0	0	0	0	2	29
IVH	3	3	1	1	2	0	3	3	0	0	3	0	2	0	0	2	1	3	0	0	1	0	1	2	31
IF	0	1	0	2	3	2	2	1	0	0	3	0	0	0	3	1	2	1	0	0	1	3	3	2	30
PARCA	0	0	2	2	1	2	1	1	0	1	2	3	0	2	2	2	2	1	2	1	0	2	2	2	33
PAAP	1	0	2	2	1	2	2	0	0	1	2	2	0	3	2	1	2	1	2	2	1	0	2	2	33
PEEP	1	1	1	2	0	3	2	2	0	2	3	1	0	3	3	1	2	1	1	2	2	3	0	2	38
r	0	0	1	1	1	0	3	3	1	2	3	1	0	1	0	2	2	1	2	0	0	1	0	0	25
Total Depn.	22	14	25	37	39	26	53	46	20	24	54	19	13	19	33	39	33	31	30	30	25	41	32	46	



En la matriz anterior, la suma por filas explica la motricidad o influencia de las variables o indicadores sobre el sistema, en este caso, se tiene que el índice de Calidad del Agua (ICA), el Índice del Estado Actual de las Coberturas Naturales (IEACN) y el índice de alteración potencial de la calidad del agua (IACAL), con un peso total de 42 iteraciones son las variables más influyentes en el sistema.

Por otra parte, la suma por columnas evidencia la dependencia de las variables del sistema, y en este caso se observa que las variables más dependientes son el Índice de Presión Demográfica (IPD), la densidad poblacional (Dp), y el porcentaje de área de sectores económicos (PASE), con un peso total de 54, 53 y 46 iteraciones respectivamente.

Fase 3: En este punto se procede a identificar las variables clave con el método MICMAC, mediante una clasificación directa e indirecta, con el fin de confirmar la importancia de ciertas variables y de igual manera permite desvelar algunas que en razón de sus acciones juegan un papel principal. Para esto, se establece un plano con cuatro cuadrantes con la siguiente clasificación:

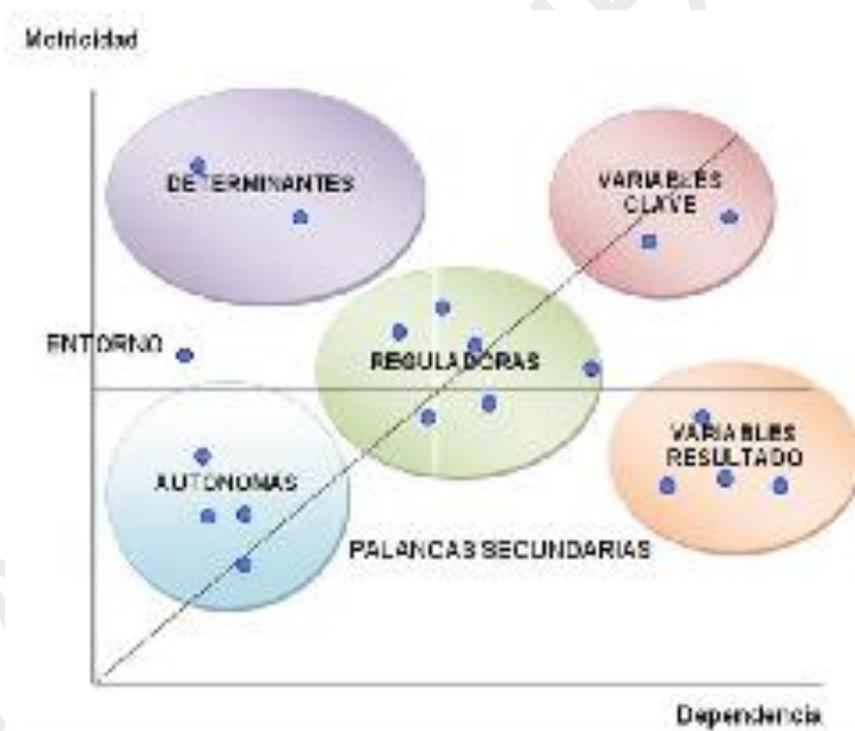


Gráfico 1. Análisis Estructural Tomado de Análisis Estructural-Godet

La interpretación del gráfico anterior se entiende de la siguiente manera: la línea diagonal es la de entradas y salidas y aporta el sentido de la lectura; en la parte superior izquierda se sitúan las variables de entrada, fuertemente motrices y poco dependientes, las cuales determinan el funcionamiento del sistema.

En el centro se sitúan las variables de regulación que participan en el funcionamiento normal del sistema; abajo y a la derecha figuran las variables de salida, que dan cuenta de los resultados de funcionamiento del sistema, estas variables son poco influyentes y muy dependientes. Se les califica igualmente como variables resultado o variables sensibles y se pueden asociar a indicadores de evolución, pues se traducen frecuentemente como objetivos.

La segunda diagonal se define como estratégica, ya que cuanto más se aleja del origen más carácter estratégico tienen las variables; esta se encarga de dividir el plano entre las variables motrices y las dependientes.

En la zona que está próxima al origen, se sitúan las variables autónomas, que son poco influyentes, dependientes y no constituyen parte determinante para el futuro del sistema. También, está el grupo de variables conformadas por aquellas que combinan un reducido nivel de motricidad y de dependencia. El nombre le viene dado porque quedan un tanto al margen del comportamiento del sistema, siempre en relación con las restantes.

En la zona superior derecha, se encuentran las variables clave del sistema, las cuales son muy motrices y muy dependientes, sobredeterminan y perturban el funcionamiento normal del sistema. Se sitúan en la parte superior derecha del plano de motricidad/dependencia, y el elevado nivel de motricidad y de dependencia las convierte en variables de extraordinaria importancia.

En la zona superior izquierda, se encuentran las variables determinantes, son poco dependientes y muy motrices, según la evolución que sufran a lo largo del periodo de estudio se convierten en frenos o motores del sistema, de ahí su denominación.

Así entonces, haciendo el proceso de espacialización de las para determinar las que se van a tener en cuenta en el diseño de los escenarios tendenciales, se obtuvo los siguientes resultados mediante la utilización del Software LIPSOR MICMAC.

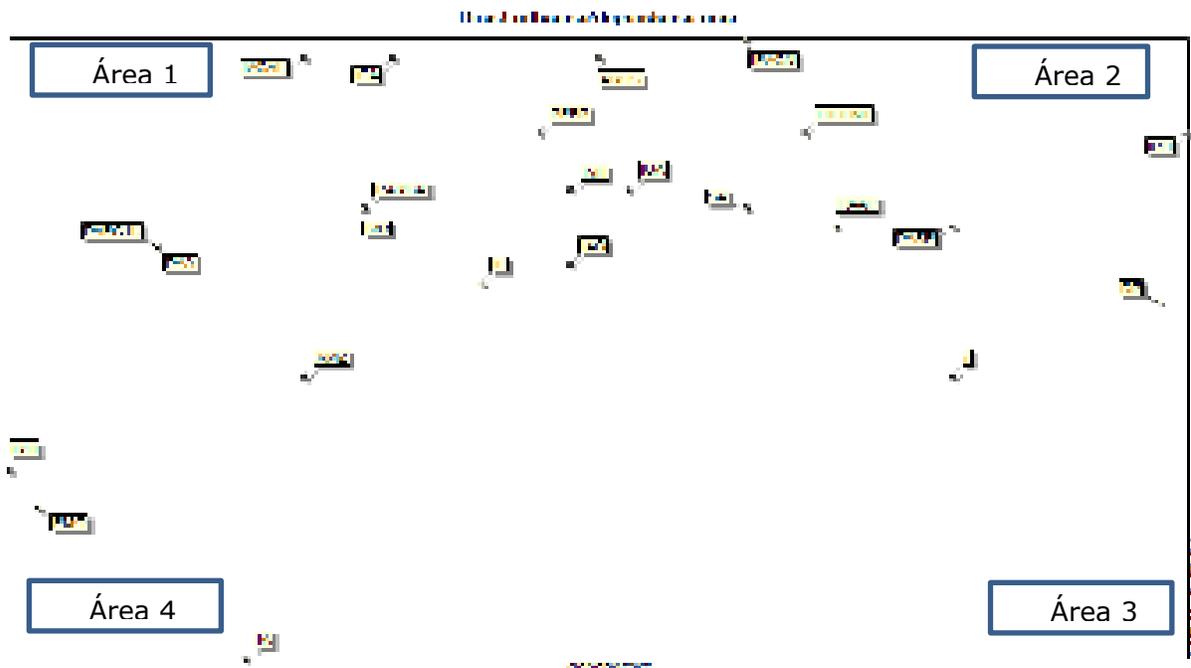


Gráfico 2. Localización de indicadores en las áreas de calificación de la metodología MIC.

La interpretación del gráfico anterior se determina de la siguiente manera:

- **Área I – Variables Determinantes:** Las transformaciones de las variables que se encuentren en esta área repercutirán en todo el sistema, por lo que estas determinan el funcionamiento del sistema. Como son las que mayores efectos producen en las demás variables, se debe tener presente si se dispone de instrumentos para manipularlas, ya que son un campo de acción clave. Si las variables que se encuentran en este campo no son de fácil control, se debe realizar un estudio que prevea su evolución para disminuir los efectos negativos o en el caso de que sean positivas, potenciar sus buenos efectos. En esta área quedaron los indicadores de IACAL, ICA, PEEP, IVH, IAC, IF, PARCA, IVR, PAA y PAEC ih.
- **Área II – Variables Clave:** Las variables que se ubican en esta área son dependientes y cinéticas, es decir, son causantes de grandes impactos cuando en ellas surge algún cambio y son muy vulnerables a los cambios que manan otras variables. Es por lo que son de gran importancia, puesto que es alrededor de ellas que se desarrollan los conflictos. También denominadas variables clave, ver Los indicadores que se sitúan en esa área son IPD, DP, PASE (%ASE), PAAP, SA, IEACN, ITCNT, ACUS y el IUA. Por su importancia a estos indicadores se realizará los escenarios tendenciales.

- **Área III – Variables Resultado:** Dan cuenta de los resultados de funcionamiento del sistema, estas variables son poco influyentes y muy dependientes. No ejercen efectos considerables en las otras variables y son dependientes de las variables motrices. Estas manifiestan el resultado de la estructura y el funcionamiento del sistema. En esta área se sitúa solo el indicador de tasa de crecimiento poblacional r.
- **Área IV – Variables Resultado:** Los efectos que pueden llegar a provocar son irrelevantes en el sistema, de la misma manera no son susceptibles a los cambios que presentan las otras variables. Los indicadores situados en esta área son: AMZ, EMO e IRH.

El Gráfico 3, muestra la relación del grado de influencia que hay entre variables, donde las líneas rojas representan una influencia fuerte entre los indicadores, y la línea azul una relación relativamente fuerte. En este caso se observa que las variables IVH, IPD, DP, PASE y ACUS, tienen una influencia fuerte sobre las demás variables.

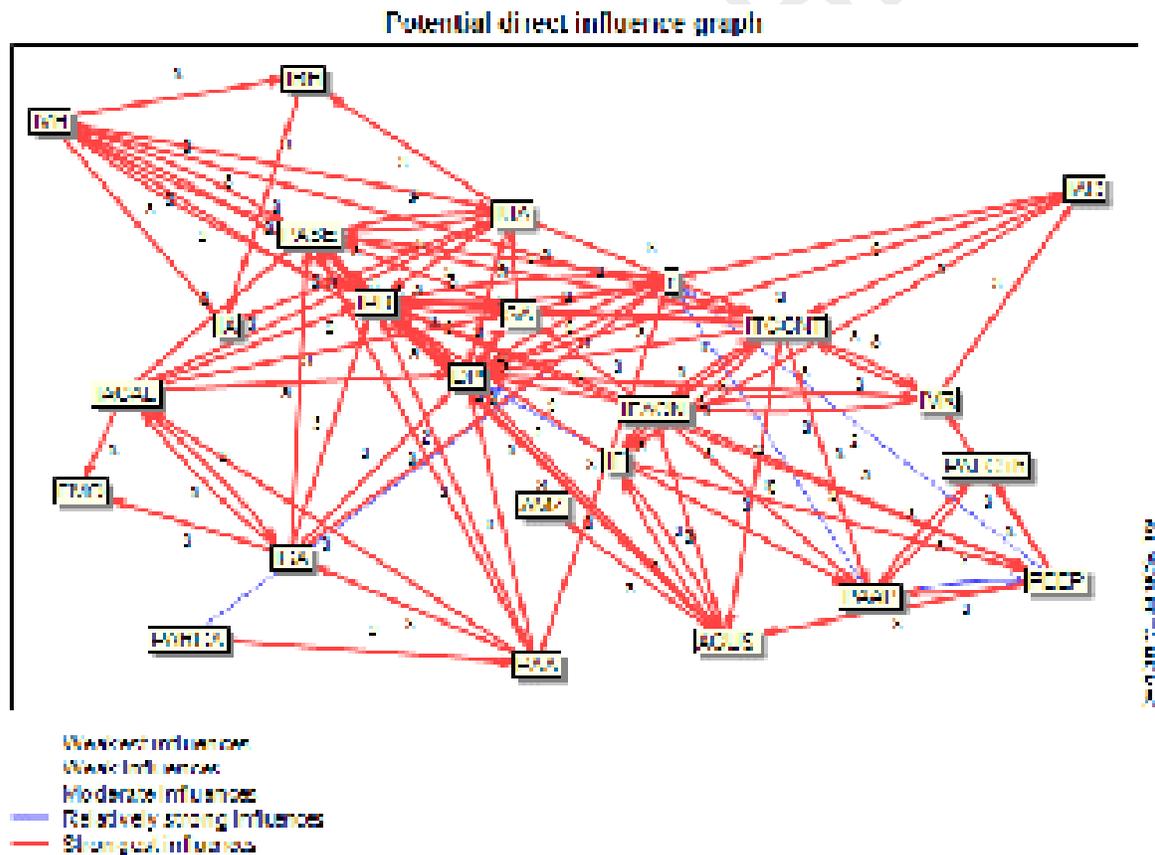


Gráfico 3. Relación de influencia indirecta entre las variables del sistema. Elaboración propia a partir del software LIPSOR MICMAC.

Así pues, las variables escogidas para realizar los escenarios tendenciales son las que quedaron en el área 2 del Gráfico 2 muestra las denominadas variables clave del modelo (IPD, DP, %ASE, IUA, PAAP, TCCN, SA, y ACUS); además se tuvieron en cuenta los indicadores (ICA, IVH, IACAL y AMZ) a partir del análisis de priorización de problemáticas. En la Tabla 5 se presentan una descripción de los índices que fueron clasificados.

Tabla 5. Indicadores propuestos para los análisis prospectivos según Metodología MIC.

INDICADOR	OBJETIVO
Índice de Calidad del Agua (ICA)	Tomando como base este indicador determinar la tendencia respecto al estado de la calidad de agua en la cuenca.
Índice de uso de agua superficial (IUA)	A partir de este indicador estimar la tendencia de la relación porcentual entre la demanda de agua con respecto a la oferta hídrica disponible en las subcuencas.
Índice de vulnerabilidad por desabastecimiento hídrico (IVH)	A partir de este indicador estimar la tendencia respecto a la fragilidad de mantener la oferta de agua para abastecimiento en las subcuencas.
Índice de alteración potencial a la calidad del agua (IACAL)	Tomando como referencia este indicador, estimar la tendencia respecto a la afectación de un cuerpo de agua por las presiones de actividades socioeconómicas a escala de subzonas hidrográficas.
Indicador de tasa de cambio de las coberturas naturales de la tierra (TCCN)	A partir de este indicador establecer las tendencias de cambio de coberturas de la tierra proyectadas para establecer posibles zonas a conservar, proteger o restringir según la dinámica presentada, con prioridad en cuencas abastecedoras.
Indicador presión demográfica (IPD)	A partir de este indicador, definir escenarios tendenciales respecto a la presión de la población sobre los diferentes tipos de coberturas naturales de la tierra.
Densidad poblacional (DP)	Tomando como base este indicador, desarrollar escenarios a partir de las proyecciones de población en la cuenca, con el fin de definir la distribución de la población en el tiempo.
Porcentaje de las áreas con conflictos de uso del suelo (ACUS)	A partir del análisis de los conflictos de uso del suelo en la cuenca se sugiere construir escenarios tendenciales con los análisis multitemporales que evidencien las tendencias en el tiempo de estas áreas con conflictos de uso.
Porcentaje de áreas de sectores económicos (PASE-%ASE)	Tomando como base este indicador, se busca establecer las tendencias de la ocupación de áreas por los diferentes sectores económicos presentes en la cuenca.
Porcentaje de niveles de amenaza alta y media por inundación, movimientos en masa, avenidas torrenciales e incendios forestales (% Amenaza-AMZ)	Evaluar el grado de incidencia de la amenaza alta y media en la cuenca hidrográfica por inundaciones, movimientos en masa, avenidas torrenciales e incendios forestales.
Seguridad Alimentaria (SA)	Evaluar la disponibilidad futura de alimentos en cuanto a la disponibilidad suficiente y acceso al consumo.
Porcentaje de Áreas protegidas del SINAP del SINAP (PAAP)	

Fuente: (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2014).

2.1.2 Análisis prospectivos según el análisis de expertos

Para reforzar y justificar la importancia de incluir o no dentro de los escenarios tendenciales algunos indicadores de línea base, el equipo técnico realizó la evaluación de éstos con base en los resultados obtenidos en el análisis situacional y la síntesis

ambiental, teniendo en cuenta especialmente la identificación y priorización de problemáticas de la cuenca, con el fin de complementar la justificación dada en el desarrollo de la metodología de la Matriz de Impacto Cruzado.

2.1.2.1 Proyecciones de población

Todo trabajo de ordenamiento tiene por objeto proveer a la población las herramientas necesarias para llevar una existencia sostenible. Por tanto, conocer el número de usuarios, las tendencias que a futuro presentarán son un factor clave en el desarrollo de estrategias que deben asumir las autoridades para enfrentar los posibles problemas del crecimiento poblacional.

2.1.2.2 Índice de presión demográfica (IPD)

El IPD mide la tasa de densidad poblacional para el área de los municipios que conforman la cuenca, el cual indica la presión sobre la oferta ambiental en la medida que, a mayor densidad, mayor demanda ambiental, lo que representa mayor amenaza para la sostenibilidad de la cuenca. En el diagnóstico se identificó que, para la cuenca, el IPD era igual a 0,21, lo que quiere decir que la población solo demanda el 21% de la oferta ambiental total.

2.1.2.3 Porcentaje de áreas de sectores económicos (PASE-%ASE)

Las actividades humanas cuantificables generalmente están soportadas en la idea de obtener un beneficio o utilidad para la satisfacción de un número infinito de necesidades por medio de un número finito de recursos. Conocer la tendencia futura de estas actividades puede arrojar una luz en cuanto a las demandas por los servicios ecosistémicos. Para la cuenca se tiene que el 45,93% del territorio se dedica a labores de agricultura, ganadería, silvicultura, etc. El 0,009% se dedica a actividades económicas como la transformación industrial y otro tipo de bienes y mercancías; 0,31% del territorio de la cuenca Río Sucio Alto se dedica a actividades del sector terciario como servicios de tipo personal y comunitario.

2.1.2.4 Índice de Uso de Agua Superficial (IUA)

Este indicador busca estimar la relación porcentual entre la demanda de agua y la oferta hídrica disponible. El Índice de uso del agua (IUA) corresponde a la cantidad de agua utilizada por los diferentes sectores, en un periodo de tiempo t (anual, mensual) y en una unidad espacial de referencia j (cuenca, subcuenca, microcuenca, etc.) en relación con la oferta hídrica superficial disponible para la misma unidad temporal t y espacial j y matemáticamente se expresaría como:

$$IUA_{j,t} = \frac{[D_h]_{j,t}}{[O_{hd}]_{j,t}} \%$$

En el estudio Nacional del agua se ha definido la categoría y el significado del IUA en función del rango de dicho índice, además se ha definido una escala de valores para su caracterización, tal como se muestra en la Tabla 6.

Tabla 6. Categorización del IUA según el ENA-2010

RANGO (DH/OH)*100 IUA	CATEGORÍA IUA	SIGNIFICADO
>50	Muy Alto	La presión de la demanda es muy alta con respecto a la oferta disponible
20.01 - 50	Alto	La presión de la demanda es alta con respecto a la oferta disponible
10.01 - 20	Moderado	La presión de la demanda es moderada con respecto a la oferta disponible
1-oct	Bajo	La presión de la demanda es baja con respecto a la oferta disponible
≤1	Muy Bajo	La presión de la demanda no es significativa con respecto a la oferta disponible

Fuente: Elaboración propia a partir de ENA-2010

En la Figura 1 se presenta el IUA retomado de la fase de diagnóstico para el año normal y año seco, para posteriormente compararlo con el determinado en el presente análisis.

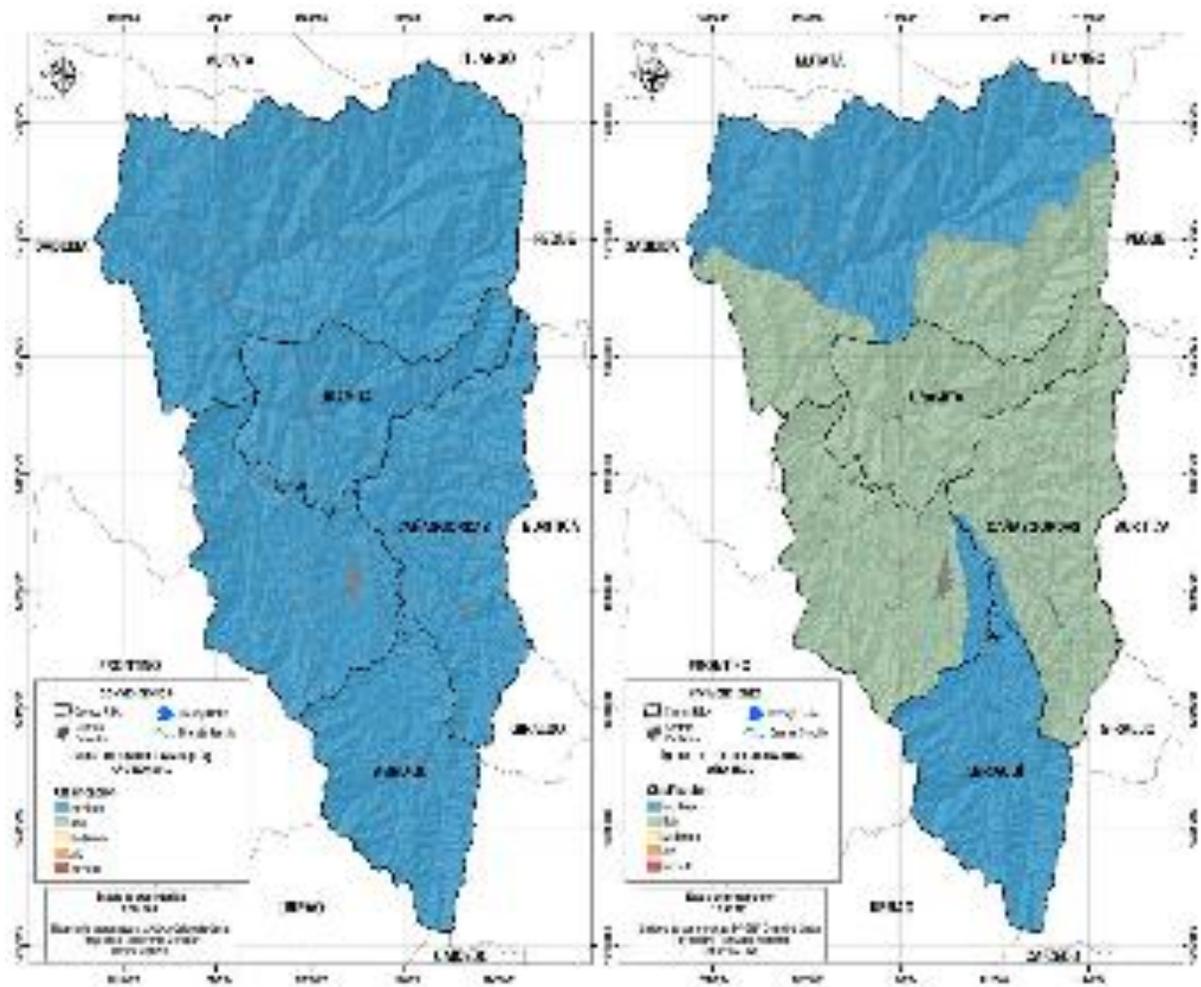


Figura 1. Índice de uso del agua -IUA- obtenido en la fase de diagnóstico para la cuenca del Río Sucio Alto, izquierda IUA año normal y derecha IUA año seco.

El resultado del cálculo del Índice del Uso del Agua (IUA) para la cuenca del Río Sucio Alto durante la fase de diagnóstico ha sido retomado por la presente consultoría considerando ahora la variabilidad climática, lo que implica estimar el IUA para los siguientes escenarios: Año normal, año seco (bajo condiciones de El Niño), verano (mes de febrero) y verano seco (mes de febrero bajo condiciones de El Niño), dicho escenarios se presenta en la Figura 2. Los resultados indican que las subcuencas con actividades agrícolas y con centros poblados son las que mayor presión ejercen sobre el recurso hídrico respecto a la oferta disponible, no obstante, en la mayoría de los escenarios solo alcanzan condiciones de baja o muy baja presión de la oferta sobre la demanda. Solo en el caso del mes de verano (febrero) bajo condiciones de año seco (años EL Niño) se evidencia una presión moderada sobre las subcuencas río Verde Alto (1111010400), directos Río Sucio/Q Ambalema (1111011800), río Verde Bajo (1111010300), Q La Esperanza (1111012200), Directos Río Sucio/Q Murrabal/Q Cacilche (1111012400) y con IUA Alto el río La Herradura (1111010700).

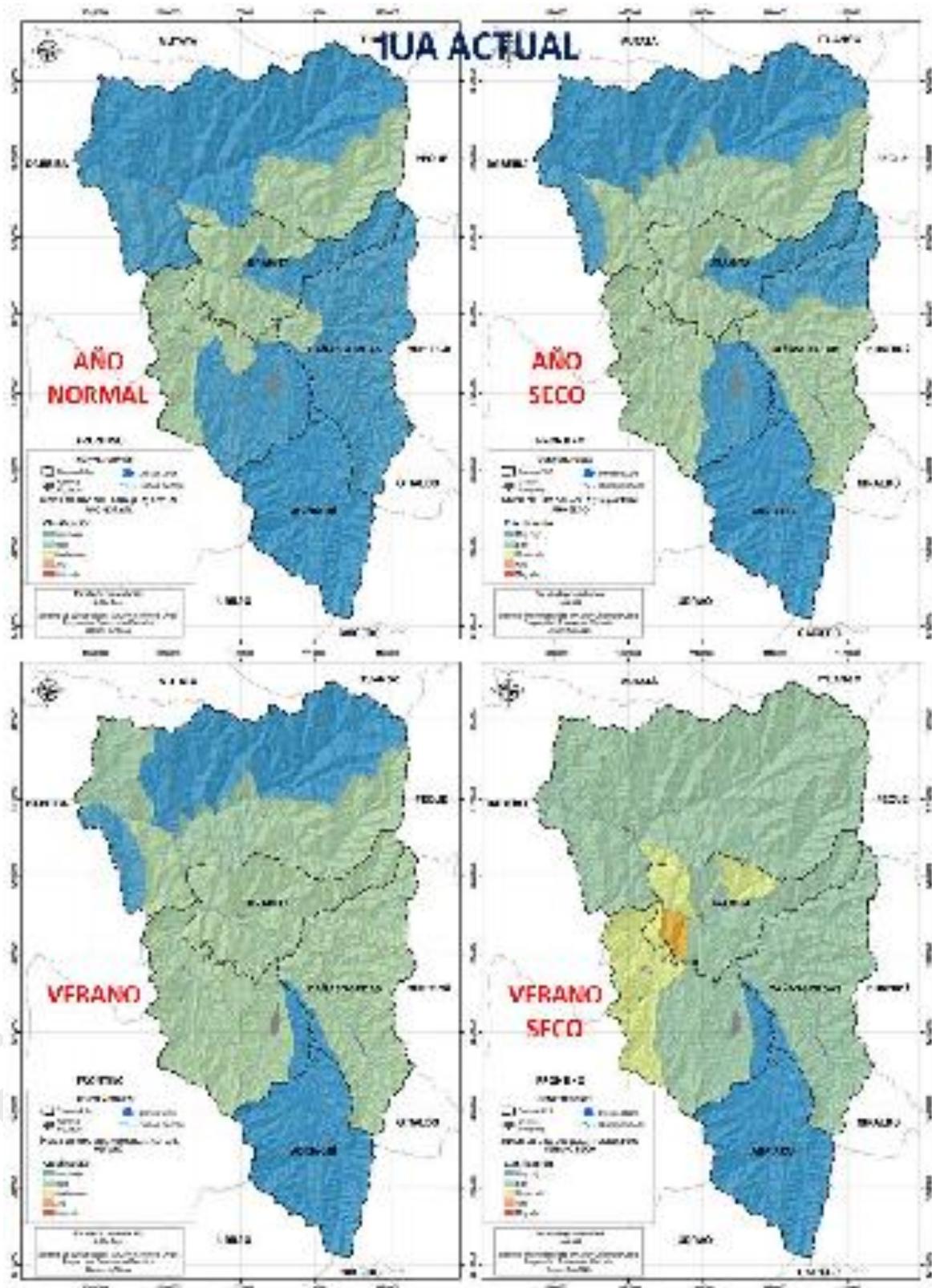


Figura 2. Índice de uso del agua -IUA- para la cuenca del Río Sucio Alto. Elaboración propia.

En el caso de las cuencas abastecedoras, todas poseen un IUA muy Bajo, incluso para condiciones de verano seco, demostrando la sostenibilidad del recurso hídrico bajo condiciones críticas.

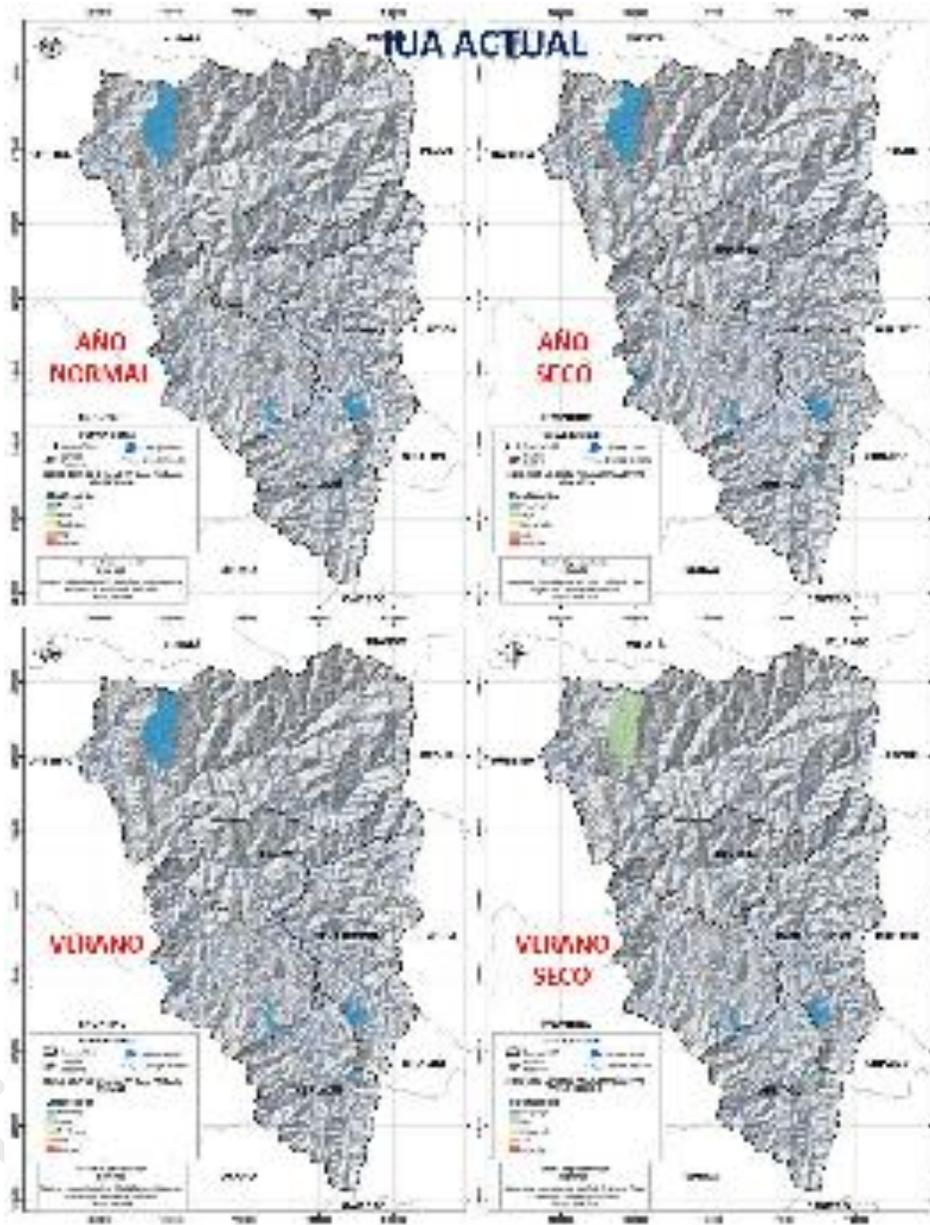


Figura 3. Índice de uso del agua -IUA- para las microcuencas abastecedoras del Río Sucio Alto.

El resumen de los resultados del cálculo del índice del uso del agua de las subcuencas del Río Sucio Alto y de sus microcuencas abastecedoras se presenta en la Tabla 7.

Tabla 7. Resumen resultados del IUA Río Sucio Alto.

Código	IUA - Porcentaje				IUA - Calificación			
	Año Normal	Año Seco	Verano	Verano Seco	Año Normal	Año Seco	Verano	Verano Seco
1111010100	0.32	0.37	0.59	2.82	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo	Bajo
1111010200	1.04	1.23	2.00	9.59	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
1111010300	2.73	3.28	5.94	17.96	Bajo	Bajo	Bajo	Moderado
1111010400	2.06	2.70	3.43	13.69	Bajo	Bajo	Bajo	Moderado
1111010500	1.08	1.53	1.72	5.99	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
1111010600	0.78	0.98	1.24	3.69	Muy bajo	Muy bajo	Bajo	Bajo
1111010700	0.22	0.32	0.29	0.70	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo
1111010800	1.18	1.39	2.06	6.03	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
1111010900	1.02	1.34	1.61	5.91	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
1111011000	0.77	0.97	1.29	5.35	Muy bajo	Muy bajo	Bajo	Bajo
1111011100	0.99	1.14	1.99	7.30	Muy bajo	Bajo	Bajo	Bajo
1111011200	1.58	1.82	3.23	12.25	Bajo	Bajo	Bajo	Moderado
1111011300	0.35	0.40	0.68	2.49	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo	Bajo
1111011400	0.48	0.57	0.85	3.87	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo	Bajo
1111011500	0.44	0.52	0.78	3.36	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo	Bajo
1111011600	0.51	0.61	0.92	4.38	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo	Bajo
1111011700	0.64	0.77	1.17	5.11	Muy bajo	Muy bajo	Bajo	Bajo
1111011800	4.18	5.07	8.37	35.84	Bajo	Bajo	Bajo	Alto
1111011900	1.68	2.32	2.82	11.71	Bajo	Bajo	Bajo	Moderado
1111012000	1.27	1.76	2.10	8.50	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
1111012100	0.78	1.02	1.31	6.05	Muy bajo	Bajo	Bajo	Bajo
1111012200	1.97	2.46	3.38	16.54	Bajo	Bajo	Bajo	Moderado
1111012300	1.39	1.71	2.43	11.79	Bajo	Bajo	Bajo	Moderado
1111012400	1.40	1.68	2.64	12.70	Bajo	Bajo	Bajo	Moderado
1111012500	1.06	1.27	1.90	9.46	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo

Código	IUA - Porcentaje				IUA - Calificación			
	Año Normal	Año Seco	Verano	Verano Seco	Año Normal	Año Seco	Verano	Verano Seco
1111012600	0.87	1.03	1.61	8.01	Muy bajo	Bajo	Bajo	Bajo
1111010201	5.86	8.60	10.57	22.88	Bajo	Bajo	Moderado	Alto
1111010401	0.42	0.52	0.68	3.58	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo	Bajo
1111010601	0.16	0.23	0.24	0.71	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo
1111010602	0.05	0.07	0.09	0.28	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo
1111010701	0.59	0.88	0.77	1.52	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo	Bajo
1111010702	0.07	0.10	0.09	0.17	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo
1111010801	0.12	0.14	0.19	0.66	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo
1111010802	0.17	0.21	0.28	0.81	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo
1111010901	1.27	1.95	2.00	7.75	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
1111011601	0.28	0.34	0.50	2.15	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo	Bajo
1111012301	1.96	2.25	2.99	10.57	Bajo	Bajo	Bajo	Moderado

Fuente: Elaboración propia

2.1.2.5 Porcentaje de áreas protegidas del SINAP (PAAP)

Las áreas protegidas tienen un papel fundamental en la conservación de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos en la región donde se ubican. De acuerdo con los análisis geográficos realizados, el 75% (163.909 ha) de la cuenca del río Sucio Alto se encuentra en alguna categoría de protección. Este porcentaje es significativamente alto y está representado principalmente por el área de Reserva Forestal de Ley 2da (RF) que se extiende por 141.485 ha. Las porciones de otras áreas protegidas como lo son el PNN Paramillo, PNN Las Orquídeas y el DRMI Alto de Insor se encuentran contenidas en el área de la RF, representando 18.437 ha de la cuenca (8,5% de su extensión).

El porcentaje de áreas protegidas representa el compromiso adquirido por los gobiernos nacional, regional y municipal, así como por los particulares por la conservación de los ecosistemas y elementos de la biodiversidad de la región. Dado que la cuenca del río Sucio alto alberga aún extensas áreas naturales con importantes elementos de la biodiversidad dignos de conservar, el incremento esperado en el porcentaje de áreas protegidas permitirá medir el avance en el conocimiento de los valores ambientales del territorio y de la capacidad de gestión de las entidades encargadas de su identificación, delimitación, declaratoria, manejo y control.

Debido a la pérdida progresiva de los bosques en algunas porciones de las áreas protegidas (Figura 4), el indicador puede cruzarse con estadísticas sobre las coberturas vegetales para medir la eficiencia de las medidas de manejo y control implementadas en las áreas protegidas. De esta manera, el indicador no solo recopilará información sobre número y extensión de áreas protegidas, sino también la información sobre el nivel de conservación de los ecosistemas que albergan.



Vista de la cuenca de la quebrada Playones en Dabeiba

Figura 4 Deforestación en la parte baja de las laderas que hacen parte de la Reserva Forestal de Ley 2da.

2.1.2.6 Indicador de tasa de cambio de las coberturas naturales de la tierra (TCCN)

El indicador tiene por objeto medir la pérdida o recuperación de los diferentes tipos de cobertura natural con relación al tiempo en años. Para esto, él se mide los cambios de área de las coberturas naturales del suelo a partir de un análisis multitemporal. De acuerdo con la ventana temporal de análisis aplicada (10 años: 2007 a 2017), se detectó que el cambio de coberturas naturales más significativo ocurrió al interior y hacia las partes altas de la cuenca, donde se encuentran porciones de áreas protegidas.

Los cambios en las coberturas naturales son muy evidentes en toda la extensión de la Cuenca, históricamente el proceso de desarrollo socioeconómico basado en la producción ganadera y agrícola ha determinado la deforestación de grandes extensiones de bosques naturales. Actualmente las coberturas naturales conservadas se encuentran en la parte alta de las principales cuencas circunscritas a los Parques Nacionales y a la Reserva Forestal de Ley segunda. A pesar de ello es evidente el grado de deterioro ambiental, la pérdida de coberturas boscosas y la transformación de los ecosistemas naturales a sistemas agrícolas y silvopastoriles que han traído consigo la pérdida de biodiversidad representada en especies de fauna flora y recursos acuáticos, además de los problemas asociados a la pérdida del suelo por erosión y el aumento de los eventos de avenidas torrenciales y movimientos en masa.

El indicador pone en evidencia la presión sobre los bosques presentes en la cuenca, con especial atención en las áreas protegidas, generando una alerta sobre la deforestación que allí está ocurriendo. En este sentido el indicador constituye un instrumento de monitoreo que permite conocer la magnitud con que ocurren los procesos de deterioro de las coberturas naturales, pero así mismo podrá evidenciar los resultados de la aplicación de medidas de control y manejo orientadas a la protección de remanentes de bosque y de los procesos de restauración ecológica que puedan hacer parte de la formulación del POMCA.

2.1.2.7 Índice de vulnerabilidad por desabastecimiento hídrico (IVH)

Este indicador permite determinar el grado de fragilidad del sistema hídrico para mantener una oferta hídrica, que ante amenazas –como periodos largos de estiaje– podría generar riesgos de desabastecimiento. La categoría del índice de vulnerabilidad al desabastecimiento (IVH) se calcula utilizando la metodología propuesta por el ENA – 2010 en función del índice de uso del agua y el índice de retención y regulación hídrica como se presenta en la Tabla 8.

Tabla 8. Categorías del índice de Vulnerabilidad al desabastecimiento (IVH).

ÍNDICE DE USO DEL AGUA	ÍNDICE DE REGULACIÓN	CATEGORÍA DE VULNERABILIDAD
Muy bajo	Alto	Muy bajo
Muy bajo	Moderado	Bajo
Muy bajo	Bajo	Medio
Muy bajo	Muy bajo	Medio
Bajo	Alto	Bajo
Bajo	Moderado	Bajo

ÍNDICE DE USO DEL AGUA	ÍNDICE DE REGULACIÓN	CATEGORÍA DE VULNERABILIDAD
Bajo	Bajo	Medio
Bajo	Muy bajo	Medio
Medio	Alto	Medio
Medio	Moderado	Medio
Medio	Bajo	Alto
Medio	Muy bajo	Alto
Alto	Alto	Medio
Alto	Moderado	Alto
Alto	Bajo	Alto
Alto	Muy bajo	Muy Alto
Muy Alto	Alto	Medio
Muy Alto	Moderado	Alto
Muy Alto	Bajo	Alto
Muy Alto	Muy bajo	Muy Alto

Fuente: Elaboración Propia a partir de ENA-2010.

Los resultados del cálculo de dicho indicador se presentan en la Figura 5 y Figura 6, las subcuencas del Río Sucio Alto presentan vulnerabilidad entre Muy baja a Baja en su totalidad para condiciones de año normal, año seco y mes de verano. Para el caso del IVH del mes verano seco la vulnerabilidad incrementa en la mayoría de subcuencas, alcanzando a ser moderado en 5 de ellas; las mismas que poseen un IUA Moderado o Alto.

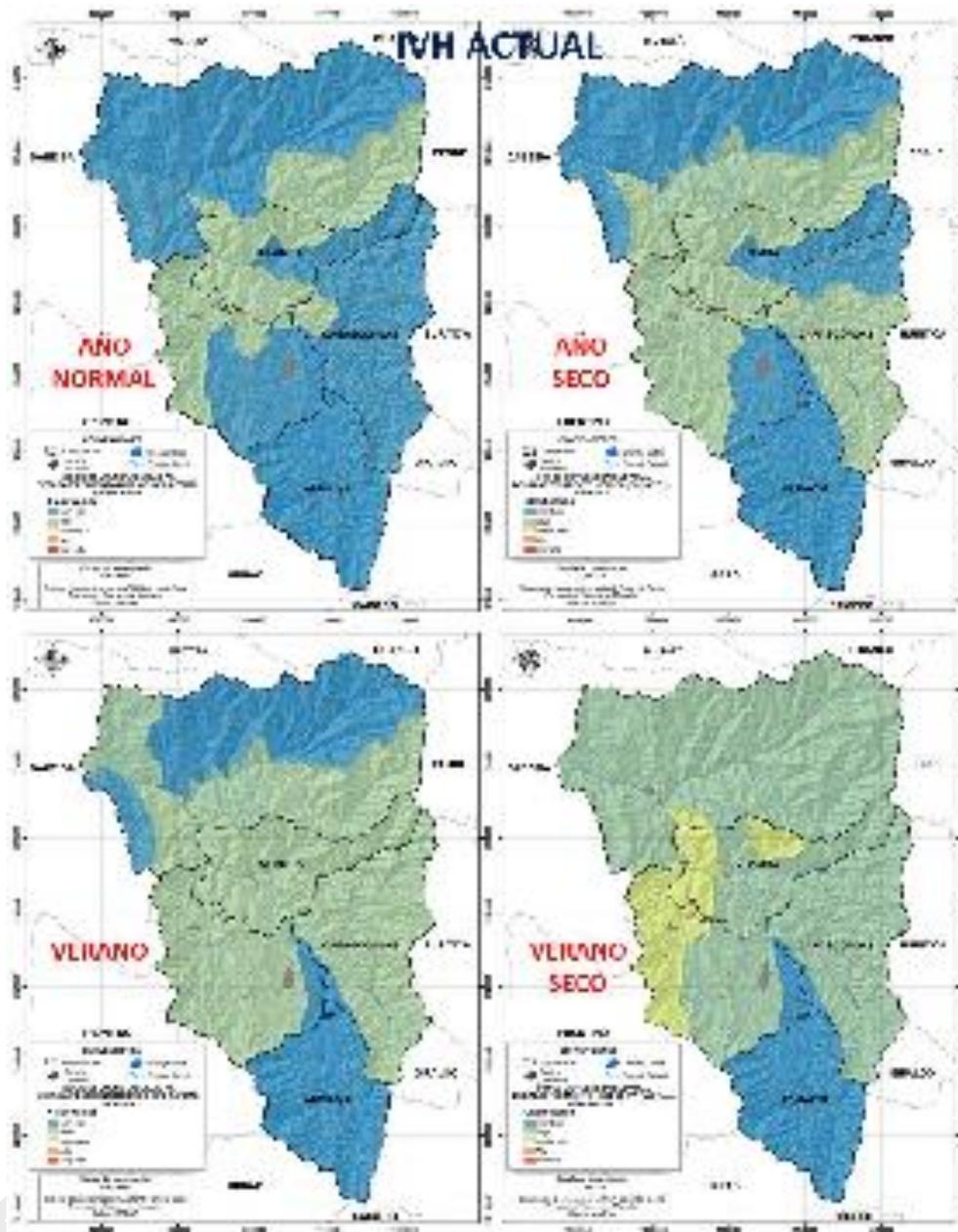


Figura 5. Índice de vulnerabilidad al desabastecimiento hídrico -IVH- para la cuenca del Río Sucio Alto.

Igualmente, las cuencas abastecedoras poseen un IVH entre Muy bajo y Bajo, incluso para condiciones de verano durante eventos El Niño como se presenta en la Figura 6. En la Tabla 9 se presenta el resumen de los cálculos del índice de vulnerabilidad al desabastecimiento hídrico para la cuenca del Río Sucio Alto y sus microcuencas abastecedoras.

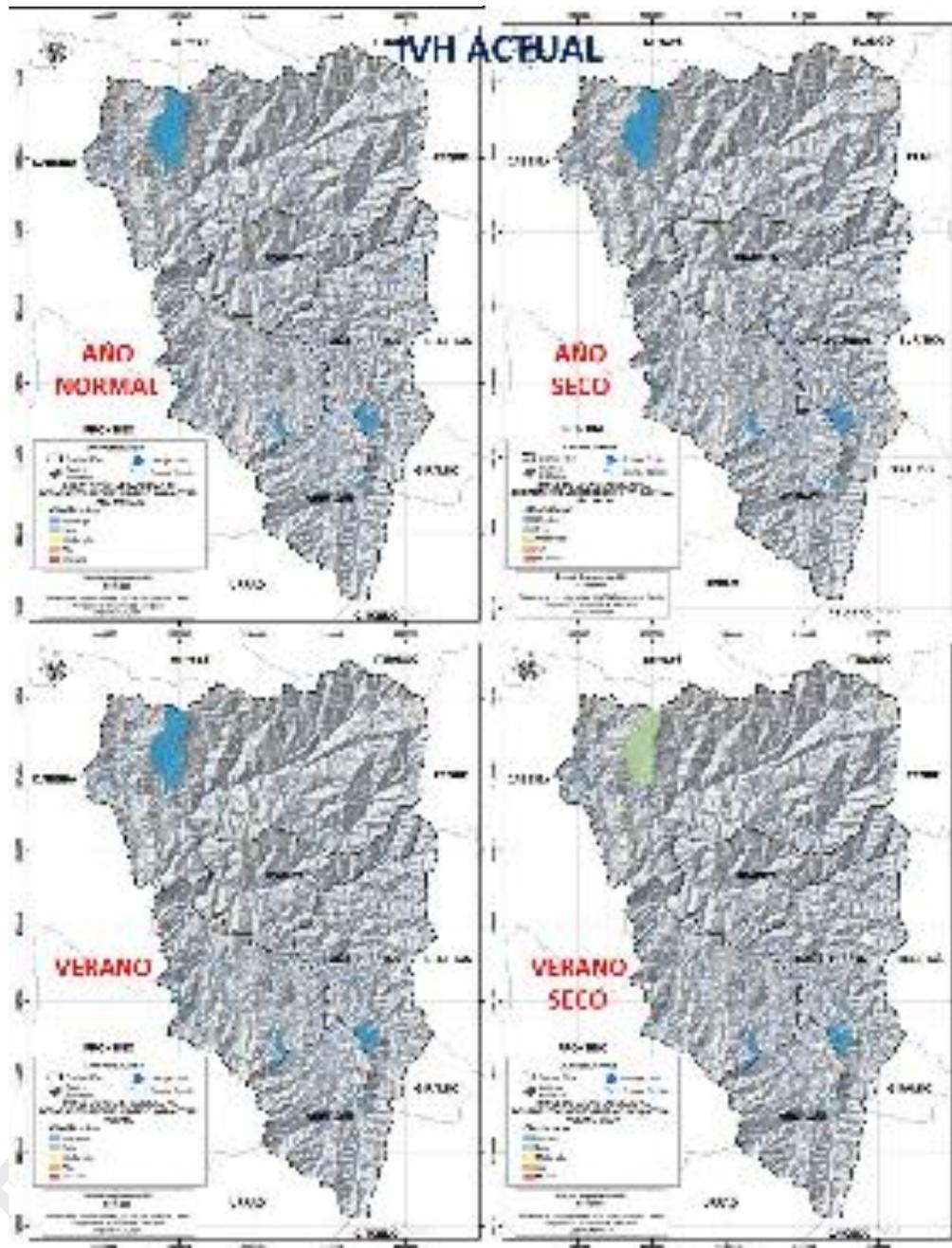


Figura 6. Índice de vulnerabilidad al desabastecimiento hídrico -IVH- para las microcuencas abastecedoras del Río Sucio Alto.

Tabla 9. Resumen resultados del IUA Río Sucio Alto.

Código	IUA – Calificación				IRH	IVH			
	Año Normal	Año Seco	Verano	Verano Seco	Calificación	Año Normal	Año Seco	Verano	Verano Seco
1111010100	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo	Bajo	Alto	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo	Bajo
1111010200	Muy bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Alto	Muy bajo	Bajo	Bajo	Bajo
1111010300	Bajo	Bajo	Bajo	Moderado	Alto	Bajo	Bajo	Bajo	Moderado
1111010400	Bajo	Bajo	Bajo	Moderado	Alto	Bajo	Bajo	Bajo	Moderado
1111010500	Muy bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Alto	Muy bajo	Bajo	Bajo	Bajo
1111010600	Muy bajo	Muy bajo	Bajo	Bajo	Alto	Muy bajo	Muy bajo	Bajo	Bajo
1111010700	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo	Alto	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo
1111010800	Muy bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Alto	Muy bajo	Bajo	Bajo	Bajo
1111010900	Muy bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Alto	Muy bajo	Bajo	Bajo	Bajo
1111011000	Muy bajo	Muy bajo	Bajo	Bajo	Alto	Muy bajo	Muy bajo	Bajo	Bajo
1111011100	Muy bajo	Muy bajo	Bajo	Bajo	Alto	Muy bajo	Muy bajo	Bajo	Bajo
1111011200	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Alto	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
1111011300	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo	Bajo	Alto	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo	Bajo
1111011400	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo	Bajo	Alto	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo	Bajo
1111011500	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo	Bajo	Alto	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo	Bajo
1111011600	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo	Bajo	Alto	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo	Bajo
1111011700	Muy bajo	Muy bajo	Bajo	Bajo	Alto	Muy bajo	Muy bajo	Bajo	Bajo
1111011800	Bajo	Bajo	Bajo	Alto	Alto	Bajo	Bajo	Bajo	Moderado
1111011900	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Alto	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
1111012000	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Alto	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
1111012100	Muy bajo	Muy bajo	Bajo	Bajo	Alto	Muy bajo	Muy bajo	Bajo	Bajo
1111012200	Bajo	Bajo	Bajo	Moderado	Alto	Bajo	Bajo	Bajo	Moderado
1111012300	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Alto	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
1111012400	Bajo	Bajo	Bajo	Moderado	Alto	Bajo	Bajo	Bajo	Moderado
1111012500	Muy bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Alto	Muy bajo	Bajo	Bajo	Bajo
1111012600	Muy bajo	Muy bajo	Bajo	Bajo	Alto	Muy bajo	Muy bajo	Bajo	Bajo
1111010201	Bajo	Bajo	Bajo	Moderado	Alto	Bajo	Bajo	Bajo	Moderado
1111010401	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo	Bajo	Alto	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo	Bajo
1111010601	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo	Alto	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo
1111010602	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo	Alto	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo
1111010701	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo	Bajo	Alto	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo	Bajo
1111010702	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo	Alto	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo
1111010801	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo	Alto	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo

Código	IUA – Calificación				IRH	IVH			
	Año Normal	Año Seco	Verano	Verano Seco	Calificación	Año Normal	Año Seco	Verano	Verano Seco
1111010802	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo	Alto	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo
1111010901	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Alto	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
1111011601	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo	Bajo	Alto	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo	Bajo
1111012301	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Alto	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo

Fuente: Elaboración propia.

2.1.2.8 Índice de calidad del agua (ICA)

El ICA es un número (entre 0 y 1) que señala el grado de calidad de un cuerpo de agua en términos del bienestar humano, independiente de su uso. Este número es una agregación de las condiciones físicas, químicas y en algunos casos microbiológicas del cuerpo de agua, el cual da indicios de los problemas de contaminación (IDEAM, 2014).

Dado lo anterior, se puede concluir que el ICA está muy influenciado por las condiciones que se tengan en el momento mismo del muestreo y no representa la variación de la calidad del recurso hídrico en el tiempo, sin embargo, para la fase de prospectiva y zonificación ambiental se realizaron las proyecciones de este indicador considerando que el ICA se ve afectada solo por las cargas contaminantes vertidas al recurso hídrico en un periodo de 10 años.

A continuación, se presenta el escenario actual del índice de la calidad del agua – ICA diseñado en la fase de diagnóstico.

2.1.2.9 Índice de alteración potencial a la calidad del agua (IACAL)

El Índice de Alteración Potencial de la Calidad de Agua (IACAL), es el referente de la presión sobre las condiciones de calidad de agua en los sistemas hídricos superficiales. Se evalúa a partir del promedio de las jerarquías asignadas a las cargas contaminantes de materia orgánica, sólidos suspendidos y nutrientes (IDEAM, 2014).

El escenario actual del IACAL según los resultados de la fase diagnóstico indican que para año normal algunas subcuencas presentan una calificación alta, y para año seco la calificación se vuelve más crítica debido a la disponibilidad del recurso hídrico, presentando una calificación entre alta y muy alta. (Ver Figura 8 y Figura 9). Así pues, se evidencia la importancia este indicador para conocer las condiciones de la calidad del agua en la cuenca, sabiendo que éste contempla la presión que se ejerce sobre el recurso hídrico por las actividades productivas y económicas.

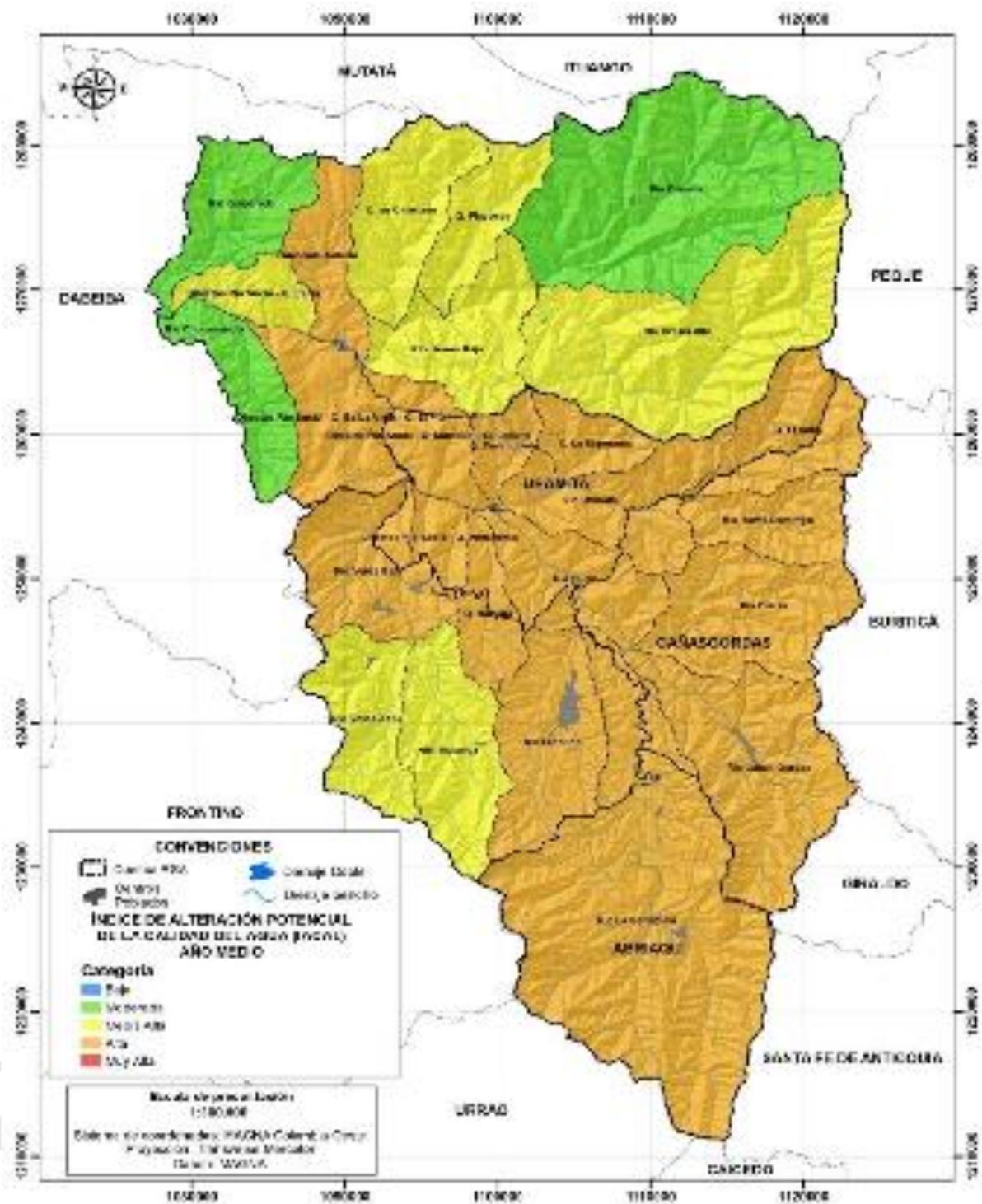


Figura 8. Índice de alteración potencial de la calidad del agua en año medio. Elaboración propia.

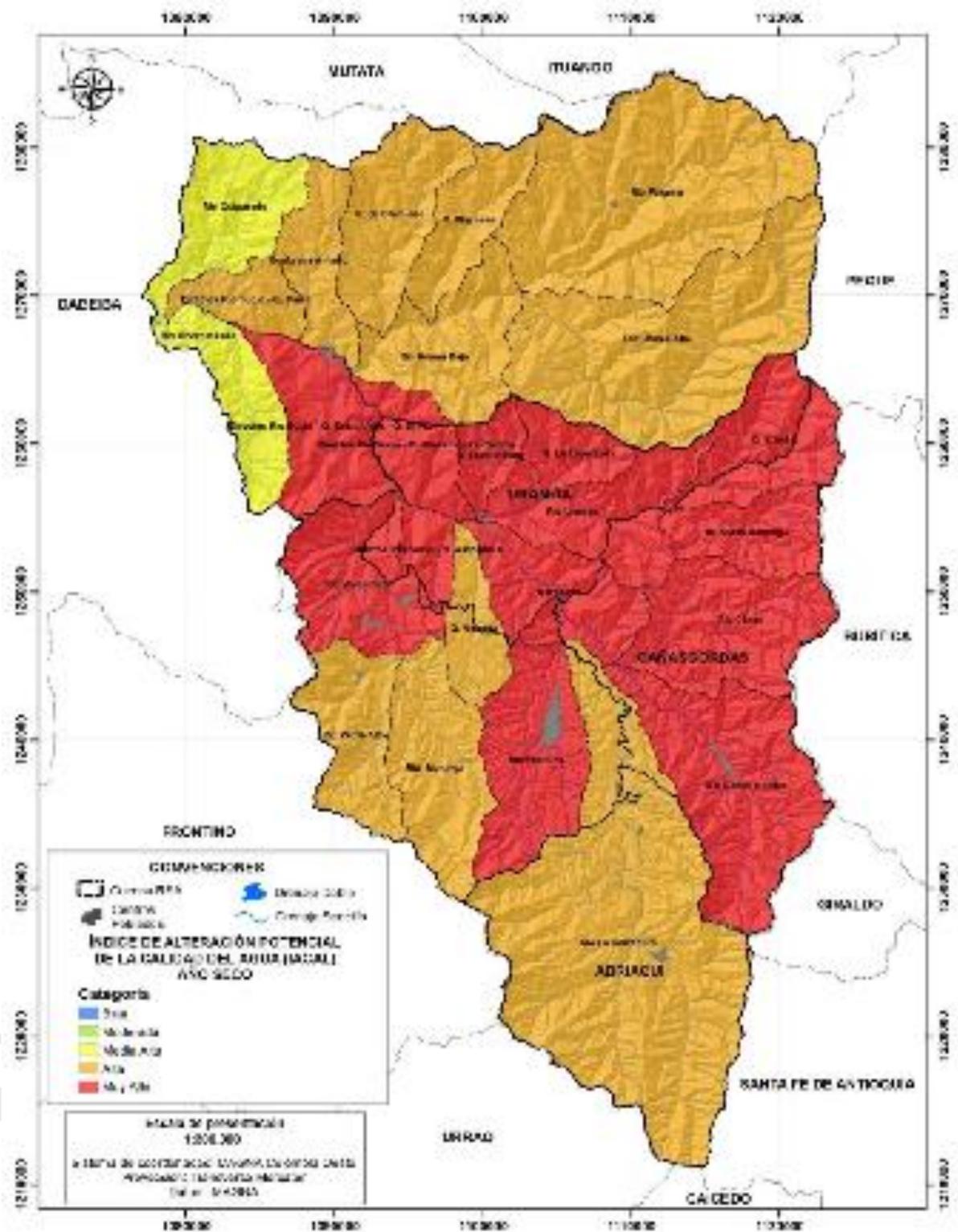


Figura 9. Índice de alteración potencial de la calidad del agua en año seco. Elaboración propia.

2.1.2.10 Seguridad Alimentaria (SA)

Los resultados cuantitativos reflejan que la cuenca Río Sucio Alto se encuentra en un nivel Muy Alto en los índices de su seguridad alimentaria, teniendo en cuenta que su territorio es apto para la diversificación de cultivos de diferente índole y la producción pecuaria, permitiendo que la población cuente con la disponibilidad necesaria para satisfacer sus necesidades básicas alimenticias. En este sentido, este indicador en un nivel Alto permite inferir que existe una amplia oferta o proporción de alimentos en los municipios de la cuenca.

No obstante, el indicador no permite comprobar los índices de la calidad, inocuidad, accesibilidad de los alimentos, por lo que no se logra analizar la suficiencia y estabilidad de los alimentos, ni mucho menos conocer el acceso real que poseen los pobladores de la cuenca a la Canasta Básica de Alimentos. Por lo que se puede evidenciar que parte de la producción de los alimentos de la canasta básica familiar se dan principalmente para el autoconsumo y manutención de la población de la cuenca.

2.1.3 Escenarios tendenciales

Para la construcción de los escenarios tendenciales, se incorporó en el análisis de manera transversal, el componente funcional del territorio que está referido a la evaluación de las relaciones funcionales de la cuenca y sus servicios con la región, así como las tendencias de movilidad poblacional y el grado de atracción de los polos de desarrollo y su influencia en las dinámicas de transformación ambiental de la cuenca.

Teniendo en cuenta lo anterior, a continuación, se presentan los escenarios tendenciales de los indicadores y variables propuestas para el análisis prospectivo.

2.1.3.1 Proyecciones de población

El entorno social de la cuenca Río Sucio Alto presenta sus propias dinámicas en torno al comportamiento poblacional. Una población obedece a un conjunto de interrelaciones que mayormente se ven marcadas por los procesos de ocupación y producción, donde los individuos aprovechan las ventajas relativas que ofrecen los territorios con el fin de satisfacer sus necesidades de consumo. Para este caso, el componente demográfico, describe las características de los individuos que se han asentado en el espacio funcional definido como Cuenca Río Sucio Alto.

La estimación de la población para el área de estudio se ha llevado a cabo utilizando un modelo de crecimiento exponencial con regresión logarítmica o modelo exponencial modificado, utilizado para casos en los cuales los impactos acumulados en el término de error son débiles.

Tabla 10. Descripción del modelo de crecimiento poblacional.

	MODELO	VARIABLE	DESCRIPCIÓN
Método Exponencial modificado	$P_f = P_{uc} e^{kn}$	P_f P_{uc}	Población al final del período de diseño. Población correspondiente al último censo.

MODELO	VARIABLE	DESCRIPCIÓN
$k = \frac{\ln\left(\frac{P_{uc}}{P_{ci}}\right)}{n}$	P_t	Población en el período t , $\forall t = 1985, 1986, \dots$
$k = \ln(\gamma + 1)$	n	Período de diseño $\forall n = 0, 1, 2, \dots$
	k	Tasa de crecimiento exponencial.
	e	Número de Euler.

Fuente: Elaboración propia

Los resultados para el crecimiento de la población en la cuenca Río Sucio Alto, se muestran en el Gráfico 4, y se observa una leve tendencia de decrecimiento lo cual se puede ser explicado por la movilidad de las personas hacia otras regiones aledañas en busca debido a la escasa oferta de servicios y obtención de ingresos medios y altos en el territorio.

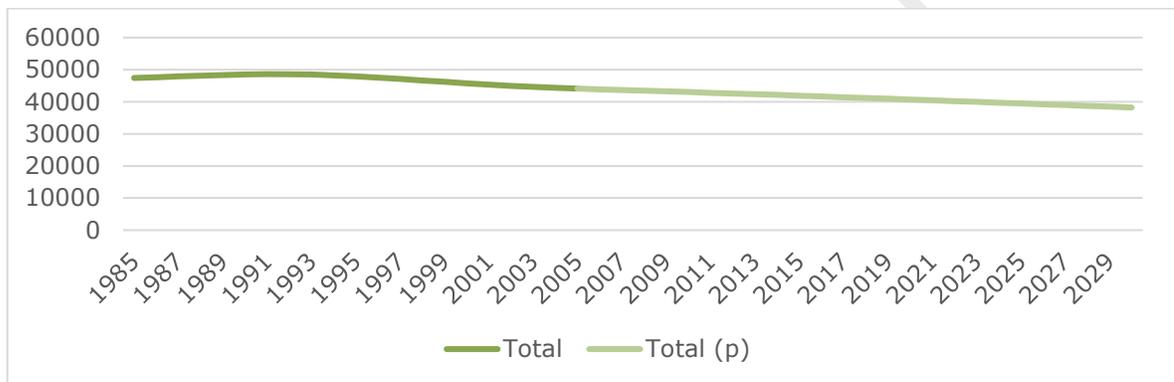


Gráfico 4. Evolución de la población total en la Cuenca Río Sucio Alto. Elaboración propia.

2.1.3.2 Índice de presión demográfica (IPD)

El índice de presión demográfica (IPD), mide la presión que ejerce la población sobre la oferta de recursos naturales; el tamaño de la población afecta directamente la intensidad del consumo y el volumen de la demanda de estos recursos. Para el caso de los municipios de la cuenca, haciendo una proyección a 10 años, se tiene que este no varía en absoluto en Abriaquí, Dabeiba y Frontino, mientras que para Uramita y Cañasgordas evidencia un leve aumento.

En términos del territorio total de la Cuenca Río Sucio Alto, se tiene que el Índice de Presión Demográfica solo se aumenta en 0,02 unidades porcentuales una década. Estos resultados se pueden explicar debido a la baja presión en el crecimiento de la población, además de la abundante oferta de recursos naturales que hay en el territorio, sin embargo, vale resaltar que, aunque la cuenca tiene una oferta suficiente se presentan en el territorio actividades de explotación y producción que afectan de una manera negativa los ecosistemas naturales. Lo resultados descritos anteriormente se muestran en el Gráfico 5.

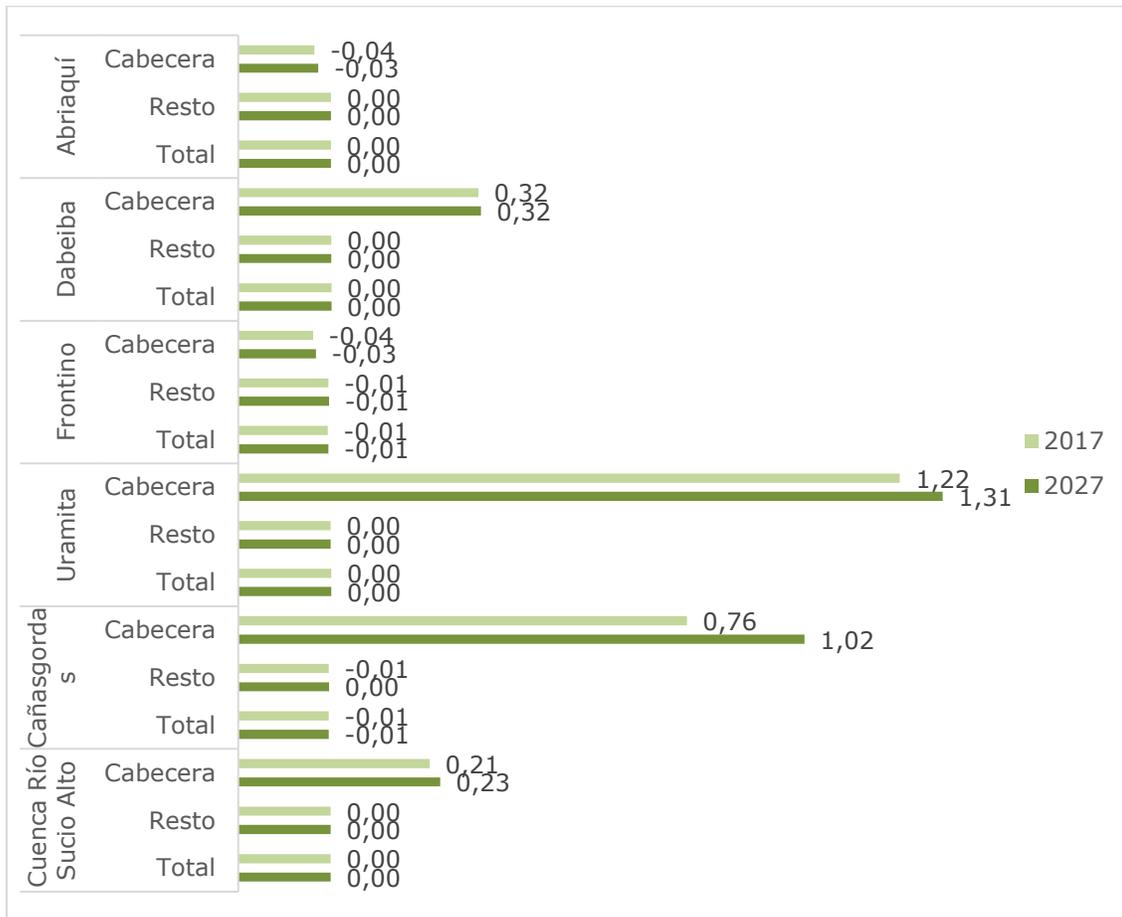


Gráfico 5. Proyección del IPD. Elaboración propia a partir de Gobernación de Antioquia (2016)

2.1.3.3 Porcentaje de áreas de sectores económicos (PASE-%ASE)

Los resultados de la proyección para el porcentaje de áreas por sectores económicos se muestran en la Tabla 11, donde se presenta en la Tabla 11 la situación para el año 2017 y la proyección a 10 años.

Tabla 11. Proyección del Porcentaje de área de sectores económicos.

SECTOR	2017		2027	
	HA	%	HA	%
Primario	99.886	45.930%	246.611	67,467%
Secundario	196	0,090%	288	0,132%
Terciario	679	0,312%	679	0,000%

Fuente: Elaboración propia.

De esta manera, se observa como el sector primario en 10 años puede aumentar su participación en el uso de la tierra en más de 200.000 ha, lo cual muestra la fuerte tendencia de desarrollo del sector agropecuario, además la producción ganadera es una

de las actividades de mayor representación en el territorio de la cuenca y es altamente intensiva en el uso de la tierra.

También cabe resaltar que, aunque la representación del sector terciario es muy baja, esto se entiende porque este sector no es intensivo en el uso de la tierra para desarrollar las actividades, sin embargo, es el sector que mayor valor y generación de ingresos le puede aportar a la cuenca si se aprovechan las ventajas en recursos que ofrece el territorio con el fin tener una oferta de servicios con alto valor agregado.

2.1.3.4 Índice de Uso de Agua Superficial (IUA)

Considerando nuevamente los lineamientos para el cálculo de la demanda de agua de la Resolución 865 de 2004 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial y el estudio Nacional del Agua ENA-2014 se proyectaron los valores de la demanda potencial de agua en la cuenca teniendo en cuenta los posibles escenarios de los sectores económicos a proyección de diez años bajo el supuesto de no implementación del POMCA.

En tal sentido se utilizaron como insumo básico las proyecciones de la población, las tasas de cambio en los usos y coberturas (obtenidos de la fase de diagnóstico) y las principales tendencias del sector pecuario extraídas del Censo Nacional más reciente

Para determinar la población asociada a las subcuencas del Río Sucio Alto, tanto en la zona rural como urbana, se consideraron las proyecciones del numeral 3.2.1 a fin de establecer las tendencias poblacionales de los municipios ubicados en las cuencas de estudio. En el Gráfico 6 se presenta la proyección de toda población rural de la cuenca hasta el 2029.

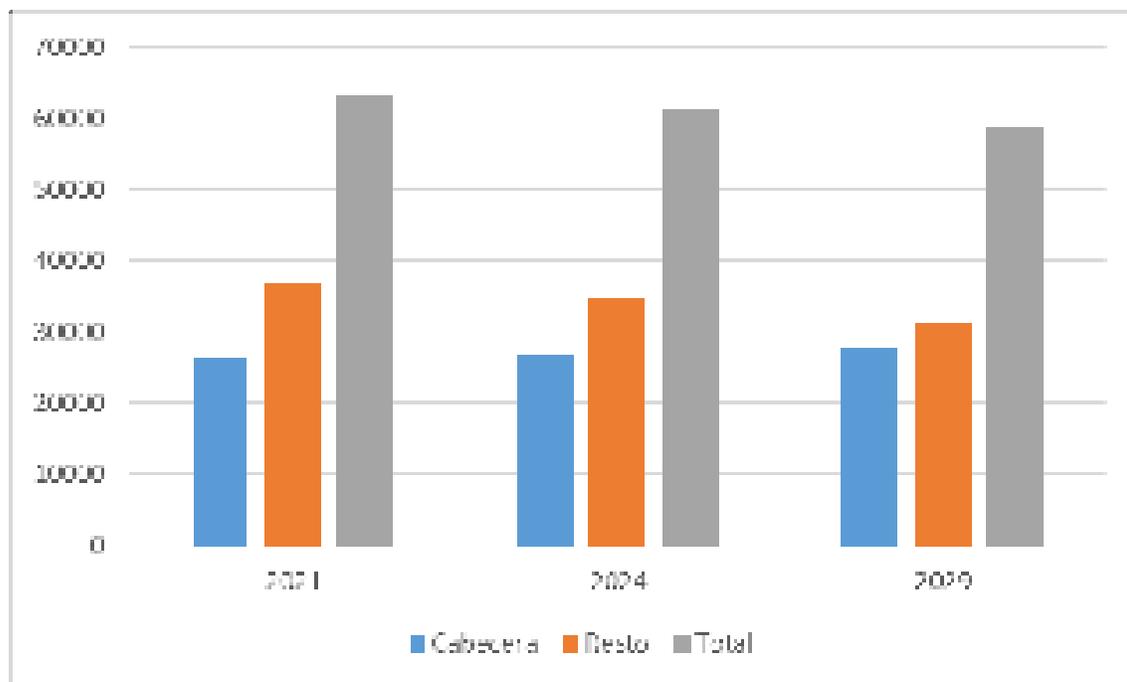


Gráfico 6. Proyección rural hasta el 2029 para los municipios de Abriaquí, Cañas Gordas, Dabeiba, Frontino y Uramita.

Dentro de los límites de la cuenca se encuentran ubicados el caso urbano de los municipios y algunos centros poblados más pequeños, cuyas poblaciones proyectadas se presentan en la Tabla 12.

Tabla 12. Población proyectada para los centros poblados presentes en la cuenca del río Sucio Alto

MUNICIPIO	VEREDAS	2019	2021	2024	2029
CAÑASGORDAS	Buenos Aires	564	540	505	453
	San Pascual	123	117	109	96
	Cestillal	500	476	442	391
ABRIAQUÍ	La Antigua	202	194	182	164
	Nobogá	235	224	208	184
	Musinga	342	325	302	267
FRONTINO	Pontón	459	441	414	373
	Nutibara	317	305	286	258
	Las Cruces	127	126	126	124
	El Pital	207	205	201	194
URAMITA	Chontaduro	151	149	146	142
	Fuemia	275	272	267	258
	Juntas de Uramita	349	345	338	328
	El Botón	265	264	263	261

MUNICIPIO	VEREDAS	2019	2021	2024	2029
DABEIBA	Camparrusia	643	641	637	632
	Uramagrande	391	389	387	384
	Nutibara	329	328	326	323
	La Argelia	136	135	134	133

Fuente: Elaboración Propia.

EL segundo insumo corresponde a las tasas de cambio de las coberturas no naturales dentro de la cuenca, las cuales poseen una tasa de crecimiento que ha sido extraído del documento sobre Coberturas y Uso de la tierra, correspondiente al numeral 3.11 de la caracterización del Medio Físico-Biótico de la cuenca donde se incluye el análisis multitemporal, las estadísticas de cambios en las coberturas y el indicador de tasas de cambio de las coberturas.

Finalmente, utilizando los datos históricos del CENSO Nacional Agropecuario, se definieron las tendencias de crecimiento en la demanda pecuaria a partir del análisis del número de animales por municipio presente dentro de la cuenca del río Sucio Alto.

2.1.3.4.1 Proyección de la Demanda Doméstica

La proyección de la demanda de agua para uso doméstico depende de dos variables, la población estimada y la dotación de agua estimada para cada año de proyección. La población se proyecta con base en la información establecida en el capítulo de hidrología de la fase de diagnóstico, tanto para la población urbana como rural en los años 2019, 2021, 2024, y 2029. Como premisa de cálculo se asume que las dotaciones se conservan durante los próximos 10 años, siendo éste el escenario más desfavorable para la estimación de la demanda doméstica para los próximos 10 años en las cuencas de estudio. los resultados se presentan en la Tabla 13.

Tabla 13. Proyección de la demanda Doméstica para la cuenca Río Sucio Alto.

AÑO	DH DOMESTICA (HM ³ /AÑO)
2019	4.452
2021	4.383
2024	4.277
2029	4.098

Fuente: Elaboración Propia.

2.1.3.4.2 Proyección de la Demanda Agrícola

El sector agrícola en la cuenca del Río Sucio Alto está representado por un área cultivada de 96.1 km², donde 41.6 km² son de caña, 30.6 km² de café, 8.3 km² de plantaciones de latifoliadas, 6.7 km² de plantaciones de coníferas y 9.0 de otros cultivos. A partir del cambio del uso del suelo se determinó un crecimiento del 3% por año proyectado en cada cultivo, estimados a través de un promedio ponderado de las pérdidas de coberturas, considerándose pérdida un cambio de una cobertura natural a una antropizada según el análisis retomado del numeral 3.11, el cual estudió la

transformación ocurrida en un lapso de 10 años. Los resultados obtenidos se resumen en la Tabla 14.

Tabla 14 Pérdida de coberturas para la cuenca Río Sucio Alto

COBERTURA	ÁREA FINAL (HA)	TASA DE CAMBIO (%)
Bosque abierto	9'043.147	-2
Plantación forestal	85.469	-3
Herbazal	53.499	-6
Vegetación secundaria o en transición	1'500.895	-3
Tierras desnudas y degradadas	20.996	-4
Ponderado	10'704.005	-3

Fuente: Elaboración Propia.

Según la tasa de crecimiento estimada se procedió a proyectar el consumo del sector agrícola, obteniendo el incremento presentado en el Gráfico 7.



Gráfico 7. Proyección de la demanda agrícola para la cuenca del Río Sucio Alto. Elaboración propia.

2.1.3.4.3 Proyección de la Demanda Pecuaria

Utilizando los datos del Censo Nacional Agropecuario para los años 2016 y 2017 se estableció la tasa de crecimiento de la población bovina en los municipios que hacen parte de la cuenca del Río Sucio Alto, dicha tasa luego fue ponderada según la proporción cada municipio al interior de la cuenca. En la Tabla 15 se presenta el crecimiento del sector bovino por municipio y total en la cuenca.

Tabla 15 Crecimiento sector bovino en la cuenca del Río Sucio Alto.

MUNICIPIO	TOTAL BOVINOS		CUENCA/MUNICIPIO (%)	TASA DE CAMBIO (%)
	2016	2017		
Abriaquí	8605	8618	99	0.2
Cañasgordas	13251	13309	100	0.4
Dabeiba	23411	25703	46	9.8

Frontino	22258	25552	23	14.8
Uramita	11480	11644	99	1.4
PONDERADO				2.7%

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, el valor de crecimiento de la población bovina adoptado fue de 3% anual, siendo dicha especie la más relevante para la cuenca. Dentro de las hipótesis de crecimiento se ha asumido una tasa constante para la porcicultura del 3%, dejando intactas las especies menores como aves, caballos, cabras y búfalos. En el Gráfico 8 se presenta la proyección general de la demanda pecuaria par la cuenca del río Sucio Alto, se espera que pase de 1.76 hm³/año en la actualidad a 2.26 hm³/año al año 2029.

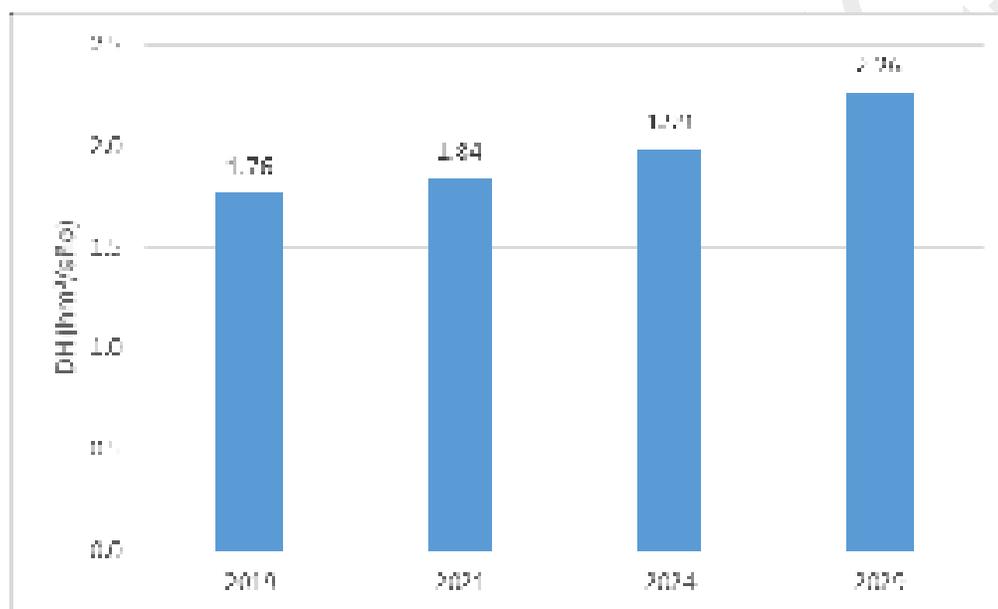


Gráfico 8. Proyección de la demanda Pecuaria en la cuenca del Río Sucio Alto. Elaboración Propia.

2.1.3.4.4 Demanda total para la cuenca del río Sucio Alto

Utilizando los datos de la demanda proyectada para los diferentes sectores se estima la demanda total para la cuenca del río Sucio Alto para el escenario de corto, mediano y largo plazo como se muestra en la Gráfico 9. Igualmente se asumió que la demanda comercial equivale al 15% de la demanda doméstica, al igual que la demanda institucional.

El comportamiento observado es el de un incremento paulatino durante los 10 años analizados, impulsado principalmente por la tasa de crecimiento de la demanda agrícola y pecuaria, caso opuesto al de la demanda doméstica que va decreciendo con el paso del tiempo.

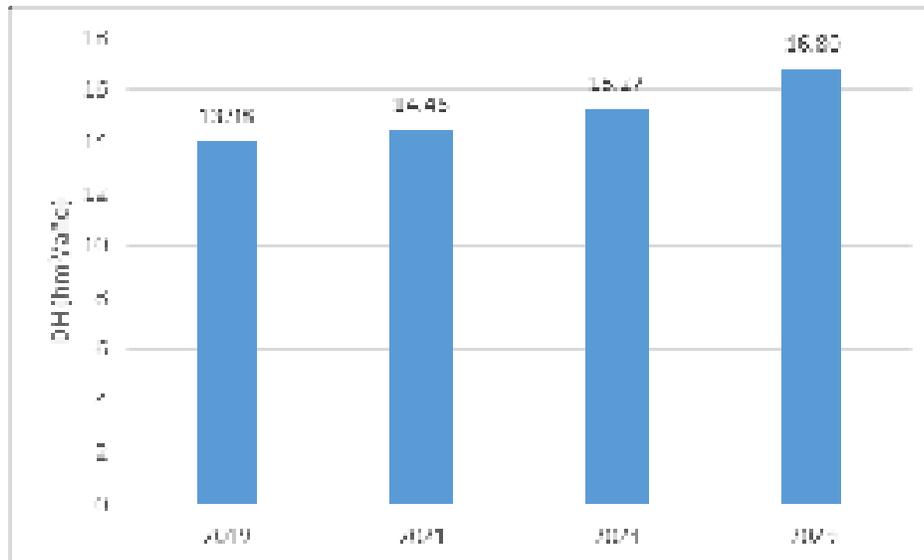


Gráfico 9. Demanda Total Proyectada para la cuenca del Río Sucio Alto. Elaboración propia.

2.1.3.4.5 Proyección del índice de uso del agua (IUA)

Siguiendo la metodología detallada en el numeral 3.1.1.6 se procedió a determinar el índice de uso del agua, IUA, el cual estima la relación entre la demanda hídrica y la oferta hídrica disponible (oferta hídrica menos el caudal ambiental), para la unidad temporal t y espacial j :

$$IUA_{j,t} = \frac{[D_h]_{j,t}}{[O_{hd}]_{j,t}} \%$$

Asumiendo que la oferta hídrica se mantendrá constante durante los próximos 10 años y empleando la demanda hídrica total proyectada, se procedió a estimar el IUA para los años 2021, 2024 y 2029.

En la Figura 10 y Figura 11 se presenta una comparación de los IUA a nivel de subcuencas para el año 2029 escenarios en un año normal, año seco, verano y verano seco. Se evidencia, como a medida que se avanza en el tiempo existe más presión sobre el recurso hídrico, siendo la zona con mayor presión la parte media de la cuenca, debido al aumento de la demanda agrícola, incremento que no es mayor debido a una leve compensación de la presión hídrica al presentarse menor demanda doméstica por disminución de la población.

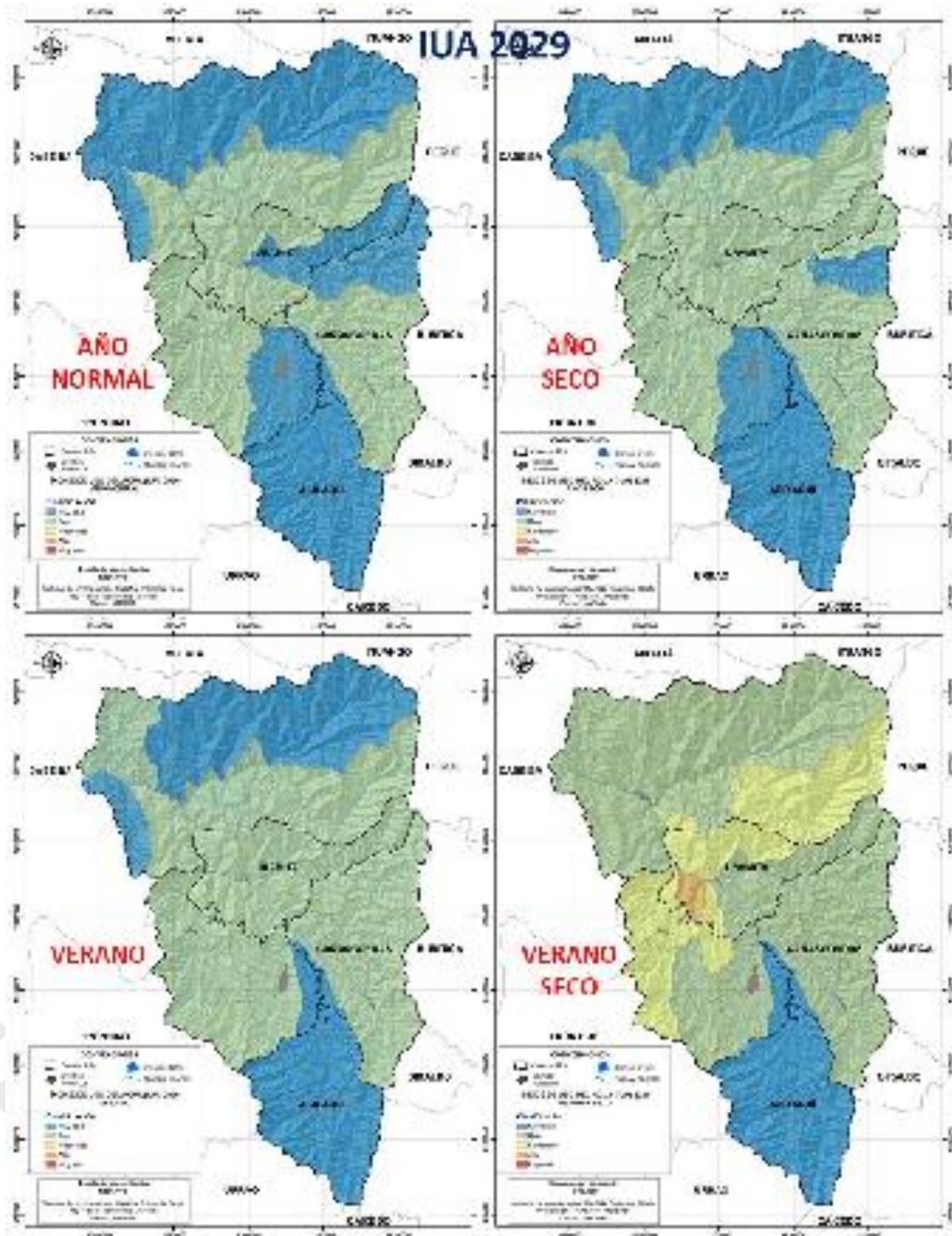


Figura 10. Índice del Uso del Agua IUA 2029 proyectado para las subcuencas del Río Suroeste de Bogotá. Elaboración propia.

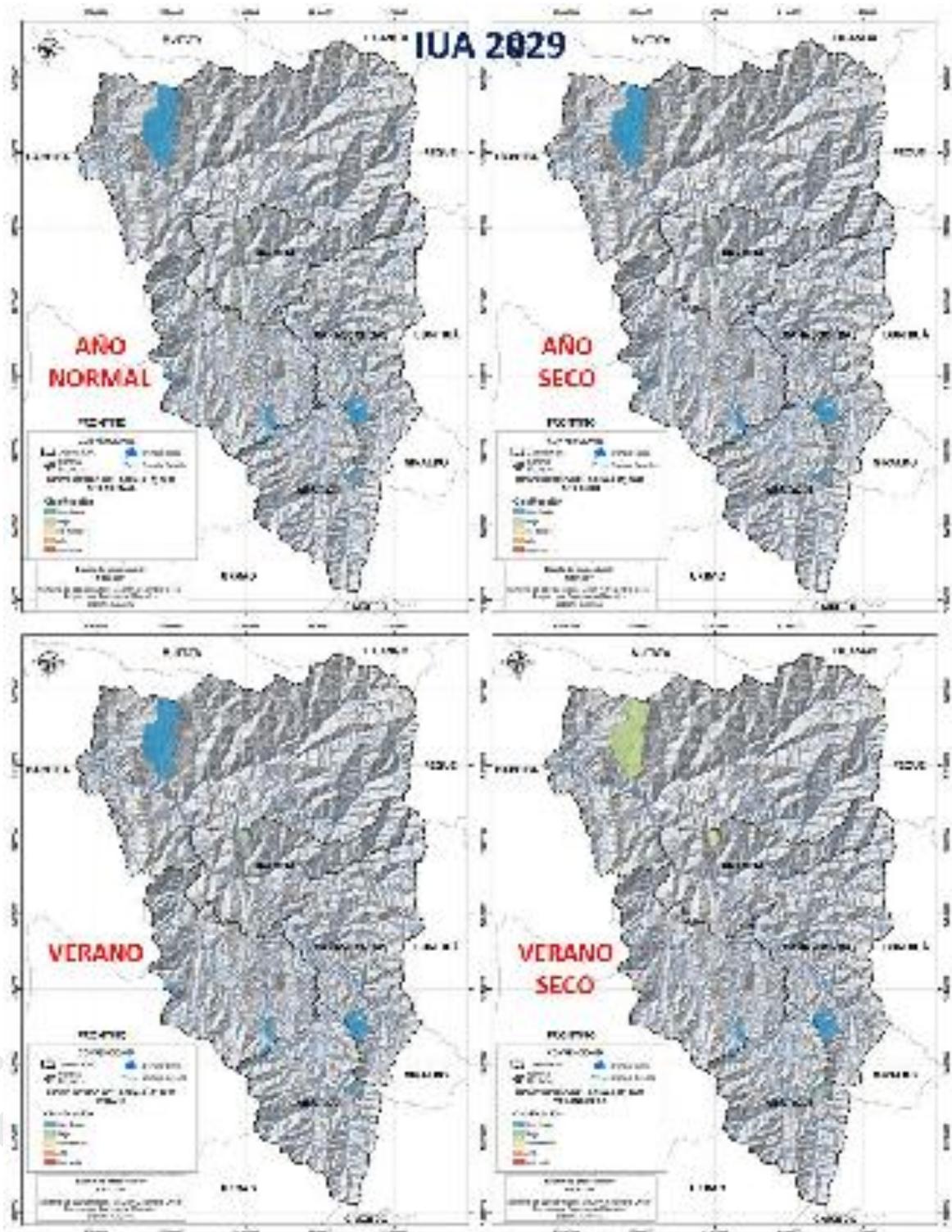


Figura 11. Índice del Uso del Agua IUA 2029 proyectado para las microcuencas abastecedoras del Río Sucio Alto. Elaboración propia.

El resumen de los resultados del cálculo del índice de uso del agua -IUA- a nivel de cuenca, subcuencas y microcuencas abastecedoras se presenta en la Tabla 16.

Tabla 16 Proyección al 2029 del índice de uso del agua para la cuenca Río Sucio Alto y microcuencas abastecedoras

Subcuenca Código	IUA – Porcentaje-año 2029				IUA - Calificación-año 2029			
	Año Normal	Año Seco	Verano	Verano Seco	Año Normal	Año Seco	Verano	Verano Seco
1111010100	0.32	0.37	0.59	2.82	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo	Bajo
1111010200	1.04	1.23	2.00	9.59	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
1111010300	2.73	3.28	5.94	17.96	Bajo	Bajo	Bajo	Moderado
1111010400	2.06	2.70	3.43	13.69	Bajo	Bajo	Bajo	Moderado
1111010500	1.08	1.53	1.72	5.99	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
1111010600	0.78	0.98	1.24	3.69	Muy bajo	Muy bajo	Bajo	Bajo
1111010700	0.22	0.32	0.29	0.70	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo
1111010800	1.18	1.39	2.06	6.03	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
1111010900	1.02	1.34	1.61	5.91	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
1111011000	0.77	0.97	1.29	5.35	Muy bajo	Muy bajo	Bajo	Bajo
1111011100	0.99	1.14	1.99	7.30	Muy bajo	Bajo	Bajo	Bajo
1111011200	1.58	1.82	3.23	12.25	Bajo	Bajo	Bajo	Moderado
1111011300	0.35	0.40	0.68	2.49	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo	Bajo
1111011400	0.48	0.57	0.85	3.87	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo	Bajo
1111011500	0.44	0.52	0.78	3.36	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo	Bajo
1111011600	0.51	0.61	0.92	4.38	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo	Bajo
1111011700	0.64	0.77	1.17	5.11	Muy bajo	Muy bajo	Bajo	Bajo
1111011800	4.18	5.07	8.37	35.84	Bajo	Bajo	Bajo	Alto
1111011900	1.68	2.32	2.82	11.71	Bajo	Bajo	Bajo	Moderado
1111012000	1.27	1.76	2.10	8.50	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
1111012100	0.78	1.02	1.31	6.05	Muy bajo	Bajo	Bajo	Bajo
1111012200	1.97	2.46	3.38	16.54	Bajo	Bajo	Bajo	Moderado
1111012300	1.39	1.71	2.43	11.79	Bajo	Bajo	Bajo	Moderado
1111012400	1.40	1.68	2.64	12.70	Bajo	Bajo	Bajo	Moderado
1111012500	1.06	1.27	1.90	9.46	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
1111012600	0.87	1.03	1.61	8.01	Muy bajo	Bajo	Bajo	Bajo
1111010201	5.86	8.60	10.57	22.88	Bajo	Bajo	Moderado	Alto
1111010401	0.42	0.52	0.68	3.58	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo	Bajo
1111010601	0.16	0.23	0.24	0.71	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo
1111010602	0.05	0.07	0.09	0.28	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo
1111010701	0.59	0.88	0.77	1.52	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo	Bajo
1111010702	0.07	0.10	0.09	0.17	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo
1111010801	0.12	0.14	0.19	0.66	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo
1111010802	0.17	0.21	0.28	0.81	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo
1111010901	1.27	1.95	2.00	7.75	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
1111011601	0.28	0.34	0.50	2.15	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo	Bajo
1111012301	1.96	2.25	2.99	10.57	Bajo	Bajo	Bajo	Moderado

Fuente: Elaboración Propia.

La proyección del índice de Uso del Agua para las subcuencas del Río Sucio Alto muestra un incremento de la presión sobre el recurso hídrico, donde las condiciones más críticas se presentan en el escenario de verano seco para el año 2029, en el cual el IUA pasa de Bajo a Moderado en 3 cuencas: Río Urama Alto (1111011200), Q. Nobogá (1111011900) y Q. Encalichada (1111012300), debidos especialmente al crecimiento de la producción bovina.

El comportamiento general de las microcuencas abastecedoras es estable, sin embargo, para la Q. Cerrazón (1111010201) el IUA pasa de Moderado a Alto en el escenario Verano seco, cambio debido únicamente al aumento en la demanda hídrica pecuaria, ya que en esta no se presentan actividades agrícolas.

2.1.3.5 Porcentaje de áreas protegidas del SINAP (PAAP)

Las áreas protegidas más importantes en la cuenca están representadas por el Parque Nacional Natural Paramillo, el Parque Nacional Natural Las Orquídeas y la Reserva Forestal de Ley 2da., las cuales han permanecido estables en cuanto a su extensión. No obstante, el porcentaje de áreas protegidas ha evolucionado a nivel de número y área, se destaca la gestión y configuración del Distrito Regional de Manejo Integrado Alto de Insoor como la única área protegida recientemente constituida en la Cuenca (declarada en 2009). Adicionalmente, se ha reconocido la importancia del cañón de La Llorona como un corredor biológico fundamental para el mantenimiento de funciones ecológicas en la Cuenca, este proceso de declaratoria se encuentran desarrollo, no obstante, se espera que en los próximos años pase a ser una nueva área protegida en la Cuenca (Figura 12).

En este contexto, el porcentaje de áreas protegidas en la Cuenca tiende a aumentar, aunque lentamente. Se ha evidenciado la necesidad de identificar, delimitar y declarar nuevas áreas protegidas, como una estrategia para salvaguardar los valores objeto de conservación presentes en la cuenca. De acuerdo con los análisis de coberturas en la cuenca, las áreas protegidas se encuentran afrontando procesos de deforestación y transformación hacia territorios agrícolas, expresados de manera evidente en la parte baja de las laderas que circundan las cabeceras de las cuencas hidrográficas (Ver Figura 12).



Figura 12. Bosque conservado en el cañón de la Llorona en proceso para declaratoria como área protegida.

Los cambios en las coberturas naturales ponen en evidencia el avanzado deterioro de los bosques al interior de la Reserva Forestal de Ley 2da. afrontando un proceso dramático de transformación hacia territorios agrícolas, encontrándose en la actualidad una relación 1:1 en la extensión de bosques y áreas transformadas. El área protegida que se establezca en el cañón de La Llorona partirá de un estado similar, de manera que tendrá que plantear medidas importantes para frenar la deforestación y restaurar zonas naturales que potencien su capacidad para desempeñar las funciones ecológicas como corredor biológico, fuente de recursos para la biota y de servicios ecosistémicos para las poblaciones humanas que alberga, las cuales vienen en crecimiento. Por su parte los Parques Nacionales Naturales en la cuenca continúan albergando gran parte de sus coberturas naturales, aunque no se eximen de procesos de deforestación (Figura 13).

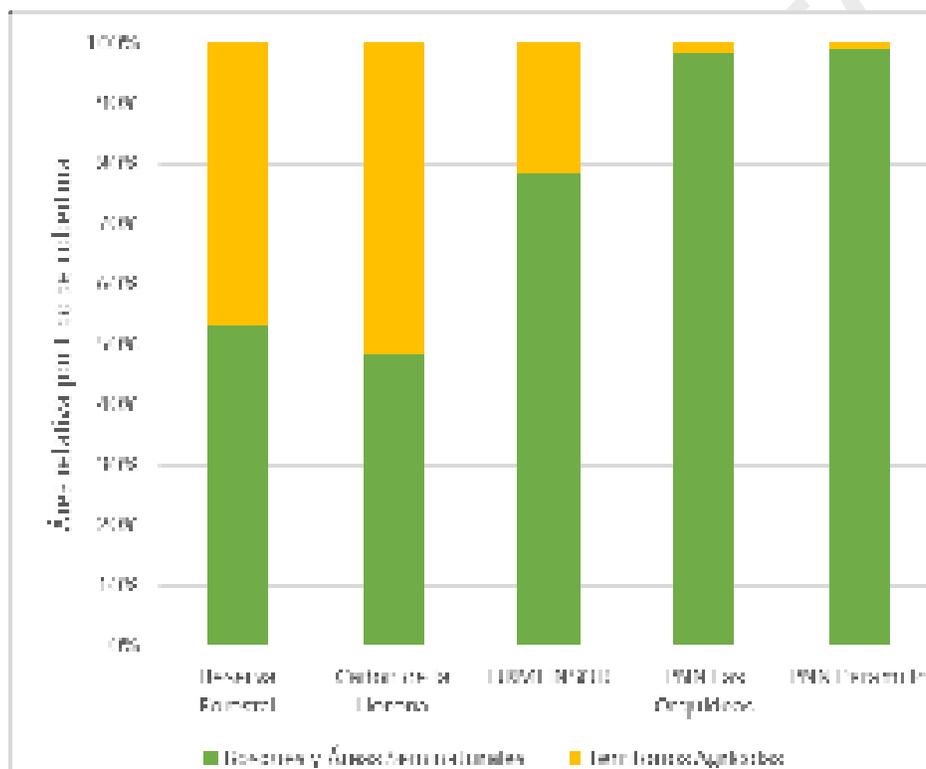


Figura 13 Área relativa por tipo de cobertura de las áreas protegidas declaradas y en proceso de declaratoria presentes en la cuenca del río Suicio Alto. Elaboración propia.

2.1.3.6 Indicador de tasa de cambio de las coberturas naturales de la tierra (TCCN)

La pérdida de coberturas vegetales naturales ha sido históricamente más evidente alrededor de los centros urbanos; particularmente Dabeiba y Uramita exhiben áreas completamente transformadas alrededor de sus centros poblados y en su periferia, esto ha determinado que las coberturas naturales que se conservan hoy en día se limiten a las porciones más altas de las principales cuencas donde por razones de accesibilidad y condiciones topográficas (alta pendiente) o la inestabilidad de los suelos, no ha sido posible la modificación de las coberturas naturales para dar paso a las actividades

productivas (Figura 14); en donde en la parte superior, se observa la deforestación en el municipio de Dabeiba por expansión de cultivos y pastos, y en la parte inferior se tiene la vista del valle del río Sucio en el sector de Fuemia, en donde se aprecia la transformación de las coberturas naturales por cultivos y pasturas en zonas de alta pendiente.



Figura 14. Áreas deforestadas para el desarrollo de cultivos y ganadería. Elaboración propia.

Es evidente la tendencia progresiva a la incursión de las intervenciones humanas hacia las cabeceras de las cuencas y en pequeñas porciones de bosques que permanecen al interior de la cuenca del río Sucio Alto (Figura 15).

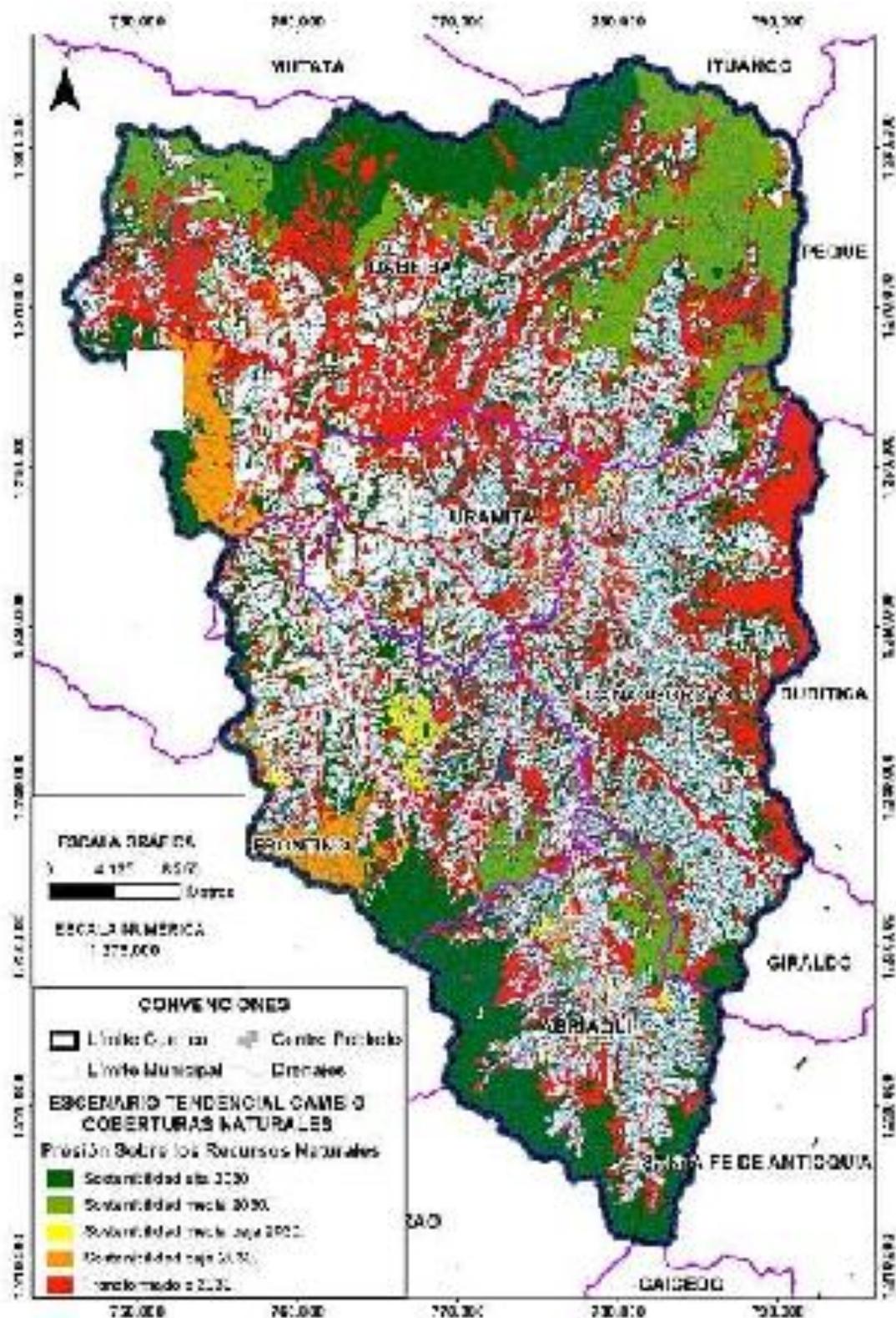


Figura 15 Escenario tendencial del cambio de las coberturas naturales en la cuenca del río Suroccidente de Antioquia proyectado a 2030. Elaboración propia.

En la última década se alcanzó una tasa de pérdida de bosques equivalente a 660 hectáreas anuales, en el escenario más crítico sin aplicación de medidas de control e ignorando todo propósito de sostenibilidad ambiental, sería suficiente para eliminar por completo las estrechas franjas de bosque ripario y otros fragmentos de vegetación natural que actualmente se encuentran al interior de la cuenca y a través de los principales tributarios del río Sucio (Figura 16).

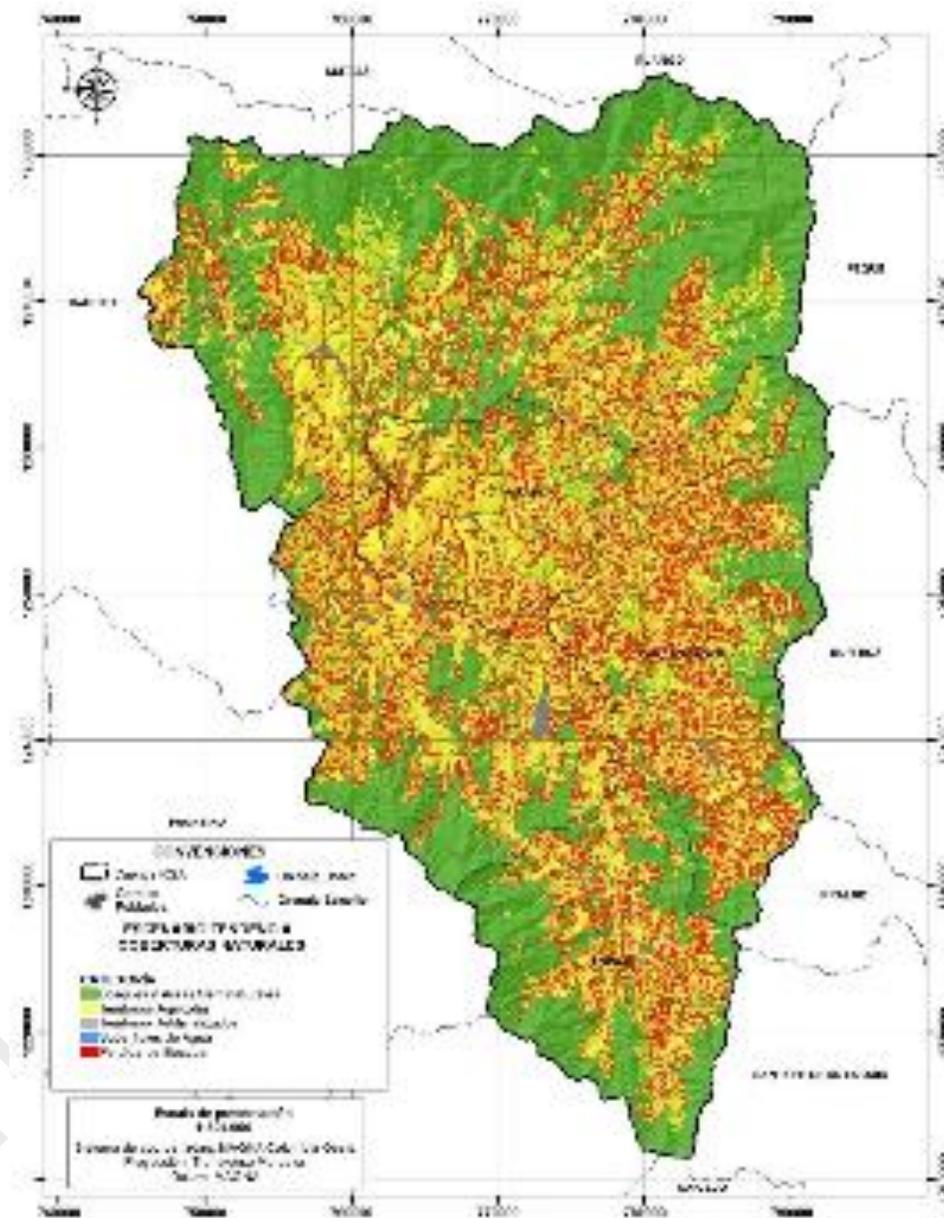


Figura 16 Escenario más crítico de pérdida de bosques en los próximos 10 años en la cuenca del río Sucio Alto. Elaboración propia.

2.1.3.7 Índice de vulnerabilidad por desabastecimiento hídrico (IVH)

Para proyectar el índice de vulnerabilidad hídrica se procedió a cruzar el Índice de Uso del Agua Proyectado con el índice de retención y regulación hídrica (IRH). Los resultados se presentan en la Figura 17 y la Figura 18.

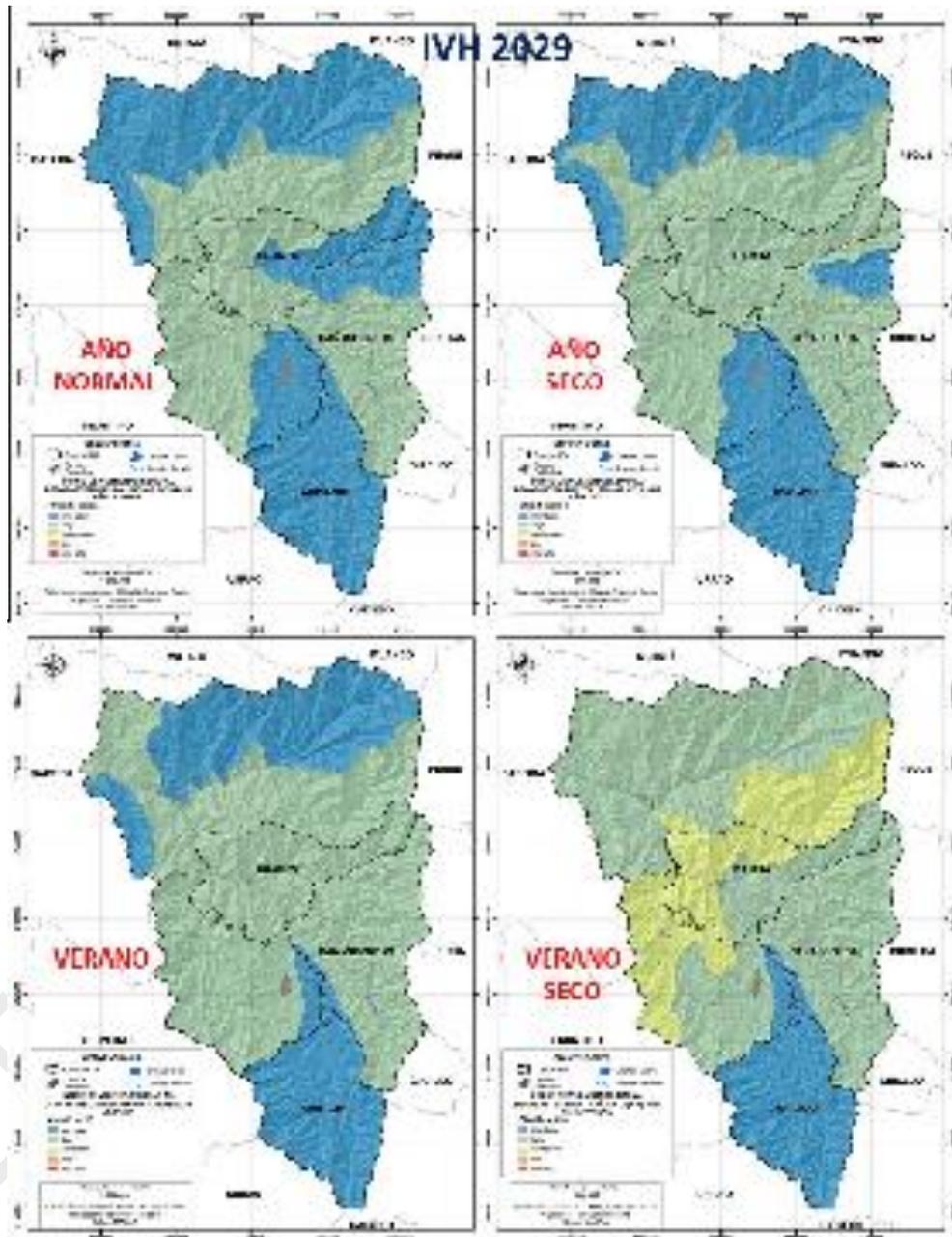


Figura 17 Índice de vulnerabilidad a desabastecimiento hídrico -IVH- 2029 proyectado para las subcuencas del Río Sucus Alto. Elaboración propia.

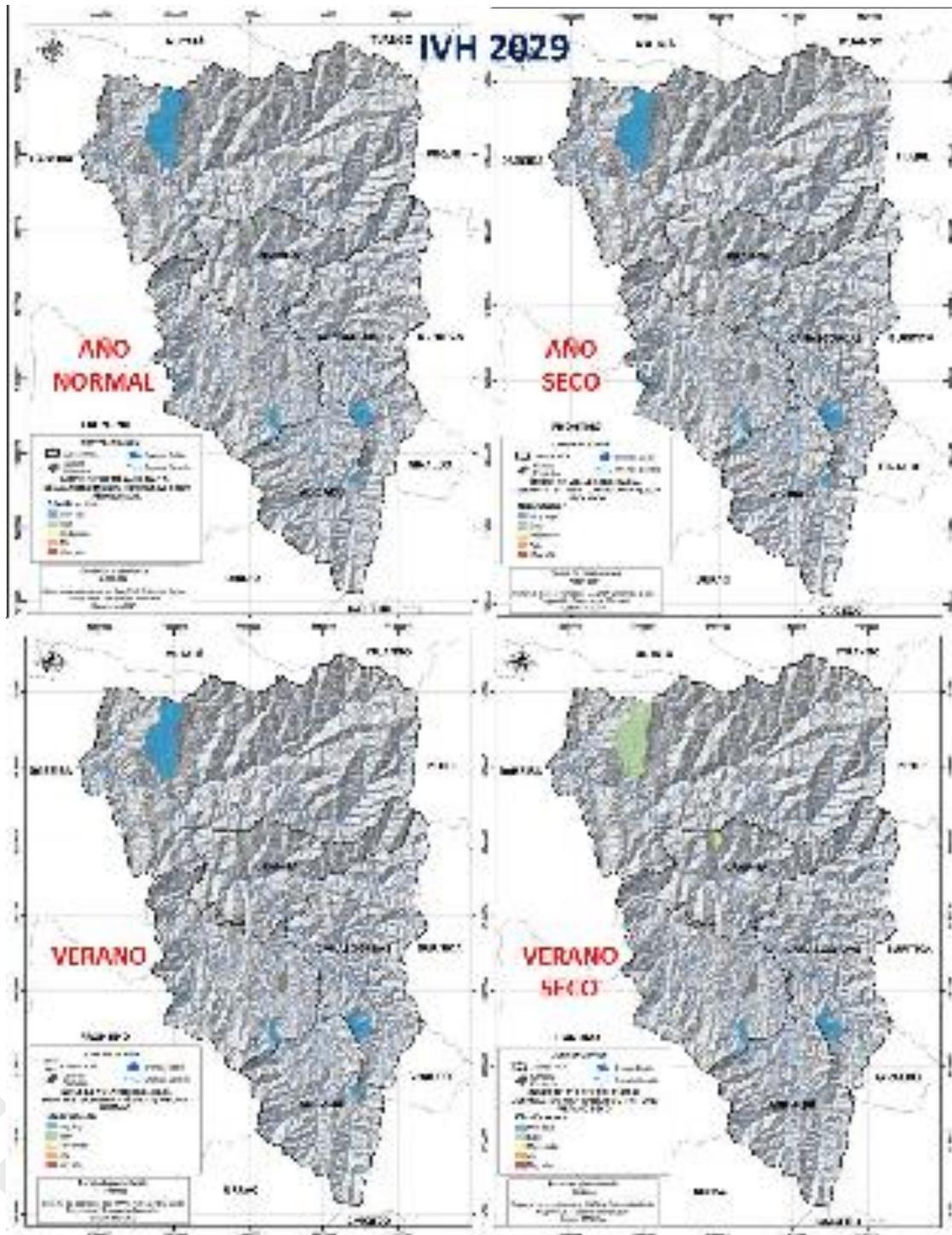


Figura 18 Índice de vulnerabilidad a desabastecimiento hídrico -IVH- 2029 proyectado para las microcuencas abastecedoras del Río Sucio Alto. Elaboración propia.

El cálculo del IVH a nivel de cuenca, subcuencas y microcuencas abastecedoras se presenta en la Tabla 17

Debido a la alta regulación hídrica de la cuenca del Río Sucio Alto el IVH sigue un comportamiento semejante al del índice de uso del agua, para el cual se presenta una transición de vulnerabilidad de Baja a Moderada en 3 subcuencas, Río Urama Alto (1111011200), Q. Nobogá (1111011900) y Q. Encalichada (1111012300), pertenecientes a la parte media de la cuenca del Río Sucio Alto, en la cual las actividades ganaderas son predominantes.

Tabla 17. Proyección al 2029 del índice de vulnerabilidad al desabastecimiento hídrico para la cuenca Río Sucio Alto y microcuencas abastecedoras.

Código	IUA – Calificación -2019				IRH Calificación	IVH -2029			
	Año Normal	Año Seco	Verano	Verano Seco		Año Normal	Año Seco	Verano	Verano Seco
1111010100	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo	Bajo	Alto	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo	Bajo
1111010200	Muy bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Alto	Muy bajo	Bajo	Bajo	Bajo
1111010300	Bajo	Bajo	Bajo	Moderado	Alto	Bajo	Bajo	Bajo	Moderado
1111010400	Bajo	Bajo	Bajo	Moderado	Alto	Bajo	Bajo	Bajo	Moderado
1111010500	Muy bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Alto	Muy bajo	Bajo	Bajo	Bajo
1111010600	Muy bajo	Muy bajo	Bajo	Bajo	Alto	Muy bajo	Muy bajo	Bajo	Bajo
1111010700	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo	Alto	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo
1111010800	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Alto	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
1111010900	Muy bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Alto	Muy bajo	Bajo	Bajo	Bajo
1111011000	Muy bajo	Muy bajo	Bajo	Bajo	Alto	Muy bajo	Muy bajo	Bajo	Bajo
1111011100	Muy bajo	Muy bajo	Bajo	Bajo	Alto	Muy bajo	Muy bajo	Bajo	Bajo
1111011200	Bajo	Bajo	Bajo	Moderado	Alto	Bajo	Bajo	Bajo	Moderado
1111011300	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo	Bajo	Alto	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo	Bajo
1111011400	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo	Bajo	Alto	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo	Bajo
1111011500	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo	Bajo	Alto	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo	Bajo
1111011600	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo	Bajo	Alto	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo	Bajo
1111011700	Muy bajo	Muy bajo	Bajo	Bajo	Alto	Muy bajo	Muy bajo	Bajo	Bajo
1111011800	Bajo	Bajo	Bajo	Alto	Alto	Bajo	Bajo	Bajo	Moderado
1111011900	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Alto	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
1111012000	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Alto	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
1111012100	Muy bajo	Muy bajo	Bajo	Bajo	Alto	Muy bajo	Muy bajo	Bajo	Bajo
1111012200	Bajo	Bajo	Bajo	Moderado	Alto	Bajo	Bajo	Bajo	Moderado
1111012300	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Alto	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
1111012400	Bajo	Bajo	Bajo	Moderado	Alto	Bajo	Bajo	Bajo	Moderado
1111012500	Muy bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Alto	Muy bajo	Bajo	Bajo	Bajo
1111012600	Muy bajo	Muy bajo	Bajo	Bajo	Alto	Muy bajo	Muy bajo	Bajo	Bajo
1111010201	Bajo	Bajo	Bajo	Moderado	Alto	Bajo	Bajo	Bajo	Moderado
1111010401	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo	Bajo	Alto	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo	Bajo
1111010601	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo	Alto	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo
1111010602	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo	Alto	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo
1111010701	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo	Bajo	Alto	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo	Bajo

Código	IUA – Calificación -2019				IRH	IVH -2029			
	Año Normal	Año Seco	Verano	Verano Seco	Calificación	Año Normal	Año Seco	Verano	Verano Seco
1111010702	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo	Alto	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo
1111010801	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo	Alto	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo
1111010802	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo	Alto	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo
1111010901	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Alto	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
1111011601	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo	Bajo	Alto	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo	Bajo
1111012301	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Alto	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo

Fuente: Elaboración propia.

2.1.3.8 Índice de calidad del agua (ICA)

Como se mencionó anteriormente, el ICA está muy influenciado por las condiciones que se tengan en el momento mismo del muestreo y no representa la variación de la calidad del recurso hídrico en el tiempo, sin embargo, la proyección del índice se realizó teniendo en cuenta los siguientes factores:

- El ICA se ve afectado por las cargas contaminantes, es decir, a mayor carga contaminante menor valor del ICA.
- La carga contaminante se ve afectada por el crecimiento poblacional y el crecimiento de sectores económicos presentes en la cuenca.

La síntesis de los resultados de esta proyección se ven reflejados en la siguiente tabla.

Tabla 18. Proyección ICA

SITIO DE MUESTREO	CÓDIGO	2019	Calidad	2024	Calidad	2029	Calidad
Río Uramita	UM-R-UM	0,62	Regular	0,5	Mala	0,4	Mala
Quebrada el Toyo	CÑ-Q-TO	0,63	Regular	0,52	Regular	0,42	Mala
Río Chuza	CÑ-R-CH-D	0,67	Regular	0,55	Regular	0,45	Mala
Quebrada Teresa	AB-Q-TE-D	0,8	Aceptable	0,65	Regular	0,53	Regular
Río Verde después de Nutibara y Musinga	FR-R-VE	0,71	Aceptable	0,58	Regular	0,47	Mala
Río Urama	DA-R-URM-D	0,68	Regular	0,56	Regular	0,45	Mala
Río Verde desembocadura al Río Sucio	FR-R-VE-D	0,6	Regular	0,49	Mala	0,4	Mala
Quebrada el Pital	UM-Q-PI-D	0,61	Regular	0,5	Mala	0,4	Mala
Río Sucio	DA-R-SU	0,59	Regular	0,48	Mala	0,39	Mala

Fuente: Elaboración propia.

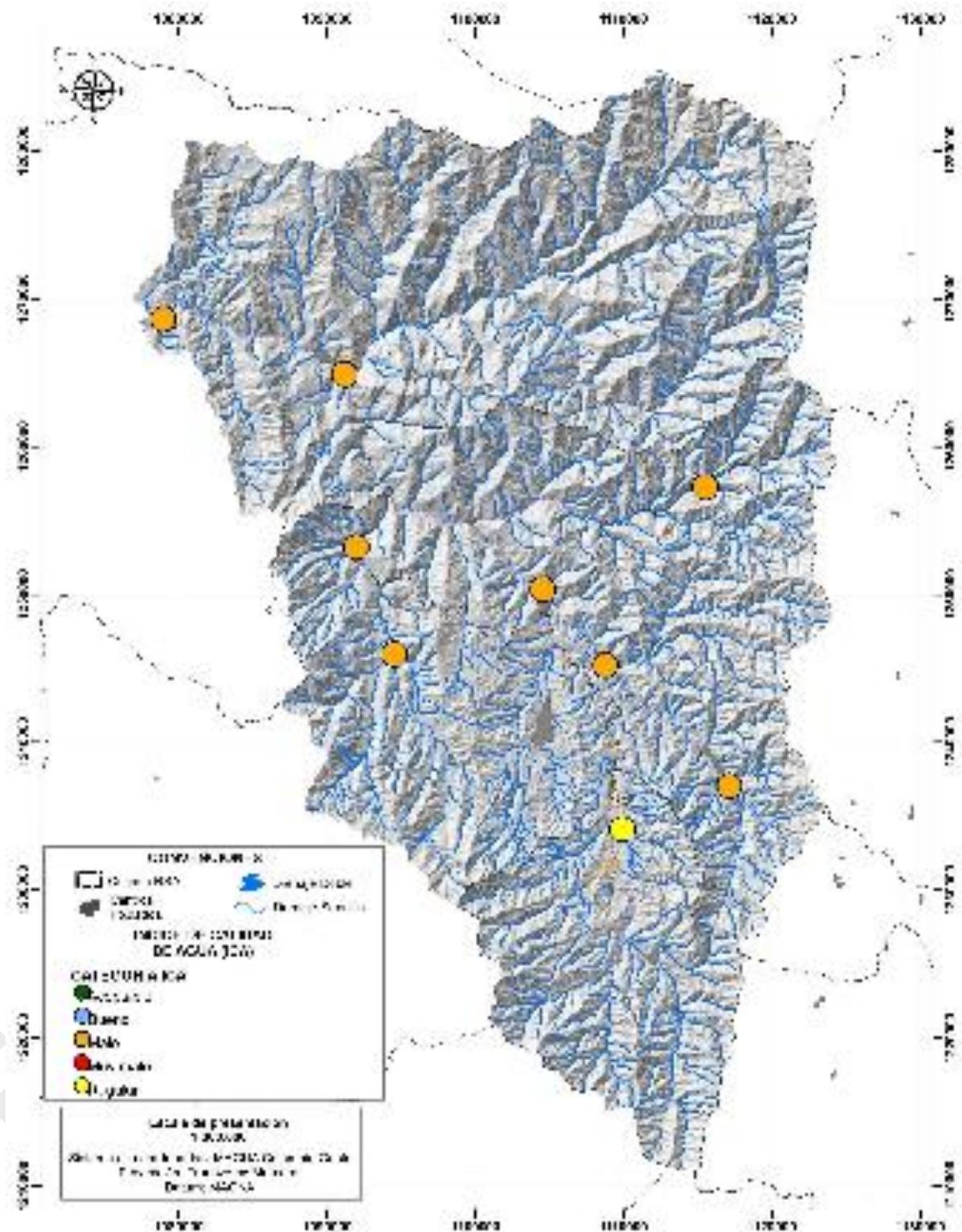


Figura 19. Índice de calidad del agua para el año 2029. Elaboración propia.

2.1.3.9 Índice de alteración potencial a la calidad del agua (IACAL)

Tal y como se mencionó anteriormente el índice de alteración potencial a la calidad del agua refleja la vulnerabilidad a la contaminación que tiene el recurso hídrico a causa de la presión ocasionada por los diferentes sectores socioeconómicos, las actividades productivas de la cuenca y la disponibilidad de agua que tiende a variar de acuerdo con las condiciones climáticas de la región.

El escenario tendencial de este índice se realizó con las proyecciones de las cargas contaminantes de los principales sectores productivos de la cuenca (Pecuario, agrícola y doméstico) Adicional a esto, se contempla el escenario de cambio climático propuesto por el IDEAM para el departamento de Antioquia, en el cual, la precipitación aumenta 6,92% para el periodo 2011-2040. Este aumento se tendrá en cuenta para la oferta hídrica, la cual se aumentará en el mismo porcentaje para el escenario futuro.

Según el mapa de coberturas y usos de la tierra y el análisis económico determinado en la fase de diagnóstico, los principales sectores de la cuenca son:

- El sector pecuario, representado principalmente por la ganadería de bovinos donde el 38,33% de la cuenca son pastos.
- El sector agrícola, este sector está representando por los cultivos de caña y café, en total el territorio agrícola corresponde a un 45,24%.
- El sector doméstico, representado por los centros poblados y las cabeceras municipales de los municipios de la cuenca (Dabeiba, Uramita, Cañasgordas, Frontino y Abriaquí).

El sector industrial y minero no se tiene en cuenta dado que no son representativos en la cuenca.

La estimación de las cargas contaminantes será la misma utilizada en la fase de Diagnóstico, dado que no se cuenta con la suficiente información sobre vertimientos en la cuenca los cálculos no se pudieron realizar conforme a la metodología establecida en el Estudio Nacional del Agua 2010, en cambio, se realizaron a partir de cargas contaminantes teóricas encontradas en la literatura y adaptadas para el área de la cuenca.

Teniendo en cuenta lo anterior, a continuación, se presenta la metodología de estimación de las cargas contaminantes proyectadas a un periodo de diez años de cada actividad económica. Las cargas contaminantes se estimaron para las variables de interés propuestas en la Guía Técnica para la Formulación de POMCAS: Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), Demanda Química de Oxígeno (DQO), Sólidos Suspendedos Totales (SST), Nitrógeno Total (NT) y Fósforo Total (PT).

3.1.3.7.1. Proyección cargas contaminantes.

- **Proyección sector doméstico**

Para la estimación de la carga contaminante proyectada del sector doméstico se tuvieron en cuenta los siguientes factores:

- Para la estimación de las cargas contaminantes se siguió con la metodología del ENA 2010. Se consultaron en la literatura sugerida por dicho estudio los factores de vertimiento cuando se tiene alcantarillado y pozo séptico.
- Se realizó la proyección de la población a 2029 mediante el método exponencial modificado.
- Se asumió que la población que no cuenta con servicio de alcantarillado cuenta con pozo séptico.
- La cobertura de alcantarillado se trabajó con la información recopilada en la fase de diagnóstico.

• **Proyección sector agrícola (caña y café)**

La carga contaminante proveniente de este sector se estimó con base a valores bibliográficos, en el caso de las variables como DBO, DQO y SST se tomaron de la resolución 0631 de 2015 y NT y PT se tomaron valores promedio de las campañas de muestreo.

A partir de un análisis multitemporal se determinó que en los últimos años la cobertura de cultivos incremento en un 28%, tendencia que se asume para la proyección al 2029, Como la relación es lineal se asume que el caudal también aumentara en un 28%. A continuación, se presentan las proyecciones de las áreas de cultivos y los caudales concesionados.

Tabla 19. Proyección de las áreas de agricultura y caudal concesionado a 2029.

SUBCUENCAS	CODIGO	AGRICULTURA ACTUAL		AGRICULTURA PROSPECTIVA	
		Área (ha)	Q concesionado (l/s)	Área (ha)	Q concesionado (l/s)
Río Cañasgordas	1111010800	766,71	1,049	981,39	1,34
Río La Herradura	1111010700	457,9	30,18	586,11	38,63
Río Frontino	1111010600	330,23	21,77	422,7	27,86
Río Verde Alto	1111010400	429,6	28,31	549,89	36,24
Río Musinga	1111010500	409,71	27	524,43	34,56
Río Chuzá	1111010900	390,02	25,71	499,23	32,9
Quebrada Nobogá	1111011900	101,79	6,71	130,3	8,59
Río Sucio	1111012000	174,78	11,52	223,72	14,75
Directos Río Sucio - Quebrada Ambalema	1111011800	174,36	11,49	223,18	14,71
Río Verde Bajo	1111010300	530,76	34,98	679,38	44,78
Río Santo Domingo	1111011000	28,7	1,89	36,74	2,42
Río Uramita	1111012100	82,29	5,42	105,34	6,94
Quebrada La Esperanza	1111012200	145,43	9,59	186,15	12,27
Quebrada Encalichada	1111012300	66,38	4,38	84,97	5,6
Directos Río Sucio - Q. Murrupal - Q. Caliche	1111012400	70,29	4,63	89,97	5,93

SUBCUENCAS	CODIGO	AGRICULTURA ACTUAL		AGRICULTURA PROSPECTIVA	
		Área (ha)	Q concesionado (l/s)	Área (ha)	Q concesionado (l/s)
Quebrada El Indio	1111011100	407,73	26,87	521,9	34,4
Río Choromandó	1111010100	0	0	0	0
Directos Río Sucio - Q. Beiba Viejo - Q. El Pital	1111010200	72,24	4,76	92,47	6,09
Directos Río Sucio - Q. Carra	1111012600	0	0	0	0
Río Urama Bajo	1111012500	90,7	5,98	116,1	7,65
Río Urama Alto	1111011200	2237,99	147,5	2864,63	188,81
Quebrada Antadó	1111011600	0	0	0	0
Río Quiparadó	1111011700	0	0	0	0
Quebrada Playones	1111011400	3,68	0,24	4,71	0,31
Quebrada de Chimiadó	1111011500	49,25	3,25	63,04	4,15
Río Páramo	1111011300	163,91	10,8	209,81	13,83

Fuente: Elaboración propia.

- Proyección sector pecuario (Ganadería bovinos)

La carga contaminante proveniente del sector pecuario se estimó con base a valores bibliográficos, en el caso de las variables como DBO, DQO y SST se tomaron de la resolución 0631 de 2015 y NT y PT se tomaron valores promedio de las campañas de muestreo.

El caudal se estimó como un caudal teórico tomado a partir de las concesiones otorgadas por la Autoridad Ambiental para dicha actividad y las áreas de ganadería se determinaron según la información recopilada en la fase de diagnóstico.

Para la proyección del área se tomó la información del análisis multitemporal, el cual estimó que la ganadería aumenta en un 6%, teniendo en cuenta la relación lineal se asume este 6% para los caudales concesionados. En la Tabla 20 se presentan los resultados de las proyecciones del sector pecuario según lo anterior.

Tabla 20. Proyección de las áreas de ganaderías y caudal concesionado a 2029.

SUBCUENCAS	CODIGO	GANADERIA ACTUAL		GANADERIA PROSPECTIVA	
		Área (ha)	Q concesionado (l/s)	Área (ha)	Q concesionado (l/s)
Río Cañasgordas	1111010800	6307,72	8,17	6686	8,66
Río La Herradura	1111010700	13472,19	17,45	14281	18,5
Río Frontino	1111010600	4008,48	4,6	4249	4,88
Río Verde Alto	1111010400	2434,86	1,1	2581	1,17
Río Musinga	1111010500	2684,19	3,48	2845	3,69
Río Chuzá	1111010900	4017,86	5,2	4259	5,52
Quebrada Nobogá	1111011900	1747,24	2,26	1852	2,4

SUBCUENCAS	CODIGO	GANADERIA ACTUAL		GANADERIA PROSPECTIVA	
		Área (ha)	Q concesionado (l/s)	Área (ha)	Q concesionado (l/s)
Río Sucio	1111012000	4465,52	3,08	4733	3,26
Directos Río Sucio - Quebrada Ambalema	1111011800	1163,19	1,51	1233	1,6
Río Verde Bajo	1111010300	4602,28	0,97	4878	1,03
Río Santo Domingo	1111011000	2122,71	2,75	2250	2,91
Río Uramita	1111012100	5264,82	6,82	5581	7,23
Quebrada La Esperanza	1111012200	1491,88	1,93	1581	2,05
Quebrada Encalichada	1111012300	1292,04	1,67	1370	1,77
Directos Río Sucio - Q. Murrupal - Q. Caliche	1111012400	2519,5	3,26	2671	3,46
Quebrada El Indio	1111011100	2156,59	2,79	2286	2,96
Río Choromandó	1111010100	391,11	0,51	415	0,54
Directos Río Sucio - Q. Beiba Viejo - Q. El Pital	1111010200	3463,06	4,49	3671	4,75
Directos Río Sucio - Q. Carra	1111012600	878,6	1,14	931	1,21
Río Urama Bajo	1111012500	2981,2	3,86	3160	4,09
Río Urama Alto	1111011200	5971,22	7,73	6329	8,2
Quebrada Antadó	1111011600	1630,13	2,11	1728	2,24
Río Quiparadó	1111011700	1103,26	1,43	1169	1,51
Quebrada Playones	1111011400	1376,59	1,78	1459	1,89
Quebrada de Chimiadó	1111011500	1788,43	2,32	1896	2,46
Río Páramo	1111011300	4014,69	5,2	4256	5,51

Fuente: Elaboración propia.

- Cargas contaminantes proyectadas

Una vez aplicada la proyección a las cargas contaminantes de cada uno de los sectores productivos de la cuenca, se obtuvo que para el escenario tendencial 2029, la mayor presión la ejercerá el sector pecuario (ganadería de bovinos) con los sólidos suspendidos totales – SST (Gráfico 10).

Tal como se mencionó anteriormente, es de anotar que las cargas contaminantes de las actividades agrícolas y pecuarias se realizaron con base en información de referencia, por lo que podrían no representar las condiciones reales de la cuenca, sin embargo, se da una idea aproximada de su situación.

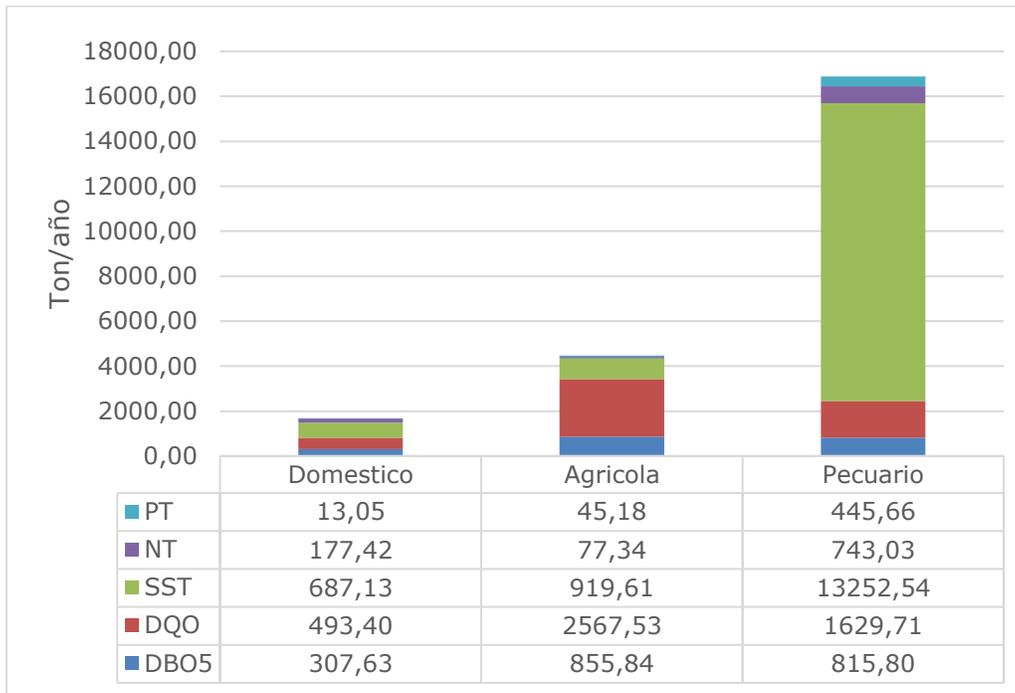


Gráfico 10. Carga contaminante por sector productivo a 2029. Elaboración Propia.

- Proyección del índice de alteración potencial a la calidad del agua (IACAL)

Una vez proyectadas las cargas contaminantes para las 26 subcuencas jerarquizadas del POMCA Río Sucio Alto, se procedió a estimar el Índice de Alteración Potencial de la Calidad del Agua para año medio y año seco conforme a la metodología presentada por el IDEAM. En primer lugar, se estimó el $IACAL_{ijt}$ tal y como se observa en la Ecuación 1; éste se calculó para cada una de las variables de calidad evaluadas (DBO, DQO, SST, NT Y PT).

Ecuación 1. Estimación de la carga de la variable i ponderada por la oferta hídrica.

$$IACAL_{ijt \text{ año medio y año seco}} = \frac{C_{ijt}}{O_{\text{año medio y año seco}}}$$

Donde,

$IACAL_{ijt}$	Son las estimaciones de las cargas de la variable de calidad i que se puede estar vertiendo a la subcuenca j durante el período de tiempo t ponderado por la oferta hídrica estimada para un año medio o un año seco.
C_{ijt}	Es la carga de la variable i que se puede estar vertiendo a la subcuenca j durante el periodo de tiempo t .
$O_{\text{año medio y seco}}$	Son, respectivamente, la oferta hídrica estimada para un año medio y para un año seco.

Los resultados del $IACAL_{ijt}$, se evaluaron en los rangos presentados en la hoja metodológica del IDEAM y de acuerdo a esto, se obtuvo el $c_{atiacal}$ para cada variable de calidad de cada subcuenca; luego, se aplicó la Ecuación 2 para determinar el Índice de Alteración Potencial de cada subcuenca.

Ecuación 2. Índice de alteración potencial de la calidad del agua.

$$IACAL_{jt-\text{año medio y año seco}} = \frac{\sum_{i=1}^n \text{catalacal}_{ijt-\text{año medio y año seco}}}{n}$$

Donde,

$IACAL_{jt-\text{año medio y año seco}}$ Es el índice de alteración potencial de la calidad del agua de una subcuenca j durante el período de tiempo t , evaluado para una oferta hídrica propia de un año medio y seco respectivamente.

$CATIACAL_{ijt-\text{año medio y año seco}}$ Es la categoría de clasificación de la vulnerabilidad por la potencial alteración de la calidad del agua, que representa el valor de la presión de la carga estimada de la variable de calidad i que se puede estar vertiendo a la subcuenca j durante el período de tiempo t dividido por la oferta hídrica propia de un año medio y seco respectivamente.

n Es el número de variables de calidad involucradas en el cálculo del indicador; n es igual a 5.

A continuación, se muestran los resultados obtenidos de la proyección del IACAL para año seco y año medio en la Tabla 21 y Tabla 22.

Tabla 21. Índice de alteración potencial de la calidad del agua para año normal, proyectado a 2029

IACAL año normal - 2029				
ID	SUBCUENCA	IACAL	CATEGORIA DE CLASIFICACIÓN	CLASIFICACIÓN DE LA PRESIÓN
1	Río Cañasgordas	3,8	4	ALTA
2	Río La Herradura	3,4	3	MEDIA-ALTA
3	Río Frontino	3,8	4	ALTA
4	Río Verde Alto	4	4	ALTA
5	Río Musinga	3,6	4	ALTA
6	Río Chuzá	3,8	4	ALTA
7	Quebrada Nobogá	3,8	4	ALTA
8	Río Sucio	3,8	4	ALTA
9	Directos Río Sucio - Quebrada Ambalema	4,4	4	ALTA
10	Río Verde Bajo	4,2	4	ALTA
11	Río Santo Domingo	3,4	3	MEDIA-ALTA
12	Río Uramita	3,8	4	ALTA
13	Quebrada La Esperanza	4	4	ALTA
14	Quebrada Encalichada	4,6	5	MUY ALTA
15	Directos Río Sucio - Q. Murrupal - Q. Caliche	4	4	ALTA
16	Quebrada El Indio	3,8	4	ALTA
17	Río Choromandó	1,8	2	MODERADA
18	Directos Río Sucio - Q. Beiba Viejo - Q. El Pital	4	4	ALTA

IACAL año normal - 2029				
ID	SUBCUENCA	IACAL	CATEGORIA DE CLASIFICACIÓN	CLASIFICACIÓN DE LA PRESIÓN
19	Directos Río Sucio - Q. Carra	3,2	3	MEDIA-ALTA
20	Río Urama Bajo	3,6	4	ALTA
21	Río Urama Alto	4	4	ALTA
22	Quebrada Antadó	4	4	ALTA
23	Río Quiparadó	2,6	3	MEDIA-ALTA
24	Quebrada Playones	3,2	3	MEDIA-ALTA
25	Quebrada de Chimiadó	3,4	3	MEDIA-ALTA
26	Río Páramo	3	3	MEDIA-ALTA

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 22. Índice de alteración potencial de la calidad del agua para año seco, proyectado a 2029.

IACAL Año seco - 2029				
ID	SUBCUENCA	IACAL	CATEGORIA DE CLASIFICACIÓN	CLASIFICACIÓN DE LA PRESIÓN
1	Río Cañasgordas	4,2	4	ALTA
2	Río La Herradura	3,8	4	ALTA
3	Río Frontino	4,6	5	MUY ALTA
4	Río Verde Alto	4,6	5	MUY ALTA
5	Río Musinga	4	4	ALTA
6	Río Chuzá	4,6	5	MUY ALTA
7	Quebrada Nobogá	4,6	5	MUY ALTA
8	Río Sucio	4,6	5	MUY ALTA
9	Directos Río Sucio - Quebrada Ambalema	4,8	5	MUY ALTA
10	Río Verde Bajo	4,8	5	MUY ALTA
11	Río Santo Domingo	4	4	ALTA
12	Río Uramita	4,6	5	MUY ALTA
13	Quebrada La Esperanza	4,8	5	MUY ALTA
14	Quebrada Encalichada	4,6	5	MUY ALTA
15	Directos Río Sucio - Q. Murrupal - Q. Caliche	4,6	5	MUY ALTA
16	Quebrada El Indio	4,6	5	MUY ALTA
17	Río Choromandó	3	3	MEDIA-ALTA
18	Directos Río Sucio - Q. Beiba Viejo - Q. El Pital	4,6	5	MUY ALTA
19	Directos Río Sucio - Q. Carra	4	4	ALTA
20	Río Urama Bajo	4,4	4	ALTA
21	Río Urama Alto	4,6	5	MUY ALTA
22	Quebrada Antadó	4,6	5	MUY ALTA
23	Río Quiparadó	3,2	3	MEDIA-ALTA
24	Quebrada Playones	3,8	4	ALTA

IACAL Año seco - 2029

ID	SUBCUENCA	IACAL	CATEGORIA DE CLASIFICACIÓN	CLASIFICACIÓN DE LA PRESIÓN
25	Quebrada de Chimiadó	3,8	4	ALTA
26	Río Páramo	3,8	4	ALTA

Fuente: Elaboración propia.

Tal como se observa, el IACAL para año normal se encontrará entre media-alta y alta en la mayoría de la cuenca, esta presión se da principalmente por el sector pecuario el cual aporta grandes cantidades de sólidos suspendidos totales (SST) a las fuentes hídricas.

Para condiciones hidrológicas de año seco, donde se presenta un déficit de la oferta hídrica para la cuenca, se observa que el IACAL presenta una presión Muy Alta en la mayoría del territorio. Esta situación se debe principalmente a la poca disponibilidad de agua para todas las subcuencas, debido a las condiciones extremas de sequía, con lo cual se presentan problemas de disponibilidad de agua y, por ende, las cargas contaminantes asociadas a las actividades productivas no puedan ser diluidas fácilmente.

En conclusión, para el año 2029 la mayoría de las subcuencas presentaran una presión alta y muy alta sobre el recurso hídrico proveniente de los principales sectores productivos de la cuenca, esta presión se verá reflejada en los altos niveles de contaminación presentes en los ríos y quebradas, y como consecuencia se verá afectada la accesibilidad al agua, reducción de la biodiversidad acuática, mayores costos en los sistemas de tratamiento de aguas y propagación de enfermedades, según la Organización Mundial de la Salud, el agua contaminada está relacionada de manera directa con la Genesis y transmisión de enfermedades como el cólera, las gastroenteritis, la disentería, la hepatitis A, la fiebre tifoidea y la poliomielitis, entre otras (OMS, 2016).

A continuación, se presentan los resultados del Índice de alteración potencial de la calidad del agua, comparando el IACAL actual y el IACAL tendencial, para año normal y año seco.

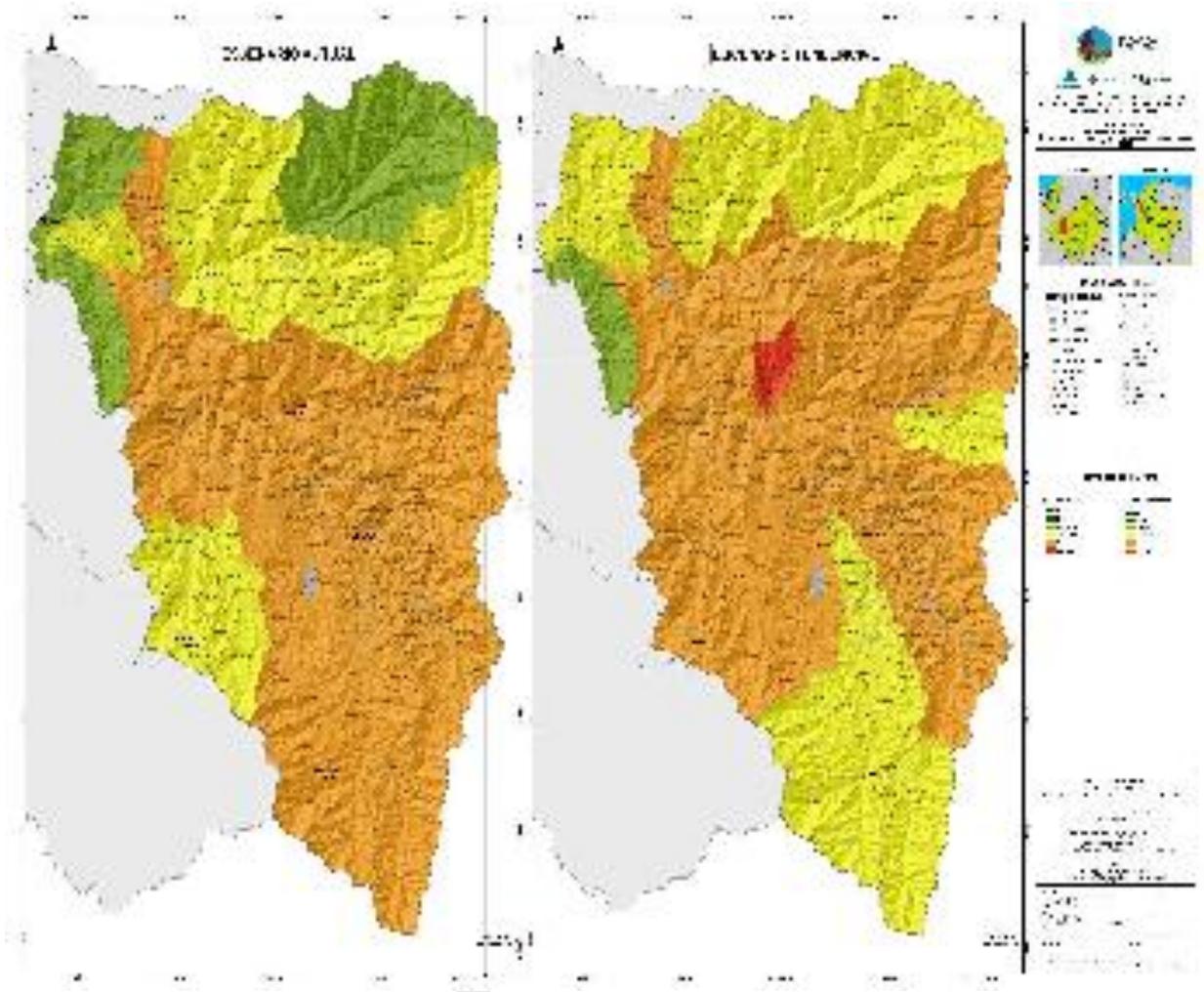


Figura 20. IACAL actual Vs IACAL tendencial, año seco. Elaboración propia

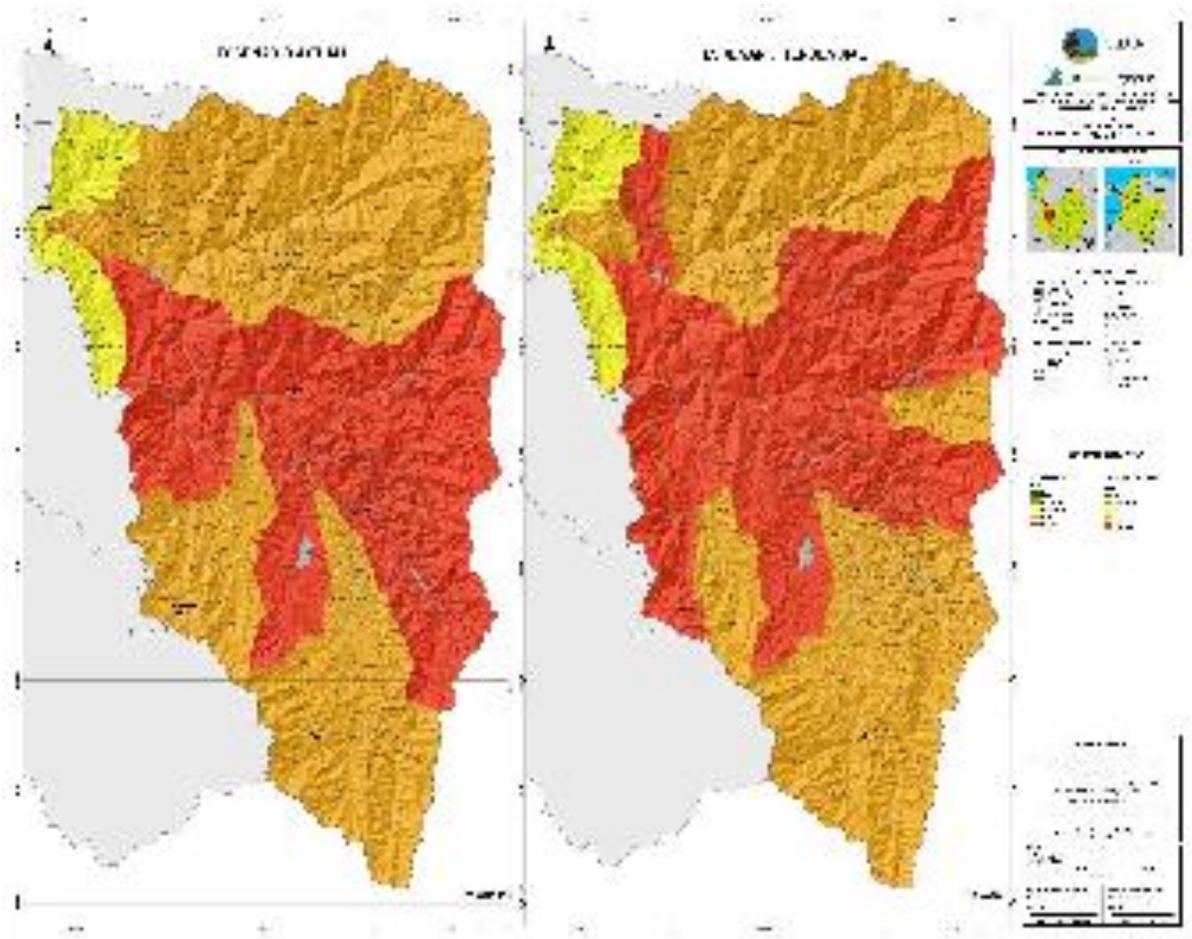


Figura 21. IACAL actual Vs IACAL tendencial, año seco.

2.1.3.10 Seguridad Alimentaria (SA)

En términos de seguridad alimentaria, desde la fase de Diagnóstico se encontraron resultados positivos para la cuenca Río Sucio Alto en su conjunto y para sus cinco municipios analizados de manera individual, pues se tenían que un poco más del 70% de los alimentos consumidos en la cuenca eran producidos al interior de la misma, lo que evidencia una fuerte independencia hacia los demás municipios en términos de obtener alimentos. Ahora bien, analizando el escenario tendencial en un periodo de 10 años, se observa que el panorama se mejora para los municipios de Cañasgordas, Dabeiba y Frontino, aumentando el indicador en 3, 2 y 5 puntos porcentuales respectivamente, mientras que para los municipios de Abriaquí y Uramita se obtiene en mismo nivel.

En términos generales de la cuenca el indicador de Seguridad alimentaria pasa de 0,77 a 0,79 en 10 años, lo cual es sinónimo de la buena disponibilidad de alimentos para la población del territorio, situación que se puede explicar por la expansión paulatina de la frontera agropecuaria, y por los leves niveles de crecimiento de la población que genera una mayor oferta de alimentos y una menor demanda de los mismos. El Gráfico

11 muestra el índice de seguridad alimentaria para los municipios y la cuenca, haciendo la comparación entre el año 2017 y 2027.

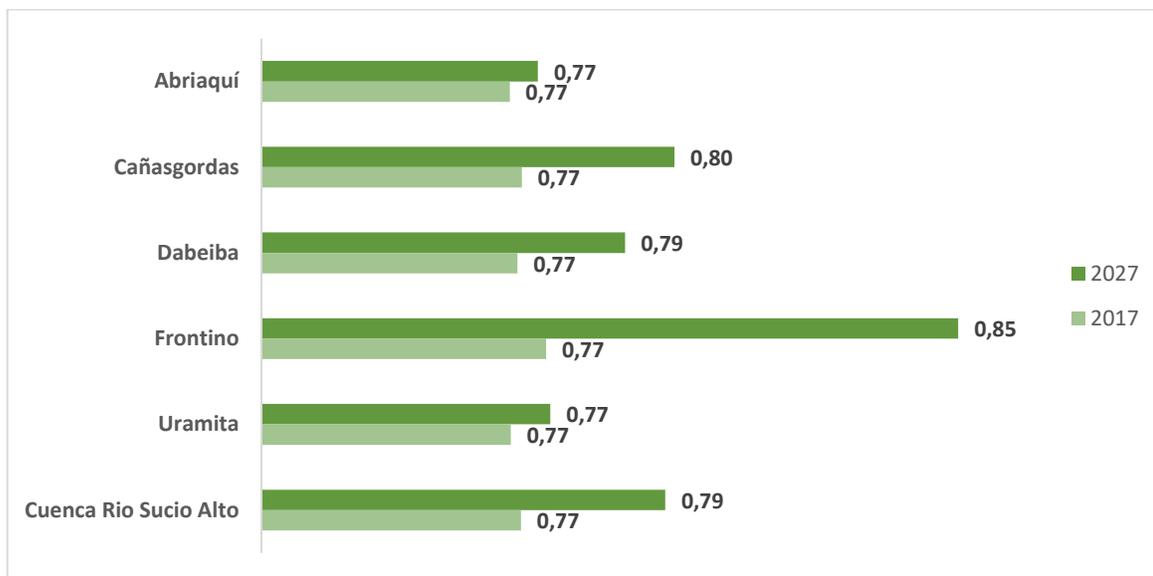


Gráfico 11. Proyección de la Seguridad Alimentaria a 10 años. Elaboración propia.

2.1.4 Análisis tendencial de los polos atractores y Macroproyectos

Para este análisis se partió de la configuración de los escenarios tendenciales seleccionados y priorizados anteriormente, estableciendo para los escenarios prospectivos la posible relación entre los polos atractores y los macroproyectos. Las acciones de complementariedad que se generan en los municipios de la cuenca, tienen gran importancia debido a que permite unificar de alguna manera la población y así generar una mayor conectividad entre las relaciones sociales y económicas que fomenten el crecimiento y desarrollo económico tanto a nivel particular como a nivel regional.

A continuación, se trata de hacer una aproximación para identificar los aspectos relacionados a los polos de desarrollo o macroproyectos presentes en el territorio, con el fin de establecer relaciones entre estos y los escenarios tendenciales descritos anteriormente. Analizando los principales macroproyectos que se desarrollan en el departamento y que afectan de una manera directa el territorio de la Cuenca Río Sucio Alto.

Autopista al mar 2: Esta iniciativa está contenida dentro del proyecto autopistas para la prosperidad, y busca interconectar los centros de producción de norte al sur del país. Las obras desarrolladas afectan principalmente el municipio de cañas gordas, el municipio de Mutatá, el corregimiento El tigre y el municipio de Necoclí.

La autopista al mar 2, tendrá intervenciones en aproximadamente 245,6 kilómetros, con una inversión aproximada de 1,5 billones de pesos, con el fin de garantizar una vía con optimas adecuaciones, para reducir los costos de transporte. Las obras inician en el

municipio de Cañasgordas, con el mejoramiento de la vía que va hasta el municipio de Uramita, la construcción de la Variante Fuemia entre Uramita y Dabeiba, el mejoramiento de puntos críticos entre Dabeiba y Mutatá, la rehabilitación de la vía Muta-El tigre, y la operación y mantenimiento desde El Tigre a Necoclí. Por último, desde el municipio de Cañasgordas a el corregimiento El Tigre se construirán 27 túneles, 3 túneles falsos y 21 puentes nuevos.

El objetivo principal de estas obras es mejorar la conexión vial de Medellín y Antioquia con el sistema nacional de autopistas y con los centros de intercambio nacional, lo que propenderá el mejoramiento de la movilidad disminuyendo los tiempos de viaje, permitirá aumentar la seguridad y dinamizar la economía y el turismo además de ser una gran fuente generadora de empleo para la población de los municipios en los que se desarrolla el proyecto. La puesta en escena de este tipo de obras, permite incrementar la funcionalidad del sistema urbano presente en la cuenca, los costos de desplazamiento se ven reducidos y se puede generar una percepción de cercanía a la macrocefalia departamental, haciendo menos costosa la búsqueda por servicios especializados de la población.

En términos de incidencia de este proyecto sobre los municipios pertenecientes a la cuenca Río Sucio Alto, se tiene que Cañasgordas y Dabeiba, aparecen como localidades que por su cercanía a la vía y por contar con una buena oferta de servicios podrían recibir las cargas de estas nuevas obras, en especial en el proceso de construcción, pues serán los centros urbanos más cercanos con oferta de actividades comerciales y de servicios sociales y comunitarios básicos; también vale resaltar que si bien este proyecto propenderá el desarrollo turístico de la región, los municipios aun no cuentan con la capacidad suficiente para cubrir las demandas de este sector.

Túnel del toyo: Este proyecto de infraestructura busca acortar las distancias en los tiempos de recorrido, entre el intercambio del mar Caribe y el mar pacifico, integrándose con los 75 túneles que se construirán con las autopistas para la prosperidad. Este proyecto tendrá una longitud aproximada de 9,5 kilómetros, comprendidos entre los municipios de Cañasgordas y Giraldo y se conecta con los tramos Mar 1 y Mar 2., con lo que se busca crear un tejido redes amplias que agrupe y reúna a las comunidades para generar una integración social y económica.

Se estima que este túnel será el más largo en América Latina, mejorará la movilidad, reducirá en 20 kilómetros aproximadamente la longitud de la vía que conecta a Cañasgordas con Santa Fe de Antioquia, lo cual se traduce en mayor cercanía para los habitantes del occidente Antioqueño.

Estas dos grandes obras de infraestructura serán condicionantes en el desarrollo económico y social del territorio van a afectar las condiciones y comportamientos en cuanto a las actividades productivas y movilidad, debido a que demandan mano de obra en los sitios directos de influencia, en este caso Cañasgordas tendría un mayor dinamismo de desarrollo debido a que los dos proyectos concentran una parte considerable de sus actividades allí.

Además de esto, se puede ver modificada las actividades económicas de los municipios de la cuenca, pues como el objetivo de estos proyectos es mejorar la interrelación entre los territorios con los principales centros económicos, se pueden generar condiciones para desarrollar sectores como el turismo y la agroindustria debido a la mayor conectividad que se va a generar, la seguridad alimentaria puede tener a mejorar también, debido a una mayor comunicación con algunos centros de relevo principales.

En tendencia, es decir, si continúan invariantes las condiciones presentes y a la luz de un escenario cuyos macroproyectos e inversiones privadas apuestan cada vez más por una dinámica de aglomeración con desarrollos enfocados a una mayor tecnificación, e interacción entre los mercados del interior del país con el exterior, dando como resultado esperado el incremento del déficit en la oferta ambiental de la región dentro del horizonte de tiempo propuesto. Tal escenario hace necesario el diseño de una estrategia de preservación y conservación de recursos más diligente en aras de garantizar un desarrollo sostenible.

2.1.5 Relaciones Funcionales de la Cuenca Río Sucio Alto

En cuanto a las relaciones Urbano-Regionales presentes en el territorio, a partir de los resultados de la fase de diagnóstico se encontró que esta zona del occidente Antioqueño ofrece varias potencialidades en términos de servicios ecosistémicos y recursos naturales, pues las grandes extensiones de selvas y bosques brindan oportunidades para propender por un desarrollo económico y social que sea sostenible con el medio ambiente.

Los proyectos del Túnel del Toyo y Autopista al Mar 2, con su objetivo de mejorar la conectividad a nivel regional, podrían generar externalidades positivas en este mismo sentido para los municipios pertenecientes a la cuenca, e incrementar la productividad y atracción de capital humano y económico para los municipios de su área de influencia. Dabeiba, Frontino y Cañasgordas por ser los municipios con mayor oferta y provisión de servicios públicos e infraestructura para el desarrollo podrían mejorar su nivel de centralidad gracias al aumento y desarrollo de nuevos mercados y en el tiempo poder convertirse en centros de relevo primario que impulsen el desarrollo económico y social.

En términos de relaciones urbano rurales, también se podría dar una mejoría pues la mayor conectividad del territorio permitiría que los pequeños centros poblados y corregimientos tuviesen un mayor nivel de integralidad con las cabeceras municipales y a su vez con las comunidades más alejadas, convirtiéndose en un punto intermedio que facilite el acceso a bienes y servicios de una manera más oportuna, mejorando así la integralidad a nivel regional desde las unidades productivas más pequeñas hasta los centro de relevo secundario que se generarían.

2.2 PLAN ESTRATÉGICO DE LA MACROCUENCA

Teniendo en cuenta que la cuenca Rio Sucio Alto hace parte de la Macrocuenca del Caribe es necesario que el POMCA se articule con todos los procesos, lineamientos y resultados del plan estratégico de la macrocuenca. A continuación, se presentan los principales escenarios tendenciales relacionados con la oferta y demanda hídrica, calidad del agua y riesgo asociado al recurso hídrico.

2.2.1 Oferta hídrica

Para el escenario tendencial de la oferta hídrica en los próximos 40 años se plantearon 3 diferentes escenarios: Optimista, probable y pesimista.

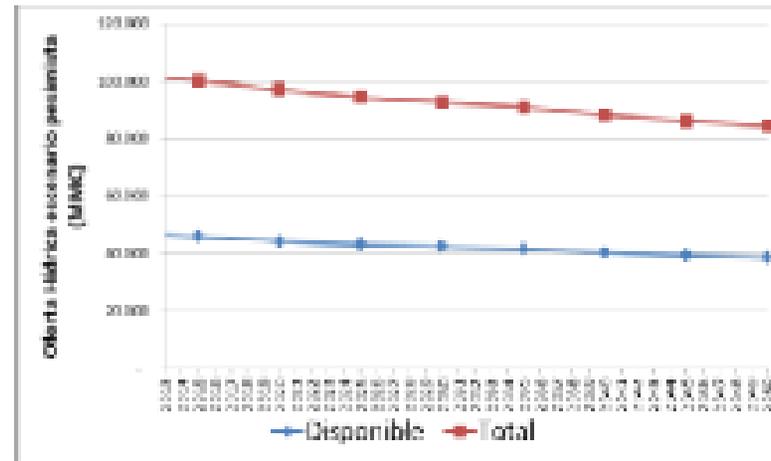
Tabla 23. escenarios tendenciales para la oferta hídrica.

ESCENARIO	CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES	MODELACIÓN
OPTIMISTA	<p>Las productividades mejoran en todos los sectores pasando de las productividades actuales a la mejor productividad observada nacionalmente. El sector ganadero experimenta incrementos en productividad de hasta el 30%, los cultivos transitorios de hasta el 20% y los permanentes de hasta el 30%. Las mejoras se producen gradualmente durante la próxima década.</p>	
PROBABLE	<p>Las productividades mejoran en todos los sectores con aumentos que van hasta el 20% en el sector ganadero, el 10% en cultivos transitorios y el 15% en cultivos permanentes. Las mejoras se producen gradualmente durante las próximas dos décadas.</p>	

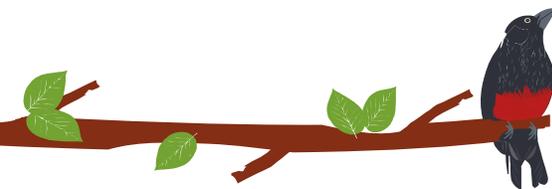
ESCENARIO	CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES	MODELACIÓN
-----------	-----------------------------	------------

PESIMISTA

Las productividades mejoran en todos los sectores pasando de las productividades actuales a productividades que van hasta el 10% en el sector ganadero, 5% en cultivos transitorios y 10% en cultivos permanentes. Las mejoras se producen gradualmente durante las próximas tres décadas.



Fuente: Elaboración propia a partir de (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015)



2.2.2 Demanda hídrica

Se modelaron tres escenarios teniendo en cuenta cambios en la eficiencia del uso del agua y ahorro en los sectores industriales y domésticos.

Tabla 24. escenarios tendenciales para la demanda hídrica.

ESCENARIO	CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES
Optimista	se reduce el consumo en hogares en un 25%. Se reduce el consumo por unidad de producto en un 15%. Estos cambios se alcanzarán en un periodo de 10 años.
Probable	Se reduce el consumo en hogares en un 15%. Se reduce el consumo por unidad de producto en un 10%. Estos cambios se alcanzarán en un periodo de 10 años.
pesimista	Se reduce el consumo por hogar en un 5%. Se reduce el consumo por unidad de producto en un 5%. Estos cambios se alcanzarán en un periodo de 10 años.
Tendencial	Escenario que proyecta el comportamiento de la demanda de agua según los patrones de consumo actual, y de acuerdo con las proyecciones de crecimiento de los sectores industriales y de la población.

Fuente: Elaboración propia a partir de (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015)

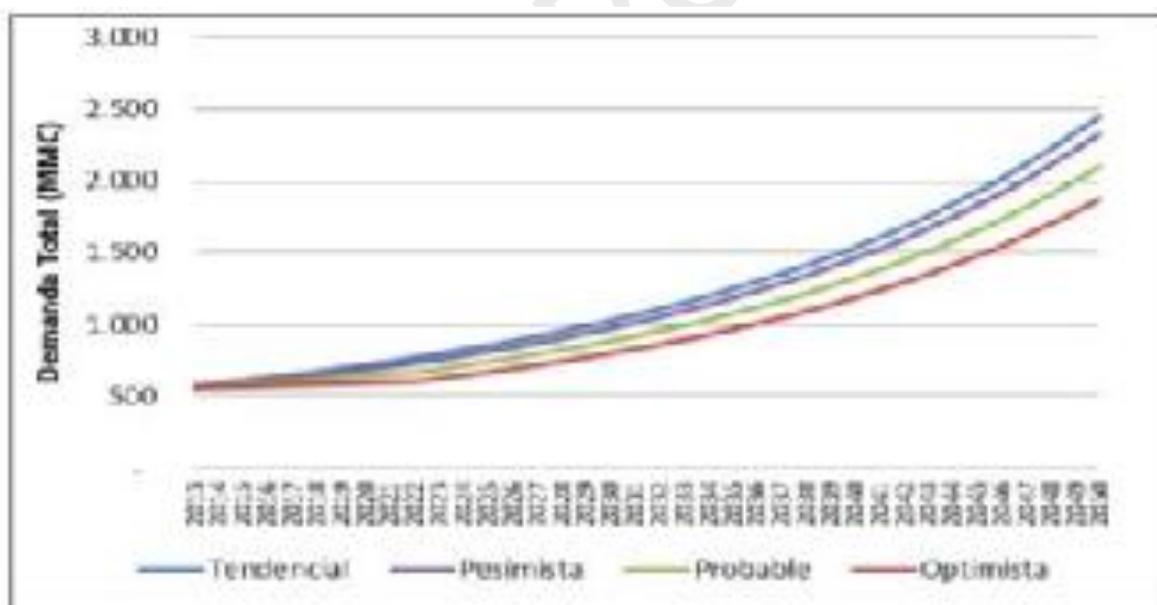
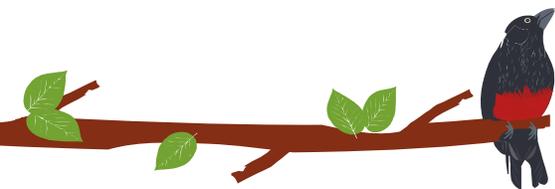


Figura 22. Modelación de la demanda hídrica total de la Macrocuenca del Caribe. Elaboración Propia a partir de (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015)

2.2.3 Calidad hídrica

Se modelo el crecimiento de las descargas contaminantes teniendo en cuenta parámetros de descarga por hogar y por unidad de producto industrial. A continuación, se presentan cambios posibles en la concentración de contaminantes (carga/caudal). Los





escenarios presentados incluyen un escenario tendencial donde el porcentaje de remoción actual se mantiene, y escenarios en los cuales el porcentaje de remoción de la carga contaminante aumenta hasta el 50%. Los escenarios y sus resultados por contaminante se presentan a continuación (Valoración económica ambiental, 2015).

Tabla 25. Escenarios tendenciales para la calidad del recurso hídrico.

ESCENARIO	CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES	LAS REMOCIONES PARA CADA CONTAMINANTE EN ESTE ESCENARIO SON:	
Remoción tendencial	Las descargas contaminantes crecen y el porcentaje de remoción de las descargas de los sectores doméstico e industrial se mantiene.	DBO	30%
		DQO	30%
		SST	10%
		NT	20%
		FT	20%
Remoción 50%	El porcentaje de remoción de cada parámetro de carga contaminante sube de los niveles de remoción actuales hasta un 50% de remoción total.	DBO	Pasa de 30% a 50% de Remoción
		DQO	Pasa de 30% a 50% de Remoción
		SST	Pasa de 40% a 50% de Remoción
		NT	Pasa de 20% a 50% de Remoción
		FT	Pasa de 20% a 50% de Remoción
Remoción 0%	El porcentaje de remoción de carga contaminante es 0%.		

2.2.4 Riesgo asociado al recurso hídrico

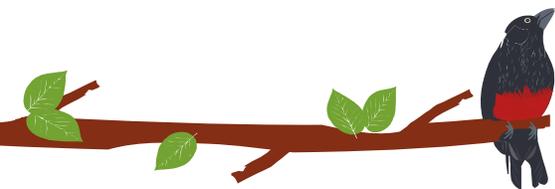
Para este análisis del riesgo asociado al agua se debe tener en cuenta las personas y hogares que ha sido afectadas históricamente, y potencialmente podrían ser afectadas por los desastres asociados al agua, como lo son los deslizamientos, las avalanchas, las inundaciones, los caudales también causan pérdidas de cultivos y ganado (Valoración económica ambiental, 2015).

De esta manera se modelaron los escenarios tendenciales, teniendo en cuenta 2 factores como las inversiones en infraestructura e inversiones en la cobertura natural del área activa del río, y así demostrar la prevención a desastres asociados al agua en los próximos 40 años.

Tabla 26. escenarios tendenciales para los riesgos asociados al recurso hídrico.

ESCENARIO	CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES
Optimista	Realizar inversiones en la infraestructura para el desarrollo de medidas de mitigación estructurales requeridas. Aumentar la cobertura natural del área activa del río de un 30% a un 80%. Las mejoras se producen gradualmente durante los próximos 5 años.
Probable	Realizar inversiones en la infraestructura para el desarrollo de medidas de mitigación estructurales requeridas. Aumentar la cobertura natural del área activa del río de un 30% a un 80%. Las mejoras se producen gradualmente durante la próxima década.
pesimista	Realizar inversiones en la infraestructura para el desarrollo de medidas de mitigación estructurales requeridas.





ESCENARIO	CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES
	Aumentar la cobertura natural del área activa del río de un 30% a un 80%. Las mejoras se producen gradualmente durante los próximos 15 años.

Fuente: Elaboración propia a partir de (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015)

El Plan estratégico de la macrocuenca constituye el principal lineamiento para los POMCAS, por lo tanto, se deben articular sus líneas estratégicas prioritarias, en aras de garantizar un efectivo cumplimiento de las metas propuestas. A continuación, se seleccionan las líneas estratégicas del Plan de la macrocuenca del caribe que son relevantes para el POMCA Río Sucio alto, ya que se relacionan con las problemáticas halladas en la cuenca.

- **Estrategia 1:** *Establecer las metas de calidad de los cuerpos de agua en concordancia con el Artículo 11 del Decreto 2667 del 2012 sobre metas de carga contaminante y a los usos actuales y potenciales del cuerpo de agua.*

Con esta estrategia se quiere garantizar que los vertimientos provenientes de los diferentes sectores productivos no exceden los límites de contaminación, de esta manera, se busca que las cargas contaminantes no limiten el uso del agua.

- **Estrategia 2:** *protección y recuperación de rondas hídricas.*

Debido a que estos ecosistemas son clave para la regulación hídrica, se hace necesario reducir la presión sobre estos ecosistemas estratégicos a fin de mantener los servicios ecosistémicos que ellos brindan.

- **Estrategia 3:** *Reducir la presión sobre los ecosistemas naturales remanentes en la Cuenca.*

Se busca restaurar y conservar aquellas zonas de importancia ambiental que han sido degradadas por actividades antrópicas, con el fin de mantener los servicios ecosistémicos en la cuenca.

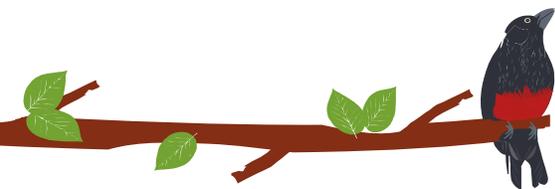
- **Estrategia 4:** *Aumentar la eficiencia del uso de las áreas dedicadas al sector agropecuario en la cuenca.*

Con esta estrategia se pretende reducir la presión sobre los ecosistemas estratégicos y coberturas naturales boscosas por medio de una planeación adecuada de los sistemas productivos, incorporación de prácticas silvopastoriles y ordenamiento predial para asegurar la conservación de los recursos naturales asociados a las actividades económicas y productivas.

- **Estrategia 5:** *Mantener y mejorar la oferta hídrica en las cuencas abastecedoras de los municipios y priorizar el uso para abastecimiento de consumo humano en los centros urbanos pequeños y medianos.*

Esta estrategia pretende reducir la vulnerabilidad al desabastecimiento hídrico de los centros poblados y de igual forma se busca conservar las cuencas abastecedoras de acueductos.





- **Estrategia 6:** *Determinar los planes de restauración ecológica de los ecosistemas intervenidos, afectados y abandonados por la minería.*

Actualmente los impactos ambientales más severos son causados por la minería, es por ello, que esta estrategia busca reducir la contaminación causada por mercurio y restaurar los ecosistemas que han sido degradados por actividades mineras.

- **Estrategia 7:** *Mantenimiento de infraestructura para el control de fenómenos y desastres asociados al agua.*

Esta estrategia está enfocada a reducir la exposición y la afectación de la población frente a la ocurrencia de fenómenos y desastres asociados al agua, especialmente en aquellas áreas de la cuenca amenazadas por avenidas torrenciales e inundaciones.

- **Estrategia 8:** *Eliminar la contaminación directa por mercurio en las zonas de producción de oro y monitorear el grado de exposición de la población humana y de la biodiversidad.*

Actualmente los impactos ambientales más severos son causados por la minería informal/ilegal del oro; y principalmente por la minería que se desarrolla sobre los valles aluviales y en los cauces de los ríos, utilizando retroexcavadoras. Adicionalmente, esta forma de minería utiliza mercurio para amalgamar el oro extraído de los cauces (Valoración económica ambiental, 2015).

Es por esto, que se hace necesario incluir una red de monitoreo del recurso hídrico y que incluya las concentraciones de mercurio en los cuerpos de agua, como también programas de inspección y vigilancia en los alimentos que estén asociados con el fenómeno de la contaminación.

2.2.5 Articulación del plan estratégico de la macrocuenca con los escenarios tendenciales de la cuenca Rio Sucio Alto

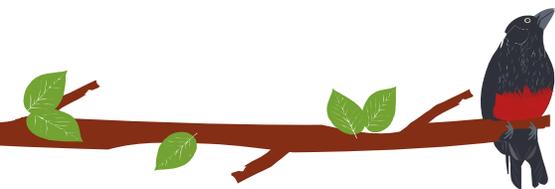
Como se mencionó anteriormente, el plan estratégico de la macrocuenca el caribe aborda 3 escenarios tendenciales, relacionados con la oferta y demanda hídrica, calidad del agua y riesgo asociado al recurso hídrico, asimismo el POMCA Rio Sucio Alto dentro de sus escenarios tendenciales aborda estas mismas temáticas. A continuación, se presenta un análisis comparativo de los escenarios tendenciales, con el fin de determinar la articulación del POMCA con el plan estratégico de la macrocuenca el caribe.

2.2.5.1 Articulación con los escenarios tendenciales de la calidad del agua.

Al modelar las cargas contaminantes de la macrocuenca el caribe y considerar igual el porcentaje de remoción de los sistemas de tratamiento, se evidencia el crecimiento de las cargas contaminantes en el escenario tendencial de la macrocuenca.

Teniendo en cuenta que la cuenca rio sucio alto hace parte de la macrocuenca del caribe, en los escenarios tendenciales de la cuenca se evidencia el incremento de las cargas contaminantes las cuales se ven reflejadas en indicadores como el índice de la





calidad del agua (ICA) y el índice de alteración potencial de la calidad del agua (IACAL). A continuación, se presentan las diferencias y similitudes entre la macrocuenca del caribe y la cuenca Rio Sucio alto en términos de calidad del agua.

Tabla 27. Diferencias y similitudes de los escenarios tendenciales de la macrocuenca el caribe y la cuenca Rio Sucio Alto.

DIFERENCIAS	SIMILITUDES
<ul style="list-style-type: none">Los escenarios tendenciales de la macrocuenca el caribe, proyectan los vertimientos del sector Doméstico, agrícola, industrial y minero.Las proyecciones de la cuenca Rio Sucio Alto pertenecen al sector doméstico, agrícola y pecuario.Para la macrocuenca del caribe la mayoría de los aportes contaminantes provienen principalmente del sector doméstico.En la cuenca rio sucio alto los aportes contaminantes provienen principalmente de las actividades pecuarias.Para la macrocuenca el caribe el Fosforo total proviene del sector doméstico, mientras que en la cuenca Rio Sucio Alto proviene del sector agrícola.	<ul style="list-style-type: none">Las cargas contaminantes aumentan para los escenarios tendenciales y los porcentajes de remoción de los sistemas de tratamiento permanecen iguales.Los aportes de Nitrógeno total provienen en su mayoría del sector agrícola, el cual llega a las fuentes hídricas por escorrentía e infiltración.

Fuente: Elaboración propia.

2.2.5.2 Articulación de los escenarios tendenciales de oferta y demanda hídrica.

Para el análisis de la oferta hídrica en la macrocuenca el caribe, se tuvo en cuenta la cobertura vegetal, pues diversos estudios han demostrado una relación entre la cobertura vegetal y el balance hídrico, de esta manera, la reducción de la cobertura vegetal se va a ver reflejada entonces en una disminución de la oferta hídrica para las diferentes subzonas hidrográficas.

Aunque en los próximos 40 años la oferta hídrica tendrá una reducción del 30% en la macrocuenca del caribe, algunas subzonas seguirán presentando una oferta hídrica constante durante los primeros 40 años, debido a diferentes condiciones favorables, como la abundancia de cobertura vegetal, presencia de áreas protegidas, baja tasa de crecimiento poblacional, entre otros.

En términos de la demanda hídrica, las proyecciones de la macrocuenca y la cuenca Rio Sucio Alto estuvieron relacionadas con la dinámica poblacional y los sectores productivos, siendo los más representativos el Doméstico, agrícola, pecuario e industrial (este último considerado para el caso de la macrocuenca).

A continuación, la Tabla 28 ilustra las diferencias y similitudes en términos de oferta y demanda hídrica entre la macrocuenca del caribe y la cuenca Rio Sucio Alto.



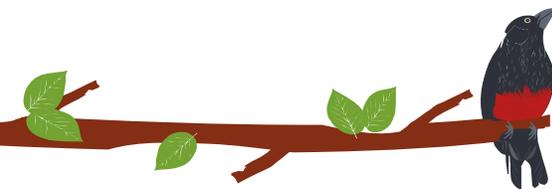


Tabla 28. Diferencias y similitudes de los escenarios tendenciales de la macrocuenca el caribe y la cuenca Rio Sucio Alto.

DIFERENCIAS	SIMILITUDES
<ul style="list-style-type: none"> ○ para los escenarios pesimista y probable se presenta una disminución de la oferta hídrica de gran magnitud, alcanzando a una disminución de los 100.000 MMC disponibles en el 2013 a 80.000 MMC en el 2050 para el escenario probable y hasta 70.000 MMC para el escenario pesimista una disminución que representa hasta el 30% 	<ul style="list-style-type: none"> ○ El cálculo de la demanda de agua está estrechamente relacionado con la dinámica poblacional que se presente en la Macrocuenca del caribe y en la cuenca Rio Sucio Alto.
<ul style="list-style-type: none"> ○ Aunque la demanda hídrica industrial representa la demanda de bienes y servicios de la población, no está presente en las proyecciones de la cuenca Rio Sucio Alto, pues este sector no es representativo en la cuenca. 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Tanto para la macrocuenca como para la Cuenca Rio Sucio Alto, la demanda hídrica no solo está relacionado con el sector doméstico, sino también, con el sector agropecuario, pues este satisface las necesidades alimenticias de la población.
<ul style="list-style-type: none"> ○ Para la cuenca Rio Sucio Alto la oferta hídrica se asume constante para los próximos 10 años, muestran que para la macrocuenca presenta algunas variaciones. ○ Aunque la estimación de la demanda de agua subterránea es un tema complejo, la macrocuenca del caribe estimó esta demanda, mediante datos del estudio nacional del agua del 2010. 	<ul style="list-style-type: none"> ○ El comportamiento en los análisis de la demanda de la cuenca Rio Sucio Alto, permiten observar un incremento paulatino durante los 10 años analizados, impulsado principalmente por la tasa de crecimiento de la demanda agrícola y pecuaria, caso opuesto al de la demanda doméstica que va decreciendo con el paso del tiempo.

Fuente: Elaboración propia.

• Articulación de los escenarios tendenciales de gestión del riesgo asociado al recurso hídrico.

En los análisis de la macrocuenca del caribe se consideró las personas y hogares que han sido afectadas históricamente, y potencialmente podrían ser afectadas por los desastres asociados al agua, como lo son los deslizamientos, las avalanchas y las inundaciones, además, las pérdidas de cultivos y de ganado como consecuencia de los desastres mencionados anteriormente. Además, zonifica las posibles subzonas hidrográficas afectadas por deslizamiento, avalanchas e inundaciones.

Asimismo, para la cuenca Rio Sucio Alto se recopiló información que permitiera definir las áreas amenazadas por movimientos en masa (Deslizamientos), avenidas torrenciales (Avalanchas) e inundaciones. Aunque los análisis tendenciales de la cuenca Rio Sucio Alto, no tienen en cuenta la consecuencia ocasionado por los desastres, si resalta y zonifica aquellas zonas susceptibles a presentar las amenazas anteriormente descritas.

En la Tabla 29 se presentan las diferencias y similitudes relacionadas con la gestión del riesgo para la macrocuenca el caribe y la cuenca Rio Sucio Alto.



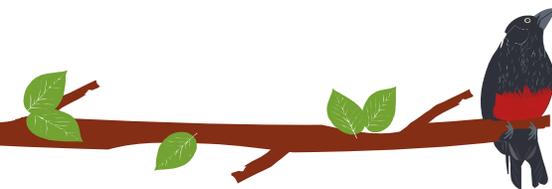


Tabla 29. Diferencias y similitudes de los escenarios tendenciales de la macrocuenca el caribe y la cuenca Rio Sucio Alto.

DIFERENCIAS	SIMILITUDES
<ul style="list-style-type: none"> Los análisis tendenciales de la macrocuenca el caribe presenta las proyecciones de hogares afectados para el año 2020,2030, 2040 y 2050 si ocurrieran las mismas condiciones de la ola invernal 2010-2011. El análisis del riesgo por desastres asociados al agua se realizó a partir de información de la última emergencia por agua en el 2011, que se presenta en el registro único de damnificados por la emergencia invernal 2010-2011. Para esto se tuvieron en cuenta los hogares afectados por la emergencia invernal para cada una de las zonas y subzonas hidrográficas. 	<ul style="list-style-type: none"> El análisis de riesgo para los escenarios tendenciales se realizó bajo los eventos de inundaciones, avenidas torrenciales y movimientos en masa, tanto para la macrocuenca el caribe como para la cuenca Rio Sucio Alto. La mayor amenaza que presenta la macrocuenca y la cuenca Rio Sucio Alto son los movimientos en masa, seguido de las inundaciones y las avenidas torrenciales.

Fuente: Elaboración propia.

3 CONSTRUCCIÓN DE LOS ESCENARIOS DESEADOS

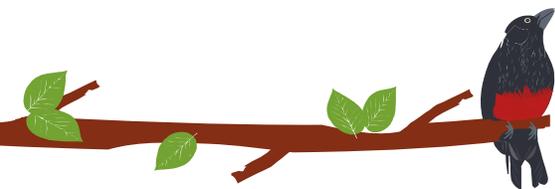
La ordenación de la cuenca Río Sucio Alto, concibe la participación de los actores que viven y desarrollan actividades en el territorio, como factor estructurante en el proceso de la zonificación ambiental; en el que, bajo su experiencia y conocimiento, los actores plasman desde la realidad de las condiciones físico-naturales y socio-culturales su escenario deseado del territorio, que finalmente se convierte en la "visión compartida del futuro esperado para la cuenca".

Bajo la concepción del escenario deseado, los habitantes de la cuenca Río Sucio Alto, han de representar sus necesidades e intereses enfocados hacia el desarrollo sostenible de la cuenca; quienes han establecido en sí, espacios de diálogo interdisciplinar y participativo, para visionar su territorio en los próximos diez años, basado en que cada actor debe asumir su rol y compromiso frente al manejo y uso adecuado de los recursos naturales que provee la cuenca.

En este sentido, la construcción del escenario deseado ha integrado la realidad actual de la cuenca, con las visiones futuras que los mismos poseen sobre su territorio; de esta manera se busca construir un escenario acorde a las condiciones socio territoriales de sus pobladores, en el que, desde su conocimiento y trabajo realizado, se aporte significativamente y se refleje en gran medida en el proceso de zonificación ambiental final de la fase.

Acorde a lo anterior, se presenta el trabajo resultante de los diferentes actores de la cuenca Río Sucio Alto, quienes plasmaron su territorio deseado para los próximos diez años, bajo la perspectiva del estado actual, los escenarios tendenciales y desde sus conocimientos y experiencias como pobladores de la cuenca, los cuales finalmente se





han congregado dentro del escenario deseado resultante, de la cuenca Río Sucio Alto para el año 2029.

3.1 METODOLOGÍA PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL ESCENARIO DESEADO

3.1.1 Selección y priorización de escenarios tendenciales para la construcción del escenario deseado

La articulación entre los resultados del estado actual y las proyecciones realizadas hacia el año 2029 de la cuenca Río Sucio Alto, fueron insumos clave para presentar un escenario tendencial del territorio para los próximos diez años; con el fin de generar un interés individual y a su vez reflexión colectiva y pensamiento crítico, basado en evidenciar la transformación y los cambios que presentará gradualmente la cuenca, sobre la provisión de los recursos naturales y las dinámicas socioculturales del territorio.

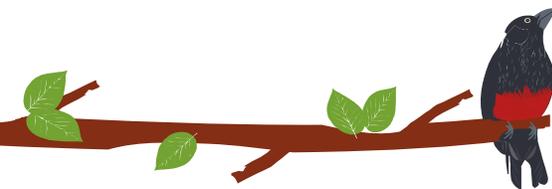
En este sentido, los escenarios tendenciales se convirtieron en insumos para la presentación y proceso de construcción de los escenarios deseados de la cuenca, los cuales fueron seleccionados y priorizados bajo dos elementos:

En primera instancia se realizó la priorización teniendo en cuenta las problemáticas identificadas y analizadas dentro en los escenarios prospectivos, a partir de las condiciones actuales que se reflejan desde los componentes físico, biótico, gestión del riesgo, socioeconómico y cultural. Las problemáticas que se presentan en la Tabla 30 finalmente han sido priorizadas por el equipo del POMCA, así como desde los aportes de las mismas comunidades, con el fin de identificar la problemática central del Plan y establecer inicialmente la priorización con los indicadores

Tabla 30. Problemáticas priorizadas para la construcción del escenario deseado

Temática	Problemáticas	Indicador
Calidad de agua	Insuficiente cobertura de tratamiento de aguas residuales en cabeceras municipales y centros poblados.	Índice de calidad del agua (ICA)
Coberturas	Alteraciones antrópicas que han generado procesos de fragmentación ecosistémica, que alteran las coberturas naturales en la cuenca (expansión minera, ganadería, deforestación y quemas).	Índice del estado actual de las coberturas naturales.
Ecosistemas Estratégicos	Pérdida de cobertura boscosa en áreas complementarias para la conservación como la Reserva Forestal de Ley 2da. de 1959 y áreas protegidas (DMI Insor, PNN las Orquídeas y PNN Paramillo)	Indicador de Tasa de cambio de las coberturas naturales de la tierra (TCCN), Indicador Vegetación Remanente (IVR)
Ecosistemas Estratégicos	Perdida de la cobertura boscosa a una tasa de 660 ha/año en la cuenca	% de área de ecosistemas estratégicos
Servicios Sociales Básicos	Manejo inadecuado de la recolección y separación final de los residuos sólidos en la cuenca	Densidad Poblacional – Dp





Temática	Problemáticas	Indicador
Oferta Institucional	Baja gobernabilidad, representatividad e intervención de las instituciones responsables de los asuntos y compromisos ambientales en la cuenca.	Porcentaje de Área de sectores Económicos
Riesgos	El 35 % de la cuenca se encuentra en amenaza alta por movimientos en masa	% de niveles de Amenaza por Movimientos en masa
Calidad de agua	Contaminación del recurso hídrico por minería, según lo manifiesta la comunidad	Índice de alteración potencial a la calidad del agua - (IACAL).
Seguridad Alimentaria	Aumento de tierras destinadas a la producción ganadera doble propósito a mediana y alta escala, lo que genera no solo el deterioro ambiental por el sobrepastoreo, también una menor demanda laboral, disminución de familias con acceso al trabajo y con recursos socioeconómicos para acceder a productos de la CBF y a la oferta institucional de la cuenca.	Seguridad Alimentaria - Sa

Elaboración propia

En segunda instancia y en modo de complementación, se realizó la priorización de los escenarios tendenciales desde la herramienta MICMAC, y desde la evaluación y valoración del equipo del POMCA Río Sucio Alto, quienes desde sus conocimientos específicos sobre el territorio, determinaron el grado de influencia, dependencia e impacto de los escenarios tendenciales a ser objeto de análisis y reflexión de los actores al momento de la construcción de los escenarios deseados; Acorde a lo anterior, en la

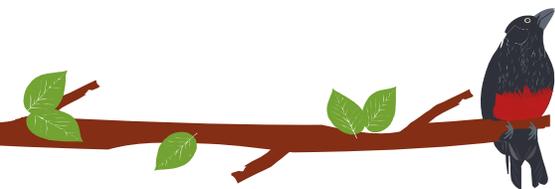
Figura 23 se presentan los escenarios tendenciales enseñados y analizados por los actores de la cuenca a partir de la metodología MIC-MAC implementada.



Figura 23. Escenarios tendenciales priorizados para la construcción del escenario deseado

Las variables mencionadas anteriormente, fueron presentadas para ser objeto de análisis y reflexión colectiva, del estado de la cuenca Río Sucio Alto en los próximos diez





años, en el que los actores de la cuenca, como expertos de su territorio, evalúan aquellos factores y condiciones que han de ocasionar los escenarios prospectivos y así plasmar las medidas necesarias que contrarresten, mitiguen y compensen las afectaciones ocasionadas a la cuenca.

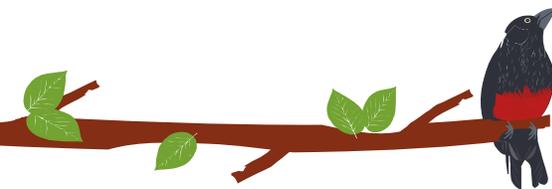
Para ello, se abordan resultados determinantes como la riqueza en el recurso hídrico pero las afectaciones y deficiencia de la calidad del agua en las diferentes subcuencas del territorio, la pérdida anual de 660 Hectáreas de bosque, las áreas de amenaza natural por inundación, movimientos en masa, avenidas torrenciales e incendios forestales, que desde los resultados actuales y prospectivas son causadas en gran medida por las actividades antrópicas realizadas en la cuenca.

3.1.2 Construcción de los escenarios deseados

La construcción de los escenarios deseados parte metodológicamente de la estrategia de participación, en el que los actores mediante mesas de trabajo asumieron la responsabilidad de zonificar el territorio desde su propia visión y bajo las proyecciones que realizan del mismo; para ello contaron con información general, relacionada con aquellas áreas que requieren atención, como zonas de protección y conservación, uso socioeconómico, de amenazas y riesgos naturales, que finalmente integran los pasos para la construcción de la zonificación ambiental. El desarrollo de los talleres para la construcción de los escenarios deseados se cimienta en tres momentos:

- **Presentación de las generalidades del POMCA:** Se aborda la conceptualización general de cuencas Hidrográficas, la localización general de la cuenca Río Sucio Alto, el concepto y alcance del POMCA (Plan de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas) junto con las fases correspondientes a su formulación y ejecución; la información fue presentada con el fin de recordar a la comunidad el alcance de la formulación del POMCA.
- **Resultados de los Escenarios Tendenciales /Prospectivos:** Se realizó la presentación de los resultados obtenidos de los escenarios tendenciales priorizados para la construcción de los escenarios deseados; en este caso, se enfoca en aspectos relacionados a la calidad del recurso hídrico, la transformación de la cobertura de la cuenca y el impacto sobre las áreas protegidas y ecosistemas estratégicos, además de los riesgos y amenazas naturales por inundación, movimientos en masa, avenidas torrenciales e incendios forestales latentes en la cuenca Río Sucio alto para los próximos diez años.
- **Desarrollo de las mesas de trabajo:** Durante las mesas de trabajo, se llevó a cabo la técnica de la cartografía social, la cual permitió la ilustración y posterior análisis de escenarios, situaciones o condiciones actuales y futuras de la cuenca; además de recrear y reconocer la percepción particular y colectiva que poseen los actores sobre su territorio, e identificar la diversidad de intereses que dichos definen para la sostenibilidad y aprovechamiento de los recursos naturales. Para





ello se realizó la entrega de los siguientes insumos, con el fin que los actores contaran con las herramientas necesarias para construir su escenario deseado:

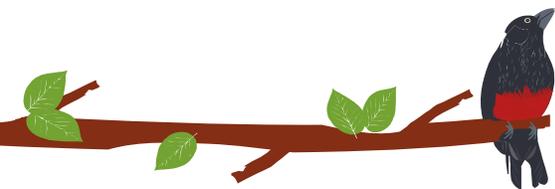
- Resultados de la síntesis ambiental e indicadores de línea base de la fase de Diagnóstico.
- Cartografía con los resultados de los escenarios tendenciales priorizados.
- Cartografía base de la cuenca Río Sucio Alto por municipio, resaltando las áreas protegidas, los resguardos indígenas, etc.
- Matriz con las categorías de ordenación, zonas de uso y manejo en la zonificación ambiental de cuencas hidrográficas.
- Matriz de convenciones con zonas de uso y zonificación ambiental para cuencas hidrográficas.

Los actores realizaron la presentación de los escenarios deseados, en cada uno de los municipios de la cuenca Río Sucio Alto, donde cada mesa de trabajo asignó un nombre representativo a la zonificación realizada y evidenció en su escenario las áreas que debían ser consideradas como zonas de protección, recuperación ambiental, uso socioeconómico y aquellas que se convierten en zonas de riesgo para la comunidad, según sus conocimientos y perspectivas que poseen sobre el territorio. Paralelamente se identificaron las áreas similares, paralelas y disimiles, teniendo en cuenta las zonificaciones ambientales elaboradas en cada mesa de trabajo Desarrollo de las mesas de trabajo. En la Tabla 31 se resume finalmente la programación, alcance y resultados generales del desarrollo de los talleres participativos de la fase de Prospectiva-Zonificación Ambiental.

Tabla 31. Consolidación de las mesas de trabajo para la construcción del escenario deseado.

FECHA	MUNICIPIO	NÚMERO DE MESAS	NOMBRE DE LAS MESAS DE TRABAJO
27 de junio de 2019	Cañasgordas Parque Educativo Makirá Jaibana	3 mesas de trabajo	Mesa 1. Conservación y Desarrollo Sostenible
			Mesa 2. Paraíso Verde
			Mesa 3. Cañasgordas Sostenible
3 de julio de 2019	Dabeiba Parque Etnoeducativo	4 mesas de trabajo	Mesa 1. Campesinos protegiendo para el futuro
			Mesa 2. Dabeiba Sostenible 2029
			Mesa 3. Dabeiba Verde
			Mesa 4. Dabeiba Ruta del Progreso en Desarrollo Sostenible
4 de julio de 2019	Uramita Ciudadela Educativa	3 mesas de trabajo	Mesa 1. Uramita Amigable con el Medio Ambiente
			Mesa 2. Uramita con Sentido Verde
			Mesa 3. Uramita Color Esperanza
5 de julio de 2019	Frontino Ciudadela Educativa	3 mesas de trabajo	Mesa 1. Por un Frontino verde y Autosostenible





FECHA	MUNICIPIO	NÚMERO DE MESAS	NOMBRE DE LAS MESAS DE TRABAJO
			Mesa 2. Frontino climatizado con el medio ambiente
			Mesa 3. Frontino Protegido, educado y sostenible 2030
6 de julio de 2019	Abriaquí Casa de la Cultura Municipal	3 mesas de trabajo	Mesa 1. Acuarela Natural Mesa 2. Abriaquí Futuro Verde Mesa 3. Abriaquí zona de Protección

Fuente: elaboración propia.

3.2 SISTEMATIZACIÓN DE APORTES DE LOS ACTORES PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL ESCENARIO DESEADO

Los aportes y perspectivas de los actores de los municipios de la cuenca, fueron compilados con el fin de realizar una lectura e interpretación holística de las proyecciones futuras que los mismos plasmaron sobre tu territorio, visualizados desde una óptica general y con visiones integrales de la cuenca Río Sucio Alto, en la que finalmente se consolida el escenario deseado resultante. En la Tabla 32 y en el desarrollo del respectivo numeral, se presentan los aportes de los actores, identificados en las mesas de trabajo para la construcción de los escenarios deseados.





Tabla 32. Mesas de trabajo para la construcción de los escenarios deseados

FECHA	MUNICIPIO	NOMBRE DE LAS MESAS DE TRABAJO	APORTES DE LOS ACTORES EN LOS ESCENARIOS DESEADOS
Jueves, 27 de junio de 2019	Cañasgordas Parque Educativo Makirá Jaibana	<p>Mesa 1. Conservación y Desarrollo Sostenible.</p> <p>Mesa 2. Paraíso Verde.</p> <p>Mesa 3. Cañasgordas Sostenible.</p>	<p>Áreas de Protección: Protección del HIPOGEO de Cañasgordas como área arqueológica y ecoturística Zona de protección de La Cristalina, nacimiento de microcuenca que abastece 13 veredas de Cañasgordas. Conservar las áreas periféricas del casco urbano Zona de protección de las Veredas La Balsa, La Balsita, Moroto y Buenos aires. Protección de la microcuenca que abastece el acueducto San Pascual Protección del Alto de Insor.</p> <p>Áreas de Restauración/Rehabilitación Reforestación de las áreas de retiro del Río Sucio. Reforestación margen de los ríos de la cuenca. Reforestación de la Ribera del Río Cañasgordas Reforestación de las quebradas Los Perros, Cuchilla Larga. Reforestación de la ruta del Apocarpó Reforestación del Río Chuzá, Cañasgordas Reforestación de la vereda La Cusuti, Reforestar laderas de Cañasgordas en límites con el municipio de Giraldo.</p> <p>Áreas de Uso Múltiple Actividades agrícolas en la vereda Santo Domingo y San Pascual de Cañasgordas.</p>
Miércoles, 3 de julio de 2019	Dabeiba Parque Etnoeducativo	<p>Mesa 1. Campesinos protegiendo para el futuro.</p> <p>Mesa 2. Dabeiba Sostenible 2029.</p> <p>Mesa 3. Dabeiba Verde.</p> <p>Mesa 4. Dabeiba Ruta del Progreso en Desarrollo Sostenible.</p>	<p>Áreas de Protección: Protección del Cañón de la Llorona Veredas Llano gordo, Antado, La Estrella, El Toro, Quiparadó, La Soledad y Quiparadocito Declarar área de importancia ambiental el sector de Alto bonito, Parque paramillo, La fortuna, Choromando, Rosalía y Llano gordo. Protección de los resguardos indígenas Ampliar zonas de protección en la vereda Nullidales. Conservación de las microcuencas abastecedoras del municipio. Conservación arqueológica de las cuevas del Mohán, el cementerio en Charrascal.</p> <p>Áreas de Restauración/Rehabilitación Reforestar zonas del Cañón de la Llorona, Camparrusia y sector de Alto Bonito en Dabeiba. Reforestación en la ciénaga La Soledad en la vereda Llano gordo. Reforestación en las quebradas del municipio. Reforestación en las quebradas Chimurro, La Soledad, El Tigre, La Fortuna, Charrascal, Caliche, Quiparadó, Choromando Alto y Rosalía.</p>



PLAN DE ORDENACIÓN Y MANEJO DE LA CUENCA RÍO SUCIO ALTO
FASE DE PROSPECTIVA Y ZONIFICACIÓN AMBIENTAL

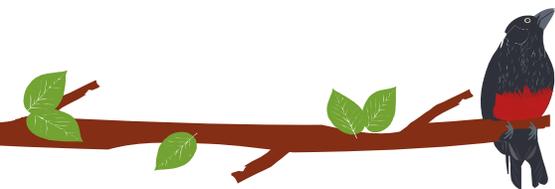
FECHA	MUNICIPIO	NOMBRE DE LAS MESAS DE TRABAJO	APORTES DE LOS ACTORES EN LOS ESCENARIOS DESEADOS
			<p>Áreas de Uso Múltiple Actividades agrícolas en las veredas Llano grande, La Montañita, Playones, Los Naranjos, Cañaverales, El páramo, La Danta, Chacha frutal, La Balsita, Tocunal, La Chiquita, La Paloma, Culantrillales, Palonegro, El mango, Chupadero, El Terco, Betania, Guadualito, El Jordán, La Armenia, La Fortuna, El Plan en el municipio de Dabeiba.</p>
Jueves, 4 de julio de 2019	Uramita Ciudadela Educativa	<p>Mesa 1. Uramita Amigable con el Medio Ambiente. Mesa 2. Uramita con Sentido Verde. Mesa 3. Uramita Color Esperanza.</p>	<p>Áreas de Protección: Zona de Protección del acueducto multiveredal de la quebrada El Oso. Zona de importancia Ambiental quebrada El Oso, quebrada La Esperanza y quebrada La Venturina Protección de las zonas arqueológicas de las cuevas de Oro Bajo Protección de la quebrada Nobogá Conservación de las áreas de protección ya reglamentadas</p> <p>Áreas de Restauración/Rehabilitación Restauración de zonas verdes en Peñas Blancas Uramita. Reforestación en las áreas donde se encuentra realizando el macroproyecto de Mar 2. Restauración en las áreas de Cabullal</p> <p>Áreas de Uso Múltiple Sistemas silvopastoriles en zona rural de Uramita Aprovechamiento sostenible de áreas de la Ley Segunda.</p>
Viernes, 5 de julio de 2019	Frontino Ciudadela Educativa	<p>Mesa 1. Por un Frontino verde y Autosostenible. Mesa 2. Frontino climatizado con el medio ambiente. Mesa 3. Frontino Protegido, educado y sostenible 2030.</p>	<p>Áreas de Protección: Proteger zona de captación para el acueducto municipal de Frontino Proteger el parque Ambiental la Esperanza Proteger las cuencas abastecedoras en el municipio de Frontino</p> <p>Áreas de Restauración/Rehabilitación Reforestación en la vereda Juan 23 en Rehabilitación en la vereda los azules Restauración de El Cerro. Reforestación parque ambiental la Esperanza.</p> <p>Áreas de Uso Múltiple Sistemas silvopastoriles en zona rural Cultivos hidropónicos en zona rural. Actividades agrícolas en zona de reserva forestal de Ley 2.</p>



PLAN DE ORDENACIÓN Y MANEJO DE LA CUENCA RÍO SUCIO ALTO
FASE DE PROSPECTIVA Y ZONIFICACIÓN AMBIENTAL

FECHA	MUNICIPIO	NOMBRE DE LAS MESAS DE TRABAJO	APORTES DE LOS ACTORES EN LOS ESCENARIOS DESEADOS
Sábado 6 de julio de 2019	Abriaquí Casa de la Cultura Municipal	Mesa 1. Acuarela Natural. Mesa 2. Abriaquí Futuro Verde. Mesa 3. Abriaquí zona de Protección.	<p>Áreas de Protección: Aumentar zonas de protección en las partes altas de Abriaquí. Protección del Parque de las Orquídeas Zonas arqueológicas en las veredas Los Monos y El Tambo. Declarar área protegida zona La Orqueta.</p> <p>Áreas de Restauración/Rehabilitación Reforestación en las quebradas del municipio Reforestar las laderas de la quebrada la Quebradona.</p> <p>Áreas de Uso Múltiple Agricultura sostenible y silvopastoreo en las veredas Quimula, Potreros, Juntas, El tambo, Corcovado, El Cejen. Prácticas agrícolas sostenibles en área de reserva forestal de Ley Segunda.</p>

Elaboración propia



Posteriormente, se realizó en la sede de la territorial Nutibara de la Corporación Ambiental, la convalidación y complementación final al escenario deseado preliminar. En el que, mediante mesa de trabajo, el equipo de CORPOURABA analiza los resultados de los escenarios deseados construidos por la comunidad de los municipios de la cuenca, contemplando cuáles fueron las áreas ya marcadas por los actores.

Para la construcción del escenario deseado resultante, proponen acciones y proyectos orientados a conservar los recursos naturales, mitigar los riesgos en zonas de amenaza alta e incentivar el uso de buenas prácticas agrícolas, con el fin de obtener al escenario deseado resultante. Los aportes y medidas definidas para cada municipio se evidencian a continuación:

Municipio de Cañasgordas:

- Control de cultivos y construcción en zonas cercanas al río.
- Aumentar zonas de cultivos según el uso del suelo.
- Fortalecer programas de producción agrícola.
- Diversificar los cultivos (menos monocultivos).
- Reforestación de los bordes de la vía que atraviesa la cuenca.
- Control de taludes mediante cercas vivas.
- Corredor ecológico desde la zona urbana
- Control en zonas de riesgo donde hay asentamientos.
- Se identificó zonas de expansión en San Pascual y Cestillal.

Municipio de Uramita:

- Aprovechamiento y compensación del recurso forestal y flora cuando se expanda la frontera agrícola.
- Reubicación del barrio Santa Ana debido a condiciones de alto riesgo.
- Estudios para identificar zonas de expansión urbana que no tengan riesgo.
- Realizar estudios de usos de suelos para su aprovechamiento.
- Reforestación de riberas y nacimientos de agua.
- Control de taludes.

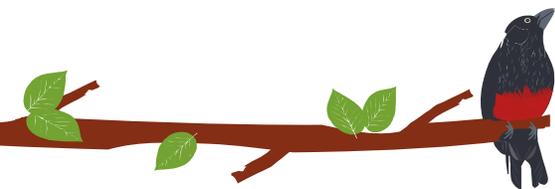
Municipio de Dabeiba

- Reforestación en riberas de ríos y quebradas.
- Monitoreo de ríos y quebradas susceptibles de eventos torrenciales como en la quebrada Desmontadora y la quebrada Cañada seca.
- Reforestación de áreas de retiro del Río Sucio.
- Identificación de Ríos torrenciales como Río Urama, Río Sucio, Quebrada el Lindero y el Tigre.
- Identificación de zonas susceptibles a presentar deslizamientos como El cocal.

Municipio de Frontino:

- Promover actividades de prácticas agrícolas para mitigar los impactos de las actividades productivas.





- Reforestar con árboles nativos y frutales.
- Recuperación, reconocimiento y divulgación de zonas arqueológicas antes de hacer proyectos de ecoturismo.
- Declarar zonas de protección los nacimientos de las quebradas.
- Reforestación de riberas de ríos y quebradas.
- Programas para la diversificación de cultivos.
- Estaciones de monitoreo en los ríos principales del municipio.
- Zonas de compensación ambiental debido a los monocultivos de cañas.
- Control intensivo de la ganadería extensiva en zonas de protección.
- Control de vertimientos.
- Seguimiento a las empresas que realizan vertimientos.
- Cercas vivas en zonas de alta pendiente.
- Control de taludes con bioingeniería.
- Incentivar proyectos de piscicultura para no depender del consumo de carnes rojas.

Municipio de Abriaquí:

- Unir los corredores biológicos.
- Control y regulación sobre la frontera agrícola.
- Protección en las riberas de los ríos con especies nativas.
- Reforestación con especies que amarren.
- Inversión en BanCO2.
- Conservar los corredores ecológicos (hábitat del Oso de Anteojos).

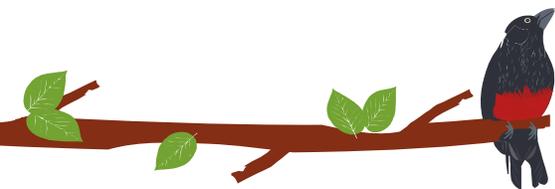
3.3 CONSOLIDACIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO DESEADO RESULTANTE

El análisis de las proyecciones socio territoriales realizadas por los actores de la cuenca, reflejan las perspectivas de los mismos para la obtención de un escenario deseado en los próximos diez años; en la que se evidencia la construcción conjunta de un territorio en la que se articula la conservación del medioambiente, el aprovechamiento socioeconómico de la cuenca y la sostenibilidad y manejo adecuado de los recursos ecosistémicos que el medio les provee.

Enfocan la construcción de su escenario deseado, hacia la preservación de las áreas protegidas ya existentes, tales como el Parque Natural Las Orquídeas, el Alto de Insor, el Complejo de páramos, el Nudo del Paramillo, además de aquellas iniciativas de la sociedad civil, como el parque la Esperanza y de zonas de importancia ambiental como el Cañón de la Llorona; además de las microcuencas abastecedoras de los acueductos y en general de las fuentes hídricas que rodean la cuenca.

Consideran que la reforestación y la recuperación ambiental son factores determinantes para recobrar la cobertura natural de la cuenca, que se ha visto altamente afectada a causa de la expansión de la frontera agropecuaria y de las diferentes actividades antrópicas realizadas en el territorio; para ello, definen áreas determinadas de los municipios de la cuenca (ver Tabla 32), que requieren atención debido a los riesgos por movimientos en masa a los que se encuentra expuesta la comunidad,





además de la reforestación en zonas de los nacimientos y de las rondas hídricas de la cuenca, y en las áreas de influencia de los macroproyectos, los cuales han generado un impacto negativo sobre los recursos naturales, según la perspectiva de los actores.

Enfatizan que la cuenca requiere de reforestación con especies nativas forestales y de árboles frutales que aporten la subsistencia económica y de la seguridad alimentaria de las comunidades asentadas, junto con la recuperación de los corredores biológicos, que traigan consigo la preservación e incremento de las especies de fauna y flora, la reducción de amenazas naturales y la conservación del hábitat de especies silvestres, lo que finalmente podría convertirse en zonas ecoturísticas, que permitan fortalecer y diversificar las actividades económicas en la cuenca.

Los actores se enfocan en preservar y trabajar con las zonas ya destinadas para el uso económico; resaltando la importancia de realizar sus actividades agrícolas y pecuarias bajo prácticas sostenibles dentro de la Reserva Forestal del Pacífico y en el Cañón de la Llorona, reconociendo que la cuenca posee gran porcentaje dentro de las mismas. Han manifestado que la Ley Segunda no es cumplida a cabalidad por ningún actor asentado en el territorio, ya que el área se encuentra intervenida y en el lugar ya se realizan actividades de índole económico, por lo que, como pobladores de la cuenca, manifiestan que desde el gobierno nacional se debe revisar nuevamente dicha área o encontrar las medidas correspondientes para atender y controlar la intervención.

En este caso las actividades agropecuarias deben enmarcarse en la preservación de los recursos naturales, la extracción sostenible y equilibrada con el medio ambiente y el fomento de la producción limpia y de buenas prácticas productivas; buscan fortalecer las cadenas de valor, el proceso de comercialización y seguridad alimentaria de los diferentes productos que se cultivan y producen en la cuenca, enfocándose en un mercado limpio y equilibrado, donde los productos agrícolas sean pagos y adquiridos bajo precios justos y equitativos para los productores campesinos.

Asimismo, manifiestan su preocupación frente a las actividades de minería que se realizan actualmente en la cuenca, las cuales finalmente no cuentan con la licencia ambiental para extraer el material, por lo que consideran que su funcionamiento se realiza de manera clandestina e ilegal; en el que con sus operaciones solo han causado un impacto sobre el medio ambiente, ya que ha traído consigo la contaminación de las fuentes hídricas, la deforestación y pérdida del hábitat de las especies en la cuenca, las erosiones y movimientos en masa, las cuales finalmente no son contrarrestados por los actores de dicha actividad. Teniendo en cuenta el análisis anterior, se presenta en la Tabla 33 el escenario deseado resultante de la cuenca Río Sucio Alto para el año 2029.



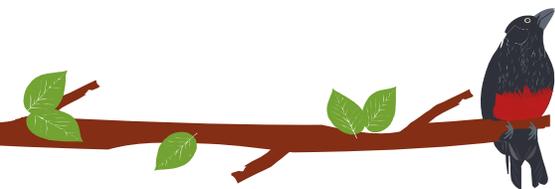
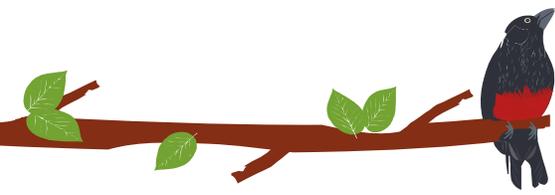


Tabla 33. Escenario deseado de la cuenca Río Sucio Alto para el año 2029

ESCENARIO DESEADO RIO SUCIO ALTO 2019-2029	
CATEGORÍAS DE ORDENACIÓN Y USO DEL TERRITORIO	CONSTRUCCIÓN DESEADA DE LOS ACTORES
Áreas De Protección	<ul style="list-style-type: none"> • Áreas protegidas por el SINAP ya existentes, tales como el Parque Natural Las Orquídeas, el Alto de Insor, el Complejo de páramos, el Nudo del Paramillo. • Microcuencas que abastecen los acueductos municipales y veredales en la cuenca, con el fin de aportar a las condiciones de calidad del agua. • Conservación de la parte alta de la cuenca Río Sucio Alto, a partir de la formación de corredores ecológicos, que aporten a la interconectividad de la biodiversidad en el territorio. • Reconocimiento y reglamentación especial sobre los ocho resguardos indígenas que se encuentran en jurisdicción de la cuenca, con el fin de proteger sus territorios y restringir el uso del suelo a aquellas personas que no hacen parte del pueblo Embera. • Reconocimiento y promoción de los sitios de interés cultural y arqueológico hallados en la cuenca. • Las áreas correspondientes a las iniciativas de conservación de la sociedad civil como el Parque La Esperanza. • Creación de programas de conservación, como BANCO2 o Pagos por servicios ambientales, con el fin de fortalecer y ampliar las áreas de protección en la cuenca.
Áreas De Recuperación Ambiental	<ul style="list-style-type: none"> • Reforestación en los nacimientos, rondas hídricas y desembocaduras de los ríos y quebradas que caen directamente al Río Sucio Alto, con el fin de controlar la erosión y las amenazas por inundaciones y avenidas torrenciales en la cuenca. • Reforestación en las zonas urbanas de los municipios de la cuenca, con el fin de mitigar las amenazas por inundaciones que se presentan y la deforestación a causa de la siembra de cultivos. • Compensaciones ambientales y jornadas de reforestación en las áreas de afectación directa de los macroproyectos que se encuentran realizando en la cuenca. • Reforestación en áreas degradadas y sobre utilizadas, según la información suministrada en la cartografía de los cambios de la cobertura natural, pérdida de ecosistemas estratégicos, etc.
Áreas De Uso Múltiple	<ul style="list-style-type: none"> • Aprovechamiento de las áreas de interés cultural y Ambiental por parte de las comunidades, para la creación de proyectos ecoturísticos, que aporten a la economía local de los municipios. • Actividades agrícolas y pecuarias en áreas ubicadas dentro de la Reserva Forestal de Ley Segunda. • Fortalecimiento de las cadenas de valor en la cuenca, a partir de la variedad de los productos agrícolas que se producen en el territorio y que finalmente podrían convertirse en productos de exportación. • Formalización y regulación sobre las actividades de minería que se realizan de manera informal e ilegal en la cuenca. • Control y seguimiento a las afectaciones e impactos que generan las obras de los macroproyectos que se realizan en el territorio.

Elaboración propia





Teniendo en cuenta el análisis anterior y la construcción sistemática del escenario deseado, se presenta en la Figura 24 la cartografía del Escenario deseado resultante de la cuenca Río Sucio Alto

EN ETAPA DE PUBLICIDAD

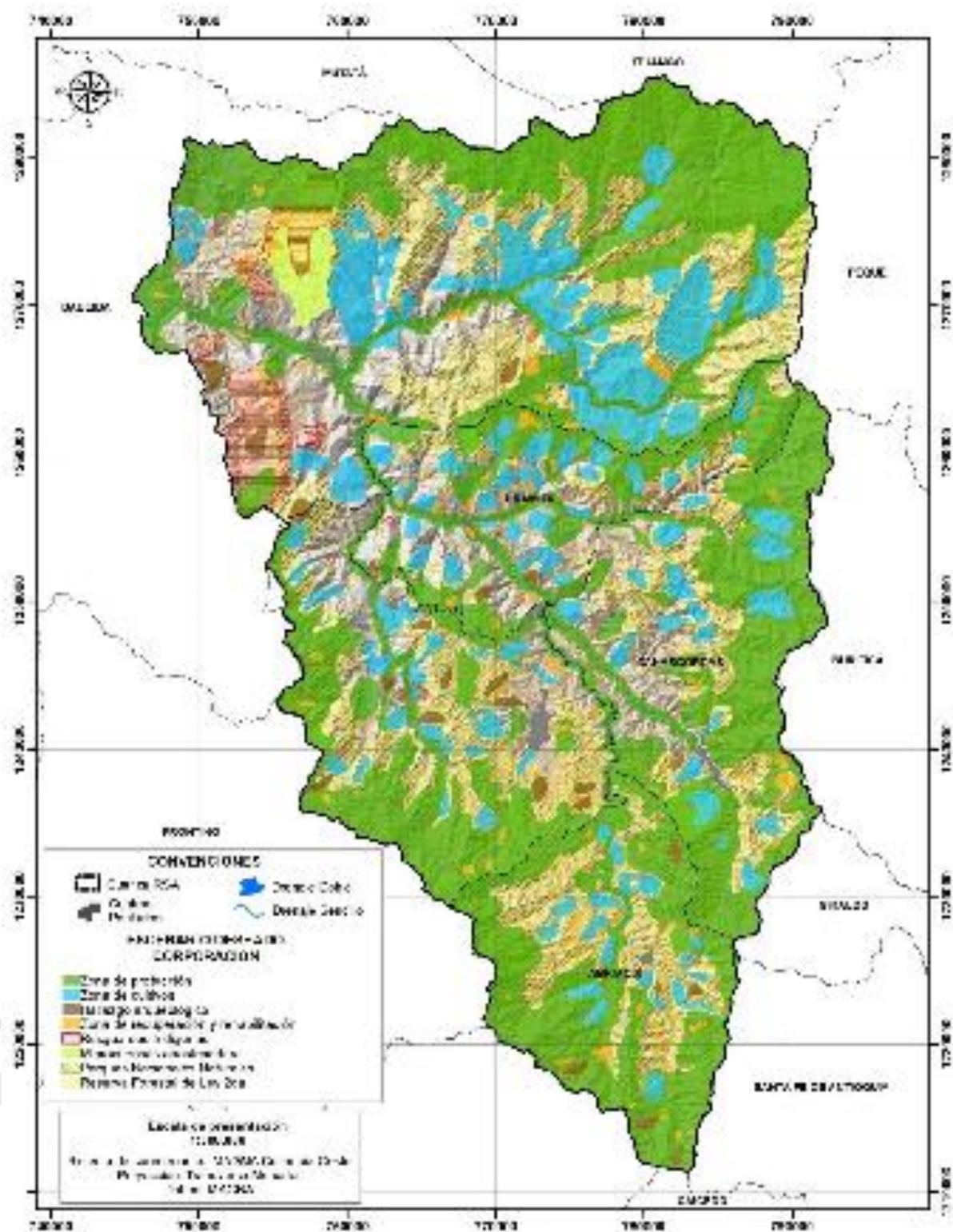
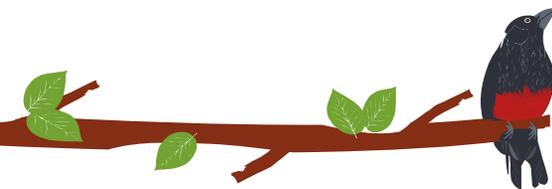
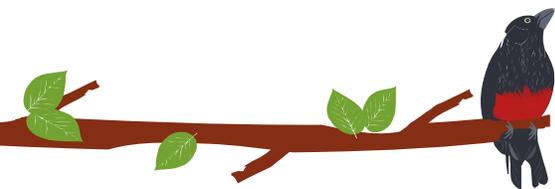


Figura 24. Escenario deseado resultante de la cuenca Río Sucio Alto. Elaboración propia





4 ANÁLISIS PROSPECTIVO DEL COMPONENTE DE GESTIÓN DEL RIESGO

En relación con la proyección tendencial de la variable de gestión del riesgo, como se indica en los alcances técnicos y el Anexo B. De la Guía Metodológica que precisa el paso a paso para incorporar el componente de gestión del riesgo en la fase de Prospectiva y Zonificación Ambiental, el objetivo es analizar los escenarios tendenciales, deseado y apuesta a partir de la evaluación de amenazas, vulnerabilidad y riesgos obtenidos en el diagnóstico e incorporar en la zonificación ambiental la evaluación de la amenaza para definir las estrategias para la reducción de riesgos en las zonas priorizadas como de amenaza alta y de vulnerabilidad y riesgo para evitar la conformación de nuevas condiciones de riesgo.

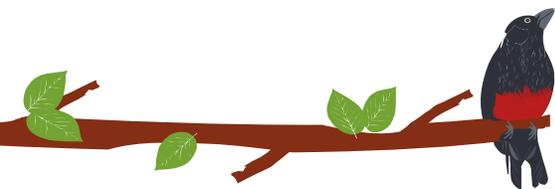
El análisis prospectivo en el componente de gestión del riesgo busca encontrar inicialmente las variables claves y aspectos que contribuyen a la generación de amenazas y riesgos, las tendencias al año 2029 (año definido como horizonte del proyecto) de las amenazas y la exposición en función de las dinámicas existentes en la cuenca, las medidas y estrategias para la reducción del riesgo dentro un escenario deseado y orientar con el componente de gestión del riesgo al proceso de zonificación ambiental (mediante un escenario apuesta) de la cuenca como objetivo de la fase de prospectiva y zonificación del POMCA desde su integralidad.

Dentro de esta visión tendencial, deseada y apuesta se tienen en cuenta aquellas variables implícitas en la condición de riesgo de un territorio, en caso del territorio de la cuenca río Sucio Alto es destacable las condiciones físicas asociadas a la dinámica interna y externa de la corteza terrestre, como son las lluvias y los sismos que detonan un sinnúmero de deslizamientos en el territorio, condiciones sociales asociadas a la dinámica económica y de ocupación correlacionables con asentamientos cerca de cuerpos de agua de gran envergadura y cerca de las principales vías de acceso.

4.1 PROBABILIDAD DE OCURRENCIA

Las categorías de probabilidad de ocurrencia se establecen de acuerdo al número de veces que puede producirse (n) un evento en un tiempo (t) de planificación, expresada en porcentaje. No obstante, se plantean de manera cualitativa entre baja, media y alta en cada amenaza dentro de los escenarios toda vez que la amenaza se realizó para estimar su área de afectación y no su recurrencia. Además, es preciso tener en cuenta que resulta desacertado proyectar cantidad de eventos futuros según recurrencia histórica de eventos basándose en la información recopilada y mostrada en la caracterización de eventos amenazantes en el diagnóstico, debido a que hay información sin la suficiente resolución espacial y temporal verificada, además se debe aclarar que los estudios presentados son de calificación de la condición de amenaza mas no de su predicción de ocurrencia, toda vez que varios factores considerados no se pueden predecir (p.e. sismos), de manera que sugerir la ocurrencia de un número específico de eventos en una ventana temporal futura es, en esencia, impreciso técnicamente.





4.2 ÁREAS DE AFECTACIÓN EXPUESTAS A EVENTOS AMENAZANTES (EEA)

Corresponde a la ubicación, ampliación o proyección de nuevos asentamientos urbanos, infraestructura estratégica y actividades productivas en áreas expuestas a eventos amenazantes (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2014).

Las áreas de afectación expuestas a eventos amenazantes se observan en la siguiente figura que se indicarán contrastadas contra las amenazas en los escenarios tendenciales de exposición mostrados más adelante (Figura 25).

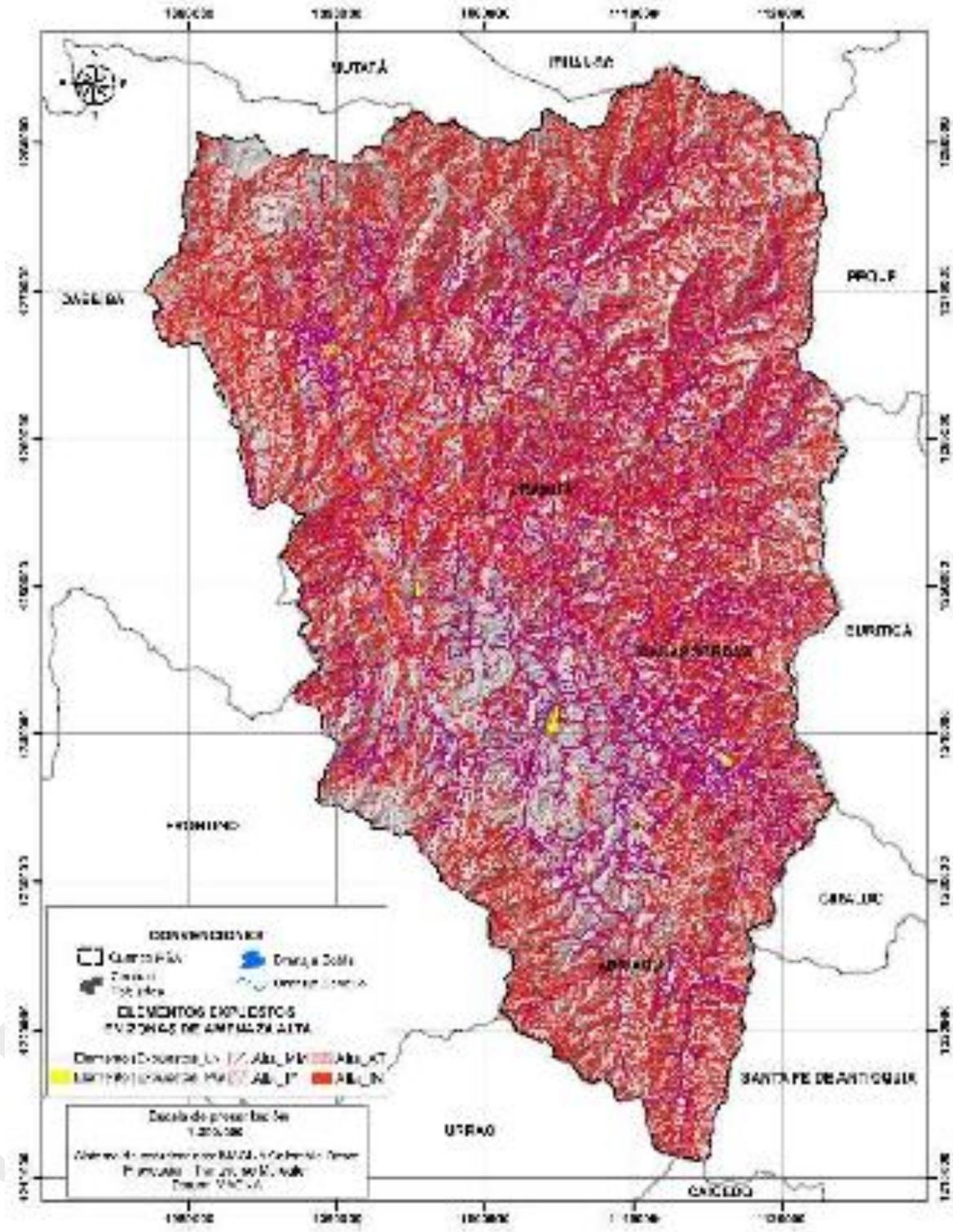
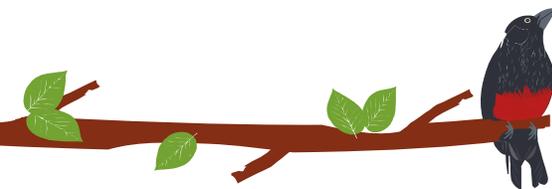
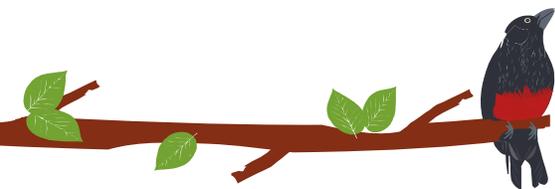


Figura 25. Áreas de Afectación expuestas a eventos amenazantes.



Corresponde a la ubicación, ampliación o proyección de nuevos asentamientos urbanos, infraestructura estratégica y actividades productivas en áreas expuestas a eventos amenazantes. Teniendo en cuenta la distribución espacial de las zonas en amenaza media y alta por movimientos en masa, avenidas torrenciales e inundaciones, la amenaza más representativa es movimientos en masa, la cual representa la posibilidad de deslizamientos y flujos y la existencia de laderas en condición de reptación, además aporta considerablemente a la existencia de amenaza alta por avenidas torrenciales en varios cuerpos de agua en combinación con las condiciones morfométricas de su área tributaria. Por su parte y no menos importante, la amenaza por inundación puede generar afectaciones en algunas áreas pobladas que se encuentran expuestos junto a los cuerpos de agua principales como los ríos Sucio, Abriaquí y Cañasgordas, entre otros. Finalmente, los incendios de coberturas vegetales presentan un panorama de calificación de amenaza principalmente medio y alto para todos los sectores con cobertura vegetal.

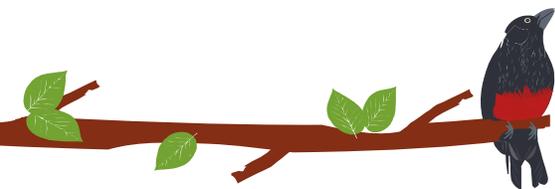
4.3 ASPECTOS CONTRIBUYENTES A LA GENERACIÓN DE AMENAZAS (ACA)

Posterior a la evaluación conjunta e interdisciplinaria de la influencia y dependencia entre las variables se analizan las variables y aspectos contribuyentes que se desprenden de los componentes de geología, geomorfología, clima, caracterización de las condiciones de riesgo y en general de todo el diagnóstico de la cuenca, los cuales se consideran relevantes para el proceso de zonificación porque se relacionan con las zonas de amenazas naturales y socio naturales (en nivel de amenaza media y alta) por inundaciones, avenidas torrenciales y movimientos en masa.

En el caso específico de amenazas naturales, estas son consideradas determinantes ambientales y no directamente el riesgo generado por las mismas, por tanto los indicadores para el análisis prospectivo que recomienda el alcance técnico del POMCA y que aplican para la cuenca objeto de análisis son los porcentajes de área con amenaza media y alta por inundaciones, avenidas torrenciales y movimientos en masa y no otros relacionados con vulnerabilidad y riesgos que son realmente más dinámicos y generalizados no comparables directamente como determinante ambiental sino como indicadores útiles para priorizar acciones propias de gestión de riesgo. La amenaza por incendios forestales no se considera dentro de la zonificación ambiental debido a que las áreas de amenazas medias y altas opacan los demás fenómenos amenazantes y demás temáticos del POMCA; además, los riesgos derivados de los mismos se deben controlar adecuadamente desde la prevención de generación de puntos de ignición.

Para las zonas mencionadas se determinan variables tanto naturales como antrópicas que contribuyen al aumento de las áreas definidas con niveles específicos de susceptibilidad y amenaza, lo cual finalmente se refleja en los escenarios de afectación descritos en la fase de diagnóstico. Dentro de las variables claves se encuentran las precipitaciones que detonan deslizamientos y se derivan en crecientes de caudales, el relieve que define morfométricamente de manera determinante la ocurrencia de inundaciones y movimientos en masa, también los cambios en el uso del suelo que





modifican la dinámica del fenómeno de inestabilidad o de desbordamiento. Otras variables pueden ser consideradas contribuyentes (o aspectos contribuyentes) que estarían aportando a que las condiciones sean propicias para que se desarrolle un evento amenazante y se configure una posible afectación en los elementos expuestos.

La contribución de cada variable clave y aspecto contribuyente se puede evidenciar en la preparación de información y cálculo de amenaza y riesgo por cada fenómeno analizado que se incorporó en el documento de la fase de diagnóstico, específicamente en la caracterización de las condiciones de riesgo. Allí se puede observar de fondo detalles como la generación de escorrentías derivadas de las precipitaciones, la situación de precipitaciones posibles para distintos periodos de retorno, el efecto de la sismicidad en la existencia de movimientos en masa, y muchos otros detalles más que conservan la especificidad metodológica empleada. Así, a continuación, se identifican brevemente, mas no se describen (para lo cual es conveniente consultar la caracterización de las condiciones de riesgo y demás componentes del presente POMCA en su fase de diagnóstico), las variables claves y aspectos contribuyentes organizados como "variables de orden natural" y "variables antropogénicas" como se indica a continuación:

4.3.1 Variables Clave

4.3.1.1 Variables de Origen natural

Este tipo de variables se asocian con procesos naturales que podrían tener un grado de incidencia o contribuir a la generación de fenómenos amenazantes.

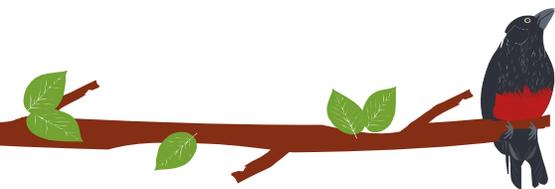
4.3.1.1.1 Sismotectónica

La presencia o cercanía a sistemas de fallas activos como el Cauca Romeral, fallas de Abriaquí, Cañasgordas, Urrao, Murri y Murindó en la región o la zona de Subducción del Pacífico y los relieves abruptos pueden representar aceleraciones sísmicas considerables en las laderas como detonantes de deslizamientos y en general la degradación de las propiedades mecánicas de las rocas y suelos frente a la presencia de fallamiento local. Los municipios de Abriaquí, Cañasgordas, Dabeiba Uramita y Frontino pueden presentar aceleraciones cercanas a los 290 gales, consideradas representativas en la posibilidad de desestabilizar laderas que se encuentren en condiciones cercanas a la saturación e incluso, en menor proporción, algunas laderas bajo cualquier condición de saturación. Este comportamiento se mantiene en ventanas temporales bastante amplias, por lo que las condiciones de amenaza sísmica son las mismas en el corto, mediano y largo plazo.

4.3.1.1.2 Alta Precipitación

La cuenca cuenta con condiciones variables de precipitación en donde se contemplan períodos de altos registros que favorecerían la saturación de los suelos con alta capacidad de retención y la colmatación de cauces e incluso redes de alcantarillado, lo cual puede significar inundaciones en la parte baja de la cuenca y desencadenamiento de movimientos en masa, así mismo las crecientes súbitas de caudal en cuerpos de agua confinados morfométricamente se puede combinar con la presencia de material clástico





originado en antiguos o recientes deslizamientos y flujos para detonar avenidas torrenciales.

4.3.1.1.3 Relieves abruptos y cauces confinados

En la cuenca alta predominan pendientes con características de relieve fuertemente inclinado a escarpado en donde imperan geoformas de ambiente denudacional y estructural con un componente remanente que contribuye a la generación de movimientos en masa. En la cuenca se encontró un gran número de cauces confinados que por sus condiciones morfométricas e hidráulicas contribuyen significativamente a la ocurrencia de avenidas torrenciales.

4.3.1.1.4 Geología

Los materiales son predominantemente de origen sedimentario con alta presencia de discontinuidades y alteración representada en moderados a altos grados de fracturamiento y meteorización, con suelos residuales y transportados de importantes espesores y grados de consolidación bajos sin ningún tipo de esfuerzos de preconsolidación, aportando de alguna manera que los movimientos en masa se presenten de manera muy marcada en las áreas de pendientes abruptas o donde las retenciones de agua son mayores.

4.3.1.1.5 Morfodinámica

La morfodinámica es una de las variables más relevantes en la definición y comportamiento de amenazas por movimientos en masa e inundación debido a que permite diferenciar los depósitos poco consolidados producidos por la dinámica fluvial y por procesos denudacionales, los cuales a su vez son friables y erodables bajo procesos de socavación lateral. La dinámica fluvial permite esbozar las áreas de mayor afectación posible por procesos erosivos de socavación lateral y buscar las tendencias de desplazamiento, así como los procesos morfodinámicos tipo deslizamiento (1749 movimientos en masa) permiten la identificación de áreas que presentan una condición de amenaza al menos en una calificación media. Debido a que la socavación lateral no es analizada numéricamente por limitaciones metodológicas y de información por causa de la escala de análisis, no es posible estimar sus tendencias a corto, mediano y largo plazo de manera que se asume que esta variable tiene una condición similar para los análisis proyectados.

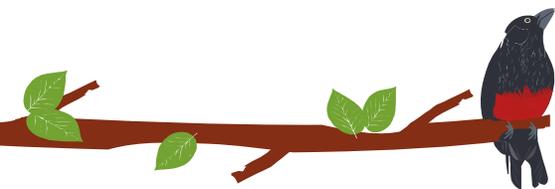
4.3.1.2 Variables antropogénicas

Este tipo de variables se asocian con la incidencia de procesos antrópicos como un factor contribuyente a eventos amenazantes

4.3.1.2.1 Vertimientos

Los continuos vertimientos inadecuados asociados a actividades pecuarias, agrícolas y domésticas generan variaciones en las condiciones del suelo, niveles de saturación y





modificaciones en la superficie, los cuales contribuyen a cambios en las áreas de amenaza, exposición y riesgo.

4.3.1.2.2 Cambios en el uso del suelo y deforestación

La ampliación de la frontera agrícola para la implementación de actividades agrícolas y ganaderas contribuye de manera directa a la variación de las áreas de amenaza y riesgo. Estos cambios representados en la tala y quema de bosques y en general de las variaciones de cobertura favorecen modificaciones en la infiltración natural y en consecuencia el comportamiento de estabilidad de los materiales superficiales. Así mismo la modificación del uso del suelo en las riberas de corrientes, contribuyen de manera directa en la disminución de la regulación hídrica y por consiguiente estas condiciones aportan a la formación de inundaciones en los cauces principales.

4.3.1.2.3 Excavaciones y variaciones topográficas

La modificación antrópica principal en la cuenca está asociada con la apertura de vías, exploración de materiales minerales y adecuaciones de viviendas. Varias de estas generan cortes en las laderas y en general modificaciones morfométricas sin las obras civiles adecuadas que permitan la mitigación de procesos de inestabilidad geotécnica, lo que se traduce en condiciones favorables para la ocurrencia de movimientos en masa.

4.3.1.2.4 Ausencia, obstrucción y poco mantenimiento de obras de drenaje

Se considera como un factor contribuyente asociado a la saturación de materiales por malos o ausentes sistemas de drenaje de cunetas en vías, taludes, redes de alcantarillado y demás obras en los que se producen inundaciones, avenidas torrenciales y movimientos en masa.

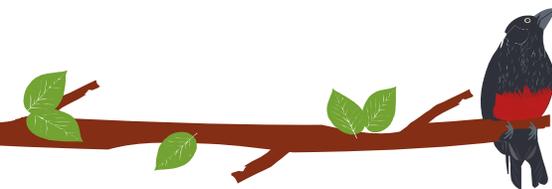
4.3.1.2.5 Ampliación no controlada de zonas urbanas

La continua expansión urbana es una consecuencia del aumento de la población en la cuenca y contribuye de manera directa al aumento de viviendas asentadas en áreas de amenaza alta por movimientos en masa, avenidas torrenciales e inundaciones, variando considerablemente las condiciones de riesgo para los elementos involucrados en esos sitios.

4.3.2 Índice De Daño

Corresponde al nivel de daño preexistente de los diferentes elementos expuestos, dadas las condiciones de deterioro en el tiempo. Para el análisis prospectivo se asume una tendencia de mantenimiento de los elementos expuestos que evitan que su deterioro sea notorio; sin embargo, considerando la información registrada en el diagnóstico con la cual no se logra una identificación de las características físicas constructiva, de vetustez y por no ser del alcance del POMCA no se define su condición de deterioro en el tiempo, se registrará esta necesidad dentro de los proyectos de formulación para la gestión del riesgo, siempre considerando todos los elementos expuestos identificados en la figura anterior.





Complementariamente no se contó con información en la fase de diagnóstico relacionada con una estimación de valores de las coberturas de la cuenca orientado al cálculo de reposición de los elementos expuestos existentes y preexistentes dentro de la misma. Se muestra entonces dentro de cada escenario tendencial los elementos expuestos identificados para las amenazas altas y medias.

No obstante, si se quiere más adelante formular indicadores adicionales de riesgo cuando existan estudios socioeconómicos poblacionales y de la tierra, se podrán plantear afectaciones por pérdida y costo de reposición para llegar a índices como índice de pérdida o porcentajes de áreas en riesgo medio y alto. Estos solo valen la pena para ser incluidos si se calculan escenarios de daño y pérdida basados en modelos de vulnerabilidad más complejos que los binarios de exposición o de "riesgo implícito" planteados por el alcance técnico del POMCA, razón por la cual se incluyen dentro de las actividades de los proyectos formulados en el programa de gestión integral de riesgo en la fase de formulación.

Siguiendo los principios de incorporación de indicadores solicitados para la fase de prospectiva del POMCA y con objeto de identificar las condiciones de amenazas en la cuenca en términos de indicadores porcentuales comparables entre sí y con los demás indicadores prospectivos, se plantea el indicador "porcentaje de niveles de amenaza" representando el área expuesta por niveles y tipos de amenaza presentes en la cuenca. El indicador se calcula con la siguiente expresión:

$$(PPI / Pu) * 100 = PH\beta$$

Dónde:

PH β = Porcentaje de área en nivel de amenaza

PPI = Área en nivel de amenaza

Pu = Área de la cuenca

Antes de iniciar la evaluación conjunta e interdisciplinaria de la influencia y dependencia las variables que se desprenden del componente de gestión de riesgo claves para el proceso de zonificación principalmente están asociados a aquellas zonas o porcentajes de niveles de amenaza (alta y media) por inundación, movimientos en masa y avenidas torrenciales como se observa en la Figura 26, Figura 27, Figura 28 y Figura 29.



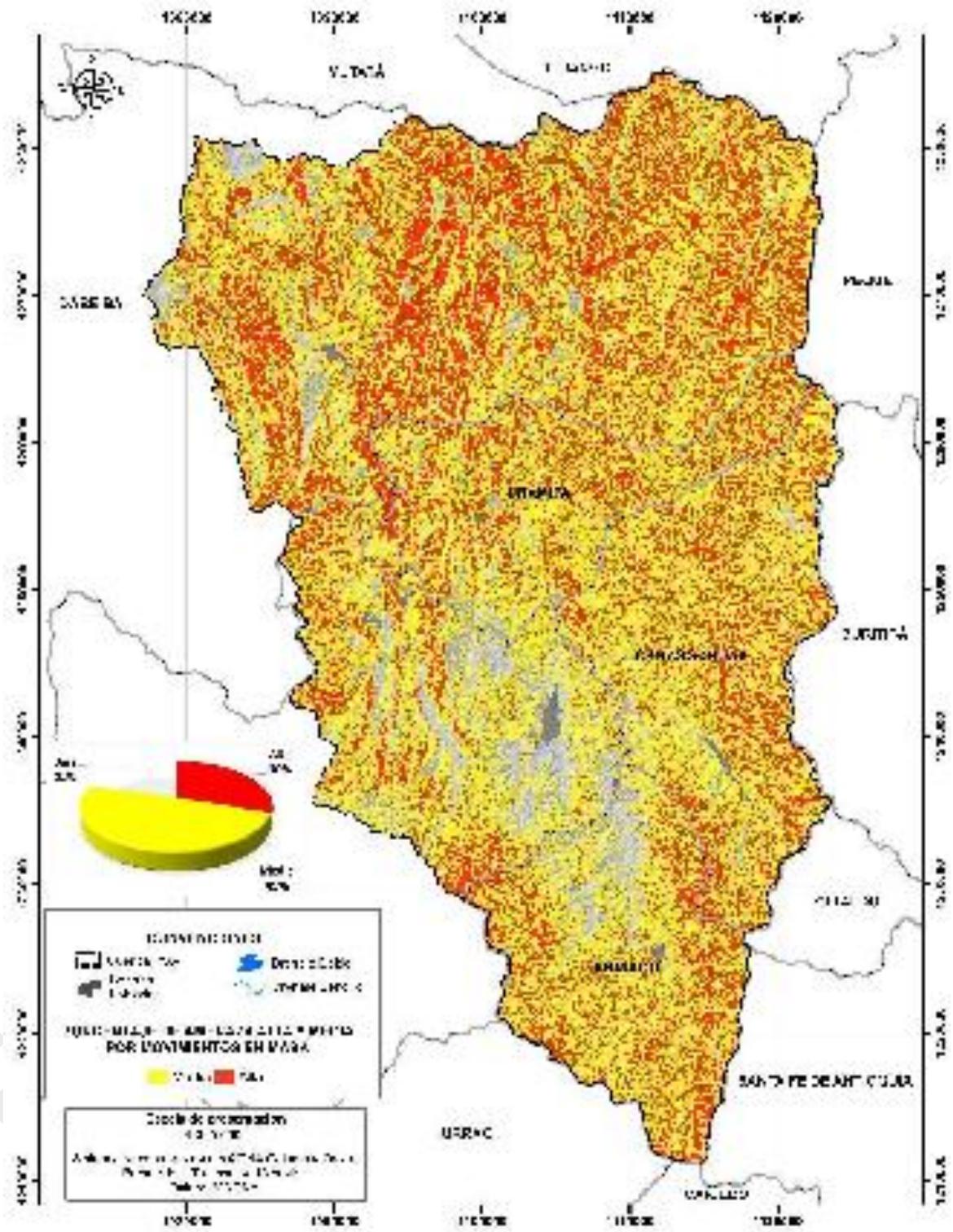
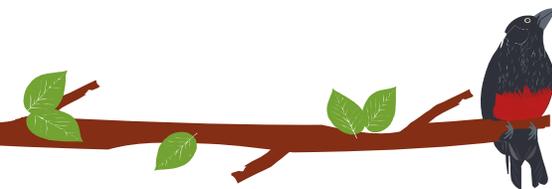


Figura 26. Porcentajes de niveles de amenaza (alta y media) por movimientos en masa

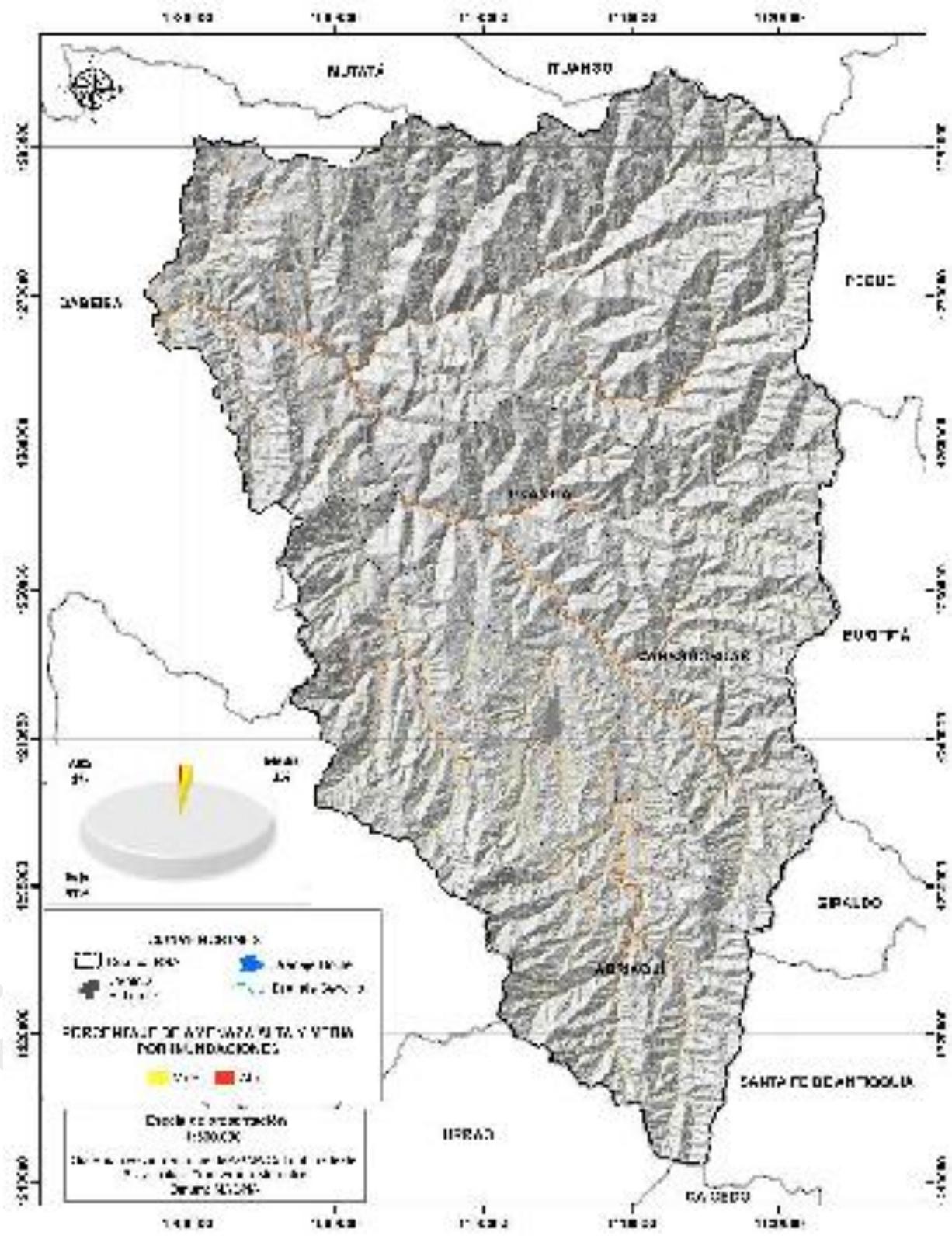
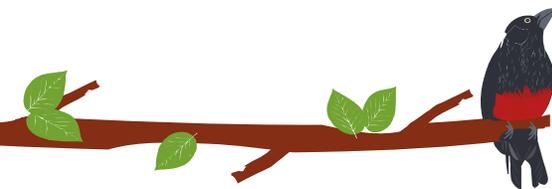


Figura 27. Porcentajes de niveles de amenaza (alta y media) por inundaciones

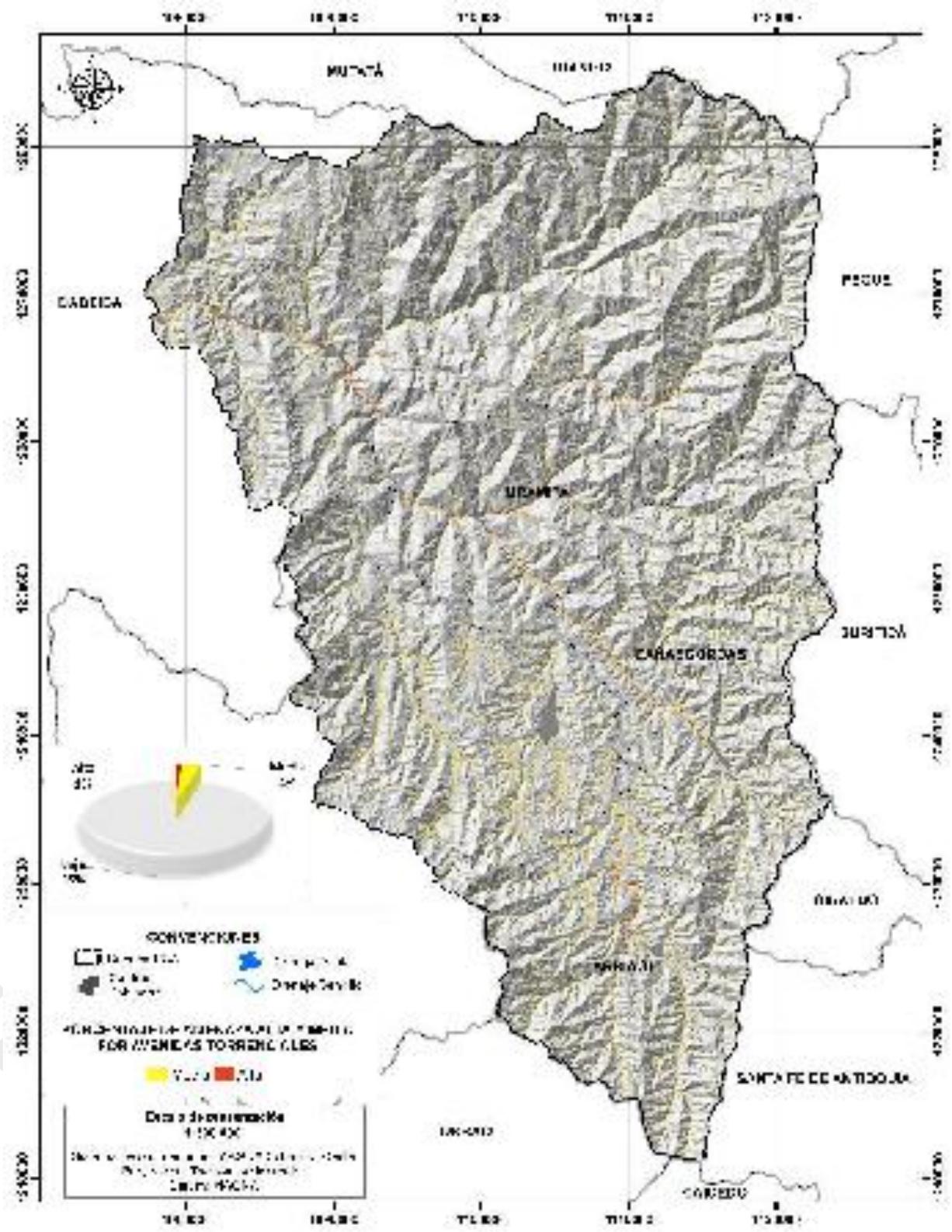
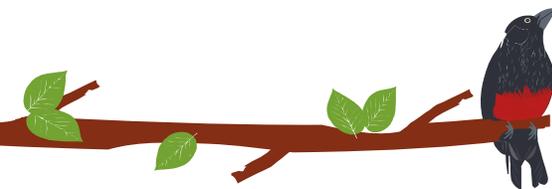
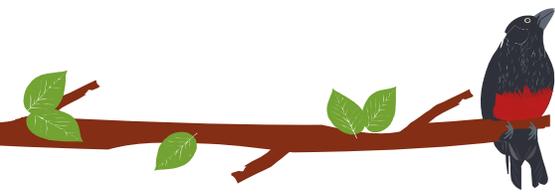


Figura 28. Porcentajes de niveles de amenaza (alta y media) por avenidas torrenciales



Teniendo en cuenta la distribución espacial de las zonas en amenaza media y alta por movimientos en masa, avenidas torrenciales e inundaciones, la amenaza más representativa es movimientos en masa, esta representa la posibilidad de deslizamientos y flujos y la existencia de laderas en condición de reptación y aporta considerablemente a la existencia de amenaza alta por avenidas torrenciales en varios cuerpos de agua en combinación con las condiciones morfométricas de su área tributaria siendo esta la segunda más relevante.

Durante los espacios de participación se plantearon diferentes hipótesis acerca de los posibles escenarios de la variable estratégica "Gestión de riesgo"



Tabla 34. Espacio de participación construido

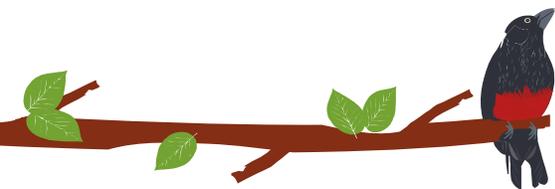
	HIPÓTESIS A	HIPÓTESIS B	HIPÓTESIS C	HIPÓTESIS D
MOVIMIENTOS EN MASA	Continúan las condiciones actuales del territorio, con los escenarios críticos, incluso considerando la relación con otros eventos como amenaza sísmica y lluvias de diferentes periodos de retorno, exponiendo más las vías, sobre todo la principal que conecta las cabeceras municipales y algunas áreas rurales.	Las intervenciones van orientadas a ejecutar obras de estabilización, sin embargo, modificarán poco las condiciones de estabilidad de las laderas y no reducirían las condiciones de amenaza de la cuenca, pero beneficiarían las condiciones de riesgo de elementos expuestos, como viviendas y en infraestructura vial para los tramos viales identificados en amenaza.	Las amenazas se estudian con mayor detalle en algunos sectores críticos que requieren intervención prioritaria sin que se vea comprometida la funcionalidad de la cuenca. Así es el caso de algunos tramos viales importantes que serán afectados por la existencia de deslizamientos y avenidas torrenciales que desplazarían grandes volúmenes de material.	En un futuro moderado se especifican recursos para inversión directa en gestión de riesgo. Se inicia la ejecución de algunos estudios detallados de amenaza por movimientos en masa y por inundación y se establecen oficinas en todos los municipios para iniciar talleres comunitarios para fortalecimiento del tejido social y confianza en la institucionalidad encargada de la gestión del riesgo.
AVENIDAS TORRENCIALES	Exposición de bienes y vidas de la población ubicada en las quebradas identificadas, además de continuar eventos de obstrucción de las vías rurales e incluso vías principales.	Se han reubicado el 100% de las viviendas en riesgo alto y se ha controlado la urbanización de viviendas en los demás municipios, además de ejecutar acciones de preparación y adaptación para la obstrucción de vías.	Se estudia con detalle la amenaza y el riesgo por avenidas torrenciales y se proyecta una solución de vivienda en algunas viviendas que se encuentran muy cerca del cauce natural de las quebradas.	Las tecnologías para monitoreo de amenazas aun no son vistas como prioritarias y aun no se institucionaliza la implementación de sistemas de alerta temprana.
INUNDACIONES	Continúan las condiciones actuales del territorio teniendo algunas implicaciones en los cascos urbanos que se encuentran cerca de las rondas de los ríos.	Elaborar estudios al detalle para identificar elementos expuestos y acciones que puedan mejorar la capacidad hidráulica que puedan mejorar las	En todos los municipios se realizan capacitaciones en gestión de riesgo comunitario y se proyecta la implementación de	



HIPÓTESIS A	HIPÓTESIS B	HIPÓTESIS C	HIPÓTESIS D
	condiciones de fuentes hídricas	sistemas de alerta temprana, priorizando los centros urbanos que se encuentran expuestos a crecientes del río para los períodos niño y niña	
INCENDIOS DE LA COBERTURA VEGETAL	Continúan las condiciones actuales del territorio.	Educación para reducir fuentes de ignición y evitar quemas controladas.	teniendo en cuenta variabilidad y cambio climático.

Fuente: elaboración propia.

EN ETAPA DE PUBLICIDAD



4.4 ANÁLISIS PROSPECTIVO

4.4.1 Escenario tendencial del componente de gestión de riesgo

La condición actual de amenazas naturales surge de la evaluación de múltiples factores que contemplan la posibilidad de ocurrencia para amplios periodos de retorno en función de las características físicas del territorio dentro de las cuales se encuentra la variación de las precipitaciones y la amenaza sísmica que se presentarían con la misma probabilidad de ocurrencia para las tendencias de corto, mediano y largo plazo definidas para el análisis del escenario tendencial. La evaluación se puede enfocar en el uso de escenarios físicos de eventos detonantes como lluvias intensas o sismos que podrían ocurrir simultáneamente y configurarse la ocurrencia de un escenario “catastrófico” o bien una condición sin lluvia y sin sismo que representan un escenario conveniente. Por ellos se prefiere usar la combinación de todos los escenarios de amenaza evaluados y expresarlo en términos probabilísticos buscando representar la condición de amenaza más probable en la cuenca.

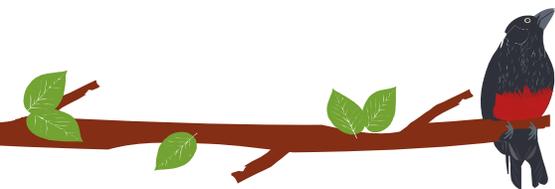
Al no existir una estimación de costos de la tierra según la cobertura orientada al cálculo de reposición de los elementos expuestos existentes y preexistentes dentro de la misma no es posible calcular un índice de daño, sin embargo, en la fase de formulación se establecen programas para solventar la ausencia de esta información y su respectivo cálculo.

La amenaza por incendios de la cobertura vegetal no se considera dentro del planteamiento de zonificación sin embargo se menciona dentro de los escenarios tendenciales porque su incorporación se traslapa de manera desbordada con las demás amenazas e incluso con los demás componentes en consideración. La evaluación de amenaza y riesgo por incendios de las coberturas vegetales se tiene en cuenta en la fase de formulación en la definición de planes de prevención, proyectos y metas en materia de reducción integral del riesgo en la cuenca.

Partiendo de una condición de amenaza para la cuenca que contempla dentro de su evaluación aspectos multitemporales, se estima una condición de amenaza no variante dentro de la tendencia estipulada para este escenario porque su cálculo resultó del uso de amplios periodos de retorno en función de las características físicas del territorio dentro de las cuales se encuentra la variación de las precipitaciones y la amenaza sísmica. Por otro lado, la exposición en la cuenca se proyecta en la misma medida del crecimiento demográfico y de actividades productivas estimadas a 2029 y mostradas en los escenarios tendenciales de cada temática.

De acuerdo con la caracterización de amenaza por inundaciones, avenidas torrenciales y movimientos en masa y su interrelación con las otras variables, se proyectó la configuración del riesgo en el escenario tendencial con base en la dinámica del territorio, las tendencias de las coberturas y usos de la tierra y las nuevas actividades proyectadas en ella, de orden nacional o regional, referidas para el análisis funcional de la cuenca en el que se evidencian proyectos locales de mejoramiento de la





infraestructura rural y urbana existente. De estos estimados tendenciales se revisaron los relacionados con elementos expuestos que pueden sufrir daño considerable (asentamientos humanos y construcciones lineales o puntuales cuya afectación por amenazas representa reparación o reconstrucción de infraestructura, p.e. tejidos urbanos continuos, tejidos urbanos discontinuos y red vial) si se mantienen expuestos a eventos amenazantes según dinámicas económicas y sociales sin ninguna intervención en materia de riesgos.

4.4.1.1 Modelo tendencial empleado y proyectos futuros: Gestión del Riesgo

Corresponde con la evaluación de nuevos grandes proyectos como la línea nacional vía al mar, concesiones 4G, mejoramiento de viviendas, legalización de predios, sistemas de riesgo, buenas prácticas agropecuarias, planes de ordenación territorial agropecuario, POT, entre otros y nuevos asentamientos urbanos y tramos viales que coinciden con áreas de amenaza.

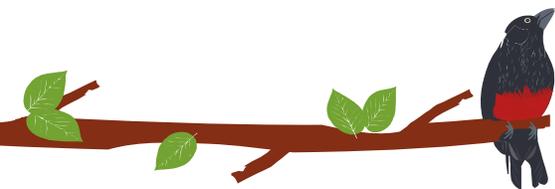
Teniendo en cuenta lo anterior se aplicó un crecimiento de los tejidos urbanos continuos y discontinuos en dirección a las áreas sugeridas por el análisis multitemporal de coberturas mostrado previamente y las que morfométricamente son más favorables al crecimiento con la siguiente hipótesis:

- Existiendo varias alternativas de crecimiento, este ocurrirá en la dirección en que la pendiente del terreno sea menor.
- Los crecimientos poblados se dan con la misma densidad de construcción.
- El aumento de asentamientos urbanos ocurre basado en las tendencias poblacionales.
- Las amenazas incluyen en su evaluación la dinámica de la cuenca.
- Los nuevos proyectos se incluyen dentro de los escenarios de exposición tendencial.
- Las nuevas actividades se representan en las tendencias de coberturas.

Las tendencias de las coberturas corresponden con los resultados arrojados en la fase de diagnóstico y estimados para un periodo similar (años) del utilizado para calcular la tasa de cambio (2007 - 2017). Se incluyeron los proyectos viales futuros que corresponden con mejoramiento de las vías de orden nacional existentes, dentro de las cuales se encuentran las líneas nacionales de conexión el pacífico en concesiones 4G, incluidas en las tendencias de exposición.

En el planteamiento de horizontes de planificación **E0, ET1, ... ETn se definió de manera conjunta con Corpourabá la condición actual (E0) y un escenario tendencial (ET1) basado en el horizonte de planificación de 10 años.** En el escenario presentado se incluye la información de los resultados de análisis de proyección de la configuración del riesgo en la cuenca y el modelo que se utilizó para las proyecciones de los escenarios tendenciales de la configuración de riesgo en la cuenca, así como las relaciones funcionales y su interacción con los escenarios tendenciales desarrollados.





Es muy importante insistir en adelante en que los modelos empleados para la estimación de las condiciones de amenaza y riesgo tendenciales son los mismos que para la fase de diagnóstico pues desde dicha fase se plantearon las condiciones probables de amenaza actual y aplicada para periodos futuros mucho mayores al horizonte de planificación para poder incluir los efectos del cambio climático y la variabilidad climática. Este es un enfoque cuantitativo que dista fuertemente de las dos formas tradicionales de calificación prospectiva de tendencias de amenazas en las que típicamente se asume de manera errada o incierta que las condiciones futuras se agravarán aumentando en una categoría cada calificación o se elige de manera azarosa algún escenario intermedio de amenaza que haya sido calculado en el diagnóstico. Este POMCA se enfoca en una visión que tiene en cuenta todos los escenarios calculados (p.e. movimientos en masa con bastantes más que los 10 mínimos exigidos) y presenta las tendencias posibles de cada fenómeno amenazante considerando todas las variables descritas ampliamente en el diagnóstico (Figura 30, Figura 31, Figura 32, Figura 33,). La evaluación de los criterios para el análisis de riesgo tendencial para cada uno de los fenómenos amenazantes se indica en la Tabla 35, Tabla 36 y Tabla 37



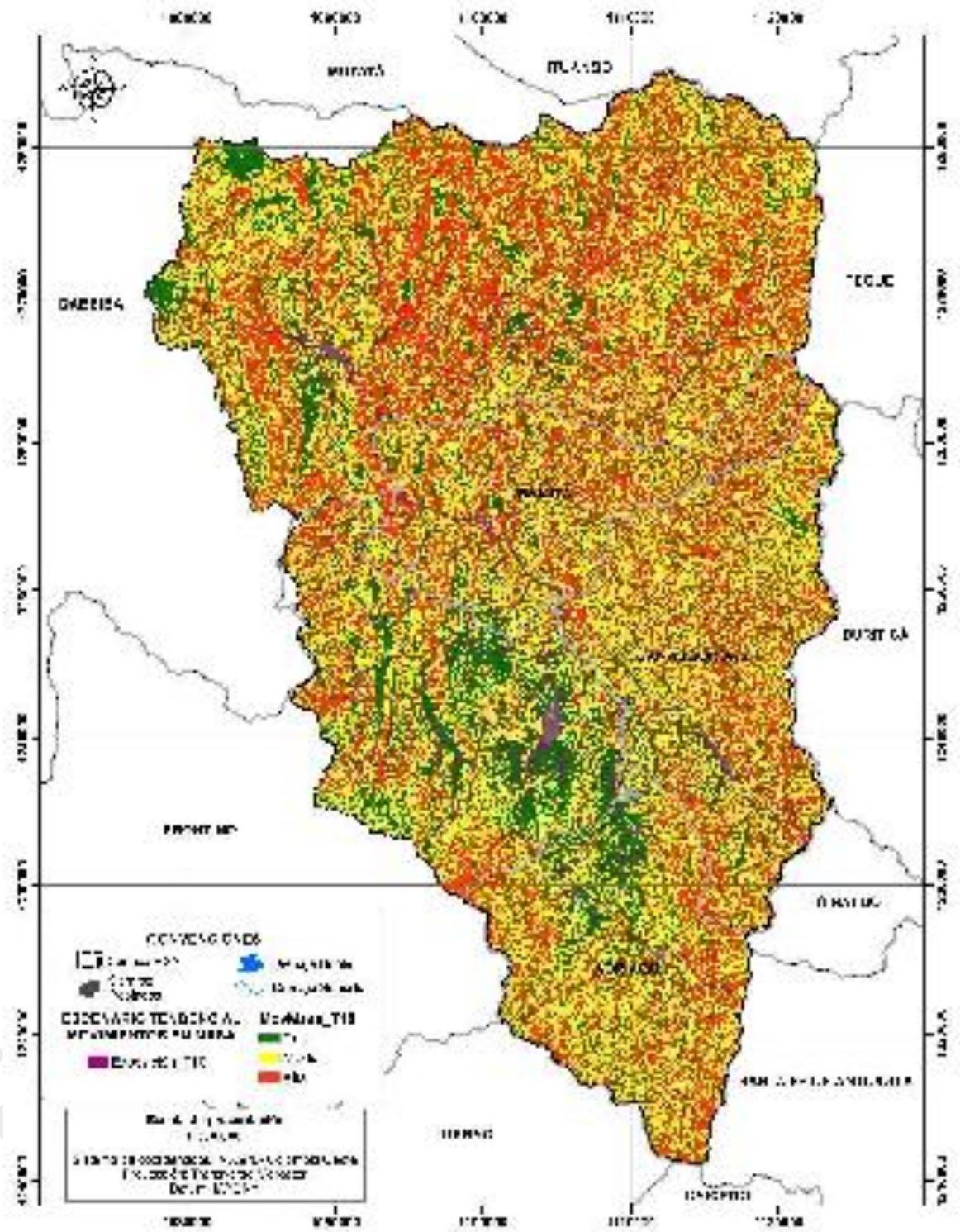
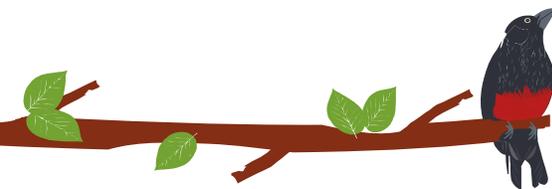


Figura 31. Escenario tendencial por movimientos en masa





Tabla 35. Criterios para el análisis del riesgo en el escenario tendencial por movimientos en masa.

¿QUÉ PASA SI NO SE ADOPTAN MEDIDAS PARA REDUCCIÓN Y RECUPERACIÓN DEL RIESGO?

<p>Probabilidad de ocurrencia (Po):</p>	<p>Los ciclos de variabilidad climática fueron tenidos en cuenta en la zonificación de amenaza por movimientos en masa al considerar las lluvias extremas máximas diarias como aportante de los factores detonantes de deslizamientos en el proceso de saturación del suelo. Los análisis de lluvias como factor detonante contemplaron periodos de retorno de precipitaciones prolongados que trascienden las temporalidades proyectadas incluso de 10 años y aún más las consideraciones sísmicas (periodo de retorno de 475 años), de tal forma que los movimientos en masa detonados por eventos de altas precipitaciones o eventos sísmicos ya incorporan para todos los escenarios esta condición.</p> <p>De esta manera, los cambios según la tendencia de las transformaciones del territorio y los ciclos de variabilidad climática no modifican la probabilidad de ocurrencia de eventos de movimientos en masa, por lo cual el modelo empleado para la tendencia de amenaza por movimientos en masa es el mismo de la fase diagnóstico (cálculo de amenaza determinística con más de 80 escenarios combinados) considerado como E₀, toda vez que la amenaza incluye integralmente los efectos de la variabilidad climática y representa la condición posible en ventanas temporales amplias que superan el horizonte de planificación y se mantendrían si no se adoptan medidas para reducción y recuperación del riesgo.</p> <p>La cuenca es principalmente de ladera con suelos permeables en donde periodos de alta precipitación sumados a sequías (generación de ciclos de humedecimiento y secado) pueden intensificar la inestabilidad de taludes. Adicional, la deforestación y uso pecuario forman un factor contribuyente en la zona a la existencia de movimientos en masa.</p>
<p>Exposición a eventos amenazantes (EEA)</p>	<p>Las tendencias de cambio de elementos expuestos son perceptibles en las zonas de amenaza y media por movimientos en masa. La implementación de obras de infraestructura vial de gran y mediana escala que no tengan un buen manejo de estabilidad en los cortes, así como los puntos de explotación minera sin las medidas de estabilización y recuperación pueden convertirse en elementos expuestos contribuyentes a la formación de nuevos procesos denudacionales.</p>
<p>Aspectos contribuyentes a la generación de amenazas (ACA)</p>	<p>Los aspectos contribuyentes son de origen natural y antrópico a saber: cambios de cobertura y uso de las tierras, formas del relieve (pendientes, rugosidad, curvatura, entre otras), geología, geomorfología, resistencia de los materiales, precipitaciones, sismicidad, entre otras.</p> <p>Las que pueden tener tendencia a cambio en los tiempos analizados (10 años) son de origen antrópico, que afectarían eventualmente al relieve y a las coberturas o usos de las tierras derivándose en variaciones al nivel freático natural, no obstante, la evaluación de amenaza considera variaciones de nivel freático en sus resultados para ventanas temporales amplias. Dentro de la amenaza por movimientos en masa debe haber un adecuado uso del manejo de estériles, obras de infraestructura vial y las prácticas de deforestación para que no se conviertan en aspectos contribuyentes.</p> <p>La tendencia definitivamente es a que se mantengan las condiciones de amenaza planteadas porque estos fenómenos tienen una influencia muy fuerte de las variables naturales y difícilmente la influencia del hombre puede ser positiva o negativa de manera notoria en la generación de amenaza.</p>
<p>Índice de daño (ID)</p>	<p>Uno de los aspectos no evaluados fue el aumento o cambio en general de los índices de daño esperados pues no hay estudios completos de valores de uso de las tierras y la escala y alcance del estudio no permite el uso de avalúos o diagnósticos físicos específicos de infraestructura para definir índices de pérdidas o costos de reposición dentro de los cálculos de vulnerabilidad y riesgo.</p>

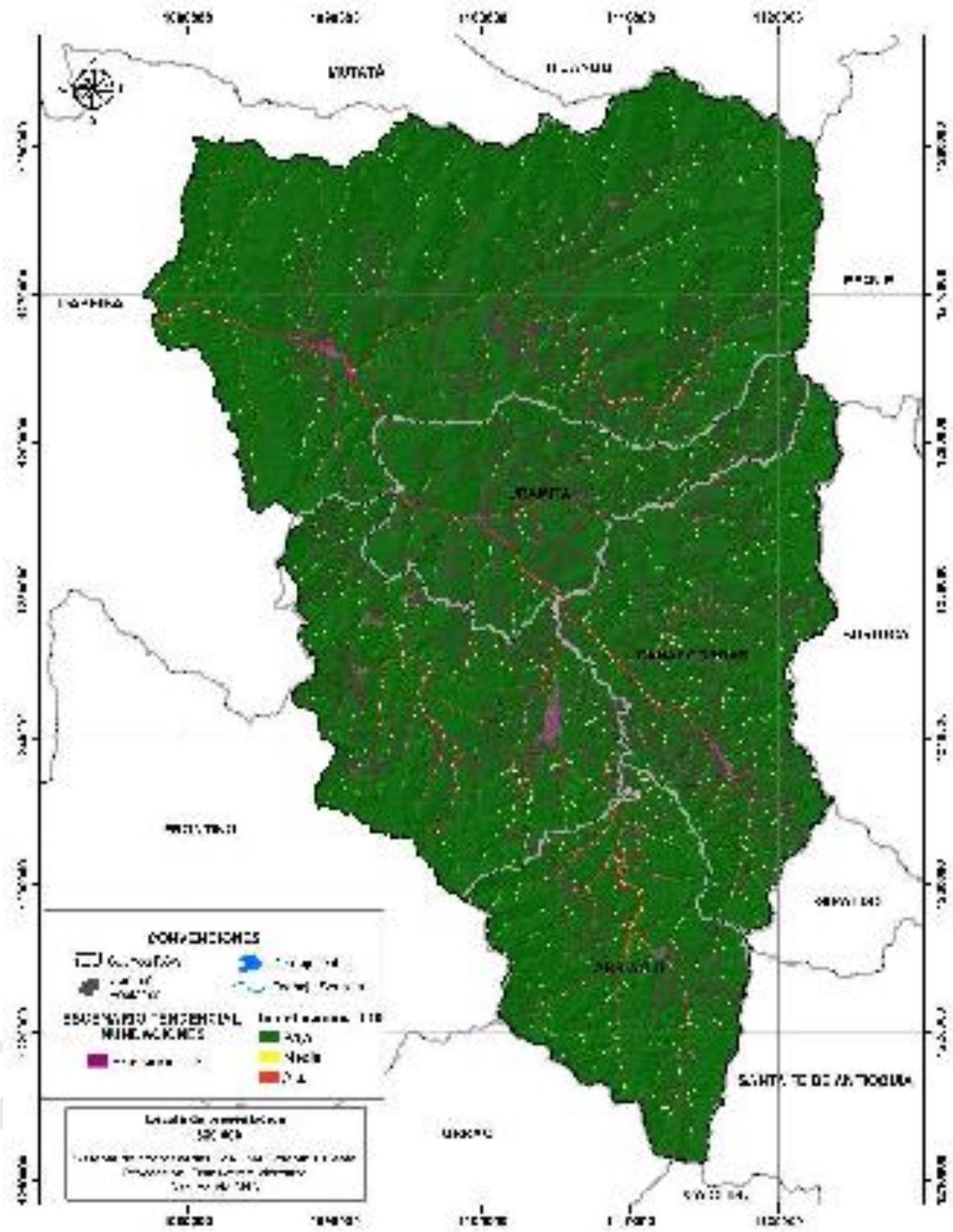
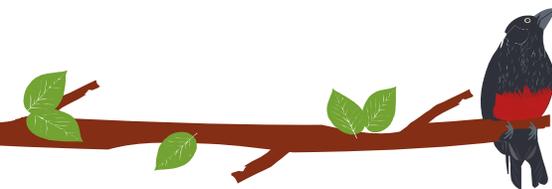


Figura 32. Escenario tendencial por inundaciones





Tabla 36. Criterios para el análisis de riesgo en el escenario tendencial por inundación.

¿QUÉ PASA SI NO SE ADOPTAN MEDIDAS PARA REDUCCIÓN Y RECUPERACIÓN DEL RIESGO?	
PROBABILIDAD DE OCURRENCIA (PO):	<p>Según el componente de Clima, los ciclos de variabilidad climática fueron tenidos en cuenta en las estimaciones de precipitaciones, estos son capaces de modificar los valores sinópticos máximos diarios para retornos de lluvias prolongados que trascienden las temporalidades proyectadas incluso de 10 años. De esta manera, los cambios según la tendencia de las transformaciones del territorio y los ciclos de variabilidad climática no modifican sensiblemente la probabilidad de ocurrencia de eventos de inundación evaluados en la cuenca. Los modelos de cálculo son los mismos desarrollados en la fase de diagnóstico derivándose en que las condiciones de amenaza se mantendrían si no se adoptan medidas para reducción y recuperación del riesgo.</p> <p>Dentro de la cuenca existen depósitos aluviales, en donde periodos de alta precipitación sumados a periodos de sequías pueden intensificar los desbordamientos de los ríos no sólo generando inundaciones lénticas sino posibles zonas en encausamiento que aumenten y puedan desviar el caudal, adicional, la deforestación es un factor contribuyente en el control natural de las rondas de los ríos.</p>
EXPOSICIÓN A EVENTOS AMENAZANTES (EEA)	<p>Si bien las amenazas conservan probabilidades de ocurrencia muy similares para los periodos prospectivos a analizar (10 años), las tendencias de cambio de elementos expuestos dan cuenta de un incremento que se puede traducir en aumento perceptible de la exposición de asentamientos urbanos en zonas de amenaza media y alta y aumento de la red vial en las mismas zonas de amenaza mencionadas calculadas como se indicó previamente en relación con las tendencias de exposición.</p>
ASPECTOS CONTRIBUYENTES A LA GENERACIÓN DE AMENAZAS (ACA)	<p>Los aspectos contribuyentes son de origen natural y socionatural, se relacionan directamente con los valores de precipitación posible para la cuenca en las partes alta, media y baja, la existencia de algunas áreas de relieve desconfinado que afecta el comportamiento de crecientes con la ausencia de pendientes altas que restan capacidad hidráulica al cauce al tiempo con la existencia de zonas de planicie receptora de desbordamientos del cauce principal y finalmente, generación de zonas de deforestación a lo largo de las rondas del río y plantación de especies foráneas que aportarían a los cambios en la regulación de caudales de manera natural.</p> <p>La tendencia definitivamente es a que se mantengan las condiciones de amenaza planteadas porque estos fenómenos tienen una influencia muy fuerte de las variables naturales y difícilmente la influencia del hombre puede ser positiva o negativa de manera notoria en la generación de amenaza.</p>
ÍNDICE DE DAÑO (ID)	<p>Uno de los aspectos no evaluados fue el aumento o cambio en general de los índices de daño esperados pues no hay estudios completos de valores de uso de las tierras y la escala y alcance del estudio no permite el uso de avalúos específicos de infraestructura para definir índices de pérdidas o costos de reposición dentro de los cálculos de vulnerabilidad y riesgo.</p>

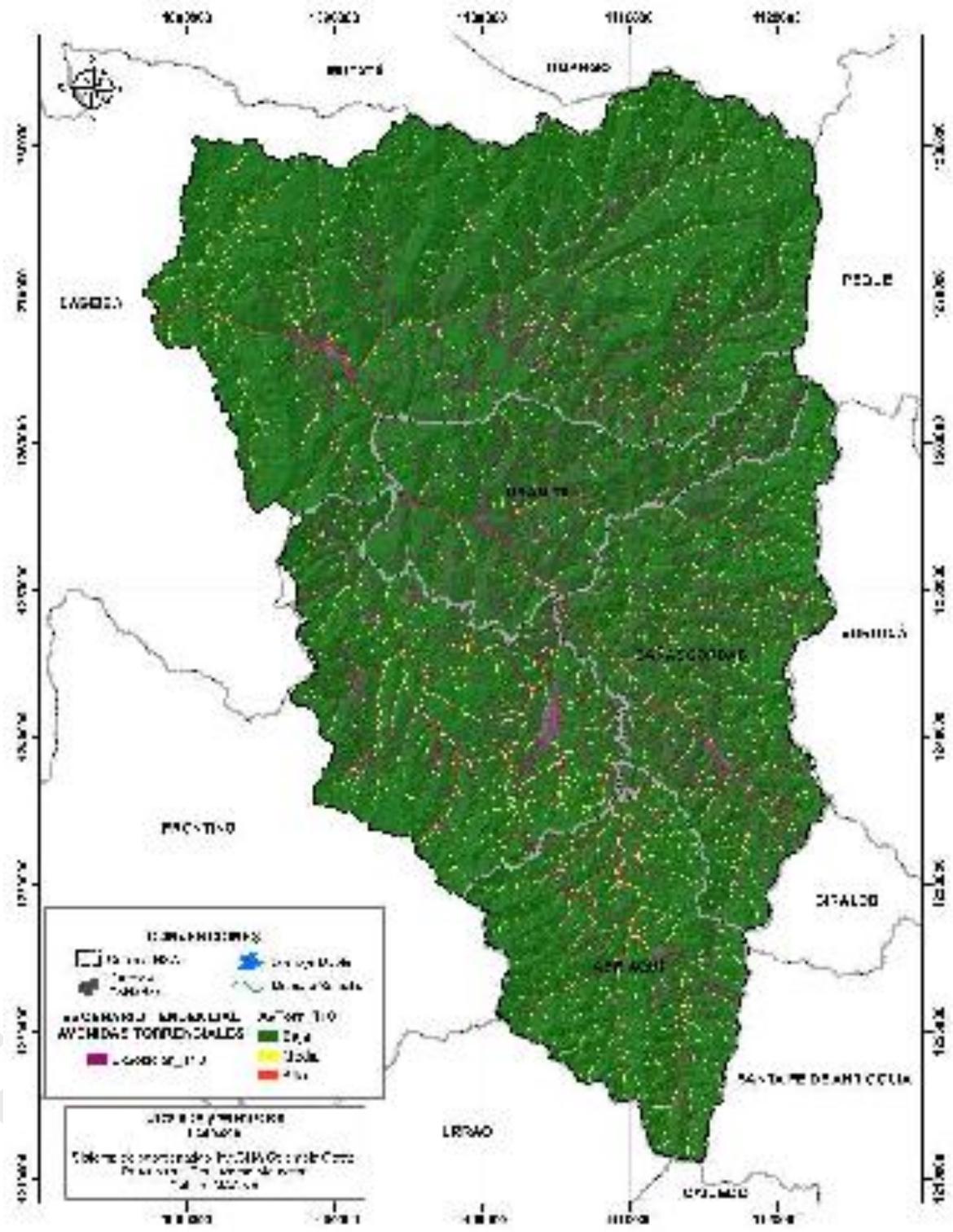
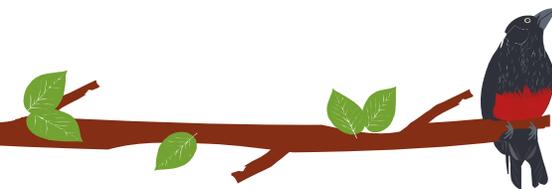


Figura 33. Escenario tendencial por avenidas torrenciales.

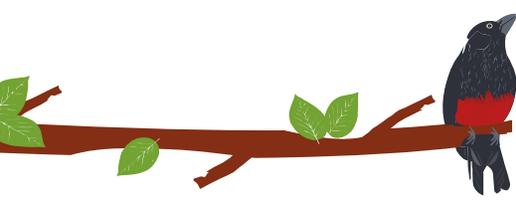
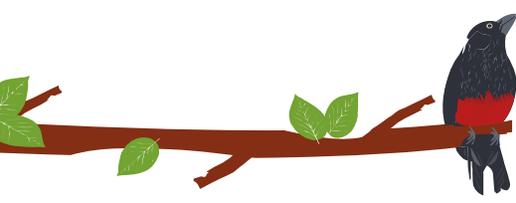


Tabla 37. Criterios para el análisis del riesgo en el escenario tendencial por avenidas torrenciales.

¿QUÉ PASA SI NO SE ADOPTAN MEDIDAS PARA REDUCCIÓN Y RECUPERACIÓN DEL RIESGO?	
PROBABILIDAD DE OCURRENCIA (PO):	<p>Los ciclos de variabilidad climática fueron tenidos en cuenta en la zonificación de amenaza por avenidas torrenciales, estos periodos son capaces de modificar los valores sinópticos máximos diarios para retornos de lluvias prolongados que trascienden las temporalidades proyectadas incluso de 10 años, de tal forma que las crecientes torrenciales y los movimientos en masa detonados por eventos de altas precipitaciones que aportarían material sólido al fenómeno ya incorporan para todos los escenarios esta condición.</p> <p>De esta manera, los cambios según la tendencia de las transformaciones del territorio y los ciclos de variabilidad climática no modifican sensiblemente la probabilidad de ocurrencia de eventos de avenidas torrenciales. Los modelos de cálculo son los mismos desarrollados en la fase de diagnóstico derivándose en que las condiciones de amenaza se mantendrían si no se adoptan medidas para reducción y recuperación del riesgo.</p> <p>Dentro de la cuenca existen microcuencas que presentan características morfométricas e índices de variabilidad de caudal y torrencialidad propensos a presentar este tipo de eventos en la cuenca, si a eso le sumados periodos de alta precipitación sumados a periodos de sequias además de aporte de material terrígeno se pueden intensificar las avenidas torrenciales. Adicional, la deforestación es un factor contribuyente en el control natural de las rondas de los ríos y de la estabilidad de taludes.</p>
EXPOSICIÓN A EVENTOS AMENAZANTES (EEA)	<p>Si bien las amenazas conservan probabilidades de ocurrencia muy similares para los periodos prospectivos a analizar (10 años), las tendencias de cambio de elementos expuestos dan cuenta de un posible incremento que se puede traducir en aumento perceptible de la exposición de asentamientos urbanos en zonas de amenaza media y alta y aumento de la red vial en las mismas zonas de amenaza mencionadas. Obras de manejo, transvase y conducción de recurso hídrico, actual y planeado estarían expuestas a una avenida torrencial y podrían funcionar como contribuyente si no se mantienen adecuadamente.</p>
ASPECTOS CONTRIBUYENTES A LA GENERACIÓN DE AMENAZAS (ACA)	<p>Los aspectos contribuyentes son de origen natural y socionatural, se relacionan directamente con los valores de precipitación posible para la cuenca en las partes alta, media y baja y el relieve confinado que afecta el comportamiento de crecientes y aumenta la posibilidad de ocurrencia de movimientos en masa que aportarían la fase sólida de la avenida torrencial. Los malos manejos de infraestructura de conducción de recurso hídrico, zonas de deforestación a lo largo de las rondas del río, plantación de especies foráneas, malos manejos de inestabilidad de taludes por cortes viales o por explotación de materiales minerales, pueden convertirse en contribuyentes si no se les da el manejo adecuado. La tendencia definitivamente es a que se mantengan las condiciones de amenaza planteadas porque estos fenómenos tienen una influencia muy fuerte de las variables naturales y difícilmente la influencia del hombre puede ser positiva o negativa</p>



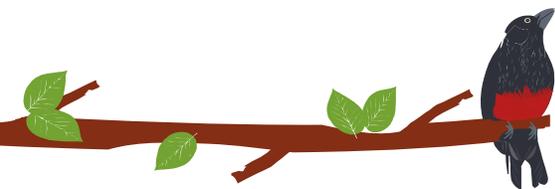
¿QUÉ PASA SI NO SE ADOPTAN MEDIDAS PARA REDUCCIÓN Y RECUPERACIÓN DEL RIESGO?

de manera notoria en la generación de amenaza.

ÍNDICE DE DAÑO (ID)

Uno de los aspectos no evaluados fue el aumento o cambio en general de los índices de daño esperados pues no hay estudios completos de valores de uso de las tierras y la escala y alcance del estudio no permite el uso de avalúos específicos de infraestructura para definir índices de pérdidas o costos de reposición dentro de los cálculos de vulnerabilidad y riesgo.

EN ETAPA DE PUBLICIDAD



4.4.1.2 Proyección de la configuración del riesgo

Una vez presentadas las tendencias de las condiciones de amenazas naturales y socio naturales, consideradas así por relacionarse con las variables de origen natural y antropogénico relacionadas en el numeral de Aspectos contribuyentes a la generación de amenazas (ACA), así como la tendencia de crecimiento de los elementos expuestos de infraestructura se presentan anteriormente las condiciones de riesgos proyectadas por movimientos en masa, inundaciones, avenidas torrenciales e incendios forestales simplificando la exposición junto a la condición de amenaza por cada fenómeno amenazante.

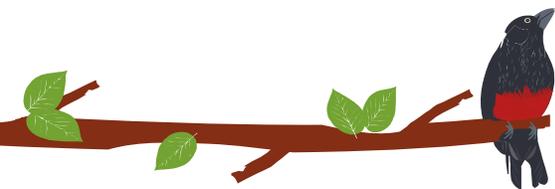
Las relaciones funcionales y su interacción con los escenarios tendenciales de configuración del riesgo se describen a continuación y se identificaron dentro de estas dos interacciones importantes con la situación actual y futura de amenazas y riesgos que comprende el paso de vías de orden nacional que conectan el territorio con el mar (Urabá) y el Área Metropolitana del Valle de Aburrá, el crecimiento de infraestructura para el turismo y el mejoramiento integral de vivienda para las comunidades. Estos aumentos de infraestructura necesariamente se encuentran y se mantendrán en alguna situación de amenaza natural y socio natural por lo que permanecerán en interacción con las dinámicas de estos eventos amenazantes, razón por la cual en la Fase de Formulación se le dará un énfasis muy importante a la adaptación (amenazas y a los efectos del cambio climático) y al fortalecimiento comunitario e institucional en seguimiento, alerta temprana y respuesta oportuna frente a situaciones de emergencia con el fin de que estos no se convierta en desastre o que si este ocurre la recuperación sea en el menor tiempo posible.

4.4.1.3 Las relaciones funcionales y su interacción con los escenarios tendenciales de configuración del riesgo

Dentro de las relaciones funcionales resulta relevante considerar la interacción de las condiciones de amenaza y riesgo con el acceso y tránsito al territorio y los crecimientos de las áreas pobladas; ya que necesariamente estos dos aspectos tienen que considerar la realidad física del territorio sin tener mayor opción que la adaptación a las mismas en lugar de su elusión y mitigación. Por ello se presenta en los escenarios tendenciales una condición actual y futura esperada de la exposición de los elementos de infraestructura y configuración del riesgo proyectada en la cuenca.

En los apartes específicos de la prospectiva en el componente de Gestión del Riesgo se definen los escenarios tendenciales para cada una de las amenazas y para la exposición (ver numeral 4.4.1 Escenario tendencial del componente de gestión de riesgo) en los que se observan los proyectos de infraestructura vial que al tiempo corresponden con los elementos funcionales de movilidad y conectividad de los territorios hacia el mar y las regiones. Al tiempo dentro de las relaciones funcionales ha sido identificada la tendencia de crecimiento del sector turístico que espera mejorar su infraestructura de la mano con el mejoramiento de vivienda de las comunidades, lo que representará el crecimiento de centros poblados en áreas con alguna condición de amenaza que será





tenida en cuenta en la formulación de estos proyectos toda vez que las amenazas identificadas son y serán dominantes en la cuenca.

4.4.1.4 Afectación de macroproyectos por la situación de amenaza y riesgo

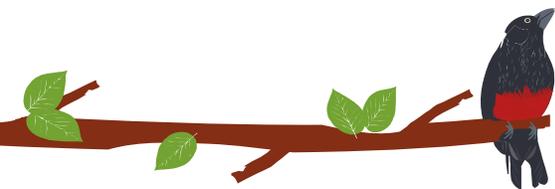
La afectación es alta para las concesiones viales 4G pues se presenta una situación de amenaza por movimientos en masa, inundaciones y avenidas torrenciales en la mayoría de la extensión. Las vías existentes ya fueron evaluadas en los elementos expuestos, los cuales se pueden observar en la Figura 25. Así, se considera la configuración del riesgo que estos podrían generar en los escenarios tendenciales, siendo estos los proyectos correspondientes a la dinámica de la cuenca, como actuales y nuevas actividades proyectadas de orden nacional o regional.

4.4.2 Escenario deseado del componente de gestión de riesgo

Como se indicó anteriormente en el caso específico de amenazas naturales, estas son consideradas determinantes ambientales y no directamente el riesgo generado por las mismas, por tanto los indicadores para el análisis prospectivo que recomienda el alcance técnico del POMCA son los porcentajes de área con amenaza media y alta por movimientos en masa, inundaciones y avenidas torrenciales y no otros relacionados con vulnerabilidad y riesgos que son realmente más dinámicos y se calcularon por vereda y municipio, de manera que serían más generalizados y no comparables directamente como determinante ambiental sino como indicadores útiles para priorizar acciones propias de gestión de riesgo. No obstante, si se quiere más adelante formular indicadores adicionales de riesgo cuando existan estudios socioeconómicos poblacionales y de la tierra, se podrán plantear afectaciones por pérdida y costo de reposición para llegar a índices como índice de pérdida o porcentajes de áreas en riesgo medio y alto. Estos solo valen la pena para ser incluirlos si se calculan panoramas de daño y pérdida basados en modelos de vulnerabilidad más complejos que los binarios de exposición o de "riesgo implícito" planteados por el alcance técnico del POMCA.

Dentro de las actividades y metas planteadas para el escenario deseado orientadas al plan de reducción y manejo del riesgo para la cuenca se encuentra en alguna medida la reducción de ubicación de viviendas en zonas de exposición por eventos amenazantes y la reducción de áreas intervenidas, un escenario en el que las actividades productivas cumplan los requerimientos ambientales o realicen el aprovechamiento de recursos con sostenibilidad. Es importante asegurarle a la comunidad asentamientos seguros dentro de un control urbanístico efectivo, talleres en los que se incentive conciencia y gestión de riesgo, control de actividades productivas que desencadenen en eventos amenazantes, mayores capacidades de los recursos naturales para obtener y prestar servicios ecosistémicos de regulación. Proteger y regular la ocupación de áreas en donde no se pueda mitigar el riesgo, planes y recursos que permitan innovación en las prácticas de aprovechamiento de recursos para propender por un mejor uso del suelo.





4.4.2.1 Reducción del riesgo en el escenario deseado

Como se indicó anteriormente, con base en el anexo 2. Gestión del Riesgo que presenta la metodología específica para este componente, a continuación, se presenta el desarrollo para el escenario deseado. En el caso específico de amenazas naturales, estas son consideradas determinantes ambientales y no directamente el riesgo generado por las mismas, por tanto los indicadores para el análisis prospectivo que recomienda el alcance técnico del POMCA son los porcentajes de área con amenaza media y alta por inundaciones, movimientos en masa y avenidas torrenciales y no otros relacionados con vulnerabilidad y riesgos que son realmente más dinámicos y se calcularon por vereda y municipio, de manera que serían más generalizados y no comparables directamente como determinante ambiental sino como indicadores útiles para priorizar acciones propias de gestión de riesgo. No obstante, si se quiere más adelante formular indicadores adicionales de riesgo cuando existan estudios socioeconómicos poblacionales y de la tierra, se podrán plantear afectaciones por pérdida y costo de reposición para llegar a índices como índice de pérdida o porcentajes de áreas en riesgo medio y alto. Estos solo valen la pena para ser incluirlos si se calculan panoramas de daño y pérdida basados en modelos de vulnerabilidad más complejos que los binarios de exposición o de "riesgo implícito" planteados por el alcance técnico del POMCA.

4.4.2.2 Escenario deseado de riesgo concertado

El escenario deseado fue trabajado con los actores de la cuenca, en los talleres de prospectiva encontrando que la realidad de la cuenca (Figura 35) es una situación de amenaza fuertemente marcada en toda la extensión de la cuenca y que hace parte fundamental de la dinámica natural y ecosistémica de la misma, por lo cual la condición deseada no es mitigar la amenaza sino reducir el riesgo enfocándose en la situación de exposición, a excepción de la amenaza por incendios forestales que dependen ciertamente del control de puntos de ignición y capacitación comunitaria sobre la conciencia de no generación de incendios.

Así, la condición deseada acordada es que las amenazas por movimientos en masa, inundaciones y avenidas torrenciales permanezcan al tiempo que la amenaza por incendios se elimine completamente, para enfocarse en el trabajo de reducción de riesgo comunitario, institucional y físico. De esto se responden las siguientes preguntas:

4.4.2.2.1 ¿Qué riesgos son aceptados?

Tras asumir que las amenazas por movimientos en masa, inundaciones y avenidas torrenciales están presentes en gran extensión en la cuenca, estas son aceptadas pero sus riesgos no en el caso de infraestructura y población expuesta, de manera que las medidas, acciones, estrategias y proyectos se enfocan en el trabajo de reducción de riesgo en todas las áreas que presentan infraestructura o población expuesta. En el caso de incendios, no se considera aceptada ni la amenaza ni el riesgo generado por la misma en las coberturas vegetales, por lo cual se trabajará en evitar todo evento por incendios y en medidas de reducción del riesgo por los mismos.



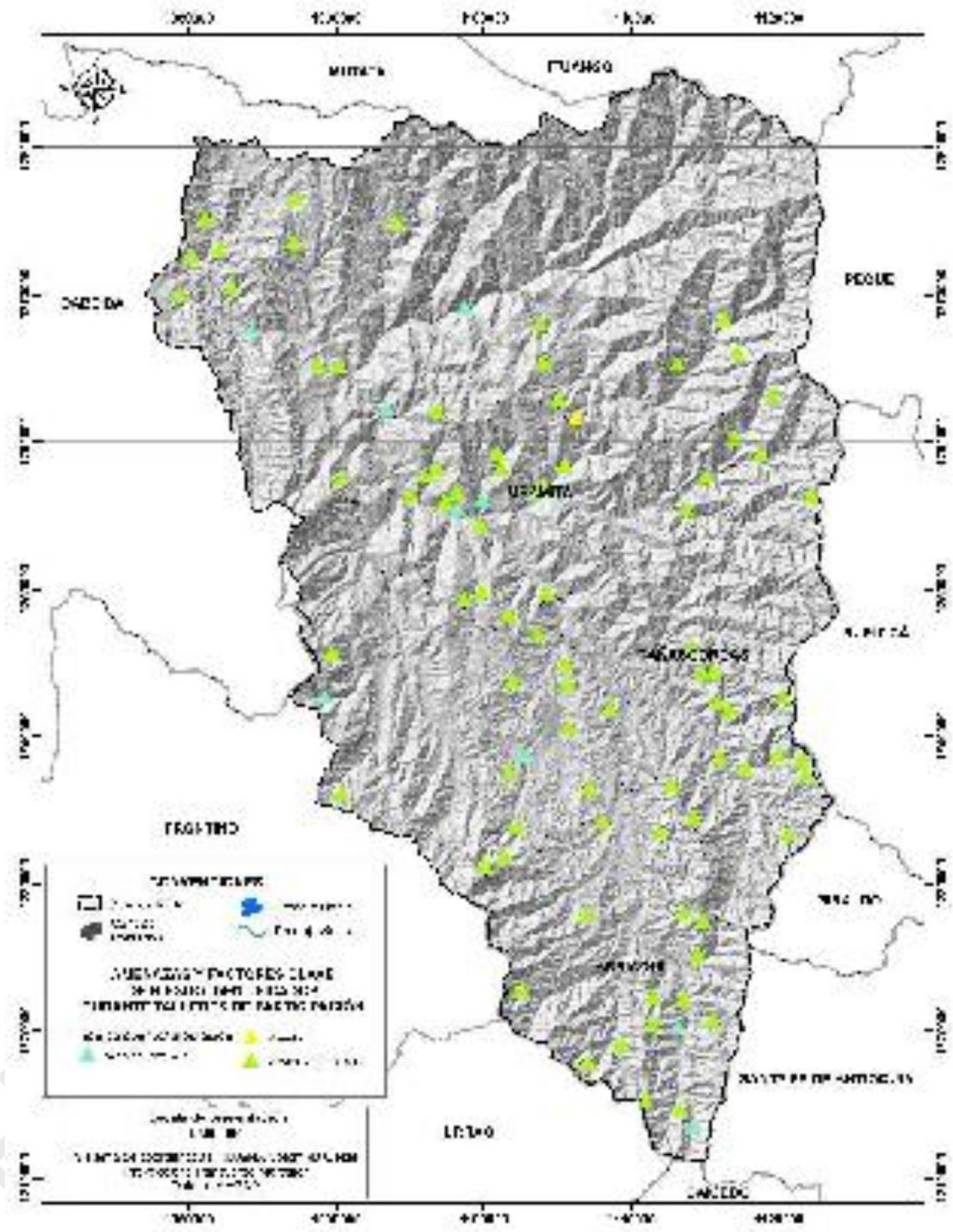
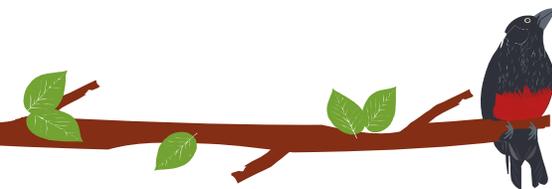
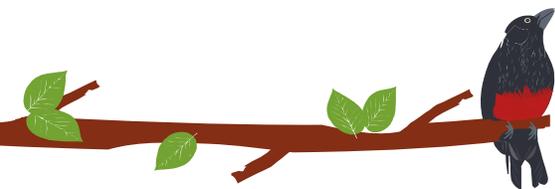


Figura 35. Factores de riesgo y amenazas naturales





Los actores participantes en esta pregunta fueron los representantes de la autoridad municipal, comités de acueductos veredales, mesas ambientales, instituciones educativas, consejo de cuenca, autoridad ambiental, consejo municipal y comunidad en general; y todos incluyendo la consultoría concertaron que los riesgos aceptados son los expuestos, se reconoció además que las condiciones naturales son las predominantes.

4.4.2.2.2 ¿A quiénes afectan?

Las áreas afectadas se muestran más adelante y representan los sectores de amenazas altas y medias que contienen elementos expuestos como vías, centros poblados y en general todos los tejidos urbanos continuos y discontinuos de todos los municipios. Para ello se recomienda consultar el diagnóstico en el que se observa en detalle cada elemento expuesto a las distintas amenazas presentes en la cuenca.

Los actores participantes en esta pregunta fueron los representantes autoridad municipal, comités de acueductos veredales, mesas ambientales, instituciones educativas, consejo de cuenca, consejos comunitarios afrodescendientes, autoridad ambiental, comunidades indígenas y comunidad en general, que concluyeron que los afectados directos son las poblaciones urbanas y rurales de los municipios.

4.4.2.2.3 ¿Por quién son generados?

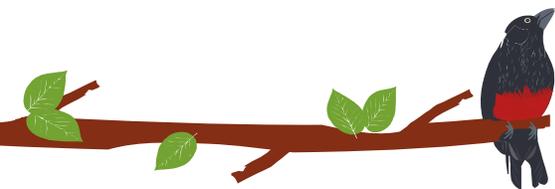
Se revisó cada una de las variables claves y aspectos contribuyentes naturales y antropogénicos como geología, geomorfología, sismología, cortes en vías, vertimientos inadecuados de aguas residuales, presencia de minería, entre otras también relevantes. Estas se muestran al principio de este numeral general de análisis prospectivo del componente de gestión del riesgo, específicamente en la identificación de variables claves y aspectos contribuyentes, las cuales contienen los aspectos discutidos con los actores.

Los actores participantes en esta pregunta fueron los representantes autoridad municipal, comités de acueductos veredales, mesas ambientales, instituciones educativas, comunidades indígenas, autoridad ambiental y comunidad en general, concluyendo que los riesgos son generados por la implantación de la infraestructura en zonas de amenazas altas, cuyos aspectos contribuyentes son principalmente naturales (geología, lluvia, sismos, etc.) y en menor medida antropogénicos (deforestación, mal manejo de agua y cortes en el terreno).

4.4.2.2.4 ¿Cómo se lograría compensar sus afectaciones?

Hay una serie de medidas correctivas, prescriptivas, estructurales y no estructurales que buscan lograr dicha compensación. Desde más y mejores estudios que permitan establecer las medidas físicas para mitigación de amenaza y reducción de riesgo local, hasta la mejora de instrumentación y establecimiento de sistemas de alerta temprana que involucren a las instituciones y a la comunidad en las acciones de generación de conocimiento, seguimiento, reducción y manejo de las condiciones de amenaza y riesgo en la totalidad de las comunidades expuestas a todo tipo de amenaza natural y





socionatural, e incluso antropogénica no intencional. Todas esas medidas se detallan más adelante con las estrategias de gestión de riesgo.

Los actores participantes en esta pregunta fueron los representantes de la autoridad municipal, comités de acueductos veredales, mesas ambientales, instituciones educativas, consejo de cuenca, comunidades indígenas, autoridad ambiental, consejo municipal y comunidad en general, encontrando que la manera de compensar sus afectaciones se deriva del trabajo conjunto y de igual responsabilidad entre instituciones y comunidad en la reducción de la exposición y aumento de la resiliencia institucional, funcional y social desde sus competencias en el ordenamiento del territorio y administración de recursos naturales.

El escenario deseado para cada una de las amenazas se presenta a continuación (como se indicó, para el caso de incendios forestales es deseable que la amenaza sea nula) en la Figura 36, Figura 37, Figura 38, Figura 39 y Figura 40.



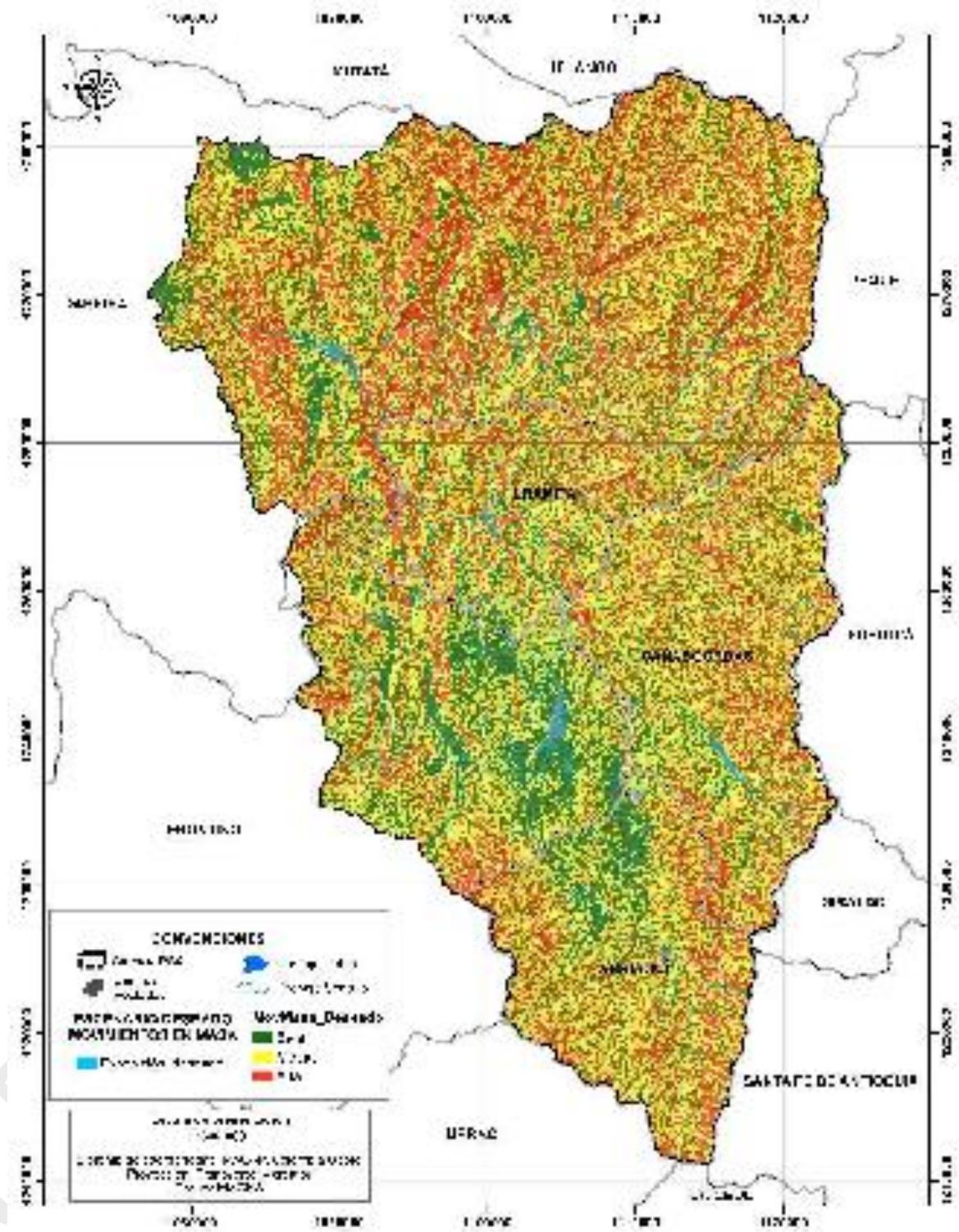
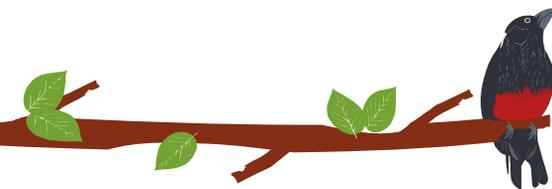


Figura 36. Escenario deseado por movimientos en masa

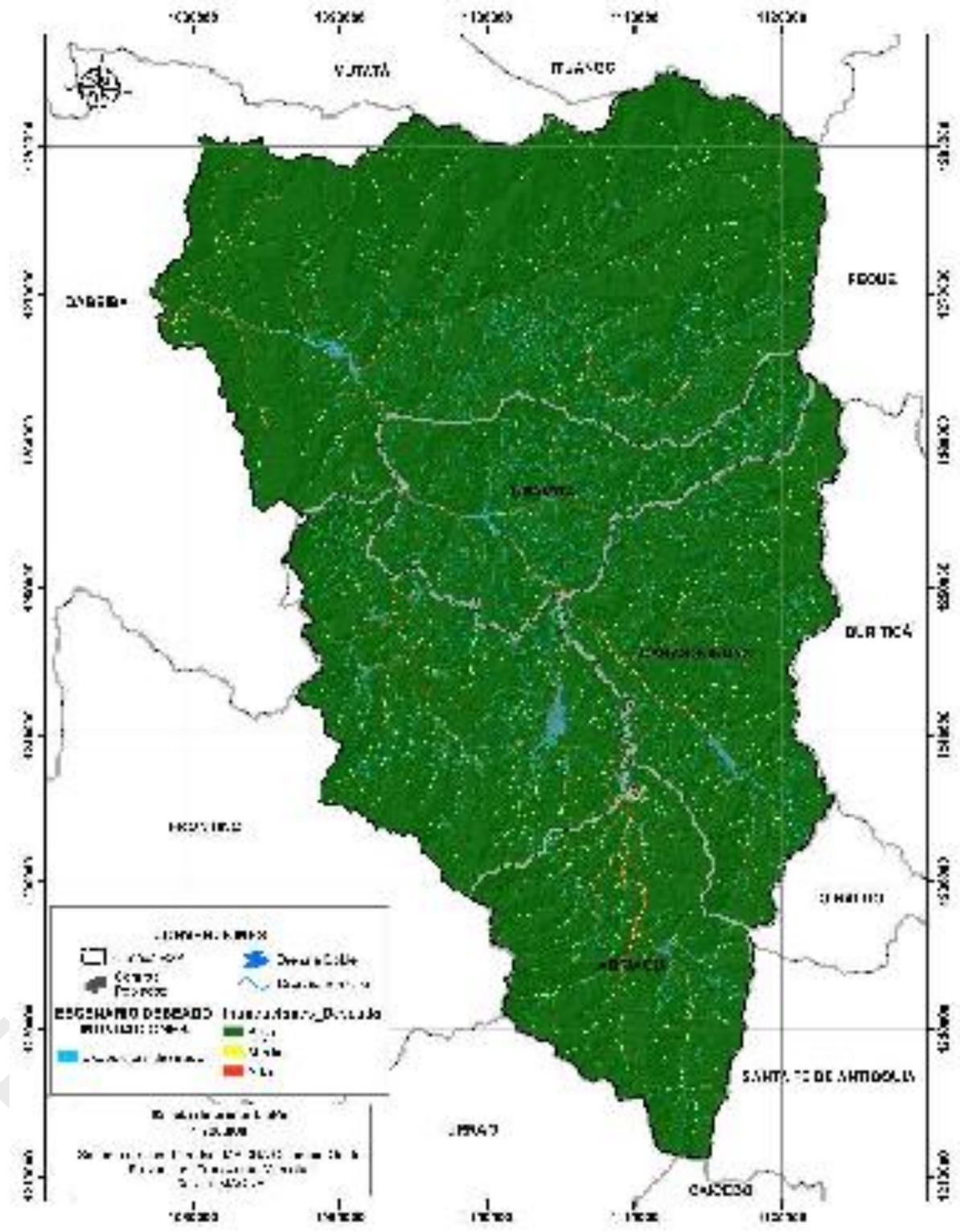
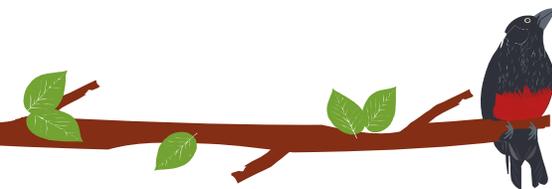


Figura 37. Escenario deseado por inundaciones



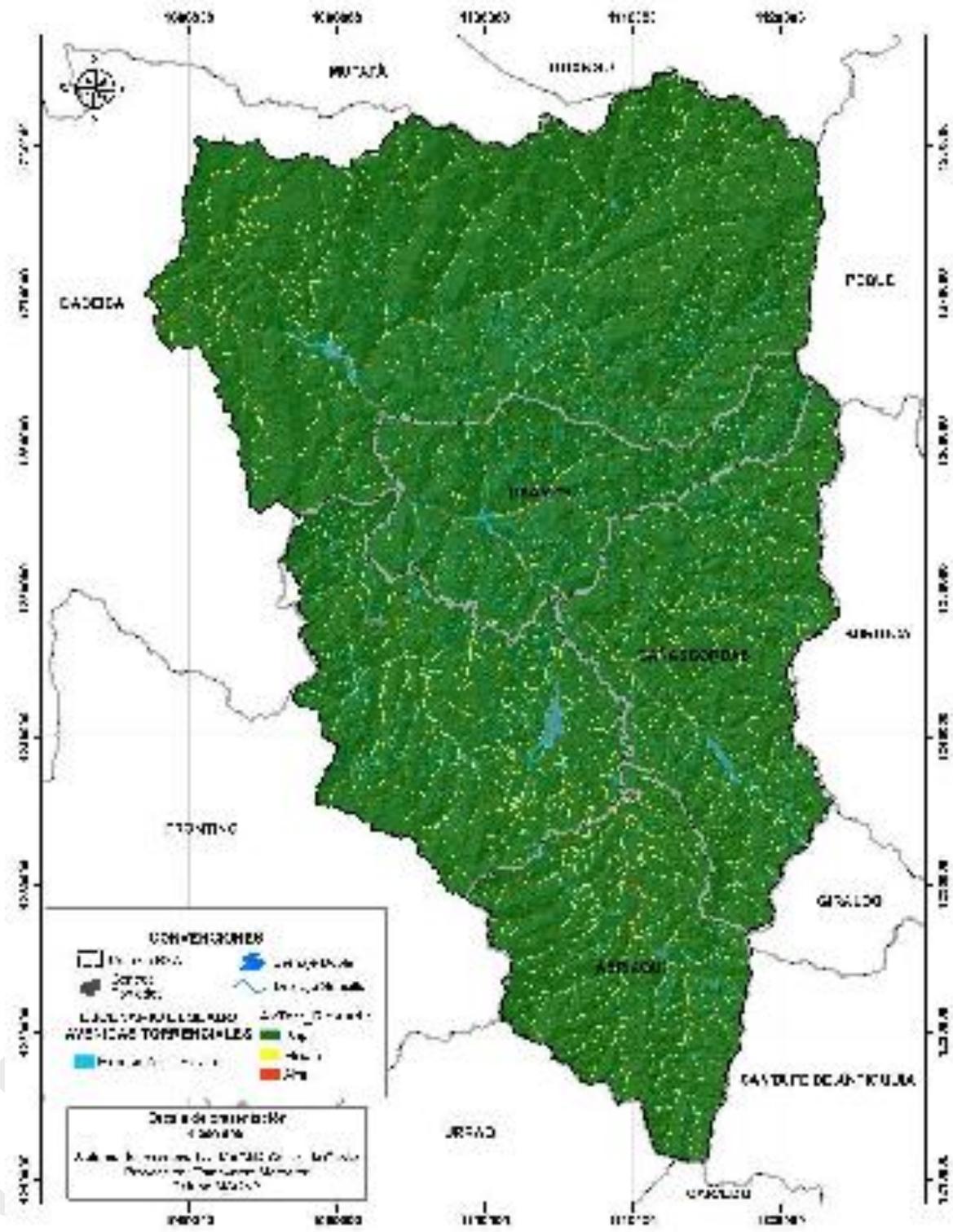
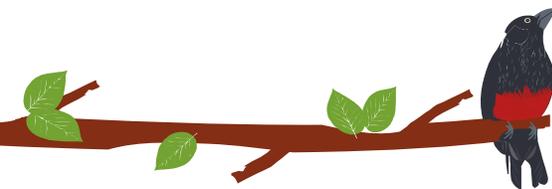


Figura 38. Escenario deseado por avenidas torrenciales



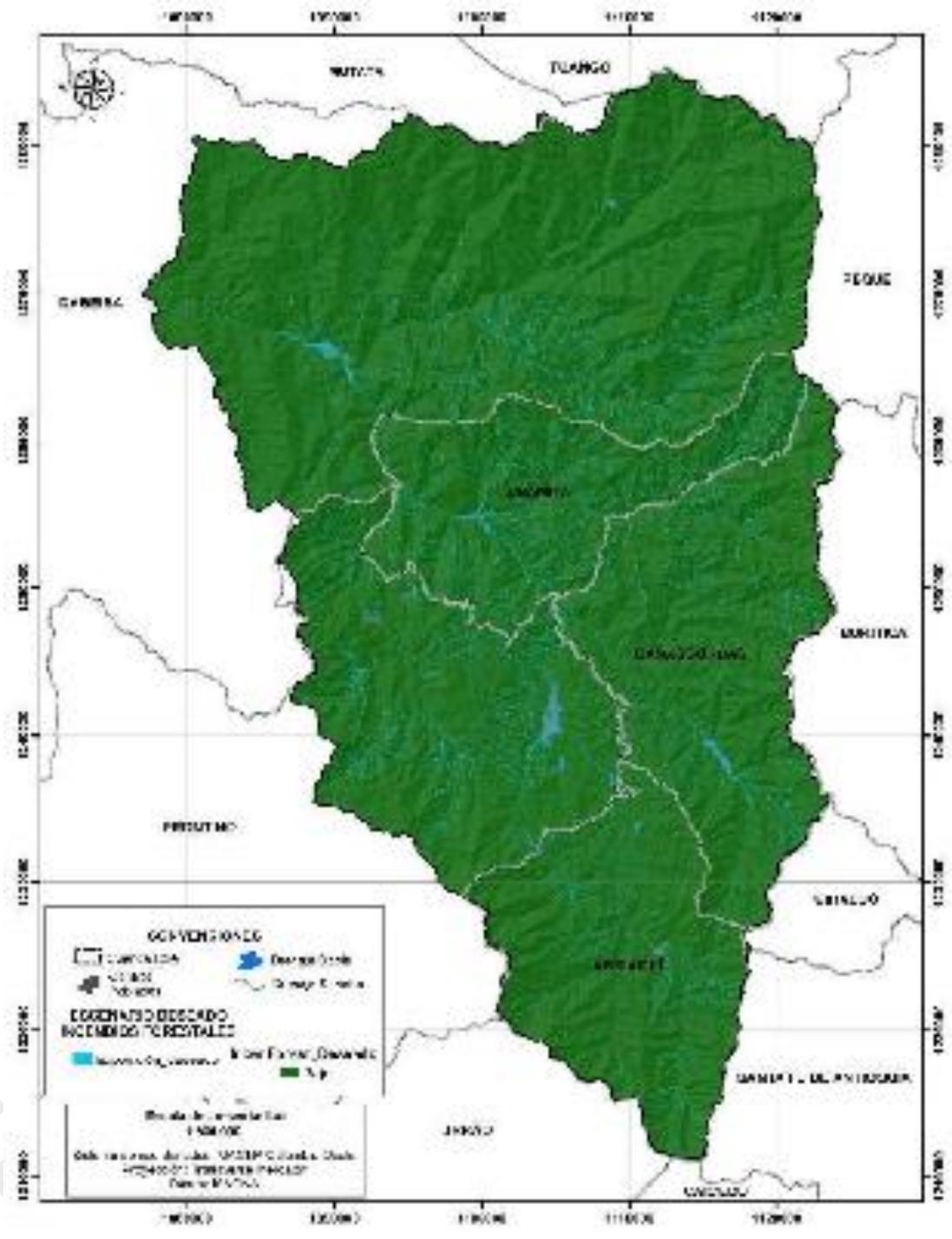
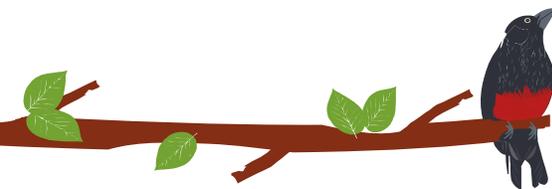
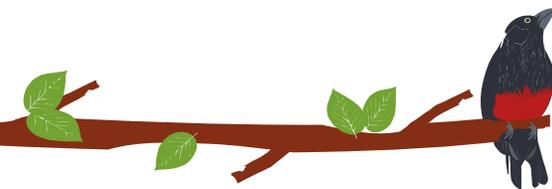


Figura 39. Escenario deseado por incendios forestales



4.4.2.2.4.1 Áreas afectadas por amenazas altas

Las áreas expuestas a amenazas altas se pueden ver en la cartografía anexa y en todas las figuras anteriores, en las que las áreas pobladas y trayectos viales se marcan sobre las amenazas altas. No obstante, a continuación, se plantean las áreas expuestas para que puedan ser comparadas con las áreas de amenazas (ver Figura 41).

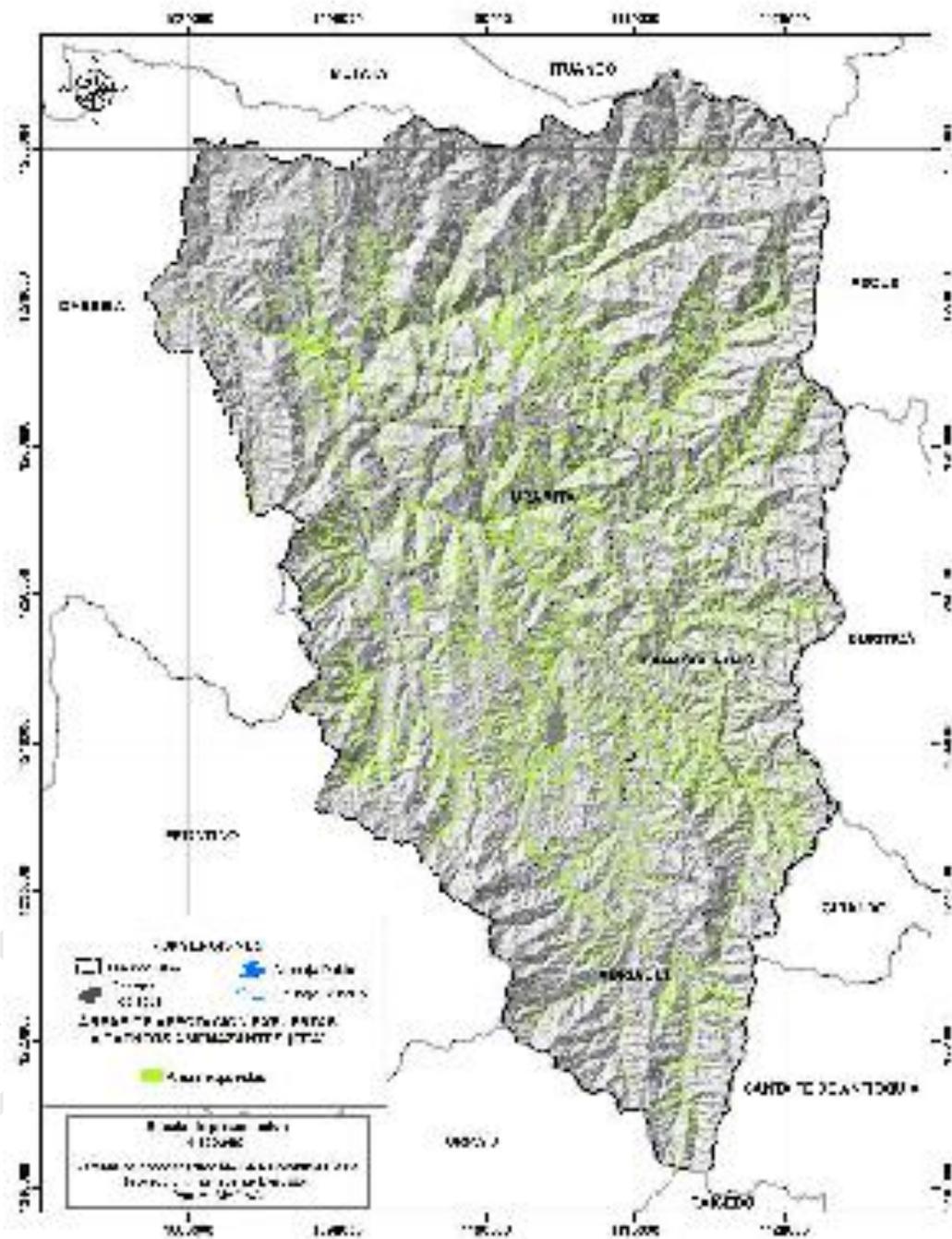
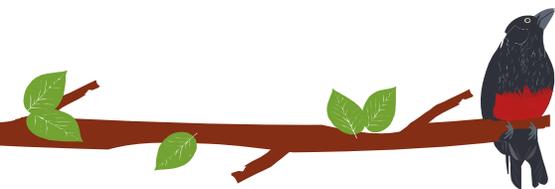


Figura 41. Áreas de afectación o áreas expuestas





4.4.2.2.4.2 *Condiciones similares, disímiles y paralelas*

Como se indicó anteriormente, las amenazas son dominantes en la cuenca y no representan por sí mismas un problema para la zonificación ambiental pues si bien podrían afectar algunas áreas, la existencia de procesos dinámicos de amenazas son necesarias para la regulación de los ecosistemas entre la parte alta, media y baja de la cuenca, de manera que la condición deseada es que las amenazas permanezcan, a excepción de incendios en que se evitarán completamente. Así, las condiciones similares serían las de amenaza por movimientos en masa, inundaciones y avenidas torrenciales, las disímiles corresponderían con la amenaza de incendios que se eliminaría en un escenario deseado y las paralelas harían referencia a las condiciones de exposición que no necesariamente cambiaría su calificación pero sí se realizaría gestión sobre las comunidades e instituciones para que la existencia de eventos amenazantes no represente por sí misma una situación de emergencia y en caso que sí se convierta en emergencia o desastre, que la recuperación sea satisfactoria en el corto plazo

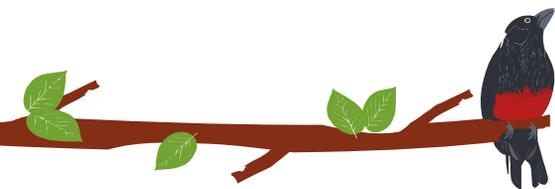
4.4.2.2.5 *Medidas de manejo que apunten a la reducción del riesgo*

Las medidas se pueden clasificar y proponer en el tríptico planteado por la Unidad Nacional de Gestión de Riesgo de Desastres (UNGRD) a través de la Ley Nacional 1523 de 2012 como conocimiento, reducción y manejo, a lo cual se le puede agregar mitigación y adaptación al cambio climático según los acuerdos internacionales de gestión del riesgo del Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030 organizado por Naciones Unidas. Las acciones en gestión de riesgo se deben enfocar primero en generar mayor conocimiento de las condiciones de amenaza con mayor detalle iniciando con el levantamiento de información topográfica y batimétrica de los cauces principales de los ríos incluyendo su margen y las áreas expuestas, para que se ejecuten los estudios hidráulicos y geotécnicos que permitan conocer la dinámica de los ríos, los procesos erosivos laterales y la estabilidad de los taludes del margen. Con estos estudios se debe posteriormente enfocar recursos para el diseño y construcción de medidas físicas de mitigación del fenómeno mediante obras civiles de adecuación y mejora hidráulica que permitan la protección física y ambiental de las zonas de ronda.

A pesar que las condiciones de amenaza y riesgo son evidentes, varios de los riesgos identificados no son necesariamente restrictivos y dada su calificación media y alta dentro de la cuenca se hace necesario incorporar mecanismos de adaptación que permitan establecer criterios de aceptabilidad o adaptación del riesgo, mejorar la capacidad de respuesta institucional y comunitaria, así como la resiliencia de las personas afectadas y la posibilidad de recuperación de las actividades en el territorio.

Siguiendo las recomendaciones de los alcances técnicos del POMCA, conviene plantear de manera general las medidas físicas y administrativas que permitan la reducción del riesgo o la adaptación a este de manera que se logre evitar que se convierta en un condicionante del uso del territorio (cuando aplique la posibilidad de evitar que sea condicionante).





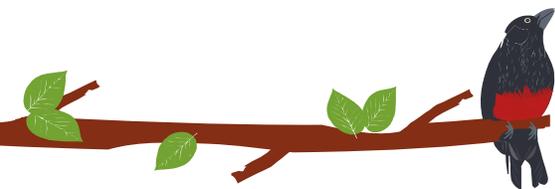
Las amenazas se presentan con distinta recurrencia, pero se asignan con igualdad de importancia para el ejercicio de planeación resumiéndose en que los movimientos en masa se presentan de manera recurrente y en general serían de bajo impacto y las inundaciones dependerán de los ciclos de variabilidad climática siendo principalmente poco recurrentes de alto impacto (se descartan amenazas poco recurrentes y de alto impacto como el sismo). Las avenidas torrenciales se agrupan en ambas recurrencias siendo recurrentes de bajo impacto y poco recurrentes de alto impacto. De manera que todas las medidas aquí planteadas deben ser entendidas para todas las recurrencias en los fenómenos descritos. En la Tabla 38 se indican los criterios para la definición de las medidas que apuntan a la reducción del riesgo.





Tabla 38. Criterios para el análisis de riesgo en el escenario deseado.

¿QUÉ MEDIDAS SE ADOPTAN PARA QUE EL RIESGO DEJE DE SER UN CONDICIONANTE DEL USO DEL TERRITORIO?	
PROBABILIDAD DE OCURRENCIA (PO):	<p>Los eventos amenazantes descritos tienen características simultáneas de alta recurrencia de baja a mediana magnitud y poca recurrencia, pero de alto impacto, la socavación lateral y demás amenazas se acompañan con las temporalidades de poca recurrencia y de mediana a baja magnitud en la cuenca, aun cuando los movimientos en masa y desprendimientos son generalmente calificados como recurrentes.</p> <p>Así, las medidas planteadas dentro de estudios, diseños y obras podrían reducir la probabilidad de ocurrencia de los fenómenos, si esta fuera entendida de manera limitada como la cantidad de eventos que puede ocurrir en un tiempo de planificación hasta el año 2029.</p>
EXPOSICIÓN A EVENTOS AMENAZANTES (EEA)	<p>Se definen medidas no estructurales para evitar la localización de nuevos elementos en áreas expuestas a eventos amenazantes, desde la definición de estudios de detalle que delimiten en la escala adecuada dichas áreas hasta planes y e instrumentos con fuerza normativa que regulen el uso de suelo y realicen control urbano y rural de los modos de ocupación.</p> <p>Dentro de las medidas descritas en este numeral se incluye principalmente el control urbano en áreas pobladas mediante el acompañamiento institucional del reconocimiento de las condiciones de amenaza en los instrumentos de ordenamiento territorial e instrumentos normativos que expidan requisitos para el licenciamiento urbano y ambiental en función de los estudios que se puedan lograr en la delimitación más detallada de la situación local de amenaza.</p>
ASPECTOS CONTRIBUYENTES A LA GENERACIÓN DE AMENAZAS (ACA)	<p>Establecimiento de medidas de exclusión y condicionamiento de quemas controladas que pueden generar incendios, seguimiento de desvíos de caños y quebradas que modifican las condiciones de drenaje natural, control de extracción de materiales del lecho del río muy cercanos a las orillas para evitar desprendimientos del terreno en los márgenes, incluir análisis de amenazas dentro del licenciamiento urbano, entre otras medidas siempre exigiendo estándares de seguridad altos basados en las Normas INVÍAS, NSR-10, RAS2000 y demás normas técnicas reconocidas para obras civiles.</p>
ÍNDICE DE DAÑO (ID)	<p>El índice de daño es un indicador que no se calculó en la fase de diagnóstico porque depende de la información de costos de la tierra por unidad cartográfica de coberturas y requiere levantamientos y peritaje catastral predial urbano y rural que no existen en la actualidad y no son del alcance del POMCA. No obstante, se pueden plantear medidas administrativas de control de la ocupación y requisitos técnicos mínimos para evitar la generación de nuevos riesgos e incluso para la reducción de riesgos existentes que den cuenta de reducción implícita de daños esperados y por consiguiente de los indicadores de daño o índices de daño (ID).</p> <p>En gestión de riesgo se considera imprudente que con información a escala 1:25k se definan áreas para la implementación de obras o reubicación de familias o infraestructura. Por ello, en la fase de formulación se incluyen actividades tendientes a la reducción del riesgo en áreas de amenazas altas que implican reubicación de asentamientos, infraestructura u obras de mitigación para el control de amenazas, pero siempre a partir de estudios más detallados. Dentro de esos programas se considera que dicha necesidad podrá existir una vez se establezcan los estudios de mayor detalle.</p>



Las áreas que tengan amenaza alta para los eventos evaluados se consideran áreas que deben tener una estrategia de manejo de protección, entendiendo la protección como una estrategia de conservación in situ que aporta a la planeación y manejo de los recursos naturales renovables y al cumplimiento de los objetivos generales de conservación del país como se define en el Decreto 2372 de 2010, hasta tanto las condiciones que generan esta amenaza no sean controladas mediante otras medidas estructurales o no estructurales.

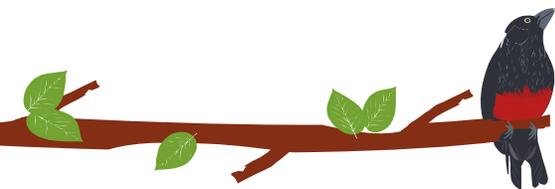
Las medidas estructurales y no estructurales planteadas deben tener alcance directo en la reducción de riesgo dentro de los procesos de Gestión del Riesgo establecidos en la ley 1523 de 2012, entendidos como: conocimiento del riesgo, reducción del riesgo y manejo de desastres, con mucho mayor énfasis en los dos primeros. De estas medidas puede llegar a depender la sostenibilidad ambiental (en las medidas no estructurales para la reducción de amenaza por incendios de coberturas vegetales e incluso estructurales si se logran definir como medidas cortafuegos o similares), la localización segura de viviendas e infraestructura en el marco de acciones de mejora del conocimiento de amenaza para ejercer mejor control urbano y garantizar la estabilidad del terreno y seguridad, así como la sostenibilidad económica y funcionalidad del territorio en la implementación de monitoreos de amenazas, sistemas de alertas tempranas y preparación para la respuesta oportuna y suficiente de las emergencias que se presenten, lo cual dará mejor capacidad de respuesta y resiliencia institucional y comunitaria. Las medidas específicas que apuntan a reducir el riesgo dependiendo de la amenaza y de la categoría de amenaza se describen con más especificidad en el escenario apuesta desarrolladas más adelante.

4.4.2.2.6 Medidas de recuperación de áreas afectadas en la cuenca

Una vez mostradas las áreas afectadas en el numeral anterior, se definen las siguientes medidas orientadas a la recuperación por condiciones de riesgo. Debe notarse que siendo dominante la situación de amenaza en la cuenca, se da un enfoque de reducción de riesgo desde una mirada holística que permita aplicar medidas integrales de adaptación a las amenazas y prevención de emergencias.

- Seguimiento de amenazas naturales.
- Instrumentación y monitoreo de niveles de agua de ríos, precipitaciones para prever inundaciones, deslizamientos detonados por lluvia y avenidas torrenciales.
- Establecimiento de sistemas de alertas tempranas articulando instituciones y comunidades con puntos de seguimiento y un centro de monitoreo.
- Fortalecimiento institucional para prevención y atención de emergencias.
- Gestión de riesgo comunitario mediante capacitación y preparación en prevención, seguimiento, monitoreo, respuesta a emergencias, ayuda mutua y recuperación social posterior a desastres.
- Preparación de organismos de respuesta a emergencias y dotación/capacitación a la comunidad como previsor y respondiente de emergencias para reducción de desastres.





- Mejora del conocimiento de las condiciones de amenaza y riesgo en escalas regionales (panoramas de riesgo) y de mayor detalle (estudios básicos y detallados de amenazas y riesgos).
- Ejecución de obras de manejo de aguas y control hidráulico en áreas que necesiten control de inundación, estabilización de laderas o márgenes de ríos y control de erosión hídrica de lechos y márgenes de ríos en áreas con infraestructura expuesta (vías, servicios públicos o asentamientos humanos).
- Recuperación de áreas afectadas y de aspectos contribuyentes a la generación de amenazas. Por ejemplo, gestión de la extracción de materiales de cantera, recuperación de bosques nativos, manejo de aguas de escorrentía, relocalización de asentamientos, entre otras.
- Establecimiento administrativo de limitantes y condicionantes por amenaza y riesgo para la restricción o el condicionamiento del uso del suelo. Por ejemplo, las áreas en amenaza alta por avenidas torrenciales deben ser restringidas para cualquier uso que implique actividades permanentes pasivas o activas y condicionadas a su uso y aprovechamiento casual en temporadas de bajas precipitaciones cuando se pueda descartar la ocurrencia de este fenómeno. Otro ejemplo corresponde con las áreas de amenaza por inundación, en donde se puede permitir actividades productivas y usos adaptados o adaptables a la presencia de agua frente a la ocurrencia de inundaciones como cultivos resistentes a saturación de suelos y actividades, zonas de protección, entre otras.

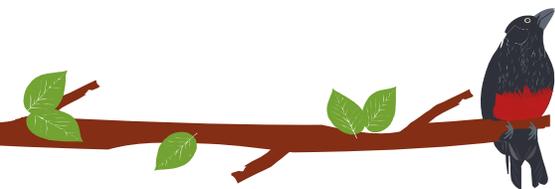
4.4.3 Escenario apuesta del componente de gestión de riesgo

La construcción del escenario apuesta relacionado con el componente de Gestión de Riesgo, tuvo como insumo los aportes de los actores que asistieron a los espacios de participación: autoridad municipal, comités de acueductos veredales, mesas ambientales, instituciones educativas, comunidades indígenas, autoridad ambiental, consejo municipal y comunidad en general.

En el escenario apuesta se planteó la existencia de amenazas por movimientos en masa e inundaciones que pueden ser eventos amenazantes cuando se encuentra infraestructura física y población expuestas, mas no por su existencia misma, llegando incluso a ser potenciales fenómenos de regulación natural de caudales, nutrientes y reconformación del relieve de forma natural y necesaria para la estabilidad de los ecosistemas. Así, dentro de la interacción de los asentamientos humanos y los diferentes usos del suelo desarrollados y por desarrollar en la cuenca, se deben considerar las condiciones de riesgo evaluados para su reducción y no propiamente la mitigación de la amenaza.

Como se acaba de mencionar, la amenaza por movimientos en masa no es por sí misma un problema, se convierte en fenómeno amenazante en los casos en que la infraestructura física y la población se encuentra expuesta y esta solo puede ser mitigada de manera gradual y puntual. Al tiempo, la vulnerabilidad puede reducirse





implementando las medidas descritas anteriormente para buscar una condición de riesgo que sea tolerable en niveles medios e incluso altos.

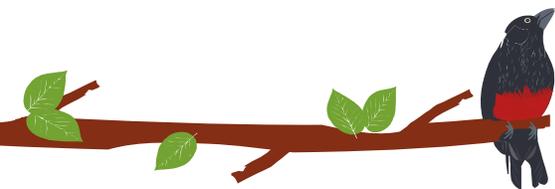
La amenaza por inundaciones puede mitigarse en términos de áreas de afectación mediante obras de adecuación hidráulica, pero al igual que la amenaza por movimientos en masa, se convierte en fenómeno amenazante en los casos en que la infraestructura física y la población se encuentran expuestas. Por su parte, la vulnerabilidad puede reducirse implementando las medidas descritas anteriormente para buscar una condición de riesgo que sea tolerable en niveles medios e incluso altos. Al ser una cuenca esencialmente rural, solamente en las áreas de amenazas por inundaciones que tengan elementos expuestos es deseable que se desarrollen las obras de mitigación de la amenaza que permitan controlar efectivamente las crecientes de los ríos en sectores localizados. Así, para el caso específico de amenaza por inundaciones, el escenario deseado es que se mitigue la condición de amenaza en las áreas de riesgo alto en elementos expuestos, mientras el apuesta es que se prioricen y ejecuten según la priorización.

Por su parte, la amenaza por avenidas torrenciales puede afectar elementos expuestos como vías o incluso algunos asentamientos humanos en los márgenes de las quebradas. Es deseable que este tipo de fenómenos se sigan presentando dentro de la morfodinámica natural de la cuenca, de manera que debe mantenerse como condicionante del uso del suelo evaluándose en cada caso particular en escala de detalle su situación de riesgo para definir las acciones más adecuadas, incluyendo, por supuesto, mediadas de adaptación con sistemas de alerta.

En el caso particular de la situación de amenaza por incendios de coberturas vegetales, se plantea la "prevención de incendios forestales" desde una perspectiva con tendencia operativa que busca reducir actividades encaminadas a eliminar las causas directas de la aparición u origen de los incendios de vegetación o de coberturas vegetales y forestales. Por su parte, es oportuno plantear medidas físicas directas que eviten la propagación descontrolada de los mismos mediante la aplicación de zonas aislantes o de seguridad o de "contrafuegos" con actividades socioambientales integrales encaminadas a evitar la aparición o generación de incendios, que a su vez redunden en la prevención o mitigación de factores de propensividad de otras amenazas como erosión o pérdida de coberturas que modificarían las infiltraciones (variación de niveles freáticos) y escorrentías directas.

Si bien el desarrollo normativo y contractual del POMCA permite dar un panorama de las condiciones de amenaza, vulnerabilidad y riesgo, su resultado debe ser solo una de las herramientas para la toma de decisiones en la definición de metas, planes y proyectos en gestión integral de riesgo las cuales deben ser definidas por los entes locales y territoriales desde sus propios instrumentos de ordenamiento territorial y de gestión del riesgo. Por consiguiente, toda decisión de acción puntual debe estar soportada por análisis de detalle que requieran la rigurosidad técnica propia de esa escala de análisis y no interpretar estos resultados de amenaza y riesgo regionales como los definitivos y





suficientes para la definición de obras, reasentamientos de familias, restricciones de uso de suelo y demás acciones que afecten o favorezcan el uso del mismo.

La amenaza por movimientos en masa es dependiente fundamentalmente de las características propias naturales y siconaturales de la cuenca (geología, geomorfología, sismotectónica, coberturas, clima, entre otras), siendo bastante relevante dentro de las amenazas en general. En términos de riesgo se encuentran algunas áreas construidas, así como tramos viales rurales que corresponden con laderas susceptibles, son pendientes altas y existe explotación minera que aporta a la propensividad del terreno a presentar movimientos en masa. No obstante, si bien las intervenciones deseadas recogen la ejecución de obras de estabilización, estas no lograrán mitigar definitivamente la amenaza y no lograrán evitar que la existencia de amenazas altas se pueda convertir en condicionantes del uso del suelo, por el contrario, es deseable desarrollar mecanismos de adaptación que permita los usos de manera condicionada y no restrictiva.

La amenaza por inundación puede afectar algunos centros poblados que se encuentran en los márgenes de los cuerpos de agua principales, sin embargo, la exposición puede ser controlada y se pueden desarrollar los mecanismos de adaptación a las inundaciones para lograr su aprovechamiento desde el punto de vista de regulación de caudales de los cuerpos de agua y sostenimiento de ecosistemas propios de la dinámica fluvial. Es deseable encontrar la manera interactiva de implementación de alertas tempranas para reducir la exposición durante el evento y mejorar la capacidad de respuesta y recuperación, a menos que se considere la viabilidad de provocar el reasentamiento de este centro poblado.

4.4.3.1 Beneficios potenciales del escenario apuesta

Los actores que participaron en el diseño del escenario apuesta confluyen en que la situación de amenaza es predominantemente de origen natural no desconociendo los aspectos contribuyentes de origen antrópico, siendo estos últimos los objetos de gestión para reducir la exposición de infraestructura a las condiciones de amenazas naturales que no se podrán mitigar en la mayoría de extensión de la cuenca. Por la razón expuesta los actores buscarán promover una gestión de riesgo basada en la adaptación a las amenazas para lograr convivir con las realidades físicas de la cuenca, y fortalecer a las comunidades y a las instituciones en la gestión del riesgo. Lo anterior para reducir las pérdidas económicas, ambientales y de vidas humanas para eventos amenazantes de inundación, movimientos en masa y avenidas torrenciales; y así como reducirlas por completo o eliminarlas para el caso de incendios de las coberturas vegetales.

Los escenarios apuestan resultantes reconocen la realidad de la cuenca y las posibilidades de la gestión en el territorio en el periodo establecido, así para cada una de las amenazas se muestra el escenario en la Figura 42, Figura 43, Figura 44 y Figura 45.



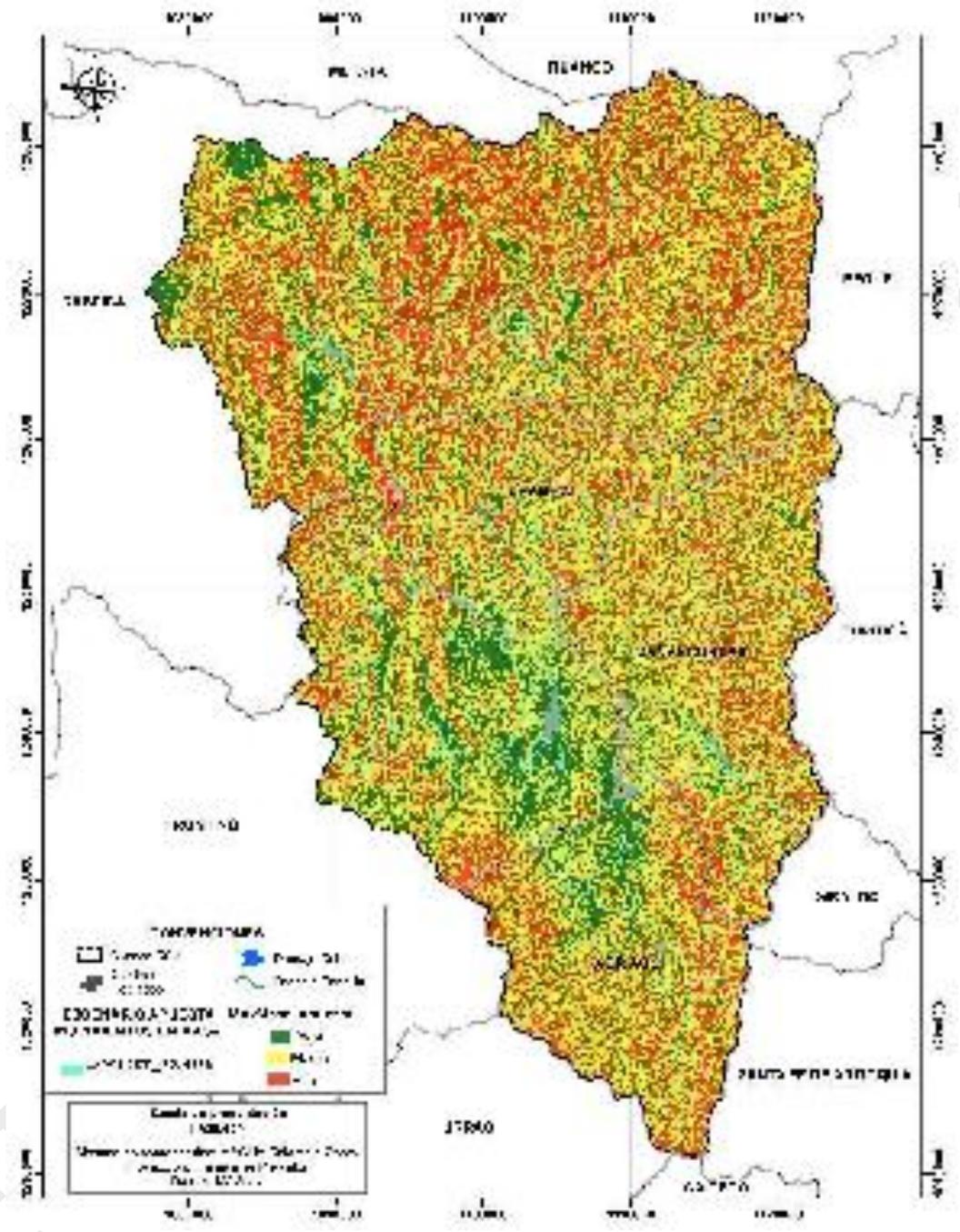
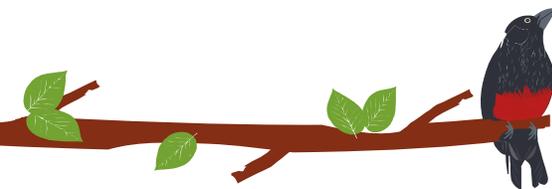
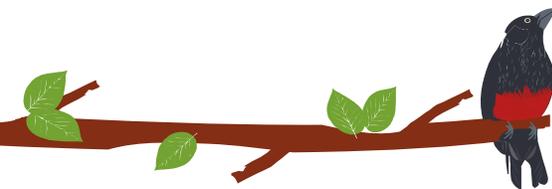


Figura 42. Escenario apuesta por movimientos en masa





PLAN DE ORDENACIÓN Y MANEJO DE LA CUENCA RÍO SUCIO ALTO
FASE DE PROSPECTIVA Y ZONIFICACIÓN AMBIENTAL

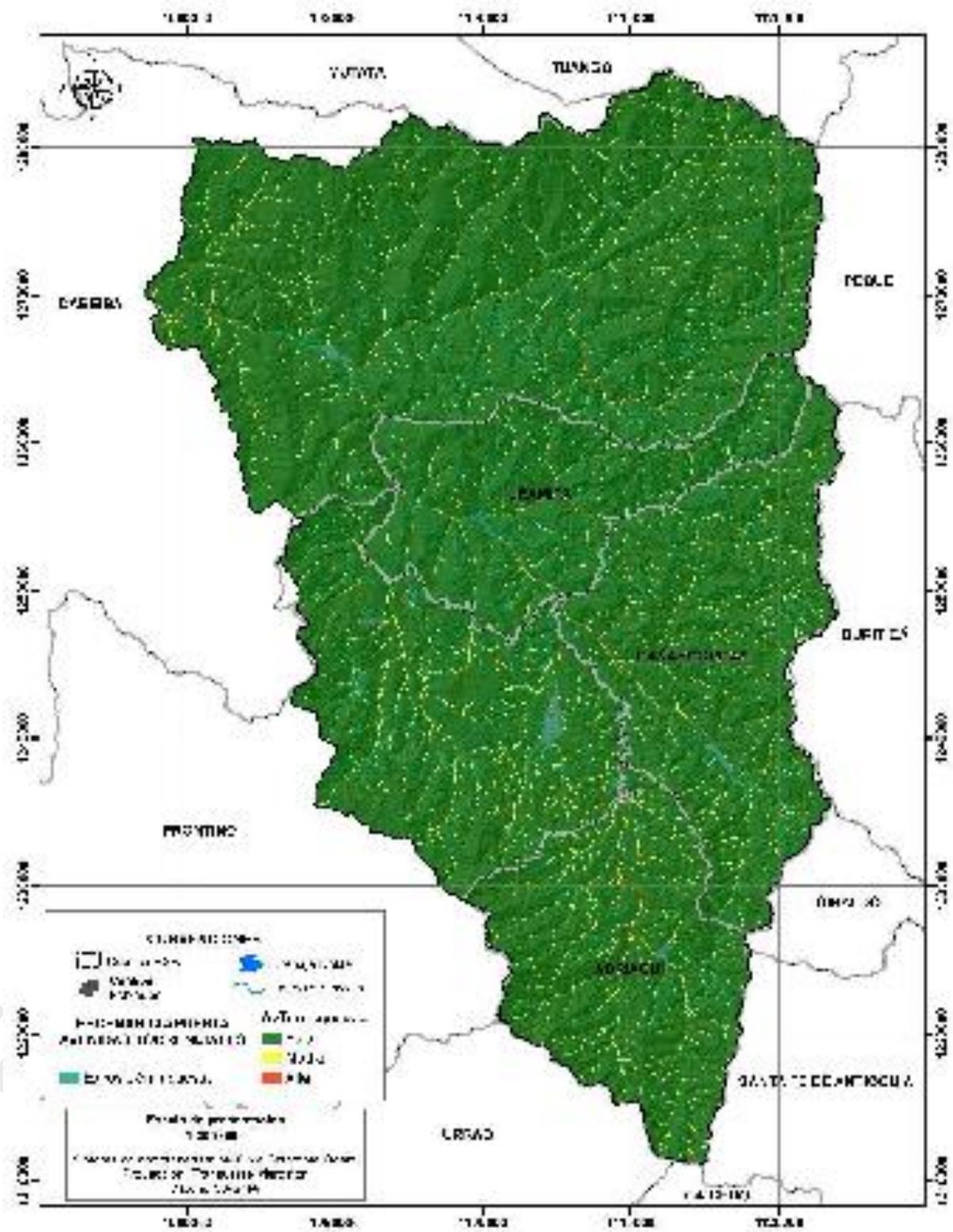


Figura 44. Escenario apuesta por avenidas torrenciales



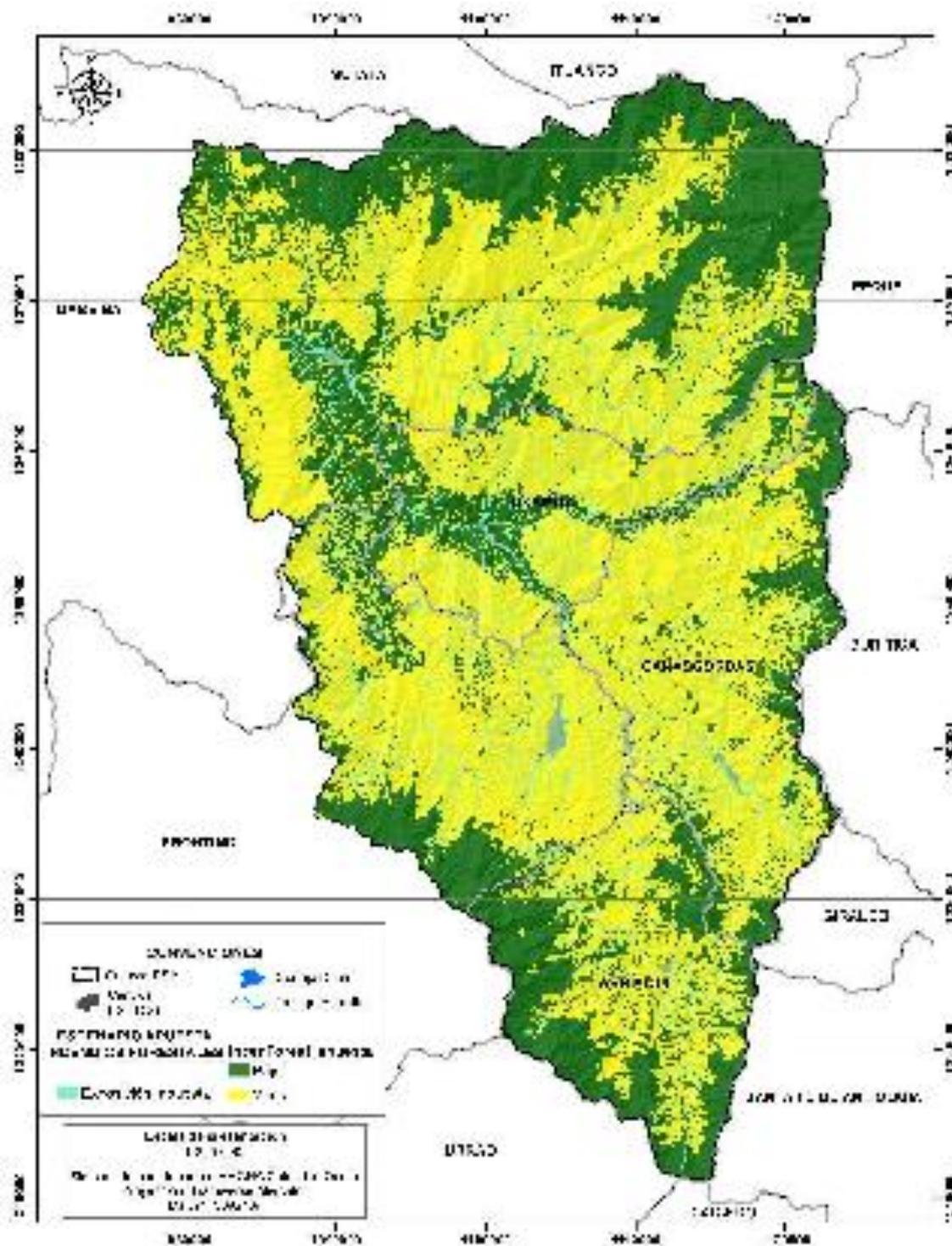
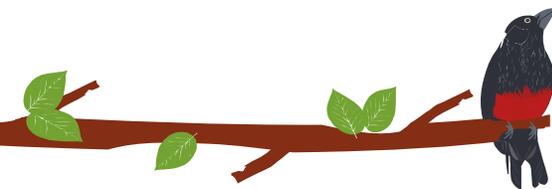
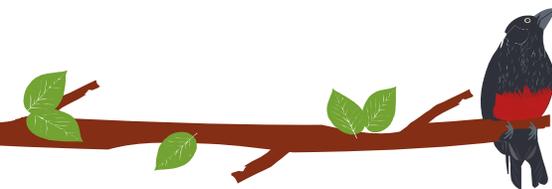


Figura 45. Escenario apuesta por incendios forestales

Por otro lado, las áreas afectadas por amenazas altas y las áreas de exposición del escenario apuesta que deben ser priorizadas para tratamiento especial por riesgo





(basados en el escenario apuesta concertado con los actores) se presentan en la Figura 46 y Figura 47.

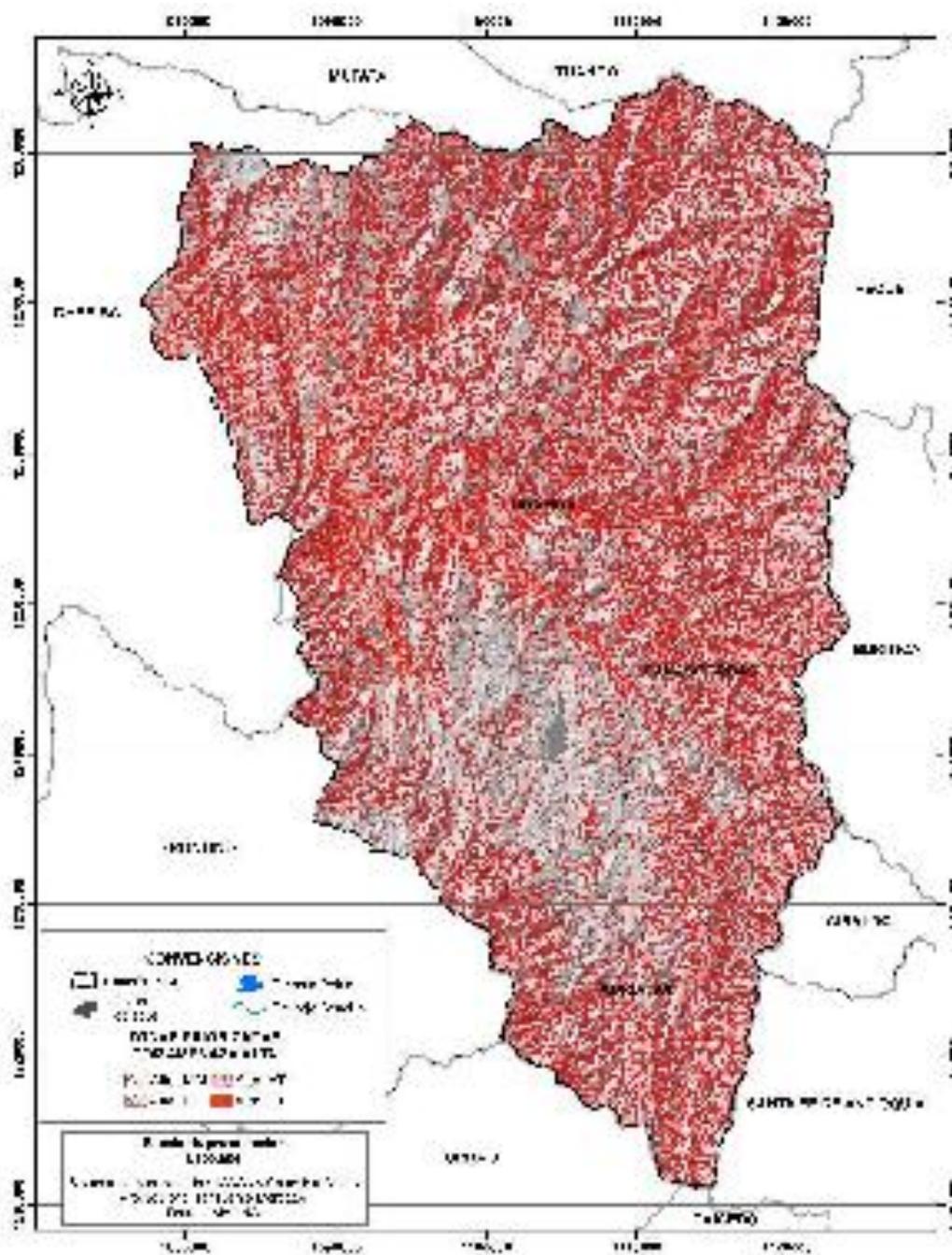


Figura 46. Zonas priorizadas por amenazas altas



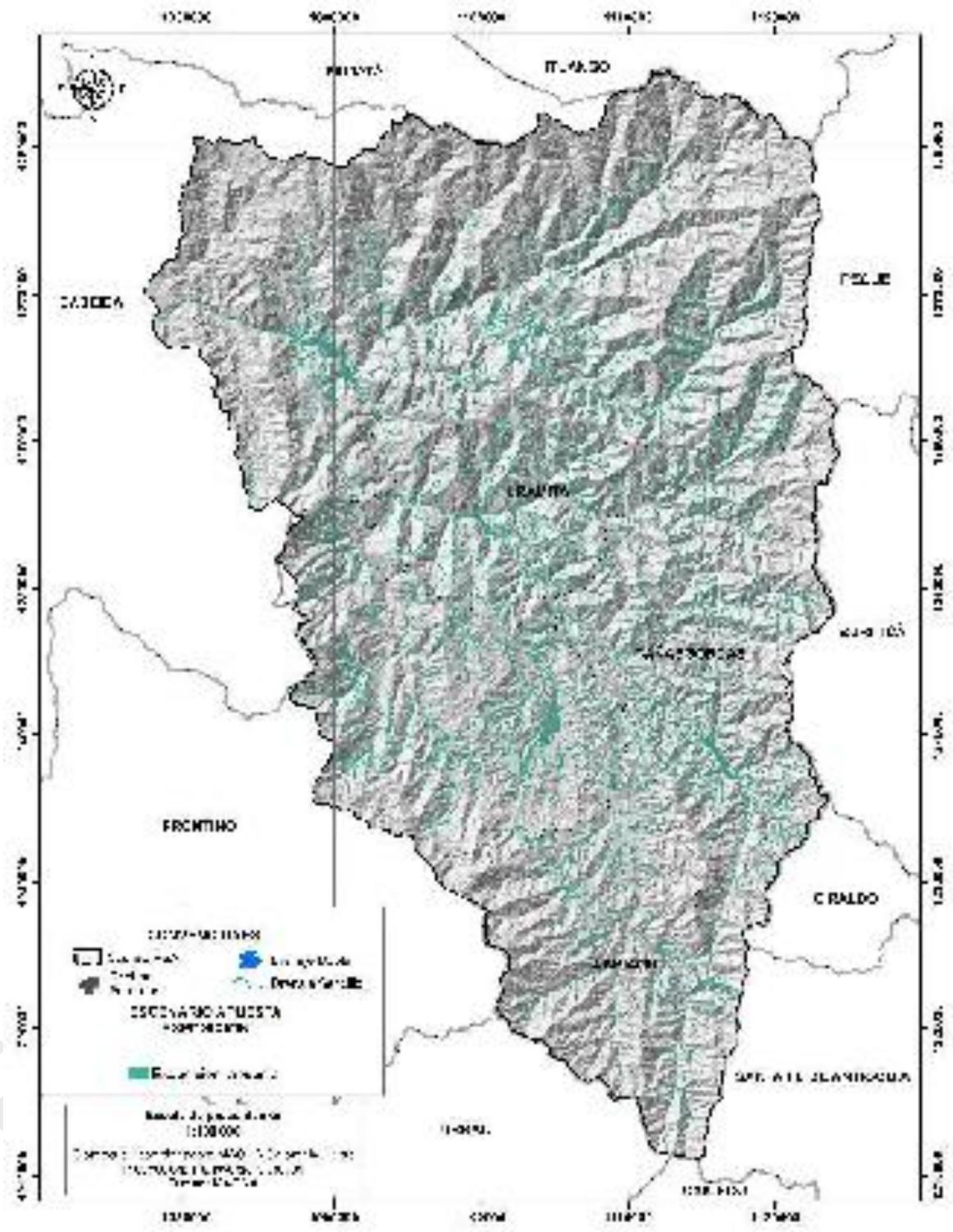
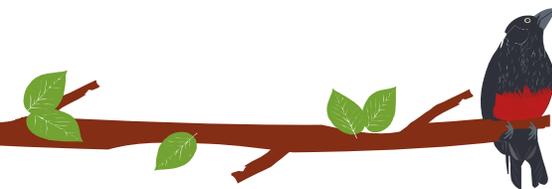
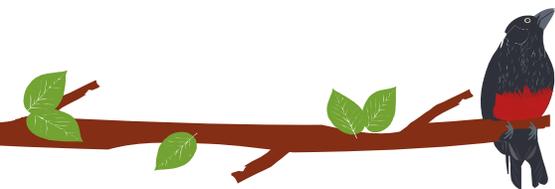


Figura 47. Áreas de manejo especial por riesgo





4.4.3.2 Medidas de gestión de riesgo en el escenario apuesta

En general, en las áreas urbanas se deben desarrollar análisis para la zonificación de amenaza, vulnerabilidad y riesgo con mayor detalle para que dentro del ordenamiento urbano y de expansión urbana se tomen las decisiones prescriptivas y prospectivas del territorio. Para ello es recomendable orientar los análisis y la generación de información primaria, considerando las siguientes necesidades:

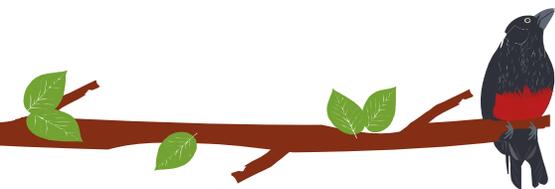
Probabilidad de ocurrencia (Po)

Definición de las medidas de manejo del riesgo que apuntan principalmente a la reducción de los riesgos de carácter recurrente de baja o mediana magnitud y se establecen medidas de carácter preventivo para los eventos de poca recurrencia con alta magnitud.

Para aquellas zonas que cuenten con una zonificación de amenaza alta y media por movimientos en masa, avenidas torrenciales e inundaciones es importante evaluar y priorizar la ejecución de estudios y obras de mitigación y reducción del riesgo discriminados por categoría y tipo de amenaza entre los cuales se encuentran:

- **Amenaza alta y media por movimientos en masa:** estudios locales y puntuales que incluyan como mínimo geología, geomorfología, coberturas vegetales, y zonificación geotécnica, insumos necesarios para análisis de estabilidad de taludes con diseño de alternativas de mitigación de amenaza como reconformación morfométrica de la ladera, obras civiles de contención, manejo de aguas superficiales y subsuperficiales, bioingeniería y renaturalización o de reducción de riesgo como mejoramiento integral de vivienda, relocalización o reasentamiento de la población e infraestructura expuesta en dichas zonas.
- **Amenaza alta y media por inundaciones:** estudios locales y puntuales que incluyan como mínimo topografía y batimetría de detalle, insumos necesarios para modelaciones hidrodinámicas y de capacidad hidráulica de la red de drenaje en los cauces principales que permitan delimitar con mayor precisión el área de influencia de este tipo de fenómenos y evaluar la pertinencia de medidas y obras de aumento de capacidad hidráulica (dragados del fondo de cauce, modificación de la sección transversal del cauce, ampliación y remplazo de superficie de márgenes, redistribución de pendientes, entre otras), protección de márgenes (caissons o pilotes, enrocados, bolsacretos, canalización rígida, etc.) y protección ante desbordamiento (jarillones, muros, canales paralelos de alivios de cauda, llanuras inundables, entre otras) o el reasentamiento de familias y relocalización de infraestructura estratégica en áreas de expansión de cascos urbanos. También es importante contar con una red de propia de instrumentación hidrometeorológica con al menos una estación pluviográfica por cada subcuenca y sensores de nivel a lo largo del cauce principal del río Sucio Alto, Cañasgordas y Abriaquí con las que se pueda recolectar información pluviométrica de detalle complementaria a información sinóptica por variabilidad climática y cambio climático.





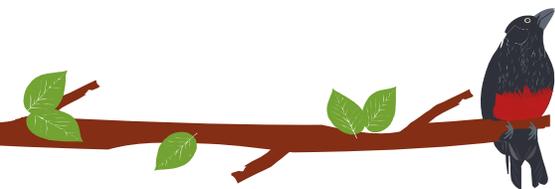
- **Amenaza alta por avenidas torrenciales:** estudios locales y puntuales que incluyan como mínimo topografía y batimetría de detalle, insumos necesarios para modelaciones hidrodinámicas y de capacidad hidráulica de la red de drenaje en cada subcuenca orientados a delimitar con mayor precisión del área de influencia de este tipo de fenómenos, dentro de las zonas en las que por estudios detallados se confirme la condición de amenaza alta se deberán ejecutar programas de reasentamiento, recuperación ambiental, y renaturalización de áreas expuestas por este tipo de amenaza. También es importante contar con una red de propia de instrumentación hidrometeorológica con al menos una estación pluviográfica por cada subcuenca y sensores de nivel a lo largo del cauce principal de las quebradas con amenaza alta con las que se pueda recolectar información pluviométrica de detalle complementaria a información sinóptica por variabilidad climática y cambio climático.
- **Amenaza media por avenidas torrenciales:** estudios locales y puntuales que incluyan como mínimo topografía y batimetría de detalle, insumos necesarios para modelaciones hidrodinámicas y de capacidad hidráulica de la red de drenaje en cada subcuenca que permitan delimitar con mayor precisión del área de influencia de este tipo de fenómenos y el diseño de obras de drenaje, estructuras de contención, recuperación natural del cauce, manejo de aguas residuales o evaluar la inminente necesidad de reasentamiento de familias y relocalización de infraestructura estratégica. También es importante contar con una red de propia de instrumentación hidrometeorológica con al menos una estación pluviográfica por cada subcuenca y sensores de nivel a lo largo del cauce principal de las quebradas con amenaza media con las que se pueda recolectar información pluviométrica de detalle complementaria a información sinóptica por variabilidad climática y cambio climático.
- Es necesario y oportuno ejecutar estudios de precio de la tierra teniendo en cuenta la espacialización de coberturas y usos del suelo se ve estancada por la ausencia de información con escalas mayores a municipio o vereda.

Exposición a eventos amenazantes (EEA)

Definición de medidas no estructurales para evitar la localización de nuevos elementos en áreas con mediana y baja exposición a eventos amenazantes. Determinación de las áreas que requieren seguimiento dado que se contemplan medidas inmediatas. Desarrollo de programas tendientes a la reducción de riesgos, priorizando en la reubicación de aquellos elementos ubicados en alto riesgo. Definición de programas para la reducción y recuperación de las áreas afectadas.

- Una base de datos catastral para los cascos urbanos y de ser posible en todos los centros poblados de la cuenca incluyendo como mínimo características constructivas, número de pisos, uso y vetustez para diferenciar condiciones de fragilidad física para distintos eventos amenazantes y definir panoramas de riesgo físico y total para escenarios sísmicos por movimientos en masa, inundaciones y avenidas torrenciales.





- Información primaria geológica, geomorfológica, de coberturas vegetales, topográfica, batimétrica, exploración y zonificación geotécnica para procesos de análisis determinísticos en el marco de los instrumentos de ordenamiento territorial requeridos para cada municipio según lo reglamentado por la ley 388 de 1997, decreto 1807 de 2014, decreto 1077 de 2015 decreto 4300 de 2007, decreto 1469 de 2010 y demás normativa relacionada con el ordenamiento territorial.
- Estudios regionales de zonificación de amenaza, vulnerabilidad y riesgo urbano con identificación de áreas específicas con condición de riesgo que requieran acciones de mitigación y reducción en el corto y mediano plazo sobre las cuales se deberán ejecutar estudios con análisis de estabilidad de taludes, modelación hidrodinámica y de capacidad hidráulica de la red de drenaje con evaluación de alternativas entre las que se deben considerar diseños de obras civiles de contención de laderas, reconformación morfométrica del relieve, estructuras de drenaje y manejo de aguas, protección de los márgenes de los cauces y aumento de su capacidad hidráulica, diseño de aliviaderos y otras estructuras de contención y control de sedimentos, caracterización de vulnerabilidad social para relocalización transitoria de familias o su reasentamiento definitivo y programas de acompañamiento e integración social de las mismas en sus nuevos espacios socioculturales orientado a la reconstrucción del tejido social.
- Evaluación de las estrategias de respuesta a emergencias, planes de emergencia y contingencia y planes institucionales de respuesta a emergencias.

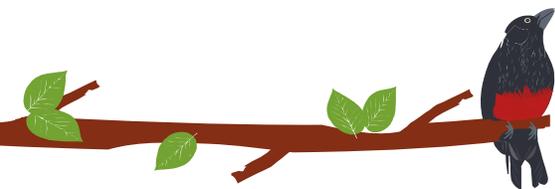
Aspectos contribuyentes a la generación de amenazas (ACA)

Establecimiento de las restricciones parciales o totales a actividades que contribuyan a la generación de amenazas, hasta que éstas garanticen seguridad y sostenibilidad. Las medidas de los aspectos contribuyentes se desarrollan solamente para controlar la ignición de incendios forestales pues los aspectos contribuyentes más importantes identificados no se consideraron gestionables en el escenario apuesta.

Índice de daño (ID)

Las áreas rurales en amenazas media y alta deben ser sometidas a análisis más rigurosos en función de las decisiones que se deban tomar sobre su uso para no restringirlo ni condicionarlo de manera dramática. Si se desea realizar un aprovechamiento del suelo que represente la ejecución de proyectos de infraestructura vital tales como programas de mejoramiento integral de vivienda rural, vías, embalses, colectores, plantas de tratamiento de agua, líneas de alta tensión, conducción de agua potable, ductos, poliductos y demás redes de transporte de servicios públicos y privados y en general para toda obra civil lineal o puntual que implique la exposición permanente o flotante de vidas humanas o infraestructura estratégica se hace necesario el trazado de un área de influencia a la cual se le debe realizar estudios detallados que contemplen:





- Estudios de viabilidad predial técnica y financiera considerando la zonificación regional de amenaza y riesgo generada en este estudio en donde el trazado de alternativas busque dar preferencia a aquellas áreas que se encuentren en amenaza baja o media por inundaciones, avenidas torrenciales y movimientos en masa.
- Información primaria geológica, geomorfológica, de coberturas vegetales, topográfica, batimétrica, exploración y zonificación geotécnica para procesos de análisis determinísticos en el marco de la definición de medidas de mitigación de amenaza, reducción de riesgo y protección de infraestructura pública y privada según lo ordenado en la ley 1523 de 2012, ley 400 de 1997 (modificada por la ley 1229 de 2008), decreto 926 de 2010, especificaciones técnicas INVIAS para puentes y vías y demás normativa relacionada con construcción de infraestructura.
- Estudios locales de zonificación de amenaza, vulnerabilidad y riesgo así como el diseño de alternativas para mitigación y reducción del riesgo en el corto, mediano y largo plazo que incluyan análisis de estabilidad de taludes, modelación hidrodinámica y de capacidad hidráulica de cuerpos de agua, diseños de obras civiles de contención de laderas, reconfiguración morfométrica del relieve, estructuras de drenaje y manejo de aguas, protección de los márgenes de los cauces, diseño de aliviaderos, saneamiento predial y otras medidas prospectivas estructurales y no estructurales.

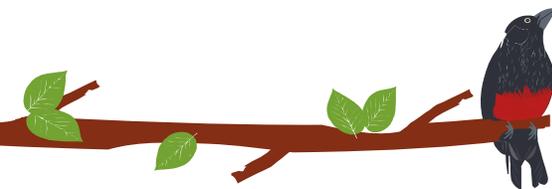
Las áreas que estén proyectadas por necesidad o conveniencia para uso de suelo de protección por criterios distintos a la condición de amenaza, sin importar la calificación de esta última, pueden llevarse a categoría de protección sin necesidad de realizar estudios más detallados de amenaza o riesgo pues primaría sobre cualquier restricción o condicionamiento en función de la amenaza natural que es propia del territorio e intrínseca de los materiales del subsuelo y su morfometría de manera que la presencia de movimientos en masa, inundaciones o avenidas torrenciales se convierte en parte del proceso natural necesario para la conservación de los ecosistemas, aun cuando se piense que las coberturas puedan llegar a ser vulnerables a fenómenos amenazantes

Finalmente, para análisis de vulnerabilidad social e institucional se recomienda realizar censos rurales y urbanos levantando información específica de condiciones de sociales, económicas, conocimiento de riesgos y demás relacionados con la percepción de amenazas, exposición, capacidad de respuesta y riesgo. Es preciso recordar que la evaluación de riesgo a la escala presentada se vio limitada por la resolución y actualización de estas variables.

4.4.3.3 Estrategias para la gestión del riesgo

Según el alcance técnico del POMCA, las estrategias y acciones están asociadas a las capacidades de cada uno de los actores analizados en los escenarios tendenciales y deseados y que han sido identificadas previamente. Se deben establecer las estrategias para la gestión del riesgo de acuerdo con preguntas base como las siguientes:





¿Qué alcance tendrían las medidas estructurales y no estructurales?

¿Cómo se definen cuáles son las estructurales y cuáles las no estructurales y de qué dependen para disminuir las afectaciones a la sostenibilidad ambiental, la localización segura, la sostenibilidad económica y la funcionalidad del territorio por eventos naturales?

¿Dónde y qué medidas se priorizan para la disminución del riesgo?

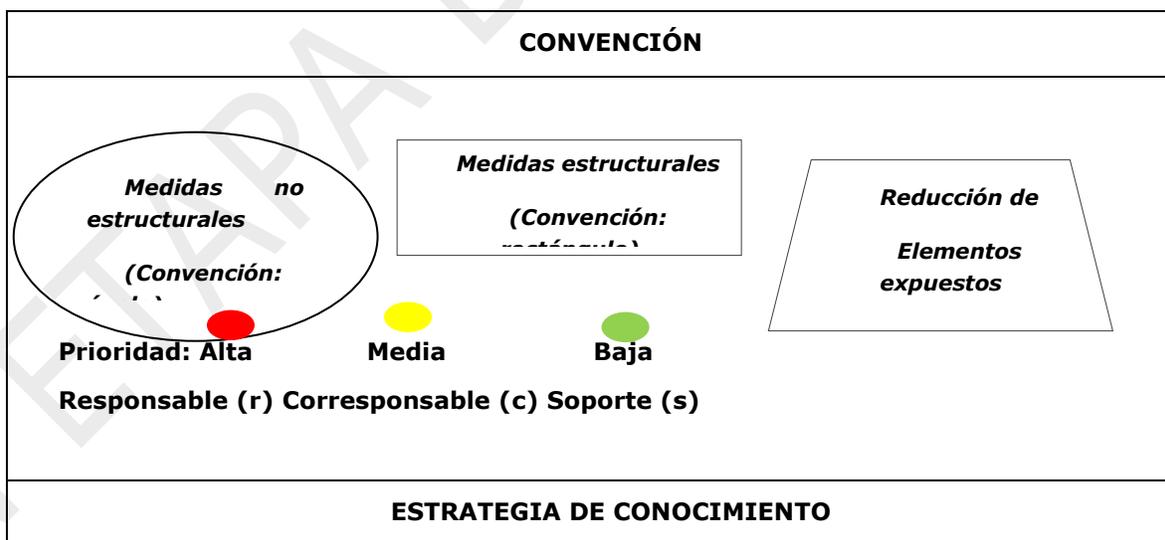
¿Cuáles son los actores responsables, corresponsables y de apoyo para la aplicación de las medidas?

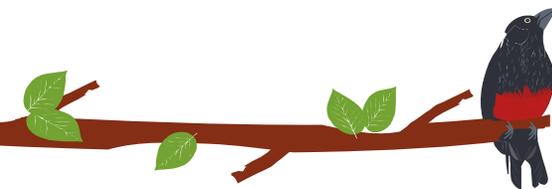
Siguiendo el Plan nacional de Gestión de Riesgo y en general la Ley 15 23 de 2012, se establecen tres estrategias fundamentales: conocimiento, reducción y manejo de desastres. Las medidas dentro de cada estrategia se pueden clasificar en estructurales, no estructurales y de reducción de elementos expuestos como las mostradas en la Tabla 39. Todas estas medidas deben ser contempladas en la gestión integral de riesgo por movimientos en masa e inundaciones en la cuenca, algunas necesariamente desde el corto plazo y de manera permanente y otras en el mediano plazo a largo plazo según lo permitan estudios con mayor detalle.

En virtud de lo anterior se especifican las siguientes tres estrategias para la gestión de riesgo:

- Estrategia de conocimiento
- Estrategia de reducción
- Estrategia de manejo de desastres y adaptación

Tabla 39. Estrategias y medidas de gestión de riesgo

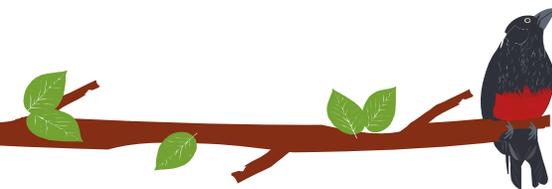




CONVENCIÓN	
<p>Conceptos/asistencia Técnica de Corpourabá</p>	<p>Diagnósticos técnicos de amenaza y riesgo</p>
<p>Análisis regionales de riesgo</p>	<p>Estudios detallados</p>
<p>Identificación de áreas con condición de riesgo</p>	
ACTORES RESPONSABLES PARA LA ESTRATEGIA DE CONOCIMIENTO	
<p>Corpourabá (r) Municipios de la cuenca (r) Comunidad (r) Gobernación de Antioquia (c) Unidad Nacional para la Gestión de Riesgo de Desastres (s) Servicio Geológico Colombiano (s)</p>	

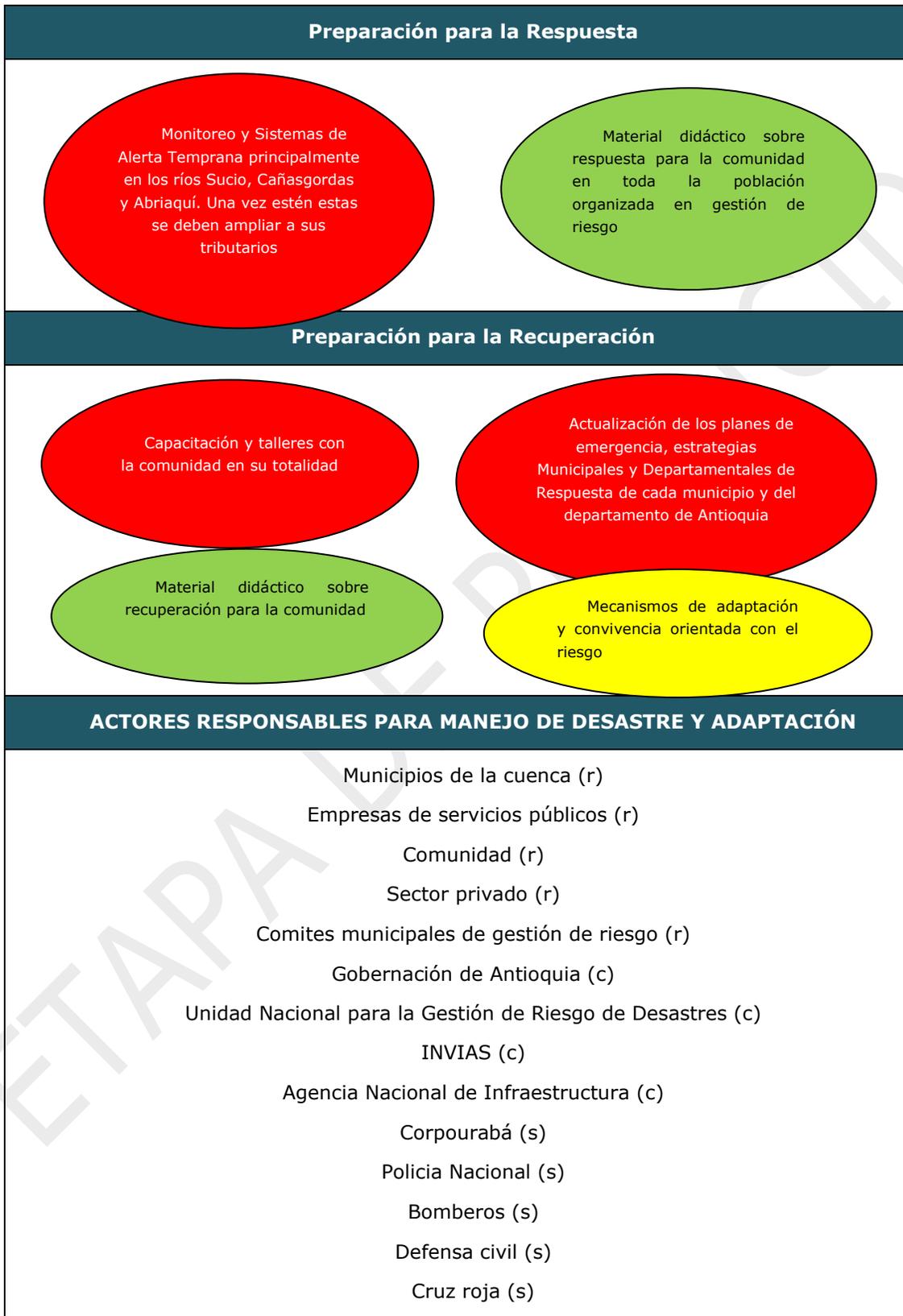
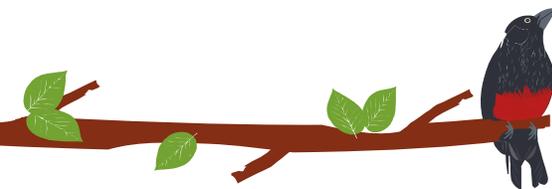
ESTRATEGIA DE REDUCCIÓN		
REDUCIR LA	PROSPECTIVO	CORRECTIVO
Vulnerabilidad	<p>Legalización de asentamientos subnormales</p> <p>Normatividad de construcción en cada municipio teniendo en cuenta detalles de amenazas</p>	<p>Reasentamiento De familias según estudios detallados de riesgo</p> <p>Adecuación de predios en áreas de amenaza mitigable definida a partir de estudios</p> <p>Mejora integral de vivienda en áreas de riesgo alto mitigable definido por estudios</p>

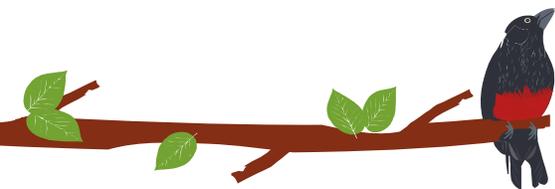




<p>Amenaza</p>	<p>Normatividad de construcción igual que la anterior</p> <p>Obras de adecuación del terreno en áreas rurales no construidas y que quieran ser desarrolladas urbanísticamente</p>	<p>Estructuras de contención de taludes en áreas de ladera con zonas expuestas y control de inundación en noroccidente de la misma</p> <p>Obras civiles de reconfiguración y renaturalización</p> <p>Obras de manejo de agua</p>
<p>Capital Expuesto</p>	<p>Actualización de POT de cada municipio</p> <p>Licencias de urbanismo y control urbano oficinas de planeación</p>	<p>Reasentamiento</p> <p>De familias en áreas de riesgo</p> <p>No mitigable que se defina por el POT y por estudios detallados</p> <p>De amenaza y riesgo</p>
<p>ACTORES RESPONSABLES PARA LA ESTRATEGIA DE REDUCCIÓN</p>		
<p>Corpourabá (c)</p> <p>Gobernación de Antioquia (c)</p> <p>INVIAS (c)</p> <p>Agencia Nacional de Infraestructura (c)</p> <p>Empresas de servicios públicos (r)</p> <p>Municipios de la cuenca (r)</p> <p>Comunidad (r)</p> <p>Sector privado (r)</p> <p>Unidad Nacional para la Gestión de Riesgo de Desastres (s)</p>		
<p>ESTRATEGIA DE MANEJO DE DESASTRE Y ADAPTACIÓN</p>		







Dentro de estas estrategias se debe velar porque los modelos de ocupación de los POT incorporen criterios de sostenibilidad ambiental y resiliencia territorial con base en el grado de conocimiento del territorio amparado en el artículo 23 del Decreto 1640 de 2012 que establece que “El Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica” se constituye en norma de superior jerarquía y determinante ambiental para la elaboración y adopción de los planes de ordenamiento territorial, de conformidad con lo dispuesto en el artículo 10 de la Ley 388 de 1997.

Por lo tanto, uno de los resultados logrados de la inclusión del componente de gestión del riesgo en el POMCA es que los análisis de amenaza, vulnerabilidad y riesgo se ven reflejados en la zonificación ambiental y posteriormente en la Fase de Formulación del POMCA. La integración de la gestión del riesgo en la zonificación considera el análisis de las amenazas como un condicionante para el uso y la ocupación del territorio, procurando de esta forma evitar la configuración de nuevas condiciones de riesgo, lo cual debe ser estudiado con el detalle urbano y rural por cada municipio, basado en los resultados del POMCA.

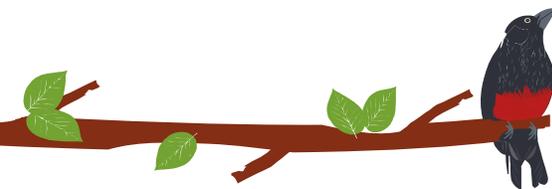
Las estrategias deben además permitir implementar las medidas y articular los esfuerzos en dos frentes a saber: 1) Acción: el conocimiento de una realidad permite actuar sobre ella para adaptarse o transformarla de manera que cada acción conduzca a la construcción social del riesgo y 2) Participación: construcción social activa, organizada, eficiente y decisiva alrededor de conocimientos, experiencias y propuestas de transformaciones para el desarrollo.

De esta manera, las estrategias generales se pueden agrupar según el objetivo que busca alcanzar en las siguientes:

- Reducción de riesgos de la población y la recuperación del territorio.
- Reducción de la vulnerabilidad funcional de la ciudad.
- Análisis de riesgos y adaptación al Cambio Climático (generar o mejorar el conocimiento).
- Manejo de emergencias y desastres.
- Participación social y comunitaria en la gestión de riesgos y cambio climático.
- Adaptación al cambio climático (intervenciones físicas asertivas y preparación comunitaria e institucional adecuadas).
- Generación de índices de ocupación del suelo rural.
- Corresponsabilidad de gestión de riesgo según la Ley 1523 de 2012.

Ampliando la última estrategia y considerando de nuevo la Ley 1523 de 2012, en el Artículo 1 se sostiene que “la gestión del riesgo de desastres [...] es un proceso social orientado a la formulación, ejecución, seguimiento y evaluación de políticas, estrategias, planes, programa, regulaciones, instrumentos y medidas y acciones permanentes para





el conocimiento y la reducción del riesgo y para el manejo de desastres, con el propósito explícito de contribuir a la seguridad, el bienestar, la calidad de vida de las personas y al desarrollo sostenible”; igualmente se reconoce que la planificación es una de las estrategias para reducción del riesgo, en el párrafo 1: “La gestión del riesgo se constituye en una política de desarrollo indispensable para asegurar la sostenibilidad, la seguridad territorial, los derechos e intereses colectivos, mejorar la calidad de vida de las poblaciones y la comunidades en riesgo y, por lo tanto, está intrínsecamente asociada con la planificación del desarrollo seguro, con la gestión ambiental territorial sostenible, en todos los niveles de gobierno y la efectiva participación de la población”.

En virtud de lo que ya se ha mencionado en relación con la probabilidad de ocurrencia de fenómenos amenazantes y su comportamiento similar de la condición actual en comparación con la tendencia proyectada a 2032, pero considerando que a su vez se estima una tendencia de exposición mayor, se plantea un escenario deseado en que las condiciones de amenaza pueden ser intervenidas puntualmente pero no mitigadas y las condiciones de vulnerabilidad alta se mejoran a una condición media luego de desarrollar las medidas y estrategias de reducción de riesgo.

4.4.3.4 Actores responsables y de soporte a la gestión de riesgo

Las tres estrategias fundamentales (a saber: conocimiento del riesgo, reducción de riesgo, manejo del desastre deben) deben contener la participación activa de todos los actores identificados en la Figura 48 y deben aplicarse sobre las áreas de manejo de riesgo que corresponden con el paso 4 de la zonificación ambiental presentada más adelante.

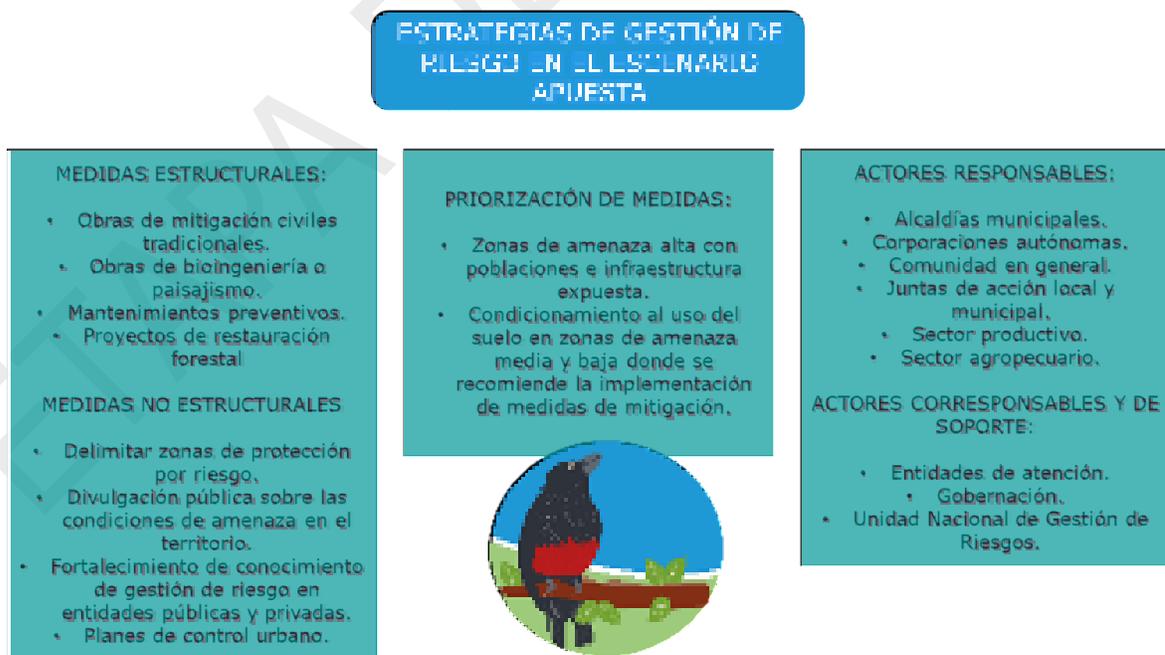
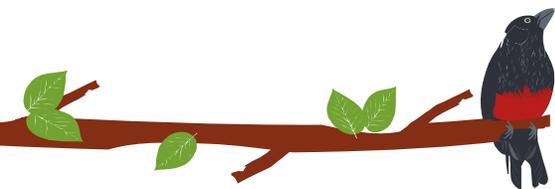


Figura 48. Resumen de las estrategias de gestión de riesgos





5 ESCENARIO APUESTA/ZONIFICACIÓN AMBIENTAL

La interpolación de información del componente técnico con las experiencias, conocimientos y aportes de los diferentes actores, han contribuido al desarrollo y construcción del escenario apuesta y zonificación preliminar de la cuenca Río Sucio Alto, en el cual se ha trabajado bajo el concepto del “Modelo Territorial del Futuro”, con el fin de orientar el escenario final hacia el ordenamiento y el adecuado uso del territorio, a la conservación de los ecosistemas que regulan la oferta hídrica y que garantizan el desarrollo económico, el bienestar y la seguridad social, la participación activa, equitativa e influyente de toda la comunidad.

Es entonces en el escenario apuesta donde se integran los resultados de los escenarios tendenciales obtenidos por los profesionales del POMCA Río Sucio Alto y los aportes sociales del Consejo de Cuenca y demás actores durante la construcción de los escenarios deseados, bajo la metodología establecida en la Guía Técnica para la Formulación de los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas - POMCAS del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, donde se definen las categorías de uso del suelo y su respectivo manejo, integrando a su vez las condiciones de amenaza o las áreas críticas identificadas.

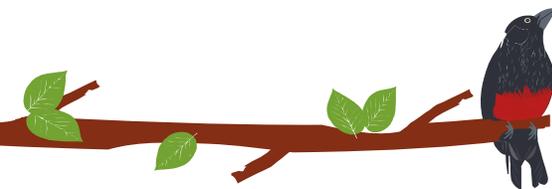
5.1 ESCENARIO APUESTA DESDE LA PERSPECTIVA DE ACTORES

A partir de los resultados de los escenarios tendenciales y el deseado resultante de la cuenca Río Sucio Alto, se dio inicio al taller sobre “juego de roles” con los consejeros de cuenca y demás delegados presentes, quienes, desde los cargos y responsabilidades asignadas, construyeron colectivamente las apuestas a realizar en el territorio, para lograr una zonificación ambiental acorde al contexto real de la cuenca Río Sucio Alto.

La actividad consistió en asumir de manera espontánea una representación de un cargo, considerando situaciones reales (como es el escenario actual de la cuenca), una situación hipotética (como lo es el escenario tendencial que aunque no se puede observar plenamente en la realidad actual se trata de condiciones que muy probablemente se vean en la cuenca en un futuro si seguimos con la misma manera de proceder) o una situación ideal (como lo es el escenario deseado que es la “voz del pueblo” lo que las personas de la cuenca han imaginado o han planteado, es el paisaje y el territorio pensado por la comunidad).

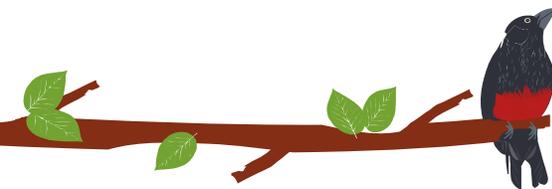
Es deber del consejo de cuenca mantenerse plenamente informado del proceso del POMCA Río Sucio Alto, por ello han asistido a las diferentes reuniones de la formulación y en esta ocasión, tuvieron la oportunidad de volver a revisar los escenarios tendenciales y conocer los escenarios deseados. Con estos datos y sumado a la información que tienen de las situaciones reales y actuales de sus territorios asumieron una posición crítica en su rol que, aunque es hipotético, permitió conocer a que problemáticas se les debe poner especial atención, de qué manera, como alcanzar o corregir estas situaciones, que se requiere para ello y con quien o quienes se pueden alcanzar estos objetivos en común. La metodología de trabajo para la construcción del escenario Apuesta fue el siguiente:





1. El consejo de cuenca conoció nuevamente los resultados de los escenarios tendenciales y los logros y conclusiones obtenidas en la participación de las personas de la cuenca a la hora de construir los escenarios deseados.
2. Discutió sobre el alcance de la fase de prospectiva y zonificación ambiental para dimensionar el objetivo de este nuevo escenario (apuesta) al cual daría sus aportes.
3. Antes de empezar el debate, los asistentes conocieron la metodología de la actividad, procedieron a dividirse en grupos de trabajo con el fin de propiciar el debate y la participación de todos los asistentes a la reunión.
4. La manera visual que permitió reconocer el rol de cada equipo fue a través de carteles que describían el papel de cada persona. Estos carteles se entregaron a los representantes de cada grupo.
5. En las actividades se pidió a los participantes tener la visión de los territorios no desde lo local o lo municipal, la postura y opiniones a adoptar debían ser pensadas desde un nivel más amplio, como lo es la cuenca o la subregión, uniendo los 5 municipios de la cuenca Río Sucio Alto.
6. Dado que a la reunión asistieron personas que representan diferentes alcaldías, instituciones, organizaciones y en general con intereses y conocimientos diversos se aprovechó esta diversidad de conocimientos para tener en total 7 equipos de trabajo, así:
 - "Secretaría de Gestión del riesgo"
 - "Secretaría de Ecosistemas Estratégicos"
 - "Secretaría de Agricultura y sistemas pecuarios"
 - "Secretaría de medio ambiente y recurso hídrico"
 - "Secretaría de educación, cultura y comunicación"
 - "Inversionistas privados"
 - "Animalistas y ambientalistas"
7. Todos los grupos conformarían algo así como la "Gobernación" de la cuenca Río Sucio Alto, de esta manera se haría el debate sobre los planes de acciones o de desarrollo de cada una de las secretarías que conforman la Gobernación o actores relacionados con la misma como es el caso de asesores, inversionistas privados y ONG que promueven la conservación del territorio.
8. Los planes de acción o de desarrollo permitirían conocer a qué se debe o se le puede apostar desde las diferentes temáticas.
9. En esta época electoral el tema fue propicio porque todos los consejeros asumieron el rol desde el papel de la gobernanza y la gobernabilidad y visionaron las mejores estrategias para corregir las problemáticas de la cuenca o fortalecer los procesos locales existentes que aportan a la conservación de los territorios.
10. Cada equipo diligenció la matriz que guiaba a cada secretaria en la construcción de su escenario Apuesta. La matriz contenía preguntas de base que aportan a la fase III y IV del POMCA.





11. Al finalizar las discusiones de cada grupo de trabajo, cada consejero-secretario y sus asesores socializaron las conclusiones de sus debates, las cuales fueron sistematizadas en la matriz entregada.

Los aportes y conclusiones finales de los consejeros de cuenca, se convirtieron finalmente en la voz de las diferentes comunidades, quienes siempre le han apostado a la construcción de un equilibrio entre la conservación de los recursos naturales, la concientización y sensibilización ambiental y el aprovechamiento y manejo adecuado de las prácticas económicas, que deberían realizarse en el territorio. De esta manera se presenta en la Figura 49.

Mitigación y reducción del Riesgo

Conservación de los Ecosistemas Estratégicos

Agricultura y producción pecuaria Sostenible

Conservación del Recurso Hídrico

Educación y cultura Ambiental

Fortalecimiento de la Inversión Privada

Protección de la fauna Silvestre

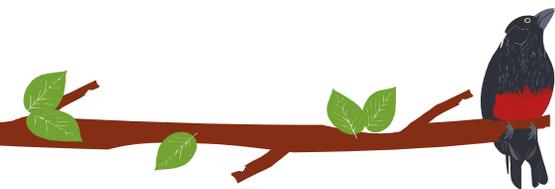
Figura 49. Escenarios Apuesta para la cuenca Río Sucio Alto

- **Mitigación y reducción del Riesgo**

El consejo de cuenca durante la socialización del escenario apuesta, manifestó en relación al componente de gestión del riesgo que es necesario que las administraciones municipales pongan especial atención a la restauración y conservación de los nacimientos y puntos de captación de agua que abastecen las diferentes veredas y municipios de la cuenca, sin el cuidado de estos puntos el escenario futuro para los habitantes de la cuenca sería el total desabastecimiento del agua.

Además, el hecho de no contar con actividades de conservación de los nacimientos y bocatomas ha generado el aumento de las amenazas naturales, dadas precisamente por la intervención antrópica en estas áreas, prevalecen los deslizamientos ocasionados por la tala de árboles de manera indiscriminada por parte de los propietarios de los predios, para ellos se debe ejercer mayor control, presencia institucional, compra de predios y actividades de reforestación protectora que aseguren la conservación del recurso hídrico.





- **Conservación de los Ecosistemas Estratégicos**

En relación a los ecosistemas estratégicos, la flora y la fauna en la cuenca, para el consejo de cuenca, es preocupante la deforestación en zonas de importancia ambiental en especial aquellas que están ubicadas en la parte alta de la cuenca debido a la expansión de la frontera agropecuaria. Por ello considera que es importante apostarle a un escenario que conserve de manera permanente estos sectores que son hábitat de animales y plantas de diferentes especies; sugiere la protección y desarrollo de actividades de reforestación protectora en los ecosistemas estratégicos, así como la adquisición de predios en zonas de nacimiento de fuentes hídricas. Para ello grupos relacionados tales como Túnel del Toyo, Vía al Mar, Continental Gold, entre otros pueden realizar actividades de compensación por los altos impactos negativos que sus proyectos tienen sobre los recursos naturales de la cuenca.

Se propone apostarle a la recuperación de áreas de la reserva del INSOR, también a la recuperación ambiental de zonas afectadas por la minería, como es el caso de la quebrada Apucarpo del municipio de Cañasgordas. En relación a ellos es necesario propiciar todos los escenarios para hacer realidad una minera legal y amigable con el medio ambiente, mediante la tecnificación de la minería, con los recursos de regalía que recibe el departamento y los municipios en jurisdicción de la cuenca.

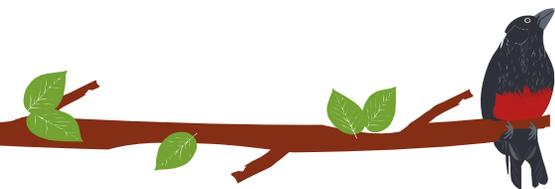
- **Agricultura y producción pecuaria Sostenible**

En relación a las actividades económicas y productivas en la cuenca, los consejeros consideran necesario apostarle a dos escenarios, (1) continuar el fortalecimiento de actividades de Pan-Coger para garantizar la seguridad alimentaria de las comunidades que residen en el sector rural de la cuenca y (2) pensar en los cultivos permanentes como el plátano, café, aguacate, entre otros, que permitan generar exportaciones y acercarnos a diferentes mercados de orden regional y nacional para lo cual se requiere la articulación permanente con las secretarías de Agricultura de cada municipio y la Gobernación de Antioquia, sin dejar de lado el trabajo conjunto con ONGs que apoyen la formulación y financiación permanente de proyectos productivos, de investigación o comunitarios para el fortalecimiento de buenas prácticas de siembra orientadas a la producción sostenible.

Por su parte el sector pecuario, requiere pensar en la tecnificación y la producción sostenible de carne y leche, es decir, el sector ganadero debe unirse a las iniciativas de conservación ambiental por ejemplo apostándole a las cercas vivas en cada una de las fincas, sistemas silvopastoriles, siembra de árboles por cada cabeza de ganado que tenga cada propietario y demás actividades que permiten la mitigación de los impactos generados por esta actividad económica.

En general el escenario apuesta se direcciona al fortalecimiento de las cadenas de valor que permita a los campesinos tener acceso a mercados nacionales e internacionales, así como el fortalecimiento de sistemas silvopastoriles. Todo ello requiere de la participación de los diferentes grupos relacionados con la temática y el desarrollo de programas y proyectos a mediano y largo plazo.





- **Conservación del Recurso Hídrico**

Los resultados de los escenarios tendenciales, así como las situaciones de riesgo por amenazas naturales, los efectos del cambio climático, el detrimento de la calidad del agua por las malas prácticas de los habitantes y de quienes realizan diferentes actividades económicas en la cuenca Río Sucio Alto preocupan al consejo de cuenca y en general a los residentes de los cinco (5) municipios de la cuenca, por ello se ha planteado esta línea de trabajo orientada exclusivamente a la recuperación y protección del recurso hídrico.

El consejo de cuenca, solo a manera de ejemplo, menciona que es necesario apostar a actividades de conservación de los puntos de abastecimiento de agua entre ellos el acueducto de Antado - Llanogordo y Serrazón (en Dabeiba) donde se propone la comprar predios para la protección, debido a que los dueños del predio y habitantes vecinos contaminan permanentemente y no hay conciencia sobre la conservación de esta área.

En esta línea de trabajo los consejeros de cuenca le apuestan al desarrollo de los siguientes escenarios y procesos:

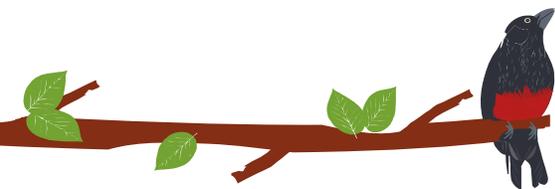
- Talleres durante la ejecución del POMCA orientados a la educación ambiental y creación de conciencia sobre la importancia de la conservación de los recursos naturales.
- Buscar alternativas para disminuir los impactos por los vertimientos en los ríos y quebradas
- Desarrollo de fogones eficientes con huerto leñeros para reducir la tala de árboles
- Implementación de proyectos de UNISAFAS para el saneamiento del agua.
- Compra de predios donde se encuentran los nacimientos de agua y reservas ambientales.

- **Educación y cultura Ambiental**

De acuerdo con los consejeros, si educamos a las comunidades seguramente la cultura, formas de actuar y de pensar van a cambiar positivamente de manera inmediata. Para los consejeros es claro que las comunidades no están formadas para el cuidado del ambiente, por ello es importante ofrecer educación y generar las alertas sobre los efectos de nuestras acciones en relación a todo lo que causa la contaminación del agua y la pérdida de otros recursos naturales de la cuenca.

Es importante identificar los focos de contaminación y enfocarse en la educación a los niños y jóvenes, pues en los adultos es más difícil cambiar los que ya han adoptado durante tanto tiempo. Se debe además trabajar directamente con las comunidades de cada una de las veredas y municipios de la cuenca, en articulación con el trabajo que realizan las diferentes secretarías municipales. Asimismo, es necesario desarrollar estas actividades de educación y sensibilización pensándolas a corto, mediano y largo plazo, es decir, es urgente empezar ya con todo ello y tenerlas de manera permanente durante todo el periodo de implementación del POMCA.





La línea de educación es transversal a las otras líneas de acción planteadas para lograr la conservación y el uso regulado de los recursos naturales de la cuenca; esta línea debe enfocarse hacia la generación de conciencia ambiental, fortalecimiento de procesos educativos, articulación de procesos con las secretarías de educación de orden municipal o departamental y la armonización de los planes de educación municipal -PEM- con el POMCA para que todo se ejecute de manera relacionada.

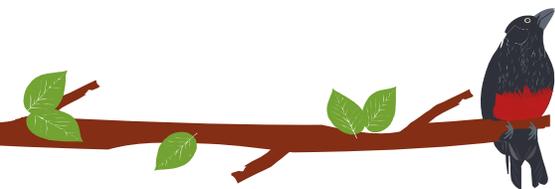
Los recursos para la implementación de proyectos en esta línea de acción pueden venir de las Corporaciones Ambientales (en este caso CORPOURABA), Parques Nacionales Naturales, Gobierno Nacional, Cooperación Internacional, Banco de proyectos ambientales, inversionistas privados y demás actores que inciden en la cuenca.

A continuación, se hace hincapié en dos grupos de actores que en la actualidad inciden en la generación de procesos sociales y ambientales de orden local o regional. Vale la pena analizar detenidamente de qué manera puede actuar, apoyar o a que acciones puede apostarle los "Inversionistas Privados", es decir, todas aquellas personas jurídicas de carácter particular o privado que, por la posición estratégica de la cuenca, las potencialidades y debilidades de la misma pretendan adelantar programas o actividades para cumplir con sus objetivos de Responsabilidad Empresarial con la sociedad y el medio ambiente. Así mismo, llama la atención el incremento de iniciativas locales (municipales o a nivel de cuenca) y de orden nacional que enfocan sus acciones y recursos para la defensa y conservación del medio ambiente y de los animales. En el marco de las actividades internas con el consejo de cuenca se nombrarán "ambientalistas y/o animalistas".

- **Fortalecimiento de la Inversión privada**

- De acuerdo con el consejo de cuenca, la "inversión privada" puede orientar sus recursos en la promoción de iniciativas ambientales tales como:
 - Protección de microcuencas.
 - Reforestación en puntos estratégicos y de importancia ambiental para la cuenca.
 - Pagos por servicios ambientales para que aseguren el cuidado y conservación de los bosques.
 - Apoyo a las UMATAS que lideran proyectos productivos, de conservación y de educación ambiental.
 - Fomentar el ecoturismo en la cuenca, uniendo los corredores ecológicos y ecosistemas estratégicos de la cuenca tales como el Parque del Paramillo y el Parque Natural Las Orquídeas. Estas acciones pueden ser financiadas por los recursos privados desde las empresas como Ecotropics, LATAM, consorcios Mar 1 y Mar 2.
 - Generar acciones de compensación orientadas a programas con pagos por servicios ambientales.
 - Promover el mercado de proyectos ambientales como red más para reducciones de emisiones de efecto invernadero para que cada campesino tenga su retribución.





- **Protección de la fauna Silvestre**

El consejo de cuenca considera importante apostarle en el marco de la ejecución de POMCA a la recuperación y conservación de las siguientes especies de animales:

- **Peces:** dado que en la actualidad se observa un detrimento de la cantidad y la calidad de los peces que recorren los ríos y quebradas de la cuenca, por lo que se deben aunar esfuerzos para recuperar las diferentes especies de peces que tradicionalmente se veían en el territorio, apostándole a proyectos tales como el repoblamiento o siembra de peces, fortalecimiento de grupos que ayuden en la gestión de recursos del Estado, ONG o de Cooperación Internacional.
- **Oso Andino:** es necesario plantear ideas para la protección de esta especie, que es clave para la cuenca, mediante estudios y proyectos que estudien y protejan su hábitat para garantizar su conservación a largo plazo.
- **Aves:** Urgente la protección de las aves mediante planes de acción, investigaciones y conformación de grupos que se encarguen de estudiar, monitorear y asegurar la pervivencia de aves endémicas.

5.2 METODOLOGÍA PARA LA ZONIFICACIÓN AMBIENTAL

Después de tener los resultados de los escenarios tendenciales, los cuales muestran los diferentes indicadores, sociales, económicos y ambientales de la cuenca, se presentan tendencias de corto y largo plazo que marcan el problema de la presión antrópica sobre los recursos naturales que afectan los bienes y servicios ecosistémicos e incrementan los escenarios de amenaza y riesgo de la cuenca. Además de contar con las diferentes posiciones de los actores de la cuenca y de cómo se es el escenario que ellos desean y se imaginan para la cuenca, se llega a una zonificación ambiental como resultado del escenario apuesta en donde convergen los escenarios prospectivos indicadores en este documento. A continuación, se explica la metodología utilizada en la zonificación ambiental.

Para la zonificación ambiental se dividió el proceso en cinco pasos, en cada uno de los cuales se utilizaron matrices de decisión y funciones de análisis, superposición y reclasificación, estas dos últimas referidas a superposición de capas cartográficas y reclasificación de polígonos de la misma capa resultante, ver Figura 50. Cada uno de estos pasos se integra con los aportes recibidos por los actores de la cuenca.



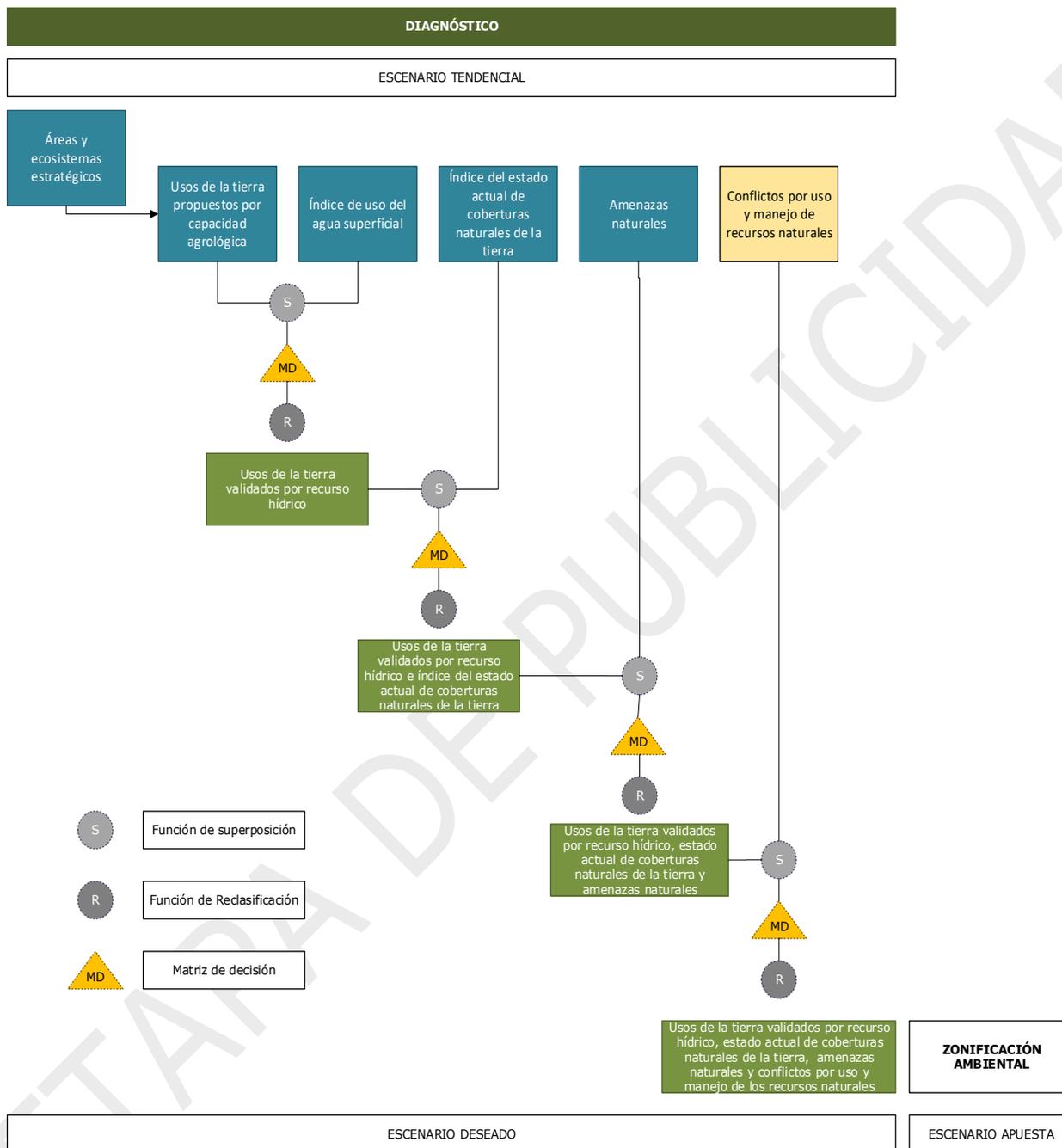
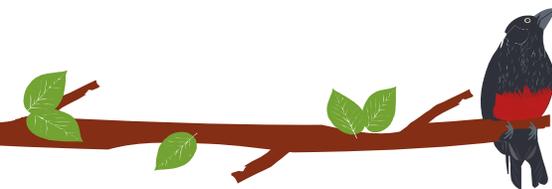
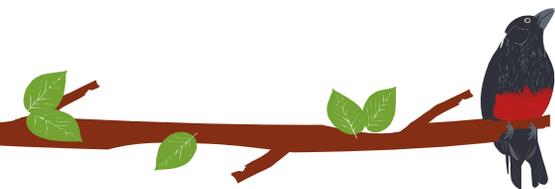


Figura 50. Modelo cartográfico de la zonificación ambiental.
Elaboración propia a partir de (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2013)

El paso 1 consiste en la capa que indica las áreas y ecosistemas estratégicos en la cuenca, el paso 2 resulta de la superposición entre la capa de usos de la tierra propuestos y el índice de uso de agua, para de esta forma validar los usos de la tierra por recurso hídrico, el paso 3 es la capa del paso anterior, usos de la tierra validados por recurso hídrico, la cual se cruza con la capa de índice del estado actual de coberturas naturales





de la tierra que arroja como resultado la capa de Usos de la tierra validados por recurso hídrico e índice del estado actual de las coberturas naturales. El paso 4 es el resultado de la superposición entre la capa anterior y las amenazas naturales, lo cual da como resultado la capa de usos de la tierra validadas por recurso hídrico, estado actual de coberturas naturales y amenazas naturales. En el paso 5 se toma la capa anterior y se cruza con los conflictos por uso y manejo de los recursos naturales, para obtener como resultado los usos de la tierra validados por recurso hídrico, estado actual de las coberturas, amenazas naturales y conflictos por uso y manejo de los recursos naturales. Los pasos anteriores se reclasifican y ajustan de acuerdo al escenario apuesta para obtener finalmente la zonificación ambiental.

Por lo anterior la zonificación ambiental es el resultado de los aportes recibidos en el proceso participativo con el consejo de cuenca, entre otros escenarios, lo que permitió finalmente lograr el modelo ambiental del territorio.

La integración de la gestión del riesgo en la zonificación analizó las amenazas como un condicionante para el uso y la ocupación del territorio, procurando de esta forma evitar la configuración de nuevas condiciones de riesgo.

5.3 RESULTADOS DE LA ZONIFICACIÓN AMBIENTAL CON LA PARTICIPACIÓN DE ACTORES

5.3.1 Paso 1. Categoría Ordenación, Conservación y Protección Ambiental

En este paso se incorporó las áreas y ecosistemas estratégicos definidos en la fase de diagnóstico, que hacen parte de la estructura ecológica principal de la cuenca, utilizando los siguientes insumos acorde a las características de la cuenca:

- Áreas Protegidas de Orden Nacional y Regional

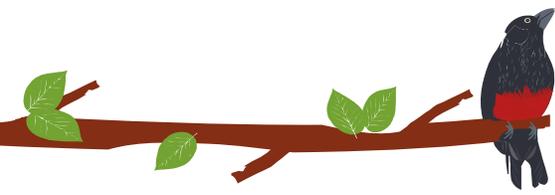
Por "área protegida" se entiende un área definida geográficamente que haya sido designada, regulada y administrada a fin de alcanzar objetivos específicos de conservación (Decreto 2372 de 2010).

Este nivel está conformado por las áreas descritas en el Decreto 2372 de 2010, y consta para la cuenca de áreas protegidas públicas, debido a que no hay registro de áreas protegidas privadas. Para la cuenca se encuentran las siguientes áreas.

- Parque Natural Nacional Las Orquídeas
- Parque Natural Nacional Paramillo
- Distrito Regional de Manejo Integrado INSOR

Los Planes de Manejo de los Parques Naturales, presentan objetivos de conservación adoptados mediante la Resolución 75 de 2011, por parte de la Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales. Tales objetivos de conservación "son el eje fundamental de la planeación del manejo de un área protegida, ya que de allí





se deriva la proyección de las acciones y metas que contribuyen a garantizar su integridad". Estos objetivos son el punto de partida para los planes de manejo.

En tal sentido, los objetivos incluyen tanto la conservación de los ecosistemas naturales y la oferta de bienes y servicios ambientales, como la protección de comunidades étnicas, en relación con las cuales se debe garantizar la conservación de (i) la base natural del territorio y el mantenimiento del conocimiento tradicional, en el caso del Paramillo y de (ii) los valores naturales asociados a la cultura tradicional, en el caso de las Orquídeas.

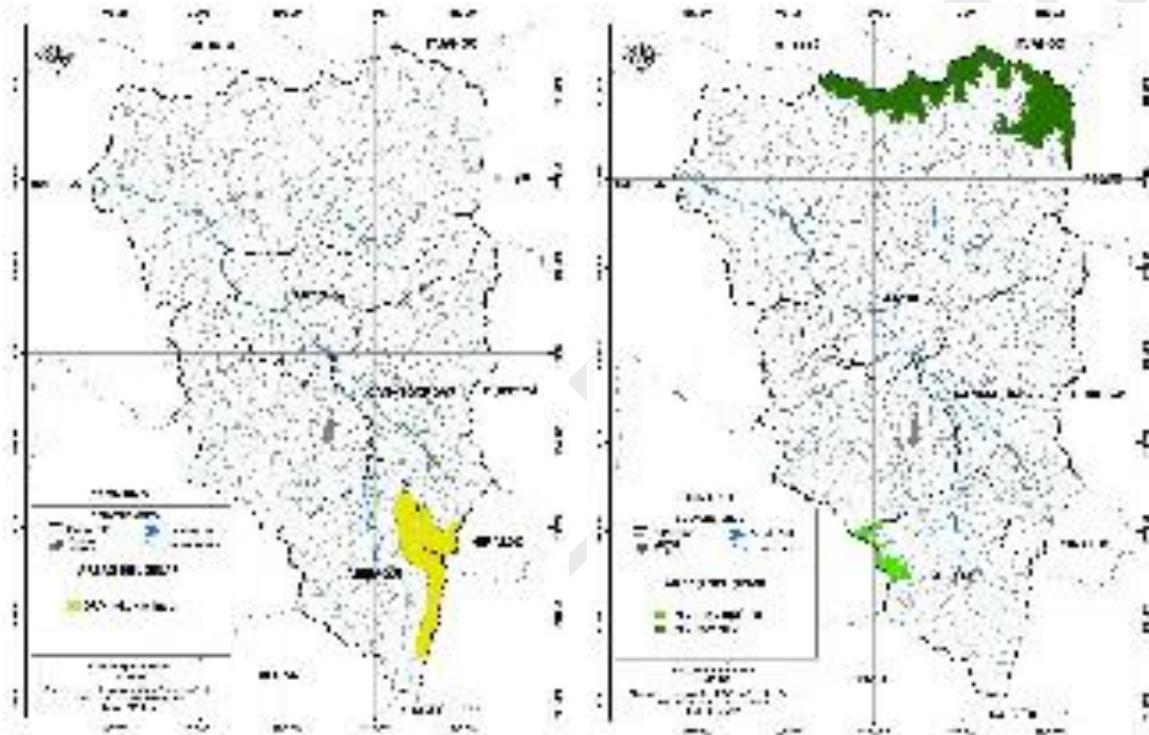


Figura 51. Áreas protegidas de orden nacional y regional. Izquierda DRMI Inso, derecha PNN Paramillo y Orquídeas.

- Áreas Complementarias para la Conservación

Las áreas a evaluadas en este grupo corresponden a aquellas áreas que presentan una figura de protección o conservación no incluida en las áreas definidas en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas, para la cuenca Río Sucio Alto se definieron:

- Predios en protección por el esquema de pagos por servicios ambientales BanCO₂
- Reserva Forestal del Pacifico, Ley 2 de 1959



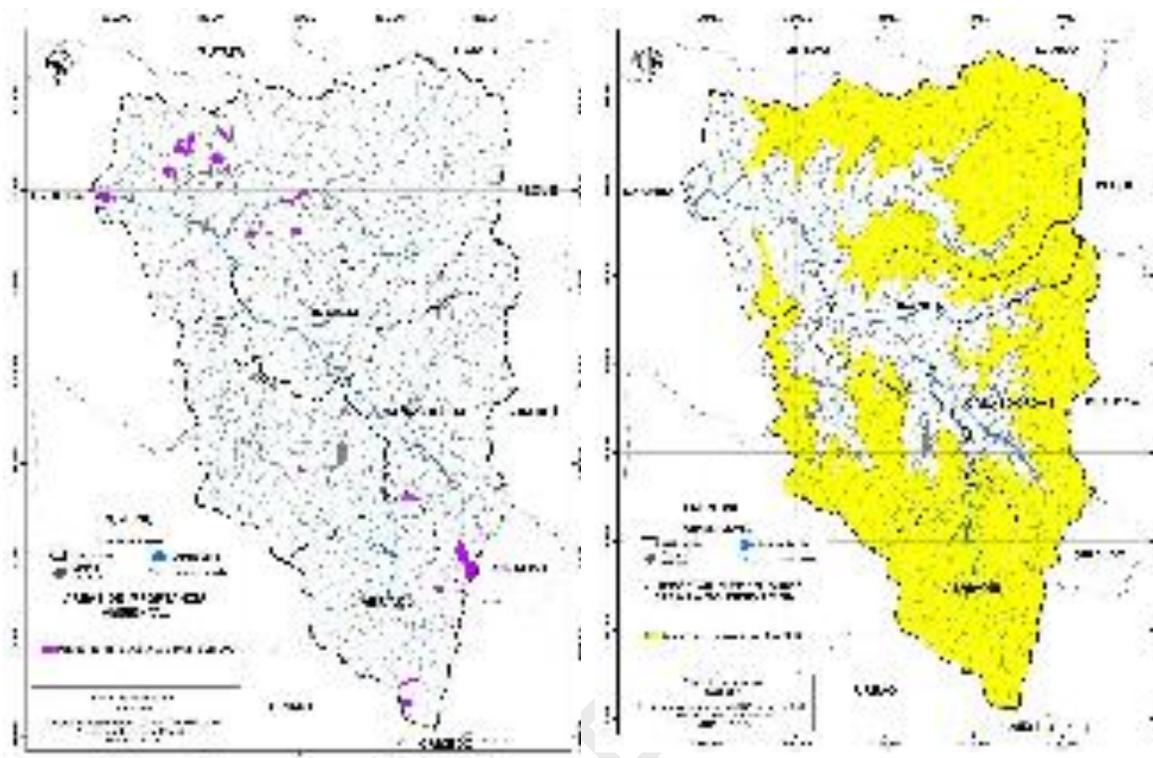
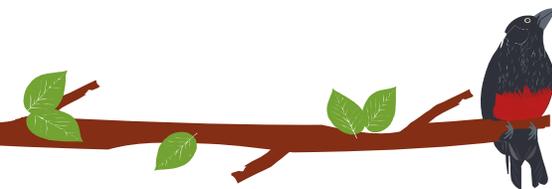


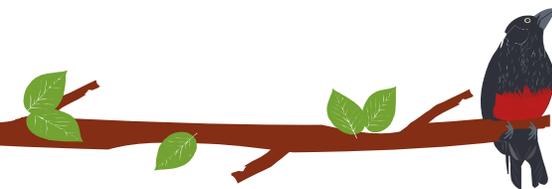
Figura 52. Áreas complementarias para la conservación. Izquierda predios destinados al pago por servicios ambientales, derecha reserva forestal del pacífico ley 2 de 1959.

Los servicios ambientales por lo general se definen como los beneficios indirectos, generalmente no transados en mercados, que la sociedad obtiene de los ecosistemas (Wunder, 2007). La idea es que quienes se benefician de los servicios del ecosistema paguen *quid pro quo* de manera directa y contractual a quienes manejan la tierra para garantizar la conservación y restauración de los ecosistemas (Wunder, 2007). De esta forma, se espera que quienes manejan la tierra reciban un incentivo directo que les motive a considerar la conservación de los ecosistemas entre sus usos rentables de la tierra; desde una perspectiva social, esto daría como resultado mejores usos del suelo que si tales pagos no tuvieran lugar. En la cuenca se han definido predios con esta estrategia como se indica en la anterior figura la cual se agrupo en la presente categoría.

La Reserva Forestal del Pacífico de ley 2 de 1959, se creó con la finalidad de delimitar los "Bosques de Interés General" que son aquellos que contienen especies de elevado valor comercial que económicamente conviene conservar ya se han públicos o de propiedades privadas y las zonas forestales protectoras (Decreto 2278 de 1953).

Con la anterior definición permaneció hasta que el ministerio de ambiente y desarrollo sostenible expidió la resolución 1926 de 2013, la cual estableció tres tipos de zonas, que para el caso de la reserva forestal que hace parte de la cuenca del río SUCIO ALTO se definió por dicha resolución como zona tipo A, que presenta la siguiente definición:



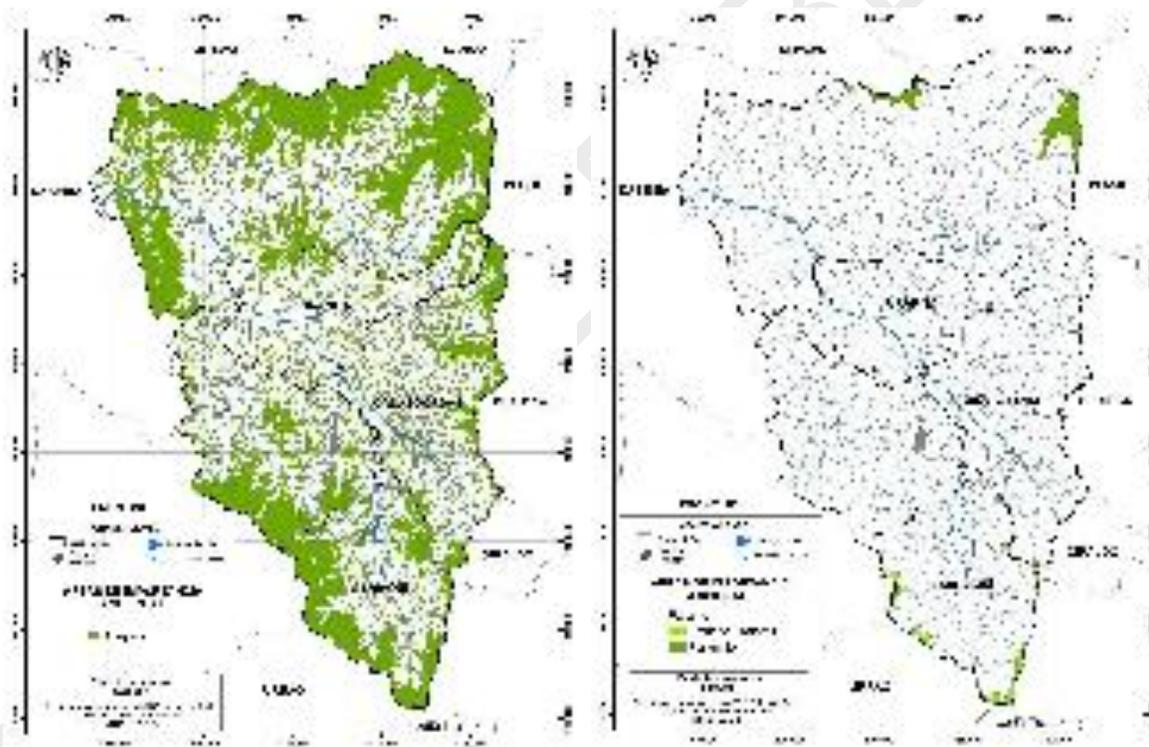


Zona tipo A: Zonas que garantizan el mantenimiento de los procesos ecológicos básicos necesarios para asegurar la oferta de servicios ecosistémicos, relacionados principalmente con la regulación hídrica y climática; la asimilación de contaminantes del aire y del agua; la formación y protección del suelo; la protección de paisajes singulares y de patrimonio cultura; y el soporte a la diversidad biológica.

- Áreas de Importancia Ambiental

Incluye las áreas que deben ser objeto de especial protección ambiental de acuerdo con la normativa vigente que para la cuenca serian:

- Bosque denso, abierto y de galería
- Complejo de Paramos Frontino, Abriaquí y Dabeiba
- Zonas de recarga de acuíferos
- Microcuencas abastecedoras de cabeceras municipales
- Área priorizada para la biodiversidad Cañón de la Llorona



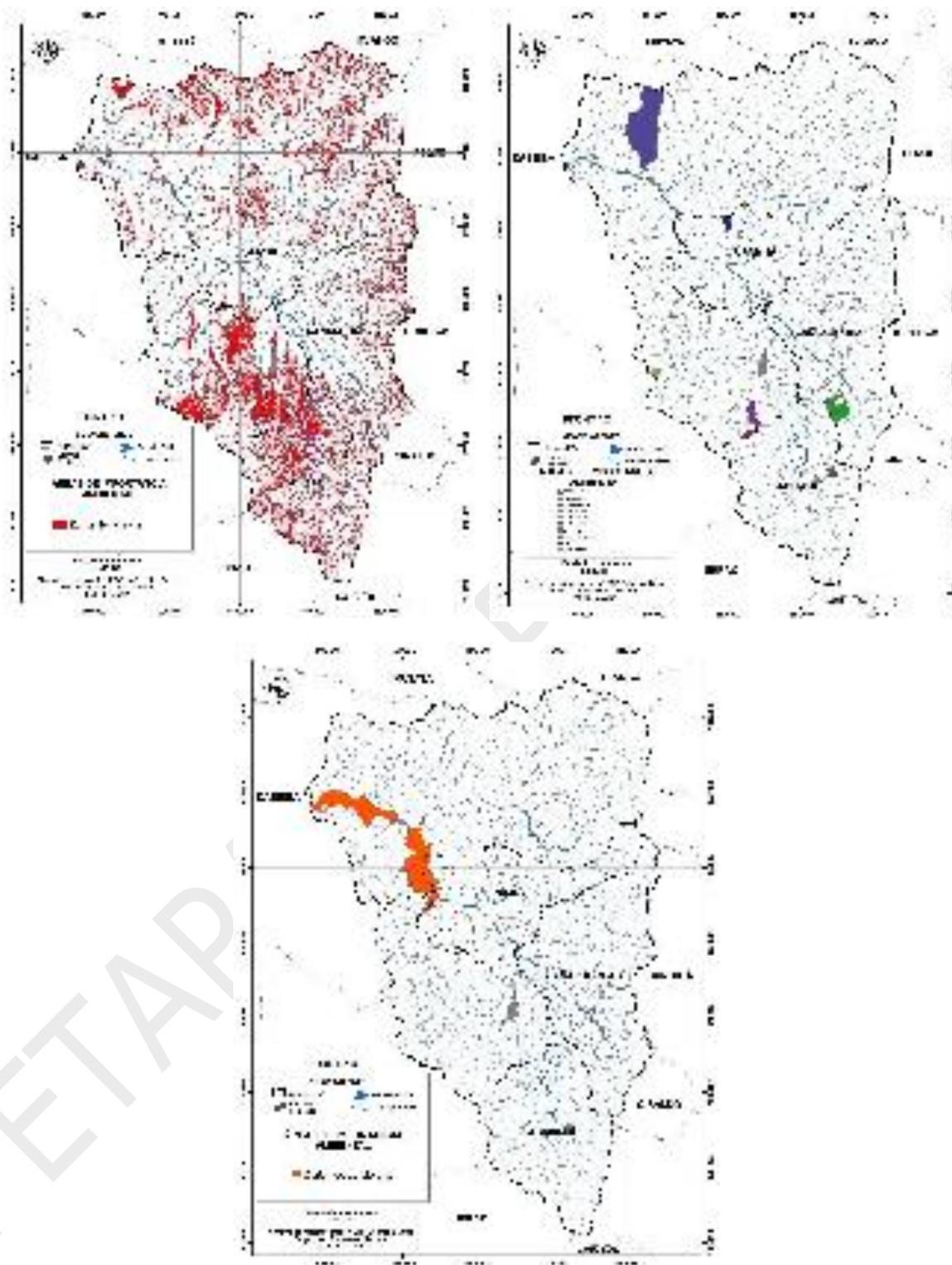
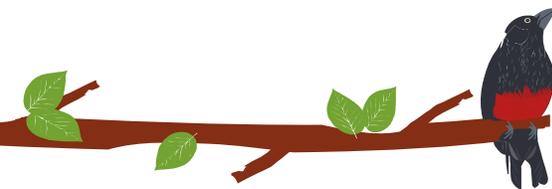
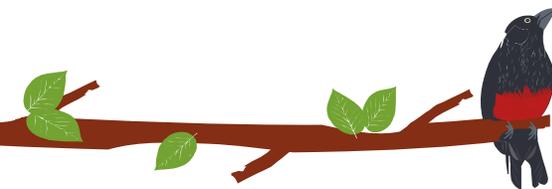


Figura 53. Áreas de importancia ambiental POMCA Río Sucio Alto





Los bosques de la cuenca identificados en la fase de diagnóstico, que comprende un grupo de coberturas vegetales de tipo boscoso, desarrolladas sobre diferentes sustratos y pisos altitudinales de la cuenca que son el resultado de procesos climáticos y que presentan servicios ecosistémicos de soporte, regulación y aprovisionamiento, por ende, son áreas estratégicas para la conservación.

Los páramos se clasifican en la subzona de áreas de importancia ambiental por ser ecosistemas de alta montaña, comúnmente conocidos como fabricas del agua de la tierra, hábitats de rica diversidad biológica, por lo que se consideraron en la presente categoría.

Las zonas de potencial alto de recarga de agua subterránea que, por las condiciones, climatológicas, geológicas, el tipo de suelo, la topografía y las coberturas y uso de la tierra, generan las condiciones para recargar las aguas subterráneas y se consideran importantes para su conservación.

Las microcuencas abastecedoras de acueductos urbanos, dichas áreas presentan un servicio ecosistema de aprovisionamiento del recurso hídrico a las cabeceras municipales, por lo que se clasifican en la subzona de áreas de importancia ambiental.

El Cañón de la Llorona, es un área que se encuentra priorizada por CORPOURABA por la diversidad biológica debido a las características de clima y precipitación que ofrece una estabilidad biológica que se manifiesta en el desarrollo fenotípico; es decir es más frondosa a medida que se asciende verticalmente en el cañón. En la parte baja del mismo, en la vereda Carrá es común encontrar una bromelia endémica (*pitcairnia arida*) y en la vereda Alto Bonito arboles de buen porte entre otras, de las especies caracolí (*Anacardium excelsum*) y vara santa (*Triplaris Sp*) todas asociadas al bosque muy húmedo tropical (bmh-T) (CORPOURABA, 2017). Este ecosistema estratégico que se encuentra en proceso de declaratorio de área protegida, se incluyó como área de importancia ambiental.

- Áreas de Reglamentación Especial

Las áreas de reglamentación especial incluyen los territorios étnicos y áreas de patrimonio cultural e interés arqueológico. Como territorios étnicos se identifican para la cuenca los territorios colectivos de resguardos indígenas, que cuentan con titulación, o se encuentran en el proceso de adquirirla.

- Resguardos Indígenas



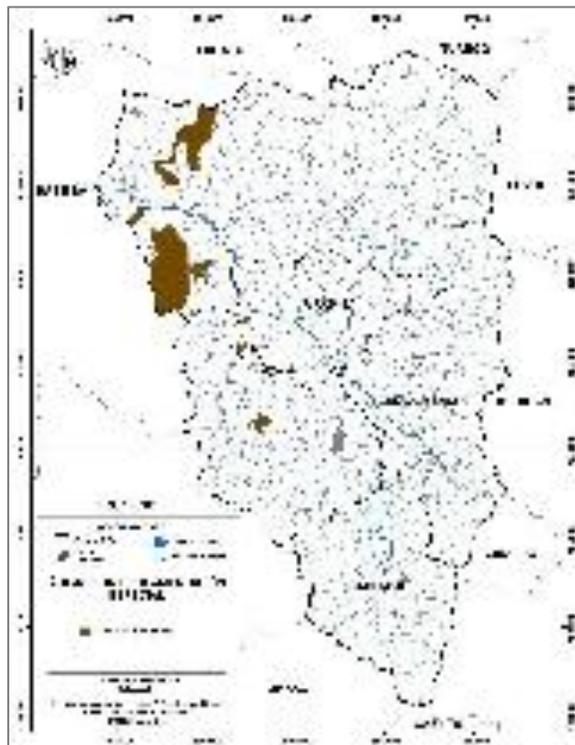
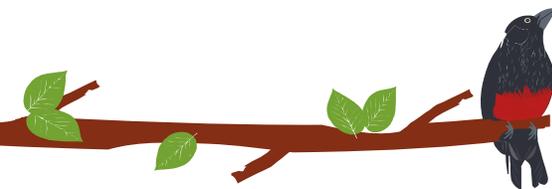


Figura 54. Resguardos indígenas pertenecientes a la cuenca del Río Sucio Alto

El territorio étnico no solo se encuentra ligado a la marcación de un área geográfica determinada, sino que se convierte en un espacio donde los pueblos enaltecen sus tradiciones, ritos y costumbres, bajo su autodeterminación y autonomía propia; en el que sobrepasan los límites administrativos y se convierte en una delimitación basada en aquella relación ancestral y cultural de los pueblos indígenas, con los recursos naturales que se encuentran en el territorio.

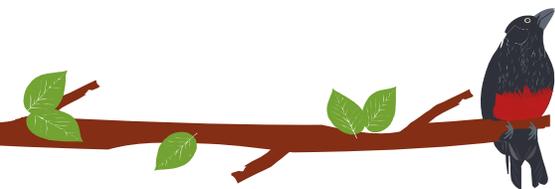
Por lo anterior, los territorios colectivos de los pueblos abarcan también aquellas zonas de caza, pesca, lugares de entierro, fuentes de plantas medicinales, sitios sagrados, zonas de tránsito y descanso y puntos relevantes en su historia que arraigan su identidad ancestral y cultural, así se encuentren localizados fuera de sus propios territorios étnicos (Corte Interamericana de Derechos Humanos, 2010).

- Proceso de integración de las áreas y ecosistemas estratégico

Las áreas de cada uno de los insumos se unieron y en las áreas de traslape se realizó una priorización de áreas; de manera que, los resguardos indígenas quedaran siempre por encima por ser áreas de reglamentación especial y después las áreas resultantes definidas en el diagnóstico como las áreas protegidas de orden nacional y regional, las áreas complementarias para la conservación, los predios del programa BanCO₂ y la resera forestal del pacifico Ley 2 de 1959.

Cabe resaltar que, como los planes de ordenamiento territorial de los municipios de la cuenca, se encuentran desactualizados y la información no se encuentra al detalle que





exige el POMCA escala 1:25.000, los suelos de protección de los mismos no se tuvieron en cuenta debido a que la información generada por el POMCA en la fase de diagnóstico es de mejor detalle, por el contrario, la información del POMCA permitirá la actualización de dichos instrumentos.

Posteriormente se realizó una categorización de las áreas finales. Por definición, todas las áreas resultantes del paso 1 pertenecen a la categoría de ordenación "conservación y protección ambiental". Estas áreas y ecosistemas estratégicos se califican en el paso 5, para establecer subzona de uso y manejo de restauración ecológica o rehabilitación, inicialmente se identifican como área de protección.

Las áreas de protección se dividieron en las subzonas: "áreas complementarias para la conservación" donde se ubican las áreas de protección definidas por los planes de ordenamiento territorial, Reserva Forestal del Pacífico, además de los predios en el esquema de pago por servicios ambientales BanCO₂; "áreas de importancia ambiental" donde se encuentran el complejo de paramos Frontino, Abriaquí y Dabeiba, bosques denso, abierto y de galería, Zonas de recarga de acuíferos, Microcuencas abastecedoras de cabeceras municipales, Área priorizada para la biodiversidad Cañón de la Llorona; y las "áreas con reglamentación especial" donde se encuentran los resguardos indígenas

Las áreas protegidas suman 14.531 ha equivalentes al 6,68% de la cuenca. Las áreas de protección suman 156.469 ha equivalentes al 71,95% de la cuenca, esta última está compuesta por las áreas complementarias para la conservación que suman luego de la superposición de áreas 52.796 ha (24,28%), las áreas de importancia ambiental que suman 62.150 (28,58%) y las áreas con reglamentación especial que suman 6.649 ha equivalente al 3,06% del área de la cuenca. En la Tabla 40 se indican las áreas que se estimaron para el paso 1 de la zonificación ambiental; y en la Figura 55 se presenta la espacialización del resultado.



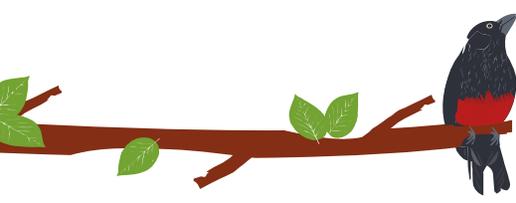


Tabla 40. Categorías de ordenación conservación y protección ambiental del paso 1.

CATEGORÍA	ZONA	SUBZONA	DESCRIPCIÓN	ÁREA TOTAL (ha)	ÁREA DE SUPERPOSICIÓN (ha)	ÁREA VISUALIZACIÓN (ha)	TOTAL ZONA (ha)
Conservación y Protección Ambiental	Áreas Protegidas	Áreas SINAP	DRMI Alto de Insor	5.855	1.032	4.823	
			PNN Las Orquídeas	1.273	212	1.061	14.531
			PNN Paramillo	11.293	2.646	8.648	(6,68%)
			Total, Subzona		6,68%	14531,46362	
	Áreas complementarias para la conservación		Predios BancO2	2.066	225	1.841	
			Reserva Forestal de Ley 2da	141.350	90.394	50.955	
			Total, Subzona		24,28%	52796,13819	
	Áreas de Protección	Áreas de importancia Ambiental	Bosques	95.399	46.155	49.244	
			Cañón La Llorona	4.908	74	4.833	156.469
			Microcuencas abastecedoras de acueductos urbanos	5.299	1.559	3.740	(71,95%)
Páramo			4.370	36	4.334		
Zona de recarga			42.401	7.528	34.872		
Total, Subzona				44,61%	97023,2700		
Áreas con reglamentación especial		Resguardo Indígena	6.649	0	6.649		
		Total, Subzona		3,06%	6.649		
TOTAL, CATEGORÍA					78,63%	171.000	
ÁREA CUENCA						217.475	

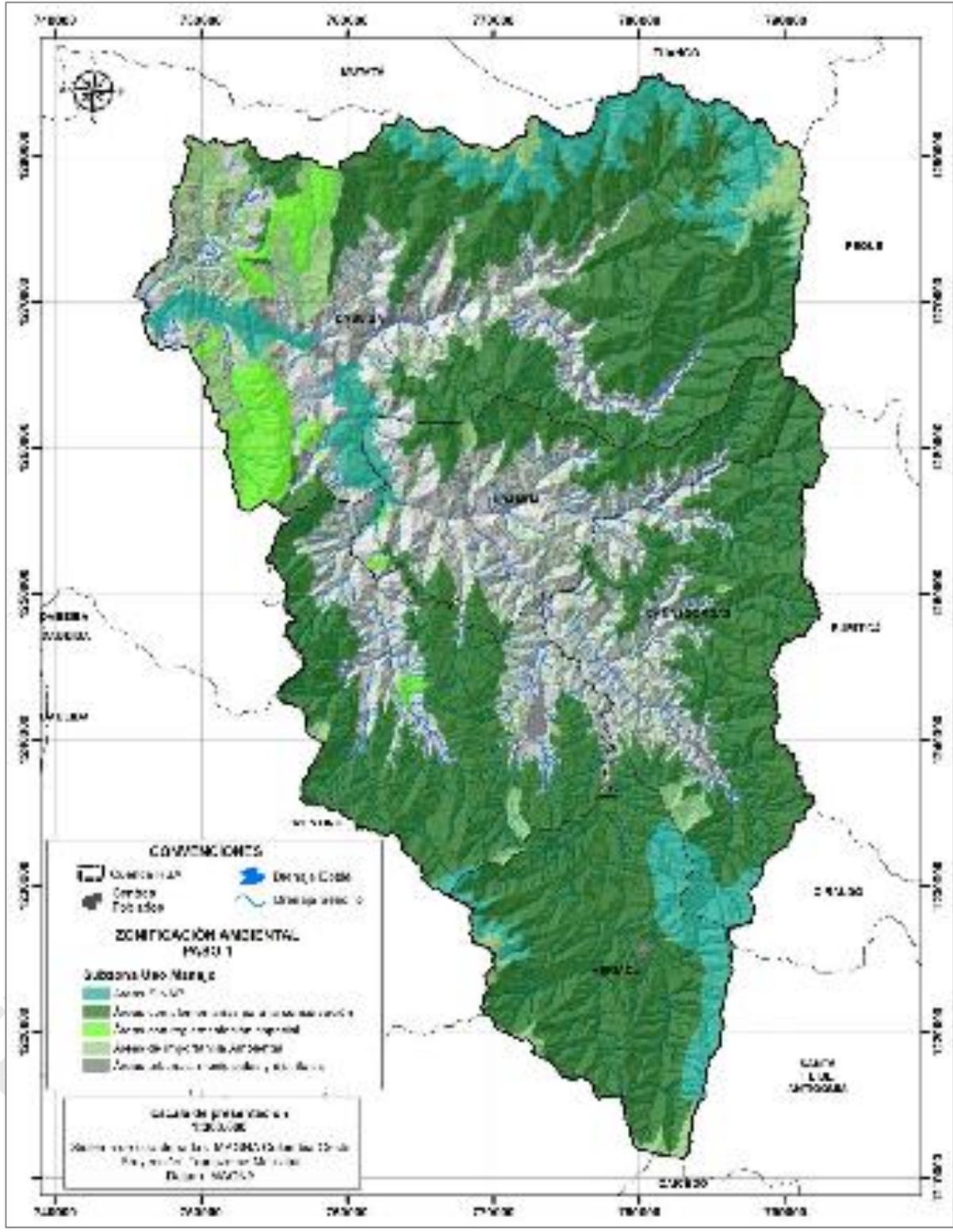
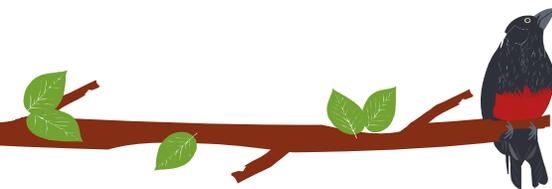
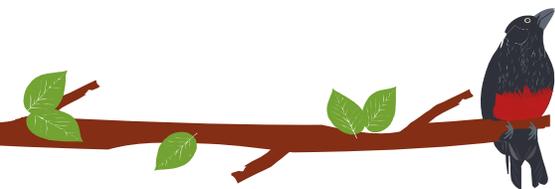


Figura 55. Zonificación ambiental paso 1, áreas y ecosistemas estratégicos. Fuente: Elaboración propia





5.3.2 Paso 2. Usos propuestos de la tierra validada por recurso hídrico

En este paso se definieron categorías intermedias de zonificación, según el uso determinado por capacidad agrológica de las tierras y el índice de uso del agua superficial a nivel de subcuenca.

Para desarrollar el paso 2 se utilizaron los siguientes insumos:

- Áreas en la categoría de conservación y protección ambiental definidas en el paso 1.
- Usos propuestos de la tierra definidos por la Capacidad agrológica.
- Índice de uso del agua superficial (IUA).

Con la unión de estas capas se relacionó el uso principal de la tierra y el índice de uso del agua para identificar las áreas donde se requiere cambiar el uso principal de la tierra por uno menos intensivo, con el siguiente procedimiento.

1. Cuando el índice del agua superficial es moderado o bajo son aceptados los usos que vienen definidos por la capacidad de uso.
2. Donde el índice de uso del agua es alto o muy alto, es decir, donde la presión de la demanda de agua es alta o muy alta respecto a la oferta disponible, se reclasifico por un uso menos intensivo y que requiere menos disponibilidad del agua.

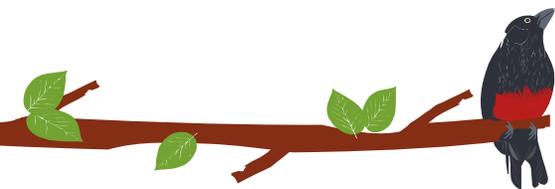
El cambio de un uso principal dado por la capacidad de uso de la tierra a uno menos intensivo tras la validación por el uso del recurso hídrico se realizó como se indica en la Tabla 41, la cual se desarrolló teniendo en cuenta lo estipulado por la guía técnica de POMCA, en el anexo A de diagnóstico tabla de usos propuestos, la cual se utiliza para avalar o reclasificar los usos propuestos.

Tabla 41. Matriz de reclasificación de los usos principales de la tierra (definidos por capacidad de uso) por el índice de uso del agua superficial a nivel de subcuenca.

USO PROPUESTO DE LA TIERRA, DEFINIDO POR LA CAPACIDAD AGROLÓGICA	INDICADOR USO DE AGUA (IUA)	NUEVA CATEGORÍA DE USO VALIDADA POR RECURSO HÍDRICO
Cultivos transitorios intensivos (CTI)	Alto o Muy Alto	Cultivos transitorios semi-intensivos (CTS)
Cultivos transitorios semi-intensivos (CTS)	Alto o Muy Alto	Cultivos Permanentes Intensivos (CPI)
Sistemas agrosilvopastoriles (ASP)	Alto o Muy Alto	Sistemas silvopastoriles (SPA)
Sistemas silvopastoriles (SPA)	Alto o Muy Alto	Sistema forestal productor (FPD)
Sistema forestal productor (FPD)	Alto o Muy Alto	Sistemas forestales protectores (FPR)
Sistemas forestales protectores (FPR)	Alto o Muy Alto	Áreas para la conservación y/o recuperación de la naturaleza, recreación (CRE)
Áreas para la conservación y/o recuperación de la naturaleza, recreación (CRE)	Alto o Muy Alto	Áreas para la conservación y/o recuperación de la naturaleza, recreación (CRE)

Fuente: Elaboración propia con base en la guía técnica de POMCA.





Tras redefinir el uso potencial de la tierra mediante el IUA, se realizó la categorización de las áreas para la zonificación, siguiendo los parámetros enunciados a continuación:

1. Las áreas en la categoría de conservación y protección ambiental definidas en el paso 1 se dejaron en la categoría, zona y subzona definida en dicho paso.
2. Las áreas con uso potencial (validado por recurso hídrico) "Sistemas forestales protectores (FPR)" o "Áreas para la conservación y/o recuperación de la naturaleza, recreación (CRE)" se incluyeron dentro de la subzona Áreas de Importancia Ambiental de la zona Áreas de Protección, categoría conservación y protección ambiental del paso 1.

Las áreas con uso potencial (validado por recurso hídrico) "Cultivos permanentes intensivos (CPI)", "Cultivos transitorios intensivos (CTI)" o "Cultivos transitorios semi-intensivos (CTS)" se incluyeron dentro de la subzona "Áreas Agrícolas" y aquellas con uso potencial "Sistema forestal productor (FPD)", "Sistemas agrosilvopastoriles (ASP)" o "Sistemas silvopastoriles (SPA)" se ubicaron en la subzona "Áreas Agrosilvopastoriles". Ambas subzonas pertenecientes a la zona "Áreas para la producción agrícola, ganadera y de uso sostenible de Recursos Naturales", la cual es de la categoría de Uso Múltiple.

La categoría de uso múltiple en este paso presenta un área de 69.194 ha equivalente a 31,82% de la cuenca, de los cuales las áreas agrícolas suman 6.343 ha (2,92%) y las áreas agrosilvopastoriles representan 62.850 (28,9%). En la Tabla 42 se indican las áreas de la clasificación del paso 2. En la Figura 56 se espacializa el resultado de la zonificación ambiental del paso 2.



Tabla 42. Categorías validadas con usos propuestos y recurso hídrico paso 2.

CATEGORÍA	ZONA	SUBZONA	DESCRIPCIÓN	ÁREA (HA)	ÁREA TOTAL ZONA (HA)	
Conservación y Protección Ambiental	Áreas de Protección Ambiental	Áreas de importancia Ambiental	Áreas para la conservación y/o recuperación de la naturaleza, recreación (CRE)	22.512	147.546 (67,84%)	
			Sistemas forestales protectores (FPR)	124.484		
			Sistemas forestales protectores (FPR)	550		
			Total subzona (67,84%)	147.546		
Uso Múltiple	Áreas para la producción agrícola, ganadera y de uso sostenible de Recursos Naturales	Áreas agrícolas	Cultivos permanentes intensivos (CPI)	181	69.194 (31,82%)	
			Cultivos permanentes semi-intensivos (CPS)	596		
			Cultivos transitorios semi-intensivos (CTS)	2.719		
			Pastoreo extensivo (PEX)	2.846		
	Áreas Agrosilvopastoriles	storiles	Sistema forestal productor (FPD)	28.493	62.850	
			Sistemas agro silvícolas (AGS)	25.078		
			Sistemas agrosilvopastoriles (ASP)	8.464		
			Sistemas silvopastoriles (SPA)	815		
	Áreas Urbanas	Áreas urbanas, municipales y distritales	Cabeceras municipales y centros poblados		735	735 (0,34%)
				Total, subzona (0,34%)	735	
ÁREA TOTAL CATEGORÍA					217.475	

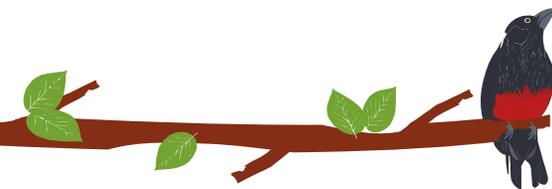
Fuente: Elaboración propia

5.3.3 Paso 3. Categorías de usos de la tierra validados por el recurso hídrico y estado actual de las coberturas naturales.

El desarrollo del paso 3 evalúa los resultados del paso 2 respecto al Índice de Estado Actual de las Coberturas Naturales (IEACN), por lo tanto, como insumos se requieren las capas de:

- Usos de la tierra validados por el componente hídrico, es decir, resultados del paso 2.
- Índice de Estado Actual de las Coberturas Naturales (IEACN).
- Cobertura y uso actual de la tierra.

La capa de cobertura y uso actual de la tierra se reclasificó para separar los espacios naturales de los no naturales. Así, las áreas con cobertura como: zonas pantanosas, ríos (50 m), bosque denso, bosque abierto, bosque de galería y/o ripario, herbazal y vegetación secundaria o en transición se clasificaron como espacios naturales y a estas áreas se les interceptó el IEACN.



El IEACN muestra de manera consolidada los resultados de las calificaciones relacionados con el estado actual por tipo de cobertura natural a través de los indicadores vegetación remanente, tasa de cambio de la cobertura, índice de fragmentación e índice de ambiente crítico. Por lo que cuantifica el estado actual por tipo de coberturas naturales de la tierra. Por lo que este indicador permite en este paso establecer que coberturas naturales requieren ser restauradas o protegidas debido a la transformación del ecosistema que han sufrido con el paso del tiempo.

En la Tabla 43 se indican la interpretación de la calificación del índice de estado actual de las coberturas naturales, que se utilizara para calificar la capa resultante del paso 3 y establecer áreas de protección y restauración.

Tabla 43. Interpretación de la calificación de IEACN

RANGO DE LA CALIFICACIÓN DEL IEACN	CATEGORÍAS DE LA COBERTURA NATURAL
Mayor de 60	Conservada
Entre 40 y 59	Medianamente transformada
Entre 20 y 39	Transformada
Entre 0 y 19	Altamente transformada

Fuente: (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2013)

La capa que contiene los espacios naturales junto al IEACN, se unió con los usos de la tierra validada por recurso hídrico y se realizó una reclasificación de los usos para obtener usos de la tierra validados por el recurso hídrico y por el estado actual de las coberturas, mediante la siguiente matriz de decisión, ver Tabla 44.

Tabla 44. Matriz de reclasificación de los usos principales de la tierra validados por el recurso hídrico por el Índice de Estado Actual de las Coberturas Naturales (IEACN).

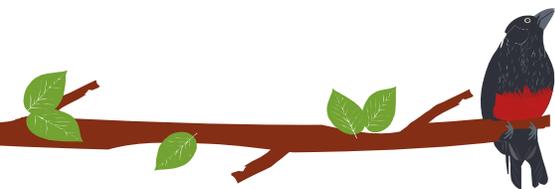
Categoría de uso validada por recurso hídrico	Índice de Estado Actual de las Coberturas Naturales (IEACN)	Nueva categoría de uso validada por el estado actual de las coberturas naturales
Cultivos transitorios semi-intensivos (CTS)	0-19	Uso propuesto por categoría de uso validada por recurso hídrico
Cultivos Permanentes Intensivos (CPI)		
Sistemas silvopastoriles (SPA)		
Sistema forestal productor (FPD)	20-39	Restauración/Protección
Sistemas forestales protectores (FPR)		
Áreas para la conservación y/o recuperación de la naturaleza, recreación (CRE)	40-59	Restauración
Áreas para la conservación y/o recuperación de la naturaleza, recreación (CRE)	60	Protección

Fuente: Elaboración propia.

Tras redefinir el uso potencial de la tierra mediante el IEACN, se realizó la categorización de las áreas para la zonificación, siguiendo los parámetros enunciados a continuación:

1. Las áreas con IEACN entre 0 y 19 se dejaron dentro de la categoría, zona y subzona definida en el paso 2.



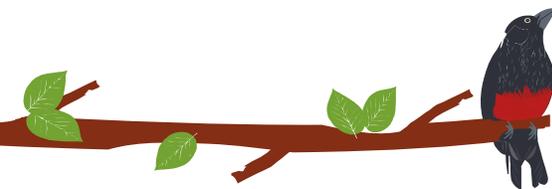


2. Las áreas con uso potencial (validado IEACN) de restauración/protección y de restauración se incluyeron dentro de la subzona Áreas de Restauración Ecológica de la zona Áreas de Restauración, categoría Conservación y Protección Ambiental.
3. Las áreas con uso potencial (validado por IEACN) de Protección se incluyeron dentro de la subzona Áreas de Importancia Ambiental de la zona Áreas de Protección, categoría Conservación y Protección Ambiental, ver Tabla 45 y Figura 57.

Tabla 45. Categorías de uso validado en el paso 3.

CATEGORÍA	ZONA	SUBZONA	DESCRIPCIÓN	ÁREA (HA)	ÁREA TOTAL (HA)	
Conservación y Protección Ambiental	Áreas de Protección	Áreas de importancia Ambiental	Áreas de protección paso 3	2.965	150.537 (69,13%)	
			Áreas para la conservación y/o recuperación de la naturaleza, recreación (CRE)	22.520		
			Sistemas forestales protectores (FPR)	125.051		
		Total, Subzona	69,13%	150.537		
		Áreas de Restauración	Áreas de restauración ecológica	Restauración ecológica paso 3		522
Uso Múltiple	Áreas para la producción agrícola, ganadera y de uso sostenible de Recursos Naturales	Áreas agrícolas	Cultivos permanentes intensivos (CPI)	157	65.961 (30,29%)	
			Cultivos permanentes semi-intensivos (CPS)	597		
				Cultivos transitorios semi-intensivos (CTS)		2.549
			Pastoreo extensivo (PEX)	2.713		
			Total, Subzona	2,76%		6.017
		Áreas Agrosilvopastoriles	Sistema forestal productor (FPD)	27.132		59.943 (27,53%)
			Sistemas agrosilvícolas (AGS)	23.860		
			Sistemas agrosilvopastoriles (ASP)	8.165		
			Sistemas silvopastoriles (SPA)	784		
		Total, Subzona	27,53%	59.943		
Áreas Urbanas	Áreas municipales y distritales	Cabeceras municipales y centros poblados	723	723 (0,33%)		
		Total, Subzona	0,33%	723		
ÁREA CUENCA					217.744	





5.3.4 Paso 4 Categorías de usos de la tierra validados por el recurso hídrico, estado actual de las coberturas naturales y grado de amenaza natural

El paso 4 evalúa los resultados del paso 3 con la capa de amenazas naturales de la cuenca, en donde se incluyeron las amenazas altas por movimientos en masa e inundaciones, por ser considerados estos los eventos de mayor recurrencia en la cuenca y que generan mayor número de pérdidas. Los insumos requeridos para este análisis son:

- La capa cartográfica resultado del paso 3
- La cartografía por tipo de amenaza calificada con sus respectivos niveles de amenaza.

El procedimiento es el siguiente: la capa cartográfica resultante del paso 3 se superpone con las capas de amenazas naturales y con los resultados de la calificación de la respectiva amenaza, se construye la matriz de decisión como se indica en la Tabla 46

Tabla 46. Matriz de decisión para paso 4.

Categoría de uso propuesto de la tierra validada por recurso hídrico y el estado actual de las coberturas naturales de la tierra	Calificación del grado de amenaza natural	Nueva categoría de uso validada por recurso hídrico, estado actual de las coberturas naturales de la tierra y grado de amenaza natural
Cultivos transitorios semi-intensivos (CTS)	Calificación de amenaza Baja	Uso propuesto por categoría de uso validada por paso 3
Cultivos Permanentes Intensivos (CPI)		
Sistemas silvopastoriles (SPA)	Calificación de amenaza Media	Uso propuesto por categoría de uso validada por paso 3, se valida de manera condicionada
Sistemas forestales protectores (FPR)	Calificación de amenaza Alta	Áreas de protección por Amenazas Naturales
Áreas para la conservación y/o recuperación de la naturaleza, recreación (CRE)		

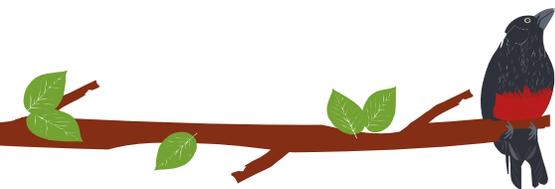
Fuente: Elaboración propia con base en la guía técnica de POMCA.

Cuando la calificación de la amenaza identificada es baja, la categoría de uso aprobada por los subcomponentes anteriores se valida.

Cuando la calificación de la amenaza identificada es media, la categoría de uso aprobada por los subcomponentes anteriores se valida de manera condicionada.

Cuando la calificación de la amenaza es alta por, inundación y movimientos en masa, se califica con uso condicionado y se define como categoría de conservación y protección ambiental y en la zona de uso y manejo de áreas de protección, hasta tanto se realicen estudios más detallados por parte de los municipios para la toma de decisiones en la reglamentación de usos del suelo.





De esta manera, se obtiene una capa cartográfica intermedia denominada uso de la tierra validada por recurso hídrico, estado actual de las coberturas naturales y grado de amenaza natural.

El paso 4 incluyó nuevas áreas de protección como áreas de amenazas naturales representadas en 15.034 ha, equivalentes a 6,9% de la cuenca, lo anterior le suma a la categoría de conservación y protección ambiental quedando en 165.723 ha equivalente a 76,11%. En el caso de las áreas para uso múltiple quedan en el paso 4 con un área de 52,072 ha equivalentes al 23,89%, en la Figura 58 se indica el consolidado de áreas del paso 4.

En la Figura 58 se espacializa el paso 4 de la zonificación ambiental, en donde se indica con rojo las áreas de amenaza naturales que surgieron como resultado del presente paso.



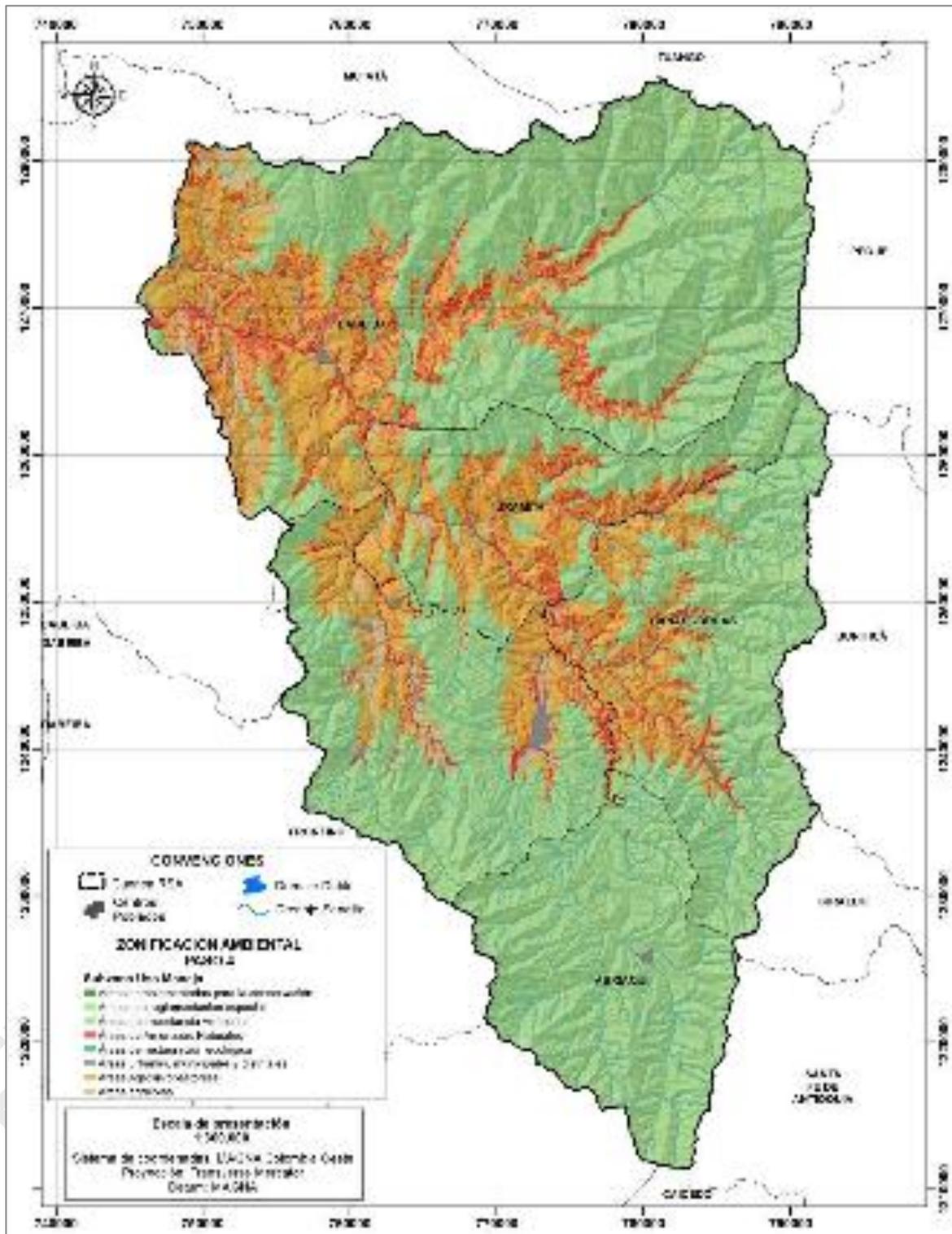
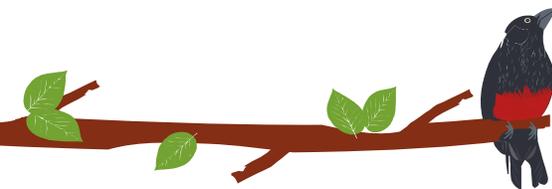


Figura 58. Zonificación ambiental paso 4 Fuente: Elaboración propia





Tabla 47. Categorías de uso validadas en el paso cuatro.

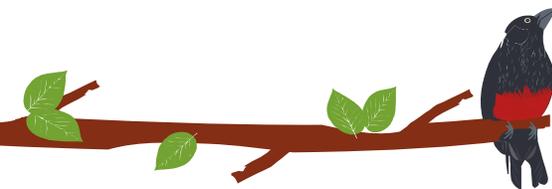
CATEGORÍA	ZONA	SUBZONA	DESCRIPCIÓN	ÁREA (HA)	ÁREA TOTAL (HA)	
Conservación y Protección Ambiental	Áreas de Protección	Áreas de importancia Ambiental	Áreas de protección paso 3	333	169.287 (77,79%)	
			Áreas de protección paso 3 Condicionado	1.574		
			Áreas para la conservación y/o recuperación de la naturaleza, recreación (CRE)	2.144		
			Áreas para la conservación y/o recuperación de la naturaleza, recreación (CRE) Condicionado	11.434		
			Sistemas forestales protectores (FPR)	19.448		
			Sistemas forestales protectores (FPR) Condicionado	68.548		
	Total Subzona			47,55%	103.484	
	Áreas de Amenazas Naturales	Áreas de amenazas naturales	Áreas de amenazas naturales	65.802		
			Total Subzona	30,24%	65.802	
	Áreas de Restauración	Áreas de restauración ecológica	Restauración ecológica paso 3	73	322	
			Restauración ecológica paso 3 Condicionado	248	(0,15%)	
			Total Subzona	0,15%	322	
Uso Múltiple	Áreas para la producción agrícola, ganadera y de uso sostenible de Recursos Naturales	Áreas agrícolas	Cultivos permanentes intensivos (CPI)	8	47.300 (21,73%)	
			Cultivos permanentes intensivos (CPI) Condicionado	96		
			Cultivos permanentes semi-intensivos (CPS)	284		
			Cultivos permanentes semi-intensivos (CPS) Condicionado	269		
			Cultivos transitorios semi-intensivos (CTS)	1.046		
			Cultivos transitorios semi-intensivos (CTS) Condicionado	815		
			Pastoreo extensivo (PEX)	1.073		
			Pastoreo extensivo (PEX) Condicionado	1.164		
	Total Subzona			2,19%	4.758	
			Sistema forestal productor (FPD)	3.164		



PLAN DE ORDENACIÓN Y MANEJO DE LA CUENCA RÍO SUCIO ALTO
FASE DE PROSPECTIVA Y ZONIFICACIÓN AMBIENTAL

CATEGORÍA	ZONA	SUBZONA	DESCRIPCIÓN	ÁREA (HA)	ÁREA TOTAL (HA)
			Sistema forestal productor (FPD) Condicionado	15.065	
			Sistemas agrosilvícolas (AGS)	3.493	
			Sistemas agrosilvícolas (AGS) Condicionado	13.910	
		Áreas Agrosilvopastoriles	Sistemas agrosilvopastoriles (ASP)	1.882	
			Sistemas agrosilvopastoriles (ASP) Condicionado	4.379	
			Sistemas silvopastoriles (SPA)	181	
			Sistemas silvopastoriles (SPA) Condicionado	464	
			Total Subzona	19,55%	42.542
	Áreas Urbanas	Áreas urbanas, municipales y distritales	Cabeceras municipales y centros poblados	723	723
		Total Subzona	0,33%	723	(0,33%)
ÁREA CUENCA					217.633

Fuente: Elaboración propia



5.3.5 Paso 5 Categorías de usos de la tierra validados por el recurso hídrico, estado actual de las coberturas naturales y grado de amenaza natural, así como las áreas y ecosistemas estratégicos con la calificación de los conflictos por uso y manejo de los recursos naturales.

El paso 5 es el último paso de la zonificación ambiental, en la cual se evaluó la capa resultante del paso 4 con las áreas de conflicto por uso de la tierra y conflicto por pérdida de cobertura en áreas y ecosistemas estratégicos. Los insumos requeridos en este paso son:

- La capa cartográfica intermedia resultado del paso 4
- La capa cartográfica de las áreas y ecosistemas estratégicos definidos en el paso 1
- La capa de conflictos por uso de la tierra
- La capa de conflicto por pérdida de cobertura en áreas y ecosistemas estratégicos.

La capa resultante de los conflictos por uso de la tierra (conflictos severos por sobre - utilización), y conflicto por pérdida de cobertura en áreas y ecosistemas estratégicos (altos y muy altos) que en conjunto se han definido como conflictos por uso y manejo de recursos naturales, es la última que califica y define las zonas de uso y manejo. Con la siguiente matriz de decisión, ver Tabla 48.

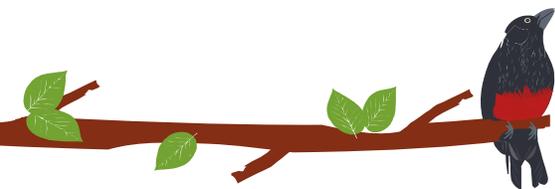
Tabla 48. Matriz de decisión para paso 5

Categoría de uso propuesto de la tierra validada por recurso hídrico, estado actual de las coberturas naturales de la tierra y grado de amenaza	Conflicto por uso de la tierra	Conflicto por pérdida de cobertura en áreas y ecosistemas estratégicos	Categoría de uso y manejo final de la zonificación ambiental
Cultivos transitorios semi-intensivos (CTS) Cultivos permanentes intensivos (CPI) Cultivos transitorios intensivos (CTI) Sistemas silvopastoriles (SPA) Sistemas forestales protectores (FPR) Áreas para la conservación y/o recuperación de la naturaleza, recreación (CRE)	Sobreutilización severa		Restauración
Categoría de ordenación de conservación y protección ambiental (áreas y ecosistemas estratégicos definidos en el paso 1)			
Áreas para la conservación y/o recuperación de la naturaleza, recreación (CRE) Bosques Sistemas forestales protectores (FPR) Vegetación secundaria alta		Alto Muy Alto	Restauración ecológica Rehabilitación

Fuente: Elaboración propia con base en la guía técnica de POMCA.

Cualquier área identificada con uno de estos tipos de conflictos requiere restauración, que según sea el caso puede ser restauración ecológica, rehabilitación o recuperación.





Por su parte, los conflictos medios y bajos definirán condicionamientos al uso que se indicarán en las diferentes zonas y subzonas de uso y manejo resultantes de la zonificación.

Para efectos de la reclasificación de las nuevas zonas de uso y manejo, se consideran los proyectos de desarrollo minero y pequeñas centrales hidroeléctricas -PCH- que cuenten con licencias ambientales, los cuales se clasifican en la categoría de uso múltiple, en la zona de uso de áreas de restauración, en la subzona de uso de áreas de restauración y la descripción de áreas de desarrollo minero. La anterior clasificación debido a que la metodología utilizada no presenta una clasificación explícita para las actividades mineras, sino que está concebida para que luego que se ejecute el Plan de Manejo Ambiental aprobado con la licencia ambiental dichas áreas queden adecuadas para el desarrollo de actividades mineras respectivas, con sus accesos viales, campamentos, almacenamiento del material de extracción, etc. De acuerdo a la norma dichos planes son prevalentes al POMCA.

En la cuenca hay presencia de 2 títulos vigentes que cuentan con licencia ambiental, que en total suman un área en la cuenca de 187,41 ha equivalentes a 0,09% de la cuenca. En la Tabla 49 se relaciona los títulos mineros vigentes y que superan el horizonte de planeación del POMCA.

Tabla 49. Títulos mineros vigentes en la cuenca

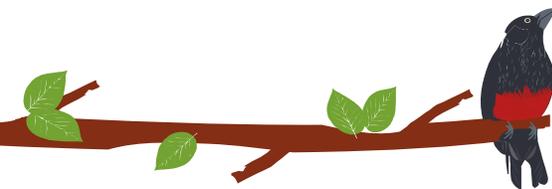
Municipio	Vereda	Título minero	Titular minero	Modalidad de Autorización	Proyecto o actividad	Fecha Resolución	Tipo de explotación
Abriaquí	La Antigua	T823005	Agrominera Santillana E.U.	Plan de Manejo Ambiental	Explotación oro de aluvión	15/03/2011	subterránea
Uramita	San Francisco	ICQ-08217	José Joaquín de la Roche	Licencia Ambiental	Extracción de arenas y gravas	27/05/2019	Cielo Abierto

Fuente: Elaboración propia a partir de CORPOURABA

El desarrollo minero en la cuenca del Río Suco Alto, tratándose de un potencial asociado al subsuelo, este no es exclusivo, sino que se superpone con otros potenciales asociados al uso del suelo, en consecuencia, sobre un Área con potencial minero se presentan potenciales agrícolas, pecuarios, agropecuarios, forestales y protectores. Los títulos que actualmente se encuentren en fases de exploración y/o explotación y que no pongan en riesgo la existencia de áreas de protección, centros urbanos o usos del suelo indispensable o necesario para la garantía de la seguridad alimentaria de la cuenca, áreas para la producción agrícola y agropecuaria, se constituyen en zonas de prioridad para la minería.

Las áreas con título minero en la cuenca se localizan en la zonificación ambiental, quedando que las áreas para la producción agrícola, ganadera y de uso sostenible de Recursos Naturales, así como las áreas de conservación y protección ambiental que





coincidan en el área del título minero, corresponde al plan de manejo ambiental que indica las medidas de mitigación, compensación y restauración sobre dichas áreas, así como el cuidado del recurso hídrico, lo anterior debido a que los Planes de Manejo Ambiental de las licencias mineras prevalecen sobre el POMCA.

En la cuenca se encuentran las siguientes PCH con licencia ambiental, las cuales se incluyó en la zonificación ambiental las áreas correspondientes a la zona de captación y casa de máquinas.

Tabla 50. Pequeñas centrales hidroeléctricas con licencia ambiental

NOMBRE	GENERACIÓN	ÁREA OCUPACIÓN DIRECTA (HA)
La Herradura	19,8 MW	3,14
La Vuelta	11.8 MW	1,78
Río Sucio I	10 MW	1,67
Río Sucio II	10 MW	1,08
Río Urama	20 MW	5,91
Total		13,50

El resultado final obtenido con el anterior procedimiento será la zonificación ambiental de la cuenca hidrográfica, en la cual se definen las categorías de ordenación y las zonas y subzonas de uso y manejo.

La reserva forestal del pacifico ley 2 de 1959, es otra variable que se tuvo en cuenta para finalizar la zonificación ambiental. Ante una revisión favorable de la norma, se establecieron usos complementarios de baja intensidad como es el caso de sistemas agroforestales y silvopastoriles, estas áreas van acompañadas de un proyecto de revisión y ajustes de la zonificación de la reserva forestal, puesto que el POMCA del río Sucio Alto cuenta con información de mejor detalle que permite una mejor zonificación. cómo se indica en la Figura 59.



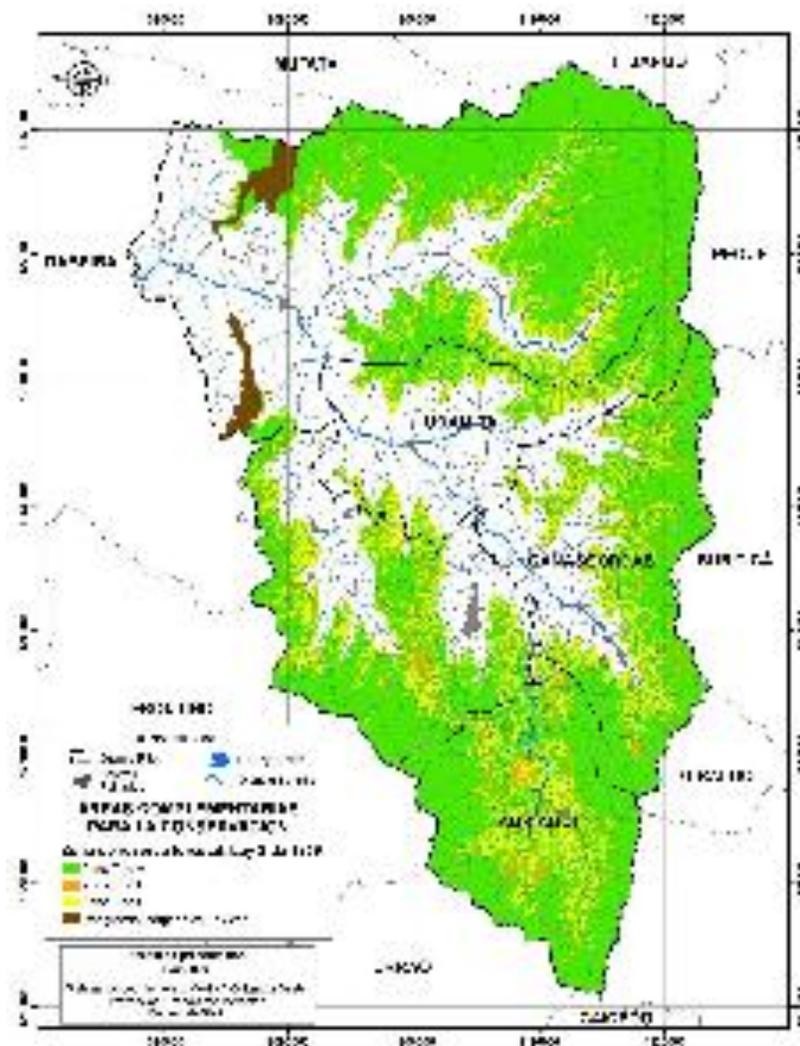
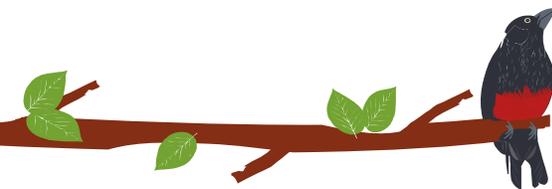


Figura 59. Revisión de la zonificación de la reserva forestal de ley 2 de 1959

En la Figura 60 se presenta el resultado final de la espacialización de la zonificación ambiental de la cuenca del Río Sucio Alto.



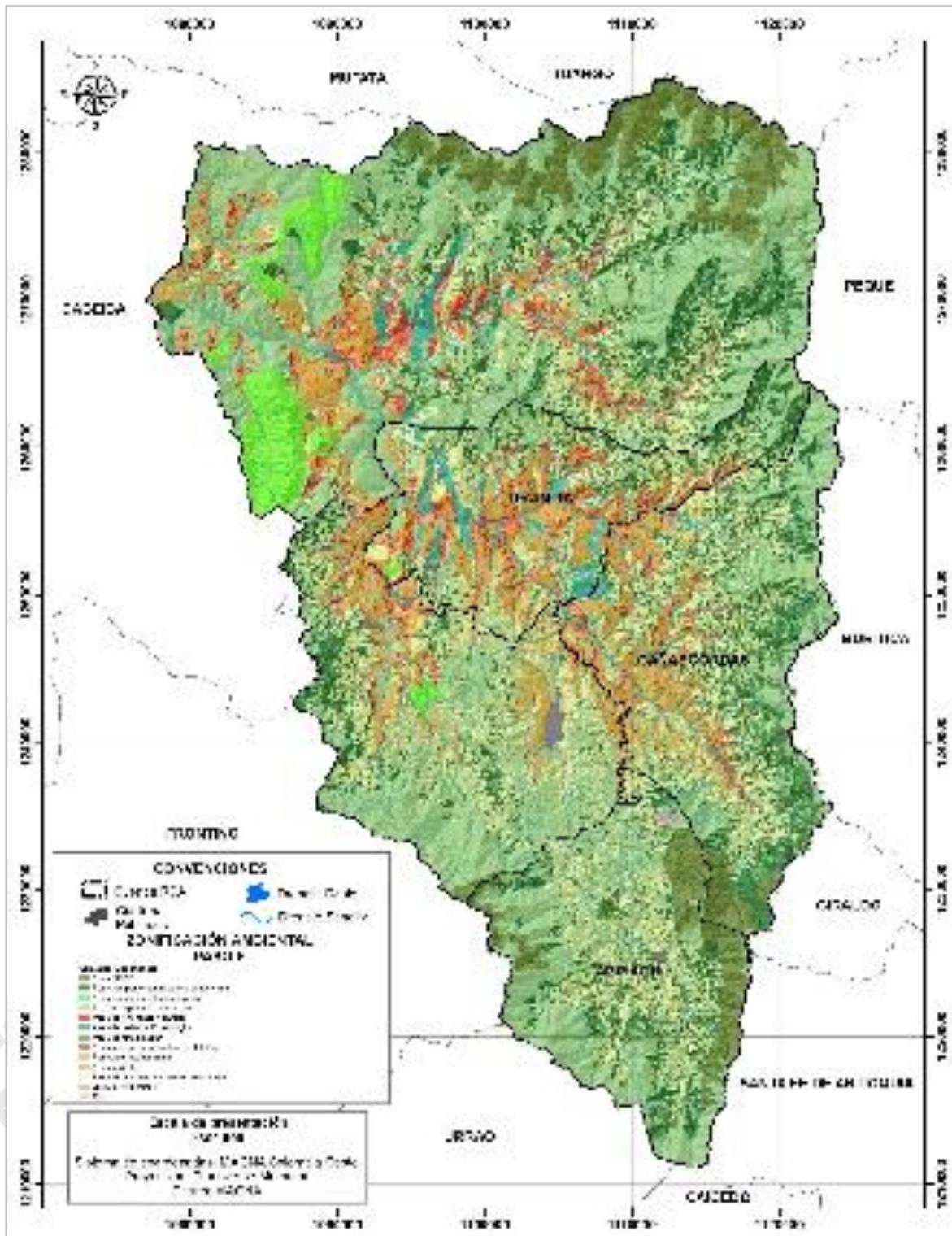
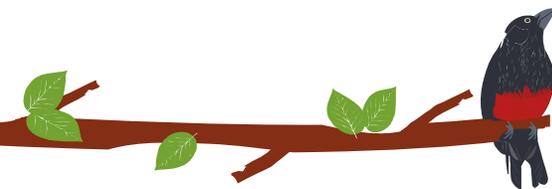
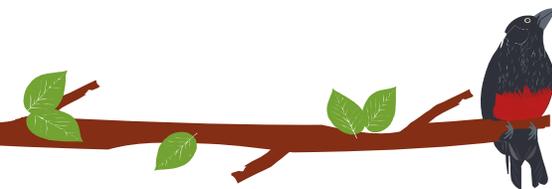


Figura 60. Zonificación ambiental paso 5. Elaboración propia.





En la Figura 61. se presenta un acercamiento de la zonificación ambiental en el municipio de Abriaquí en donde se espacializa las categorías de uso, las zonas y subzonas de uso y manejo ambiental.

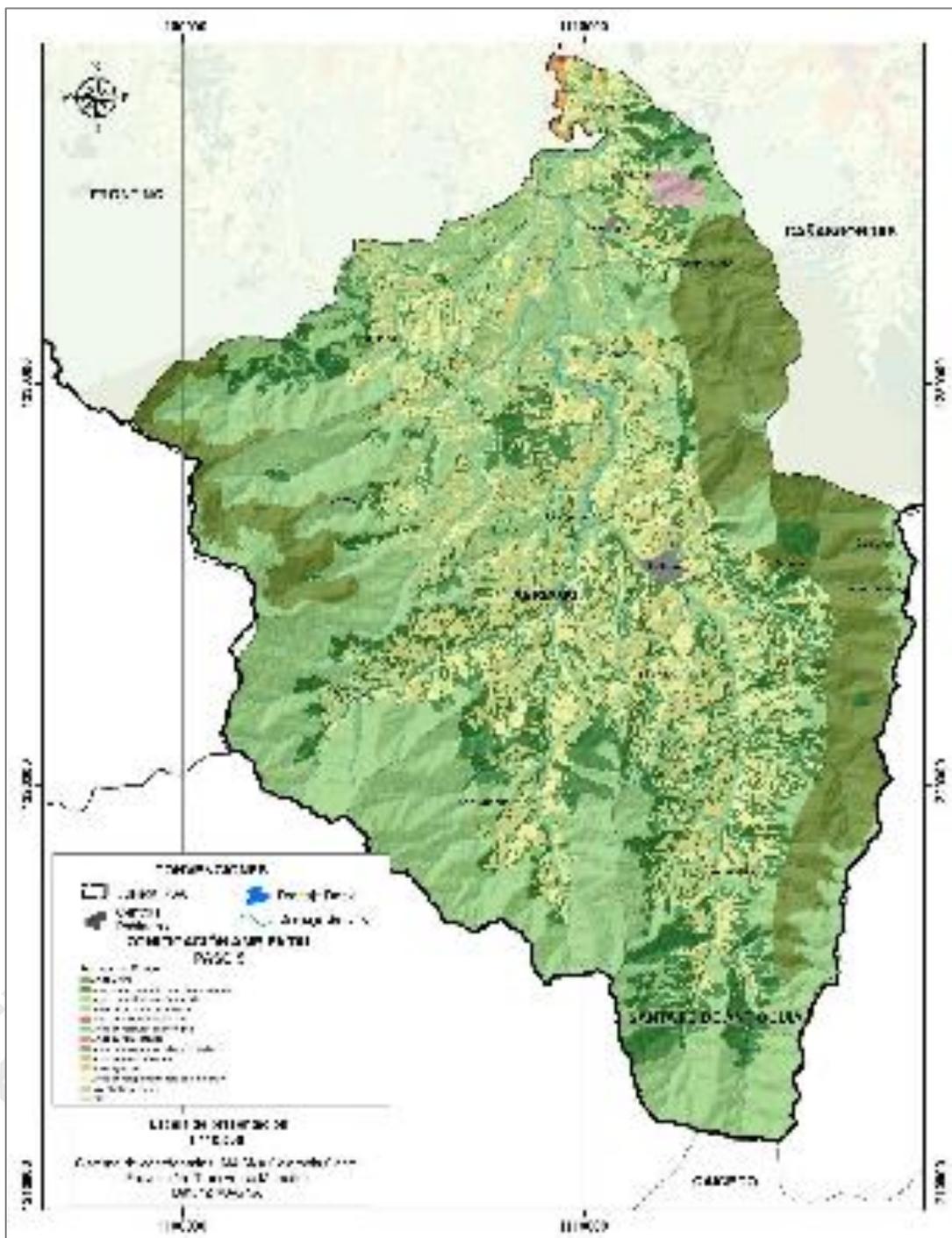
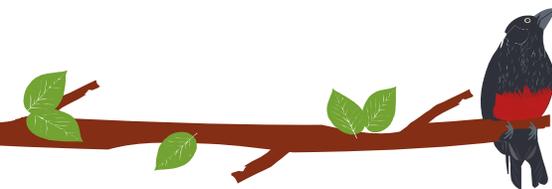


Figura 61. Zonificación ambiental en el municipio de Abriaquí



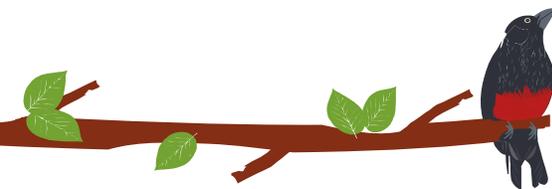


En la Figura 64. se presenta un acercamiento de la zonificación ambiental en el municipio de Dabeiba en donde se espacializa las categorías de uso, las zonas y subzonas de uso y manejo ambiental.



Figura 63. Zonificación ambiental en el municipio de Frontino





En la Figura 64. se presenta un acercamiento de la zonificación ambiental en el municipio de Dabeiba en donde se espacializa las categorías de uso, las zonas y subzonas de uso y manejo ambiental.

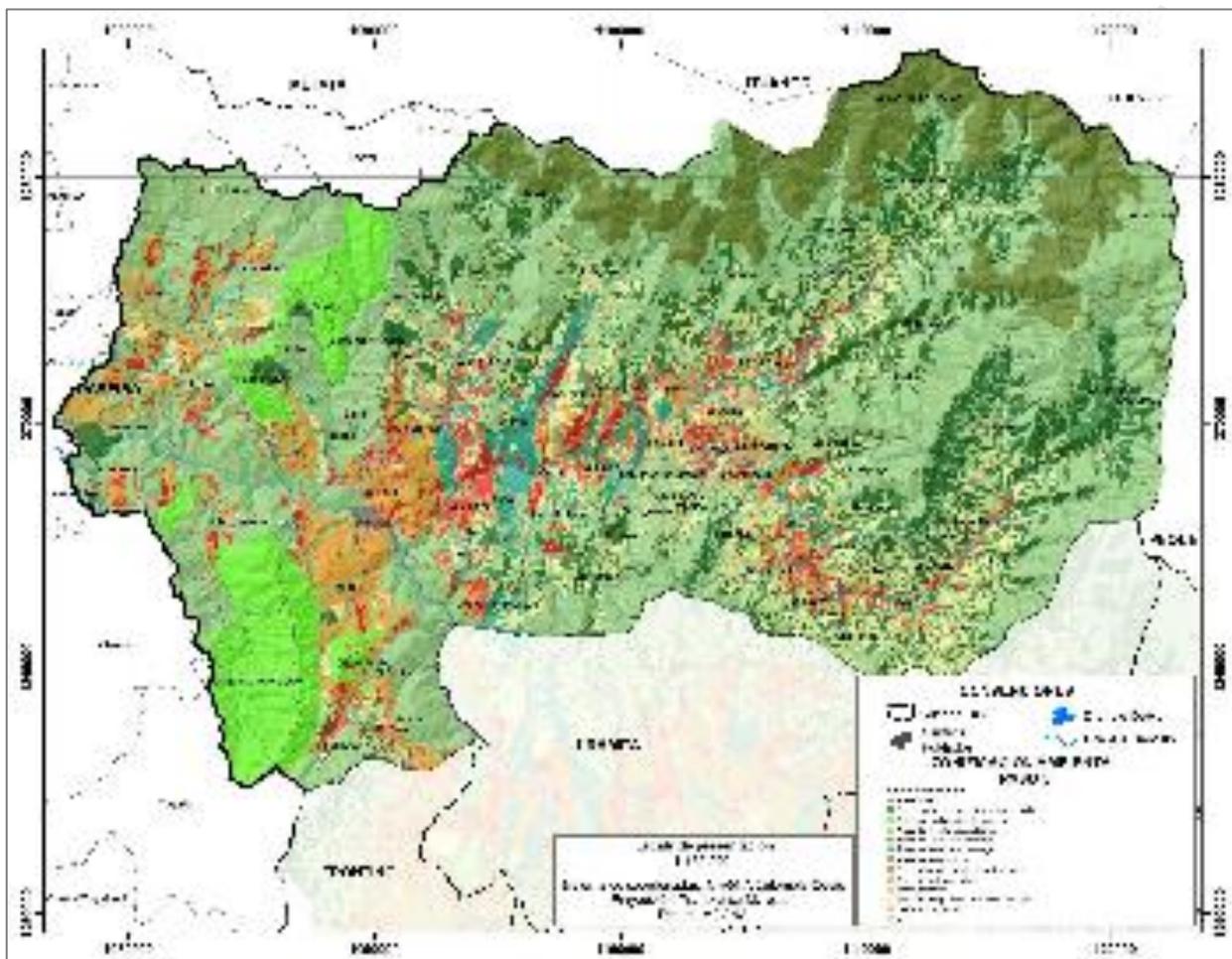


Figura 64. Zonificación ambiental en el municipio de Dabeiba

En la Figura 65 se presenta un acercamiento de la zonificación ambiental en el municipio de Dabeiba en donde se espacializa las categorías de uso, las zonas y subzonas de uso y manejo ambiental.



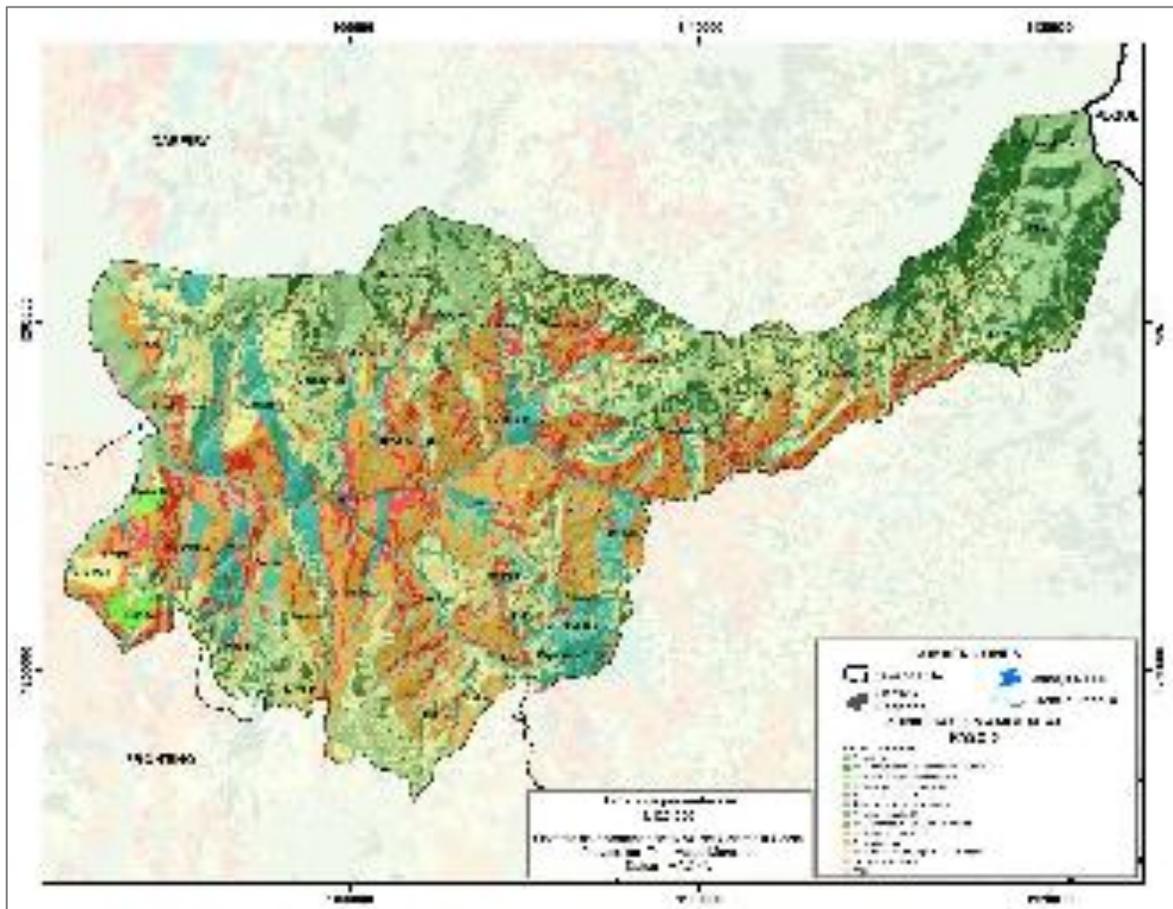
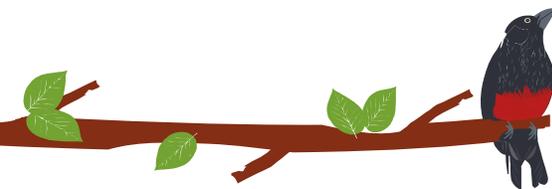


Figura 65. Zonificación ambiental en el municipio de Uramita

En la Tabla 51 se presentan las estadísticas finales de la zonificación ambiental de la cuenca del Río Sucio Alto.





Tabla 51. Categorías de uso validadas en el paso 5.

CATEGORÍA	ZONA	SUBZONA	DESCRIPCIÓN	ÁREA (ha)	ÁREA TOTAL (ha)	
Conservación y Protección Ambiental	Áreas Protegidas	Áreas SINAP	DRMI Alto de Inesor	4.823	14.531 (6,67%)	
			PNN Las Orquídeas	1.061		
			PNN Paramillo	8.648		
	Total Subzona			6,67%	14.531	
	Áreas complementarias para la conservación			Predios BancO2	1.834	
				Zona Tipo A	23.433	
				Zona Tipo B	3.874	
				Total Subzona	13,37%	
	Áreas de Protección	Áreas de importancia Ambiental		Áreas de protección paso 3	54	139.088 (63,81%)
				Áreas de protección paso 3 Condicionado	403	
Áreas para la conservación y/o recuperación de la naturaleza, recreación (CRE)				2		
Áreas para la conservación y/o recuperación de la naturaleza, recreación (CRE) Condicionado				22		
Bosques				49.193		
Cañón La Llorona				4.688		
Microcuencas abastecedoras de acueductos urbanos				3.738		
Páramo				4.334		
Sistemas forestales protectores (FPR)				75		
Sistemas forestales protectores (FPR) Condicionado				334		
Zona de recarga				32.434		
Total Subzona				43,71%	95.276	
Áreas con reglamentación especial					Resguardo Indígena	



PLAN DE ORDENACIÓN Y MANEJO DE LA CUENCA RÍO SUCIO ALTO
FASE DE PROSPECTIVA Y ZONIFICACIÓN AMBIENTAL

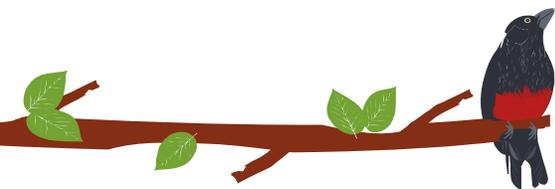
CATEGORÍA	ZONA	SUBZONA	DESCRIPCIÓN	ÁREA (ha)	ÁREA TOTAL (ha)
		Total Subzona		3,05%	6.649
		Áreas de Amenazas Naturales	Áreas de amenazas naturales	8.021	
		Total Subzona		3,68%	8.021
			Por conflicto alto por pérdida de la cobertura vegetal	870	
		Áreas de restauración ecológica	Por sobreutilización severa del suelo	5.908	6.917
			Restauración ecológica paso 3	6	3,17%
	Áreas de Restauración		Restauración ecológica paso 3 Condicionado	24	
		Total Subzona		3,12%	6.808
		Áreas de rehabilitación	Por conflicto muy alto por pérdida de la cobertura vegetal	110	
		Total Subzona		0,05%	110
		Áreas de recuperación para el uso múltiple	Por sobreutilización severa del suelo	8.857	34.539
	Áreas de Restauración		Zona Tipo C	25.682	(15,85%)
		Total Subzona		15,85%	34.539
			Cultivos permanentes intensivos (CPI)	6	
			Cultivos permanentes intensivos (CPI) Condicionado	86	
	Áreas para la producción agrícola, ganadera y de uso sostenible de Recursos Naturales		Cultivos permanentes semi-intensivos (CPS)	9	
Uso Múltiple		Áreas agrícolas	Cultivos permanentes semi-intensivos (CPS) Condicionado	19	
			Cultivos transitorios semi-intensivos (CTS)	408	
			Cultivos transitorios semi-intensivos (CTS) Condicionado	397	
			Pastoreo extensivo (PEX)	249	
			Pastoreo extensivo (PEX) Condicionado	360	
		Total Subzona		0,70%	1.534
					22.166



PLAN DE ORDENACIÓN Y MANEJO DE LA CUENCA RÍO SUCIO ALTO
FASE DE PROSPECTIVA Y ZONIFICACIÓN AMBIENTAL

CATEGORÍA	ZONA	SUBZONA	DESCRIPCIÓN	ÁREA (ha)	ÁREA TOTAL (ha)
			Sistema forestal productor (FPD)	645	(10,17%)
			Sistema forestal productor (FPD) Condicionado	3.667	
			Sistemas agrosilvícolas (AGS)	2.469	
			Sistemas agrosilvícolas (AGS) Condicionado	9.525	
	Areas Agrosilvopastoriles		Sistemas agrosilvopastoriles (ASP)	1.212	
			Sistemas agrosilvopastoriles (ASP) Condicionado	2.564	
			Sistemas silvopastoriles (SPA)	73	
			Sistemas silvopastoriles (SPA) Condicionado	278	
			Total Subzona	9,37%	20.431
		Título minero	Área Títulos mineros	187	
		Total Subzona	0,09%	187	
		PCH	Predios PCH	12,5	
		Total Subzona	0,01%	12,5	
	Areas Urbanas	Areas urbanas, municipales y distritales	Cabeceras municipales y centros poblados	724	724
			Total Subzona	0,33%	724
ÁREA CUENCA					217.965

Fuente: Elaboración propia.



5.3.6 Categorías de Ordenación y Zonas de Uso y Manejo Ambiental

El propósito de los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas según lo descrito en el Decreto 1640 de 2012 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) y compilado en el decreto único 1076 de 2015, "es crear un instrumento a través del cual se pueda realizar la planeación del uso coordinado del suelo, de las aguas, de la flora y la fauna, en la perspectiva de mantener el equilibrio entre el aprovechamiento social y económico de tales recursos y la conservación de la estructura físico-biótica de la cuenca".

Con el objetivo de mantener un uso adecuado de los recursos naturales y un manejo sostenible, el proceso de zonificación ambiental de cuencas hidrográficas está conformado por dos (2) categorías de ordenación que son: conservación y protección ambiental, y de uso múltiple, que a su vez se encuentran conformadas por zonas y subzonas de uso y manejo ambiental como se ha venido indicando en los pasos de la zonificación antes descritos.

A continuación, se describen las categorías de ordenación empleadas para el proceso de zonificación ambiental del POMCA Río Sucio Alto, definidas en la Guía Técnica para la Formulación de los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas.

5.3.6.1 Categoría de Conservación y Protección Ambiental

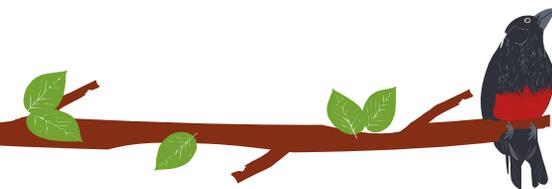
La categoría de conservación y protección ambiental según el Decreto compilatorio 1076 de 2015 del MADS, incluye las áreas que deben ser objeto de especial protección ambiental de acuerdo con la legislación vigente y las que hacen parte de la estructura ecológica principal.

La estructura ecológica principal, es el conjunto de elementos bióticos y abióticos que dan sustento a los procesos ecológicos esenciales del territorio, cuya finalidad principal es la preservación, conservación, restauración, uso y manejo sostenible de los recursos naturales renovables, los cuales brindan la capacidad de soporte para el desarrollo socioeconómico de las poblaciones (Decreto 3600 de 2007 del MADS, 2007).

La categoría de conservación y protección en el proceso de zonificación ambiental, está orientada a la preservación de la biodiversidad la cual es vital para la existencia de los servicios ambientales y de los múltiples usos que se derivan de ella, de acuerdo con lo establecido en la Política Nacional de Biodiversidad (2012). Dentro de esta categoría se encuentran las zonas de uso y manejo definidas como las áreas protegidas, áreas para protección y áreas para restauración, que, a su vez, están determinadas por unas subzonas.

Para la cuenca Río Sucio Alto, la categoría de conservación y protección ambiental que arroja la zonificación ambiental ocupa un área de 160.537 ha equivalentes al 73,65% del área de la cuenca. Dentro de esta categoría las zonas de uso y manejo son: las áreas protegidas con un área de 14.531 ha equivalentes al 6,67% de la cuenca, las áreas de protección presentan un área de 139.088 ha equivalentes a 63,81% y las áreas





de restauración presentan un área de 6.917 ha equivalente al 3,17% de la cuenca. En la Figura 66 se muestra la distribución de dichas áreas.

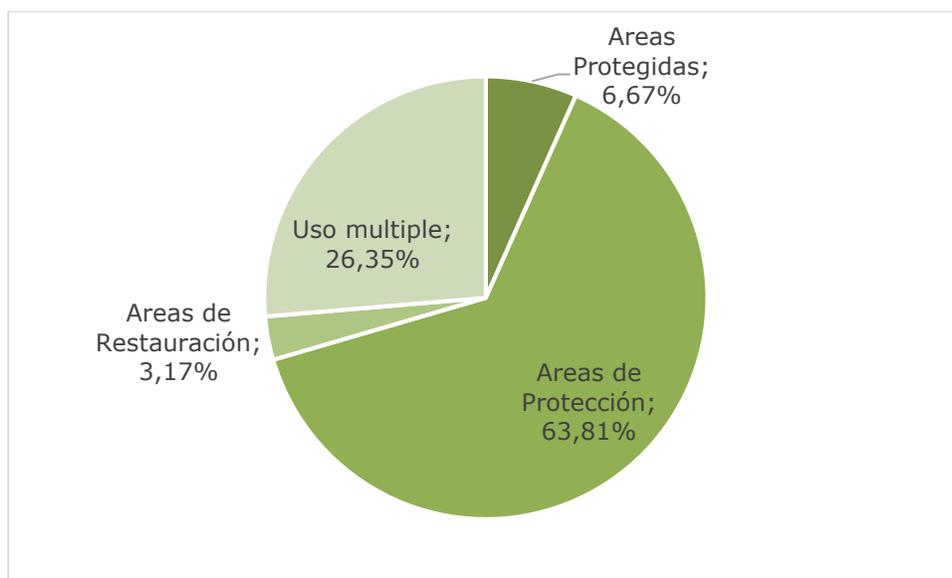


Figura 66. Zonas de uso y manejo en la categoría de conservación y protección de la cuenca Río Sucio Alto.

A nivel de subzona de uso y manejo presenta mayor porcentaje de extensión las áreas de importancia ambiental (43,7%), seguido por las áreas complementarias para la conservación (13,37%); mientras que las áreas de reglamentación especial, restauración ecológica y amenazas naturales tienen una proporción 3,05%, 3,17% y 3,68% respectivamente (Ver Figura 67).

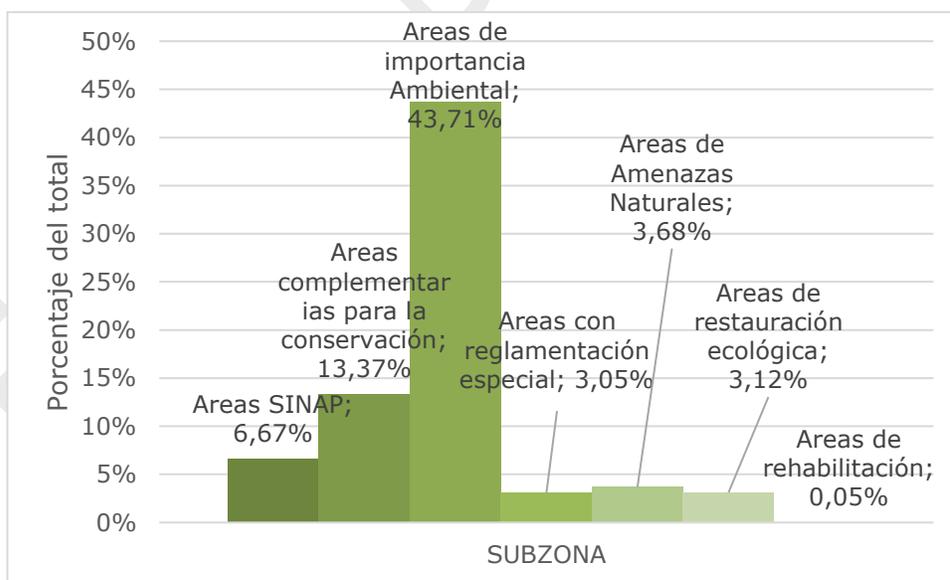
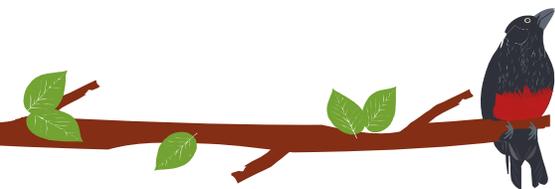


Figura 67. Subzonas de uso y manejo en categorías de conservación y protección de la cuenca Río Sucio Alto.





El objeto de la preservación es mantener la composición, estructura y función de la biodiversidad, conforme su dinámica natural y evitando al máximo la intervención humana y sus efectos. Según el decreto 2372 de 2010 la protección, es una estrategia de conservación in situ que aporta a la planeación y manejo de los recursos naturales renovables y al cumplimiento de los objetivos generales de conservación del país. La restauración se define como el restablecimiento parcial o total de la composición, estructura y función de la biodiversidad, que haya sido alterada o degradada (Decreto 2372 de 2010). Para lograr este propósito en la zona de conservación y protección se identifica las subzonas de restauración ecológica y la rehabilitación de acuerdo con el Plan Nacional de Restauración y se define:

- **Restauración ecológica:** Es el proceso de asistir el restablecimiento de un ecosistema que ha sido degradado, dañado o destruido, mediante estudios sobre estructura, composición y funcionamiento del ecosistema degradado y de un ecosistema de referencia que brinde información del estado al cual se quiere alcanzar o del estado previo al disturbio, que servirá de modelo para planear un proyecto. Tiene por objeto iniciar o acelerar procesos de restablecimiento de un área degradada, dañada o destruida en relación a su función, estructura y composición.
- **La Rehabilitación:** no implica llegar a un estado original y se enfoca en el restablecimiento de manera parcial de elementos estructurales o funcionales del ecosistema deteriorado, así como de la productividad y los servicios que provee el ecosistema, a través de la aplicación de técnicas. Tiene por objeto reparar la productividad o los servicios del ecosistema en relación con los atributos funcionales o estructurales

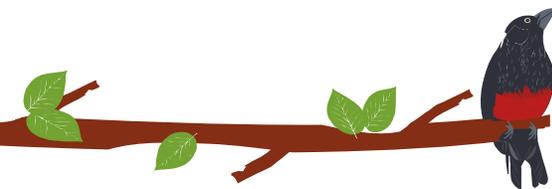
5.3.6.2 Categorías de Uso Múltiple

Es aquella donde se realizará la producción sostenible. Las zonas y subzonas de manejo no sólo son producto de la identificación de la capacidad de uso de la tierra, sino que responden al resultado de la aplicación de los indicadores planteados en los subcomponentes físico, biótico, socioeconómico y las leyes, decretos y normativa vigente establecida en el país (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2014).

Dentro de esta categoría de uso múltiple se encuentran las zonas de uso y manejo denominadas áreas de restauración, áreas para la producción agrícola, ganadera y de uso sostenible de recursos naturales y las áreas urbanas. Para la cuenca de Río Sucio Alto, la categoría de uso múltiple que arroja la zonificación ambiental presenta un área de 57.428 ha equivalente a 26,35%.

A nivel de zonas de uso y manejo dentro de la categoría de uso múltiple la que presenta mayor porcentaje de extensión es el área de restauración con un área de 34.539 ha, equivalente al 15,85% de la cuenca, en esta zona se encuentra las áreas que hacen parte de la reserva forestal en donde se estableció un uso complementario de sistemas agroforestales y silvopastoriles, los cuales también se encuentran supeditados al proyecto de revisión y ajuste de los tipo de zonas de la reserva forestal. Sigue la zona





de áreas para la producción agrícola, ganadera y uso sostenible, de los recursos naturales (10,17%) y por último el área urbana equivale tan solo al 0,33% del área total de la cuenca. (Ver Figura 68).

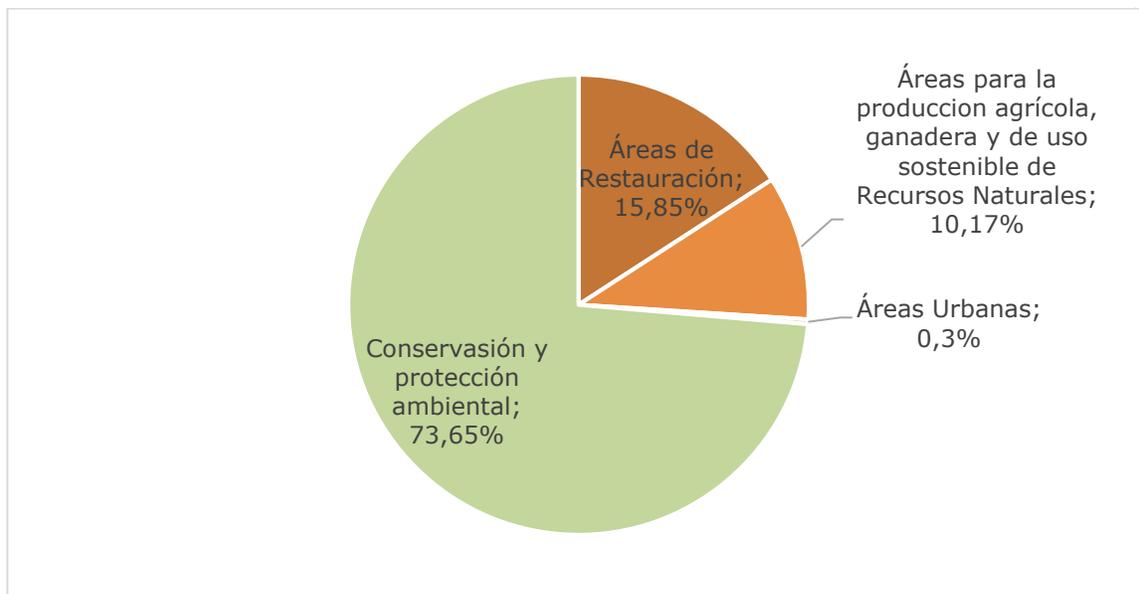


Figura 68. Zonas de uso y manejo de la categoría de uso múltiple de la cuenca Río Sucio Alto.

A nivel de subzonas de uso y manejo la que presenta mayor porcentaje de extensión son las áreas de recuperación para el uso múltiple con 15,85%, le sigue las áreas agrosilvopastoriles con 9,37%. En menor proporción las áreas agrícolas con un 0,7%, los títulos mineros, pequeñas centrales hidroeléctrica PCH y áreas urbanas. La Figura 69 resume los porcentajes de área destinados a estos usos.



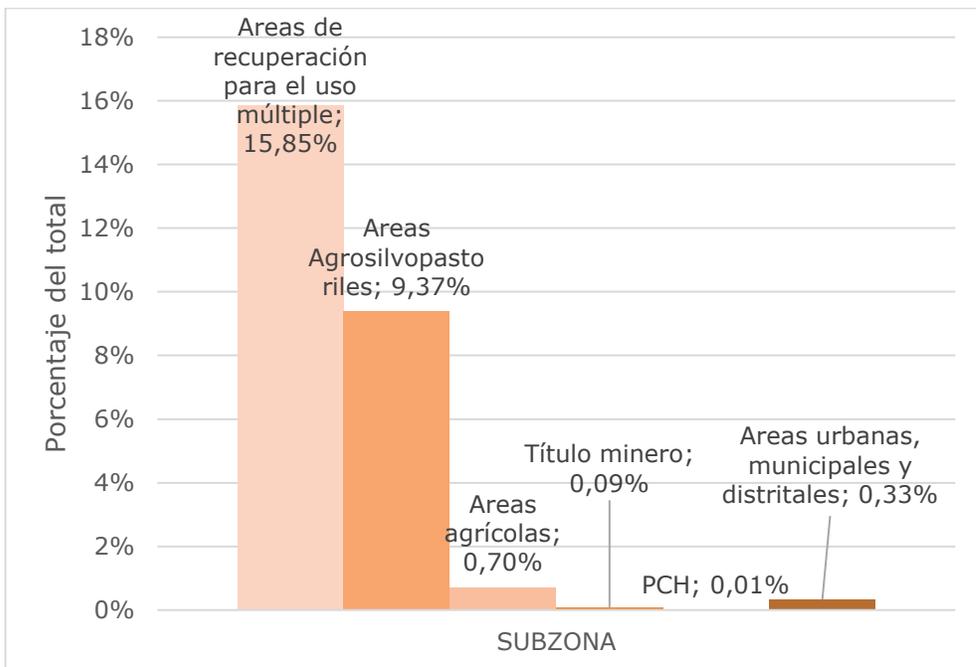
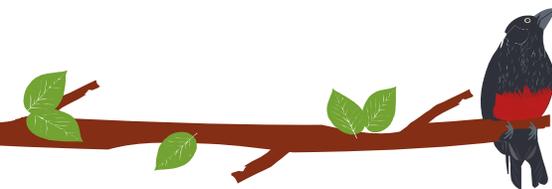
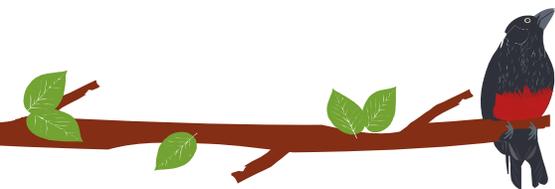


Figura 69. Subzonas de uso y manejo en categoría de uso múltiple de la cuenca Río Sucio Alto.

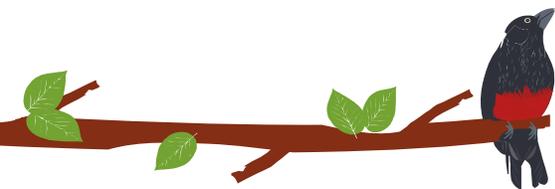




6 BIBLIOGRAFÍA

- Cámara de Comercio de Urabá. (2017). *Informe Socioeconómico 2016*. Cámara de Comercio de Urabá, Apartadó. Recuperado el 2 de Junio de 2017, de <http://ccuraba.org.co/site/wp-content/uploads/2017/03/INFORME-SOCIOECONOMICO-2016.pdf>
- Congreso de la república. (2012). *Ley 1523 de 2012 Nivel Nacional*. Obtenido de <https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=47141>
- Corantioquia. (s.f). *POMCA Río Aurra, fase de prospectiva y zonificación ambiental*. Obtenido de http://www.corantioquia.gov.co/SiteAssets/PDF/Tematicas/Agua/POMCA-AURRA/3.Fase_Prospectiva_Zonificacion.pdf
- CORPOURABA. (2017). *Importancia ambiental del Cañón la Llorona en la cuenca del Río Sucio, municipios Dabeiba y Mutatá*. Apartado: CORPOURABA.
- Decreto 3600 de 2007 del MADS. (2007). *Por el cual se reglamentan las disposiciones de las Leyes 99 de 1993 y 388 de 1997 relativas a las determinantes de ordenamiento del suelo rural y al desarrollo de actuaciones urbanísticas de parcelación y edificación en este tipo de suelo y se adoptan ot*. Bogotá: MinAmbiente.
- García, N. (2016). *Integración de medidas estructurales y no estructurales para la gestión del riesgo*. Obtenido de <http://repositorio.ucm.edu.co:8080/jspui/bitstream/handle/10839/2094/Natalia%20Andrea%20Garc%C3%ADa%20Bonilla.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Gobernación de Antioquia. (2006). *Análisis Funcional del Sistema de Asentamientos Urbanos en el Departamento de Antioquia*. Departamento Administrativo de Planeación. Dirección de Planeación Estratégica Integral.
- GODET, M., & PHILIPPE, D. (2011). *La prospectiva estratégica para las empresas y los territorios*. Francia.
- Gomes de Castro, A. M., Valle Lima, S. M., Maestrey, A., Trujillo, V., Alfaro, O., Mengo P., O., & Medina, M. (Mayo de 2001). *La dimensión de futuro en la construcción de la sostenibilidad institucional. Serie Innovación para la Sostenibilidad Institucional. INSAR - Proyecto "Nuevo Paradigma", 104.*
- IDEAM. (2014). *Indicadores*. Obtenido de <http://www.ideam.gov.co/web/agua/indicadores1>
- IDEAM. (2014). *Índice de alteración potencial de la calidad del agua (IACAL)*. Obtenido de <http://www.ideam.gov.co/web/agua/iacal>





- IGAC. (2012). *Conflictos de uso del territorio Colombiano*. Bogotá: IGAC.
- MIKLOS, T. & TELLO, M. (2012). *"Planeación prospectiva". Una Estrategia para el diseño del futuro*. México.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2013). *Guía técnica para la formulación de los planes de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas. Anexo A Diagnostico*. Bogotá: MinAmbiente.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2014). *Guía técnica para la Formulación de los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas*.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2014). *Guía técnica para la formulación de los planes de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas POMCAS. Anexo B. Gestión del Riesgo*. Bogotá.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2014). *Guía técnica para la formulación de los planes de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas. Anexo B. Gestión del riesgo*.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2015). *Plan Estratégico Macrocuena Caribe*.
- OMS. (2016). *Agua que no has de beber*. Obtenido de <https://www.eltiempo.com/vida/salud/como-es-la-calidad-del-agua-en-colombia-340578>
- Valoración económica ambiental. (2015). *Plan estrategico macrocuena del caribe*. Obtenido de http://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/macrocuencas/pdf_actualizados_oct_2015/03_-_Capitulo_de_An%C3%A1lisis_Estrat%C3%A9gico_-_Caribe.pdf
- Wunder, S. (2007). Pagos por servicios ambientales: una nueva forma de conservar la diversidad. *Gaceta Ecológica Ed.*, 84-85, 39.

