PLAN DE ORDENACIÓN Y MANEJO DE LA CUENCA DEL RÍO LA VIEJA

ACTUALIZACIÓN POMCA RÍO LA VIEJA

Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica

MINAMBIENTE

MINHACIENDA

CVC

CARDER

CRQ

Fondo Adaptación

TODOS POR UN NUEVO PAÍS
PAZ EQUIDAD EDUCACIÓN

Consorcio Pomca Quindío

CONSULTORÍA PARA AJUSTAR (ACTUALIZAR) EL PLAN DE ORDENACIÓN Y MANEJO DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RIO LA VIEJA, (CÓDIGO 2612), EN EL MARCO DEL PROYECTO INCORPORACIÓN DEL COMPONENTE DE. GESTIÓN DEL RIESGO COMO DETERMINANTE AMBIENTAL DEL ORDENAMIENTO TERRITORIAL EN LOS PROCESOS DE FORMULACIÓN Y/O ACTUALIZACIÓN DE PLANES DE ORDENACIÓN Y MANEJO DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS AFECTADAS POR EL FENÓMENO DE LA NIÑA 2010-2011

CONTRATO CRQ No 001-2015

CONSULTORÍA PARA AJUSTAR (ACTUALIZAR) EL PLAN DE ORDENACIÓN Y MANEJO DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RIO LA VIEJA, (CÓDIGO 2612), EN EL MARCO DEL PROYECTO INCORPORACIÓN DEL COMPONENTE DE. GESTIÓN DEL RIESGO COMO DETERMINANTE AMBIENTAL DEL ORDENAMIENTO TERRITORIAL EN LOS PROCESOS DE FORMULACIÓN Y/O ACTUALIZACIÓN DE PLANES DE ORDENACIÓN Y MANEJO DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS AFECTADAS POR EL FENÓMENO DE LA NIÑA 2010-2011

PLAN DE ORDENACIÓN Y MANEJO DE LA CUENCA DEL RÍO LA VIEJA

Presentado por:

Bogotá D.C., marzo de 2018

TABLA DE CONTENIDO

PLAN DE ORDENACIÓN Y MANEJO DE LA CUENCA DEL RÍO LA VIEJA 1

1 MARCO INTRODUCTORIO 1

2 RESUMEN EJECUTIVO DEL POMCA 3

3 METODOLOGÍA GENERAL DEL POMCA 7

4 RESULTADOS DE LA FASE DE APRESTAMIENTO 11

4.1 METODOLOGÍA IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y PRIORIZACIÓN DE ACTORES 11
4.2 IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE ACTORES 11
4.3 ESTRATEGIA DE PARTICIPACIÓN 17
4.4 ANÁLISIS SITUACIONAL INICIAL 21

5 RESULTADOS DE LA FASE DE DIAGNÓSTICO 33

5.1 CARACTERIZACIÓN DE LA CUENCA 33
5.2 CONDICIONES FÍSICAS Y BIÓTICAS 34
5.2.1 CLIMA 34
5.2.2 GEOLOGÍA - GEOMORFOLOGÍA 38
5.2.3 HIDROGRAFÍA 47
5.2.4 MORFOMETRÍA 47
5.2.5 PENDIENTE 51
5.2.6 HIDROLOGÍA 54
5.2.7 CALIDAD DEL AGUA 60
5.2.8 CAPACIDAD DE USO DE LAS TIERRAS 68
5.2.9 COBERTURA VEGETAL Y USO DEL SUELO 78
5.2.10 FAUNA 86
5.2.11 ÁREAS Y ECOSISTEMAS ESTRATÉGICOS 98
5.3 CONDICIONES SOCIALES, CULTURALES. ECONÓMICAS Y FUNCIONALES 104
5.4 CONDICIONES DE RIESGO 111
5.4.1 REMOCIÓN EN MASA 111
5.4.2 INUNDACIONES Y AVENIDAS TORRENCIALES 122
5.4.3 INCENDIOS FORESTALES 132
5.5 ANÁLISIS SITUACIONAL Y SÍNTESIS AMBIENTAL 135
5.5.1 RESUMEN GENERAL A NIVEL DE CUENCA 135
5.5.2 RESUMEN DE TENSIONANTES, LIMITANTES Y POTENCIADORES 136

5.5.3 LOS CONFLICTOS 138
5.5.4 PROBLEMAS PARA EL PLAN DE ORDENACIÓN DE LA CUENCA 152
5.5.5 ÁREAS CRÍTICAS. 153

6 RESULTADOS DE LA FASE DE PROSPECTIVA Y ZONIFICACIÓN AMBIENTAL 163

6.1 ESCENARIOS 163
6.2 ZONIFICACIÓN 171

7 RESULTADO DE LA FASE DE FORMULACIÓN 179

7.1 COMPONENTE PROGRAMÁTICO 179
7.2 OBJETIVOS 182
7.2.1 OBJETIVO GENERAL DE ORDENACIÓN Y MANEJO DE LA CUENCA 182
7.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 182
7.3 ESTRATEGIAS 183
7.4 PROGRAMAS, PROYECTOS Y ACTIVIDADES 184
7.5 METAS E INDICADORES DE METAS 186
7.6 INVERSIONES, CRONOGRAMA 186
7.6.1 INVERSIONES 186
7.6.2 CRONOGRAMA 187
7.6.3 PERTINENCIA DE OTRAS ESTRATEGIAS, PROGRAMAS, PROYECTOS Y ACTIVIDADES 189

8 DEFINICIÓN DE LA ESTRUCTURA ADMINISTRATIVA Y LA ESTRATEGIA FINANCIERA DEL POMCA 191

8.1 PROPUESTA DE ESTRUCTURA ADMINISTRATIVA PARA LA EJECUCIÓN DEL POMCA 191
8.2 PROPUESTA DE ESTRATEGIA FINANCIERA 191

9 PROGRAMA DE SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN DEL POMCA 201

Lista de figuras

Figura 3.1. Fases del POMCA 8
Figura 3.2. Proceso general de la consulta previa 9
Figura 4.1. Estructura general organizativa y de participación 17
Figura 4.2. Mapa de actores de la actualización POMCA rio La Vieja..... 18
Figura 4.3. Mapa de relaciones de actores de la cuenca. 19
Figura 4.4. Conflictos de uso del suelo en la cuenca del río La Vieja..... 24
Figura 5.1. Localización general. 35
Figura 5.2. Modelo digital de terreno..... 36
Figura 5.3. Clasificación climática Caldas – Lang para la cuenca río La Vieja. Este estudio, 2017. 39
Figura 5.4. Mapa geológico estructural de la cuenca del río La Vieja (Fuente:Este estudio, SGC) 44
Figura 5.5. Subunidades geomorfológicas. 46
Figura 5.6. Mapa hidrografía – Río La Vieja. Este estudio, 2017..... 48
Figura 5.7. Mapa de distribución de pendientes de la cuenca.. 53
Figura 5.8. Índice de regulación hídrica para la cuenca del río La Vieja. Este estudio, 2017..... 57
Figura 5.9. Índice de uso del agua IUA condición hidrológica seca – metodología 7Q10 para la cuenca del río La Vieja. Este estudio, 2017. 58
Figura 5.10. Índice de vulnerabilidad al desabastecimiento hídrico para las subcuencas del río La Vieja para la condición hidrológica seca – metodología 7Q10. Este estudio, 2017. 59
Figura 5.11. Distribución del ICA por subcuenca y punto de muestreo 66
Figura 5.12. Índice de alteración potencial de la calidad de agua (IACAL) (T/año/ millón m3) en tiempo seco 67
Figura 5.13. Mapa de capacidad de uso de las tierras según la clase agrológica (Fuente: Este estudio)..... 76
Figura 5.14. Mapa de unidades de usos principales propuestos para la cuenca. 77
Figura 5.15. Mapa de cobertura vegetal de la cuenca..... 82
Figura 5.16. Mapa de uso actual de la tierra. 84
Figura 5.17. Mapa de conflictos por uso del suelo. Epam S.A., 2017..... 85
Figura 5.18. Áreas y ecosistemas estratégicos de la cuenca. Este estudio, 2017. 103
Figura 5.19. Mapa de unidades funcionales de la cuenca..... 107
Figura 5.21. Mapa de susceptibilidad por movimientos en masa cuenca hidrográfica del río La Vieja (Fuente, este estudio). 116
Figura 5.22. Amenaza por movimientos en masa (Fuente: Este estudio)..... 117
Figura 5.23. Índice de vulnerabilidad ambiental por movimientos en masa..... 118
Figura 5.24. Riesgo implícito en la cuenca del río La Vieja. 119
Figura 5.25. Indicadores de riesgo por movimientos en masa (basado en IP). 120
Figura 5.26. Mapa de riesgos (IRt) por movimientos en masa. 121
Figura 5.27. Mapa de amenaza por inundaciones..... 127
Figura 5.28. Mapa de riesgo por inundaciones. 128
Figura 5.29. Mapa de amenaza por avenidas torrenciales..... 129
Figura 5.30. Mapa del Índice de Vulnerabilidad a eventos torrenciales IVET. 130
Figura 5.31. Mapa de riesgo por avenidas torrenciales..... 131

Figura 5.27. Mapa de amenaza por incendios de vegetación con tres categorías (Fuente: Este estudio). 134
Figura 5.33. Mapa de conflictos por uso del suelo sin incluir amenaza por movimientos en masa (Fuente: Este estudio) 141
Figura 5.34. Mapa de conflictos por sobreuso severo de amenaza alta por movimientos en masa (Fuente: Este estudio) 142
Figura 5.35. Mapa de conflictos por uso del suelo incluyendo amenaza por movimientos en masa (Fuente: Este estudio). 143
Figura 5.36. Conflicto del recurso hídrico (Fuente: Este estudio). 145
Figura 5.37. Cobertura vegetal natural dentro y fuera de los ecosistemas estratégicos (Fuente: Este estudio) 149
Figura 5.38. Conflicto del recurso hídrico, condición hidrológica seca (Fuente: Este estudio). 157
Figura 5.39. Conflicto por pérdida de cobertura natural en áreas y ecosistemas estratégicos (Fuente: Este estudio) 158
Figura 5.40. Áreas de amenaza alta para: movimientos en masa, avenidas torrenciales e inundaciones (Fuente: Este estudio). 159
Figura 5.41. Coberturas naturales relictuales de la cuenca (Fuente: Este estudio). 160
Figura 5.42. Áreas críticas (Fuente: Este estudio) 161
Figura 6.1. Escenario deseado por las comunidades (Fuente: Este estudio). 167
Figura 6.2. Escenario apuesta de uso del suelo 168
Figura 6.3. Escenario apuesta de calidad del agua para ICA 169
Figura 6.4. Escenario apuesta de carga contaminante a las subcuencas para caudal medio (con base en IACAL) (t/año/ millón m^3) (Fuente: Este estudio). 170
Figura 6.5. Mapa de zonificación ambiental final. 176
Figura 6.6. Mapa de zonificación ambiental final simplificado 177
Figura 7.1. Sistema estructurante. 181
Figura 7.2. Relación de objetivos, medios y estrategias. 184
Figura 7.3. Proceso general para la actualización del POMCA 189
Figura 7.4. Política nacional para la gestión integral del recurso hídrico (PNGIRH) y otros instrumentos del POMCA 190
Figura 8.1. Conformación del Consejo de Cuenca y sus relaciones con los distintos niveles de planificación y ejecución del POMCA. 192
Figura 8.2.Organización administrativa prevista por normas vigentes (Dec. 1076 de 2015) 193
Figura 8.3. Propuesta de organización interna para la ejecución del POMCA 194
Figura 8.4. Estructura institucional para la gestión del riesgo 195
Figura 8.5. Fuentes financieras para la ejecución del POMCA. 197
Figura 9.1. Estructura para el seguimiento y evaluación y flujo de información 202

Lista de tablas

Tabla 4.1. Actores por departamento y a nivel de la cuenca 12
Tabla 4.2. Actores presentes en los espacios de participación de actualización del POMCA de la cuenca del río la Vieja, ámbito geográfico 13

Tabla 4.3. Actores presentes en los espacios de participación de la actualización del POMCA de la cuenca del río la Vieja, ámbito contextual 13
Tabla 4.4. Nivel promedio de estudios actores presentes en los espacios de participación 14
Tabla 4.5. Frecuencia de reunión entre actores al interior de sus organizaciones y presentes en los espacios de participación 14
Tabla 4.6. Medios de comunicación más empleados por los actores presentes en los espacios de participación..... 14
Tabla 4.7. Problemática socio ambiental evidenciada por los actores presentes en los espacios de participación..... 14
Tabla 4.8. Actividades realizadas por los actores en la cuenca, información recolectada en los espacios de participación..... 15
Tabla 4.9. Nivel de incidencia en la toma de decisiones en el municipio, en el ámbito ambiental por parte de actores en la cuenca, según información recolectada en los espacios de participación..... 15
Tabla 4.10. Conocimiento del territorio vinculado a la cuenca según información recolectada en los espacios de participación 15
Tabla 4.11. Información con que cuentan los actores de la cuenca, según información recolectada en los espacios de participación 16
Tabla 4.12. Como apoyaría el actor el proceso de retroalimentación de la actualización del POMCA, según información recolectada en los espacios de participación. 16
Tabla 4.13. Problemas de los territorios donde habitan las comunidades indígenas..... 32
Tabla 5.1.Municipios de la cuenca. 33
Tabla 5-2. Fórmula, variables y unidades de cada uno de los indicadores calculados. Elaborado a partir de MADS, (2013). 79
Tabla 5-3. Parcelas de muestreo para los muestreos de aves, corresponden a las mismas parcelas de la caracterización de vegetación y flora (Cuatrecasas, 1958). Epam. S.A., 2017... 87
Tabla 5-4. Descripción de los puntos de muestreo del componente herpetológico (Fuente: Este estudio; Fernández C., 2016)..... 89
Tabla 5-5. Variables e indicadores para el monitoreo de la ictiofauna en la cuenca del río La Vieja (Fuente: Este estudio)..... 94
Tabla 5.2. Situación general de la cuenca del río La Vieja. 135
Tabla 5.3. Identificación y calificación de principales tensionantes, limitantes y potenciadores para la conservación y manejo de la cuenca..... 137
Tabla 5.4. Calificación de conflictos del recurso hídrico (MADS, 2013)..... 144
Tabla 5.5. Matriz de decisión para determinar el grado de conflicto para “Áreas críticas” (Guía POMCAs, MADS, 2014)..... 154
Tabla 6.1. Comparación de los escenarios tendencial, deseado y apuesta de uso del suelo.. 163
Tabla 6.2. Situación actual y futura apuesta del Índice de alteración potencial de la calidad de agua (IACAL) (t/año.millón m^3) en condiciones de caudal medio (Este estudio, 2017)..... 165
Tabla 6.3. Situación actual y futura deseada Índice de calidad del agua (ICA) (Este estudio, 2017) 165
Tabla 6.4. Zonificación ambiental de la cuenca del río La Vieja. 171
Tabla 6.5. Propuesta de régimen de usos para las categorías de la zonificación ambiental del POMCA (Excepto los de áreas protegidas y de protección, que son determinantes ambientales

del POMCA, los usos económicos planteados son sugeridos, y cada municipio analizará, desde sus competencias, su asignación en sus instrumentos de planificación)..... 173
Tabla 6.6. Comparación entre el escenario apuesta y la zonificación ambiental de la cuenca del río La Vieja. 175
Tabla 7.1. Estrategias, programas y proyectos 185
Tabla 7.2. Resumen del costo del POMCA y de la gestión del riesgo por proyecto (miles COP 2017) 186
Tabla 7.3. Cronograma del POMCA y de la gestión del riesgo por proyecto 188
Tabla 8.1. Resumen de financiación propuesta para el POMCA y para gestión del riesgo por proyecto (miles COP 2017)..... 198

PLAN DE ORDENACIÓN Y MANEJO DE LA CUENCA DEL RÍO LA VIEJA

1 MARCO INTRODUCTORIO

De acuerdo con el Decreto 1076 de 2015, el objetivo de la ordenación y manejo de cuencas es: “la planeación del uso coordinado del suelo, de las aguas, de la flora y la fauna y el manejo de la cuenca entendido como la ejecución de obras y tratamientos, en la perspectiva de mantener el equilibrio entre el aprovechamiento social y económico de tales recursos y la conservación de la estructura fisicobiótica de la cuenca y particularmente del recurso hídrico”.

En el caso particular de la cuenca del río La Vieja, se busca enfocar el plan hacia el manejo de la capacidad de regulación de agua de la cuenca o, en otros términos:

“Lograr un equilibrio entre el uso económico y social de los recursos naturales renovables y elementos ambientales de la cuenca, que permita la conservación de su capacidad de producción, se reduzca el riesgo ante las amenazas naturales de origen hídrico y se mejore la calidad de vida de los habitantes”.

2 RESUMEN EJECUTIVO DEL POMCA

El plan de ordenación y manejo de la cuenca del río La Vieja se realizó en cuatro fases, a saber: aprestamiento, diagnóstico, prospectiva y zonificación, y formulación, de acuerdo con la "Guía técnica para la formulación de los planes de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas POMCAs" del MADS, Bogotá, 2014.

La fase de aprestamiento tuvo recolectar y analizar la información disponible, identificar y caracterizar a los actores de la cuenca, diseñar la estrategia de participación de los actores en el plan de ordenación y manejo y elaborar la línea base de la situación de la cuenca con base en la información secundaria disponible. Se levantó una base de datos de 999 actores en toda la cuenca, de los cuales solo asistieron 134 a las reuniones de esta fase. Se diseñó la estrategia de participación, la cual contemplo tres niveles: mesas municipales, mesas regionales a nivel de subcuenca y consejo de cuenca. Se recolectó la información disponible, la cual fue analizada para los fines del POMCA. Asimismo se levantó la matriz de eventos de desastres en los temas de eventos geológicos, inundaciones y avenidas torrenciales e incendios de coberturas vegetales, con base en información secundaria y en la recolectada en las reuniones con los actores. Se elaboró el informe de análisis situacional inicial, con la descripción de la problemática con base en la información disponible. Se delimitó la cuenca y se elaboró el modelo digital de elevación, los cuales se sometieron a aprobación de la Interventoría y las Corporaciones.

Durante la fase de diagnóstico se estudiaron y elaboraron informes técnicos de los siguientes aspectos:

- Conformación del Consejo de cuenca, de acuerdo con las normas vigentes
- Caracterización básica: delimitación de la cuenca, modelo digital.
- Clima. Descripción de la precipitación, la temperatura, los vientos, la evaporación, evapotranspiración real y potencial, humedad relativa, balance hídrico, índice de aridez. Se elaboraron los mapas correspondientes a nivel anual y mensual.
- Geología. Se elaboraron los mapas de geología y geomorfología para fines del estudio de riesgo de deslizamientos. Se elaboraron además los mapas de unidades geológicas superficiales, unidades geológicas para ingeniería y áreas críticas. Se llevó a cabo una campaña de muestreo, perforaciones y análisis de laboratorio de características geotécnicas de los materiales de las formaciones superficiales y rocas de la cuenca.
- Hidrogeología. Se elaboró el estudio y mapa hidrogeológico de la cuenca, las zonas de recarga y cálculo de la misma, el inventario de puntos de agua.
- Hidrografía. Se delimitaron las subcuencas y microcuencas, para lo cual se contó con la participación de funcionarios de las tres CARs. Se delimitaron y seleccionaron 20 subcuencas y 40 microcuencas. Se realizó el estudio de la red de drenaje.
- Morfometría. Se determinaron mediante SIG, las características morfométricas de 20 subcuencas y 40 microcuencas.
- Pendientes. Se realizó el mapa de pendientes de la cuenca, de acuerdo con las clases previstas en los términos de referencia, y se calcularon las áreas en cada clase de pendiente.

- Hidrología. Se recolectó la información de las estaciones hidrométricas existentes, se procesó y, con base en ella se elaboró el modelo hidrológico de la cuenca, que permitió calcular la oferta hídrica a nivel de subcuenca. Se estimó la demanda de agua por subcuenca para los diferentes usos. Con base en estos datos y en las características morfométricas, se estimaron los índices de retención y regulación hídrica (IRH), índice de uso del agua (IUA) e índice de vulnerabilidad al desabastecimiento hídrico (IVH).
- Calidad del agua. Se recolectó la información existente en las Corporaciones. Se llevó a cabo una campaña de muestreo en 39 puntos. Se calcularon los índices de calidad del agua (ICA) a nivel de subcuenca para los diferentes períodos analizados en cada punto. Se calcularon las cargas provenientes de los sectores doméstico, industrial, agrícola, pecuario y de sacrificio. Con base en estas cargas, se calculó el índice de alteración potencial de la calidad del agua (IACAL) a nivel de subcuenca.
- Geomorfología para capacidad de uso. Se elaboró el mapa geomorfológico base para el estudio de capacidad de uso, de acuerdo con la metodología del IGAC.
- Capacidad de uso del suelo. Se elaboró el estudio y mapa de capacidad de uso de la cuenca, para lo cual se utilizaron los estudios existentes del IGAC y levantamientos de campo y laboratorio en las zonas no cubiertas por los estudios del IGAC. Con base en el mapa de capacidad de uso se elaboró el mapa de usos principales propuestos.
- Cobertura vegetal. Con base en fotointerpretación, se elaboró el mapa de cobertura vegetal según la metodología de Corin Land Cover. Con base en el mapa de cobertura se realizaron los cálculos de los índices de fragmentación y otros exigidos en los términos de referencia. Se llevó a cabo un muestreo florístico en 33 parcelas, localizadas especialmente en sectores no cubiertos por estudios existentes. Se elaboró el mapa de uso actual del suelo y el mapa de conflictos de uso del suelo.
- Fauna. Se elaboró un estudio de los grupos de avifauna, mastofauna, herpetos y peces, con base en información secundaria e inventario de campo, en las mismas áreas de las parcelas de flora.
- Áreas y ecosistemas estratégicos. Se levantó la información cartográfica y documental y se elaboró el mapa de áreas y ecosistemas estratégicos, el cual reúne las áreas protegidas, las áreas complementarias de conservación y las áreas de protección.
- Características socioeconómicas. Se levantó información secundaria y de campo para la caracterización social, económica y cultural de la cuenca.
- Caracterización político – administrativa de la cuenca. Se levantó la información cartográfica y documental para la caracterización de la organización político administrativa de la cuenca.
- Caracterización funcional. Se levantó información documental y cartográfica para el estudio y cartografía de las relaciones funcionales de la cuenca, la importancia económica de las diferentes áreas de la misma.
- Estudio de riesgos. Se levantó información documental, cartográfica y de laboratorio para la elaboración de los mapas de susceptibilidad, amenaza, vulnerabilidad y riesgo de remoción en masa, inundaciones y avenidas torrenciales e incendios forestales. Para esto se aplicó el protocolo suministrado por el Fondo de Adaptación.

- Análisis situacional. Con base en todos los estudios se realizó el análisis de tensionantes, limitantes, potenciadores, conflictos y problemas ambientales de la cuenca.
- Síntesis ambiental. Con base en el análisis de conflictos y en los estudios de amenaza y cobertura vegetal, se elaboró el mapa de áreas críticas, siguiendo en todo la metodología para los POMCAs.
- Participación. Se realizaron 21 talleres municipales, 6 mesas regionales y 4 talleres a nivel de las CARs y el Consejo de Cuenca. Se realizaron campañas de medios y se elaboraron los informes correspondientes.

Durante la fase de prospectiva y formulación se realizaron los siguientes estudios:

- Análisis de políticas y estrategias y planes nacionales y departamentales para el área de la cuenca.
- Identificación y análisis de fuerzas jalonadoras y definición de los escenarios tendencial, deseado y apuesta.
- Definición de la zonificación ambiental de la cuenca, de acuerdo con la metodología del POMCA.
- Definición del régimen de usos para cada tipo de zona.
- Realización de 8 talleres con las comunidades y Consejo de Cuenca, realización del plan de medios e informes correspondientes.

Durante la fase de formulación se realizaron los siguientes estudios:

- Propuesta de objetivos, estrategias y metas para el POMCA
- Planeación operativa participativa mediante el método del marco lógico.
- Diseño del plan de ordenación, de acuerdo con los requerimientos de los términos de referencia.
- Propuesta de estructura administrativa para el POMCA
- Cálculo de costos y presupuesto del POMCA a nivel de proyecto y actividad
- Diseño del plan de seguimiento y evaluación del POMCA.
- Realización de 8 talleres con las comunidades y Consejo de Cuenca, realización del plan de medios e informes correspondientes.

En los capítulos que siguen se describe el resumen de las fases de aprestamiento, diagnóstico, prospectiva y zonificación y la formulación del plan de ordenación propuesto y sus instrumentos.

3 METODOLOGÍA GENERAL DEL POMCA

La metodología general del POMCA ha sido determinada en los siguientes documentos:

- MADS. Guía técnica para la formulación de los planes de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas POMCAs. Bogotá. 2014.

- MADS. Guía técnica para la formulación de los planes de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas POMCAs. Anexo B: gestión del riesgo. Bogotá. 2014.

Esta metodología contempla la elaboración de los POMCAs en 4 fases, a saber:

- Fase de aprestamiento, destinada a recolectar y analizar la información disponible, identificar y caracterizar a los actores de la cuenca, diseñar la estrategia de participación de los actores en el plan de ordenación y manejo y elaborar la línea base de la situación de la cuenca con base en la información secundaria disponible.

- Fase de diagnóstico, destinada a levantar la línea base de los distintos aspectos físicos, bióticos, socioeconómicos, culturales y de riesgos, que permitan conocer y caracterizar los conflictos y problemas de la cuenca.

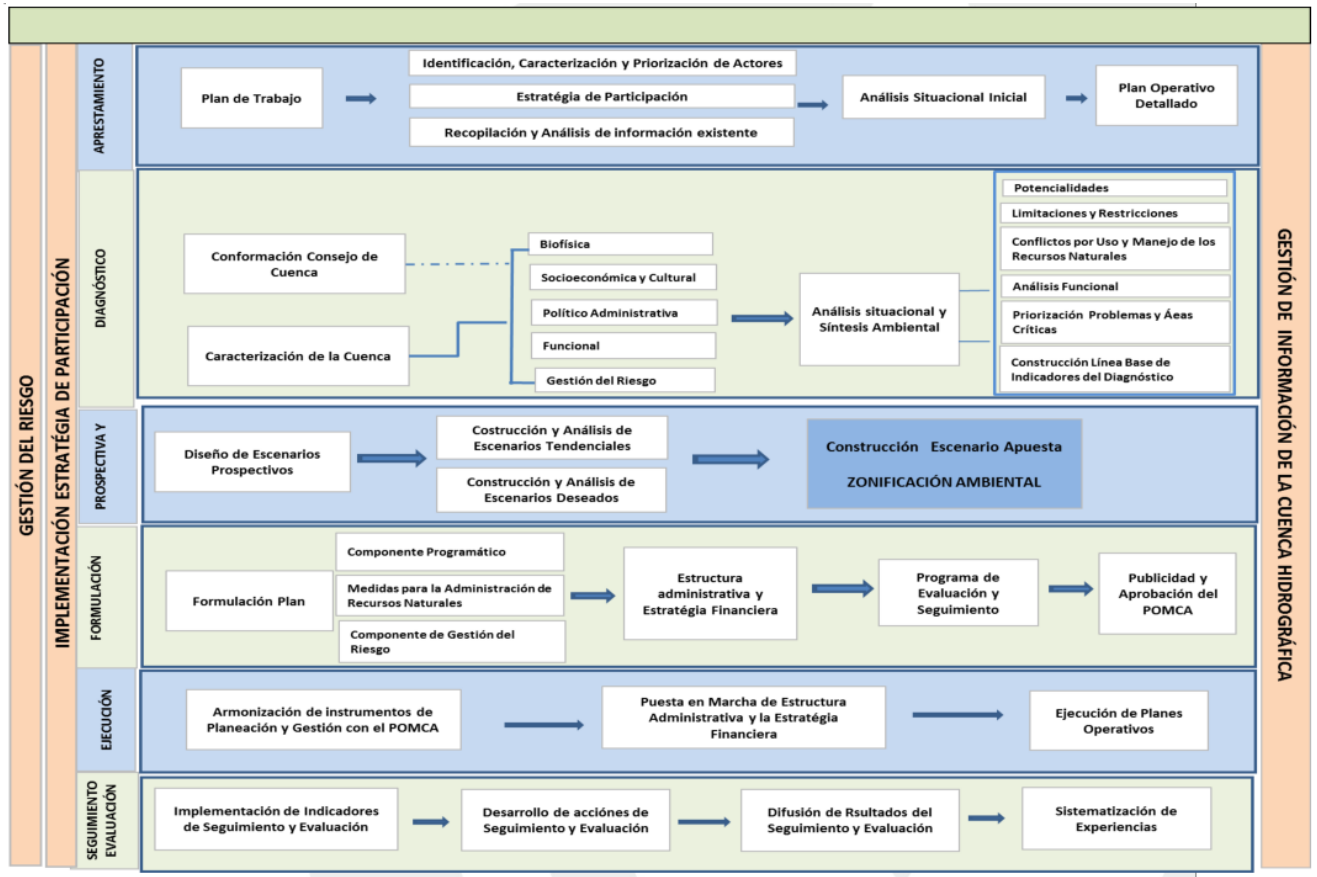
- Fase de prospectiva y zonificación, destinada a identificar los escenarios de evolución posible de la cuenca y a diseñar la zonificación ambiental de la misma para los fines del manejo.

- Fase de formulación, destinada a formular los objetivos, estrategias y a diseñar el sistema de proyectos y actividades encaminados a dar tratamiento de los conflictos y problemas identificados y a aplicar la zonificación ambiental.

La Figura 3.1 presenta la organización general de la metodología del POMCA.

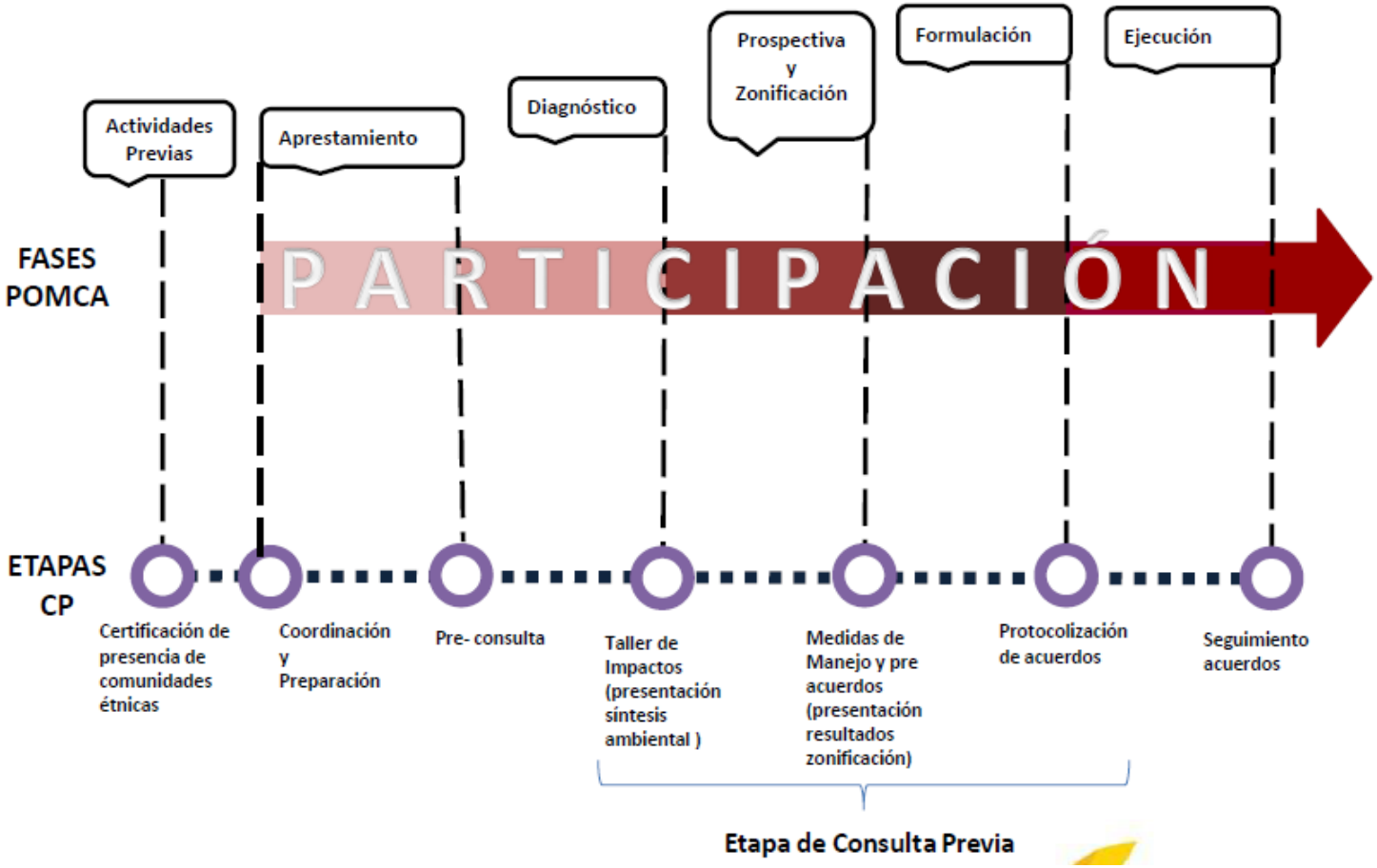
Paralelamente con las fases del POMCA, se debe realizar la consulta previa con las comunidades étnicas, de acuerdo con las normas vigentes. La Figura 3.2 muestra el proceso general de la consulta previa.

Figura 3.1. Fases del POMCA



Fuente: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2013

Figura 3.2. Proceso general de la consulta previa



4 RESULTADOS DE LA FASE DE APRESTAMIENTO

4.1 METODOLOGÍA IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y PRIORIZACIÓN DE ACTORES

Para la elaboración de los informes de la fase de Aprestamiento se procedió de la siguiente manera:

- Lectura de las especificaciones técnicas contenidas en los estudios previos para la "Consultoría para ajustar (actualizar) el plan de ordenación y manejo de la cuenca hidrográfica del rio La Vieja, (Código 2612), en el marco del proyecto Incorporación del Componente de Gestión del Riesgo como determinante ambiental del ordenamiento territorial en los procesos de formulación y/o actualización de planes de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas afectadas por el fenómeno de La Niña 2010-2011"

- Lectura e interpretación del documento: Fondo de Adaptación. Anexo Alcances Técnicos "Consultoría para realizar el ajuste del plan de ordenación y manejo de la cuenca hidrográfica del río La Vieja – SZH (2612), localizada en los departamentos de Quindío, Valle del Cauca y Risaralda". Mayo 2014.

- Lectura de interpretación del documento del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Dirección de Gestión Integral del Recurso Hídrico, "Guía técnica para la formulación de los planes de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas". Diciembre 2013.

- Consulta de las bases de datos de actores incluidas en el texto y anexos del Plan de ordenación y manejo de la cuenca del río La Vieja (2008), y de las bases de datos de actores de la cuenca entregadas por las Corporaciones (CRQ, CARDER y CVC) y por otras entidades.

- Levantamiento de nuevos actores en los espacios de participación realizados y en las visitas a los municipios, por parte del Consultor. Aplicación de encuestas a los actores en los espacios de participación realizados.

- Con base en lo anterior se procedió a elaborar los listados de actores de la cuenca y a su caracterización, tal como aparece en el presente informe.

- Una vez caracterizados, se hizo el mapeo de los actores, en función de su relación con el POMCA y su posible incidencia en su formulación. Con esta base, se realizó la priorización de actores, para lo cual éstos se clasificaron en 4 categorías: institucionales, comunitarios, aliados e indiferentes.

4.2 IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE ACTORES

Desde la formulación del Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica -POMCA- del Río La Vieja en el 2008 han pasado ocho años, desde ese tiempo hasta la

actualidad las dinámicas socioeconómicas, políticas, culturales y ambientales de los actores participantes en la formulación de dicho plan han cambiado, ya sea porque los gobiernos municipales no son los mismos, los juntas de acción comunal tienen otros dirigentes, la dinámica productiva se ha diversificado y con ello sus integrantes, las organizaciones sociales se reorganizan buscando dinamizar su actuación en el territorio.

Con esta identificación de actores presentes en la cuenca en la actualidad, se busca:

Primero: establecer las relaciones entre los actores del 2008 con los actores actuales, cuales se han mantenido en el tiempo, cuantos actores nuevos hay desde el 2008, esto con el fin de tener un enfoque global de estos en la región.

Segundo: depurar la información de los actores para poder realizar acercamientos de forma ágil y eficaz.

Tercero: poder realizar clasificaciones tipológicas teniendo en cuenta variables como accesibilidad al actor, geográficas, contextuales, de relación con el territorio, de influencia y de esta forma entender la dinámica de estos en el escenario regional.

Por último los actores identificados deben responder a las directrices del Decreto 1640 del 2012, donde se reglamentan los instrumentos para la planificación, ordenación y manejo de las cuencas hidrográficas y la Ley 1523 de 2012 por la se adopta la Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres.

Para la ejecución del proceso de actualización del POMCA, se realizó un inventario potencial de actores, con base en las bases de datos de las entidades y municipios. Se identificó un total potencial de 999 actores (Tabla 4.1)

Tabla 4.1. Actores por departamento y a nivel de la cuenca

Departamento	**Quindío**	**Valle**	**Risaralda**	**Total**
Sector	**Actores**	**Actores**	**Actores**	
Institucional	101	143	18	255
Social Organizativo	140	62	45	247
Productivo	139	32	7	179
Comunitario	92	43	16	156
Servicios Públicos	9	21	22	53
Academia.	12	21	8	40
Gremio	6	12	6	23
Etnia.	20	0		20
Industria	11	1	2	14
Minería	5	2	1	8
Turismo	1		1	2
TOTAL	536	337	126	999

A los actores potenciales se les ubicó y envión invitación a participar por vía email, oficio, teléfono u oficio. Finalmente, sólo se logró la participación real de 134 actores, como aparece en la Tabla 4.2.

Tabla 4.2. Actores presentes en los espacios de participación de actualización del POMCA de la cuenca del río la Vieja, ámbito geográfico

No	Categoría del actor	Numero actores	Porcentaje
1	Departamental	17	12,69%
2	Local	27	20,15%
3	Municipal	86	64,18%
4	Regional	4	2,99%
Total		134	100,00

En el ámbito contextual, los actores participantes en los espacios de participación se clasificaron según el tipo de actividad realizada por ellos sobre el territorio de la cuenca. De esta manera es posible distinguir cuatro posibles categorías, así (Tabla 4.3):

- Sector productivo: A esta categoría pertenecen los actores cuya actividad está vinculada a la economía, sea esta agropecuaria o de comercialización de productos.
- Comunitario: A esta categoría pertenecen los actores cuya actividad está vinculada a la organización de la comunidad en busca de un mejor bienestar social.
- Gubernamental: A esta categoría pertenecen los actores vinculados a la administración pública.
- Prestadores de servicios: A esta categoría pertenecen los actores cuya actividad se vincula al conocimiento o la distribución de un bien con valor social

Tabla 4.3. Actores presentes en los espacios de participación de la actualización del POMCA de la cuenca del río la Vieja, ámbito contextual

No	Categoría del actor	Numero actores	Porcentaje
1	Sector productivo	53	39,55%
2	Comunitario	8	5,97%
3	Gubernamental	57	42,54%
4	Prestadores de servicio	16	11,94%
Total		134	100,00

Según ámbito geográfico, los actores en los espacios de participación fueron en su mayoría municipales, con un 64,18%, seguido por los actores con ámbito local con el 20,15 %, mientras que las categorías de distribución regional y departamental juntas suman 15,68%. En el ámbito contextual, el sector gubernamental es el de mayor participación con el 42,54, seguido del sector productivo con el 39,55 %, y finalmente por los prestadores de servicios y los actores comunitarios, con el 11,94 y 5,97% respectivamente.

De la Tabla 4.4 a la Tabla 4.11 se muestran los principales elementos de la caracterización de estos actores.

Tabla 4.4. Nivel promedio de estudios actores presentes en los espacios de participación

Atributo	%
Secundaria	38,3%
Profesional	45,0%
Agricultor	5,0%
Técnico	11,7%

Tabla 4.5. Frecuencia de reunión entre actores al interior de sus organizaciones y presentes en los espacios de participación

Atributo	%
Diario	31%
Semanal	21%
Mensual	38%
Otras	10%

Tabla 4.6. Medios de comunicación más empleados por los actores presentes en los espacios de participación

Atributo	%
Teléfono	46%
Voz a Voz	7%
Comunicación Alcaldía	12%
Correo electrónico	35%

Las anteriores tablas indican que el 45,0% de los actores cuentan con educación universitaria, y el 38,3 con secundaria; así mismo las organizaciones se reúnen mayoritariamente de forma mensual en un 38%, en un 31% diariamente y un 21 % lo hace de manera semanal; el resto de los actores encuestados optan por reunirse bimensual o semestralmente. Con respecto a la forma de contactarlos, es importante destacar el teléfono y el correo electrónico como los más relevantes (46% y 35%). Es claro que dentro el grupo de actores, el teléfono resulta la forma más efectiva de contacto.

Ahora, se entra a revisar la información concerniente a la percepción de los problemas socio ambientales, presentados en la cuenca desde una óptica, del actor y su entono, simultáneamente, se analizan las actividades realizadas por las organizaciones a favor de la cuenca del rio la Vieja.

Tabla 4.7. Problemática socio ambiental evidenciada por los actores presentes en los espacios de participación

Atributo	%
Vertimientos a la cuenca	18%
Captación Ilegal del recurso hídrico	6%
Deforestación	22%
Disposición inadecuada de residuos	14%
Minería Ilegal	7%
Trafico de flora.	5%
Trafico de Fauna	8%

Atributo	%
Cambios en el uso del suelo	15%
otras	5%

Tabla 4.8. Actividades realizadas por los actores en la cuenca, información recolectada en los espacios de participación

Atributo	%
Reforestación	14%
Vigilancia y control	12%
Conservación del recurso	12%
Investigación	12%
Apoyo a la organización comunitaria	15%
Gestión de recursos	11%
Administración de recursos	9%
Desarrollo organizativo	11%
Otras	3%

De estas dos tablas es posible determinar que, para los actores, los problemas más relevantes en la cuenca son la deforestación (22%), los vertimientos de aguas residuales (18%), el cambio en el uso del suelo (15%) y la disposición inadecuada de residuos (145); Por otro lado las actividades realizadas por la organización presentan una distribución homogénea en los porcentajes es decir los diversos actores practican casi todas las actividades propuestas a favor de la cuenca.

En cuanto al conocimiento del territorio de la cuenca, el 45% de los actores dicen tener un conocimiento alto, 34% medio y sólo 21% bajo. El 46 % de los actores tiene poder de incidencia en las toma de decisiones en el municipio, el 25% informa que tiene un bajo nivel de incidencia (Tabla 4.9).

Tabla 4.9. Nivel de incidencia en la toma de decisiones en el municipio, en el ámbito ambiental por parte de actores en la cuenca, según información recolectada en los espacios de participación

Atributo	%
Alto.	46%
Medio	29%
Bajo.	25%

Los actores en los espacios de participación conocen el territorio en la cuenca, su geografía, cuentan con información como mapas, llevan registro de sus acciones en la cuenca, tiene conocimiento sobre el desarrollo de documentos, investigaciones y estudios realizados en el territorio (ver Tabla 4.10 y Tabla 4.11).

Tabla 4.10. Conocimiento del territorio vinculado a la cuenca según información recolectada en los espacios de participación

Atributo	%
Alto.	45%

Atributo	%
Medio	34%
Bajo.	21%

Tabla 4.11. Información con que cuentan los actores de la cuenca, según información recolectada en los espacios de participación

Atributo	%
Mapas	37%
Registro de acciones en pro de la cuenca	21%
Diagnósticos, estudios	42%

La continuidad de los procesos sociales requiere del compromiso de los actores; es por ello importante cómo responden los actores convocados a los espacios iniciales, frente al apoyo requerido para sacar adelante el proceso de ajuste y actualización del POMCA. La Tabla 4.12 muestra los diferentes tipos de aportes. Se observa que el 20% ofrece talento humano, el 16% colaborar en convocatorias locales, el 15% en la definición de las estrategias de implementación y el 14% en apoyo logístico. Solo el 5 % cree en posible participar con recursos financieros.

Tabla 4.12. Como apoyaría el actor el proceso de retroalimentación de la actualización del POMCA, según información recolectada en los espacios de participación.

Atributo	%
Talento humano	20%
Estudios hechos a la cuenca	13%
Estudios de caso	4%
Estrategias para su implementación	15%
Documentación referente al tema	12%
Apoyo logístico	14%
Convocatorias locales	16%
Recursos financieros	5%
Otra	1%

Ahora bien dentro de la encuesta diagnóstica se realizaron dos preguntas con un carácter abierto, una referente a las expectativas frente a la actualización del POMCA de la cuenca del río La Vieja y otra con respeto a los temores generados en torno al proceso.

Con respecto a los temores, los actores locales participes en los primeros espacios de socialización, desconocen las líneas programáticas generadas desde el POMCA del 2008 e implementación; eventualmente los participantes del proceso del 2008 y que asistieron a los primeros espacios demandar la socialización de los avances del 2008 antes de empezar con una actualización. Hay preocupación con respecto a este nuevo ejercicio, pues según ellos puede quedarse en el papel y no llevarse a cabo acciones concretas en la cuenca; otro de los temores es la falta de seguimiento a los acuerdos finales y que éstos no lleguen a cumplirse por intereses de grupos económicos, industrias o empresas con poco compromiso ambiental. En los espacios hay referencia recurrente a la gran minería y los impactos que se generarían si se permite el acceso a la región de la cuenca del río La Vieja.

Las expectativas con el ajuste y actualización del POMCA del río La Vieja se perfilan en la gestión del riego, la actualización de la información cartográfica a escala 1:25000, la inclusión de información actualizada de carácter, generar acciones y programas para garantizar la calidad del recurso hídrico, preservar los nacimientos de las fuentes hídricas y garantizar la no intervención de la minería en las zonas de protección.

4.3 ESTRATEGIA DE PARTICIPACIÓN

La estrategia de participación se basó en la realización de reuniones y talleres desde el nivel municipal, hasta el nivel de la cuenca, pasando por el nivel intermedio regional, o de subcuenca. La Figura 4.1 muestra el esquema seguido. De las mesas municipales salieron los representantes a las mesas regionales y de éstas al Consejo de Cuenca. No obstante, para la conformación del Consejo de Cuenca se siguió la metodología contemplada en las normas vigentes.

Con base en las reuniones y talleres con las comunidades se construyó el mapa de actores de la cuenca y su clasificación según su nivel de cercanía al POMCA (Figura 4.2). Asimismo se construyó el mapa de actores según las relaciones entre los mismos (Figura 4.3).

Figura 4.1. Estructura general organizativa y de participación

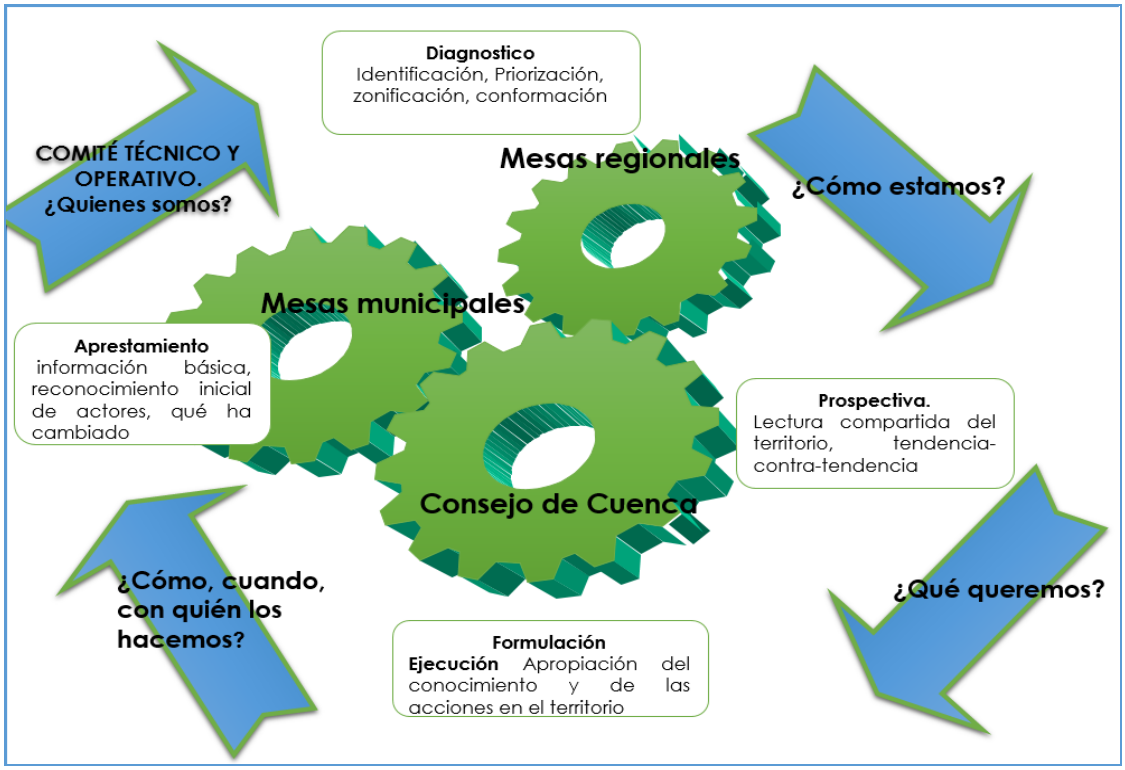
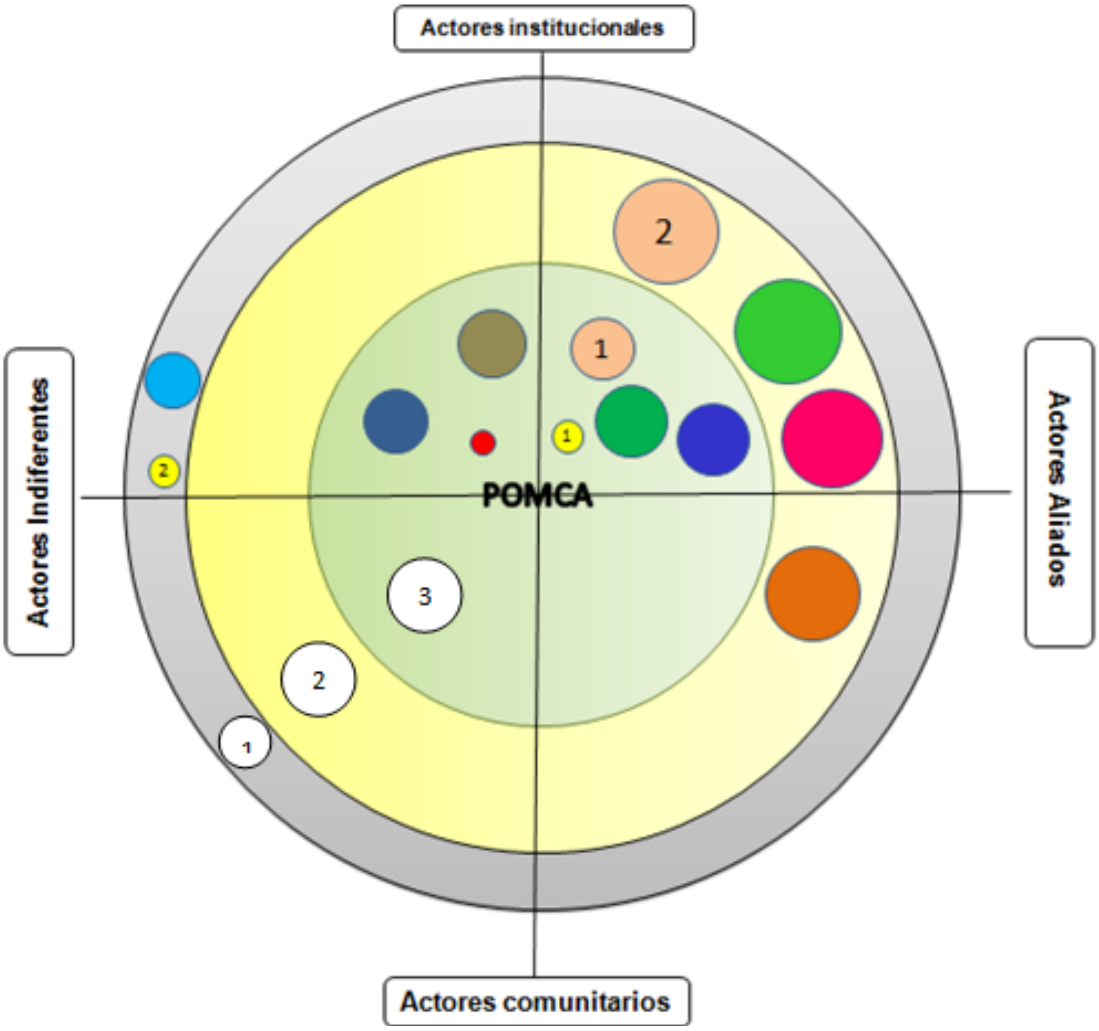


Figura 4.2. Mapa de actores de la actualización POMCA rio La Vieja

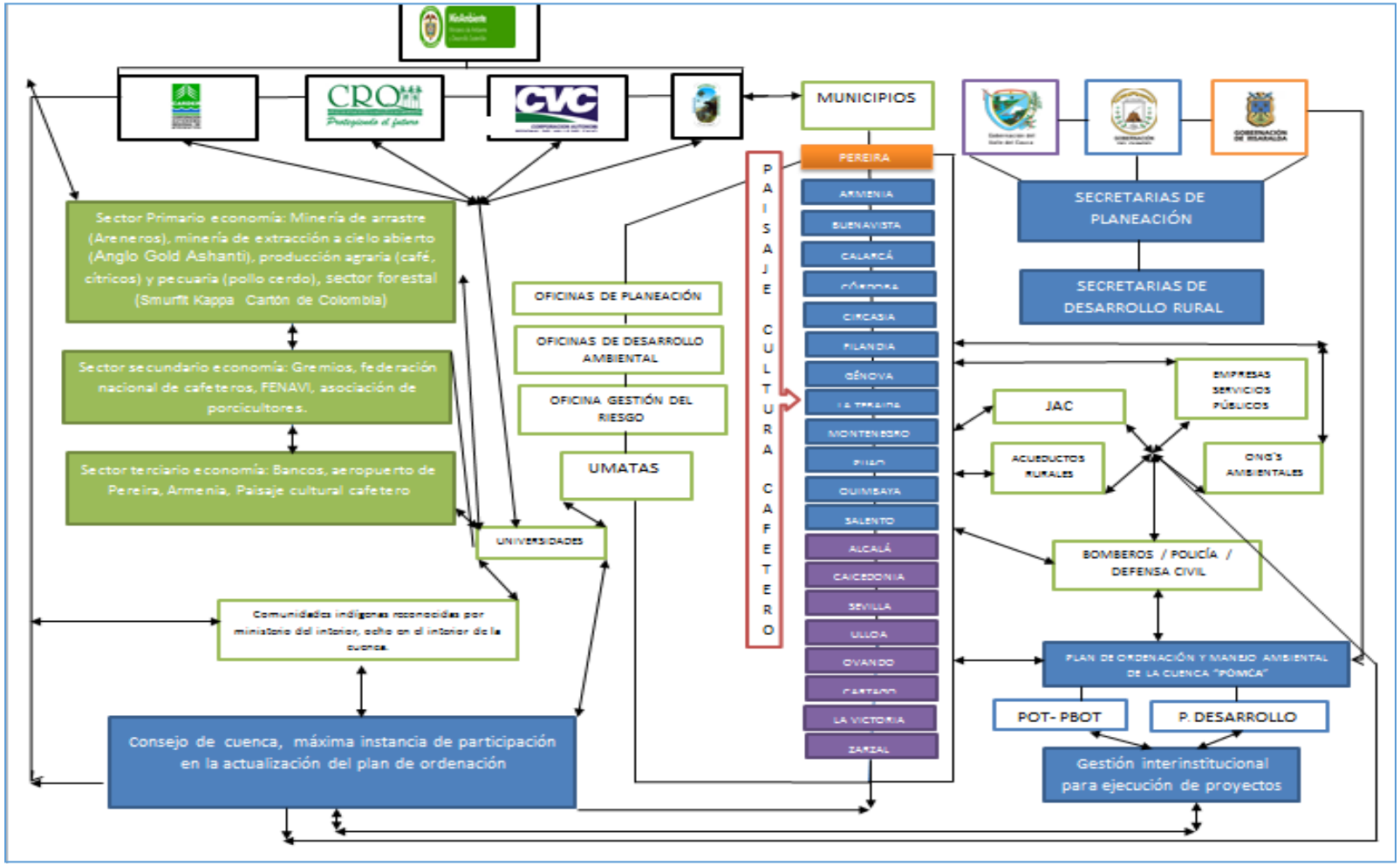


CONVENCIÓN	SECTOR
	Academia (1)
	Academia (2)
	Comunitario
	Etnias
	Gremio
	Industria
	Institucional (1)
	Institucional (2)
	Minería
	Productivo
	Servicios Públicos
	Social Organizativo
	Turismo

Nota. Los actores del sector de la academia, se dividieron en dos círculos, el más cercano al POMCA, son las universidades e institutos especialidades. El círculo de la academia más alejado son los colegios.

Los actores de la instituciones se dividieron en dos círculos, más cercanos al POMCA son las Gobernaciones, Alcaldías, Corporaciones Autónomas Regionales, PNN., el otro circulo están Concejos municipales, consejos territoriales de planeación, instituciones de atención de emergencias y desastres, entres de control y seguimiento

Figura 4.3. Mapa de relaciones de actores de la cuenca.



En figura de ***análisis de relacionamiento entre actores***, se muestran las densas redes de relación entre los diferentes actores de la cuenca, en donde las corporaciones autónomas regionales de los tres departamentos, desarrollan un papel de suma importancia, pues deben garantizar el cuidado y administración de los recursos naturales.

En general hay una buena relación entre los actores del orden local en los municipios, juntas de acción comunal, ONGs, empresas de servicios públicos, asociaciones campesinas cuando se articulan para realizar trabajos en común; sin embargo la relación con la institucionalidad local y las mismas corporaciones no es muy fuerte; es reiterada la solicitud de los actores locales de una descentralización de las corporaciones.

Es importante destacar la fuerte relación de las entidades del orden regional, en especial las gobernaciones de los tres departamentos con los municipios, al ser el Quindío y Risaralda de un tamaño pequeño, la relación del desarrollo está ligada al trabajo articulado de las entidades, y aún más cuando el número de municipios es reducido. En el caso de los municipios del norte del valle algunos como Caicedonia, Ulloa y Alcalá, sienten fuerte la influencia del Quindío, tal vez por la íntima relación con el recurso hídrico.

Por otro lado, el paisaje cultural cafetero tiene como características la producción de café de montaña, los cultivos de ladera, disponibilidad hídrica, patrimonio urbanístico y arquitectónico, minifundio cafetero entre otros, es transversal en casi todos los municipios de la cuenca, en especial en los del Quindío donde entran todos; se destacan Salento, Buenavista, Filandia; Risaralda con Pereira, y por el Valle del Cauca Alcalá, Sevilla, Caicedonia y Ulloa; en todos ellos en menor o mayor grado de importancia hay expresiones de turismo rural y de aventura, los cuales son modelo en el País.

Centros urbanos como Pereira, Armenia y Cartago, hacen que la academia sea protagónica en la región de la cuenca, al tener universidades de primer orden como la del Quindío, la tecnológica de Pereira, la Católica de Pereira, la libre de Pereira, la del Valle, las cuales generan informes e investigaciones científicas, que son el insumo para la planeación del recurso hídrico en la cuenca.

El papel de las corporaciones y entidades como Parques Nacionales es muy importante en municipios como Salento, en especial las discusiones suscitadas en relación Distrito de Manejo integrado, al ser la corporación autónoma regional del Quindío participe de las discusiones en el municipio. Salento no es solo el municipio con mayor extensión territorial en el departamento, sino el garante del recurso hídrico para Armenia, lo cual genera discusiones en torno a las compensaciones por el uso del mismo.

En el norte del Valle del Cauca la relación entre los acueductos rurales y los usuarios rebasa la institucionalidad, como es el caso de Alcalá, donde la administración eficiente y las buenas prácticas administrativas convierten al acueducto de Maraveles en ejemplo seguir, el cual puede ser un ejemplo de réplica en la región.

En Pereira, la zona rural cuenta con múltiples acueductos rurales, siendo un actor de gran importancia para el crecimiento urbanístico de la capital del departamento de Risaralda y aún más con los conflictos con respecto a la capacidad de captación y caudales.

La minería se ha convertido en la región en un tema de amplia discusión por parte de los actores locales, sobre todo a partir de la asignación de 26 títulos mineros para la extracción de minerales preciosos, según la gerencia de catastro y registro minero con corte a 10 de febrero de 2014. Estos son en su mayoría de trasnacionales.

En el tema de la minería y la discusión generada en la región, se destacan las organizaciones ambientalistas del Quindío, gracias al trabajo de análisis e investigación realizado por este tipo de organizaciones; se ha logrado involucrar a la institucionalidad de la región del Quindío (alcaldías, gobernaciones, y corporaciones), lo cual ha inquietado a la comunidad en general, movilizándola en eventos como la marcha carnaval y propuestas de participación social muy importantes como la consulta popular.

En los municipios Salento, Caicedonia y Sevilla hay discusiones en relación al uso del suelo, por parte actores agroindustriales como *Smurfit Kappa Cartón de Colombia*; la discusión gira en torno reducción del recurso hídrico en los acueductos rurales, reducción de la población rural en las zonas donde en donde se lleva a cabo la explotación forestal, disminución de la flora y fauna, los impactos negativos para el paisaje cultural cafetero, estos impactos afectan las relaciones con los actores locales.

4.4 ANÁLISIS SITUACIONAL INICIAL

El análisis situacional inicial permitió definir la problemática de la cuenca así:

Suelos

Desde el punto de vista geomorfológico, la cuenca presentan tres diferentes paisajes: montaña, piedemonte y valle, producto de las características geológicas, el clima y el relieve. En general, estos suelos presentan buenas características físicas y químicas que permiten clasificar su fertilidad de moderada a alta. No obstante, la pendiente del terreno se constituye en el principal limitante al uso de los suelos, en especial en los paisajes de montaña y, en menor grado, en el piedemonte, limitante que se ve incrementado por las lluvias abundantes, que hacen a los terrenos muy susceptibles a la erosión, en especial a los movimientos en masa. También, en los paisajes de montaña se presentan áreas con suelos superficiales, de poca profundidad efectiva, que limita el desarrollo de cultivos con sistemas radiculares profundos. Otras limitaciones son la frágil estructura del suelo en el piedemonte, y el mal drenaje así como el alto nivel freático en los suelos de valle.

La capacidad de uso definida mediante la combinación de Clases Agrológicas y la metodología CVC para suelos de ladera refleja que en la Cuenca se cuenta con suelos Clases II a la VII y con tierras cultivables (C1, C2, C3 y C4), tierras para pastoreo (P), suelos para la recuperación (A) y suelos forestales (F1, F2, F3).

En términos generales la cuenca presenta buena disponibilidad de suelos cultivables con cerca de un 48% de su superficie (137.842 Ha), solamente un 1,84% (5.300 Has) para pastoreo, 4,78% para desarrollo de actividad forestal comercial (13.767 Ha) y 13,54% para uso exclusivo de protección (38.997 Ha). Los demás suelos están representados en áreas urbanas, ríos y una buena proporción de suelos F2 para adelantar labores de conservación y aprovechamiento simultáneo de áreas forestales.

No obstante, la mayor cobertura de la cuenca es de pastos, con 100.344,7 Ha (34,85%), si bien se debe destacar que, de éstas, 42.424,5 Ha están asociados con rastrojos y 2.246,5 con cultivos. La segunda cobertura corresponde a cultivos (79.175 Ha o 27,49%), siendo el más representativo el café con 41.531.6 Ha. Un 21,48% de la cuenca está cubierta con bosques (61.894,1Ha); además, se cuenta con 28.801,14 Ha en rastrojo solo y con bosque, lo cual muestra la abundancia de coberturas de protección en los suelos de la Cuenca. Se destaca también la cobertura del 1,6% de la cuenca con páramos, representada en cerca de 4.580 Ha.

Durante los últimos decenios, en la cuenca se han presentado cambios sustanciales en el uso del suelo, promovidos principalmente por la crisis cafetera. Se calcula que aproximadamente unas 12.000 a 14.000 hectáreas de plantaciones de café tradicional y tecnificado han sido erradicadas para establecer otros cultivos como plátano, cítricos y pasturas (en esta suplantación se ha empleado generalmente pasto estrella (*Sinodon nlemfluensis*) para la producción de carne y de leche). Igualmente, se ha dado un cambio hacia la prestación de servicios, especialmente el turismo.

El suelo urbano de la cuenca representa 76,16 Km², es decir 2,6% del total de su área y en él se concentra cerca del 85% de la población total. El flujo de población del campo a la ciudad conlleva a incrementar la demanda de suelo urbano, llegando a ser empleadas para viviendas, algunas áreas ubicadas en zonas de riesgo y áreas definidas como de protección.

Este proceso de expansión se ha realizado en forma no acorde con las categorías de suelo definidos en los POTs y EOTs, existiendo circunstancias que han limitado su aplicación como: ampliación del perímetro urbano con el proceso de reconstrucción luego del sismo de 1.999; destinación y adaptación de predios suburbanos a otras actividades económicas diferentes a la agrícola; desplazamiento forzoso por problemas de orden público; expectativas despertadas por la oferta laboral en los centros urbanos y/o la inviabilidad y baja rentabilidad de las labores agropecuarias que obligan a la migración poblacional hacia las ciudades.

Los cambios en el uso del suelo por ampliación de frontera agraria, por aplicación de prácticas agropecuarias inapropiadas, por deficiente aplicación de normatividad, por concentración de la propiedad y por establecimiento de plantaciones forestales en zonas poco apropiadas (predios arriba de bocatomas, altas pendientes, etc), han provocado alteración de ecosistemas originales y hábitats y tiene áreas importantes en la cuenca en conflicto por sobre y sub utilización del suelo. Lo anterior genera entre otros impactos:

- Empobrecimiento del suelo en cantidad y calidad
- Contaminación de suelo por uso indiscriminado y creciente de agroquímicos
- Deterioro y modificación del paisaje
- Homogenización del paisaje
- Inseguridad alimentaria
- Erosión de suelos
- Compactación de suelos

El análisis de la capacidad de uso del suelo frente al uso actual permitió elaborar el mapa de conflictos que se observa en la figura 4.4. Este mapa permite observar que cerca del 40% de la cuenca presenta conflicto; el 32,78% del área (94.411 Ha) se encuentran en grado alto de conflicto, cerca del 7% en conflicto moderado (19.969 Ha) y cerca de un 60% de la cuenca se presenta sin conflicto (143.634 Ha).

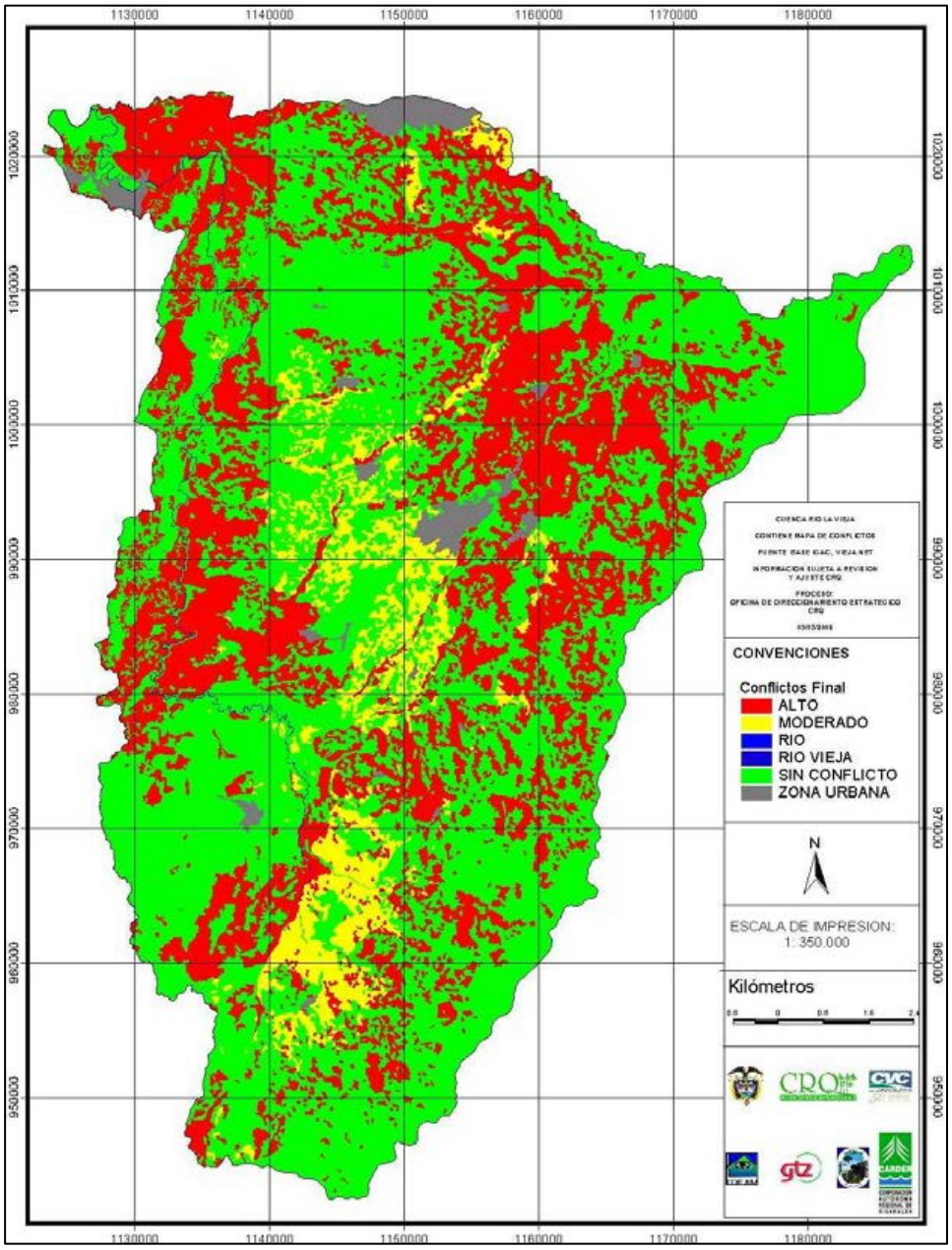
Al analizar cada una de las categorías de uso potencial con el uso actual se observa que: se encuentran totalmente sin conflicto las categorías C1, C2, P, Clase Agrológicas I, II, III, IV y V; totalmente en conflicto las clases agrológicas VI y VII. Se presentan categorías con conflicto moderado y sin conflicto la categoría C3. Con conflicto moderado, alto y sin conflicto combinado los suelos C3, C4, F1, F2 y F3. Los conflictos altos se presentan porque los suelos F3, F2, C4 y AF están siendo ocupados con pastos y cultivos limpios. Los conflictos moderados se presentan por instalarse plantaciones forestales comerciales en suelos F3, caña de azúcar y café tecnificado en suelos F2 y algunos cultivos limpios en C3 (ver definiciones de siglas en sección de cobertura vegetal y uso del suelo).

Agua

Se identificaron treinta y tres (33) corrientes hídricas de orden uno, seis (6) corrientes de segundo y tercer orden, diez (10) drenajes aluviales o escurrimientos directos; los ríos Barragán y La Vieja constituyen el orden cero (0) y se consideraron una sola corriente. La cuenca posee más de 360 km de drenajes de orden uno que entregan sus aguas al río La Vieja. Este alto número de corrientes permite concluir que el territorio de la cuenca es rico en recursos hídricos y se encuentra bien irrigado por ellas.

La oferta hídrica superficial es de 2.854,32 Mm^3 por año en una extensión total de 2.880,14 km^2. El rendimiento general de la cuenca es de 34,34 litros por segundo por kilómetro cuadrado. Esta oferta garantiza el abastecimiento para todas las actividades humanas y productivas, por lo menos en el mediano plazo; sin embargo las empresas prestadoras del servicio de acueducto presentan altas pérdidas en los sistemas de conducción. La corriente hídrica de mayor oferta es la del río Quindío, la cual entrega en promedio 187, 32 Mm3 por año.

Figura 4.4. Conflictos de uso del suelo en la cuenca del río La Vieja



Fuente: POMCA río La Vieja, 2008

Foto 4.1. Procesos erosivos. Barragán y vereda San Juan (Armenia)

Fuente: POMCA río La Vieja, 2008

Los excesos de agua dependen del régimen de precipitación y evapotranspiración; los excesos se presentan en las dos temporadas de invierno, es decir los meses de Abril a Mayo-Junio y Septiembre a Diciembre. En la zona alta de la cuenca se presentan excesos durante 10 meses del año, hecho que se refleja en la regularidad y estabilidad de las aguas en la cuenca durante todo el año. Realizado el análisis de balance hídrico en la cuenca, definida esta en tres zonas (alta, media y baja), se determinó la precipitación y la evaporación y se calculó el exceso o déficit de agua en cada una de ellas. El resultado obtenido muestra que en el 95% en cada una de las mismas se presenta exceso de agua durante todo el año.

La cuenca del río La Vieja posee gran potencial de recurso hídrico subterráneo. Las formaciones de agua subterránea más importantes que se generan en la cuenca del rio La Vieja son el llamado “Glacis del Quindío” que se forma en el centro occidente de la cuenca y cubre aproximadamente un 35% del departamento del Quindío. Esta formación es de carácter regional ya que se extiende en gran parte de la cuenca (tres departamentos) y constituye el mayor interés hidrogeológico, por tener gran expresión areal y espesores conocidos, en algunos casos, superiores a 300 m; las características hidráulicas de este acuífero lo posicionan como “de baja producción”. No obstante lo anterior, el aprovechamiento es bajo.

El mayor volumen de agua en la cuenca se utiliza en las actividades agropecuarias; no obstante, su uso crítico tiene que ver con el abastecimiento intensivo de agua potable para la población (85% de población en zonas urbanas), los procesos industriales y la generación de energía eléctrica.

En la cuenca del río La Vieja, el mayor número de concesiones de agua es para uso

doméstico y los mayores caudales concesionados son para tres plantas de generación de energía; los municipios con mayor demanda son Calarcá y Armenia con 50,6% y 31,4% respectivamente. Las corrientes con mayor volumen de agua concesionada son el río Quindío con 13.730 litros por segundo concesionados, la Vieja con 558,93 lt/seg y el río Roble con 339,14 lt/seg.

Al realizar la relación oferta y demanda, de todas las fuentes, el río Quindío es la que puede llegar a presentar desabastecimiento a mediano plazo, debido en parte, a la falta de reglamentación y ello se ve reflejado en el mayor índice de escasez de la cuenca (89,8%). Además, la caracterización de la oferta y demanda de agua son deficientes. Esto se agrava por la concentración de la demanda (urbanización del 85%), por la ineficiente administración del agua por parte de las empresas prestadoras del servicio (alto porcentaje de pérdidas), por un deficiente manejo social del agua (despilfarro) y por la disminución en la capacidad de regulación de caudales de las corrientes debido a los cambios en el uso del suelo y a la desprotección de nacimientos y partes altas de las cuencas.

Es de aclarar que la oferta hídrica cuantificada corresponde al punto de cierre de cada una de las subcuencas y surge la necesidad de estudiar más a fondo la variación de la oferta y demanda a lo largo de cada corriente, debido a que hay tramos que se ven afectados por la disminución de caudales, como el caso del rio Barbas, lo que hace que el índice de escasez calculado para toda la cuenca carezca de significado en la práctica.

La calidad del agua en la cuenca se ha deteriorado debido a que la mayoría de las corrientes son afectadas por vertimientos directos de aguas servidas domésticas, agropecuarias e industriales con escaso tratamiento, y por la explotación de material de arrastre, auge de la actividad turística, sedimentos por inadecuadas prácticas agropecuarias en zonas de ladera, residuos de pesticidas usados en la agricultura y metales pesados provenientes de la actividad industrial, entre otras.

Se resaltan como fuentes mayormente contaminadas los ríos Quindío, Consotá, Espejo, Cristales, Roble y la quebrada Buenavista; la principal fuente de contaminación es el vertimiento de aguas residuales de los doce municipios de Quindío, de los municipios de Caicedonia, Alcalá, Ulloa y Cartago por el Valle y de una parte de las aguas servidas del área urbana de Pereira.

No obstante, los adelantos en la descontaminación realizados por las Corporaciones Autónomas Regionales en convenio con las empresas prestadoras de servicios públicos e industriales y los entes territoriales, falta realizar planes de descontaminación en varios municipios de la cuenca, planes de saneamiento de vertimientos industriales y estudios que involucren las necesidades de descontaminación de la cuenca para orientar debidamente las inversiones.

En la zona rural se realizan programas de instalación de sistemas sépticos en fincas; de igual modo se ha orientado a los sectores cafetero, ganadero, avícola y porcícola, entre

otros, a tener sistemas que optimicen el consumo de agua en cada uno de los procesos, tales como "beneficiaderos ecológicos" para el beneficio del café y la instalación de bebederos para el ganado con el fin de que este no se desplace a los ríos y quebradas a beber agua.

Dentro de los inconvenientes que se observan a nivel general con respecto al agua se mencionan:

- Los propietarios de algunas de las fincas ribereñas no permiten la reforestación de zonas cercanas a los ríos
- En épocas de lluvias se presentan avalanchas e inundaciones en algunos sectores y en épocas secas se presenta una disminución de caudales
- Falta instrumentación de la meteorología y las corrientes hídricas, mediante la implementación de una red integral de monitoreos permanentes de cantidad y calidad, y crear una base de datos de agua superficial y subterránea.
- Demanda de agua no concesionada sin un trabajo referente a su identificación y caracterización.
- El turismo en la zona ha desarrollado un incremento poblacional en épocas de vacaciones, lo que lleva a un incremento en la demanda de agua que no ha sido calculado con exactitud.

Como consecuencia de lo anterior, el POMCA (2008) establece la existencia de los siguientes conflictos por el uso del agua:

- Consumo irracional de agua, especialmente por pérdidas en las estructuras de las redes de conducción desde bocatoma a planta de tratamiento y en la red de distribución. Además, se presenta un consumo per cápita mayor de 220 litros /hab /día.
- Daños a la fauna acuática, impacto sobre los recursos hidrobiológicos y contaminación de fuentes para consumo humano por descargas de agua residual de los sectores industrial, agrícola y doméstico.
- Alteración de la dinámica fluvial, erosión, socavación y sedimentación debido a la alta intervención de explotación de material de arrastre sobre algunos cauces de la cuenca.
- Falta de interés de los propietarios de predios ribereños por el cuidado y preservación de las zonas de protección.
- No se cuenta con cartografía que represente de manera adecuada las corrientes de la cuenca y que permita estudiar la totalidad de ellas.
- Deterioro paisajístico y deterioro de la infraestructura vial.
- Conflicto con los dueños de fincas turísticas, ya que no hay un control sobre la demanda del recurso hídrico en épocas de temporada turística alta, lo cual genera desabastecimiento de la comunidad rural aledaña a ellos.
- Presencia de enfermedades cutáneas y estomacales en los turistas que realizan actividades acuáticas de contacto primario en algunos sectores de la cuenca.

Amenazas y riesgos

La amenaza geológica por sismos y volcanes es la que se presenta con mayor relevancia en la cuenca, puesto que el territorio se encuentra atravesado por el sistema de fallas “Romeral”. Además, la mayor parte de la cuenca se encuentra dentro de la zona de alta amenaza sísmica, e indica una alta probabilidad que se presenten sismos con intensidades mayores de VIII en la escala de Mercalli; esto coloca en alta vulnerabilidad a las poblaciones y obras de infraestructura ubicadas directamente o en las zonas de influencia del sistema de fallas mencionado. Además, el aumento de poblaciones humanas en las zonas de amenaza, incrementa la vulnerabilidad de las mismas.

La amenaza por erosión y remoción en masa es de diversa intensidad de acuerdo con el paisaje geomorfológico y el tipo de suelo, siendo de mayor preponderancia en la zona de montaña y algunos sectores de piedemonte. La construcción de vías, las instalación de cultivos limpios o semilimpios en zonas de ladera, la ganadería y otras prácticas antrópicas favorecen la ocurrencia de estos fenómenos.

Es de resaltar que no se cuenta con estudios completos y detallados de erosión, que falta desarrollar análisis y cartografía de amenaza por avalanchas y vendavales y análisis cartográficos regionales de vulnerabilidad de edificaciones y líneas vitales (vías, acueductos, alcantarillado, gasoducto) así como de riesgo natural existente en la cuenca.

Problemática del medio biótico

Como resultado de los estudios existentes, se han descrito aproximadamente cerca de 3.000 especies de plantas y reportado 206 familias, de las cuales 6,1% (180 especies) pertenecen a helechos o plantas a fines, 0,19% a gimnospermas o pinos colombianos, 2.236 especies de angiospermas dicotiledóneas (74,55%) y 506 de monocotiledóneas.

Cerca de un 10% del área total de la cuenca corresponde a zonas protegidas, extensión que se acerca al deseado nacional. Lo anterior, debido a la aplicación de normatividad para adquisición de terrenos de importancia ecológica, a la voluntad política y social en la construcción de los sistemas de áreas protegidas; y a la posibilidad de pago de servicios ambientales producidos por áreas de reserva.

La síntesis de los inventarios de fauna ha permitido establecer la presencia de 1.500 especies, entre las cuales 87 de mamíferos (de los cuales 48 son murciélagos), 462 de aves, 450 de mariposas y 41 de peces. Además se reportan amplios inventarios de artrópodos y reptiles.

Se cuenta con especies focales en la mayoría de taxa biológicos. No obstante, la deforestación, la fragmentación de los ecosistemas, el deterioro de los hábitats, los cambios no planificados del uso del suelo, la sobreexplotación de los recursos naturales y la baja cultura ambiental, se constituyen en las principales causas de la pérdida de la

biodiversidad.

La demanda del recurso flora a nivel de bosques está asociada al consumo de leña, construcción, industria del mueble, pulpa para papel, usos artesanales y aprovechamiento de subproductos del bosque.

Aunque la utilización de leña no constituye un problema tan serio como lo fue en años anteriores, es necesario seguir fomentando el uso de otras alternativas energéticas para usos domésticos. La demanda aumenta en las épocas de recolección de la cosecha cafetera. Esta leña en muchas ocasiones debe ser extraída de los relictos boscosos dada la carencia en los mismos cafetales por la eliminación de los árboles de sombrío, fuente principal para su abastecimiento antes de los cambios en la tecnología de producción.

Una de las demandas imperceptibles del recurso flora y que impacta en el equilibrio de los ecosistemas, es el aprovechamiento de productos no madereros para la fabricación de artesanías. En un sector de la cuenca se destacan las fibras para cestería y la extracción de algunas plantas para floristería.

La extracción de productos madereros del bosque se refleja en la tala selectiva de maderas comerciales por parte de algunos propietarios y no propietarios de predios de las partes altas de los municipios denominados cordilleranos y el aprovechamiento de árboles de madera fina o no para la construcción y reparación de cercas de potreros.

La explotación que se hace sobre subproductos del bosque como resinas, gomas, gomas y plantas para la producción de carbón o cortezas como elementos esenciales en medicina natural, es generalmente irracional e indiscriminada, informal y desconociendo el valor ecológico y las técnicas de manejo. La guadua es ampliamente utilizada por el sector de la construcción y también para la fabricación de artesanías; en algunos casos se cosecha biche, produciendo algún tipo de daño para el sistema (cestería).

En lo referente a fauna, la actividad de caza, aunque no es frecuente, se presenta en algunos sectores, principalmente de armadillo (*Dasypus novencinetus*) en cercanías al puente del Alambrado, el cual es comercializado para la cura de algunas enfermedades; de la misma manera se han decomisado guatines (*Dasyprocta puntacta*) y loro cabeciazul (*Pionus menstruus*) a través de la aplicación de la estrategia Nacional para el Control del Tráfico y Tenencia Ilegal de Fauna y Flora Silvestre.

En relación con el estado de los recursos de flora y fauna, se puede decir lo siguiente:

- En la cuenca se conserva la vegetación de páramo, gracias a su ubicación y condiciones climáticas adversas para la habitación humana y para el desarrollo de procesos productivos; no obstante, en la zona baja del páramo se puede observar cambios a potreros y a cultivos de papa.

- Los bosques altoandinos han estado sometidos a presiones asociadas a la actividad ganadera y extracción de madera para leña, lo que ha provocado desaparición de especies vegetales y favorecido el proceso de degradación. Lo mismo ha ocurrido con los bosques andinos y subandinos ubicados hasta la cota de 1.800 msnm, quedando parches que ocupan laderas de pendiente y cuchillas escarpadas y corredores a lo largo de las corrientes de agua. En algunos sectores con pendientes superiores a 75%, algunos de estos bosques permanecen con poca o nula intervención.

- En los bosques de niebla el endemismo de especies es un factor biótico importante, posiblemente debido al aislamiento de estos bosques por el proceso de fragmentación. Las especies de árboles maderables de alto valor comercial no son comunes en estos bosques, sin embargo, se han disminuido drásticamente por la deforestación y la tala selectiva.

- Debido a la creciente destrucción o modificación de los hábitats silvestres y a la pérdida de la continuidad ecológica de los ecosistemas, muchos parques y reservas naturales han venido experimentando un acelerado proceso de aislamiento. En otros casos, las reservas se han establecido como último recurso para salvar porciones de hábitats silvestres.

- La fragmentación tienen efectos nocivos sobre la avifauna, especialmente sobre las rapaces, insectívoros y frugívoros grandes, quedando altamente propensos a extinguirse. De la misma manera, y debido a la polución del recursos agua, a la deforestación y a los métodos inadecuados de pesca, existe una seria amenaza sobre los recursos hidrobiológicos, pudiéndose considerar los peces como el grupo más amenazado.

- Los grupos de vertebrados con menor información son los anfibios y reptiles, quienes también se presentan amenazados por considerarlos peligrosos para el hombre, especialmente el grupo de las serpientes y por ser perseguidos para el consumo humano (tortuga pímpano).

Es importante anotar que la fragmentación de los ecosistemas afecta directamente los flujos de materia y energía entre y dentro de los ecosistemas, lo cual se refleja en la interrupción de las normales interrelaciones entre las especies, pérdida de biodiversidad, y aseguramiento de bienes y servicios ambientales ecosistémicos.

No obstante los esfuerzos para definirlas y del compromiso adquirido por la sociedad civil y las instituciones en implementar los sistemas de áreas protegidas, éstas se están convirtiendo en “islas verdes”, con poca conectividad debido al cambio en el uso del suelo.

Desafortunadamente, los estudios que ofrecen información sobre el estado de los ecosistemas son muy escasos, especialmente en los taxa que requieran más esfuerzos de conservación y donde la información sobre las condiciones de las poblaciones es

insuficiente.

De igual manera no son suficientes las gestiones para ofrecer a las comunidades humanas, alternativas económicas en pro de la conservación, y fomentar, entre otras, actividades como ecoturismo y la creación de zonas de conservación, articuladas dentro del sistema de áreas protegidas.

Problemática socioeconómica

Los problemas de uso del suelo, del agua y de los recursos bióticos deben verse como una resultante de la situación social y económica de la cuenca. Ahora bien, la solución de los problemas sociales y económicos sobrepasa por lo general el alcance de un plan de ordenación y manejo de una cuenca, pero es necesario tener en cuenta este contexto en el diseño de soluciones para los problemas de uso y manejo de los recursos de la cuenca.

El contexto socioeconómico de las amenazas

- Las amenazas sísmicas, volcánicas y por vendavales se dan en toda la región con intensidades variables que no tienen relación con el contexto socioeconómico. No obstante, en términos generales, existe una relación entre pobreza y vulnerabilidad, toda vez que las viviendas de las zonas más pobres tienen, en general, materiales y sistemas constructivos poco resistentes a eventos, especialmente sísmicos y eólicos.
- Las amenazas por remoción en masa se dan de manera especial en zonas de pendiente moderada a fuerte y formaciones superficiales arcillosas y húmedas. Algunas de ellas coinciden con zonas pobladas, incluso urbanas, altamente vulnerables, pero otras, en su mayor parte, se dan en las zonas altas de las cuencas, poco pobladas.
- Las amenazas por inundaciones y avalanchas afectan sobre todo a las vegas y terrazas bajas ribereñas del río La Vieja y sus principales tributarios, por lo general con cultivos, infraestructuras y viviendas, situación que aumenta el riesgo ante tales eventos. Las avenidas torrenciales y avalanchas, en cambio, pueden afectar de manera especial pequeñas cuencas de pendientes fuertes y cobertura vegetal muy pobre, desprovistas o con muy poca vegetación boscosa protectora.
- Las amenazas por incendios de cobertura vegetal se dan sobre todo en épocas secas y afectan de manera especial las formaciones herbáceas y arbóreas nativas. Por lo general, el evento que desencadena un incendio es de origen antrópico, por lo cual esta amenaza está en relación directa con el nivel de conciencia ambiental de la población.

Los problemas en las zonas indígenas

De las ocho (8) comunidades indígenas firmantes de la etapa de pre consulta, una (1) es urbana y, por tanto, participa de los mismos problemas del resto de la población urbana (La Tebaida). Las demás comunidades presentan los problemas resumidos en la tabla 3.13.

Tabla 4.13. Problemas de los territorios donde habitan las comunidades indígenas

Comunidad	Agua	Cobertura vegetal	Remoción en masa	Impacto
CABILDO EMBERA CHAMI AIZAMA	Escasez muy alta	Agrícola: > 80% Bosques: < 20%	Muy alta	Muy alto: fuentes hídricas lejanas, cobertura vegetal pobre, remoción en masa muy alta
CABILDO CHICHAKE	Escasez alta	Agrícola: ± 100%	Muy alta	Muy alto: fuentes hídricas moderadamente lejanas, cobertura vegetal muy pobre, remoción en masa alta
EMBERA CHAMI PUERTO SAMARIA	Escasez alta	Agrícola: ± 100%	Alta	Muy alto: fuentes hídricas moderadamente lejanas, cobertura vegetal muy pobre, remoción en masa alta
CABILDO EMBERA CHAMI KIPARA	Escasez alta	Agrícola: > 75% Bosques: < 25%	Alta	Alto: fuentes hídricas moderadamente lejanas, cobertura vegetal pobre, remoción en masa alta
RESGUARDO DACHI-AGORE DRUA	Escasez muy alta	Agrícola: > 75% Bosques: < 25%	Muy alta a alta	Muy alto: fuentes hídricas muy lejanas, cobertura vegetal pobre, remoción en masa muy alta
COMUNIDAD TEBAIDA	Escasez media a baja	Sin (Urbano)	Alta	Medio a alto: fuentes hídricas municipales, cobertura vegetal muy pobre, remoción en masa alta

5 RESULTADOS DE LA FASE DE DIAGNÓSTICO

5.1 CARACTERIZACIÓN DE LA CUENCA

Geográficamente, la cuenca del río La Vieja se enmarca dentro de las coordenadas: 4° 04´ y 4°49´ de Latitud norte y 75°24´ y 75°57´ de Longitud oeste.

Desde el punto de vista político – administrativo, la cuenca hidrográfica del río La Vieja comparte territorios de tres (3) departamentos y veintiún (21) municipios, así:

- Departamento del Quindío: Totalidad del territorio de los municipios de Armenia, Calarcá, Circasia, Buenavista, Córdoba, Filandia, Génova, La Tebaida, Montenegro, Quimbaya, Pijao y Salento.

- Departamento del Valle del Cauca: Totalidad del territorio de los municipios de Alcalá, Caicedonia y Ulloa; y parte de los municipios de Cartago, La Victoria, Obando, Sevilla, y Zarzal.

- Departamento de Risaralda: Parte del municipio de Pereira.

De los municipios incluidos parcialmente, sólo Cartago y Pereira tienen la cabecera municipal dentro de la cuenca, aunque la de Pereira está parcialmente, pues sólo incluye el área urbana que vierte al río Consotá.

Desde el punto de vista hidrográfico, el río La Vieja forma parte de la cuenca del río Cauca, el cual forma parte de la cuenca del Magdalena - Cauca y de la vertiente del Mar Caribe. Nace y se desarrolla en la vertiente occidental de la cordillera Central de Colombia y sus tributarios en la parte alta son los ríos Barragán y Quindío, a partir de cuya confluencia estas dos corrientes pierden su nombre original.

La cuenca tiene una superficie de 284.968,47 hectáreas, de las cuales el 67,76% pertenece al Quindío (193.085,8 ha), el 10,59% a Risaralda (30.189,37 ha), y el 21,65% al Valle del Cauca (61.693,3 ha). La Figura 5.1 y la Tabla 5.1 muestran la localización y características principales de la cuenca.

Tabla 5.1.Municipios de la cuenca.

Departamento	Municipio	Área (Ha)	%
Quindío	Armenia	11958,97	4,20
	Buenavista	3690,82	1,30
	Calarcá	21900,50	7,69
	Circasia	9146,62	3,21
	Córdoba	9532,29	3,35
	Filandia	10384,74	3,64
	Génova	29429,13	10,33
	La Tebaida	9082,98	3,19

Departamento	Municipio	Área (Ha)	%
	Montenegro	14985,08	5,26
	Pijao	24986,05	8,77
	Quimbaya	13331,62	4,68
	Salento	34657,01	12,16
	Total Quindío	**193085,80**	**67,76**
Valle del Cauca	Alcalá	6354,36	2,23
	Caicedonia	16703,04	5,86
	Cartago	10584,65	3,71
	La Victoria	6197,34	2,17
	Obando	3156,31	1,11
	Sevilla	14026,76	4,92
	Ulloa	4234,64	1,49
	Zarzal	436,20	0,15
	Total Valle	**61693,30**	**21,65**
Risaralda	Pereira	30189,37	10,59
TOTAL		**284968,47**	**100,00**

5.2 CONDICIONES FÍSICAS Y BIÓTICAS

5.2.1 Clima

Metodología aplicada

El clima regional de Colombia, está definido por las propiedades relevantes de los valores medios de los campos, que están forzados por las condiciones de frontera de la atmósfera, de la distribución de continente–océano y las variaciones de la radiación solar sobre la superficie, en el espacio y tiempo. Estos fenómenos atmosféricos son fuertemente influenciados por la distribución de la topografía y la vegetación en la superficie dentro del territorio colombiano (Guzmán D. 2014).

La zona de convergencia Intertropical (ZCIT), marca la convergencia entre el aire del hemisferio Norte y el hemisferio Sur. En esta zona, los vientos alisios del Noreste que son originados por el aire que fluye alrededor del anticiclón del Atlántico Norte encuentran a los alisios del Sureste que a su vez son originados por los anticiclones del Pacífico y el Atlántico Sur. Debido al flujo convergente, La ZCIT es la región de mayor nubosidad y lluvias. La convección y la precipitación asociada se concentra alrededor de conglomerados de nubosidad muy definidas que la hacen fácilmente identificable en las fotos de satélite. Hurtado (2000).

Poveda (1998) halló que los vientos transecuatoriales que soplan sobre el océano Pacífico adquieren una trayectoria del oeste hacia el este y penetran al interior de Colombia en forma de una corriente superficial. Teniendo en cuenta estos resultados Poveda et. al, (2006), encontró que existe una correlación importante entre la advección de humedad por el chorro del Chocó y las diferentes fases del fenómeno ENSO, lo cual influye en la hidrología y la climatología del país y en especial de la región Pacífica.

Figura 5.1. Localización general.

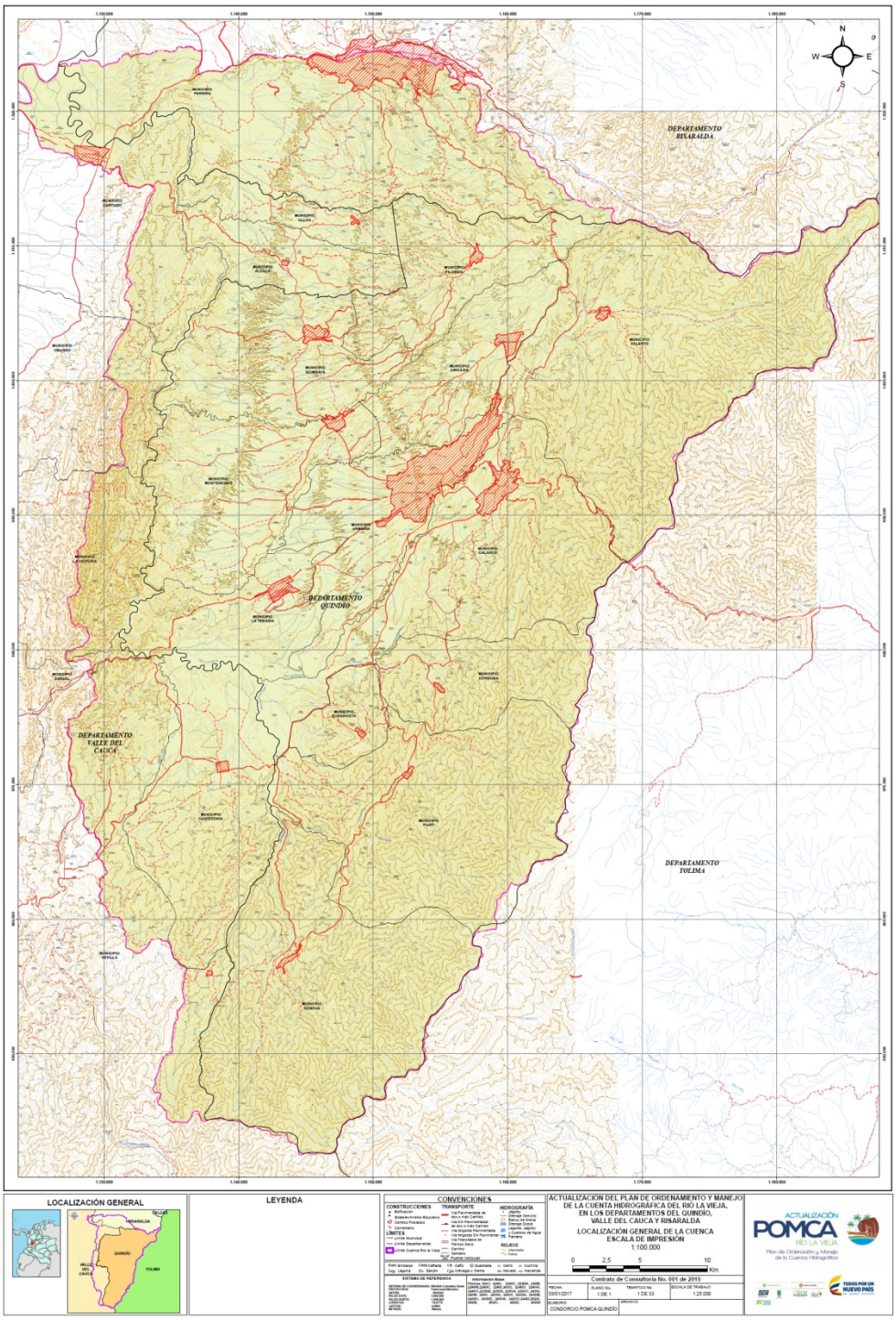
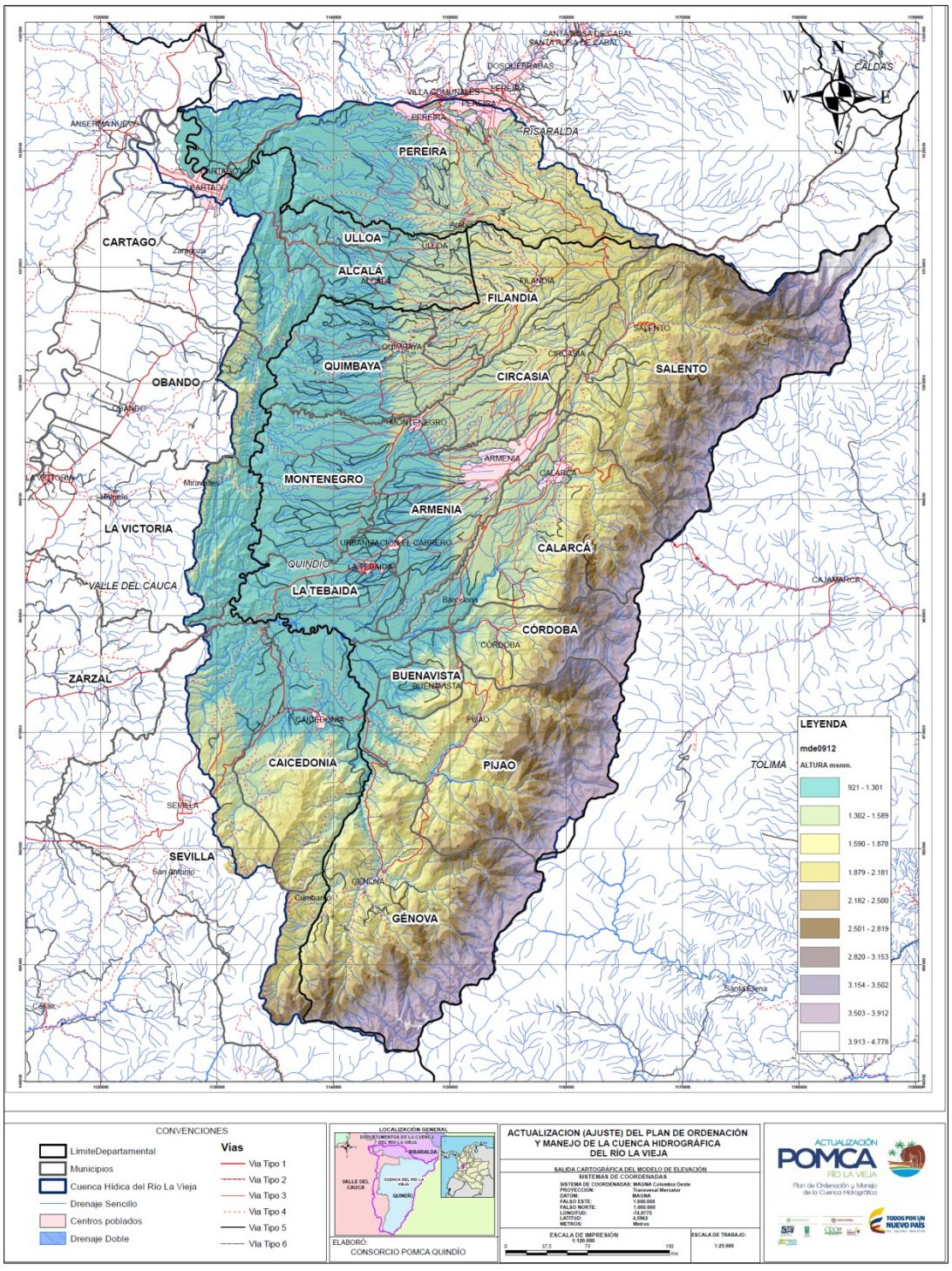


Figura 5.2. Modelo digital de terreno.



De acuerdo con lo anterior, el análisis del clima contempla las siguientes componentes y/o etapas:

- Recopilación de la información meteorológica original y tratada (ver sección 3.1 del capítulo 3 de la fase de Diagnóstico, Clima).
- Tratamiento y análisis de la información existente con el objeto de identificar la variabilidad climática (intra e interanual) en la cuenca, teniendo en cuenta la influencia de fenómenos macroclimáticos (mínimo ENSO – en sus fases fría y cálida). En función de la información disponible, considerar la pertinencia de un análisis de tendencias de las principales variables meteorológicas relacionadas con el comportamiento hidrológico de la cuenca (precipitación y temperatura). En la sección 3.2 del capítulo 3 del diagnóstico se indica en detalle la metodología empleada para el tratamiento de la información.
- Caracterización (temporal y espacial) del clima en la cuenca hidrográfica en ordenación en un contexto regional, teniendo en cuenta la información disponible tratada para las variables climáticas que hayan sido monitoreadas sistemáticamente. Espacialización de las variables climáticas referidas a: precipitación media anual y mensual; temperatura media, máxima y mínima mensual y anual; evapotranspiración potencial y real anual y mensual.
- Cálculo de balance hídrico de largo plazo (caudal medio anual de largo plazo) para la cuenca en ordenación, realizando validación en función de la información disponible de caudales observados. Su análisis, deberá considerar las unidades hidrográficas a nivel de subcuenca cuando la información así lo permita.
- Clasificación climática de la cuenca, teniendo en cuenta sus particularidades, según los lineamientos de la metodología estándar para Colombia de Caldas-Lang.

Resultados obtenidos

Por su configuración orohidrográfica, la cuenca del río La Vieja presenta climas desde muy fríos, del páramo alto o superpáramo, hasta cálido, y desde semihúmedos hasta muy húmedos. Los climas más fríos se encuentran en las partes deltas de la cordillera Central, próximas a la divisoria de aguas, y los climas cálidos se encuentran en la zona más baja del río La Vieja, próxima a su desembocadura en el río Cauca (Cartago). No obstante, la mayor parte de la cuenca presenta un clima templado semihúmedo y templado húmedo, según la clasificación de Caldas Lang, en la zona de relieve ondulado del abanico de Armenia – Pereira, donde se encuentra la mayor parte de población de la cuenca.

La cuenca se extiende aproximadamente entre 900 y 4.700 msnm. En la zona de las cabeceras, en una franja a todo lo largo de la cuchilla en la parte alta de la cuenca que ocupa el 8,95% de la misma, se presenta un clima de tipo Páramo alto superhúmedo y Páramo bajo superhúmedo, según la clasificación de Caldas Lang. Luego, bajando un poco, se tiene un clima Frío semihúmedo y Frío húmedo, en el 19,62% de la cuenca; y Templado húmedo aún en la cuenca alta, con el 16,61%. A continuación se extiende el clima Templado semihúmedo, que cubre la mayor parte de la cuenca, con el 51,80% del

área. Finalmente en la cuenca baja, hasta la confluencia del río La Vieja con el río Cauca, con un cubrimiento aproximado del 3%, se observa un clima cálido semihúmedo.

En términos generales, predominan en la cuenca los climas húmedos y superhúmedos, en los que no hay déficit de agua o éste es poco marcado. Esto tiene gran importancia desde el punto de vista del ordenamiento del territorio, ya que estos niveles de humedad favorecen no sólo actividades agropecuarias durante todo el año, sino los procesos naturales de restauración de la vegetación.

Para evaluar la variabilidad climática se realizó el análisis de la serie del ONI (Oceanic Niño Index-ONI)), mediante el cual se pueden obtener varias conclusiones que deben considerarse en el ordenamiento del territorio, principalmente en el marco de escenarios de cambio climático. Es evidente que la cantidad de eventos El Niño es mayor que los eventos La Niña presentados. Lo más importante a nivel de análisis es que en la condición normal el clima en Colombia se encuentra bajo condiciones Neutras, no bajo condiciones ENSO, ya que ellas representan el 52% del tiempo, mientras los eventos ENSO representan el 48%. Esto indica que la consideración de series cortas de tiempo no representa la variabilidad interanual asociada a este fenómeno del comportamiento del clima.

La comparación de la serie de precipitación de la estación Alcalá (26120150) con respecto al comportamiento del ONI permite observar la dinámica de la serie frente a la presencia de eventos El Niño y La Niña, en la cual se detecta, a través de los años, importantes fluctuaciones en el comportamiento de las temporadas secas o lluviosas, donde la media en la serie de precipitación disminuye en períodos con influencia del primero y aumenta para el segundo.

El comportamiento del ciclo anual de la precipitación para períodos El Niño, La Niña y Neutro permite observar asimismo que los trimestres marzo-abril-mayo y septiembre-octubre-noviembre, son los períodos de mayor pluviometría en la cuenca y los meses de diciembre-enero-febrero y junio-julio-agosto, son los trimestres de menor precipitación. Teniendo en cuenta que la precipitación anual para las estaciones es muy diferente, el comportamiento bimodal es común a ellas.

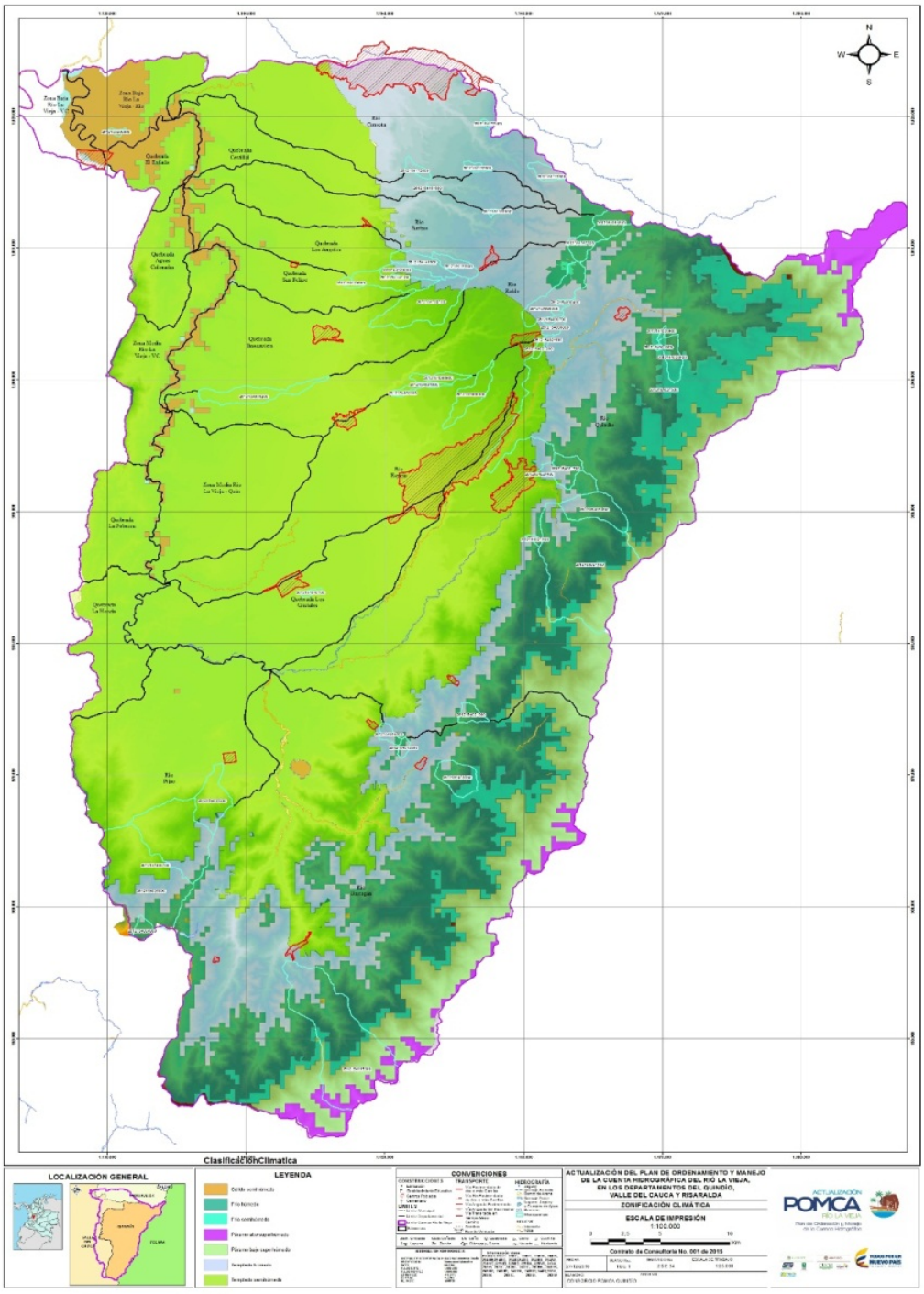
5.2.2 Geología - Geomorfología

Metodología utilizada

La elaboración de los estudios de geología de la Cuenca Hidrográfica del río La Vieja se realizó en las siguientes fases o etapas:

- Recopilación e interpretación de los mapas de geología regional que contienen información estratigráfica y estructural generada por el INGEOMINAS, hoy Servicio Geológico Colombiano SGC, para el área de estudio se encuentra información contenida en las planchas 224, 225, 243, 244 y 262 a escala 1:1.00.000 y el Mapa Geológico del Valle a escala 1:250.000.

Figura 5.3. Clasificación climática Caldas – Lang para la cuenca río La Vieja. Este estudio, 2017.



Así mismo, toda la información complementaria contenida en los informes, memorias contenidas en otros entidades oficiales como el Instituto Geográfico Agustín Codazzi IGAC, Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia IDEAM, la academia, corporaciones y/o entes territoriales, los cuales están en escalas entre 1:50.000 y 1: 500.000.

- Fotointerpretación. La información disponible fue complementada con la fotointerpretación de Imágenes Satelitales (Lansat8: LC80090572016142LGN00, Lansat5: LT50090571999191XXX06) del Servicio Geológico de los Estados Unidos USGS, modelos de Elevación Digital DEM, de sombras y de pendientes generados a partir de imágenes ALOS y ortofotomosaico del área de la cuenca suministrado por el Fondo Adaptación.

- Trabajo de campo. Luego se realizó la primera aproximación de campo, dirigida a consolidar la cartografía geológica básica a escala 1:25.000 en el área de la cuenca, en la que se controlaron y definieron tipos de rocas y sus disposiciones estructurales (rumbo y buzamiento), fallas, plegamientos, materiales residuales y transportados. Anexo 1.

- Mapa geomorfológico. Se elaboró el mapa geomorfológico para fines de amenaza de remoción en masa, el cual proporciona información fundamental básica sobre las unidades de relieve o geoformas con características y comportamiento homogéneo, con énfasis en la evolución de los procesos morfodinámicos, de acuerdo con la metodología de Carvajal 2012. Al igual que para la cartografía geológica, en la cartografía geomorfológica se recopiló y analizó información del SGC, IGAC, IDEAM, la academia, corporaciones y/o entes territoriales y se complementó con la fotointerpretación y el trabajo de campo, en el que se verificó y complemento la información geomorfológica de las fuentes secundarias.

- Mapa de unidades geológicas superficiales (UGS). Con base en el mapa de geología regional, la reinterpretación de la información del SGC en su estudio “Cartografía geológica aplicada a la zonificación geomecánica del departamento del Quindío” (2004), la fotointerpretación y la primera aproximación de campo, se generó un mapa de UGS preliminar para el área de la cuenca del Río La Vieja.

- Mapa geológico para ingeniería. De acuerdo con los lineamientos definidos en el documento “Cartografía geológica aplicada a la zonificación geomecánica del departamento del Quindío” INGEOMINAS (2004), propuesta metodológica para el desarrollo de la cartografía geológica para ingeniería Carvajal (2002), y con los criterios expuestos más adelante, en el desarrollo del estudio, los materiales geológicos superficiales que se presentan en el área de la cuenca del Río La Vieja se caracterizan y clasificaron en unidades de roca y de suelos.

- Fase de campo: se realizó el reconocimiento, verificación y complementación de la información geológica; se caracterizaron y cartografiaron de las unidades geológicas superficiales, los elementos estructurales como fallas antiguas, fallas activas, pliegues,

lineamientos y discontinuidades menores, y se recolectaron muestras de rocas y de suelos, para los análisis de laboratorio.

- Del proyecto de “Compilación y Levantamiento de Información Geomecánica del Quindío”, base del presente informe, se obtuvo información correspondiente a 150 sondeos manuales realizados en el departamento del Quindío, con profundidades de 0,50 hasta 12,0 metros, de los cuales se obtuvo muestreo y análisis de ensayos básicos de clasificación.

- De acuerdo con los lineamientos y alcances de este proyecto, una vez obtenido el mapa de unidades geológicas superficiales y con base en los mapas de susceptibilidad para movimientos en masa publicados por el SGC realizados para las planchas 224, 225, 243, 244 y 262, se realizó la delimitación de áreas críticas, las cuales fueron objeto de caracterización y muestreo de UGS, así como análisis de laboratorio de acuerdo a las condiciones del terreno y de las muestras recolectadas.

- Para las UGS contenidas en las áreas críticas se realizó la caracterización de unidades de acuerdo a los alcances técnicos del proyecto. Se realizaron 324 puntos de caracterización de unidades, de los cuales 102 de sondeos y muestreo, y 222 puntos de caracterización de unidades de acuerdo con los formatos propuestos. De los 102 sondeos manuales realizados en este proyecto, 82 fueron con perforación manual con extracción de muestras y realización de pruebas SPT, y 20 con recuperación de muestras.

- Memoria técnica. Con base en la evaluación y procesamiento de la información de campo y elaboración de las bases de datos geológicos, se elaboró la memoria técnica explicativa y se integraron los mapas temáticos a los mapas geomecánicos básicos.

Resultados obtenidos Geología

Las unidades geológicas presentes en el área de estudio se pueden agrupar en tres bloques o ambientes geológicos. El primero, en el sector oriental de la cuenca, corresponde a las unidades precámbricas, paleozoicas y mesozoicas que constituyen el flanco occidental de la cordillera Central, con terrenos geomorfológicamente montañosos de morfogénesis estructural, producida por el levantamiento de la cordillera, con valles profundos en “V”, y con geoformas de morfogénesis glaciar en las zonas más altas, asociadas a la actividad el complejo volcánico Ruiz-Tolima.

En el segundo bloque, en el sector occidental de la cuenca, se presentan rocas sedimentarias cenozoicas continentales, tectonizadas y plegadas, que desde el punto de vista geomorfológico forman un cordón montañoso de altura mediana, con morfogénesis estructural, valles estrechos y patrones de drenaje rectangulares controlados por la estratificación de las rocas. El tercer bloque corresponde al sector central de la cuenca que lo conforman materiales volcánicos y volcano-sedimentarios del Cenozoico tardío y Cuaternario, productos de la actividad volcánica del complejo Ruiz-Tolima; y depósitos aluviales y coluviales recientes, en ambientes deposicionales y fluviales, con geoformas

planas a semiplanas, colinadas, de bajas alturas y pendientes y sectores con materiales muy disectados.

En la cuenca hidrográfica del río La Vieja afloran unidades geológicas con edades desde el Precámbrico hasta el Cuaternario y de origen tanto continental como oceánico, así:

- Las rocas más antiguas, del Paleozoico, se extienden en una faja a lo largo de las laderas más altas de la cordillera Central, representadas principalmente por esquistos del Complejo Cajamarca, interpretada como una secuencia volcano-sedimentaria metamorfoseada, en la que predominaban rocas sedimentarias depositadas bajo condiciones geosinclinales, más probablemente en una fosa pericratónica limitada por fallas.

- Flanqueando el Complejo Cajamarca se encuentra una amplia franja alargada en dirección noreste suroeste, en las laderas medias de la cordillera Central, conformada por rocas mesozoicas cretácicas del Complejo Quebradagrande, con un componente de predominio sedimentario y otro de predominio volcánico, con algunos sectores donde la secuencia volcano-sedimentaria es indiferenciada, con presencia de materiales volcánicos y sedimentarios interdigitados.

- En la parte centro sur de la cuenca, en la vertiente oriental, afloran dos conjuntos de rocas paleozoicas interdigitados, el Complejo Rosario, conformado por una secuencia de anfibolitas y esquistos macizas, y el Grupo Bugalagrande, constituido por una secuencia metamórfica de esquistos anfibólicos, cloríticos y grafíticos con locales intercalaciones de cuarcitas. En la vertiente occidental sur afloran rocas cretácicas principalmente de la Formación Amaime, compuesta por lavas basálticas almohadilladas tectonizadas de origen oceánico.

- El occidente de la cuenca, a lo largo de la vertiente occidental del río La Vieja, entre Caicedonia y Cartago, aflora un conjunto de rocas de edad terciaria de las Formaciones La Pobreza, Zarzal, Cinta de Piedra y La Paila, compuestas por rocas sedimentarias principalmente continentales de arenisca, arcillolitas y conglomerados, con intercalaciones de rocas ígneo metamórficas de pórfidos dacíticos y andesíticos y flujos andesíticos localmente.

- El cuerpo central de la cuenca, entre Caicedonia y Pereira y entre el cauce del río La Vieja y las estribaciones cretácicas de la cordillera Central, está ocupado principalmente por una gruesa capa de cenizas volcánicas sobre flujos de lodo y depósitos de piedemonte, correspondientes a la Formación Armenia, la cual es, de lejos, la principal unidad geológica de la cuenca por su extensión y por estar en ella la mayor parte de centros urbanos y de la actividad económica.

- A lo largo del río La Vieja y sus principales tributarios se encuentran asimismo angostas fajas de depósitos de edad cuaternaria y origen aluvial, las cuales alcanzan su mayor expresión en la zona de Caicedonia y en los alrededores de Cartago. De

igual forma, en las cumbres altas de la cordillera Central, las rocas volcánicas e ígneo metamórficas han sido modeladas por la acción de los glaciares, con depósitos locales de origen glaciar.

Con base en el mapa geológico, la interpretación de la información existente, la fotointerpretación y el trabajo de campo, se generó un mapa de unidades geológicas superficiales, entendidas como el "conjunto de materiales que conforman la superficie del terreno hasta profundidades del orden de decenas de metros, las cuales incluyen rocas con diferentes grados de meteorización, suelos y depósitos inconsolidados según su origen…" (Hermelin, 1987). Para este fin, las formaciones fueron reclasificadas en rocas y suelos. Las rocas fueron luego clasificadas en duras, intermedias y blandas, con base en su resistencia a los procesos de meteorización y erosión, y los suelos en residuales, transportados y antrópicos. El mapa resultante muestra que las rocas ígneo metamórficas de la vertiente occidental de la cordillera Central son de resistencia intermedia en la parte alta y dura en la parte media, las rocas volcano sedimentarias del sur y suroeste son de resistencia intermedia, y las rocas sedimentarias de la franja occidental del río son de resistencia intermedia a blanda. En el resto de la cuenca predominan los suelos transportados volcánicos, en el sector central y centro norte, y transportados sedimentarios, en las vegas y terrazas del río La Vieja y sus tributarios principales. Las unidades geológicas superficiales (UGS) fueron finalmente caracterizadas mediante sondeos, análisis de laboratorio de sus materiales y descripción de perfiles y su correlación con los procesos morfodinámicos.

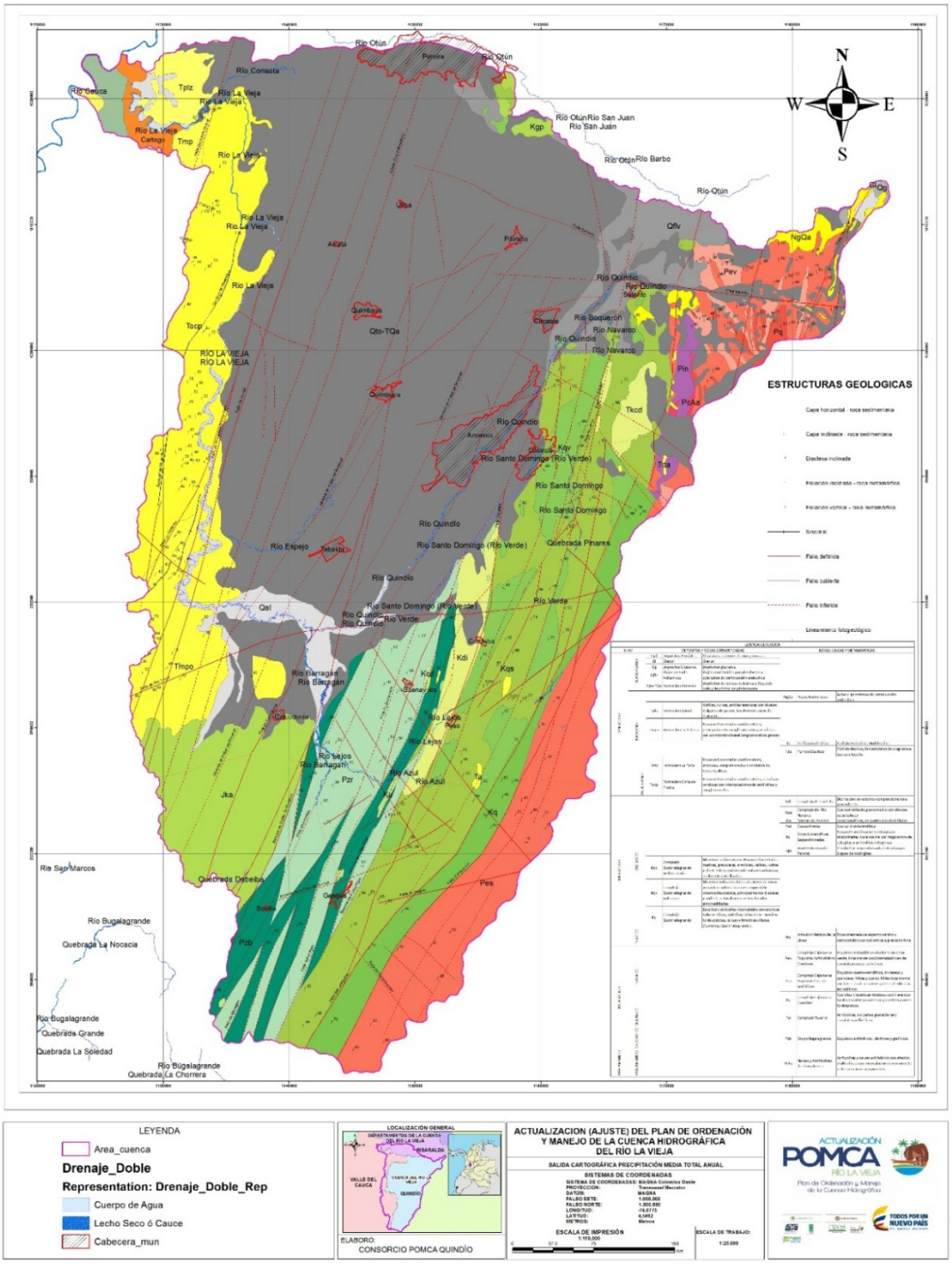
Resultados obtenidos Geomorfología

Desde el punto de vista geomorfológico, la cuenca del río La Vieja se encuentra ubicada en la unidad geomorfoestructural correspondiente al sistema montañoso orogénico andino que bordea el cratón Guayanés por su parte noroccidental. A través de la historia geológica el sistema montañoso orogénico andino ha presentado y es consecuencia de procesos de levantamiento y depositación orogénicos y epirogénicos, con plegamientos asociados a eventos deformativos regionales e intrusiones que han determinado sus relieves y geoformas a través de su historia desde el Precámbrico hasta la forma actual.

En el sistema orogénico andino se presentan las provincias geomorfológicas de la cordillera Occidental, la cordillera Central y la cordillera Oriental, separados geomorfológicamente por las provincias de los valles interandino Cauca – Patía y Magdalena respectivamente (Carvajal y otros, 2003). El área de la cuenca del río La Vieja hace parte de la provincia geomorfológica de la cordillera Central y las partes más bajas y cercanas a la desembocadura del mismo en el río Cauca hacen parte de la provincia geomorfológica Cauca-Patía.

El levantamiento de la cordillera Central favoreció la generación de glaciares durante el Pleistoceno que, con los deshielos asociados a los últimos eventos volcánicos del complejo volcánico Ruiz-Tolima, determinaron la generación de flujos piroclásticos, avalanchas y flujos laháricos que actualmente cubren alrededor del 40% del área de la cuenca.

Figura 5.4. Mapa geológico estructural de la cuenca del río La Vieja (Fuente:Este estudio, SGC)



Los ambientes morfogenéticos desarrollados a través del tiempo, comprenden ambientes glaciares al oriente de la cuenca, asociados al complejo volcánico Ruiz-Tolima; ambientes estructurales al oriente sobre materiales metamórficos e ígneos paleozoicos y mesozoicos, y al occidente en materiales sedimentarios cenozoicos; ambientes denudativos en toda el área de la cuenca como consecuencia de procesos de meteorización y erosión propios de las zonas tropicales; ambientes volcánicos que generan geoformas derivadas de la actividad volcánica del complejo Ruíz –Tolima y ambientes fluviales y deposicionales en zonas aledañas al río La Vieja y sus tributarios y bases de taludes.

De acuerdo con lo anterior, en el área de la cuenca del río La Vieja se identificaron unidades y subunidades de ambientes morfogenéticos estructural, denudativo, volcánico, denudacional, fluvial, glaciar-periglaciar y antropogénico.

Estas unidades geomorfológicas se definieron a partir de criterios genéticos, morfológicos y geométricos, en función de los procesos geomorfológicos específicos que las conforman, ya sea de carácter erosivo o de acumulación; las subunidades se definieron fundamentalmente por los contrastes morfométricos que relacionan el tipo de sedimento o de roca y su disposición estructural, tanto con la correspondiente topografía del terreno como con los procesos dinámicos activos prevalecientes.

Es importante anotar que, las subunidades geomorfológicas más importantes, por su extensión, son:

- Flujos de lahar cubiertos de gruesos depósitos de piroclastos en la parte central de la cuenca, entre Caicedonia y Pereira.

- Espolones estructurales y laderas en contrapendiente de sierra homoclinal denudada, en la vertiente media y alta de la cordillera Central.

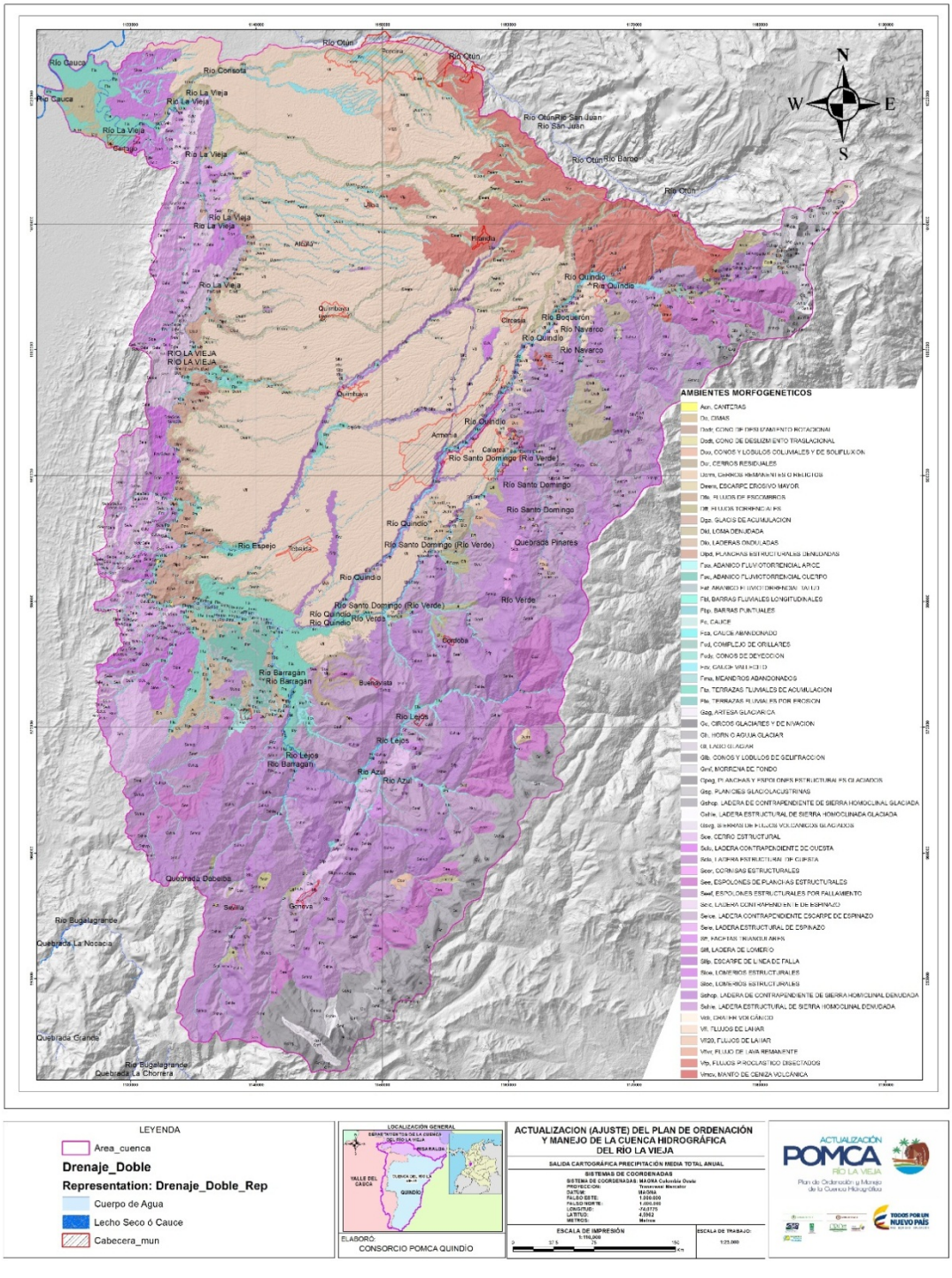
- Laderas en contrapendiente de sierra homoclinal glaciada, en las cumbres de la cordillera Central.

- Flujos piroclásticos disectados en la zona de Pereira.

- Laderas estructurales y en contrapendiente de espinazo, lomeríos estructurales y cerros estructurales en la vertiente occidental del río, entre Caicedonia y Cartago.

- Terrazas fluviales de acumulación, al largo del río La Vieja y sus principales tributarios, en especial en las zonas de Caicedonia y Cartago.

Figura 5.5. Subunidades geomorfológicas.



5.2.3 Hidrografía

Metodología utilizada

Para realizar el trabajo de la temática de hidrografía para la cuenca del río La Vieja, las actividades se dividieron en las siguientes etapas:

- Revisión y ajuste de los límites geográficos de la cuenca.
- Delimitación y codificación de las subcuencas y microcuencas abastecedoras.
- Caracterización de la red de drenaje.
- Elaboración del mapa de hidrografía.

Resultados obtenidos

Se identificaron 40 microcuencas abastecedoras, pertenecientes a 14 subcuencas, de un total de 20 consideradas. El cauce principal del río La Vieja presenta un orden de Horton 8. No obstante, teniendo en cuenta su longitud, el 61% de los cauces de la cuenca son de orden 1 o cauces elementales, el 18% son de orden 2, el 9% son de orden 3 y el 5% de orden 4. El resto de cauces presentan una importancia entre 0,5 y 3%.

La cuenca total del río La Vieja tiene una densidad de drenaje de 4,3 km/km2, y en ninguna de las cuencas expone una densidad por debajo de 0,5, lo cual indica que, en general, la cuenca es bien drenada.

En cuanto a los índices de sinuosidad, la mayor parte de los cauces de las subcuencas presentan valores entre 1 y 1,2, por desarrollarse en áreas de fuertes pendientes. Son por tanto rectilíneos y de muy baja sinuosidad, lo que favorece las crecidas instantáneas.

5.2.4 Morfometría

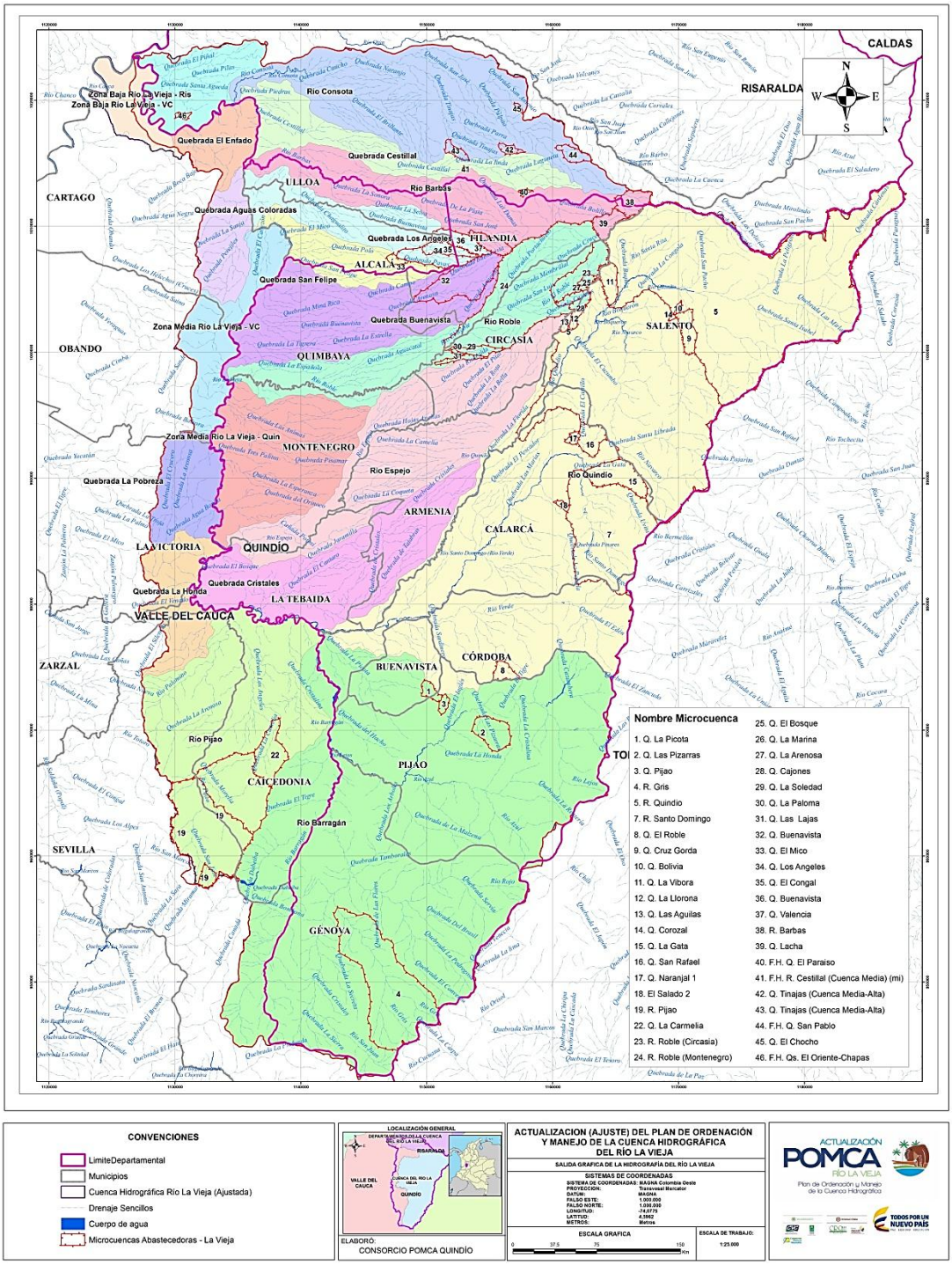
Metodología utilizada

La metodología para la determinación de las características morfométricas fue la siguiente:

Trabajos preliminares:

- Se elaboró el modelo digital del terreno de la cuenca MDT, con base en las planchas 1:25.000 del IGAC.
- Se realizó la delimitación de la cuenca del río La Vieja sobre el modelo digital MDT a escala 1:25.000 de la cuenca.
- Esta delimitación fue enviada a aprobación de la Interventoría y las CARs.
- Una vez aprobada la delimitación de la cuenca, se procedió a la delimitación de cada una de las subcuencas, teniendo como base la delimitación utilizada en el POMCA de 2008.

Figura 5.6. Mapa hidrografía – Río La Vieja. Este estudio, 2017.



- Esta delimitación a nivel de subcuenca fue presentada y discutida con las CARs (CRQ, CVC y CARDER).

Cálculo de las características morfométricas:

- Una vez acordada la delimitación a nivel de subcuenca se procedió a estimar cada una de las características morfométricas, mediante el SIG.
- Para esto se tomaron en cuenta las definiciones contenidas en la parte correspondiente a su cálculo, dentro del texto.

Las características morfométricas corresponden a la aplicación de procedimientos que, a través del estudio de la morfología y geomorfología, caracterizan los rasgos propios de las cuencas hidrográficas en valores numéricos, los cuales permiten comparar en forma exacta una parte de la superficie terrestre con otra. Estos parámetros están relacionados con el régimen hidrológico de una cuenca o microcuenca, ya que es una función compleja de numerosos factores, entre los que predomina el clima y la forma del terreno en el cual se desarrolla el fenómeno. Las formas de la superficie terrestre, y en particular su situación en altitud, tienen influencia decisiva sobre los más importantes factores condicionantes del régimen hidrológico, como precipitación, escorrentía, infiltración y formación de depósitos y sedimentos. Los valores morfométricos son fundamentales para documentar la analogía territorial y establecer relaciones hidrológicas de generalización y expresan en valores simples las características de paisajes complejos.

Para la caracterización morfométrica se verificaron y se dibujaron las divisorias de aguas y se calcularon las características morfométricas más relevantes, sobre la cartografía básica establecida por el Fondo. Dichos parámetros fueron revisados por el SIG, con el fin de evitar inconsistencias en las medidas. A continuación se presenta el cálculo de los parámetros morfométricos de la cuenca mayor de río La Vieja, de las subcuencas y de las microcuencas abastecedoras, a partir de la cartografía entregada por el Fondo Adaptación a una escala 1:25.000.

A partir de los insumos como el Modelo Digital de Terreno, la red de drenaje y la delimitación de cuencas, subcuencas y microcuencas abastecedoras de centros urbanos y poblados, se calcularon los parámetros morfométricos y los tiempos de concentración para cada una de ellas.

Dada la cantidad de cuencas delimitadas para el presente estudio, se presenta únicamente los resultados obtenidos para la cuenca mayor del río La Vieja hasta su desembocadura en el río Cauca.

Resultados obtenidos

Con un área de 2.849,7 km^2, un perímetro de 319,1 km y una longitud del cauce principal de 156,8 km, la cuenca hidrográfica del río La Vieja se caracteriza por:

- Un índice de compacidad de 1,69, indicador de una cuenca de forma oblonga – oblonga a rectangular – oblonga, de baja susceptibilidad a las avenidas torrenciales.
- Un factor de forma de 0,32, indicador de una forma alargada de baja susceptibilidad a las avenidas torrenciales.
- Un índice de asimetría de 1,35, que indica que el cauce está recostado sobre la vertiente izquierda (oeste).
- Una pendiente media de la cuenca de 8,68%, representativa de un relieve medianamente accidentado, de baja a moderada influencia sobre las crecidas instantáneas.
- Una elevación media de 1.767 msnm, que indica que la cuenca en promedio tiene un clima templado.
- La curva hipsométrica indica que se trata de un río viejo.
- Nace en la cordillera Central a 4.602,7 msnm y desemboca en el río Cauca a 896,6 msnm.
- Tiene una pendiente media de su cauce de 2,36%, que se considera baja, si bien es necesario advertir que las pendientes más fuertes se presentan al comienzo de la cuenca, en sus sectores montañosos altos, pero en la mayor parte del cauce las pendientes son bajas.
- El tiempo de concentración promedio es de 43 horas, lo que significa que una gota de lluvia que caiga en la parte más alejada de la divisoria de aguas tardará un poco menos de dos días (1,79 días) en llegar a la desembocadura del río La Vieja en el Cauca.

Si se consideran las subcuencas, se observa que:

- Las más extensas son la del río Quindío (686 km^2) y río Barragán (671 km^2).
- Las de mayor pendiente son La Pobreza (26%) y La Honda (22%), por lo cual son las más susceptibles a crecidas instantáneas.
- Las de menor tiempo de concentración son El Enfado (2,85 h) y la zona media del río La Vieja (2,18 h), es decir, son las más susceptibles de avenidas torrenciales.
- Las de mayor índice de forma son Barragán (6,40), zona media del río La Vieja (1,95), zona baja del río La Vieja (1,48-1,49) y El Enfado (1,48), por lo cual son las más susceptibles a avenidas torrenciales. Pero, en general, la mayor parte de las subcuencas tienen formas alargadas y baja susceptibilidad a avenidas.

Si se consideran las microcuencas abastecedoras de acueductos:

- Las más extensas, sin considerar el río La Vieja, son las del río Quindío (356 km^2), ríos Pijao (56 km^2), Santo Domingo (46 km^2) y Gris (43 km^2).
- Las de mayor pendiente son las quebradas El Salado (46%) y La Cascada (43%), por lo cual son altamente susceptibles a avenidas torrenciales.
- Las de menor tiempo de concentración son las quebradas Corozal (0,19 h) y Sin Nombre (Pérez) (0,21 h), que las hace altamente susceptibles a avenidas torrenciales.

- Todas tienen índice de forma menor a 1, formas alargadas y baja tendencia a las avenidas.

Para fines de planificación del control de riesgo, se debe poner mayor atención a las subcuencas y microcuencas con menores tiempos de concentración y mayores pendientes (La Pobreza, La Honda, El Enfado, El Salado, La Cascada, Corozal y Sin Nombre (Pérez).

5.2.5 Pendiente

Metodología utilizada

La metodología utilizada para la elaboración del mapa de pendientes fue la siguiente:

- Se construyó el modelo digital de terreno DEM a escala 1:25.000 de la cuenca, con base en las planchas del IGAC.

- Con base en el DEM elaborado se construyó el mapa de pendientes, de acuerdo con las clases de pendientes requeridas en los términos de referencia.

- Una vez elaborado el mapa de pendientes, se procedió a medir las áreas en cada clase de pendientes.

Resultados obtenidos

La pendiente es un factor fundamental en muchos procesos físicos, biológicos y socioeconómicos.

- Mientras mayor sea la pendiente, los procesos erosivos, incluidos los movimientos en masa, pueden ser mayores. Por esta razón, pendientes superiores al 50% son especialmente críticas (15,17% de a la cuenca), si bien, para los procesos erosivos se pueden manifestar desde pendientes bajas, especialmente desde 12% en adelante (91,55%).

- Desde el punto de vista del uso de la tierra, los mejores suelos corresponden por lo general a pendientes por debajo de 25% (41,03% de a la cuenca), mientras que los suelos que no debieran utilizarse para fines agropecuarios y dejarse sólo para recuperación o conservación corresponden a pendientes superiores al 50% (15,17%).

- De igual manera, terrenos con pendientes superiores al 50% (15,17% de la cuenca) debieran estar con cobertura vegetal permanente de bosques y/o formaciones vegetales seminaturales propias del clima, por ejemplo, herbazales y arbustales en los páramos y subpáramos.

- En cuanto a los usos no agropecuarios, como los residenciales (urbanos y suburbanos), conviene que no estén por encima del 25%, por los mayores costos en material vial y de servicios públicos, y por la mayor propensión a los fenómenos de remoción en masa. No obstante, el uso urbano y suburbano en tierras de baja pendientes entra en conflicto con la necesidad de proteger los suelos de mayor vocación agropecuaria, de clases II y III, por lo general con pendientes inferiores al 25%.

- Otros usos no agropecuarios, como los recreacionales y turísticos, pueden desarrollarse en suelos de mayores pendientes, siempre y cuando no presenten amenaza alta por remoción en masa.

En la cuenca del río La Vieja se observan tres sectores:

- El sector central, de pendientes moderadas y suaves, inferiores al 25%, localizado aproximadamente entre Caicedonia (Valle) y Pereira (Risaralda), de sur a norte, y entre las estribaciones occidentales de la cordillera Central y el río La Vieja, de oriente a occidente, donde se encuentra la mayor parte de las cabeceras municipales, incluidas Pereira y Armenia, y la mayor parte de la actividad económica de la cuenca.

- El costado oriental montañoso, fuerte a muy fuertemente inclinado, con pendientes en general superiores a 50%, correspondiente a las laderas occidentales de la cordillera Central.

- El costado occidental ondulado a quebrado, con pendientes entre 25 y 50%, correspondientes en su mayor parte a la vertiente occidental de la cuenca del río La Vieja, aunque en algunos sectores se presentan pendientes suaves a planas, inferiores al 25%, entre ellos las terrazas y abanicos aluviales de Cartago y Caicedonia (Valle).

A nivel de toda la cuenca, la distribución de pendientes es la siguiente:

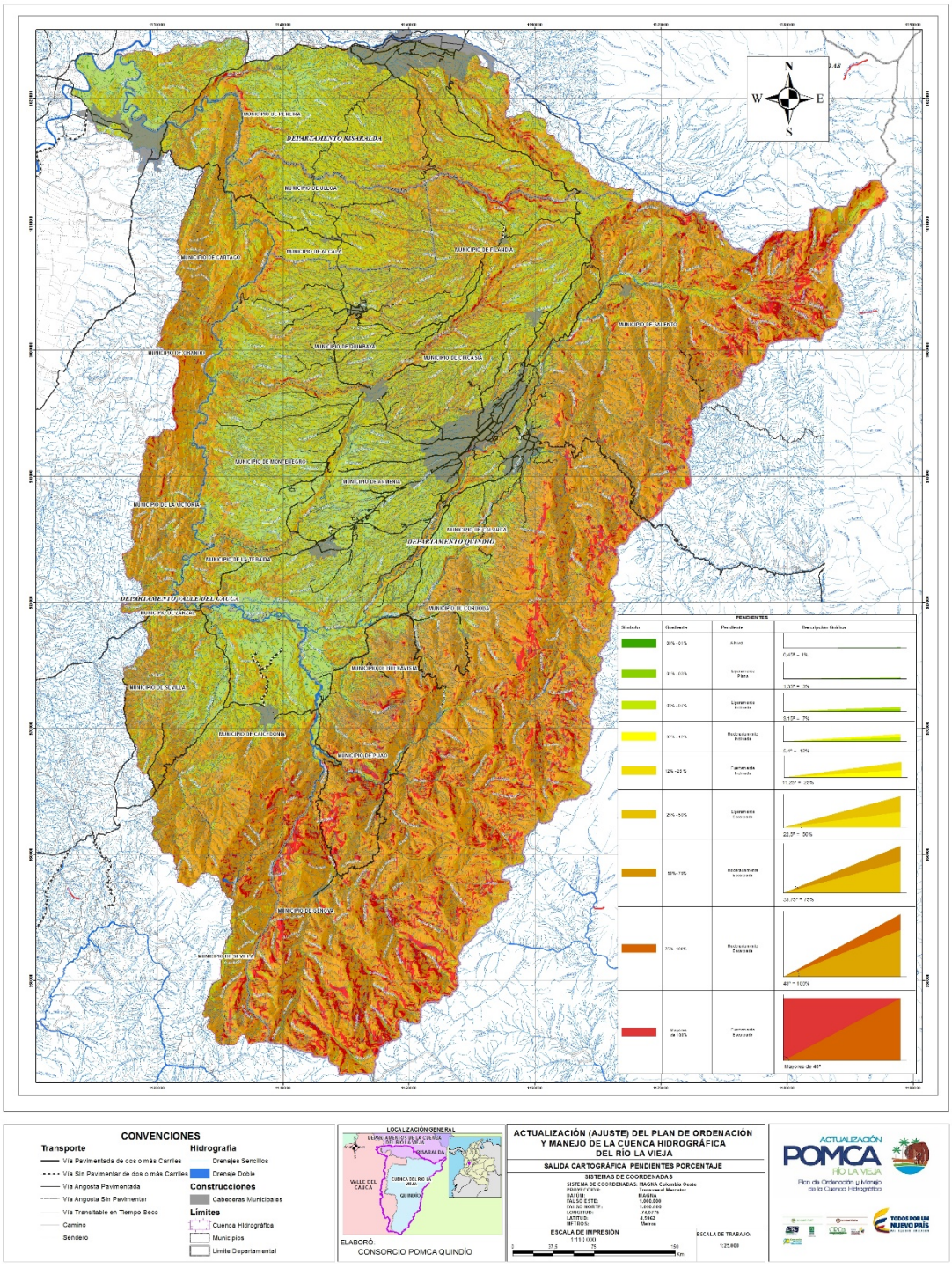
- Los relieves planos a ligeramente inclinados, con pendientes entre 0 y 7%, alcanzan 22.392,97 ha, que representan el 7,86% de la cuenca.

- Los relieves ondulados, con pendientes entre 7 y 25%, abarcan 94.528,93 ha, equivalentes a la tercera parte de la cuenca, el 33,17%.

- Los relieves quebrados, con pendientes entre 25 y 50%, abarcan 124.809,34 ha, equivalentes a las dos quintas partes de la cuenca, el 43,80%.

- Los relieves escarpados, con pendientes de más del 50%, abarcan 43.237,23 ha, que representan un poco más de la cuarta parte de la cuenca, el 15,17%.

Figura 5.7. Mapa de distribución de pendientes de la cuenca.



5.2.6 Hidrología

Metodología utilizada

Para realizar el análisis hidrológico de la cuenca del río La Vieja, se realizaron las siguientes actividades:

- Análisis de los datos de las estaciones hidrológicas existentes.
- Evaluación inicial de la red de estaciones.
- Cálculo de caudales medios, mínimos y máximos.
- Estimación del caudal ambiental de la cuenca.
- Estimación de la oferta hídrica disponible.
- Estimación de la demanda sectorial y total en la cuenca.
- Cálculo de los indicadores de estado del recurso hídrico en la cuenca: índice de retención y regulación hídrica – IRH, índice de uso del agua – IUA, índice de vulnerabilidad hídrica por desabastecimiento – IVH.
- Elaboración de los mapas correspondientes.

Resultados obtenidos

En el análisis de los datos se aplicaron pruebas a las estaciones de caudal ubicadas en la cuenca del río La Vieja, las cuales fueron: cambio en la media prueba T simple (Lettenmaier, 1976b); para cambio en la varianza prueba F simple (Devore, 1982) (Lettenmaier, 1976a); para tendencia de la serie Prueba T (Salas, 1992), obteniendo como resultado que las estaciones presentan cambio en la media y la varianza. Además se pudo verificar la relación entre el índice del ONI y el caudal, donde se puede apreciar que las estaciones El Alambrado y Cartago que se localizan en el cauce principal del río La Vieja tienen un alto grado de correlación con el índice del ONI a lo largo de todos los meses, a excepción de la estación Arabia, los mayores meses son diciembre a enero y septiembre. Adicionalmente, de acuerdo con el análisis de tendencia aplicado a las estaciones no es pertinente realizar un análisis de no estacionalidad a las series de caudal para el análisis de eventos extremos ya sean mínimos o máximos, teniendo en cuenta que estas series son estacionarias, según la prueba T de tendencia en la media.

Para la caracterización del régimen hidrológica de las subcuencas y microcuencas abastecedoras del río La Vieja se aplicó el Sistema de Modelación Hidrológica HMS, del US Army Corps of Engineers, Hydrologic Engineering Center, HEC, de los EUA, el cual está diseñado para simulación del proceso lluvia-escurrimiento mediante diversos modelos que tiene incluidos dentro de su software. El modelo utilizado para la simulación continúa fue el SMA (Soil Moisture Accounting), que es similar al modelo Sacramento utilizado por el NWSRFS de los EUA, el cual dio muy buenos resultados en el proceso de calibración y validación del modelo con las estaciones El Alambrado y Cartago ubicadas sobre el cauce principal. Además se tuvo en cuenta los aforos realizados por la CRQ sobre el río Quindío, río Espejo, río Roble y quebrada Buenavista, a los cuales se

ajustaron de acuerdo a la información disponible en el documento del Plan de Acción 2016-2019 de Corporación Autónoma Regional Del Quindío.

Para analizar el desabastecimiento hídrico se estimó el Índice de Uso del Agua IUA, que resulta de la comparación entre la demanda existente y la oferta disponible de agua en cada subcuenca. Para analizar el comportamiento en el tiempo de este índice se calculó para la condición media y para la condición seca o de caudales mínimos. Según el significado del índice, si el IUA sobrepasa el 20%, deben iniciarse programas de ordenamiento y de conservación de cuencas, a fin de hacer sostenible el recurso hídrico, evitar situaciones que afecten el abastecimiento de agua y prevenir futuras crisis. Teniendo en cuenta lo anterior, varias subcuencas se encuentran en este rango, con valores de IUA en las categorías de Muy Alto y Alto, por lo que es recomendable iniciar programas de ordenamiento y de conservación de cuencas, para evitar situaciones que afecten el abastecimiento de agua a futuro. Así, se observa que las subcuencas con mayor presión sobre el agua (mayor valor del índice) son: Quindío, Espejo, Buenavista, San Felipe, Barbas y Cestillal, para la condición hidrológica media; y La Vieja, Quindío, La Honda, Espejo, Roble, Buenavista, San Felipe, Barbas y Cestillal, considerando la condición hidrológica seca. El comportamiento del IUA para condición seca permite apreciar la tendencia que se tiene por el uso del agua, es decir, que las subcuencas que tenderán a agotar más rápidamente sus reservas frente al incremento de la demanda. La peor situación se presenta en las subcuencas de Quindío, Espejo, Barbas y Cestillal, por presentar IUA muy alto.

Se calcularon los caudales para condiciones medias, húmedas y secas de cada una de las 20 subcuencas y 40 microcuencas consideradas, mediante el uso de modelos hidrológicos diseñados para simular del proceso lluvia-escurrimiento, cuyos resultados fueron calibrados y validados con las estaciones El Alambrado y Cartago ubicadas sobre el cauce principal, y, además, se tuvo en cuenta los aforos realizados por la CRQ sobre el río Quindío, río Espejo, río Roble y quebrada Buenavista. Los test realizados sobre las series existentes muestran que las estaciones presentan cambio en la media y la varianza. Además, se pudo verificar la relación entre el índice del ONI y el caudal, donde se puede apreciar que las estaciones El Alambrado y Cartago tienen un alto grado de correlación con el índice del ONI a lo largo de todos los meses, a excepción de la estación Arabia, donde los mayores meses son diciembre a enero y septiembre. Adicionalmente, de acuerdo con el análisis de tendencia aplicado a las estaciones no es pertinente realizar un análisis de no estacionalidad a las series de caudal para el análisis de eventos extremos ya sean mínimos o máximos, teniendo en cuenta que estas series son estacionarias, según la prueba T de tendencia en la media. Con base en los datos de caudal medio diario se construyó la curva de duración y, con base en ella se estimó el índice de retención y regulación hídrica IRH de cada subcuenca, el cual mide la capacidad de la subcuenca para mantener un régimen de caudales. De acuerdo con este indicador, las subcuencas de los ríos Barbas y Cestillal presentan muy baja retención y regulación de humedad, mientras que las de los ríos Barragán, Quindío, La Pobreza, Roble, Consotá, El Enfado, Bajo río La Vieja Valle del Cauca y Bajo río La Vieja Risaralda

presentan alta retención y regulación de humedad; las demás subcuencas presentan una retención y regulación hídrica moderada.

De igual manera, el estudio hidrológico incluyó la determinación de la demanda de agua por subcuenca para los distintos usos (domésticos, industriales, agropecuarios y otros). Con base en los datos de oferta y demanda, se analizó el desabastecimiento hídrico mediante el cálculo del Índice de Uso del Agua IUA, que resulta de la comparación entre la demanda existente y la oferta disponible de agua en cada subcuenca. Para analizar el comportamiento en el tiempo de este índice se calculó para la condición media y para la condición seca o de caudales mínimos. Según el significado del índice, si el IUA sobrepasa el 20%, deben iniciarse programas de ordenamiento y de conservación de cuencas, a fin de hacer sostenible el recurso hídrico, evitar situaciones que afecten el abastecimiento de agua y prevenir futuras crisis. Teniendo en cuenta lo anterior, varias subcuencas se encuentran en este rango, con valores de IUA en las categorías de Muy Alto y Alto, por lo que es recomendable iniciar programas de ordenamiento y de conservación de cuencas, para evitar situaciones que afecten el abastecimiento de agua a futuro. Así, se observa que las subcuencas con mayor presión sobre el agua (IUA alto y muy alto) son: Barbas, Cestillal, Roble, Quindío, Buenavista y San Felipe, para la condición hidrológica media; y Barbas, Cestillal, Roble, Quindío, San Felipe, Buenavista y La Honda, considerando la condición hidrológica seca. El comportamiento del IUA para condición seca permite apreciar la tendencia que se tiene por el uso del agua, es decir, que las subcuencas que tenderán a agotar más rápidamente sus reservas frente al incremento de la demanda. La peor situación se presenta en las subcuencas de Barbas, Cestillal, Roble y Quindío, por presentar IUA muy alto. Esta calificación es confirmada a través del índice de vulnerabilidad al desabastecimiento hídrico IVH, con un valor muy alto en Barbas y Cestillal, y alto en San Felipe, Buenavista y La Honda.

Dada la necesidad de conocer los recursos de agua disponibles en las subcuencas, se recomienda la instalación y operación de estaciones hidrológicas en la mayoría de estas, los cuales aportarían los datos básicos para el conocimiento del régimen de la cuenca del río La Vieja. Se recomienda realizar un censo de usuarios para toda la cuenca del río La Vieja que permita establecer las demandas reales por sus usos respectivos, incluyendo las reglamentaciones y legalización de las concesiones de agua.

Dada la necesidad de conocer los recursos de agua disponibles en las subcuencas, se recomienda la instalación y operación de estaciones hidrológicas en la mayoría de estas, los cuales aportarían los datos básicos para el conocimiento del régimen de la cuenca del río La Vieja.

Se recomienda desarrollar un modelo hidrológico a nivel de microcuencas abastecedoras, teniendo en cuenta que el modelo utilizado está sobreestimando los caudales medios en 30 al 50% aproximadamente. Cabe mencionar que la falencia en cantidad de estaciones hidrológicas, hace que no se pueda desarrollar un modelo a nivel de microcuencas, teniendo en cuenta que no se podría calibrar dicho modelo.

Figura 5.8. Índice de regulación hídrica para la cuenca del río La Vieja. Este estudio, 2017.

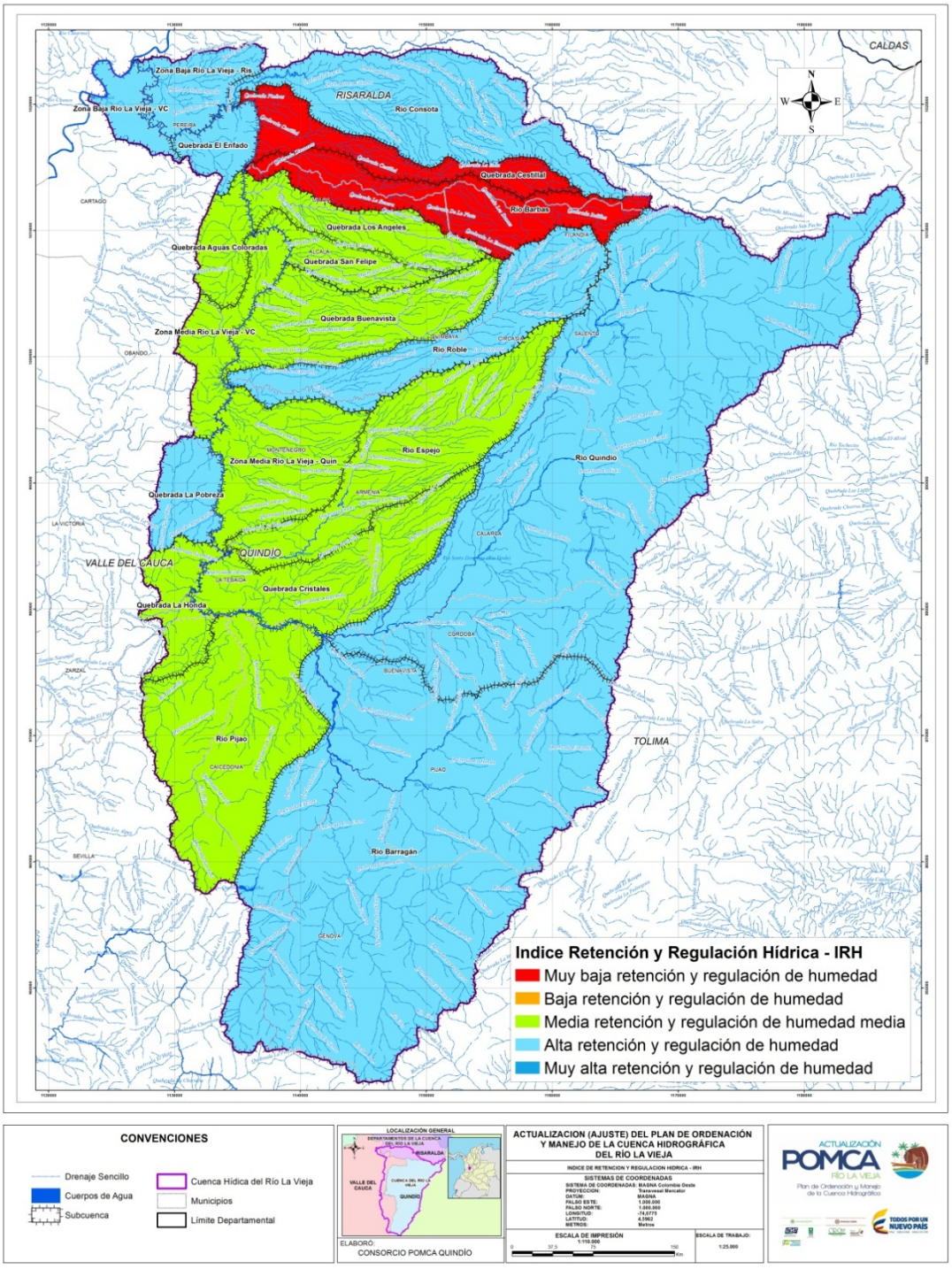


Figura 5.9. Índice de uso del agua IUA condición hidrológica seca – metodología 7Q10 para la cuenca del río La Vieja. Este estudio, 2017.

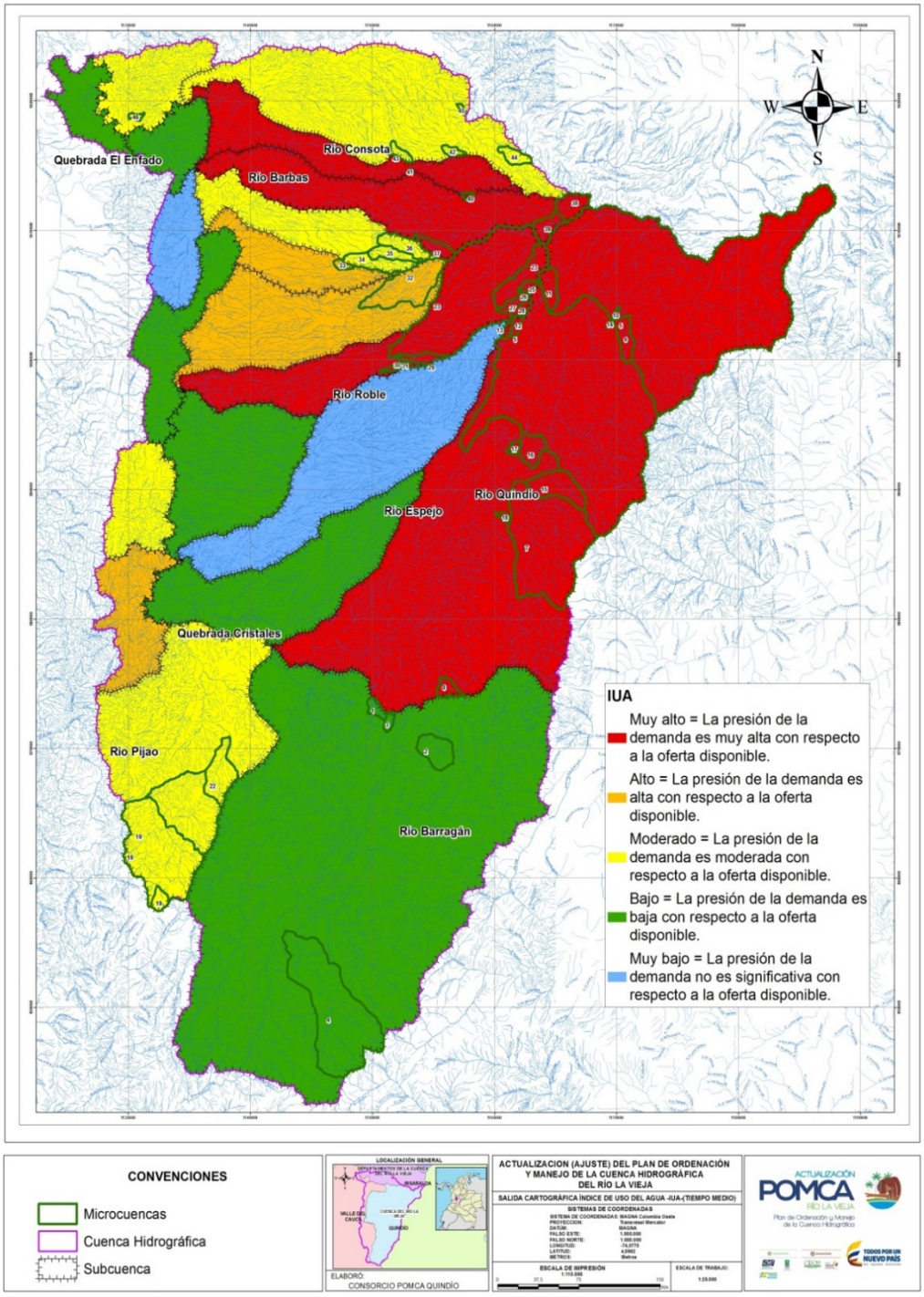
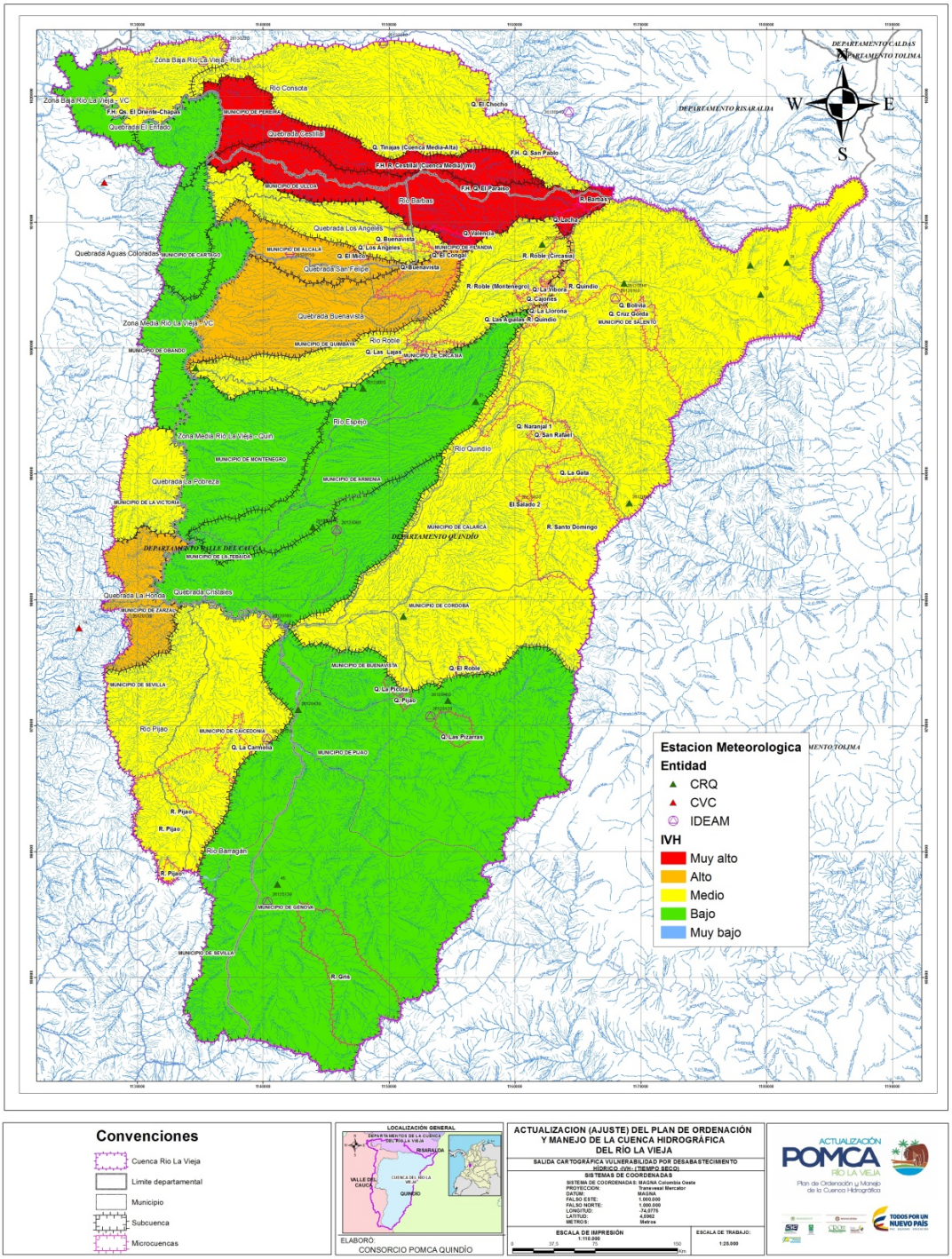


Figura 5.10. Índice de vulnerabilidad al desabastecimiento hídrico para las subcuencas del río La Vieja para la condición hidrológica seca – metodología 7Q10. Este estudio, 2017.



5.2.7 Calidad del agua

Metodología utilizada

La metodología utilizada para la elaboración del estudio de calidad del agua fue la siguiente:

- Recopilación de los estudios e informes sobre calidad del agua, y expedientes sobre vertimientos, disponibles en las Corporaciones (CRQ, CARDER, CVC) sobre los municipios de la cuenca.
- Selección conjunta entre las Corporaciones y el Consultor de los puntos de monitoreo y ejecución de la campaña de muestreo y análisis de laboratorio. Se levantaron los parámetros reportados más adelante, en el desarrollo del informe.
- Procesamiento y análisis de la información secundaria existente y de la levantada en los muestreos del presente estudio.
- Evaluación histórica y actual de la contaminación, mediante el uso de índices ICA y IACAL.

Resultados obtenidos

La zona de estudio tiene establecidos 55 puntos de monitoreo desde el 2011, en 39 de los cuales esta consultoría realizó toma de muestra en el presente estudio para realizar la evaluación de la calidad actual del recurso hídrico; la consultoría recomienda toma de muestras por lo menos dos veces al año, una en época de lluvia y otra en época seca, para poder llevar un histórico de la cuenca que permita desarrollar un seguimiento continuo a la calidad del recurso.

La calidad de agua en la cuenca presenta deterioro debido a que la mayoría de las corrientes son afectadas por la contaminación a partir de diversas fuentes, tales como vertimiento directo de aguas servidas domésticas con escaso tratamiento y su vertimiento directo, aguas mieles, subproductos de explotaciones pecuarias (cría, levante, sacrificio de porcinos y aves), y la agroindustria.

Se resaltan como fuentes importantes contaminadas los ríos Espejo, Consotá, Quindío, Roble, Cristales y la zona baja del río La Vieja Valle del Cauca, siendo el agua residual doméstica la principal fuente de contaminación.

En la actualidad sólo algunos municipios cuentan con algún tipo de tratamiento de aguas residuales encargados de realizar remoción de carga contaminante a las aguas residuales domésticas, cada uno de ellos con diferentes eficiencias y coberturas. No obstante, ciudades como Pereira vierten gran parte de sus aguas residuales al río Consotá

Para evaluar la calidad del agua se calcularon dos indicadores[1]: el índice de calidad del agua ICA y el índice de alteración potencial de la calidad del agua IACAL.

El caso más crítico de calidad de agua para consumo humano lo tiene la población del municipio de Cartago, debido a que el río La Vieja es fuente de abastecimiento y su vez éste recibe las descargas de las doce cabeceras municipales del Quindío, de Alcalá, Ulloa y parte de Pereira, situación que es confirmada por el ICA.

Para el caso de residuos sólidos, la mayor parte de la población urbana de la cuenca está cubierta por el servicio de recolección y disposición, mientras que la población rural tan sólo tiene una cobertura parcial; en el caso de manejo de residuos peligrosos, algunos sectores del Valle dentro de la cuenca carecen de un manejo adecuado.

El análisis de los datos disponibles permite concluir que los parámetros más limitantes en materia de calidad del agua son los coliformes fecales (CF) (incumplimiento del criterio de calidad); esto es debido a los vertimientos de aguas residuales domésticas, tanto urbanas como rurales. Le siguen en importancia los sólidos suspendidos totales (SST) y la demanda bioquímica de oxígeno (DBO5), en relación con los vertimientos domésticos, pero también con los vertimientos agrícolas y la erosión de la cuenca. El parámetro menos limitante, es decir, que cumple los criterios de calidad en la mayor parte de los puntos y muestreos, es el oxígeno disuelto (OD), gracias a la pendiente de los cauces, que favorece una buena oxigenación. En la mayor parte de puntos la tendencia es hacia la estabilidad, es decir, presentan poca variación entre años. En algunos puntos se observa, no obstante, una ligera tendencia hacia el aumento de la contaminación, o hacia una reducción ligera.

Se puede identificar la presencia de conductividades altas a lo largo del río. Los tramos más críticos se presentan en los puntos ID -50 (antes de desembocadura río), ID-46 (Río La Vieja después de desembocadura río Barbas) e ID-24 (río La Vieja entre desembocadura del río Pijao y la quebrada Cristales), con valores de 275 µS/cm. El progresivo aumento por tramos de este parámetro corrobora la contaminación que va recibiendo el río a lo largo de su cauce; al comparar la conductividad con los datos históricos se observa que ésta ha incrementado. Por lo general las aguas superficiales varían de 0,01a 1 uS/cm, pero pueden exceder los 1uS/cm, especialmente en aguas superficiales que reciben una gran cantidad de aguas residuales contaminadas.

En la mayoría de los puntos evaluados del río La Vieja se observan problemas de eutrofización, proceso provocado por un exceso de nutrientes en el agua, principalmente por aportes nitrógeno y fósforo que proceden mayoritariamente de los retornos urbanos, de ciertas instalaciones industriales y del uso creciente de fertilizantes y pesticidas en la agricultura.

[1] La zona de estudio tiene establecidos 55 puntos de monitoreo desde el 2011, en 39 de los cuales esta consultoría realizó toma de muestra en el presente estudio para realizar la evaluación de la calidad actual del recurso hídrico; es recomendable tomar muestras por lo menos dos veces al año, una en época de lluvia y otra en época seca, para poder llevar un histórico de la cuenca que permita desarrollar un seguimiento continuo a la calidad del recurso

En general, los ICA evaluados reflejan el deterioro en la calidad del agua del río, que están fuertemente influenciadas por vertimientos de origen doméstico, industrial y agrícola, ya sea de forma directa o a través de sus ríos tributarios, siendo las variables de mayor incidencia los patógenos y las asociadas a presencia de materia orgánica.

La calidad del agua en la cuenca del río La Vieja muestra su deterioro a medida que las corrientes avanzan en su recorrido, identificándose tres sectores, el primero en las cuencas altas con condiciones propias de aguas de buena calidad; el segundo en las cuencas medias con un aumento en los niveles de patógenos, materia orgánica y nutrientes debido a las descargas de origen doméstico y agropecuario; y el último con valores característicos de aguas superficiales con mayor deterioro en su calidad, asociados principalmente al incremento en las actividades agrícolas, industriales y urbanas en este sector y al manejo inadecuado de las fuentes tributarias, que, además de problemas de contaminación por actividades antrópicas, causan procesos erosivos.

En términos generales, según el ICA[2], predomina en la cuenca la calidad regular de agua, indicadora de una contaminación moderada. De los 39 puntos evaluados, 11 (28%) presentan una calidad aceptable, 26 (67%) presentan una calidad regular y 2 (5%) presentan una calidad mala. Calidades aceptables caracterizan sobre todo los tramos altos de los ríos o quebradas Quindío, Navarco, Barragán, Espejo, Buenavista, Pijao, Consotá, Cestillal y Roble. Condiciones malas se presentan en la quebrada Cristales y en el cauce principal del río La Vieja antes de su desembocadura en el río Cauca, es decir, cuando ha recibido la carga total de la cuenca. Condiciones regulares se observan en todas las subcuencas evaluadas, excepto en el río Navarco, cuyo único punto evaluado presenta calidad aceptable. Lo anterior significa que la contaminación aumenta de la parte alta de la cuenca hacia la parte baja, en la medida en que recibe las cargas domésticas y de las actividades económicas de la cuenca, bajo la influencia de las condiciones hidrológicas del río.

El indicador IACAL[3] muestra que las subcuencas más vulnerables a la contaminación, debido a la importancia de sus cargas (IACAL muy alto), son las de los ríos y/o quebradas Cristales, Espejo, Roble, Buenavista, San Felipe, Ángeles-Naranjo, Consotá y Zona baja de la Vieja Valle del Cauca, los cuales vierten directamente al río La Vieja, en condiciones de caudales medios. No obstante, si se consideran las condiciones de caudales bajos, la mayoría de los ríos se encuentra en condiciones muy críticas; las más afectadas en este caso (IACAL muy alto) son las subcuencas de los ríos y/o quebradas Quindío, Pijao,

[2] El ICA se determina a partir de siete (7) parámetros, a los cuales se les asigna un valor que se extrae de gráficas o ecuaciones de calidad, el cual está en un rango normalizado de 0-1. Estos parámetros son: pH, % de saturación de oxígeno disuelto (OD), demanda química de oxígeno (DQO), sólidos suspendidos totales (SST), conductividad eléctrica (CE), relación nitrógeno total/fósforo total (NT/PT) y coliformes fecales (CF).

[3] El IACAL se calcula tomando en cuenta las cargas contaminantes de sólidos suspendidos totales (SST), demanda bioquímica de oxígeno (DBO5), demanda química de oxígeno (DQO), nitrógeno total (NT) y fósforo total (PT), medidas en t/año, que se generan en la cuenca a partir de los vertimientos de aguas residuales generados por la población, la industria, el sacrificio de ganado, la actividad agrícola como producción de café y otras actividades económicas relevantes que se encuentren dentro de la zona

Cristales, Espejo, Roble, Buenavista, San Felipe, Los Ángeles Naranjo, Barbas, Consotá y Zona baja La Vieja Valle del Cauca; y en condición de IACAL alto se encuentra la quebrada Cestillal.

El análisis conjunto del IACAL y el ICA permite llegar a las siguientes conclusiones a nivel de subcuenca:

Río Quindío. La principal causa de la contaminación en esta subcuenca es la carga doméstica rural y urbana procedente de Salento, Calarcá, Córdoba y parcialmente de Armenia, seguida de la carga del beneficio del café. Su carga total es de 7314,7 t/año, la tercera en importancia entre las demás subcuencas. En todo su recorrido desde Salento hasta su desembocadura, el ICA refleja una calidad regular, excepto en su parte alta (río Navarco), donde presenta una calidad aceptable. Su tributario en su curso bajo, el río Verde, también presenta un ICA regular.

Río Barragán. La principal causa de la contaminación en esta subcuenca es el beneficio del café, seguida del sacrificio de ganado. Su carga total es de 6046,8 t/año, la quinta en importancia. En todo su curso presenta un ICA regular, excepto en su parte alta, donde el ICA es aceptable. Sus tributarios, los ríos lejos y Rojo, también presentan un ICA regular.

Río Pijao. La principal causa de la contaminación en esta subcuenca es la carga doméstica de Caicedonia, seguida de la carga porcícola. Su carga total es de 1862,5 t/ha, la décima en importancia. Presenta ICA aceptable en su desembocadura y regular en su parte media, cerca de Caicedonia.

Quebrada Cristales. La principal causa de contaminación en esta cuenca es la carga doméstica urbana y rural de La Tebaida. Su carga total es de 3211,7 t/año, la octava en importancia. Presenta ICA regular en su desembocadura y malo a su paso por Armenia.

Río Espejo. La principal causa de contaminación de esta subcuenca es la carga doméstica urbana y rural de los municipios de Armenia, Circasia y Montenegro, seguida de la carga porcícola y cafetera. Su carga total es de 31993,5 t/año, la primera en importancia dentro de las subcuencas. Presenta ICA aceptable en su parte alta y regular en su parte baja.

Quebrada La Honda. La principal causa de la contaminación de esta subcuenca es la carga porcícola, seguida de la carga doméstica rural. Su carga total es de 61,1 t/año, la segunda más baja.

Quebrada La Pobreza. La principal causa de contaminación en esta subcuenca es la carga porcícola, seguida de la carga doméstica rural. Su carga total es de 92,7 t/año.

Zona media río La Vieja Quindío. La principal causa de la contaminación en esta subcuenca es la carga del beneficio del café, seguida de la carga doméstica rural. Su carga total es de 369,6 t/año. Presenta ICA regular.

Quebrada Buenavista. La principal causa de la contaminación en esta subcuenca es la carga doméstica rural y urbana de Quimbaya, seguida de la carga cafetera y porcícola. Su carga total es de 3016,4 t/año, la sexta en importancia. Presenta ICA aceptable en su parte alta y regular antes de su desembocadura.

Río Roble. La principal causa de la contaminación en esta subcuenca es la carga porcícola, seguida de la carga cafetera y de la carga doméstica rural y urbana de Filandia. Su carga total es de 2773,9 t/año, la séptima en importancia. Presenta ICA aceptable en su parte alta y regular en su parte media.

Zona media La Vieja Valle del Cauca. La principal causa de la contaminación en esta subcuenca es la carga porcícola, seguida de la carga doméstica rural. Su carga total es de 369,7 t/año. Presenta ICA regular.

Quebrada San Felipe. La principal causa de la contaminación en esta subcuenca es la carga doméstica rural y urbana de Alcalá, seguida de la carga porcícola. Su carga total es de 1121,7 t/año.

Quebrada Aguas Coloradas. La principal causa de la contaminación en esta subcuenca es la carga porcícola, seguida de la carga doméstica rural. Su carga total es de 94,9 t/año.

Quebrada Los Ángeles. La principal causa de la contaminación en esta subcuenca es la carga del beneficio del café, seguida de la carga porcícola. Su carga total es de 814,0 t/año.

Río Barbas. La principal fuente de contaminación en esta subcuenca es la carga porcícola, seguida de la carga doméstica urbana y rural de Ulloa. Su carga total es de 1714,4 t/año, la novena en importancia.

Quebrada Cestillal. La principal causa potencial de contaminación en esta subcuenca es la carga porcícola, seguida de la carga doméstica rural y la carga cafetera. Su carga total es de 831,4 t/año. Presenta ICA aceptable en su parte alta y baja, y regular en su parte media.

Río Consotá. La principal fuente de contaminación potencial de esta subcuenca es la carga doméstica urbana y rural de Pereira, seguida de la carga porcícola y la carga cafetera. Su carga total es de 12677,8 t/año, la segunda en importancia dentro de las subcuencas. Presenta ICA aceptable en su parte alta, antes de Pereira, y regular en su parte media y baja.

Quebrada El Enfado. La principal fuente de contaminación de esta subcuenca es la carga porcícola, seguida de la carga doméstica rural. Su carga total es de 60,6 t/año, la más baja.

Zona baja La Vieja Valle del Cauca. La principal causa de contaminación potencial en esta subcuenca es la carga doméstica urbana y rural de Cartago. Su carga total es de 7473,9 t/año, la cuarta en importancia. El río La Vieja presenta un ICA malo por estar en su tramo final.

Zona baja La Vieja Risaralda. La principal fuente de contaminación potencial en esta subcuenca es la carga cafetera, seguida de la carga porcícola y doméstica rural. Su carga total es de 444,8 t/año. El río La Vieja presenta un ICA malo, por estar en su tramo final.

El ICA y el IACAL están estrechamente relacionados con las cargas vertidas a la red hídrica. En resumen, el total de cargas vertidas se estima en 82.342,3 t/año. De éstas, la subcuenca que aporta la mayor cantidad es El Espejo, con 31.993,5/año, seguida del río Consotá, con 12.677,8/año, y la zona baja Vieja del Valle de Cauca, con 7.473,9 t/año. A su vez, la mayor carga proviene de la demanda química de oxígeno DQO (27.298,5 t/año sin DBO5), seguida de la DBO5 (24.614,3 t/año) y los sólidos suspendidos totales SST (24.229,1 t/año). Entre la DQO y la DBO le aportan 51.912,8 t/año.

La carga neta de contaminantes por vertimientos puntuales que potencialmente llega a los sistemas hídricos de la cuenca proviene principalmente del sector doméstico, seguida del beneficio del café, del sector porcícola y la industria. La materia orgánica es la que más genera carga contaminante, seguida de los sólidos suspendidos y de los nutrientes. Éstos son los que, potencialmente, alcanzan las corrientes hídricas

El caso más crítico de calidad de agua para consumo humano lo tiene la población del municipio de Cartago, debido a que el río La Vieja es fuente de abastecimiento y su vez éste recibe las descargas de las doce cabeceras municipales del Quindío, de Alcalá, Ulloa y parte de Pereira, situación que es confirmada por el ICA.

Para el caso de residuos sólidos, la mayor parte de la población urbana de la cuenca está cubierta por el servicio de recolección y disposición, mientras que la población rural tan sólo tiene una cobertura parcial; en el caso de manejo de residuos peligrosos, algunos sectores del Valle dentro de la cuenca carecen de un manejo adecuado.

Figura 5.11. Distribución del ICA por subcuenca y punto de muestreo

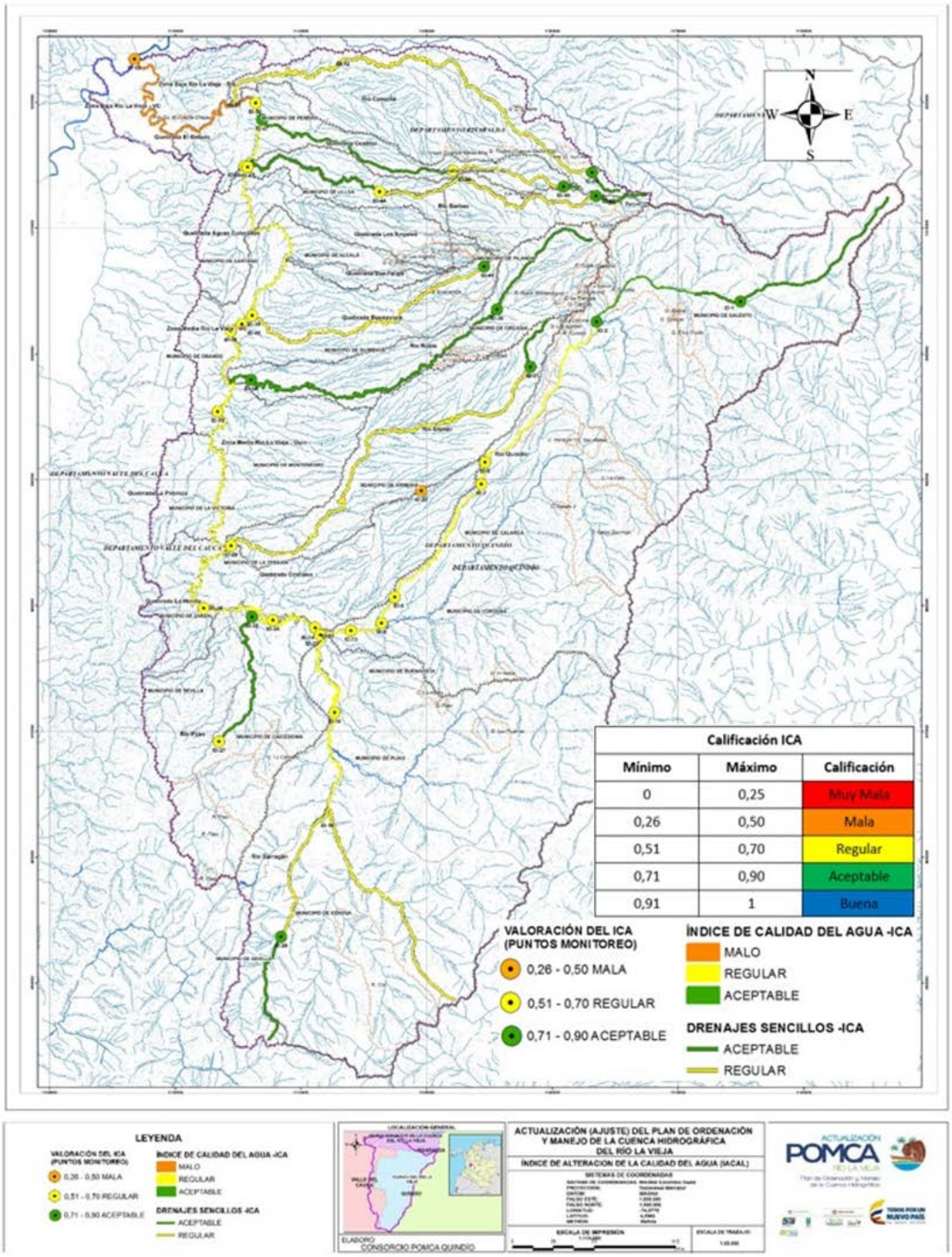
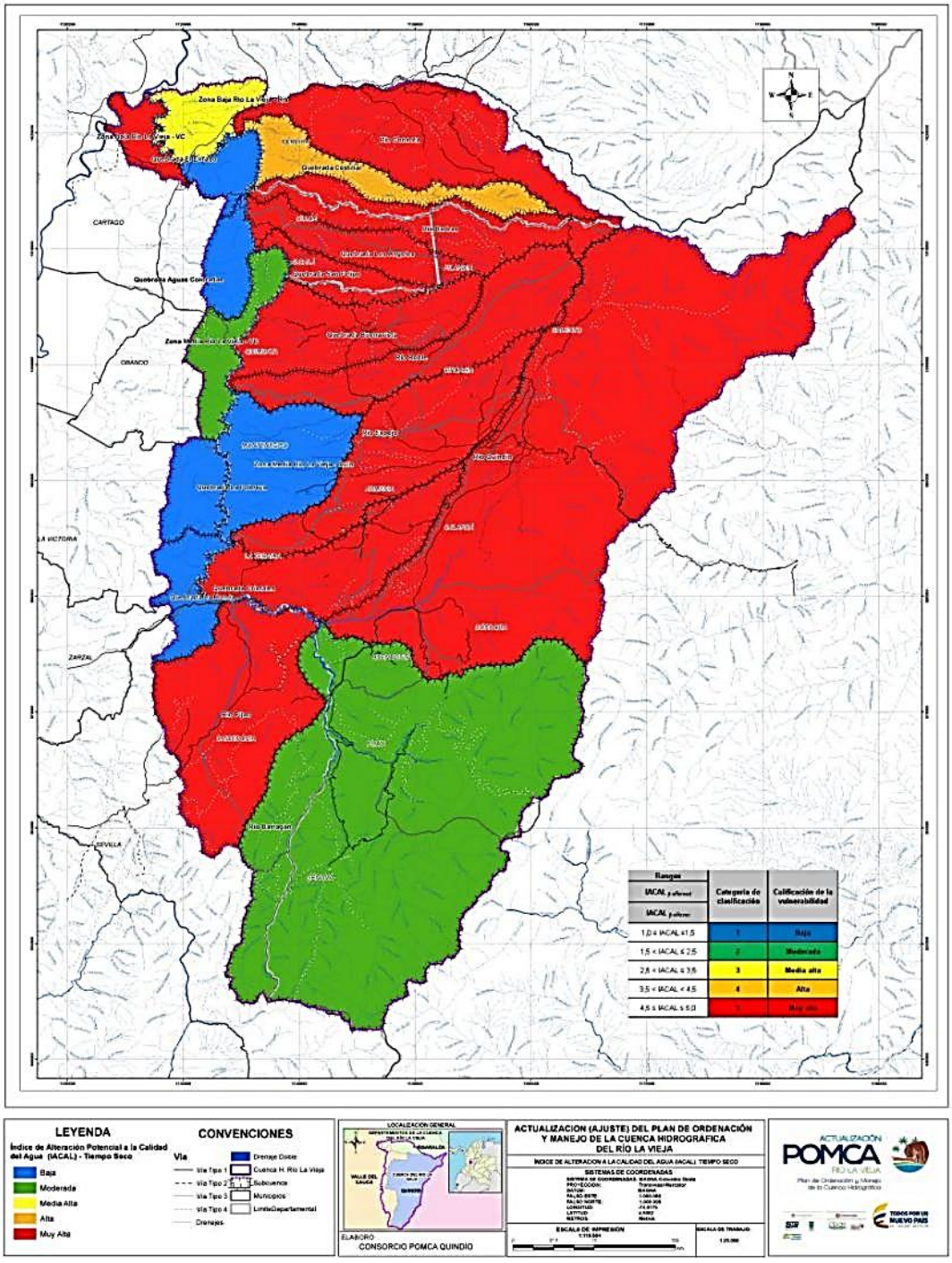


Figura 5.12. Índice de alteración potencial de la calidad de agua (IACAL) (T/año/ millón m3) en tiempo seco



5.2.8 Capacidad de uso de las tierras

Metodología utilizada

La elaboración del mapa e informe de geomorfopedología (suelos) de la cuenca hidrográfica del río La Vieja se realizó en tres fases: (1) recopilación y análisis de la información temática producida por el IGAC en los departamentos de Quindío (65,89% de la cuenca) y Valle del Cauca (21,15% de la cuenca); (2) levantamiento propio de la información de suelos en el municipio de Pereira, departamento de Risaralda (8,14% de la cuenca), ante la ausencia de información disponible a escala 1:25.000; y (3) Integración de las capas temáticas y elaboración del informe técnico.

A continuación se especifican las fases del proceso metodológico:

Fase 1 Recopilación y análisis de información secundaria

El capítulo con la descripción de las unidades cartográficas de suelos, junto con la leyenda temática elaborada por el IGAC en los estudios semidetallados de suelos, constituyeron la base o insumo primario de información relacionada con el tema.

En el *shapefile* de suelos se encuentran las características físicas, químicas y mineralógicas de cada unidad de suelos de acuerdo con el ambiente morfogenético en el que se han desarrollado, así como la descripción de los perfiles modales que representan las unidades de suelos y los resultados de los análisis de laboratorio de tipo físico, químico y mineralógico.

El identificador o símbolo cartográfico de cada unidad de suelos consta de dos o tres letras mayúsculas que indican la clase de unidad cartográfica, una o varias letras minúsculas que indican la fase cartográfica (pendiente, afectación por inundación o encharcamiento, pedregosidad, remoción en masa) y un dígito numérico que indica el grado de erosión hídrica.

El llenado de la *geodatabase* se realizó de acuerdo con el orden establecido en la plantilla que señalan los alcances técnicos del proyecto: Paisaje y ambiente morfogenético, clima ambiental, tipo de relieve, forma del terreno, material parental, UCS y componentes taxonómicos, perfil modal y su porcentaje de participación, características de los suelos, símbolo, fases y área de cada unidad de suelos.

Fase 2 Levantamiento propio de la información de geomorfopedología (suelos) en el municipio de Pereira

La elaboración del mapa e informe de geomorfopedología (suelos) de la zona de influencia del municipio de Pereira o AET siguió los siguientes pasos:

- Obtención del *shapefile* y de la *geodatabase* de geomorfología con fines edafológicos elaborado previamente por el Consultor.

- Reconocimiento de suelos en campo a través de observaciones de identificación (cajuela) y de comprobación (barrenaje), descripción de perfiles modales y toma de muestras para análisis de laboratorio. Los resultados de los análisis de laboratorio permitieron complementar la clasificación taxonómica de los suelos a nivel de familia y disponer de información cuantitativa de sus características físico-químicas.

- Asignación de símbolos cartográficos a las unidades de suelos, conservando la nomenclatura establecida por IGAC para el Valle del Cauca. La caracterización del componente edáfico cobró importancia en el proceso de correlación de las unidades geomorfopedológicas para evitar la multiplicidad de unidades innecesarias.

- Llenado de información en la *geodatabase* de acuerdo con el orden establecido en la plantilla que señalan los alcances técnicos del Fondo de Adaptación.

- Descripción de unidades de suelos de la zona de influencia del municipio de Pereira o AET, siguiendo la secuencia jerárquica por clima ambiental, paisaje y ambiente morfogenético, tipos de relieve y formas del terreno.

Trabajo de campo en el área de influencia del municipio de Pereira

Durante el trabajo de campo se realizaron observaciones de identificación (cajuela) y de comprobación (barrenaje) de los suelos en cada una de las geoformas. Para el caso del tipo de relieve de lomas con sus formas de terreno de cimas y laderas altas, medias y bajas, se realizó una observación de suelos en cada una de estas posiciones geomorfológicas a fin de conocer el contenido pedológico en cada forma del terreno.

Como no se trata de realizar el estudio semidetallado de suelos del municipio de Pereira, sino conocer el patrón de distribución de los suelos en las distintas posiciones geomorfológicas, para establecer la capacidad de uso con fines de ordenamiento de cuencas, se procedió en forma similar con todas las demás unidades geomorfológicas; es decir, se realizó al menos una (1) observación de suelos de identificación (cajuela) en cada forma del terreno.

El consultor realizó el levantamiento de información de suelos en un área de 23.189 ha. (8,14% del total de la cuenca), para lo cual estableció un área piloto de 2.785 ha y un área de extrapolación de 20.404 ha. En el área piloto se realizaron 25 observaciones de suelos (cajuelas) y en la zona de extrapolación se realizaron 34 observaciones de suelos (cajuelas).

Una vez conocido el patrón de distribución de los suelos, se determinaron los sitios de muestreo de los suelos representativos. Se realizó la descripción detallada de 18 perfiles modales de suelos, integrados en su conjunto por 69 capas u horizontes, a los cuales se tomó igual número de muestras para análisis físico-químicos y 44 muestras para análisis de densidad real y aparente hasta una profundidad de 60 cm.

Para el caso en que las formas del terreno presentes en las geoformas del municipio de Pereira fueron similares a las formas de terreno de las geoformas de los departamentos de Valle o del Quindío, y dichas formas de terreno ya están caracterizadas con calicata en los estudios de suelos realizados por el IGAC, se tomó como representativo dicho perfil modal ya que la técnica de extrapolación así lo permite.

Fase 3 Integración de las capas temáticas y elaboración del informe técnico

La integración de las dos fuentes de información: primaria con el levantamiento propio en la zona de influencia del municipio de Pereira, y secundaria, a partir de los estudios de suelos del IGAC en Quindío y Valle del Cauca, se realizó con las siguientes actividades:

- Unión de *shapefiles* con el software ArcGIS. Ajuste de polígonos de "cuerpos de agua" resultantes del traslape de los dos estudios en el cauce del río La Vieja, límite departamental entre Quindío y Valle. Ajuste de polígonos temáticos en el perímetro de la cuenca del río La Vieja, con absorción de los polígonos inferiores a 1 ha. por la unidad geomorfológica más cercana.

- Asignación de símbolos temáticos a los vacíos cartográficos resultantes del empalme de los dos estudios, entre los municipios de Génova y Sevilla, por correlación de unidades de suelos, mediante la técnica de interpretación de imágenes de sensores remotos (*Rapideye y Google Earth*).

- Empalme de polígonos temáticos entre Ulloa, Alcalá y Filandia, por correlación de unidades de suelos, mediante la técnica de interpretación de imágenes de sensores remotos (*Rapideye y Google Earth*).

- Ajuste de polígonos en contacto con el río Barbas, límite departamental entre Risaralda, Quindío y Valle, teniendo como guía inmodificable el cauce del río trazado en la cartografía básica del IGAC a escala 1:25.000.

- Unión del *shapefile* de suelos de Quindío y Valle del Cauca con el *shapefile* de suelos del área de influencia del municipio de Pereira, departamento de Risaralda.

- Empalme de información de las dos *geodatabase* generadas previamente y obtención de la versión unificada.

- Elaboración de la leyenda temática unificada de la cuenca hidrográfica con la siguiente estructura: Paisaje y ambiente morfogenético, clima ambiental, tipo de relieve, forma del terreno, material parental, UCS y componentes taxonómicos, perfil modal y su porcentaje de participación, características de los suelos, símbolo, fases y área de cada unidad de suelos.

- Elaboración de la síntesis de las características físico-químicas de los perfiles modales representativos de cada una de las 130 unidades cartográficas de suelos, de las cuales se derivan las potencialidades y las limitaciones para el uso de las tierras.

- Elaboración de las salidas gráficas a escala 1:25.000 de acuerdo con los requerimientos de los alcances técnicos del Fondo de Adaptación, 2014.

Resultados obtenidos

En la cuenca hidrográfica del río La Vieja se presentan 23.215,70 ha de tierras (8,15% de la cuenca), pertenecientes a la clase agrológica 2, catalogadas como las de mayor calidad en la cuenca para implementar proyectos agrícolas de alta productividad y con bajo riesgo de deterioro ambiental. Se localizan principalmente sobre los relieves planos a ligeramente ondulados del paisaje de piedemonte en los municipios de Calarcá, Quimbaya, Montenegro, Armenia, La Tebaida, Filandia y Pereira, y sobre las terrazas aluviales y vallecitos interlomares de Cartago.

Estas tierras cuentan con las siguientes condiciones favorables para su explotación económica: topografía plana a ligeramente ondulada, distribución regular y suficiente de lluvias, capa vegetal gruesa, altos contenidos de materia orgánica, alta capacidad de retención de humedad, buen drenaje y adecuada disponibilidad de nutrientes para las plantas

La vocación de uso de las tierras clase 2 es la agricultura con cultivos transitorios intensivos (CTI) y permanentes intensivos (CPI) propios del clima templado húmedo. Requieren prácticas muy sencillas de manejo y conservación de suelos como labranza con maquinaria bajo condiciones de óptima humedad de los suelos y con los pases de rastrillo mínimos para prevenir la degradación de la estructura de los suelos y evitar el inicio de los procesos erosivos.

Las tierras de la clase 3 abarcan 13.494,36 ha (4,74% de la cuenca) y presentan limitaciones ligeras de uso agrícola en función de la topografía ondulada del terreno, o por texturas moderadamente gruesas o una relación Ca/Mg invertida a más de 50 cm de profundidad de algunos vallecitos intramontanos de Caicedonia o por el drenaje imperfecto o la profundidad efectiva moderadamente superficial en zonas de glacis y de terrazas bajas del río La Vieja.

Estas limitaciones exigen prácticas de manejo y conservación de suelos dirigidas a prevenir la degradación de la estructura de los suelos y evitar el inicio de los procesos erosivos (en zonas onduladas); o canales de drenaje para evacuar el agua en exceso y bajar los niveles de humedad dentro del suelo en áreas de drenaje imperfecto; o mantener la cobertura vegetal para evitar pérdida de agua por evaporación en áreas con texturas moderadamente gruesas.

Las tierras de la subclase 3p se localizan en el paisaje de lomerío de los municipios de Buenavista, Pijao y Sevilla y en la parte terminal del paisaje de piedemonte de los municipios de Alcalá y Ulloa. Su vocación de uso son los cultivos transitorios semiintensivos (CTS) propios de los climas templado húmedo y cálido húmedo.

Las prácticas de manejo y conservación de suelos para las tierras de la clase 3 deben estar dirigidas a realizar labranza con maquinaria bajo condiciones de óptima humedad de los suelos y con los pases de rastrillo mínimos para prevenir la degradación de la estructura de los suelos y evitar el inicio de los procesos erosivos.

En las unidades de tierra con drenaje imperfecto (subclase 3hs) es necesario construir canales de drenaje para evacuar el agua en exceso y bajar los niveles de humedad dentro del suelo, mientras que en las áreas con texturas moderadamente gruesas, se debe mantener la cobertura vegetal para evitar pérdida de agua por evaporación.

Las tierras de la clase 4 abarcan 43.299,67 ha (15,20% de la cuenca) y presentan una amplia gama de factores limitantes para el uso del suelo. El factor limitante principal y de carácter permanente lo constituye la inclinación del terreno con pendientes que varían del 12 al 25%; pero también pueden aparecer limitaciones como la relación Ca/Mg invertida en los 50 cm superficiales y con alta acidez a causa de la saturación de aluminio del 30 al 60% en el complejo de cambio; o limitaciones físicas como la presencia de fragmentos rocosos del 15 al 35% por volumen, o texturas muy finas con contenidos de arcilla superiores al 60% y/o pedregosidad en 3 al 15% de la superficie del suelo, y/o la erosión.

La vocación de uso de las tierras de la subclase 4p son los cultivos permanentes intensivos (CPI) en el grupo de manejo 4p-3 y los sistemas mixtos agrosilvopastoriles (AGS, ASP) que combinen cultivos, bosques y ganadería en los grupos de manejo 4p-2 y 4p-4. Requieren prácticas de manejo tales como siembra en contorno, fertilización según el tipo de cultivo, labranza mínima en condiciones óptimas de humedad de los suelos y rotación de potreros sin sobrecarga de ganado.

Al interior de los suelos de la clase 4 se presentan limitaciones relacionadas con sus características químicas y físicas (subclase 4s). Las limitaciones de carácter químico están asociadas con la relación Ca/Mg invertida en los 50 cm superficiales y con la alta acidez por causa de la saturación de aluminio del 30 al 60% en el complejo de cambio. Las limitaciones de carácter físico se relacionan con la presencia de fragmentos rocosos del 15 al 35% por volumen, las texturas muy finas con contenidos de arcilla superiores al 60% y la pedregosidad que cubre del 3 al 15% de la superficie del suelo.

La ganadería con pastoreo semiintensivo (PSI) es el uso recomendado para las tierras con limitaciones moderadas dentro del suelo por las inundaciones frecuentes y de larga duración (subclase 4h).o el drenaje imperfecto y las texturas muy finas (subclase 4hs). No obstante, se recomienda monitorear la frecuencia y duración de las inundaciones y analizar la posibilidad de construir muros o diques de contención para el control de las mismas.

Los suelos que presentan erosión moderada, relación Ca/Mg invertida o alta acidez por la saturación de aluminio (4pes-3, 4pes-4), son aptos para establecer sistemas agrosilvícolas (AGS). Tal actividad requiere el diseño de programas de fertilización

acordes con el tipo de cultivo a fin de balancear y mejorar la disponibilidad de los nutrientes requeridos por cada cultivo.

Las tierras de las subclases 4e, 4pe y 4pes son aptas para establecer sistemas agrosilvícolas que combinen cultivos permanentes y bosque productor (AGS). En estas unidades de tierra es importante iniciar los programas de seguimiento y control que mitiguen el avance de los procesos de erosión o de remoción en masa.

La vocación de uso de las tierras de la clase 4 son los cultivos permanentes intensivos (CPI) y los sistemas mixtos agrosilvopastoriles (AGS, ASP) que combinen cultivos, bosques y ganadería, con prácticas de manejo tales como siembra en contorno, fertilización según el tipo de cultivo, labranza mínima en condiciones óptimas de humedad de los suelos y rotación de potreros sin sobrecarga de ganado, en las tierras donde el limitante es la pendiente, las condiciones químicas o la erosión; o la ganadería con pastoreo semiintensivo (PSI), en las tierras con limitaciones moderadas por inundaciones frecuentes y de larga duración, drenaje imperfecto o texturas muy finas.

Las tierras de clase 5 ocupan apenas 251,73 ha (0,09% de la cuenca), localizadas en algunos pequeños y angostos vallecitos intramontanos o intracolinares de la cuenca media y baja, cuyo uso se ve limitado por la amenaza de avenidas torrenciales y por la presencia de bloques y piedras de variado tamaño en el perfil. Para mejorar las condiciones de uso se requiere hacer inversiones fuertes en defensa contra las avenidas y en el retiro de los bloques y piedras. Por tanto su uso se limita a la ganadería de tipo extensivo (PEX).

Las tierras de la clase 6 son la que ocupan la mayor área dentro de la cuenca hidrográfica del río La Vieja, con 76.581,33 ha, que representan el 26,87% de la cuenca, y se encuentran indistintamente en los relieves fuertemente quebrados de los paisajes de montaña, piedemonte y lomerío. Las limitaciones de uso en este grupo de tierras se deben a la topografía del terreno con pendientes del 25 al 50%, o a las condiciones climáticas extremas por bajas temperaturas o por precipitación pluvial excesiva, o a las inundaciones y/o encharcamientos frecuentes y de muy larga duración, o a características adversas en el suelo de tipo químico o físico.

Las limitaciones de uso en este grupo de tierras se deben a la topografía del terreno con pendientes del 25 al 50% (subclase 6p), las condiciones climáticas extremas por bajas temperaturas o por precipitación pluvial excesiva (subclase 6c), las inundaciones y/o encharcamientos frecuentes y de muy larga duración (subclase 6hs) y las características adversas en el suelo de tipo químico o físico (subclase 6s).

Las tierras de la subclase 6p se localizan en las laderas de montaña que estructuran la vertiente oriental y occidental de la cuenca, los taludes de disección del abanico fluvio-volcánico de Armenia-Pereira y los lomeríos distribuidos de manera irregular en la cuenca. La vocación de uso de las tierras de la subclase 6p son los sistemas agrosilvícolas (AGS) que combinen cultivos transitorios o permanentes con bosque productor.

Las tierras inundables de la clase 6 localizadas en las vegas y sobrevegas de los ríos Quindío, Espejo y Roble y en los vallecitos intramontanos de Génova, tienen aptitud para ganadería con pastoreo extensivo (PEX); no obstante, se recomienda monitorear la frecuencia y duración de las inundaciones y analizar la posibilidad de construir muros o diques de contención para el control de las mismas.

Las tierras de la subclase 6s con suelos muy superficiales por causas físicas, como la presencia de capas cementadas o fragmentos rocosos, son aptas para pastoreo extensivo (PEX). Si el limitante de profundidad es de tipo químico, como la extrema acidez (6ps-2), se pueden establecer sistemas agrosilvopastoriles (ASP) que combinen cultivos transitorios, bosque productor y ganadería semiintensiva, para lo cual se recomienda neutralizar la acidez con cales según el tipo de suelo así como diseñar programas de fertilización tendientes a balancear y mejorar la disponibilidad de nutrientes para los cultivos.

Las tierras clase 6 con pedregosidad superficial del 3 al 15% o mayor son aptas para establecer sistemas mixtos agrosilvopastoriles (AGS, ASP) y, a discreción del propietario, ver la posibilidad de removerlas y confinarlas o darles el uso adecuado.

Las tierras ubicadas sobre la vertiente oriental de la cuenca del río La Vieja donde las condiciones climáticas son extremas debido a las bajas temperaturas (8 a 12°C) o a la precipitación pluvial excesiva, se clasifican en los grupos de manejo 6c-1 y 6pc-1. Estas tierras son aptas para establecer sistemas forestales de producción (FPD) en la alta montaña donde la altitud oscila entre 3.000 y 3.600 msnm.

Las tierras de la clase 6, afectadas por procesos de erosión hídrica o de remoción en masa en grado moderado, clasificadas en las subclases 6pe, 6pec, 6pes y 6pesc, tienen aptitud para establecer sistemas forestales de producción (FPD) con especies vegetales propias de los climas cálido seco, cálido húmedo, templado húmedo, templado muy húmedo, frío húmedo, frío muy húmedo y muy frío muy húmedo. Para el uso sostenible de estas tierras se recomienda dar inicio a los programas de seguimiento y control que mitiguen el avance de los procesos de erosión o de remoción en masa y al diseño y construcción de las obras ingenieriles para la conducción de aguas superficiales.

En general, la vocación de uso de estas tierras son los sistemas agrosilvícolas (AGS) que combinen cultivos transitorios o permanentes con bosque productor, en zonas donde el limitante principal sea la pendiente; o la ganadería con pastoreo extensivo (PEX) en zonas inundables y/o con capas cementadas o fragmentos rocosos; o sistemas agrosilvopastoriles (ASP) que combinen cultivos transitorios, bosque productor y ganadería semiintensiva, con adecuada neutralización de la acidez y fertilización balanceada, en áreas con limitaciones químicas y/o pedregosidad; o sistemas forestales de producción (FPD) en áreas con limitaciones climáticas de frío, sequía o extrema humedad

Las tierras de la clase 7 ocupan 76.762,47 ha, que representan el 26,94% de la cuenca, y se presentan con mayor frecuencia en el paisaje de montaña y en menor proporción en el paisaje de piedemonte. La limitante principal para el uso sostenible de estas tierras es el relieve moderadamente escarpado con pendientes del 50 al 75% (subclase 7p).

Las tierras de la subclase 7p que pertenecen al clima cálido húmedo, templado húmedo o frío húmedo, tienen aptitud para establecer especies forestales del bosque protector (FPR). Se deben implementar medidas intensas de conservación de suelos tales como control de la erosión, conducción de aguas superficiales, siembra en contorno, labranza manual y fertilización por sitio acorde con los cultivos.

Las tierras de la subclase 7c localizadas en altitudes de 3.600 a 4.200 msnm, abarcan los ecosistemas de páramo y son áreas de conservación y protección de las fuentes de agua y los recursos naturales asociados. Las tierras degradadas por causa de la erosión hídrica en grado severo, clasificadas en la subclase 7pe, requieren la implementación de programas conservacionistas para su restauración (CRE) con el fin de que los ecosistemas alterados retornen a su condición de equilibrio natural.

En general, la vocación de uso de estas tierras es el bosque protector (FPR), con medidas intensivas de conservación de suelos tales como control de la erosión, conducción de aguas superficiales, siembra en contorno, labranza manual y fertilización por sitio acorde con los cultivos; en áreas de paramo la vocación es la conservación y protección, y en áreas degradadas la restauración (CRE).

Las tierras de la clase 8 ocupan un área de 42.073,54 ha, que representan el 14,76% de la cuenca. Agrupan las tierras de extrema inclinación del terreno con pendientes superiores al 75% que impiden cualquier tipo de actividad económica. Su vocación es la conservación de los recursos naturales, con adecuada vigilancia y control por parte de las autoridades ambientales para garantizar el cumplimiento de la normatividad existente.

El mapa de capacidad de uso se transformó en mapa de usos principales propuestos, de acuerdo con la matriz de decisión de la Guía para POMCAs del MADS.

Se observa que los sistemas forestales protectores (FPR) y las áreas para la conservación y/o para la recuperación de la naturaleza (CRE) presentan la mayor participación en la cuenca con 115.178,27 ha, que representan el 40,42% del área total. Las áreas para cultivos de tipo transitorio y permanente cubren un área de 65.538,75 ha, que representan el 23% de la cuenca. Los sistemas mixtos de tipo agrosilvopastoril (AGS, ASP, SPA) siguen en importancia con una participación de 57.802,29 ha, que representan el 20,28% de la cuenca. Los sistemas forestales productores (FPD) cubren un área de 30.312,71 ha, que representan el 10,64% del área total. Finalmente, la ganadería semi-intensiva y extensiva cubre un área de 6.846,78 ha, que equivalen al 2,40% del área total de la cuenca. Los cuerpos de agua naturales y las zonas urbanas representan el 3,26% de la cuenca.

Figura 5.13. Mapa de capacidad de uso de las tierras según la clase agrológica (Fuente: Este estudio).

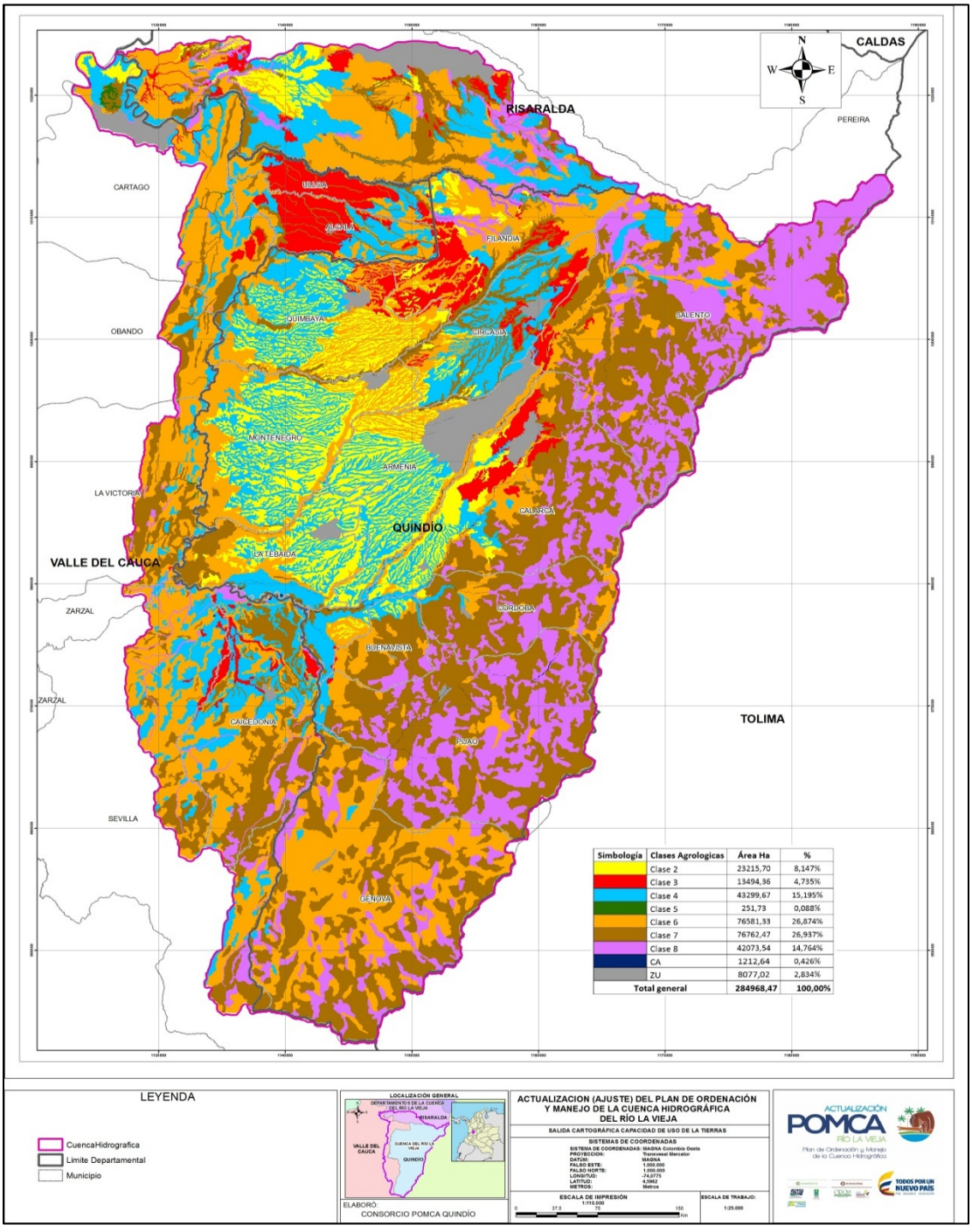
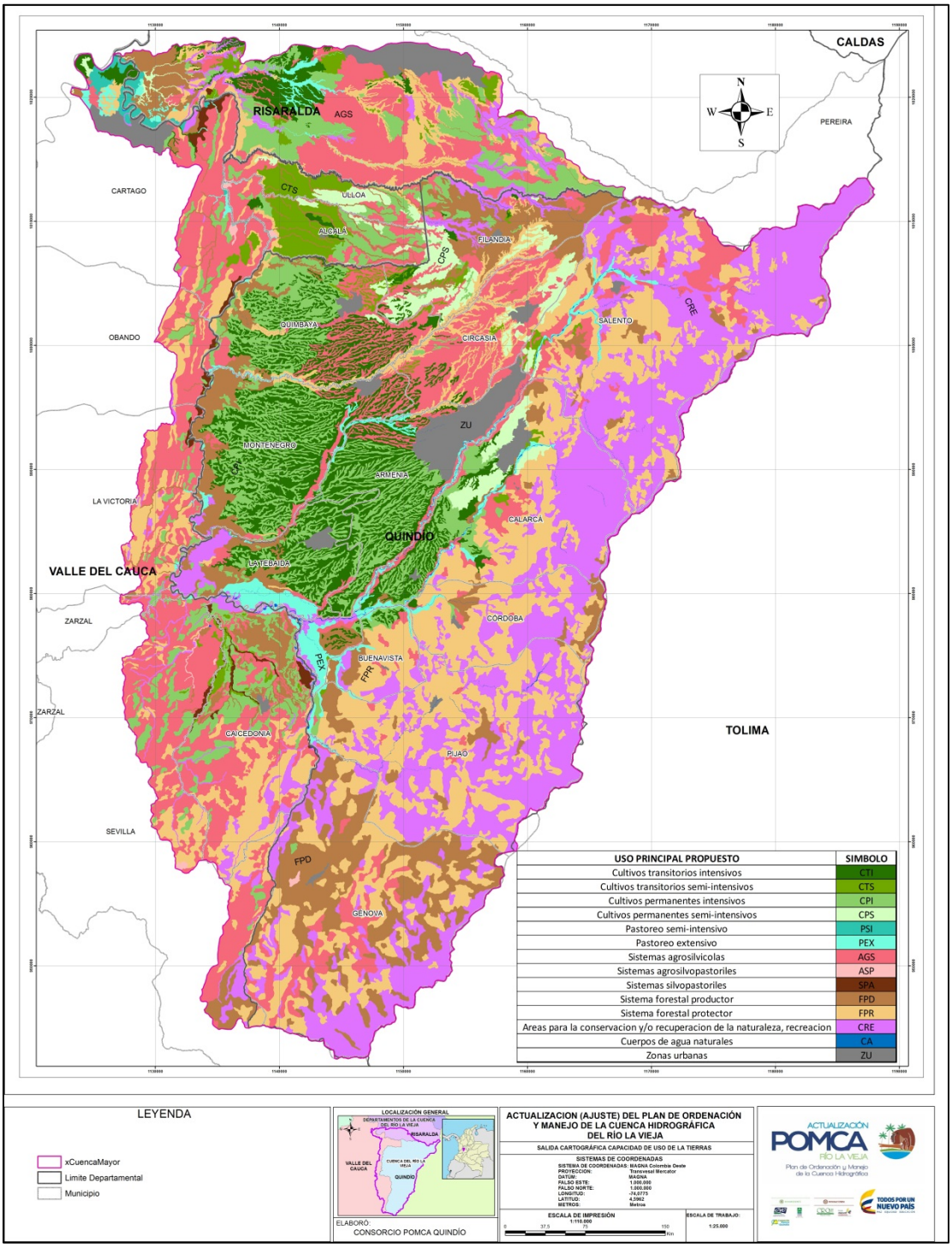


Figura 5.14. Mapa de unidades de usos principales propuestos para la cuenca.



5.2.9 Cobertura vegetal y uso del suelo

Metodología utilizada

Metodología coberturas de tierra y usos de suelo

La metodología abarcó los siguientes pasos:

1) Fotointerpretación sobre imágenes de satélite RapidEye de la cobertura vegetal actual. Para efectos de cartografía se utilizó la clasificación Corine Land Cover, adaptada a escala 1:25.000.
2) Comprobación de campo de las unidades de fotointerpretación.
3) Transformación del mapa de cobertura vegetal en mapa de uso actual del suelo, para lo cual se utilizaron los criterios que aparecen descritos más adelante, en el texto correspondiente.

La clasificación Corine Land Cover es la recomendada por el IGAC para los levantamientos de cobertura vegetal, y se puede resumir así:

La metodología Corine Land Cover consta de cinco (5) grandes clases de cobertura de la tierra y quince (15) subclases. Las clases y subclases contempladas en la clasificación general son las siguientes:

1. Territorios artificializados
   1.1. Zonas urbanizadas
   1.2. Zonas industriales o comerciales y redes de comunicación
   1.3. Zonas de extracción minera y escombreras
   1.4. Zonas verdes artificializadas, no agrícolas

2. Territorios agrícolas
   2.1. Cultivos anuales o transitorios
   2.2. Cultivos permanentes
   2.3. Pastos
   2.4. Áreas agrícolas heterogéneas

3. Bosques y áreas seminaturales
   3.1. Bosques
   3.2. Áreas con vegetación herbácea o arbustiva
   3.3. Áreas abiertas sin o con poca vegetación

4. Áreas húmedas
   4.1. Áreas húmedas continentales
   4.2. Áreas húmedas costeras

5. Superficies de agua
   5.1. Aguas continentales
   5.2. Aguas marítimas

Estas clases y subclases son apropiadas para escala 1:100.000. Para escala 1:25.000, hubo necesidad de contemplar subdivisiones en subclases y grupos, para una especificidad mayor. En el texto correspondiente se presentan las clases empleadas para la cartografía 1:25.000.

Metodología para el cálculo de índices e indicadores

Se calcularon los indicadores de tasa de cambio de cobertura naturales (TCCN), vegetación remanente (IVR) y presión demográfica (IPD) y los índices de fragmentación (IF), ambiente crítico (IAC) y estado actual de las coberturas naturales, de acuerdo a la metodología de MADS (2013). La tabla 5-2 muestra las formulas y procedimientos de cálculo para cada uno de los índices y en la sección de resultados se muestran los diferentes posibles resultados para cada uno, con sus diferentes rangos de interpretación.

Tabla 5-2. Fórmula, variables y unidades de cada uno de los indicadores calculados. Elaborado a partir de MADS, (2013).

Indicador	Formula	Variables y unidades
Indicador de tasa de cambio de las coberturas de la tierra (TCCN)	TCCN= (Ln ATC_2 – Ln ATC_1) * 100 / (t_2 – t_1)	TCCN: Tasa de cambio de las coberturas naturales en (%) ATC_2: Área total de la cobertura en el momento dos (o final). ATC_1: Área total de la cobertura en el momento uno (o inicial) (t_2 – t_1): Número de años entre el momento inicial (t_1) y el momento final (t_2) Ln logaritmo natural.
Indicador Vegetación Remanente (IVR)	IVR = (AVR / At) * 100	AVR: es el área de vegetación remanente. AT: es el área total de la unidad, en kilómetros cuadrados o hectáreas.
Índice de Fragmentación (IF)	IF = psc / (ps/cs*16) * (ps/16)	psc: celdillas sensibles conectadas ps: celdillas sensibles cs: complejos sensibles 16: ajustar la formula con este valor
Indicador Presión Demográfica (IPD)	IPD = d*r	D = Densidad poblacional r = tasa de crecimiento
Índice de ambiente crítico (IAC)	Matriz construida con el IVR y el IPD	Se muestra la matriz en la sección de resultados.
Índice del estado actual de las coberturas naturales	Se integra la calificación de los indicadores e índices: IVR, TCCN, IF e IAC, cada uno de estos tiene un peso de 25%, valor máximo de la suma de indicadores = 80.	Las variables son cada uno de los indicadores, unidad en valor absoluto.

Resultados obtenidos

La cobertura vegetal actual de la cuenca está dominada por las coberturas agrícolas (cultivos y pastos), que representan el 61,64% de su territorio. Le siguen en importancia las coberturas de bosques y áreas seminaturales, con 33,93%. Los territorios artificializados ocupan el tercer lugar, con el 3,62%, y finalmente, las áreas húmedas y las superficies de agua, con el 0,10 y el 0,72% respectivamente. Entre las áreas agrícolas, las más importantes son las de pastos, con el 31,09%, seguido por los cultivos permanentes, con el 19,53%, por las áreas agrícolas heterogéneas, con el 9,77%, y por los cultivos transitorios, con apenas el 1,24%; entre los cultivos permanentes se destaca el café, con el 10,06% de la cuenca. Entre los bosques y áreas seminaturales, la cobertura más importante es la de bosques, con el 23,21%, seguida por las áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva, con el 10,27%, y por las áreas abiertas con o sin vegetación, con el 0,43%. Entre los bosques, los más importantes son el bosque ripario arbolado latifoliado (8,90%), el bosque ripario de guadua (2,43%), el bosque ripario mixto (2,27%) y el bosque denso bajo de tierra firme (2,83%). Entre las áreas seminaturales, las más importantes son la vegetación secundaria o en transición (5,20%), los arbustales (3,18%) y los herbazales (1,91%).

El análisis multitemporal de los últimos 60 años muestra una leve reducción en los territorios agrícolas y en los bosques y áreas seminaturales, mientras aumentaron los territorios artificializados, las áreas húmedas y las superficies de agua.

En cuanto al estado actual de las coberturas naturales se puede concluir que la cuenca del río La Vieja no presenta una reducción significativa de las coberturas naturales a partir de 1950, sin embargo la cuenca ha sido medianamente transformada y presenta crecimiento poblacional excesivo que se ve reflejado en un estado de conservación bajo y presiones fuertes.

El indicador de tasa de cambio de coberturas naturales con un valor de -0.006% muestra como las coberturas naturales se han reducido muy poco a partir del año 1950. El índice de vegetación remanente muestra que la totalidad de la cuenca ha sido Medianamente Transformada (MT) ya que 33% de la totalidad de la cuenca presenta coberturas naturales. El indicador de presión demográfica dio como resultado un crecimiento excesivo por lo tanto es una amenaza a la sostenibilidad y por ende el índice de ambiente critico da como resultado un estado en peligro, es decir baja conservación, presiones fuertes y sostenibilidad con probabilidades medias a bajas de persistencia en los próximos 15 años.

De acuerdo con la matriz de decisión de la Guía para POMCAs del MADS, el mapa de cobertura vegetal se transformó en mapa de uso actual del suelo, como se muestra en el mapa adjunto. Se observa que, a nivel de toda la cuenca, el uso individual actual más importante es el de protección (32,01%), seguido del pastoreo intensivo (22,71%) y los cultivos permanentes semi-intensivos (17,96%). No obstante, tomando grupos de usos, el más extendido sigue siendo el de protección (incluidos los cuerpos de agua naturales) con

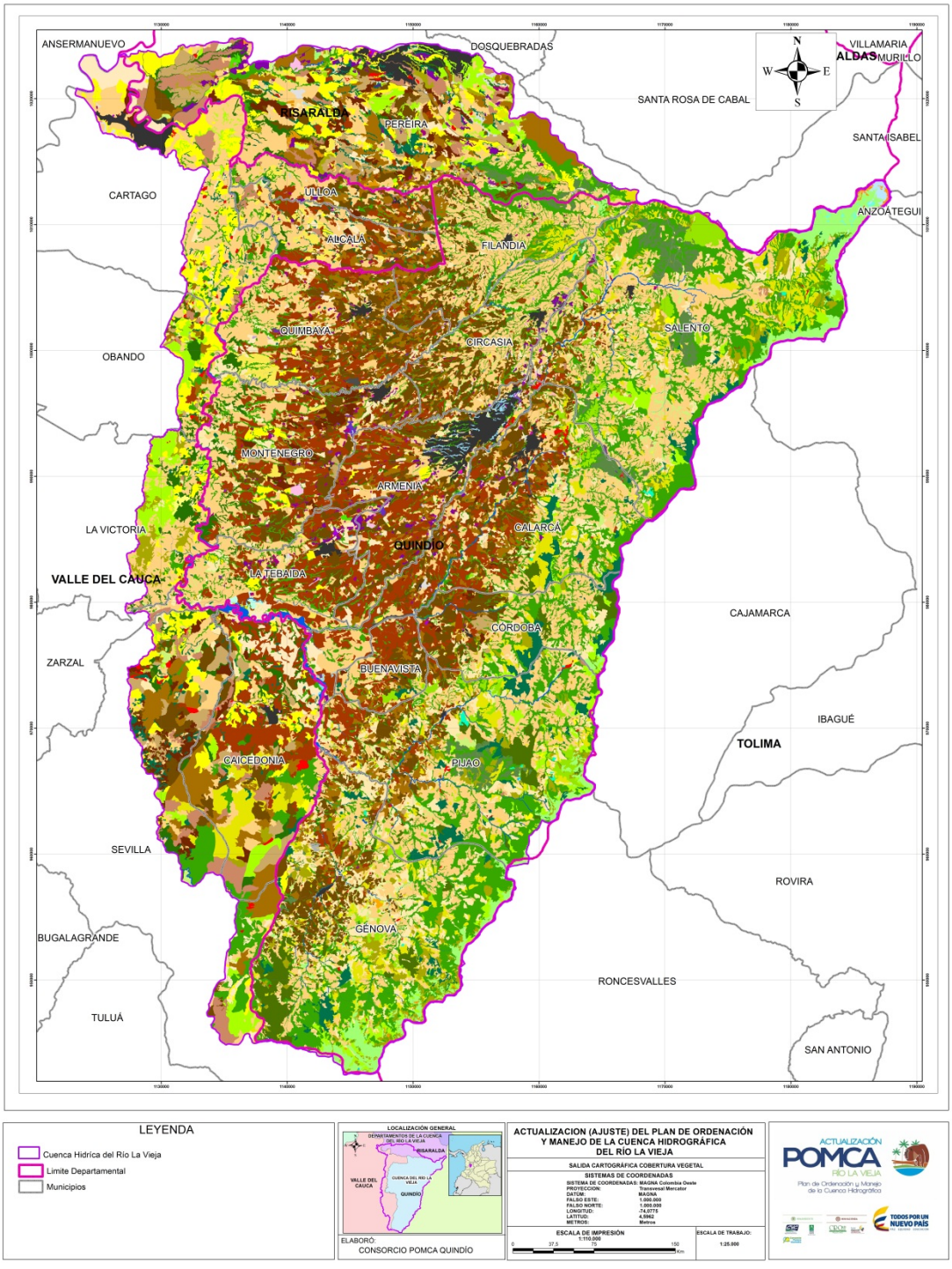
el 32,72%, seguido muy de cerca por el pecuario con el 31,09%, el agrícola con el 24,11%, los usos combinados (mosaicos) con el 6,43% y los de producción forestal con el 1,65%. En total, los usos destinados a producción agropecuaria y forestal suman el 63,29% de la cuenca, frente al 32,72% en uso de protección. Los demás usos abarcan el 3,99% de la cuenca, de los cuales el más importante es el residencial (urbano y suburbano), con el 1,89%.

De lo anterior se desprende que el POMCA debe buscar por lo menos mantener la importancia del uso de protección en cerca de la tercera parte de la cuenca (32,72%), y propender por ampliarlo aprovechando el área destinada a usos combinados agrosilvopastoriles (6,43%).

La superposición de los mapas de uso actual y uso principal propuesto (ver capacidad de uso) permitió elaborar el mapa de conflictos de uso del suelo. Se observa que un poco menos de la mitad de la cuenca (el 48,60%) presenta un uso adecuado, es decir, un equilibrio entre uso actual y uso potencial. En subuso se encuentra una significativa proporción, el 8,12%, mientras que en sobreuso se encuentra el 39,66%. En el resto del área (3,61%) no son aplicables los criterios de conflictos de uso. En el sobreuso, es importante destacar el sobreuso severo alcanza el 20,45% de la cuenca, es decir un poco más de la quinta parte de su superficie.

En consecuencia con lo anterior, el POMCA debe buscar en el mediano y largo plazo revertir la situación de sobreuso, sobre todo del moderado y severo, logrando que la población adopte usos y sistemas de uso más acordes con la capacidad de uso del suelo. El sobreuso severo afecta sobre todo las áreas aptas para Sistemas forestales protectores (FPR) y las áreas para la conservación y/o recuperación de la naturaleza, recreación (CRE), localizadas preferencialmente en las zonas de mayor pendiente de las laderas medias y altas de la cordillera Central, a causa principalmente del pastoreo intensivo y extensivo; el sobreuso moderado afecta sobre todo los sistemas agrosilvícolas (AGS), sistemas agrosilvopastoriles (ASP), sistemas silvopastoriles (SPA), sistema forestal productor (FPD), en las laderas medias y bajas de la cordillera Central y en las colinas y zonas de relieve fuerte de la vertiente occidental del río La Vieja (Valle), a causa principalmente del pastoreo intensivo, y los cultivos permanentes semi-intensivos y el pastoreo extensivo. El subuso, por su parte, afecta sobre todo las mejores tierras de la cuenca, aptas para cultivos transitorios intensivos (CTI), cultivos transitorios semi-intensivos (CTS), cultivos permanentes intensivos (CPI), y pastoreo semi-intensivo (PSI), usadas en actividades menos intensivas (pastoreo extensivo, plantaciones forestales productoras, usos mixtos agrosilvopastoriles o similares). El uso adecuado se extiende en su mayor parte en las zonas de relieve suave a moderadamente ondulado de la parte central de la cuenca, en el abanico entre Caicedonia y Pereira y entre el río La Vieja y las estribaciones de la cordillera Central.

Figura 5.15. Mapa de cobertura vegetal de la cuenca.



LEYENDA

LOCALIZACIÓN GENERAL

ELABORÓ:
CONSORCIO POMCA QUINDÍO

ACTUALIZACION (AJUSTE) DEL PLAN DE ORDENACIÓN Y MANEJO DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO LA VIEJA

LEYENDA COBERTURA VEGETAL

SISTEMAS DE COORDENADAS

ESCALA DE IMPRESIÓN
1:110.000

ESCALA DE TRABAJO:

ACTUALIZACIÓN POMCA RÍO LA VIEJA
Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica

Figura 5.16. Mapa de uso actual de la tierra.

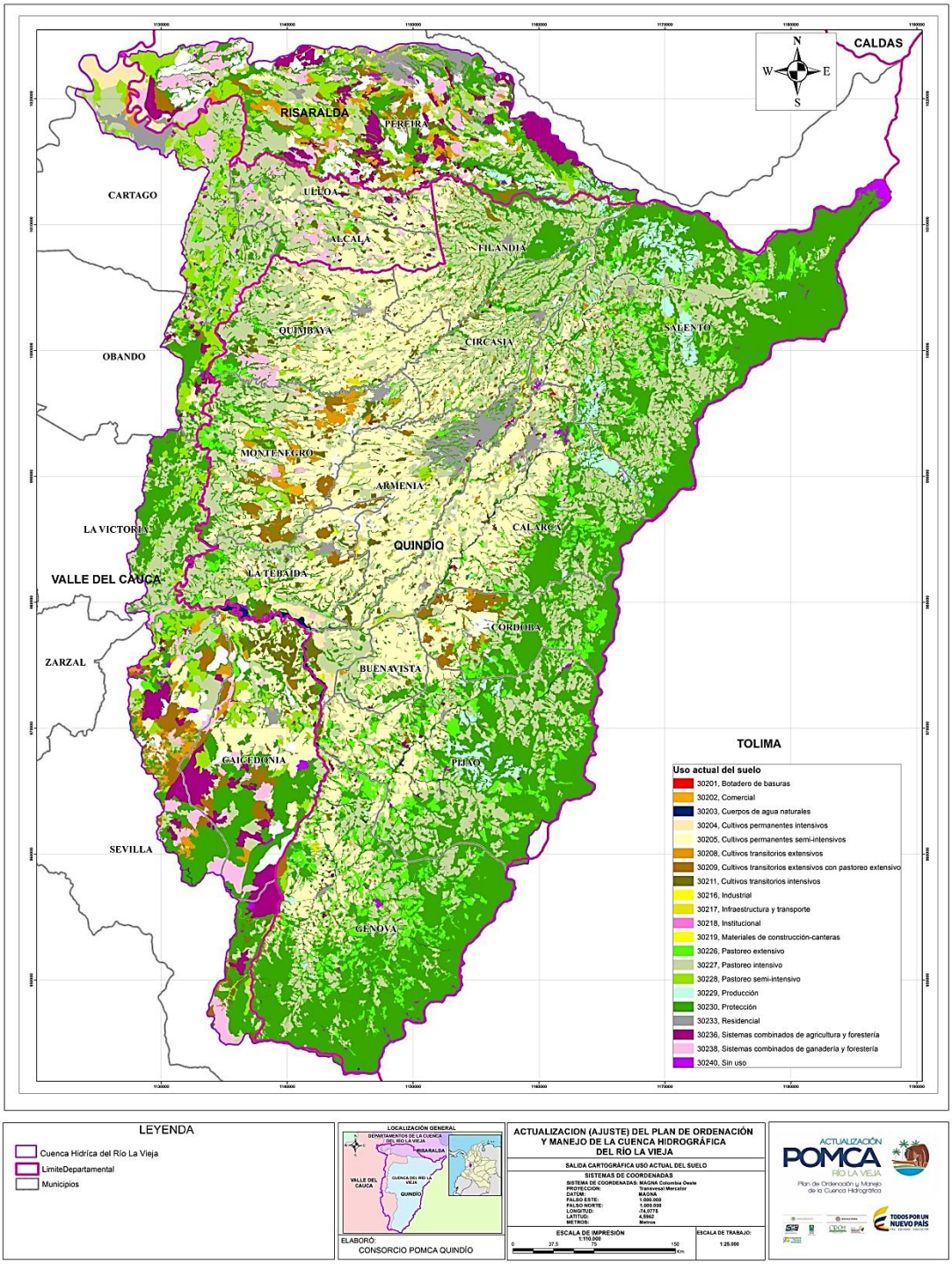
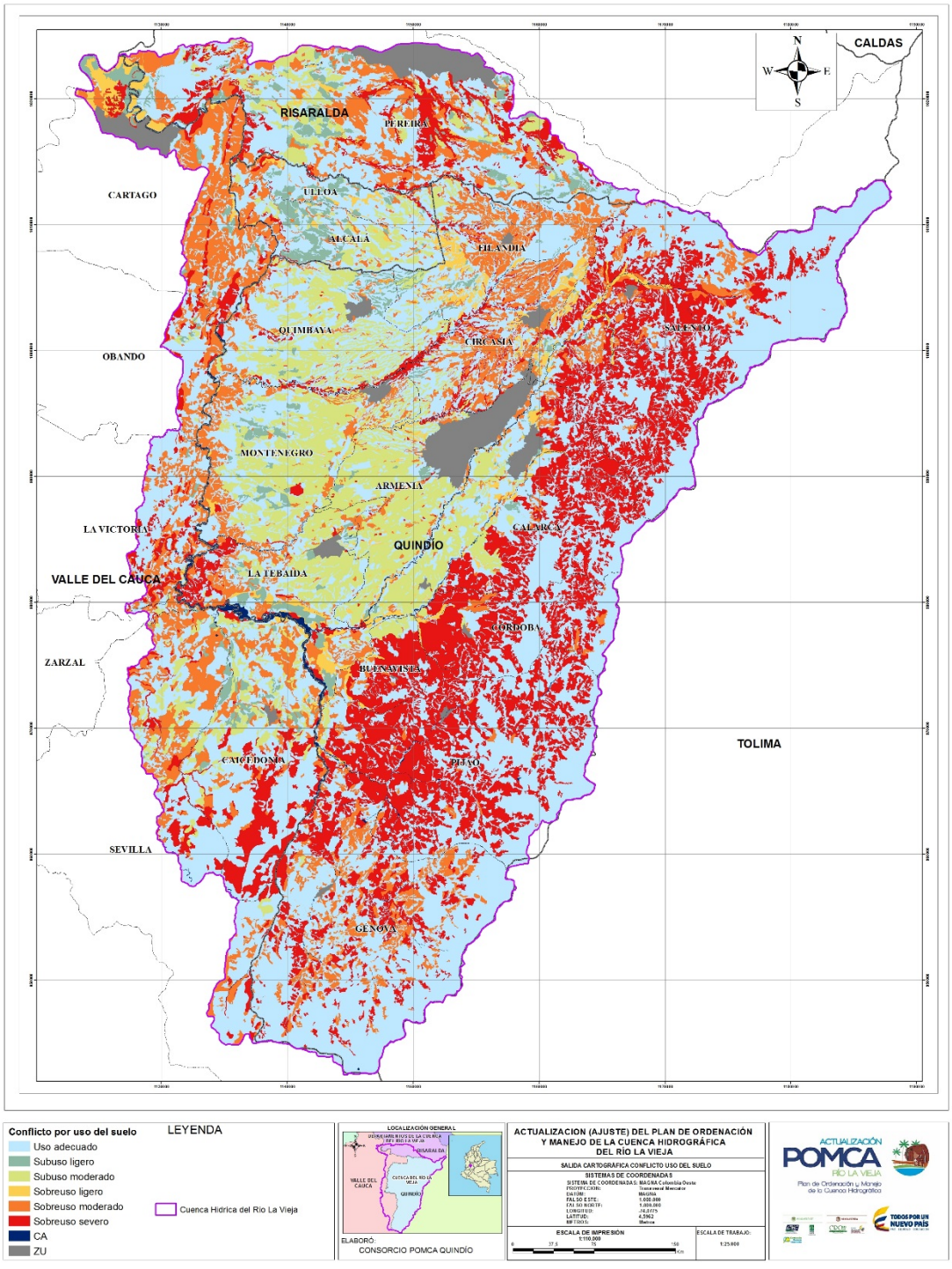


Figura 5.17. Mapa de conflictos por uso del suelo. Epam S.A., 2017.



5.2.10 Fauna

Metodología utilizada

Aves

El inventario de *aves* se realizó mediante una evaluación ecológica rápida en 33 parcelas distribuidas a lo largo de la cuenca hidrográfica del río La Vieja. Se aplicaron dos técnicas: censo general por el área y registros auditivos, ambas sugeridas por Villareal *et al* (2004). Se establecieron recorridos generales para observar y escuchar las aves en las parcelas previamente definidas por el componente de flora. Los muestreos se realizaron en dos jornadas al día, el primero de 6:30 am hasta las 9:30 am y el segundo desde las 4:30 pm hasta que oscureciera.

Todos los registros se anotaron en una bitácora donde se escribe la fecha, el nombre científico, el número de individuos, de ser posible se distingue entre machos y hembras y de ser necesario observaciones importantes como anidación, reproducción, alimentación, etc. Al mismo tiempo se tuvieron en cuenta las especies que presenten alguna categoría de amenaza, algún nivel de endemismo, que sean exóticas o invasoras y que presenten importancia sociocultural o económica.

Ubicación de las parcelas: Las parcelas utilizadas para la caracterización de aves fueron las mismas utilizadas en la caracterización de vegetación y flora. En la sección 13.5.2 Metodología del capítulo 13 de la Fase de Diagnóstico del presente proyecto (Cobertura vegetal y flora) se explica en detalle la justificación para la selección de las parcelas. En la Tabla 5-3 y la Figura 5-1 se muestran la ubicación y características principales de las parcelas muestreadas.

Censos generales: Las observaciones se realizaron utilizando binoculares Bushnell 10X42 y para su identificación se utilizó la Guía de las Aves de Colombia de Hilty y Brown (1986) y la Guía de Campo de las aves de Colombia de McMullan *et al.* (2011). De igual forma hasta donde fue posible se realizó un registro fotográfico con una cámara Nikon COOLPIX P600.

Registros auditivos: Se descargaron las vocalizaciones de las aves presentes en el departamento del Quindío (Arbeláez *et al,* 2011) de la base de datos de vocalizaciones mundial XenoCanto, con las que se compararon las vocalizaciones escuchadas durante los recorridos generales.

El esfuerzo de muestreo se evaluó por medio de una curva de rarefracción de especies complementado con el estimador de riqueza Chao 1 utilizando el programa PAST 3.14 (Hammer *et al*, 2001).

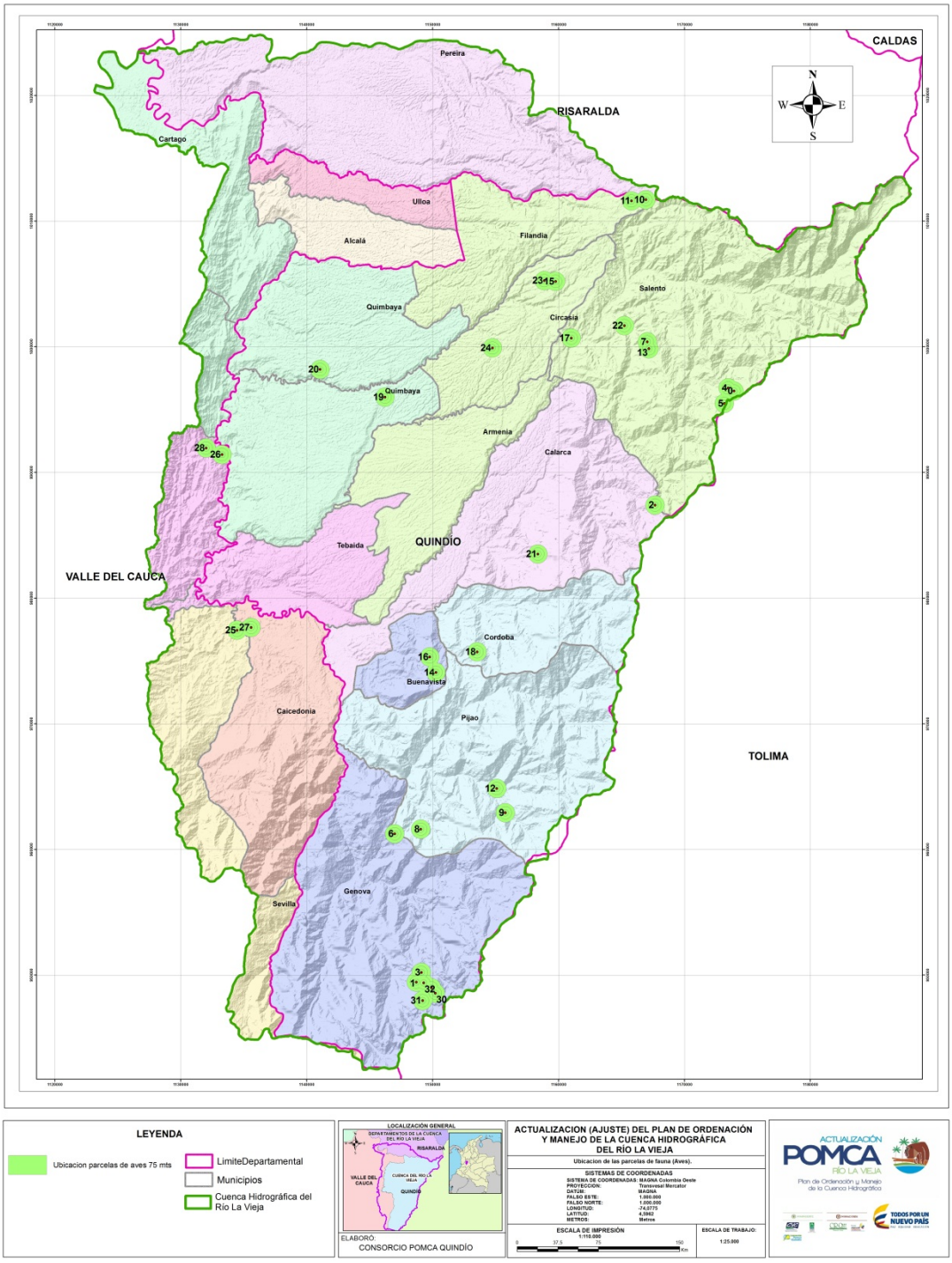
Tabla 5-3. Parcelas de muestreo para los muestreos de aves, corresponden a las mismas parcelas de la caracterización de vegetación y flora (Cuatrecasas, 1958). Epam. S.A., 2017.

Formaciones vegetales	Cobertura vegetal	Parcela	Altura	X (Este)	Y (Norte)
Selva subandina	Bosque	1	1.731	1161003,45	1000627,92
		2	2.201	1167036,03	1003394,83
		4	2.019	1153513,87	975669,707
		7	2.300	1149053,16	961558,694
		8	2.150	1146988,38	961167,999
		9	1.629	1149761,84	975253,619
		11	1.855	1159740,06	1005127,46
		23	2.379	1155747	962853,693
	Bosque ripario	10	1.776	1158840,89	1005192
		17	1.162	1133270,59	991362,974
	Cultivos	6	1.863	1165208,3	1001610,02
		19	1.121	1135557,78	977607,362
		20	1.223	1141062,14	998123,34
		33	1.810	1158328,83	983443,91
	Pastos	12	1.635	1154733,62	999841,126
		16	1.199	1131982,12	991891,762
		18	1.068	1134470,15	977384,382
		21	1.331	1146194,11	995942,502
		24	2.140	1155088,29	964799,295
		25	2.257	1166819,13	1011414,32
		26	2.136	1165775,55	1011555,89
	Vegetación secundaria	3	2.253	1167176,89	999766,799
		5	1.780	1150241,47	974026,69
Selva Andina	Bosque	13	3.215	1173922,21	996407,287
		22	3.137	1167635,73	987334,088
		30	3.381	1148696,42	949379,845
		32	3.224	1149083,81	950165,835
	Pastos enmalezados	15	3.297	1173158,35	995432,15
Paramo	Zona Pantanosa	14	3.147	1173466,52	996660,729
	Arbustal	29	3.475	1149198,7	947898,511
		31	3.521	1149274,02	949336,577
	Herbazal denso de tierra firme no arbolado	27	3.618	1149896,68	948917,312
		28	3.737	1150219,49	948486,478

Mamíferos

Para *mamíferos*, se realizó una búsqueda de información secundaria mediante la revisión de los diferentes Planes de Manejo, trabajos de investigación, notas ecológicas, inventarios de la fauna presente en las diferentes reservas del eje cafetero.

Figura 5-1. Ubicación de las parcelas de muestreo de aves distribuidas en toda la cuenca del río La Vieja. Epam S.A., 2017.



Así mismo, trabajos de grado presentes en las universidades del eje cafetero, reportes de distribución disponibles en las bases de datos de la Universidad del Quindío, Universidad del Tolima, CRQ, CARDER, CVC, Corporación Bosque Montano, GEOMA, ORQUIDEA, SIB Colombia, la resolución 0192 de 2014 del MADS, entre otras.

Gracias a la extensa información secundaria existente para este grupo, fue posible realizar una caracterización adecuada de la mastofauna de la cuenca la vieja por medio de la revisión de la información bibliográfica. La Guía Técnica para la formulación de los planes de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas, en su anexo A. Diagnóstico, para la caracterización de fauna menciona: *"En áreas donde es deficiente la información secundaria se propone realizar muestreos con base en la metodología de evaluación ecológica rápida"* (MADS, 2013), lo cual no aplica para el caso en estudio, ya que la literatura fue amplia y suficiente para cumplir los objetivos propuestos; fue posible obtener un listado adecuado de las especies de mamíferos de la cuenca y a partir de este se determinaron las especies endémicas y en categorías de amenaza.

Herpetos

Para *herpetos*, se realizó una caracterización de anfibios y reptiles mediante una EER aplicada en 25 predios distribuidos a lo largo de la cuenca hidrográfica del río La Vieja (Tabla 5-4) (Figura 5-2), aplicando la búsqueda directa e indirecta de individuos mediante las metodologías propuestas por Heyer *et al*. (2001) y Angulo *et al.* (2006).

Teniendo en cuenta la determinante CPQ-CE-237-2016-CRQ, se establecieron 25 transectos de 50x4 m (200 m^2) distribuidas sobre el área de influencia de la cuenca del río La Vieja, abarcando 12 coberturas vegetales (Ver capítulo 14 Diagnóstico – Fauna, Tabla 14.1, Anexo 3 y Anexo 4). Cada transecto fue muestreado en una campaña por un investigador en horarios diurnos (08:00-11:00) y nocturnos (19:00-22:00), registrándose el esfuerzo de muestreo en unidades de tiempo (horas/persona) para un total de 6 horas/hombre/día.

Tabla 5-4. Descripción de los puntos de muestreo del componente herpetológico (Fuente: Este estudio; Fernández C., 2016).

Parcela	Municipio	Coordenadas Y (Norte)	Coordenadas X (Este)	Altitud (m.s.n.m.)
1	Génova	949375,2393	1148697,97	3381
2	Génova	950068,8557	1149149,99	3256
3	Génova	949312,9074	1149267,268	3521
4	Córdoba	975677,0793	1153512,934	2019
5	Córdoba	974030,692	1150245,471	1780
6	Génova	948486,4734	1150217,024	3737
7	Génova	961557,1521	1149050,083	2300
8	Génova	961184,5386	1146957,811	2150
9	Córdoba	975255,4508	1149755,358	1629

Parcela	Municipio	Coordenadas Y (Norte)	Coordenadas X (Este)	Altitud (m.s.n.m.)
10	Circasia	999836,821	1154731,777	1635
11	Circasia	1005195,39	1158844,893	1776
12	Circasia	1005131,762	1159742,515	1855
13	Salento	996407,6027	1173925,911	3215
14	Salento	996661,3379	1173463,74	3147
15	Salento	995417,3972	1173156,837	3297
16	Sevilla	977604,2866	1135555,938	1121
17	Sevilla	977389,5985	1134466,133	1068
18	Calarcá	987341,7524	1167627,081	3143
19	Montenegro	995943,1163	1146194,108	1331
20	Génova	948923,1544	1149899,443	3618
21	Génova	947898,8112	1149194,382	3475
22	Génova	949349,2578	1148777,917	3367
23	Pijao	962858,609	1155746,992	2379
24	Pijao	964797,1512	1155091,995	2140
25	Filandia	1011677,853	1166909,816	2265

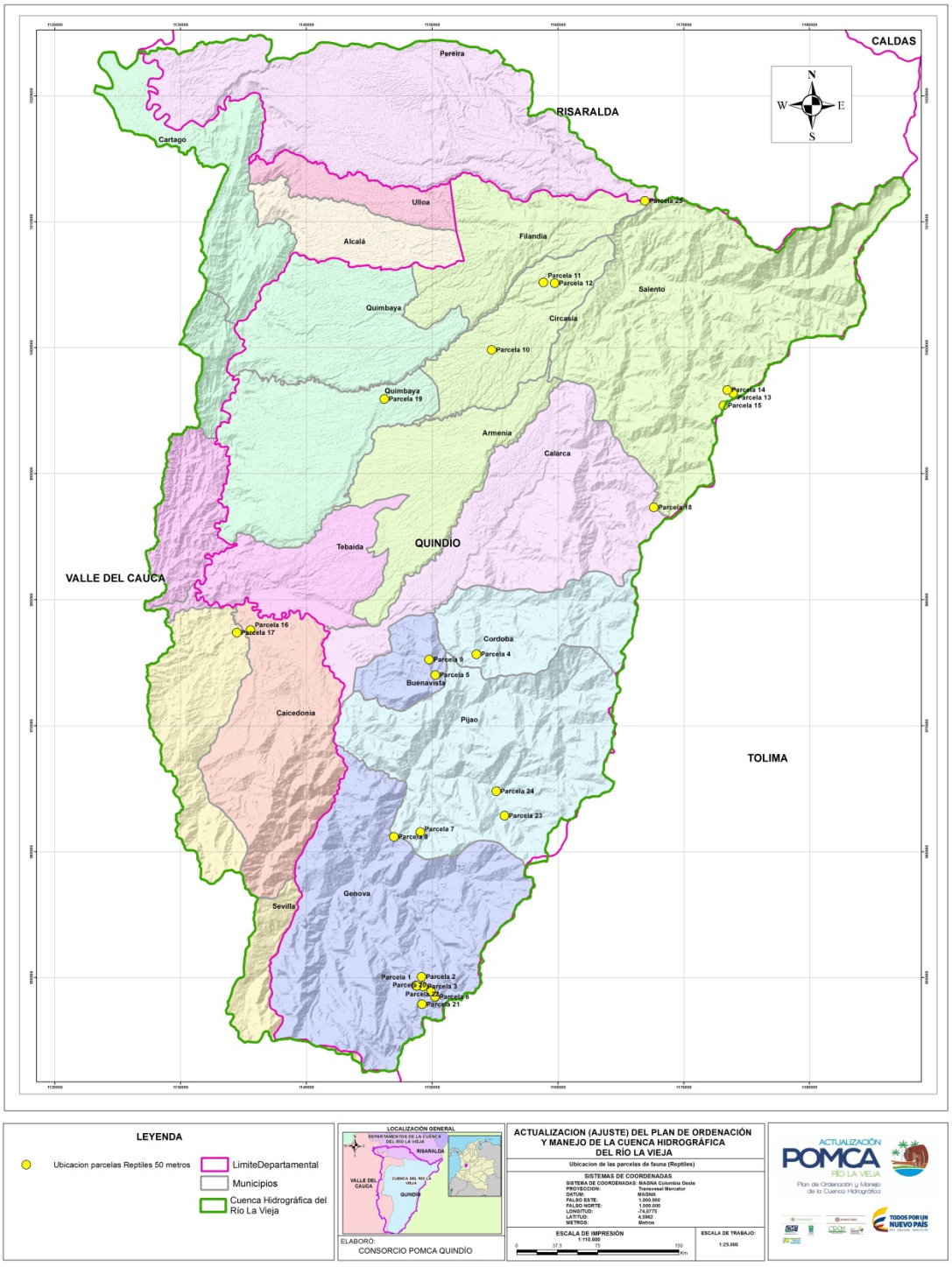
Tanto para la búsqueda de anfibios como de reptiles, se llevó a cabo la inspección de la fauna mediada por encuentros visuales (VES) a través de búsqueda por recorridos de ancho fijo y en microhábitats (bordes de camino, hojarasca, cuevas, troncos caídos y ambientes higroscópicos), así como muestreos en cuerpos de agua y encuentros mediados por canto o brillo de ojos (Heyer *et al*. 2001). El esfuerzo de muestreo se evaluó por medio de una curva de rarefracción de especies complementado con el estimador de riqueza Chao 1 utilizando el programa PAST 3.14 (Hammer *et al*, 2001).

Igualmente se realizaron entrevistas con los habitantes de los predios, con la ayuda de guías de campo y documentación especializada, como complemento metodológico para confirmar el reporte de las especies observadas por ellos. Además, se tuvo en cuenta el protocolo de bioseguridad y cuarentena para la prevención de enfermedades en anfibios, propuesta por Aguirre & Lampo (2006), con el fin de controlar y evitar la dispersión de enfermedades micóticas, bacterianas y virales para este tipo de fauna.

La identificación de los individuos (anfibios y reptiles) se llevó a cabo *In Situ* y mediante registro fotográfico o descripción de ejemplares *Ex Situ* cuando no se contaba con la certeza taxonómica en campo; cada individuo fue devuelto al punto de encuentro tras su procesamiento. Los nombres y arreglos sistemáticos de las especies siguieron las normas y parámetros de *Amphibian Species of the World an Online Reference, Amphibia WEB* y *The TIGR Reptile Database.*

Así mismo, se realizó una búsqueda de información secundaria mediante la revisión de planes de manejo, trabajos de investigación, notas ecológicas y reportes de distribución disponibles en las bases de datos de la Universidad del Quindío, Universidad del Tolima, CRQ, CARDER, CVC, Corporación Bosque Montano, GEOMA, SIB Colombia, entre otras.

Figura 5-2 Ubicación de los puntos de muestreo de herpetologia en la cuenca del río La Vieja. Epam S.A., 2017.



Peces

Para *peces*, se realizó el muestreo en once (11) estaciones, las cuales se describen en el anexo 7 del capítulo 14 del Diagnóstico - Fauna. Es importante anotar que el río La Vieja, situado en el Centro - Occidente de Colombia en jurisdicción de los departamentos de Quindío, Risaralda y Valle del Cauca, tiene una longitud aproximada de 53 kilómetros y es uno de los principales tributarios del río Cauca.

La Vieja se forma por la confluencia de los ríos Quindío y Barragán, que nacen en las estribaciones del Volcán del Quindío en los municipios de Salento (a más de 4.000 msnm) y Génova (a 3.000 msnm), respectivamente. Una vez formado en el sitio conocido como Maravélez, el río transcurre definiendo límites departamentales de Quindío, Valle del Cauca y Risaralda.

En el paisaje de piedemonte, la alta disección del terreno, la estructura frágil y la presencia de capas arcillosas cercanas a la superficie, afectan la profundidad efectiva y la tasa de infiltración del agua. En consecuencia, estos suelos son susceptibles a procesos de erosión hídrica superficial.

Cerca del 20 % de la superficie de la cuenca media del río La Vieja está cubierta por fragmentos de bosque secundario, maduro y ribereño con diferentes grados de intervención. Se destacan los bosques con predominio de guadua, que tienen características estructurales diferentes y una riqueza de especies mucho menor que la de los bosques sin guadua. El resto del paisaje está cubierto por un mosaico de usos agropecuarios de la tierra, principalmente sistemas ganaderos. (Méndez, L.E. & Z. Calle. 2010).

Estaciones de muestreo

Para la caracterización referente al componente hídrico, en primer lugar, se obtuvo la información específica de la zona:

- Municipio.
- Departamento.
- Localidad.
- Nombre de la microcuenca, subcuenca, cuenca.
- Coordenadas geográficas.
- Muestreo.
- Fecha.
- Hora.
- Estación.
- Persona responsable del monitoreo.

Paso seguido, revisar las variables físicas directas en el cauce y/o punto de muestreo tales como:

- Tiempo atmosférico.

- Topografía.
- Usos del suelo.
- Erosión.
- Evidencias de contaminación.
- Vegetación riparia.
- Cubierta de dosel.
- Parámetros del agua.
- Alteraciones.

Las anteriores características, hacen parte de un compendio de influencias en el sistema acuático que en el momento de tomar las variables biológicas son claves ya que definen hasta cierto punto cuales son las condiciones y hasta qué punto pueden variar.

Después de realizar la descripción ambiental y climática, se aborda el punto de variables directas del sistema:
- Temperatura ambiental.
- Altitud.

En cada punto de muestreo se diligenció una ficha de campo con la información respectiva del punto de muestreo, fecha, descripción del área y coordenadas, estas últimas se tomaron con un GPS Garmin 60CSX, datum WGS 84. En el Anexo 8 se describen las estaciones de muestreo.

Fase de campo

Los métodos de captura varían desde los tradicionales hasta la utilización de trampas elaboradas y su aplicación estandarizada permite luego su réplica y la comparación de resultados entre lugares, para evaluar composición de especies, riquezas relativas, tamaños poblacionales, etc. Los métodos más a utilizados son:

- Atarraya: Red de lanzamiento con diámetro de 2 m y ojo de malla de 1 cm.
- Red de arrastre o barrido: Malla de 0,5 cm de ojo y 2 y 4 m de ancho respectivamente, que captura todos los individuos mediante barrido.

En cada uno de los puntos de muestreo se evaluó una sección longitudinal de 100 m. La frecuencia fue de 9 arrastres por sitio (tres con la corriente, tres en contra y tres de orilla a orilla); para la captura de los individuos de mayor tamaño se utilizó la atarraya, con frecuencia de 5 lances por sitio; lo anterior para evitar el fuerte disturbio que genera el lance de la atarraya en la captura de peces en el cuerpo de agua; esta estandarización en los métodos de muestreo permitió que las capturas y estaciones no fueran causa de variación.

Tres zonas (alta, media y baja) caracterizaron cada cauce, de acuerdo con las especificidades geomorfológicas, físicas, químicas.

La determinación taxonómica de los organismos se realizó en campo siguiendo las claves y descripciones de Dalh (1971), Maldonado-Ocampo et al. (2006), Briñez-Vásquez (2005) y Román-Valencia et al. (2008). Algunos ejemplares fueron fotografiados *in situ* y posteriormente se regresaron al cuerpo de agua.

Análisis de datos

Abundancia relativa AR (%):

Se determinó a partir de la siguiente ecuación:

$$AR = (ni / N) \times 100$$

Dónde:
AR= Abundancia relativa de la especie 1
ni= El número de individuos capturados u observados de la especie
N= El número total de individuos capturados u observados

Indicadores:

Las variables evaluadas y sus indicadores se describen en la Tabla 14-3.

Tabla 5-5. Variables e indicadores para el monitoreo de la ictiofauna en la cuenca del río La Vieja (Fuente: Este estudio).

Variables	Indicadores
Riqueza de especies/ hábitat	Número de especies
Abundancia de especies/ hábitat	Número de individuos por especie
Especies Endémicas/raras o pocos comunes	Número de especies endémicas/raras o poco comunes
Distribución altitudinal o biogeográfica	Nuevo reporte (si aplica)
Calidad de agua	Especie indicadora (basado en investigaciones previas o como resultado de la valoración).

El esfuerzo de muestreo se evaluó por medio de curvas de rarefracción de especies complementado con el estimador de riqueza Chao 1 por medio del programa PAST 3.14 (Hammer *et al*, 2001).

Resultados obtenidos

Aves.

Los estudios existentes han reportado 543 especies de aves para el departamento del Quindío, lo que representaba el 30% de las aves para Colombia, a las cuales se han adicionado 14 nuevas especies en 2015, por lo que se tiene en total reportadas 557. Para

el río Consotá, ubicado en Pereira-Risaralda, se han reportado 203 especies de aves asociadas al área suburbana. Para los municipios del Valle dentro de la cuenca se han reportado 170 las especies de aves en sus agropaisajes. Muchas de estas especies son comunes a los tres departamentos.

En el presente estudio se registraron para la cuenca del río La Vieja 200 especies distribuidas en 45 familias. Las familias más representativas en este inventario fueron las tangaras (Thraupidae), los atrapamoscas (Tyrannidae), los colibríes (Trochilidae), los loros (Psittacidae) y los carpinteros (Picidae), pues se identificaron más de 9 especies para cada una.

Dentro de estos listados se encuentran 14 especies endémicas, 10 especies casi endémicas, 21 especies amenazadas, entre las cuales 1 en peligro crítico, 4 en categoría de amenaza y 16 en estado vulnerable. Dentro de éstas, se resalta el carpintero buchipecoso (*Picumnus granadensis*) y el hormiguero de Parker (*Cercomacra parkerii*), el loro coroniazul (*Hapalopsittaca fuertesi*) y el periquito cadillero (*Bolborhynchus ferrugineifrons*), pues son especies endémicas colombianas; también el registro de la lora paramuna (*Leptosittaca branickii*), del terleque andino (*Andigena hypoglauca*) y nuevamente el loro coroniazul (*Hapalopsittaca fuertesi*), el periquito cadillero (*Bolborhynchus ferrugineifrons*), pues presentan alguna categoría de amenaza. Por último, es importante resaltar el carriquí chauchau (*Cyanocorax affinis*).

Dentro de las especies de importancia socio cultural y económica se encuentran el trespiés (*Tapera naevia*), el barranquero o el barranquillo (*Momotus aequatorialis*), al que se utiliza de emblema y logotipo en el eje cafetero, el gallinazo (*Coragyps atratus*), la cotorra maicera (*Pionus chalcopterus*), la cotorra cheja (*Pionus menstruus*) y el sinsonte (*Mimus gilvus*), pues son especies utilizadas para el comercio y tráfico ilegal de especies.

Mamíferos.

A partir de la recopilación de la información secundaria se registraron un total de 43 especies de mamíferos distribuidas en diez órdenes y 23 familias taxonómicas. Se destaca el orden Rodentia, seguido por Carnívora; estos dos órdenes son conocidos por su gran representatividad en los bosques y estudios relacionados con impacto ambiental.

En general, las especies encontradas en el área del POMCA son representativas de la fauna endémica de los Andes. Entre éstas se puede encontrar algunas especies que actualmente se encuentran en alguna de las categorías de amenaza de la UICN y el CITES (2010), tales como el oso de anteojos (*Tremarctos ornatus*), el tapir de montaña (*Tapirus pinchaque*), el venado (*Mazama rufina*), el paca de montaña (*Cuniculus taczanowskii*). Según los criterios de CITES (2010), al oso andino y al tapir de montaña se agrega el tigrillo (*Leopardus pardalis*) como especies del apéndice I, y dentro del apéndice II se encuentra el Puma (*Puma concolor*). Otros autores agregan dentro de las especies Casi Amenazadas al leopardo (*Leopardus pardalis).*

La presencia de estas especies puede establecer inferencia de la oferta de hábitat y alimento que en términos de composición y estructura pueda estar ofreciendo el paisaje. Sin embargo, es importante tener en cuenta el contexto paisajístico de la zona, como oportunidad de conectividad entre coberturas vegetales naturales y ecosistemas remanentes en general, de esta manera se estarían identificando otras oportunidades de conservación a escala regional. (Álvarez et al; 1998).

La información obtenida del estudio de los mamíferos ayuda a la comprensión de relaciones sistemáticas y evolutivas entre las especies, varios fenómenos genéticos, dinámica de la población, estructura y dinámica de la comunidad, anatomía comparativa y fisiología, conducta, parásitos y enfermedades, importancia económica, las distribuciones del hábitat geográficas y microscópicas, la ecología de los mamíferos en ambiente natural, y otros fenómenos científicamente importantes.

La información sobre los mamíferos en la región andina colombiana es escasa en lo que se refiere a su ecología, distribución, y a cambios en las poblaciones o en los ensambles de especies, por lo cual resulta importante conocer de manera oportuna la fauna que habita estos lugares que pueden llegar a ser estratégicos para la conservación de la cuenca del río La Vieja y sus alrededores.

Herpetos.

Según la información secundaria, se ha registrado un total de 26 especies de anfibios distribuidas en 5 familias taxonómicas y 13 especies de reptiles distribuidas en 7 familias taxonómicas.

En el presente estudio se registró un total de 23 especies de anfibios distribuidas en 8 géneros y 6 familias taxonómicas, así como 9 especies de reptiles distribuidas en 9 géneros y 4 familias taxonómicas. De acuerdo con estos resultados, la fauna herpetológica se caracteriza por pertenecer principalmente al género *Pristimantis* para los anfibios y a la familia Colubridae para los reptiles.

Se registraron 4 especies de anfibios con algún grado de amenaza según la lista roja de la IUCN. En general, las especies de anfibios y reptiles registradas en la cuenca son consideradas como especies indicadoras de ambientes antropogénicos. Algunas especies (*p.ej:* endémicas, amenazadas, introducidas, venenosas, entre otras) presentan especial interés en eventuales procesos de planificación, planes de monitoreo o educación ambiental.

El alto grado de endemismo de los anfibios presentes en el río La Vieja puede ser utilizado como indicador de la buena calidad de los hábitats muestreados. No obstante, es necesario aumentar los esfuerzos de muestreo para inventariar por completo la fauna herpetológica, así como continuar con los procesos de sensibilización y educación ambiental referente a este tipo de fauna.

Peces.

De acuerdo a la información secundaria y a la registrada por este estudio existen 51 especies de peces con distribución probable en la cuenca del río La Vieja, de las cuales 7 son introducidas. En cuanto a las zonas estudiadas, la composición íctica concuerda con la mayoría de los ecosistemas acuáticos neotropicales; los órdenes Cyprinodontiformes y Characiformes son órdenes representativos, dentro de los cuales las familias Poeciliidae y Characidae son abundantes en diferentes rangos altitudinales de estos ambientes.

La especie más representativa en el total del muestreo fue *Poecilia reticulata* (gupy), seguida de *Brycon henni* (sabaleta), *Aequidens pulcher* (tilapia), *Argopleura magdalenensis* (sardina), *Astyanax fasciatus* (sardina), *Creagrutus brevipinnis* (sardina) y *Trichomycterus caliense* (langara). Es importante anotar que algunas de éstas, como *Poecilia reticulata y Aequidens pulcher,* son introducidas.

De las especies invasoras reportadas y las registradas en este estudio, *Poecilia reticulata*, nativo de las Antillas e introducido en Colombia hacia la década de 1940, y la trucha arcoíris (*O. mykiss*), introducida desde Norteamérica en 1939 al lago de Tota en Boyacá, son las más importantes.

Se registraron 8 especies en alguna de las categorías de amenaza, aunque algunas especies urgen por ser categorizadas. Se reportaron 3 especies endémicas y restringidas para la cuenca del río La Vieja: *Hemibrycon boquiae, H. brevispini* y *Hyphessobrycon ocasoensis.* Se reportan 5 especies de interés socioeconómico y cultural: *Salminus affinis, Prochilodus magdalenae, Ichthyoelephas longirostris, Pseudopimelodus schultzi y Brycon henni.*

La presencia de las especies de aves y mamíferos puede establecer inferencia de la oferta de hábitat y alimento que en términos de composición y estructura pueda estar ofreciendo el paisaje, en relación con la conectividad entre coberturas vegetales naturales y ecosistemas remanentes en general. La información obtenida ayuda a la comprensión de relaciones sistemáticas, evolutivas y genéticas entre las especies, dinámica de la población y estructura y dinámica de las comunidades, las distribuciones del hábitat geográficas y microscópicas, la ecología de las especies y otros fenómenos científicamente importantes.

En general, las especies de anfibios y reptiles registradas en la cuenca son consideradas como especies indicadoras de ambientes antropogénicos. El alto grado de endemismo de los anfibios presentes en el río La Vieja puede ser utilizado como indicador de la buena calidad de los hábitats muestreados. No obstante, es necesario aumentar los esfuerzos de muestreo para inventariar por completo la fauna herpetológica, así como continuar con los procesos de sensibilización y educación ambiental referente a este tipo de fauna.

En relación con la ictiofauna, las estaciones de referencia presentan afectaciones antropogénicas, que modifican el ecosistema, tales como deforestación, especies

invasoras, contaminación, turismo, uso de pesticidas, minería artesanal, ganadería extensiva y, en algunos sectores, la pesca deportiva y de subsistencia, que pueden incidir en la disminución de los peces de interés económico y social.

5.2.11 Áreas y ecosistemas estratégicos

Metodología utilizada

A partir del decreto 2372 de 2010 del ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial, la Guía Técnica para la formulación de los POMCAS (MADS, 2013) y la revisión de la información secundaria existente: (CRQ, y otros, 2008), informes técnicos y normatividad vigente (resoluciones acuerdos, SINAP) se identificaron las áreas protegidas, otras áreas complementarias y de importancia para la conservación y ecosistemas estratégicos en la cuenca del río La Vieja. A continuación se presentan las categorías de áreas y ecosistemas estratégicos como está contenido en la normatividad mencionada:

1. Áreas protegidas de orden nacional y regional declaradas públicas o privadas declaradas en el SINAP:
    - 1.1. Parques Nacionales Naturales (PNN)
    - 1.2. Reservas Forestales Protectoras (RFP)
    - 1.3. Parques Naturales Regionales
    - 1.4. Distritos de Manejo Integrado (DMI)
    - 1.5. Distritos de conservación de suelos
    - 1.6. Las áreas de recreación
    - 1.7. Las Reservas Naturales de la Sociedad Civil (RNSC)

2. Áreas complementarias para la conservación:
    - 2.1. Áreas de distinción internacional: sitios Ramsar, reservas de Biosfera, AICAS, Patrimonio de la humanidad, entre otros.
    - 2.2. Otras áreas de distinción nacional que no hacen parte del SINAP: de acuerdo a la Ley 2 de 1959, Decreto-Ley 2811 de 1974, Ley 99 de 1993 y otras áreas de nivel regional.
    - 2.3. Suelos de protección que hacen parte de los planes y esquemas de ordenamiento territorial.

3. Áreas de importancia ambiental:
    - 3.1. Ecosistemas estratégicos: páramos, humedales, manglares, bosque seco, entre otros.
    - 3.2. Otras áreas de interés para la conservación de la cuenca

4. Áreas de reglamentación especial:
    - 4.1. Territorios étnicos
    - 4.2. Patrimonio cultural
    - 4.3. Sitios de interés arqueológico

4.4. Otras áreas de importancia social, cultural y económico (de acuerdo a las condiciones particulares de la zona de estudio de adiciono esta categoría)

Consulta de información

Para identificar las áreas pertenecientes a cada una de las cuatro categorías se realizaron diferentes consultas de información oficial de orden nacional y regional, información bibliográfica, consultas directamente con las Corporaciones Autónomas Regionales e información generada por el equipo técnico del proyecto. Entre las fuentes consultadas se destacan el Registro Único Nacional de Áreas Protegidas (RUNAP), los Sistemas Regionales de áreas protegidas (SIRAP), las resoluciones de declaratoria de las áreas protegidas y páginas de internet de organizaciones internacionales. En la sección de resultados para cada área protegida se indica la fuente bibliográfica consultada que justifica su inclusión en el presente estudio.

Además, se obtuvieron de fuentes oficiales la información geográfica de cada área, en especial los polígonos de las áreas en estudio de forma física o digital o los listados de las coordenadas que definen sus límites. Para el caso de algunas áreas entre las que se destacan los suelos de protección de los Planes de Ordenamiento Territorial la información geográfica no se encuentra disponible, en estos casos estas áreas solo son mencionadas en el texto y las tablas, mas no se incluyeron en la cartografía generada.

Procesamiento de la información

La información cartográfica obtenida de cada una de las áreas fue subida al sistema de información geográfica ArcGIS versión 10.1, fue transformada al sistema de coordenadas Magna Colombia Oeste y se incorporó a la base cartográfica establecida para el proyecto. Para el caso en que las áreas protegidas presentaran superficies por fuera de la cuenca del río La Vieja, el polígono de esta se cortó con el área de la cuenca. Posteriormente se calculó la superficie en hectáreas de cada área protegida dentro de la cuenca. La información cartográfica fue organizada y presentada para cada una de las cuatro categorías descritas anteriormente.

Calculo de indicadores de áreas y ecosistemas estratégicos

Se calcularon los indicadores de áreas protegidas, de áreas complementarias para la conservación y áreas de importancia para la conservación como indica la Guía técnica para la elaboración de POMCAS (MADS, 2014). Es pertinente aclarar que se presentan dos fases de traslapes entre las diferentes áreas estratégicas para la conservación, lo cual se explica a continuación:

Por traslape se entiende la situación en la cual algunas áreas estratégicas para la conservación se encuentran en la misma posición geográfica, es decir que una zona geográfica específica puede estar contenida dentro de dos áreas estratégicas para la conservación diferentes. En este caso se superposicionaron las áreas con diferentes

convenciones para la presentación de los mapas, sin embargo para el cálculo del indicador y la superficie en hectáreas ocupada por las áreas se eliminó el traslape con la herramienta Update de ArcGIS y así obtener el área neta para cada una de las cuatro categorías de áreas estratégicas para la conservación; este escenario corresponde a la primera fase del traslape. Como resultado del anterior procedimiento se obtuvieron dos resultados: 1. La superficie bruta en hectáreas de todas las áreas de la categoría de manejo; y 2. La superficie neta en hectáreas de las áreas estratégicas obtenida después de eliminar los traslapes, lo cual corresponde al resultado del indicador.

La segunda fase de traslapes ocurre entre las tres categorías de manejo, es decir las áreas complementarias contenidas dentro de las áreas protegidas y las áreas de importancia ambiental contenidas dentro de las áreas protegidas y las áreas complementarias. Estos traslapes se eliminaron como se describió para el caso anterior y el resultado se plasma en las respectivas tablas de cada una de las categorías de manejo y en la sección Mapa consolidado de áreas y ecosistemas estratégicos.

Definición de ecosistemas estratégicos

La definición de los ecosistemas estratégicos de la cuenca se realizó a partir de la caracterización de las coberturas de tierra por medio de la metodología Corine Land Cover realizada en el capítulo 13 del Diagnóstico del presente proyecto y la caracterización de la vegetación y flora para la cuenca en el mismo capítulo (capítulo 13 fase de Diagnóstico – Cobertura vegetal y flora). Esta metodología permitió por medio de la interpretación de las imágenes aéreas y la caracterización de la vegetación en el terrero identificar las áreas que en la actualidad presentan coberturas naturales (Bosques y áreas seminaturales, áreas húmedas y superficies de agua, según la metodología MADS, 2010) y por ende donde se encuentran los ecosistemas estratégicos en la cuenca. Al tener en cuenta todas las coberturas naturales como áreas de importancia ambiental se busca proteger la base natural de la cuenca que soporta y garantiza los servicios ecosistémicos.

La anterior información fue complementada con la consulta de la información secundaria como la delimitación oficial del Ministerio de Ambiente y Desarrollo sostenible según los criterios técnicos del IAvH para el ecosistema de páramo y los inventarios de humedales realizados por las Corporaciones Autónomas Regionales.

Mapa consolidado de áreas y ecosistemas estratégicos

Para obtener el mapa consolidado de las áreas y ecosistemas estratégicos de la cuenca del río la vieja se sobreposicionaron los mapas obtenidos para las tres primeras categorías de áreas y ecosistemas estratégicos y se eliminaron los traslapes entre estas áreas de acuerdo a la metodología anteriormente descrita. De esta forma se muestran las áreas protegidas contenidas en el SINAP en su totalidad, las áreas complementarias para la conservación que se encuentran por fuera de las áreas protegidas del SINAP y por ultimo las áreas de importancia ambiental que no se encuentran contenidas en ninguna de las dos anteriores categorías.

Resultados obtenidos

Las áreas y ecosistemas estratégicos de la cuenca se unificaron en tres grandes categorías: Áreas protegidas con 54.063,73 hectáreas correspondiente al 18,97% del total de la cuenca, áreas complementarias para la conservación con 62.810,04 ha (22,04%), y áreas de importancia ambiental con 31.443,35 ha (11,03%), que al ser sumadas corresponden a un total de 148.317,15 ha bajo alguna de las categorías de áreas y ecosistemas estratégicos, es decir el 52,04% de la totalidad de la cuenca.

De otro lado, las coberturas naturales ocupan un área de 96.744,34 ha equivalente al 33,95% de la cuenca, de las cuales el 37,57% se encuentra dentro de las áreas protegidas del SINAP de la cuenca (36.352,31 ha). En las áreas complementarias para la conservación se ubican 28.948,66 ha, es decir, el 29,92% de las coberturas naturales. Esto significa que el 67,49% de las coberturas se encuentran bajo alguna figura de conservación.

En la actualidad, dentro de las áreas protegidas se han considerado por disposiciones legales recientes los distritos de manejo integrado DMI y los distritos de conservación de suelos DCS, en los cuales se permiten actividades económicas como agricultura, ganadería, industria y otras, realizadas de manera integrada con las de conservación (en DMI), y agricultura y ganadería con prácticas de conservación de suelo (en DCS). Estos dos tipos de áreas suman 51.647,6 ha (18,12% de la cuenca), de las cuales 42.452,91 (14,90%) los DMI, y 9.194,69 (3,22%) los DCS. De igual manera, la zonificación establecida para la reserva Forestal Central (Ley 2/1959) por la Resolución 1922/2013 del MADS, permite la continuación de los usos actuales del suelo, en su mayor parte agrícolas, pecuarios, agropecuarios, agrosilvopastoriles y forestales, y su reconversión paulatina a usos de protección. Se trata de 60.213,2 ha (21,13% de la cuenca). En total, en 111.860,8 ha de las áreas anteriormente mencionadas, que representan el 39,25% de la cuenca, se podrán seguir realizando actividades productivas agrícolas, ganaderas, forestales y otras. Esto significa que el uso estrictamente de conservación no cubre el 52,04% de áreas y ecosistemas estratégicos que se dijo arriba, sino apenas el 12,79% restante. Para fines de sostenibilidad de la cuenca, sólo se cuenta entonces con régimen de protección estricta para el 12,79% de la cuenca (36.456,35 ha).

Lo anterior, hace ver la necesidad de declarar legalmente una mayor área en régimen de conservación. En particular, es necesario garantizar que la cobertura actual de bosques y formaciones seminaturales, que alcanza 96.744,34 ha (33,95%) se mantenga.

Ahora bien, las áreas protegidas y complementarias para la conservación de la cuenca se encuentran concentradas en la zona alta y media de la cuenca (oriente) y no hay ninguna en la zona baja de la cuenca (occidente), por lo que no existe una figura que proteja los remanentes de vegetación natural subandina de la parte baja de la cuenca. Teniendo en cuenta lo anterior, es recomendable buscar la declaratoria de un área protegida en esta zona a partir de los criterios legales existentes. Algunos miembros del Consejo de Cuenca

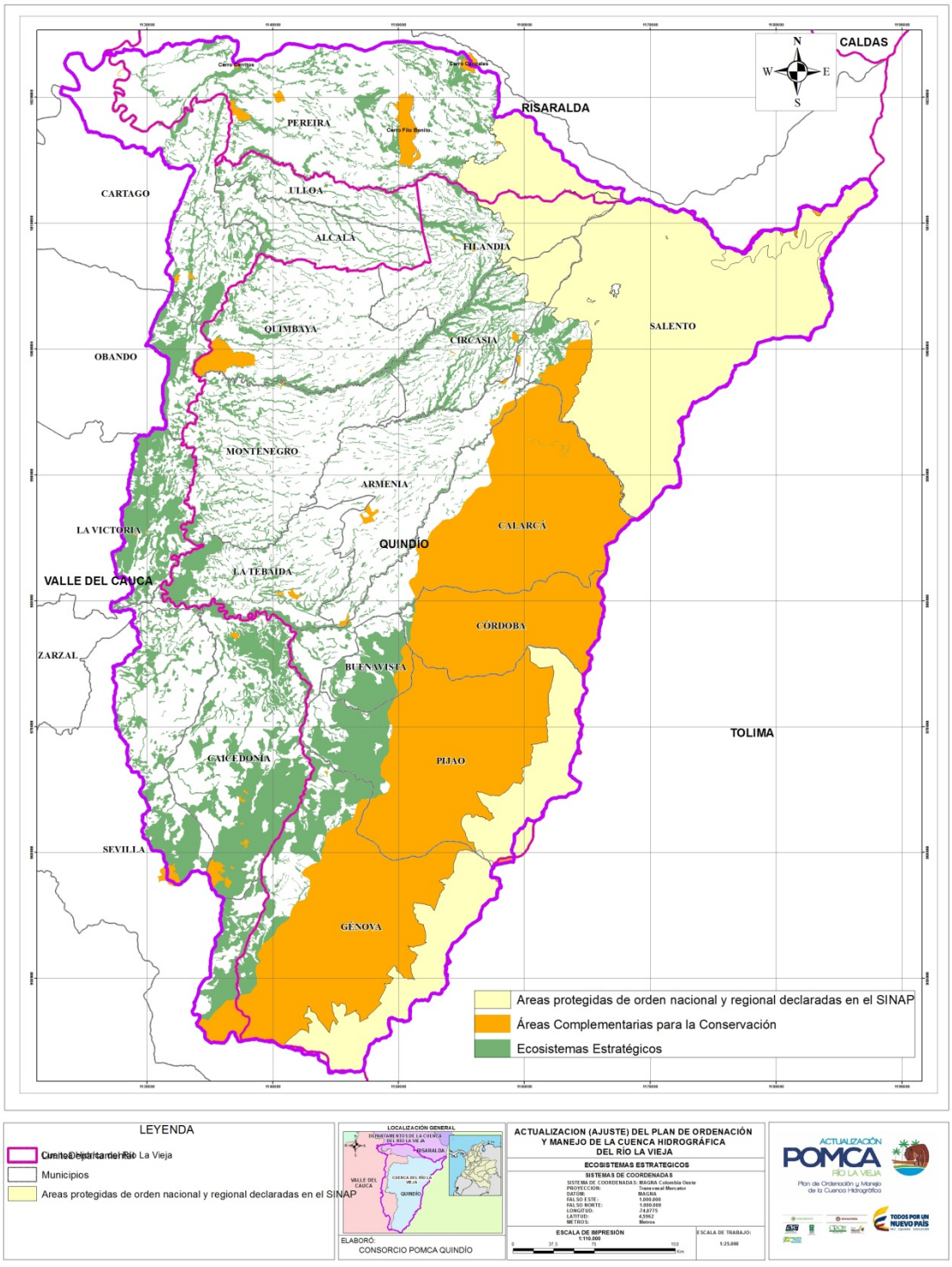
propusieron declarar como área protegida el humedal Madre Vieja de La Zapata en el municipio de Cartago (Valle).

Lo anterior se justifica en el análisis de coberturas de tierra y sus diferentes índices, el cual concluyó que la cuenca presenta una sostenibilidad de sus coberturas vegetales con probabilidades medias a bajas de persistencia en los próximos 15 años, por lo cual es recomendable aumentar las áreas de las coberturas naturales con el fin de mantener la actual situación, ya que si la población continúa en crecimiento y las coberturas naturales se mantienen con las mismas áreas, la presión aumentará y la sostenibilidad de la cuenca disminuirá. Además, es necesaria la restauración de áreas degradadas dentro de las actuales áreas protegidas y complementarias para la conservación, teniendo en cuenta los rangos de distribución potenciales de las especies de mamíferos objeto de conservación, las necesidades de las cuencas abastecedoras de acueductos y distritos de riego, el análisis de fragmentación y las necesidades de conectividad entre los actuales remanentes de vegetación natural de la cuenca.

Los entes territoriales han realizado un gran esfuerzo para la compra de predios para la conservación según el artículo 111 de la ley 99 de 1993; si bien 130 predios han sido adquiridos para sumar un área total de 7.883,53 ha en la cuenca, la información de estos predios no se encuentra actualizada y se presentan deficiencias en los procesos de legalización de la propiedad de esta tierra, por lo que es necesario aumentar los esfuerzos en la administración y manejo de estos predios. Además, cabe resaltar que el 65,17% de los predios que poseen información geográfica se encuentran ubicados en algún área protegida o complementaria para la conservación lo cual es una buena política. Sin embargo, los predios son de tamaños reducidos y dispersos. Teniendo en cuenta lo anterior, se recomienda en primera instancia fortalecer el proceso de administración y legalización de estos predios y, segundo, establecer un plan de acción para las próximas compras con el fin de continuar adquiriendo predios en las áreas protegidas pero buscando que sean en zonas aledañas a los predios ya existentes con el fin de aumentar la conectividad y las áreas continuas en conservación o restauración.

El sitio Patrimonio de la humanidad Paisaje Cultural Cafetero PCC tiene como objetivos claros de conservación los valores culturales, el paisaje y la economía cafetera bajo un manejo sostenible, social, económico y ambiental. Si bien la conservación de la biodiversidad no es un objeto implícito de conservación de esta área complementaria, sí es armonizable con los principios de sostenibilidad ambiental. Por lo tanto, es recomendable establecer en el presente POMCA unas pautas y criterios en la zonificación y componente programático para fortalecer las acciones de conservación y preservación de la biodiversidad dentro del PCC. Los principales criterios a tener en cuenta deben ser: las coberturas naturales existentes dentro de esta zona son intocables, y, segundo, se debe fomentar y propiciar que los modelos de producción del café cada vez más incluyan prácticas y sistemas productivos que favorezcan la recuperación y conservación de la biodiversidad, como los cafetales bajo sombrío con especies arbóreas nativas.

Figura 5.18. Áreas y ecosistemas estratégicos de la cuenca. Este estudio, 2017.



5.3 CONDICIONES SOCIALES, CULTURALES. ECONÓMICAS Y FUNCIONALES

Metodología utilizada

Para realizar la actualización del plan de ordenación y manejo de la cuenca hidrográfica del río La Vieja, se procedió a recopilar y analizar los documentos más recientes disponibles para ajustar la información contenida en el Plan de ordenación y manejo de la cuenca hidrográfica (POMCH) del río La Vieja “El rejuvenecer de La Vieja”, incorporar la información nueva producida en los últimos años y ajustar el análisis a la nueva realidad. La metodología utilizada se ajusta en todas sus etapas a la recomendada en la Guía Técnica para la formulación de los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas.

El análisis de la presión sobre los recursos naturales es el resultado de relacionar la población y todas sus actividades con el territorio, soporte de estos. Sin embargo, se ha podido constatar al comparar la información contenida en el Plan de Manejo de la cuenca de 2008, con el ejercicio de medición en la base cartográfica actualizada del IGAC que las áreas municipales, de la cuenca misma y de partes de la cuenca en los municipios del Valle del Cauca, no coinciden. Se procedió entonces a analizar la información disponible procedente de diferentes fuentes y ajustar las áreas correspondientes a la cuenca en diferentes municipios de acuerdo con las mediciones con base en la cartografía actualizada.

El crecimiento, el volumen y la estructura de la población sólo se pueden medir de manera relativamente ajustada a la realidad en el momento de un censo. En otras épocas se suelen utilizar los datos de las proyecciones que pueden ser más o menos ajustadas a la realidad. Con condiciones económicas y sociales estables las proyecciones se ajustan bastante a la realidad, sin embargo, cuando se produce un cambio significativo en la base económica, soporte de la población, o cuando se introducen políticas que inducen a la movilidad o nacen grandes proyectos que atraen mano de obra, las proyecciones se apartan de manera significativa de la realidad existente. Para contrarrestar en parte este problema se utilizó también la información del Sisbén y de la base de datos de suscriptores de servicios básicos.

Para aclarar las situaciones dudosas que resulten del análisis social se han previsto entrevistas con personas conocedoras de cada uno de los temas pertinentes para incluirlas en el informe final.

Resultados obtenidos

La composición por municipios aparece en la sección 5.1. Según ella, la hacen parte de la cuenca del río La Vieja 21 municipios de tres departamentos. La compone la superficie total de los 12 municipios del departamento del Quindío y de tres municipios del departamento del Valle del Cauca, y una parte de la superficie de cinco municipios del Valle del Cauca y del municipio de Pereira en Risaralda.

Intervienen allí las autoridades territoriales administrativas de tres departamentos: Quindío, Valle del Cauca y Risaralda y tres autoridades territoriales ambientales: la Corporación Autónoma Regional del Quindío, CRQ, la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca, CVC, y la Corporación Regional Autónoma de Risaralda, CARDER. La cuenca pertenece al Eje Cafetero, se inscribe en su totalidad en la Ecorregión del Eje Cafetero y hace parte del Paisaje Cultural Cafetero.

No se evidencia la armonización adecuada de los aspectos ambientales de los POT, Planes de Desarrollo Municipales, Planes de Gestión Ambiental Regional y Plan de Manejo del Paisaje Cultural Cafetero.

Los principales centros son Armenia y Pereira, seguidos de Cartago; estas ciudades se articulan entre sí y con los demás municipios a través de corredores urbano-regionales que permiten integrar procesos metropolitanos.

La población de la cuenca en 2016 se calcula en 988.925 habitantes, con el 87,1% asentada en las cabeceras municipales, mientras que sólo el 12,9% es rural. La mitad de la población rural de la cuenca se concentra en tres municipios: Pereira, Calarcá y Alcalá. A su vez, Pereira, Armenia y Cartago, los tres principales centros, concentran el 71,2% de la población urbana.

En la cuenca del río La Vieja existe el único resguardo indígena, Agore Drua, localizado en Calarcá, en la vereda Quebrada Negra, con 34 familias y 154 personas. También se encuentran dos parcialidades con tierra, una en Buenavista en la vereda Los Sauces con ocho familias y 47 personas y otra, El Naranjal, en Córdoba, con 22 familias y 91 personas; y dos parcialidades sin tierra, una en la vereda Puerto Samaria en el municipio de Montenegro compuesta de 15 familias y 71 personas y la otra en la vereda El Laurel en el municipio de Quimbaya con 10 familias y 43 personas.

En la cuenca del río La Vieja reside una población importante de afrodescendientes, calculada para el año 2014 en 13.230 personas en Quindío, alrededor de 25.000 en Pereira, 6.300 en Cartago y algunas poblaciones de menor tamaño en los demás municipios del Valle del Cauca. La gran mayoría, más del 95% de la población afrodescendiente, se localiza en las zonas urbanas.

La presión más alta sobre los recursos naturales y la mayor demanda por servicios ambientales, expresada como densidad de la población total, se presenta en los municipios de Armenia, Pereira, La Tebaida y Cartago; y la más baja, en los municipios de Salento, Pijao y Génova. Las densidades más altas de población rural se presentan en los municipios de Alcalá y Pereira, y las más bajas, en los municipios de Cartago y Salento.

Si bien la tasa de crecimiento de la población total es de 0,5% anual, en los municipios de la cuenca las tasas de crecimiento de la población son bajas, en muchos casos inclusive

negativas, es decir que la población disminuye en términos absolutos. En los municipios donde las tasas de crecimiento son positivas, éstas se encuentran por debajo del crecimiento natural, es decir, una parte del crecimiento natural de la población está emigrando a otras regiones del país o al extranjero. Tan sólo dos municipios en la cuenca del río La Vieja, La Tebaida y Alcalá, presentan unas tasas de crecimiento por encima del crecimiento natural, es decir, están recibiendo la migración de otros municipios de la región y/o de otras zonas del país.

Sin embargo, la presión sobre el territorio y la demanda de servicios ambientales es en la realidad mucho más alta debido al flujo permanente de turistas que, inclusive en las épocas de vacaciones y fines de semana, sobrepasa la capacidad instalada de servicios públicos y ocasiona grandes congestiones de tránsito. Los más afectados son los municipios de Salento, Montenegro y Quimbaya, con alta demanda turística. No obstante, los servicios turísticos, en su gran parte, no cumplen con la reglamentación para este sector y afectan sobre todo el recurso hídrico con instalaciones y usos que no respetan las rondas obligatorias de protección y con descargas de aguas servidas directamente a las fuentes de agua. La firma y puesta en marcha de acuerdos de paz con los grupos subversivos puede intensificar aún más el turismo extranjero, por lo cual se hace necesaria la reglamentación y organización de esta actividad en el territorio de la cuenca, y su reorientación hacía el hoy muy poco aprovechado ecoturismo, que implica la delimitación de nuevas AICAS y nuevas propuestas de turismo pasivo en reservas naturales.

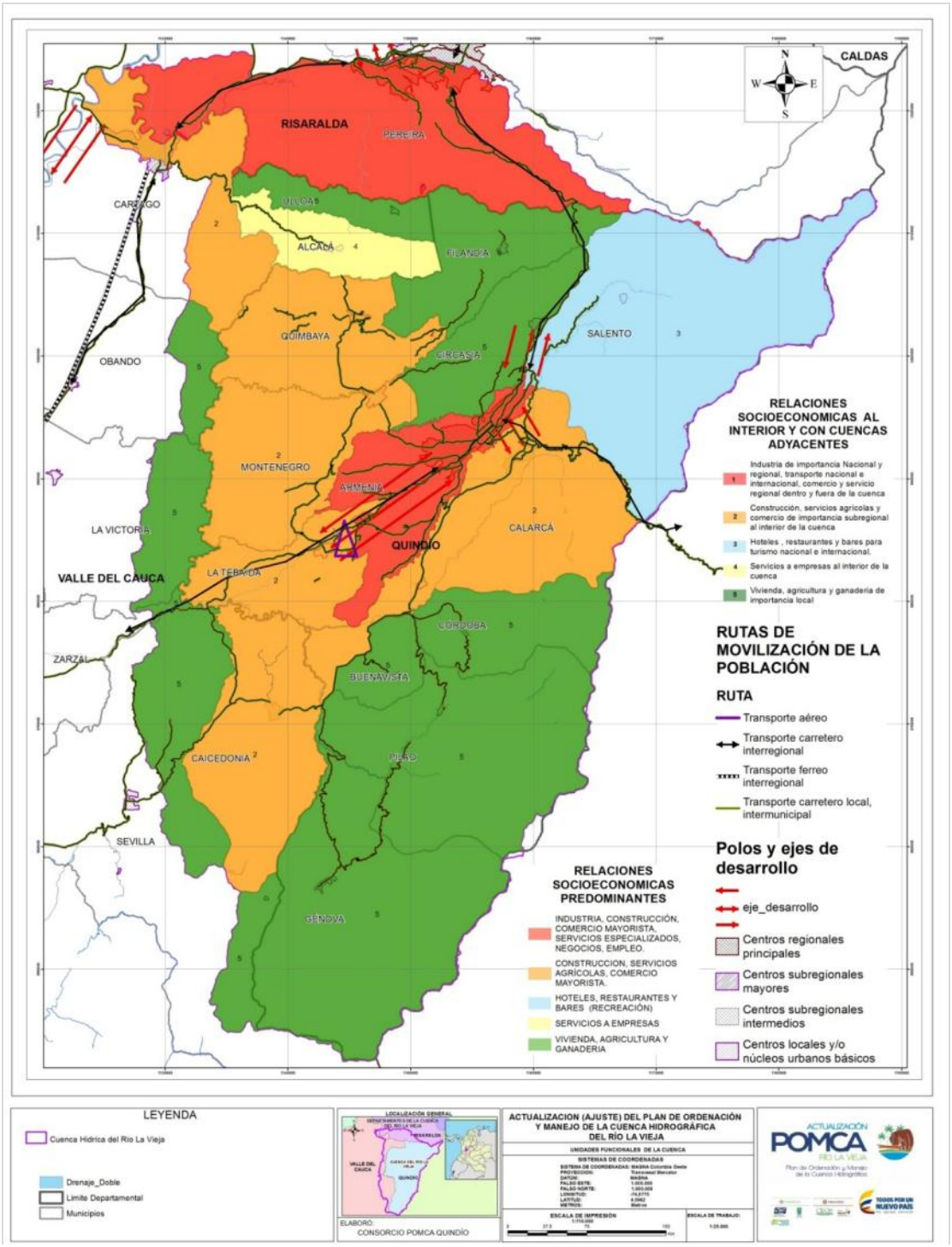
En general, hay un equilibrio entre la población masculina y femenina, excepto en las ciudades grandes, donde predomina la población femenina con 52 y 53%.

Sin embargo, en la zona rural dispersa predomina ampliamente el sexo masculino y la presencia de mujeres es muy escasa. El índice de masculinidad se sitúa en 515 en Caicedonia y 465 en La Tebaida. En otros nueve municipios de la cuenca está por encima de 300, cifras indicativas de una alta emigración de mujeres jóvenes hacia las ciudades más grandes.

Paralelamente, la estructura por edad muestra en promedio 61% de adultos (15-59 años), 25% de niños y jóvenes (0-14 años) y 14% de tercera edad (≥60 años), si bien la comparación entre el censo de 2005 y las proyecciones del 2016 muestra una disminución de cerca de 5 puntos en la población joven y un aumento de cerca de 3 puntos en la población de tercera edad. La disminución de población joven no sólo se expresa en % sino en datos absolutos, lo que significa menos niños en edad preescolar y escolar y menor demanda por servicios de educación en estos niveles.

Al contrario, el aumento del grupo de edad de 60 años y más significa una mayor demanda para servicios de salud y atención a la tercera edad. Este aumento es en especial muy pronunciado en los municipios de Sevilla, La Victoria y Armenia.

Figura 5.19. Mapa de unidades funcionales de la cuenca.



Estos cambios en la estructura de edad indican un problema futuro para el reemplazo generacional. Aunque por ahora la región presenta bono demográfico, la falta de fuentes de empleo y la consiguiente migración de personas jóvenes fuera de la región, no permite beneficiarse de esta situación. El problema de migración se manifiesta en especial en la zona rural y al disminuir la población en la edad activa se está optando por el tipo de explotación que demanda menos mano de obra, es decir, la ganadería, y en los cultivos existentes se prescinde de prácticas más protectoras del suelo como desmalezar con machete.

El tamaño de hogar en la zona rural de la cuenca está muy por debajo del promedio nacional de 3,3 personas por hogar, alcanzando apenas 2,6 personas en varios municipios.

El territorio de la cuenca se caracteriza por tener varias modalidades de transporte vial nacional: corredor Bogotá – Buenaventura (aunque sin terminar obras del túnel de La Línea y tramos de doble calzada entre Buga y Buenaventura), y regional: Autopistas de Café, que unen Armenia, Pereira y Cartago con otras ciudades del Eje Cafetero; férreo: corredor férreo Zarzal – La Tebaida (en uso) y Zarzal – Cartago (sin rehabilitar); y aéreo de carga y pasajeros: aeropuertos Matecaña de Pereira, El Edén de Armenia y Santa Ana de Cartago.

Un Polo de Desarrollo en constante crecimiento se ha conformado en La Tebaida, en la proximidad del aeropuerto El Edén. Cuenta con una combinación de varios factores favorables como su localización en un corredor vial de gran importancia, la Carretera Panamericana, la proximidad del aeropuerto El Edén, la Zona Franca Permanente que opera 24 horas, el Terminal Multimodal de Transporte Férreo, un Puerto Seco Internacional en desarrollo y un Centro de Convenciones.

Los municipios de la cuenca en general tienen una buena cobertura de servicios públicos. Sin embargo, existe una brecha bastante amplia entre la cobertura y la calidad de los servicios prestados, con excepción de la energía eléctrica, entre las cabeceras y las zonas rurales aledañas a las ciudades más grandes, y las zonas rurales apartadas, donde la prestación de servicios y la cobertura son bastante deficientes.

La mayor parte de la zona rural está servida por acueductos veredales, algunos oficiales y otros que pertenecen a particulares. Sin embargo, en varios municipios, en la zona rural dispersa, gran parte de la población obtiene el agua directamente del río o quebrada, especialmente en Caicedonia, Obando, Génova y La Victoria, donde más de la mitad de la población rural se encuentra en esta situación.

La oferta de agua en la cuenca es en general suficiente para la demanda[4]. Sin embargo, en algunas épocas de sequía prolongada se presenta escasez en algunas zonas de los

[4] Plan Departamental de Desarrollo del Quindío 2016-2019. “La oferta hídrica superficial en la Cuenca del Rio la Vieja, es de 2975.74 Mm³ por año en una extensión total de 2.880,14 km², representando una buena oferta para todos los sectores dada la presencia de un gran número de corrientes bien distribuidas. El rendimiento general de la Cuenca es de 34,34 litros por

municipios de Quimbaya, La Tebaida, Armenia, Calarcá, Buenavista y Córdoba, y la situación en general tiende a empeorar como consecuencia de desarrollos residenciales y turísticos en la zona rural, varios de ellos con captación y uso de fuentes hídricas, sin ajustarse a la reglamentación ambiental vigente.

La disponibilidad del servicio de agua potable se relaciona directamente con la mortalidad infantil. La situación de salud es en especial preocupante con muy altas tasas de mortalidad infantil en los municipios de Obando, La Victoria y Pijao y en general en las zonas rurales.

La seguridad ciudadana mejoró sustancialmente en cuanto a tasas de homicidios, aunque estas todavía permanecen muy altas en especial en los municipios de Obando, La Victoria, Pijao, Caicedonia y Génova. Las tasas de violencia interpersonal permanecen altas en la mayoría de los municipios de la cuenca y las tasas de violencia intrafamiliar son en especial muy altas en los municipios de Cartago, Armenia, Pereira y Calarcá.

En cuanto a la educación, los municipios de la cuenca, en especial los del Quindío, presentan niveles por encima del promedio nacional. Se observa un aumento sustancial de matrículas en educación secundaria y media, con una cobertura especialmente alta en el departamento del Quindío, y un crecimiento muy fuerte de la cobertura en educación universitaria, que posiciona la región entre las más educadas de Colombia.

Aunque por lo general la proporción de la población con NBI en la cuenca está por debajo de los promedios nacionales, en las zonas rurales de algunos municipios como Córdoba, Alcalá, Pijao y Buenavista es bastante alta. El indicador de más peso que incide en la proporción de NBI de la cuenca es alta dependencia económica. Este indicador se relaciona directamente con la falta generalizada de fuentes de empleo y por consiguiente, las tasas de desempleo más altas del país.

Junto con los servicios y la industria en las zonas urbanas, los cultivos permanentes, principalmente café, plátano y frutales, constituyen la base de la economía de la cuenca, aunque la ganadería de leche es muy importante en los municipios de Pereira, Circasia, Salento y Filandia. Después de la crisis cafetera se observa una fuerte disminución de la superficie en café y un aumento de la superficie en plátano y frutales, principalmente, cítricos.

En los últimos años se presenta un fuerte crecimiento de la avicultura en los municipios de Armenia, Montenegro, Pereira, Quimbaya y Calarcá. Las actividades avícolas ocupan superficies bastante extensas del suelo rural y su infraestructura de servicios entra en conflicto con usos agrícolas tradicionales. La producción porcícola sólo es importante en los municipios de Pereira, Cartago y Circasia. En piscicultura se destaca el municipio de Pijao y las plantaciones forestales ocupan áreas importantes en los municipios de Sevilla y Pijao.

---

segundo por kilómetro cuadrado. Esta oferta garantiza el abastecimiento para todas las actividades humanas y productivas, por lo menos en el mediano plazo" p.47.

Las organizaciones ciudadanas se concentran en el sector comunitario y socio-organizativo. Las organizaciones gremiales más importantes, como Federación de Cafeteros, de Ganaderos, de Plataneros, Asociación Hortofrutícola y Fenavi, se relacionan con la base económica de la cuenca.

El turismo está aumentando su participación y crea amplias posibilidades de empleo muy diversificado, tanto en las zonas urbanas como rurales. Varios parques temáticos, paisajes cafeteros, deportes extremos, valle de Cócora y oferta institucional para convenciones, atraen cada vez más turistas. Sin embargo, la capacidad de prestación de servicios públicos no está creciendo al mismo ritmo, lo que aumenta la presión sobre los recursos naturales.

Se puede considerar que los principales problemas de la cuenca radican en: falta de fuentes de empleo, disminución de fuentes de agua, alta vulnerabilidad al cambio climático, turismo estacional y desorganizado, falta de relevo generacional en el campo, alta dependencia alimentaria, fuerte brecha entre zona urbana y rural dispersa, y urbanizaciones y otros usos no compatibles en la zona rural (sin respetar las rondas de protección y las restricciones de uso de suelo).

La cuenca también ofrece varias oportunidades para su desarrollo, como: diversidad de paisajes y medios naturales como opción para ecoturismo y turismo organizado ambientalmente responsable, alta cobertura en educación superior como insumo para el clúster educativo del Eje Cafetero (con Caldas y Risaralda), cafés especiales y frutales para exportación, comunidad comprometida con medio ambiente, transporte multimodal y Zona Franca (aunque con atrasos del Túnel de la Línea y cambios de operador y cese periódico de actividad del Ferrocarril del Pacífico), experiencias de compensación por servicios ambientales (proyectos para replicar), y buena red vial.

5.4 CONDICIONES DE RIESGO

5.4.1 Remoción en masa

Metodología utilizada

Para realizar el análisis de riesgo por remoción en masa se siguieron los siguientes pasos:

- Se elaboró en primer lugar el mapa de susceptibilidad por movimientos en masa partiendo de un método discriminante multivariante.
- En segundo lugar el mapa amenaza por movimientos en masa se acota a la estimación de posibilidad de deslizamiento traslacional superficial mediante métodos determinísticos en función del comportamiento geomecánico de resistencia al corte de suelos en varios escenarios que combinan condiciones de lluvia y sismo.
- En tercer lugar se analiza la vulnerabilidad de acuerdo con la metodología y escalas de vulnerabilidad de Imiriland (2007), recomendada en los términos de referencia.
- Finalmente se elaboró el mapa de riesgo, para lo cual se utilizó el concepto y metodología del riesgo implícito, propuesto por Cardona (sin fecha)

Resultados obtenidos

Un movimiento en masa es el proceso por medio del cual un volumen de material constituido por roca, suelo, escombros o una combinación de cualquiera de estos, se desplaza por una ladera o talud por acción de la gravedad. Suele ser conocido también como: fenómeno de remoción en masa, proceso de remoción en masa, derrumbe, deslizamiento, falla de talud, entre otros (Perico, 2016). Los movimientos en masa son parte de los procesos denudativos que modelan el relieve, su origen obedece a una gran diversidad de procesos geológicos, hidrometeorológicos, químicos y mecánicos que se dan en la corteza terrestre. Si por una parte el levantamiento tectónico forma montañas, la meteorización sumada a otros factores detonantes (sismo, lluvia, acción del hombre) actúa sobre las laderas para desestabilizarlas y cambiar el relieve a una condición de planicie (Portilla, 2012).

De acuerdo con la metodología del MADS, se elaboraron mapas de susceptibilidad y amenaza con base en las siguientes variables, además del inventario de eventos registrados en las bases de datos Simma, Desinventar y otros:

- Variables condicionantes: modelo digital de elevación (dem), características geométricas de la ladera, pendiente de la ladera, pendiente senoidal de ladera, rugosidad de la pendiente del terreno, curvatura del terreno, curvatura con respecto al perfil, curvatura respecto al plano horizontal, insolación, orientación de la ladera, acumulación de la cuenca (agua) y longitud de la cuenca acumulada.
- Variables de proximidad: densidad de drenaje y distancia a drenajes, distancia a vías, densidad de fracturamiento, distancia a fallas y alineamientos y distancia a canteras

- Variables categóricas: geología, geomorfología, cobertura vegetal y unidades geológicas básicas.
- Variables de amenaza: precipitación, retención potencial y láminas de agua (nivel freático) sobre la superficie de falla para diferentes períodos de retorno, aceleración sísmica, parámetros geomecánicos de unidades de roca y suelo.

El inventario de eventos contiene las bases de datos del Simma, Desinventar, Estudios de Gestión de Riesgos y trabajo de campo, en el cual se registraron 1012 eventos entre activos e inactivos en la cuenca. De la información contenida en el inventario se puede deducir una mayor ocurrencia de eventos entre los trimestres segundo y cuarto del año, encontrándose un importante número de registros en estos períodos de tiempo.

El estudio de susceptibilidad permitió identificar sectores con baja, media y alta susceptibilidad a remoción en masa. La susceptibilidad a movimientos en masa está condicionada principalmente por la morfología del relieve, en especial por la pendiente, por lo cual se observan valores altos de susceptibilidad aproximadamente en 83.231 hectáreas en sectores de la parte alta y media de la cuenca hidrográfica al este de la misma, lugares en donde predomina una alta variabilidad de pendientes (aproximadamente 29% de la cuenca).

Por otra parte, sectores aledaños centro de la cuenca a los municipios de Circasia, Finlandia, Alcalá, Quimbaya, Montenegro y La Tebaida y al casco urbano de la ciudad de Armenia alcanzan una susceptibilidad baja, ocupando cerca de 107.219 hectáreas (aproximadamente un 38% de la cuenca), principalmente por los bajos contrastes morfométricos de estas zona asociados a bajas pendientes, llanuras aluviales y zonas de alta intervención antrópica.

Para el resto de la cuenca se estima una susceptibilidad media (94.503 hectáreas), aproximadamente el 32% restante. En la cuenca se observa una tendencia a susceptibilidad alta, exceptuando la cuenca baja y hacia el centro poblado de la ciudad de Armenia.

La actividad antrópica, si bien propicia la desestabilización en zonas cercanas a canteras, vías y áreas de pastoreo, es una variable secundaria en cuanto a la susceptibilidad por movimientos a esta escala de análisis, donde predominan los factores naturales. Así mismo, se evidencia que la cobertura vegetal en la cuenca afecta de forma relevante los valores de susceptibilidad, debido a la distribución centralizada de ciertos tipos de vegetación (pastos limpios, pastizales y vegetación con raíces pequeñas) que generalmente se relacionan con la disminución de la estabilidad del terreno; en el caso particular de la cuenca hidrográfica del río La Vieja tienen mayor peso al momento de representar la realidad de la cuenca aquellas variables condicionantes morfométricas como la pendiente de la ladera.

En el presente estudio se determinaron 144 escenarios, que relacionan variaciones de nivel freático, presencia de aceleración sísmica, distintas profundidades de falla y

condición media a desfavorable de parámetros geomécanicos por la presencia de materiales por encima de la superficie de falla.

La evaluación de este número de escenarios permite conocer la condición de estabilidad de los materiales con la variabilidad espacial del espesor de suelo y la valoración probabilística de amenaza para que esta sea expresada en términos de probabilidad de falla. La condición de amenaza puede ser representada en el Factor de Seguridad siempre que se clasifique en los rangos o clases mostradas para cada escenario en particular.

Sin embargo, las evaluaciones de riesgo por movimientos en masa se desarrollan sobre una condición general de amenaza y no sobre escenarios particulares, de manera que no se debe expresar en términos de factor de seguridad para un escenario seleccionado sino en función de la combinación de todos los escenarios posibles. La evaluación de un número mayor de escenarios contempla la inclusión de un número mayor de posibilidades de falla (siendo ésta siempre acotada por el método de evaluación) para representar los resultados en probabilidad de falla. En el presente estudio se plantea la amenaza alta a partir de una probabilidad de falla superior al 40% y la amenaza baja como probabilidad de falla menor a 0,09%. Esto genera los rangos de probabilidad de falla que son compatibles y comparables con las condiciones de factor de seguridad y clasificaciones mostradas en este estudio.

En relación con la amenaza, el nivel bajo cubre alrededor del 65% de la cuenca (186.897 ha), el nivel medio el 20% (58.214 ha) y el nivel alto el resto de la cuenca, con un 15% (39.842 ha).

La amenaza alta ocurre especialmente en la parte noreste, este y sureste de la cuenca, donde se presentan pendientes relativamente mayores, sumadas a altas láminas de agua para los diferentes tiempos de retorno y valores geomecánicos menores que dan mayor propensividad a la inestabilidad de taludes, principalmente en los municipios de Génova, Pijao, Córdoba, Calarcá y Salento.

Los niveles medios se observan entremezclados con las áreas de nivel alto, en los sectores norte y suroeste de la cuenca, en relación con pendientes medias y litología variable de origen fluvial y fluviovolcánico.

Los niveles bajos de amenaza se observan en los municipios de Montenegro, Quimbaya, La Tebaida y Circasia y en la ciudad de Armenia, así como en el sector del piedemonte y valle del río la Vieja, en relación con pendientes bajas, unidades litológicas recientes de origen fluvial, que se reflejan en las condiciones de estabilidad favorables.

Según la metodología del POMCA, se realizó el análisis de vulnerabilidad con base en:

- Índice de pérdida o daño (IP) “Índice exposición”, de acuerdo con el uso del suelo, y el índice de ocupación de cada uso.

- Índice de fragilidad (IF), dentro del cual se consideran:

  Fragilidad física: es la condición de susceptibilidad de los asentamientos humano de ser afectados por estar en el área de influencia de los fenómenos peligrosos y por su falta de resistencia física ante los mismos

  Fragilidad social: predisposición que surge como resultado de nivel de marginalidad y segregación social del asentamiento humano y sus condiciones de desventaja y debilidad relativa por factores socio-económicos.

  Falta de resiliencia: Expresa las limitaciones de acceso y movilización de recursos del asentamiento humano, su incapacidad de respuesta y sus deficiencias para absorber el impacto.

- Índice de resiliencia económica (IR), el cual aborda, en primer lugar, la afectación de las actividades productivas y de la infraestructura estratégica de transporte, servicios públicos, etc. Y en segundo lugar, ya que la falta de resiliencia mide la incapacidad de absorber los impactos y recuperarse a ellos, también se evalúa la recuperación en el corto, mediano y largo plazo.

Se elaboró el mapa de vulnerabilidad que se muestra a continuación. Y finalmente se elaboró el mapa de riesgo, que resulta de la combinación del mapa de amenaza y el mapa de vulnerabilidad. Se incluyen los mapas de riesgo implícito e indicadores de riesgo basados en amenaza e índice de pérdida solamente.

La vulnerabilidad a los movimientos en masa se encuentra distribuida en pequeños sectores difusos en la cuenca, de manera especial en las laderas medias y altas de la cordillera Central, y en los centros urbanos y poblados.

La validez de un mapa de riesgo como el presentado no es absoluta sino relativa. Es decir, la probabilidad de que ocurra un movimiento en masa con posibilidades de daños o pérdidas es mayor en función del mayor valor del riesgo en la escala adoptada. Esto significa que la utilidad del mapa de riesgo estriba en que señala a los planificadores y responsables municipales y regionales de manejo del riesgo las áreas donde, a la vez que puede esperarse un fenómeno de remoción en masa, se pueden presentar pérdidas o daños sobre la población, las infraestructuras, los elementos ambientales o económicos.

Por tanto, es hacia estas áreas donde las autoridades deben dirigir sus actividades de prevención. Entre éstas, se recomienda adelantar estudios de caracterización detallada de la amenaza en las zonas de amenaza alta definidas en el presente estudio, en el marco de los planes municipales de gestión del riesgo. En estas mismas zonas se debe cartografiar y evaluar en detalle los elementos expuestos y la vulnerabilidad, para orientar los programas de reducción de la vulnerabilidad.

El mapa de riesgo por movimientos en masa permite observar que las zonas de cordillera presentan en general un riesgo medio (15% de la cuenca), debido a la combinación de amenazas medias con vulnerabilidades medias. En cambio el riesgo bajo se presenta en el 84% del territorio y caracteriza la mayor parte del abanico Armenia – Pereira, de relieve ondulado y buenas condiciones de estabilidad. El riesgo alto se limita a unos pocos sectores del sur y sureste de la cuenca (0,17%), donde confluye amenaza alta con niveles de vulnerabilidad altos y medios altos.

Valoración del riesgo total	**Área ha**	**%**
Nivel 1, menor grado de afectación	240.889,73	84,53
Nivel 2, intermedio grado de afectación	43.588,33	15,30
Nivel 3, mayor grado de afectación	490,41	0,17
Total general	284.968,47	100

Dada la gran dispersión de las zonas de amenaza alta, se recomienda dar prioridad a las siguientes:

- Zonas próximas a cascos urbanos o a centros poblados (La Virginia en Calarcá, Pijao, entre otras).
- Filos y vigas al oeste del río Santo Domingo en su tramo inicial SN, al SE del casco urbano de Calarcá.
- Filos y vigas al este del municipio de Córdoba, en la vertiente media de la cordillera Central.
- Artesas y lomas al sur del municipio de Buenavista.
- Filos y vigas en la vertiente norte del río Lejos después de la confluencia con el río Azul, en el municipio de Pijao.
- Filos y vigas de la parte alta del río Barragán, en las vertientes aguas arriba del casco urbano de Génova.
- Filos y vigas al sureste del municipio de Caicedonia y al noroeste del municipio de Génova al sur del río Lejos.
- Filos y vigas de la divisoria de aguas del río Quindío, en el límite norte de Salento.
- Reveses y frentes estructurales de espinazos a lo largo de la divisoria occidental de aguas del río La Vieja, en los municipios de La Victoria y Obando.
- Escarpes terminales del abanico fluviovolcánico Armenia – Pereira hacia el río La Vieja.
- Taludes de disección que bordean los principales tributarios del río La Vieja transversales al abanico, en especial en los ríos Quindío, Roble, Barbas, Cestillal y alto Consotá.

Figura 5.20. Mapa de susceptibilidad por movimientos en masa cuenca hidrográfica del río La Vieja (Fuente, este estudio).

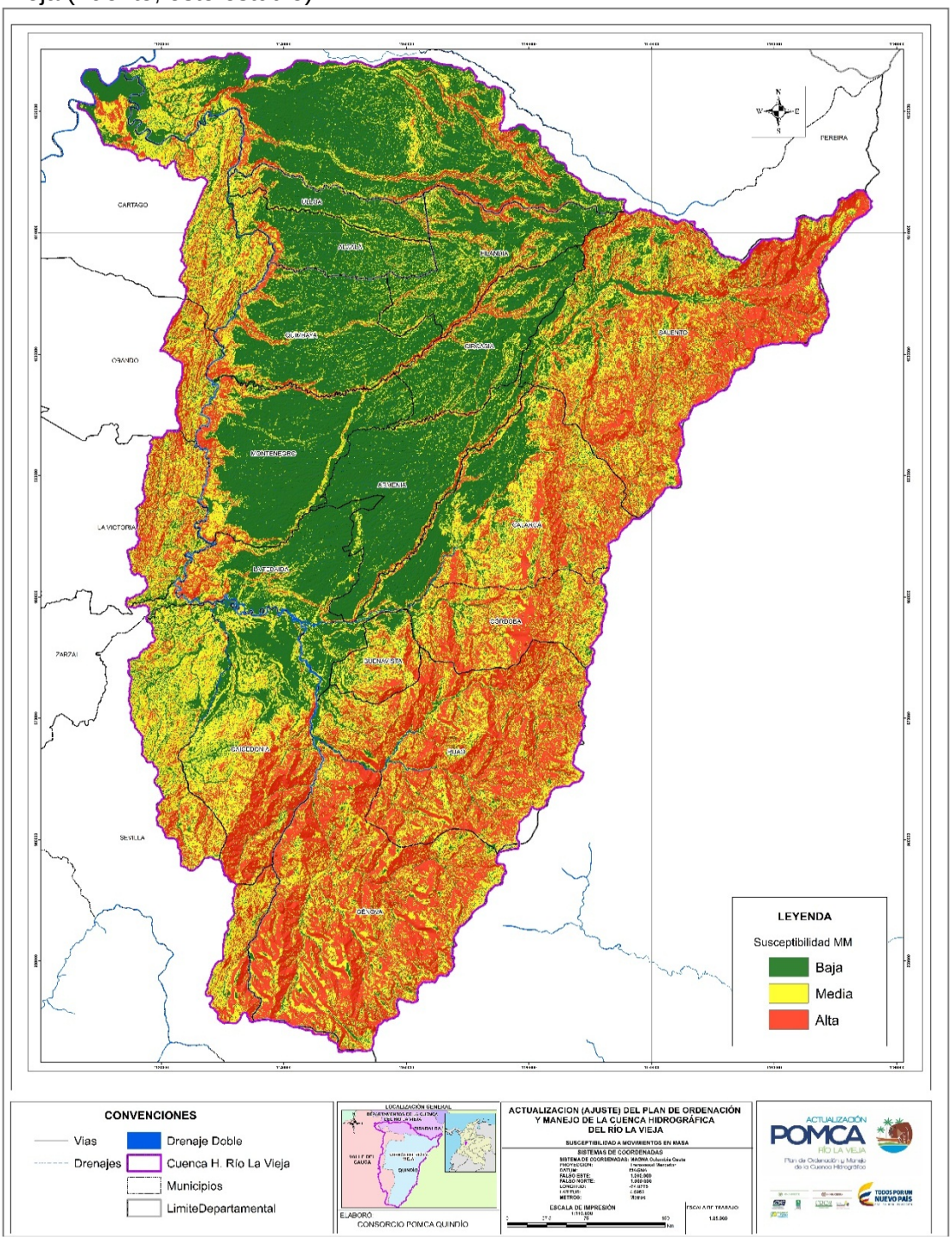


Figura 5.21. Amenaza por movimientos en masa (Fuente: Este estudio).

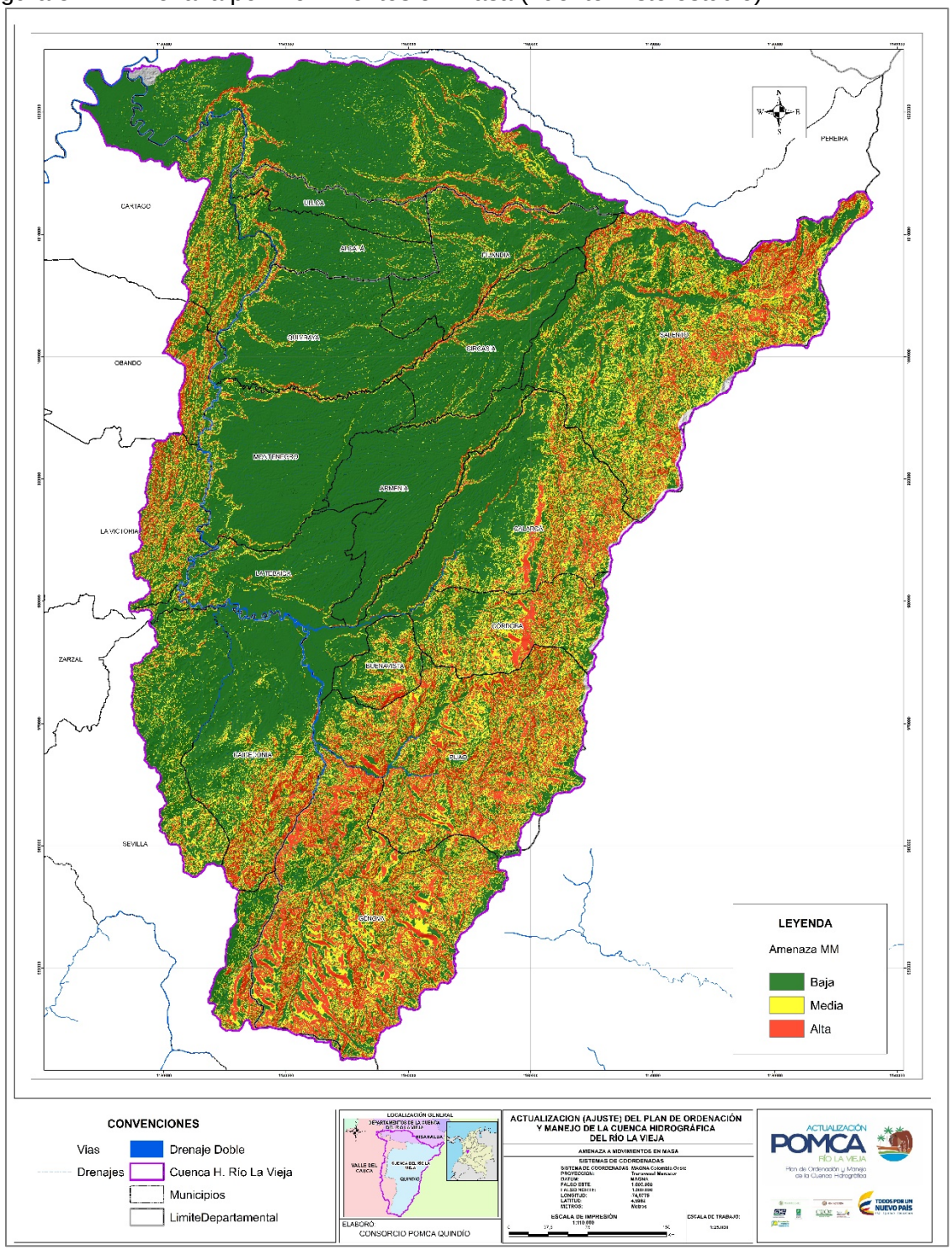


Figura 5.22. Índice de vulnerabilidad ambiental por movimientos en masa.

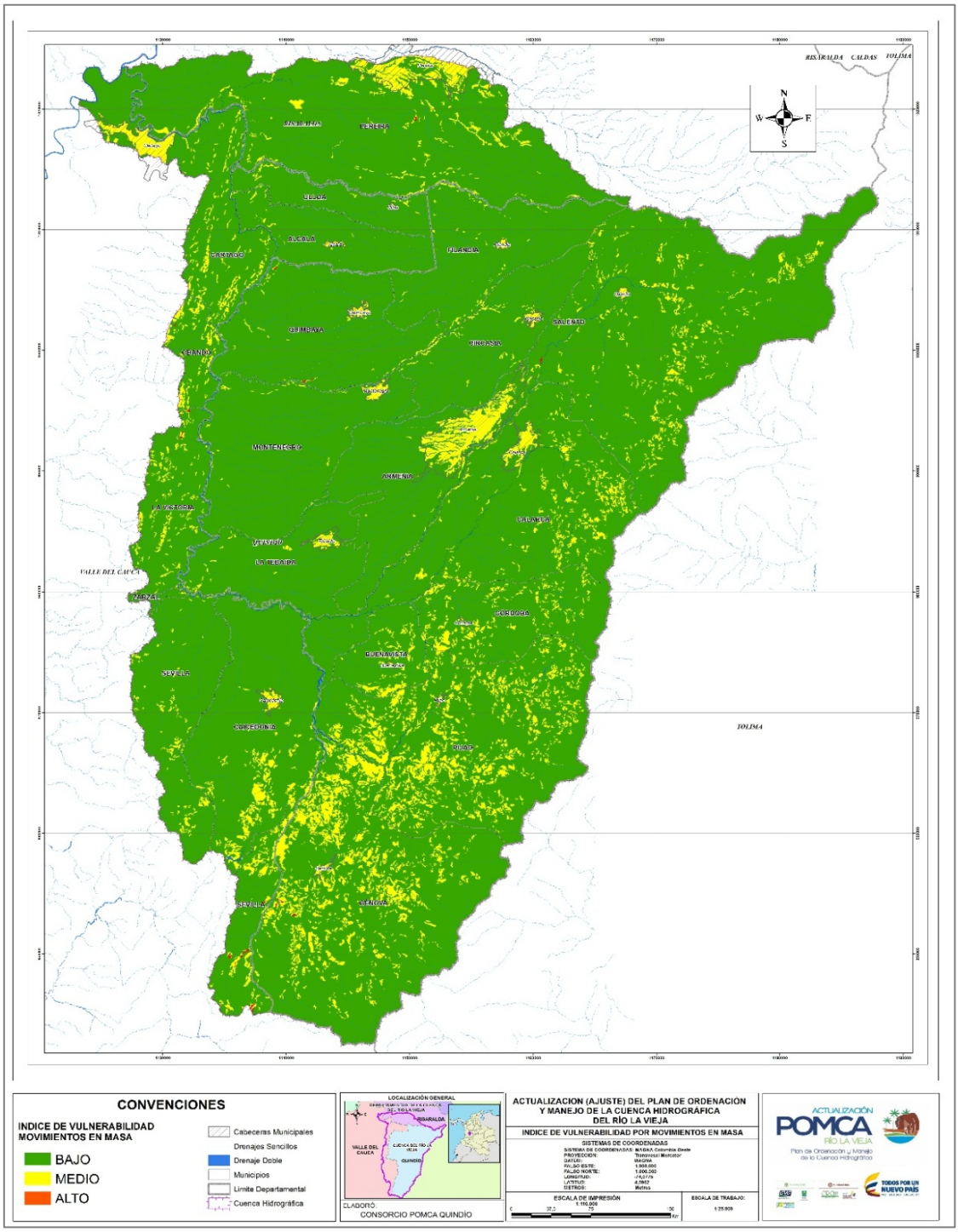


Figura 5.23. Riesgo implícito en la cuenca del río La Vieja.

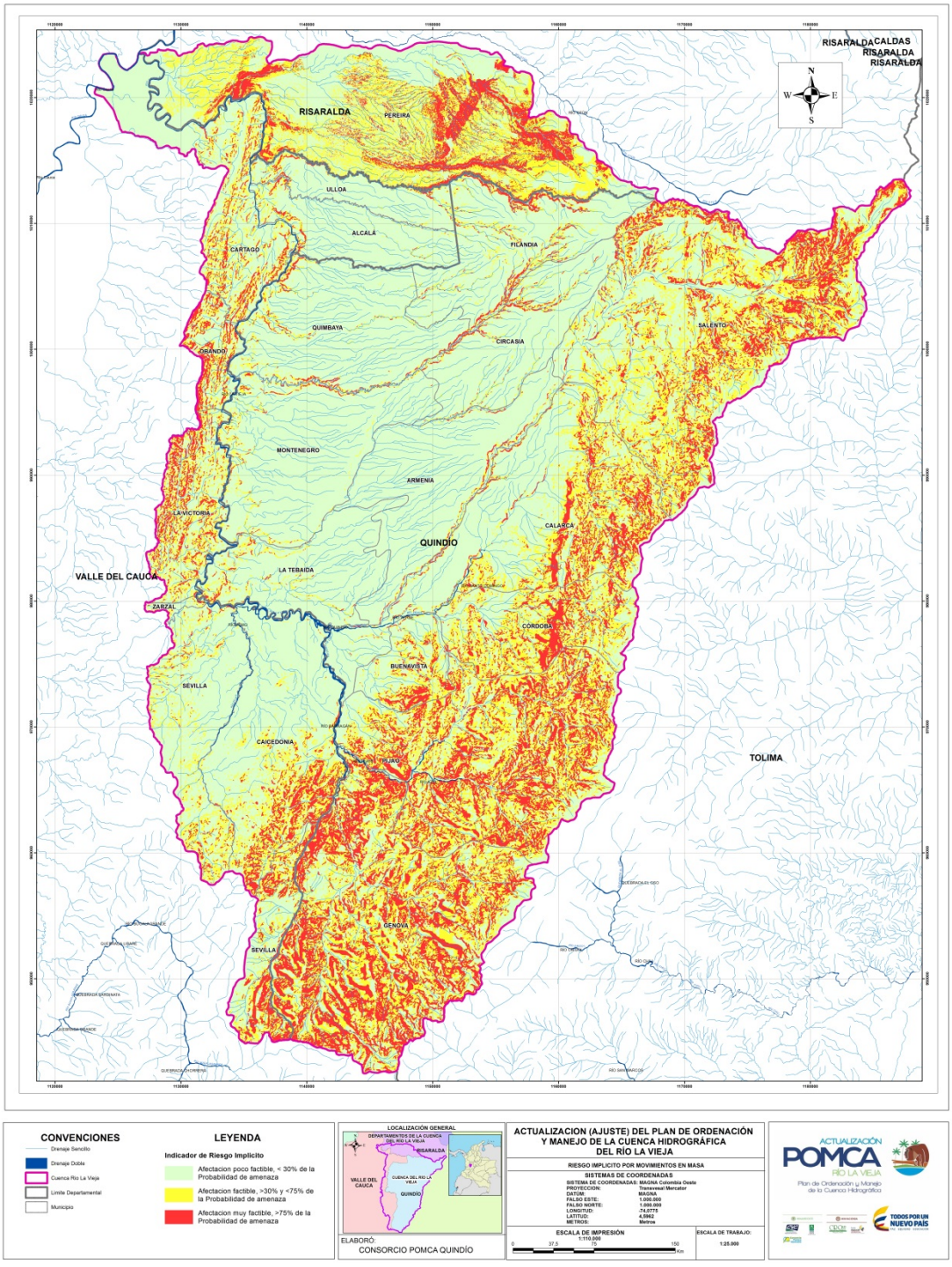


Figura 5.24. Indicadores de riesgo por movimientos en masa (basado en IP).

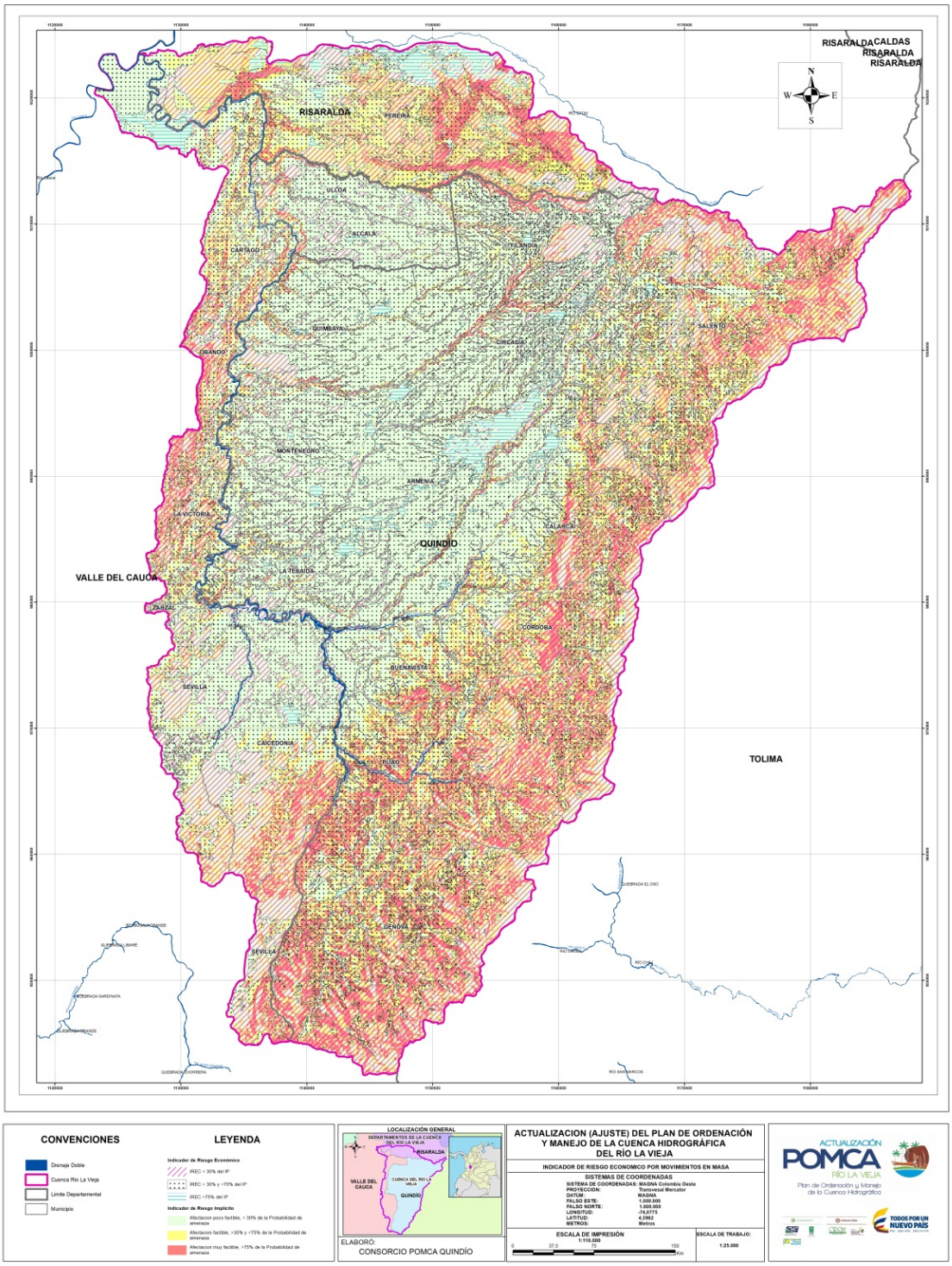
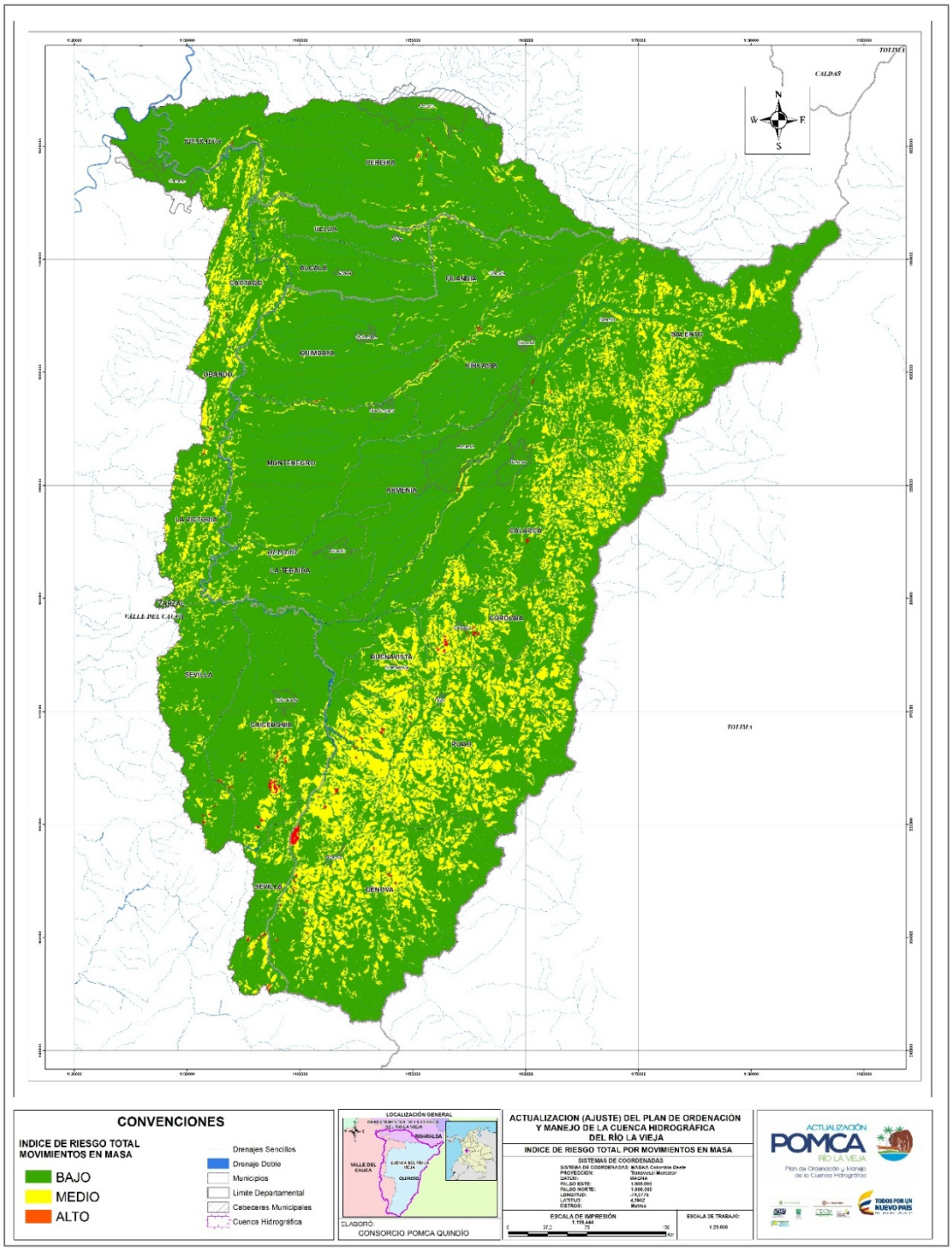


Figura 5.25. Mapa de riesgos (IRt) por movimientos en masa.



5.4.2 Inundaciones y avenidas torrenciales

Metodología utilizada

Para la elaboración de los mapas de amenaza, vulnerabilidad y riesgo de inundaciones y avenidas torrenciales en la cuenca del río La Vieja se realizaron las siguientes actividades:

- Se elaboró en primer lugar el mapa de susceptibilidad a las inundaciones, a partir de un análisis geomorfológico histórico. Igual se realizó para avenidas torrenciales.

- En segundo lugar se elaboró el mapa de amenaza, para lo cual se partió del estudio de crecientes, y se estimaron las manchas de inundación con base en el modelo digital de terreno. Para avenidas torrenciales se parte de aquellas zonas susceptibles calificadas con la recurrencia de los eventos existentes dentro de la cuenca

- En tercer lugar se elaboró el mapa de vulnerabilidad a las inundaciones, de acuerdo con la metodología y escalas de vulnerabilidad de Imiriland (2007), recomendada en los términos de referencia. Así mismo se trabajó para avenidas torrenciales

- Finalmente se elaboraron los mapas de riesgo para inundaciones y para avenidas torrenciales, para lo cual se utilizó el concepto y metodología del riesgo implícito, propuesto por Cardona (sin fecha).

Resultados obtenidos

Las inundaciones son fenómenos hidrológicos recurrentes potencialmente destructivos, que hacen parte de la dinámica de evolución de una corriente. Se producen por lluvias persistentes y generalizadas que generan un aumento progresivo del nivel de las aguas contenidas dentro de un cauce superando la altura de las orillas naturales o artificiales, ocasionando un desbordamiento y dispersión de las aguas sobre las llanuras de inundación y zonas aledañas a los cursos de agua normalmente no sumergidas (IDEAM 2014).

Las avenidas torrenciales son otro tipo de inundación que corresponde a las llamadas crecientes súbitas, que, aunque sus áreas de afectación son menores, su poder destructivo es potencialmente mayor y cobra el mayor número de vidas cuando se presentan; responden rápidamente a la ocurrencia de fuertes precipitaciones en las partes altas de las cuencas, con incrementos de nivel del orden de metros en pocas horas, y el tiempo de permanencia de estas inundaciones en las zonas afectadas es igualmente de horas o pocos días; se presentan en todas las cuencas de alta pendiente (IDEAM 2014).

Las avenidas torrenciales se definen también como un tipo de movimiento en masa que se desplaza generalmente por los cauces de las quebradas, llegando a transportar volúmenes importantes de sedimentos y escombros, con velocidades peligrosas para los habitantes e infraestructura ubicados en las zonas de acumulación de cuencas de montañas susceptibles de presentar este tipo de fenómenos (Caballero Acosta, Humberto. 2011)

En la definición de la amenaza por inundación, se determinó que hay dos zonas principales de amenaza alta: el municipio de Cartago, en la cuenca baja, y la zona de confluencia de los ríos Barragán y Quindío, a lo largo del límite entre los municipios de Caicedonia y La Tebaida, en la cuenca media. No obstante, hay una serie de pequeñas áreas a lo largo del río La Vieja afectadas por inundaciones periódicas, así como en el río Consotá, aguas abajo de Pereira y en algunas vegas dentro de la zona urbana.

En cuanto a avenidas torrenciales, la información disponible sobre eventos es deficiente, no obstante lo cual, en la definición de la amenaza se determinó que los municipios de Pijao, sobre el río Lejos (subcuenca del Barragán), y Armenia, sobre el río Quindío, son los más susceptibles a esta amenaza por presentar el mayor número de eventos. De igual manera, los cascos urbanos de Génova y Córdoba son afectados por crecientes súbitas del río Gris (subcuenca del Barragán) y quebrada La Española (subcuenca del Quindío), respectivamente.

Por esta razón, según el índice de vulnerabilidad a eventos torrenciales IVET, todas las subcuencas son susceptibles a presentar avenidas torrenciales, aunque las cuencas con mayor IVET son el río Quindío y las quebradas La Honda, La Pobreza, Aguas Coloradas y Zona media río La Vieja Valle del Cauca.

Como en el caso de los movimientos en masa, para inundaciones y avenidas torrenciales se elaboró igualmente el mapa de vulnerabilidad y riesgo, mediante la utilización de los mismos factores, pero aplicados a estos fenómenos. Los mapas de vulnerabilidad muestran que la zona de mayor vulnerabilidad a las inundaciones es el casco urbano del municipio de Cartago, lo que se corrobora por los eventos reportados por la comunidad en las mesas regionales del POMCA. Por su parte, las zonas con mayor vulnerabilidad a avenidas torrenciales se localizan en Armenia, La Tebaida, Pereira, Pijao, Génova y Córdoba, debido principalmente a los eventos reportados.

Cabe resaltar que gran parte de los eventos reportados se relacionan con falta de mantenimiento de los sistemas de alcantarillado pluvial, obras hidráulicas y obstáculos al escurrimiento del agua, los cuales son causantes de inundaciones y/o avenidas torrenciales.

Según la metodología del POMCA, se realizó el análisis de vulnerabilidad con base en:

- Índice de pérdida o daño (IP) “Índice exposición”, de acuerdo con el uso del suelo, y el índice de ocupación de cada uso.

- Índice de fragilidad (IF), dentro del cual se consideran:

  Fragilidad física: es la condición de susceptibilidad de los asentamientos humano de ser afectados por estar en el área de influencia de los fenómenos peligrosos y por su falta de resistencia física ante los mismos
  Fragilidad social: predisposición que surge como resultado de nivel de marginalidad y segregación social del asentamiento humano y sus condiciones de desventaja y debilidad relativa por factores socio-económicos.
  Falta de resiliencia: Expresa las limitaciones de acceso y movilización de recursos del asentamiento humano, su incapacidad de respuesta y sus deficiencias para absorber el impacto.

- Índice de resiliencia económica (IR), el cual aborda, en primer lugar, la afectación de las actividades productivas y de la infraestructura estratégica de transporte, servicios públicos, etc. Y en segundo lugar, ya que la falta de resiliencia mide la incapacidad de absorber los impactos y recuperarse a ellos, también se evalúa la recuperación en el corto, mediano y largo plazo.

Se elaboró el mapa de vulnerabilidad que se muestra en este texto. Y finalmente se elaboró el mapa de riesgo, que resulta de la combinación del mapa de amenaza y el mapa de vulnerabilidad.

Los mapas de vulnerabilidad muestran que la zona de mayor vulnerabilidad a las inundaciones es el casco urbano del municipio de Cartago, lo que se corrobora por los eventos reportados por la comunidad en las mesas regionales del POMCA.

Por su parte, las zonas con mayor vulnerabilidad a avenidas torrenciales se localizan en Armenia, La Tebaida, Pereira, Pijao, Génova y Córdoba, debido principalmente a los eventos reportados.

El análisis de riesgo de inundaciones, resultante del análisis conjunto de amenaza y vulnerabilidad, muestra que, el 99,31% de la cuenca tiene un grado de afectación bajo, es decir, que no está expuesta en su mayor parte a sufrir afectaciones o daños por inundaciones en su población y en sus activos. El 0,61% de área de la cuenca está valorada con un grado de afectación intermedio (nivel 2), especialmente en la confluencia del río Barragán y el río Quindío, donde se origina el río La Vieja, en áreas próximas a la cabecera municipal de Cartago sobre el río La Vieja, junto con áreas sobre la desembocadura del río La Vieja en el río Cauca, donde la probabilidad de afectación está latente, con exposición a pérdidas en cuanto a activos se refiere. Por último se tiene un 0,07% del área de la cuenca, con un nivel de afectación mayor (3), en zonas ubicadas en el municipio de la Tebaida sobre el río La Vieja; por tanto, luego de la confluencia de los ríos Barragán y Quindío está la luz roja de inundación en la cuenca, aunque cabe resaltar que allí no existe población expuesta, sino que la afectación o daño está dado por otros factores de vulnerabilidad.

Valoración del riesgo total por inundaciones	Área ha	%
Nivel 1, menor grado de afectación	283.016,42	99,31%
Nivel 2, intermedio grado de afectación	1.750,18	0,61%
Nivel 3, mayor grado de afectación	201,87	0,07%
Total general	**284.968,47**	**100,00%**

La validez de los mapas de riesgo como los presentados no es absoluta sino relativa. Es decir, la probabilidad de que ocurra una inundación es mayor en función del mayor valor del riesgo en la escala adoptada. Esto significa que la utilidad del mapa de riesgo estriba en que señala a los planificadores y responsables municipales y regionales de manejo del riesgo las áreas donde, a la vez que puede esperarse una inundación y/o avenida torrencial, se pueden presentar pérdidas o daños sobre la población, las infraestructuras, los elementos ambientales o económicos. Por tanto, es hacia estas áreas donde las autoridades deben dirigir sus actividades de prevención.

En relación con las avenidas torrenciales, el análisis conjunto de amenaza y vulnerabilidad muestra que los riesgos más altos de avenidas torrenciales corresponden a las partes bajas de los vallecitos angostos que bajan de las partes altas de las montañas y colinas, muchos de los cuales, por su anchura, no se han podido cartografiar.

Valoración del riesgo total por avenidas torrenciales	Área Ha	%
Nivel 1, menor grado de afectación	280.999,18	98,61%
Nivel 2, intermedio grado de afectación	3.537,35	1,24%
Nivel 3, mayor grado de afectación	431,94	0,15%
Total general	**284.968,47**	**100,00%**

De acuerdo con lo expuesto, para inundaciones se recomienda dar prioridad a las siguientes zonas:

- Sectores urbanos o en proceso de urbanización de Cartago próximas al cauce del río La Vieja, bajo amenaza de inundación.

- Sector de Pisamal, en la Tebaida, y/o zona antes ocupada por la comunidad indígena Embera – Chamí, bajo amenaza de inundación por el río La Vieja.

En cuanto a avenidas torrenciales, las prioridades son:

- Riberas del río Quindío, próximas a la zona urbana del municipio de Armenia.

- Riberas del río Lejos, próximas al casco urbano del municipio de Pijao.

- Riberas del río Gris próximas al casco urbano de Génova.

- Riberas de la quebrada La Española próximas al casco urbano de Córdoba.

- Quebradas La Honda, La Pobreza, Aguas Coloradas y Zona media río La Vieja en el Valle del Cauca.

En estas mismas zonas se debe cartografiar y evaluar en detalle los elementos expuestos y la vulnerabilidad, para orientar los programas de reducción de la vulnerabilidad.

Los mapas de amenaza, vulnerabilidad y riesgo presentados no constituyen un pronóstico de una inundación o una avenida torrencial en un punto y tiempo dados. Para ello es necesario que las autoridades desarrollen programas específicos de medición de niveles en los ríos aguas arriba de las llanuras de inundación y los sectores afectables por avenidas torrenciales, y los correlacionen con la topografía de éstas, para determinar la probabilidad de que un evento de estos pueda afectar un punto dado de la cuenca.

También es necesario desarrollar métodos adecuados para medir la vulnerabilidad, ya que no es lo mismo estimarla a nivel regional como a nivel local. Por ejemplo, los elementos expuestos, base de la vulnerabilidad, en un estudio a escala 1:10.000 no necesariamente son visibles (cartografiables) a escalas medias de 1:25.000 o 1:50.000.

Desde el punto de vista del control, se recomienda adelantar procesos de reducción de la vulnerabilidad en las zonas de amenaza alta, mediante obras tales como diques o muros contra inundaciones, drenaje de zonas inundables, restauración vegetal y reubicación de viviendas, donde ello se justifique.

Para esto se recomienda adelantar estudios de mayor detalle, tanto en el sector rural como urbano, en especial en las zonas de amenaza alta definidas en el presente estudio, como se anotó arriba.

Figura 5.26. Mapa de amenaza por inundaciones.

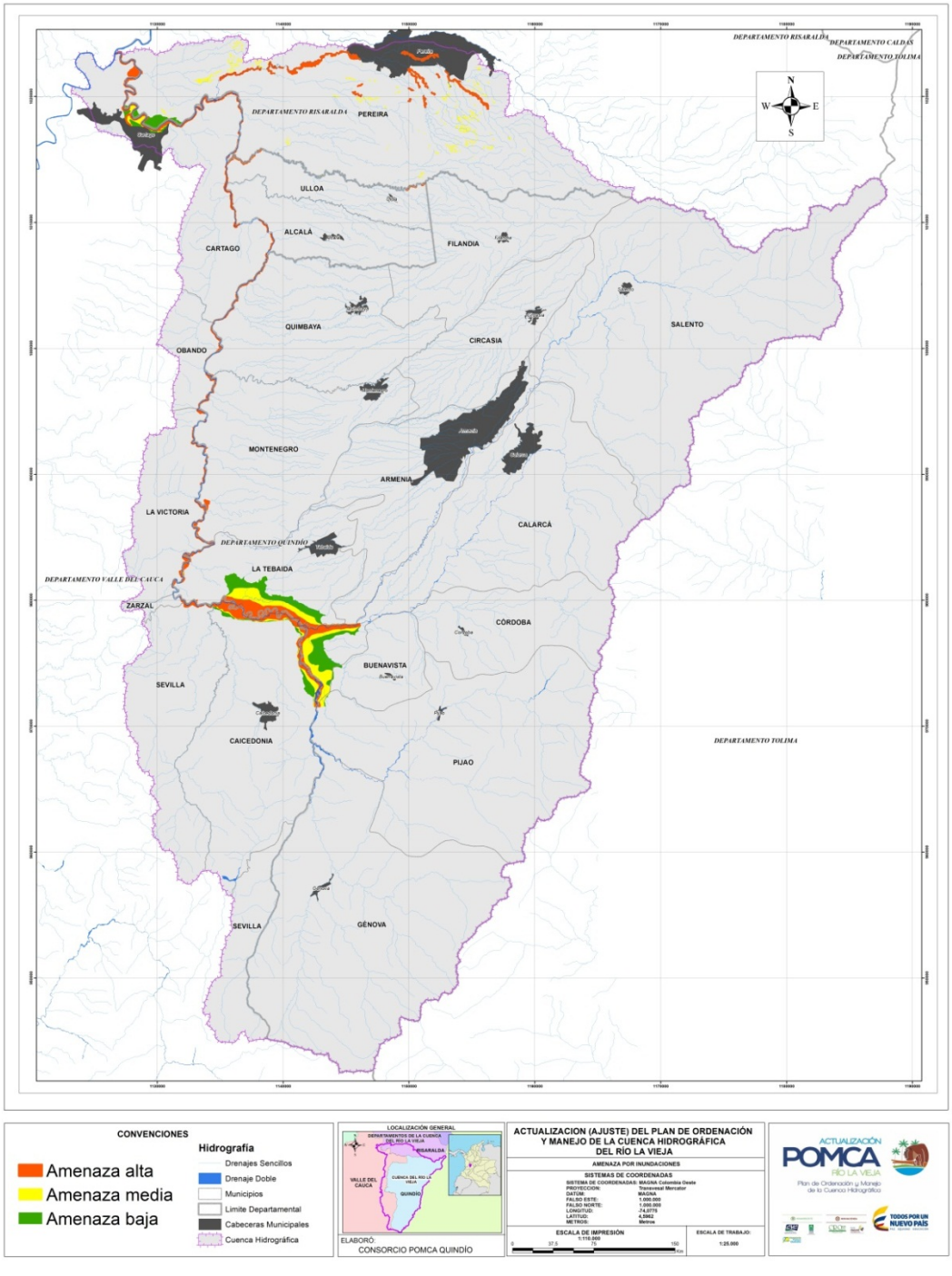


Figura 5.27. Mapa de riesgo por inundaciones.

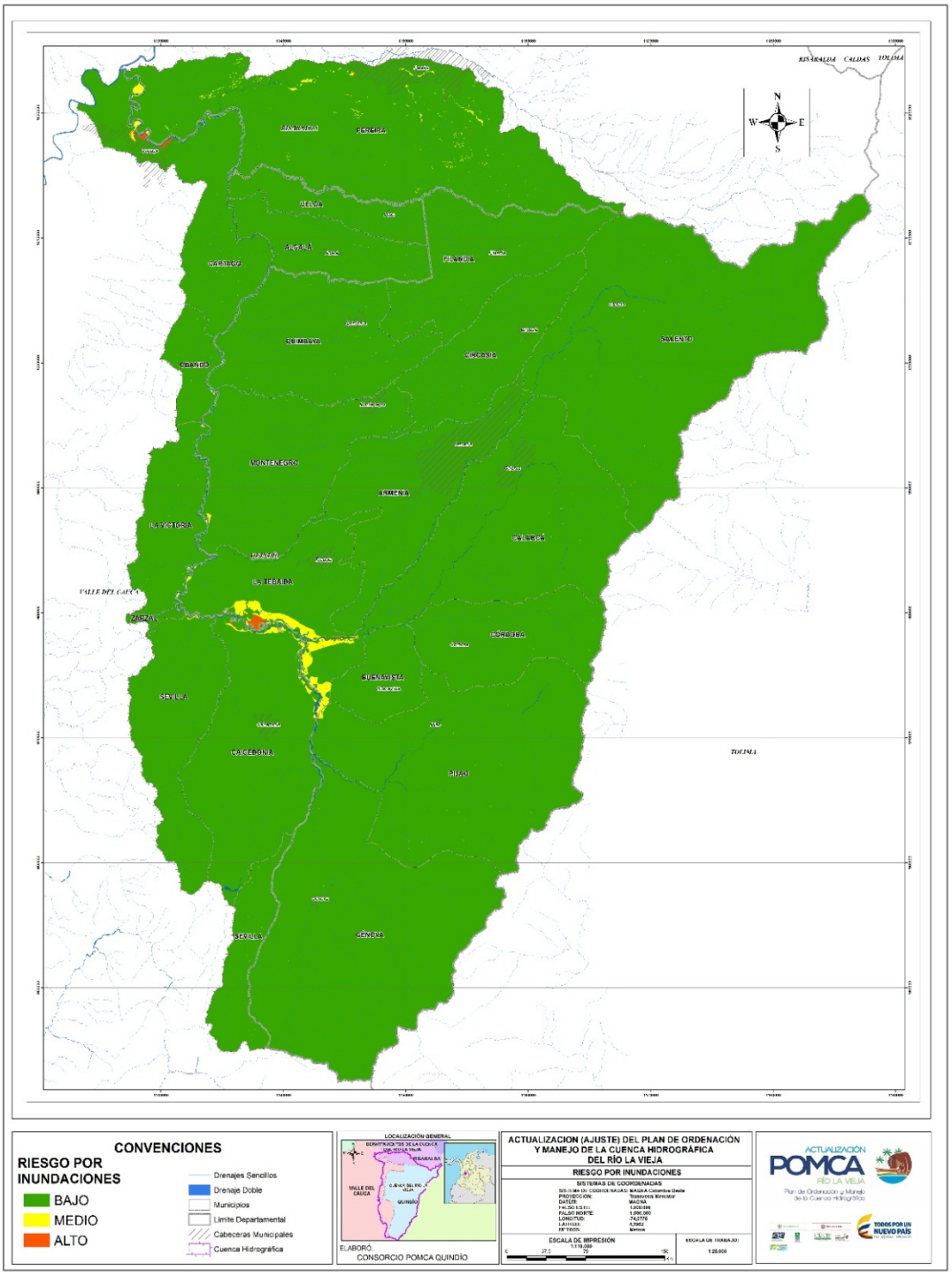


Figura 5.28. Mapa de amenaza por avenidas torrenciales.

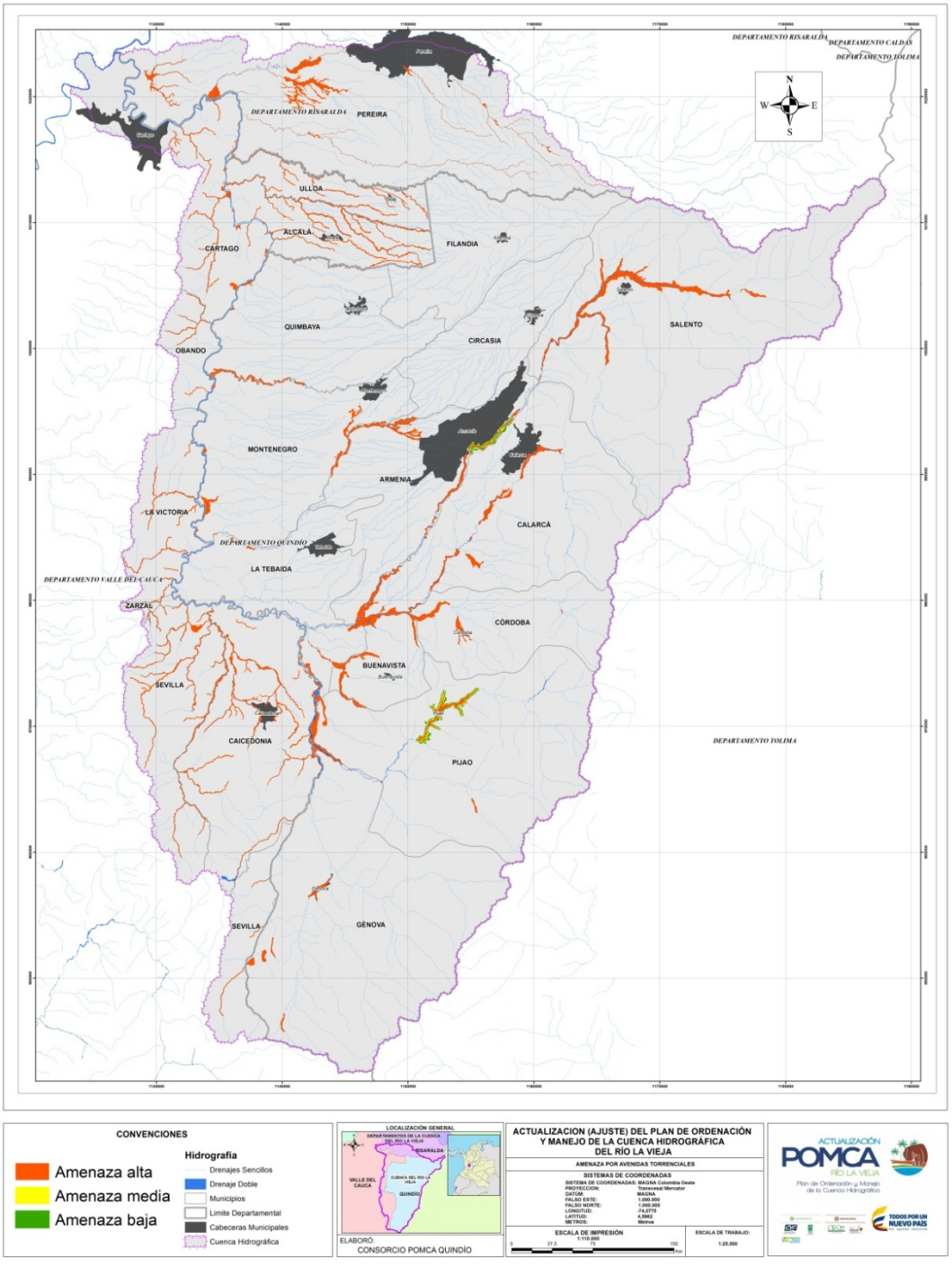


Figura 5.29. Mapa del Índice de Vulnerabilidad a eventos torrenciales IVET.

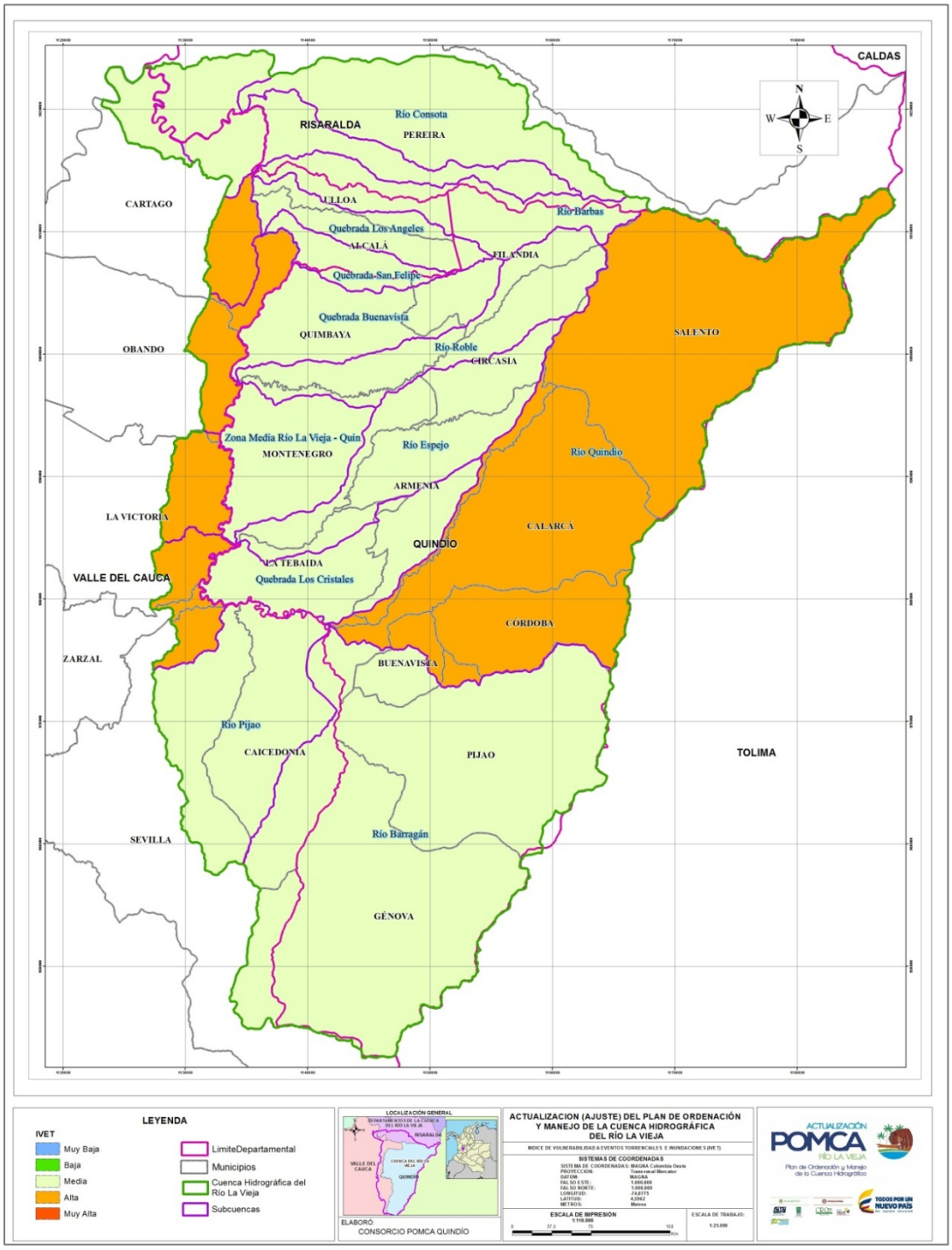
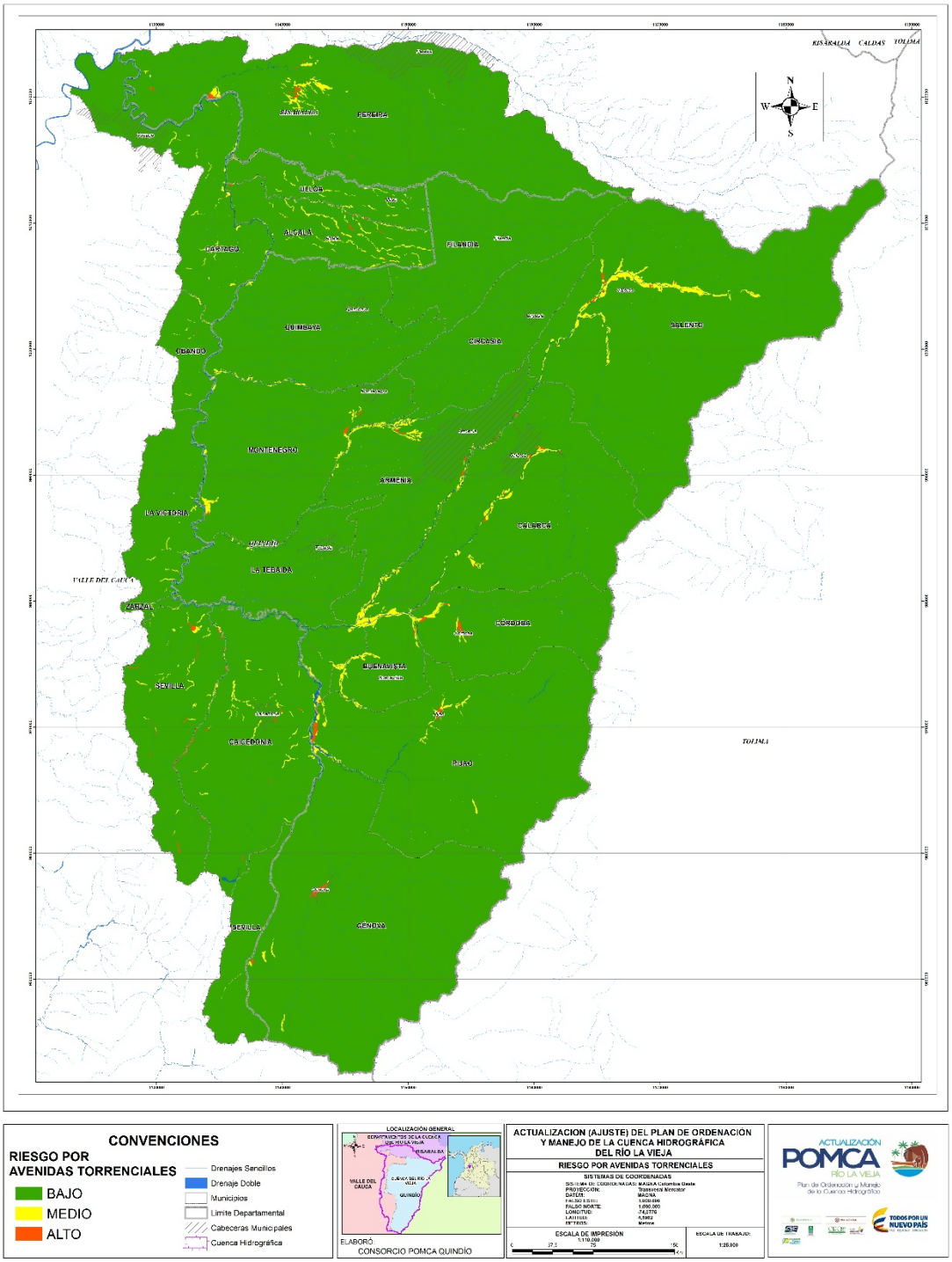


Figura 5.30. Mapa de riesgo por avenidas torrenciales.



5.4.3 Incendios forestales

Metodología utilizada

Para realizar el análisis de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por incendios forestales o de cobertura vegetal se ejecutaron las siguientes actividades:

- Se elaboró en primer lugar el mapa de susceptibilidad de las coberturas vegetales a los incendios de origen natural, es decir donde no intervienen manos criminales.
- En segundo lugar se elaboró el mapa de amenaza, de acuerdo con el protocolo del IDEAM, recomendado en los términos de referencia.
- En tercer lugar se elaboró el mapa de vulnerabilidad a los incendios de coberturas vegetales, de acuerdo con la metodología y escalas de vulnerabilidad de acuerdo al protocolo respectivo, recomendada también en los términos de referencia.
- Finalmente se elaboró el mapa de riesgo, para lo cual se utilizó el concepto y metodología del riesgo implícito, propuesto por Cardona (sin fecha).

Resultados obtenidos

Para la elaboración del mapa de amenaza se siguió el protocolo del IDEAM (2011)[5]. Este protocolo contempla la elaboración del mapa de susceptibilidad y, a partir de éste, el mapa de amenaza.

El mapa de susceptibilidad a incendios se elaboró con base en: tipo de combustible, duración de los combustibles predominantes, carga total de combustibles y la humedad de la vegetación. Las unidades de susceptibilidad se reclasifican con base en variables climáticas, eventos históricos, relieve y accesibilidad, para obtener el mapa de amenaza.

Como en los casos de remoción en masa e inundaciones, se elaboró el mapa de vulnerabilidad con base en los criterios de pérdida o exposición, fragilidad y resiliencia. Y el mapa de riesgo resultó de la combinación de los mapas de amenaza y vulnerabilidad.

El mapa de amenaza muestra que las zonas de amenaza alta se localizan principalmente en los municipios de Armenia, Circasia, Quimbaya, Filandia, Alcalá, Ulloa, Cartago, Caicedonia, La Victoria, Buenavista y parte de Pijao, en especial donde hay coberturas de pastos arbolados y pastos y árboles plantados, en las subcuencas de Quindío (parte media), Espejo, Roble, Buenavista, San Felipe, Los Ángeles, Barbas, Consotá (parte media), El Enfado y Zona baja del río La Vieja Valle del Cauca y Risaralda.

A su vez, las zonas de mayor vulnerabilidad se localizan hacia la parte central de la cuenca, en el abanico entre Caicedonia y Pereira y entre las estribaciones de la cordillera Central y el río La Vieja. Como consecuencia, las zonas de alto riesgo se localizan en contados sectores del sector central de la cuenca, en Caicedonia, Armenia y otros pocos

[5] IDEAM. Protocolo para la realización de mapas de zonificación de riesgo por incendios de la cobertura vegetal. Bogotá. 2011.

sitios, mientras que la mayor parte de la cuenca presenta un riesgo medio y el riesgo bajo se localiza en las vertientes medias y altas de la cordillera Central.

La validez de un mapa de riesgo como el presentado no es absoluta sino relativa. Es decir, la probabilidad de que ocurra un incendio es mayor en función del mayor valor del riesgo en la escala adoptada. Esto significa que si el riesgo fuera de 1,0 en un área dada, ello no implica que obligatoriamente allí se vaya a presentar un incendio. Es probable incluso que se presente primero en áreas con un riesgo menor. Esto se debe a la incertidumbre los factores empleados tanto en la estimación de la amenaza como de la vulnerabilidad. En el caso de la amenaza, los factores climáticos son los principales responsables de la incertidumbre, ya que la densidad de las estaciones no es suficiente para determinar con precisión su valor en un punto dado, excepto donde queda la estación. Las características de cada tipo de cobertura como combustible vegetal, también es un imponderable, toda vez que no existe en el país suficiente investigación para determinar la inflamabilidad y combustibilidad de los diferentes tipos de vegetación. En general el conocimiento es empírico o se basa en la experiencia internacional en países con amplio manejo del tema, como EEUU y Australia, entre otros, donde las coberturas vegetales presentan grandes diferencias con respecto a las nuestras, así como las mismas características del clima.

Aunque se encuentran bases de datos sobre incendios, su consulta, descarga y análisis no es tan fácil como debería ser. Así pues, la divulgación y acceso a la información, su recopilación y publicación normalizada mediante protocolos de captura y distribución se vuelve una prioridad si se desea en un futuro próximo poder hacer análisis y proyecciones con mayor exactitud.

Por tanto, es necesario establecer proyectos piloto a una escala adecuada (municipal o veredal), en áreas identificadas como de alta frecuencia de incendios, dotadas de estaciones climatológicas que permitan medir los parámetros empleados, así como otros de mayor detalle, que puedan ser empleados por los servicios municipales de manejo del riesgo.

También es necesario desarrollar métodos adecuados para medir la vulnerabilidad, ya que no es lo mismo estimarla a nivel regional como a nivel local. Por ejemplo, los elementos expuestos, base de la vulnerabilidad, en un estudio a escala 1:5.000 no necesariamente son visibles (cartografiables) a escalas medias de 1:25.000 o 1:50.000.

Desde el punto de vista del control, se recomienda adelantar procesos de reducción de la vulnerabilidad en las zonas de amenaza alta, mediante obras tales como aislamiento vegetal, restauración vegetal y reubicación de viviendas, donde ello se justifique. Para esto se recomienda adelantar estudios de mayor detalle, tanto en el sector rural como urbano, en especial en las zonas de amenaza alta definidas en el presente estudio.

Figura 5.31. Mapa de amenaza por incendios de vegetación con tres categorías (Fuente: Este estudio).

5.5 ANÁLISIS SITUACIONAL Y SÍNTESIS AMBIENTAL

Metodología utilizada

La metodología para realizar el análisis situacional conlleva las siguientes actividades:

- Lectura e interpretación de cada uno de los capítulos del diagnóstico físico, biótico y socioeconómico.
- Identificación de las potencialidades, limitantes y condicionamientos de la cuenca.
- Descripción y análisis de cada potencialidad, limitante y condicionamiento.
- Determinación de los conflictos por uso de los recursos naturales de acuerdo con la metodología establecida en la Guía Técnica del MADS.
- Determinación de la síntesis ambiental y la priorización de problemas y conflictos según la Guía Técnica del MADS.

Resultados obtenidos

Del análisis situacional son de resaltar: los tensionantes, limitantes y potenciadores, los conflictos y los problemas de la cuenca y el análisis de áreas críticas, evidenciados a través del diagnóstico y las reuniones de socialización con las comunidades.

5.5.1 Resumen general a nivel de cuenca

La Tabla 5.2 muestra las condiciones generales de la cuenca alta, media y baja del río La Vieja.

Tabla 5.6. Situación general de la cuenca del río La Vieja.

Zona	Condiciones físicas y bióticas	Uso actual y potencial del suelo	Calidad agua
Cuenca parte alta	Piso del bosque andino, altoandino y páramo. Climas frío, muy frío, subnival y nival semihúmedo, húmedo y superhúmedo. Fuertes y muy fuertes pendientes (25-50%, 50-75%, >100%) Suelos residuales de rocas volcánicas, ígneometamórficas y sedimentarias. Susceptibilidad moderada a movimientos en masa. Biodiversidad moderada en bosque secundario (por intervención), y más baja en las zonas de pastos.	El uso dominante del suelo es el de protección (bosque natural) en un 60% aproximadamente. En las zonas deforestadas el principal uso es el pastoreo, en un 23%. Entre los problemas, los más importantes son el sobrepastoreo y las talas y quemas de vegetación leñosa. La densidad de población es baja a muy baja. Los usos potenciales de estos suelos son los agrosilvopastoriles (clase 7, con 43%) y de protección (clase 8, 35%), y en una menor proporción los suelos de clase 6, con 18%. El potencial agropecuario es muy bajo en esta zona.	No hay problemas. Calidad del agua buena (según ICA). Demanda agua baja por ausencia de aglomeraciones urbanas.
Cuenca parte media	Transición del bosque andino al bosque subandino; éste último es dominante. Clima templado húmedo a semihúmedo. Pendientes moderadas (12-	El uso más importante en esta zona es el pastoreo, seguido por los cultivos permanentes, principalmente de café, el bosque ripario de guadua, mosaico de pastos y cultivos y algunos cultivos	Calidad del agua disminuye de regular a mala (según ICA), en

Zona	Condiciones físicas y bióticas	Uso actual y potencial del suelo	Calidad agua
	25%, 25-50%). Suelos derivados de cenizas volcánicas y/o flujos fluviovolcánicos y/o sedimentarias, excepto en vertiente occidental, derivados de rocas sedimentarias. Moderada susceptibilidad a movimientos en masa. Biodiversidad media moderada en bosque secundario, baja en pastos, bosque plantado y cultivos, y muy baja en zonas urbanas	transitorios. Los problemas más importantes son el sobrepastoreo, las talas y las quemas ocasionales. La densidad de población es media a alta, toda vez que aquí se encuentran Pereira, Armenia y la mayor parte de las demás cabeceras municipales. Los usos potenciales y recomendados para la mayor parte de la Cuenca media son los agrícolas y pecuarios (clases 6, 4 y 7 (28, 24 y 18%). Es una zona de alto a moderado potencial agropecuario	especial aguas abajo de las aglomeraciones urbanas. Demanda agua moderada a alta.
Cuenca parte baja	Transición del bosque subandino a subecuatorial Clima cálido semihúmedo. Pendientes moderadas a suaves (3-7%, de 12-25% y de 25-50%). Suelos derivados de cenizas volcánicas, rocas sedimentarias y depósitos aluviales. Moderada a baja susceptibilidad a movimientos en masa, y localmente alta amenaza por inundaciones y avenidas torrenciales. Biodiversidad media en bosque secundario, baja en pastos y cultivos, y muy baja en zonas urbanas.	El uso dominante del suelo es el urbano y suburbano (urbanizaciones y parcelaciones campestres), junto con caña de azúcar, pastos, mosaico de pastos y cultivos con espacios naturales. En los potreros se observa sobrepastoreo. La densidad de población es alta, tanto a nivel urbano como rural. Aunque las vertientes suaves en depósito y las terrazas presentan los mejores suelos y mejor aptitud agrícola y pecuaria, los usos urbanos y suburbanos se han desarrollado y pueden seguir desarrollándose aquí.	Calidad del agua disminuye a regular y mala (según ICA), por descargas de ARD. Demanda agua moderada a alta. Invasión de retiros, con riesgos de inundación y socavamiento.

ICA: Índice de calidad de agua. ARD : Aguas residuales domésticas

5.5.2 Resumen de tensionantes, limitantes y potenciadores

La Tabla 5.3 muestra los tensionantes, limitantes y potenciadores analizados, junto con la calificación respectiva. Los tensionantes son factores extrínsecos, los limitantes son factores intrínsecos a la cuenca que inciden sobre ella. Los potenciadores son factores favorables a la conservación de la cuenca. Se observa que:

- Los principales tensionantes son (según el puntaje asignado):
  La ganadería
  La urbanización y suburbanización
  La amenaza por fenómenos hidrometeorológicos y geológicos
  La minería
  La variabilidad climática
  El turismo

- Los principales limitantes son (según el puntaje asignado):
  Los vertimientos y la contaminación de agua
  Los bajos caudales y niveles

- Los principales potenciadores son (según el puntaje asignado):
  Pendiente del terreno
  Capacidad de uso del suelo
  Potencial de turismo de naturaleza

En principio, los tensionantes y limitantes deben ser objeto de tratamiento en el plan de ordenación y manejo de la cuenca

Tabla 5.7. Identificación y calificación de principales tensionantes, limitantes y potenciadores para la conservación y manejo de la cuenca.

Componentes	Elementos	Tensionantes, limitantes y potenciadores	Ip	Importancia
FÍSICO	Recurso suelo	Pendiente del terreno (L/P)	±66	S
		Capacidad de uso del suelo (L/P)	±66	S
		Condiciones de amenaza por fenómenos hidrometeorológicos y geológicos (T)	-68	S
	Recurso hídrico	Vertimientos y contaminación agua (L)	-52	S
		Bajos caudales y niveles (L)	-51	S
	Recurso atmosférico	Vendavales ocasionales (T)	-24	C
		Variabilidad climática (T)	-60	S
BIÓTICO	Flora	Introducción de flora y fauna exótica (T)	-48	M
	Fauna	Perturbación por actividades humanas (T)	-20	C
SOCIOECONÓMICO	Infraestructura	Urbanización y suburbanización (T)	-72	S
		Macroproyectos viales (T)	-20	C
	Social	Inseguridad y desarrollo de actividades ilícitas (T)	-36	M
		Articulación social insuficiente (L)	-36	M
		Organizaciones sociales ambientalistas ONG (P)	+30	M
		Procesos movilización social contra minería (P)	+36	M
		Creación escuelas de formación ambiental (P)	+30	M
		Desempleo y pobreza (T)	-20	C
		Politiquería y corrupción (T)		
		Pacto de La Habana (T)	-20	C
		Estudios y planes PORH (P)	+30	M
		Delimitación páramos (P)	+30	M
		SIG Quindío (P)	+50	S
	Económico	Turismo (T)	-51	S
		Potencial de turismo de naturaleza (P)	+55	S
		Minería (T)	-68	S
		Ganadería (T)	-73	S
		Granjas avícolas y porcinas (T)	-24	C
		Negocios verdes (p)	+23	C

(T): tensionante. (L): Limitante. (P): Potenciador. Cada elemento y/o componente del medio físico, biótico o socioeconómico puede estar afectado por uno o más tensionantes, limitantes o potenciadores.

Importancia del impacto (ip)		
P	Impacto positivo o positivo/negativo s/escala abajo	10
C	IP ≤ 25, Impactos bajos	7
M	IP > 25 ≤ 50, Impactos moderados	3
S	IP > 50 ≤ 75, Impactos altos	8
CR	IP > 75, Impactos críticos	

5.5.3 Los conflictos

Se han distinguido los conflictos por uso del suelo, por uso del agua, por pérdida de cobertura vegetal en áreas y ecosistemas estratégicos y otros conflictos subordinados.

Conflictos por uso del suelo

Clásicamente, el conflicto por uso del suelo surge de la oposición entre la capacidad de uso del suelo y el uso actual. El mapa de la Figura 5.33 muestra la distribución espacial y la importancia superficial de los conflictos por uso del suelo en la cuenca. Se contemplaron estas unidades porque son las exigidas por la GDB del proyecto. No obstante, siguiendo recomendaciones de las CARs, se han incluido como zonas de sobreuso severo las siguientes:

- Las resultantes del cruce de capacidad de uso y uso actual
- Las áreas de amenaza alta por inundaciones y movimientos en masa.
- Las áreas protegidas del SINAP y RNSC, si bien es de resaltar que los DMI y DCS permiten usos económicos variados (ver Decreto Ley 2811 de 1974, aún vigente).
- Las áreas con usos suburbanos en zonas agrícolas o de protección
- Las áreas con usos recreacionales activos en zonas agrícolas y de protección.

Las zonas de la Reserva Forestal Central de la Ley 2ª de 1959 fueron objeto de un análisis especial en relación con la zonificación de usos principales propuestos resultante del estudio de capacidad de uso, debido a que la Resolución 1922 de 2013 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible establece que ésta no implica cambios en el uso del suelo, sino directrices para el ordenamiento.

Las directrices de uso establecidas para la reserva son totalmente compatibles con los usos principales propuestos para la zona de la reserva dentro de la cuenca (capítulos 12 y 13 del diagnóstico), por lo cual éstos permiten lograr los objetivos de la Reserva Forestal Central.

En resumen, se observa que un poco menos de la mitad de la cuenca (el 44,31%) presenta un uso adecuado, es decir, un equilibrio entre uso actual y uso potencial. En subuso se encuentra un poco más de la décima parte de la cuenca, con el 12,73%, mientras que en sobreuso se encuentra un poco más de la tercera parte de la cuenca, el 39,64%. En el resto del área (3,32%) no son aplicables los criterios de conflictos de uso, por tratarse de usos no agrícolas ni forestales. Lo anterior sin considerar la amenaza por movimientos en masa.

En efecto, dada la gran importancia superficial de la amenaza por movimientos en masa (19,6% del total de la cuenca), se desarrollaron dos escenarios de conflictos de uso del

suelo diferentes, uno que incluye la amenaza alta por movimientos en masa y otro que no, y por lo tanto el uso adecuado, el subuso ligero y moderado varían drásticamente. De acuerdo a lo anterior se presentan la Figura 5.33, Figura 5.34 y Figura 5.35 correspondientes donde se evidencian los escenarios descritos.

Como se vio en el capítulo 13 del diagnóstico, de cobertura vegetal y uso del suelo, el sobreuso severo afecta sobre todo las clases agrológicas VII y VIII, en las zonas de mayor pendiente de las laderas medias y altas de la cordillera Central, a causa principalmente del pastoreo intensivo y extensivo; el sobreuso moderado afecta sobre todo las clases VI y VII, en las laderas medias y bajas de la cordillera Central y en las colinas y zonas de relieve fuerte de la vertiente occidental del río La Vieja (Valle), a causa principalmente del pastoreo intensivo (clase VI), y los cultivos permanentes semi-intensivos y el pastoreo extensivo (clase VII). El subuso, por su pequeña área no representa un riesgo de significación para la economía agrícola y la seguridad alimentaria de la cuenca (pastos extensivos y/o plantaciones forestales en zonas aptas para agricultura intensiva). El uso adecuado se extiende en su mayor parte en las zonas de relieve suave a moderadamente ondulado de la parte central de la cuenca, en el abanico entre Caicedonia y Pereira y entre el río La Vieja y las estribaciones de la cordillera Central, así como en las zonas con bosque de las vertientes medias y altas de la cordillera Central, al oriente de la cuenca.

No obstante, como se anotó arriba, además del sobreuso por capacidad de uso, se encuentran las siguientes categorías de sobreuso, que se ha considerado severo, bien sea por sus niveles de amenaza, o porque eliminan el uso como área protegida o el uso agrícola que por aptitud natural, o capacidad de uso, les corresponde (áreas netas sin sobreposición de conflictos):

- El sobreuso severo por capacidad de uso alcanza el 19,60%% de la cuenca.

- El sobreuso por amenaza alta de inundaciones alcanza el 0,70% de la cuenca.

- El sobreuso en áreas protegidas del SINAP, RNSC, DMI y DCS alcanza el 3,73% de la cuenca.

- El sobreuso por usos suburbanos en zonas agrícolas alcanza el 0,12%.

- El sobreuso por usos recreacionales activos en zonas agrícolas alcanza 1952,17 ha (el 0,69% de la cuenca. Entre éstos se encuentran campos de golf, áreas turísticas, condominios recreativos, fincas recreativas y centros vacacionales, siendo los más extendidos los condominios recreativos (1.300 ha), las fincas recreativas (982 ha) y los centros vacacionales (117 ha)

Si se considera la amenaza por movimientos en masa, la situación cambia drásticamente:

- El uso adecuado se reduce al 35,93% de la cuenca.

- El subuso se reduce al 12,58% de la cuenca.

- El sobreuso aumenta al, 48,25%, del cual los sobreusos ligero y moderado con 11,73% y el sobreuso severo con el 36,52% de la cuenca.

Este sobreuso severo a su vez se subdivide así (áreas netas sin sobreposición de conflictos):

- El sobreuso por capacidad de uso mantiene el 19,60% de la cuenca.

- El sobreuso por amenaza alta de inundaciones alcanza el 0,70% de la cuenca.

- El sobreuso por amenaza alta de movimientos en masa alcanza el 9,68% con 27588,22 ha de la cuenca.

- El sobreuso en áreas protegidas del SINAP, RNSC, DMI y DCS alcanza el 3,73% de la cuenca.

- El sobreuso por usos suburbanos en zonas agrícolas alcanza el 0,12%.

- El sobreuso por usos recreacionales activos en zonas agrícolas alcanza 1952,17 ha (el 0,69% de la cuenca. Entre éstos se encuentran campos de golf, áreas turísticas, condominios recreativos, fincas recreativas y centros vacacionales, siendo los más extendidos los condominios recreativos (1.300 ha), las fincas recreativas (982 ha) y los centros vacacionales (117 ha)

Por tanto, el POMCA debe buscar en el mediano y largo plazo revertir la situación de sobreuso, sobre todo del moderado y severo, logrando que la población adopte usos y sistemas de uso más acordes con la capacidad de uso del suelo.

Figura 5.32. Mapa de conflictos por uso del suelo sin incluir amenaza por movimientos en masa (Fuente: Este estudio).

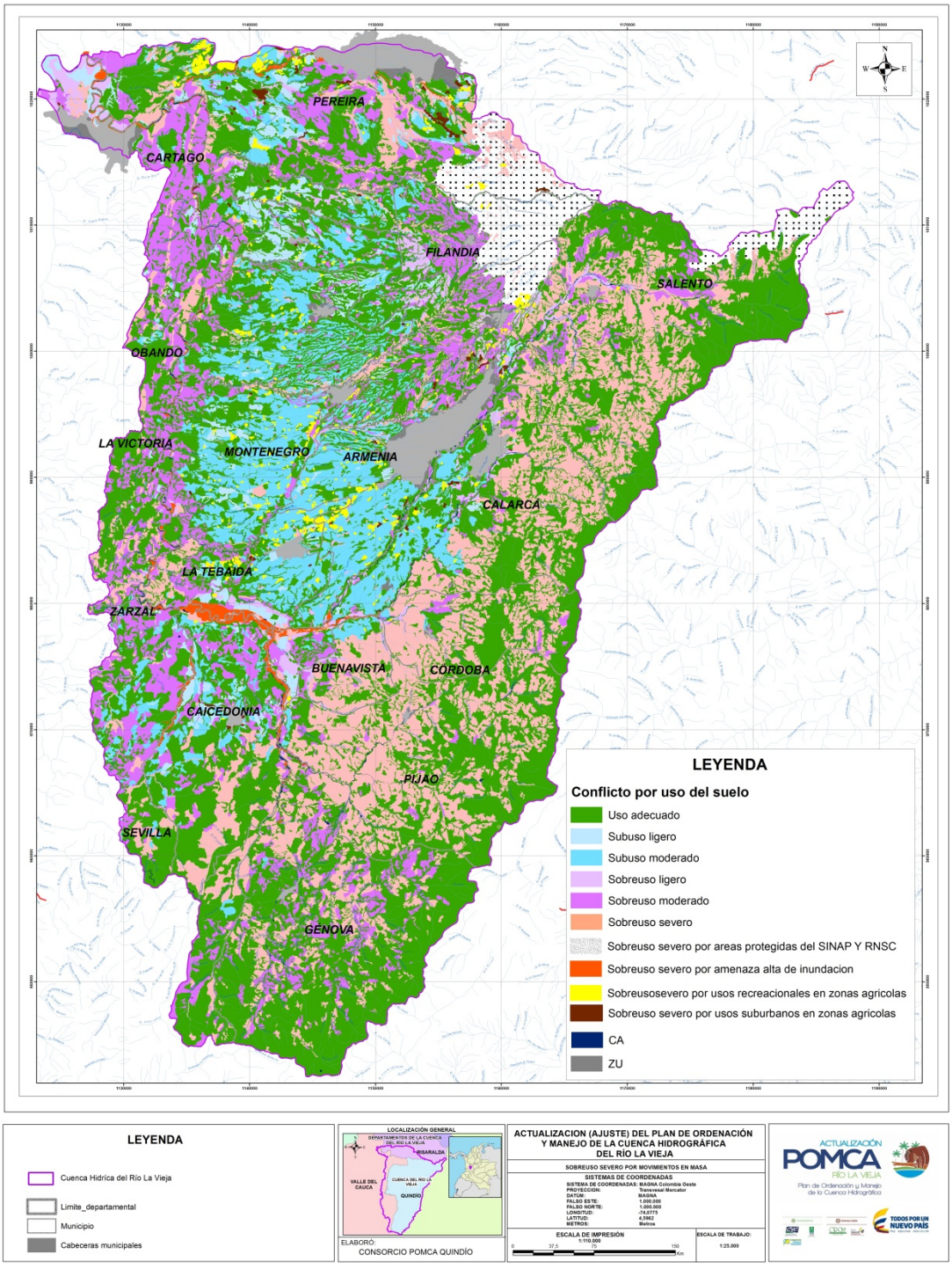


Figura 5.33. Mapa de conflictos por sobreuso severo de amenaza alta por movimientos en masa (Fuente: Este estudio).

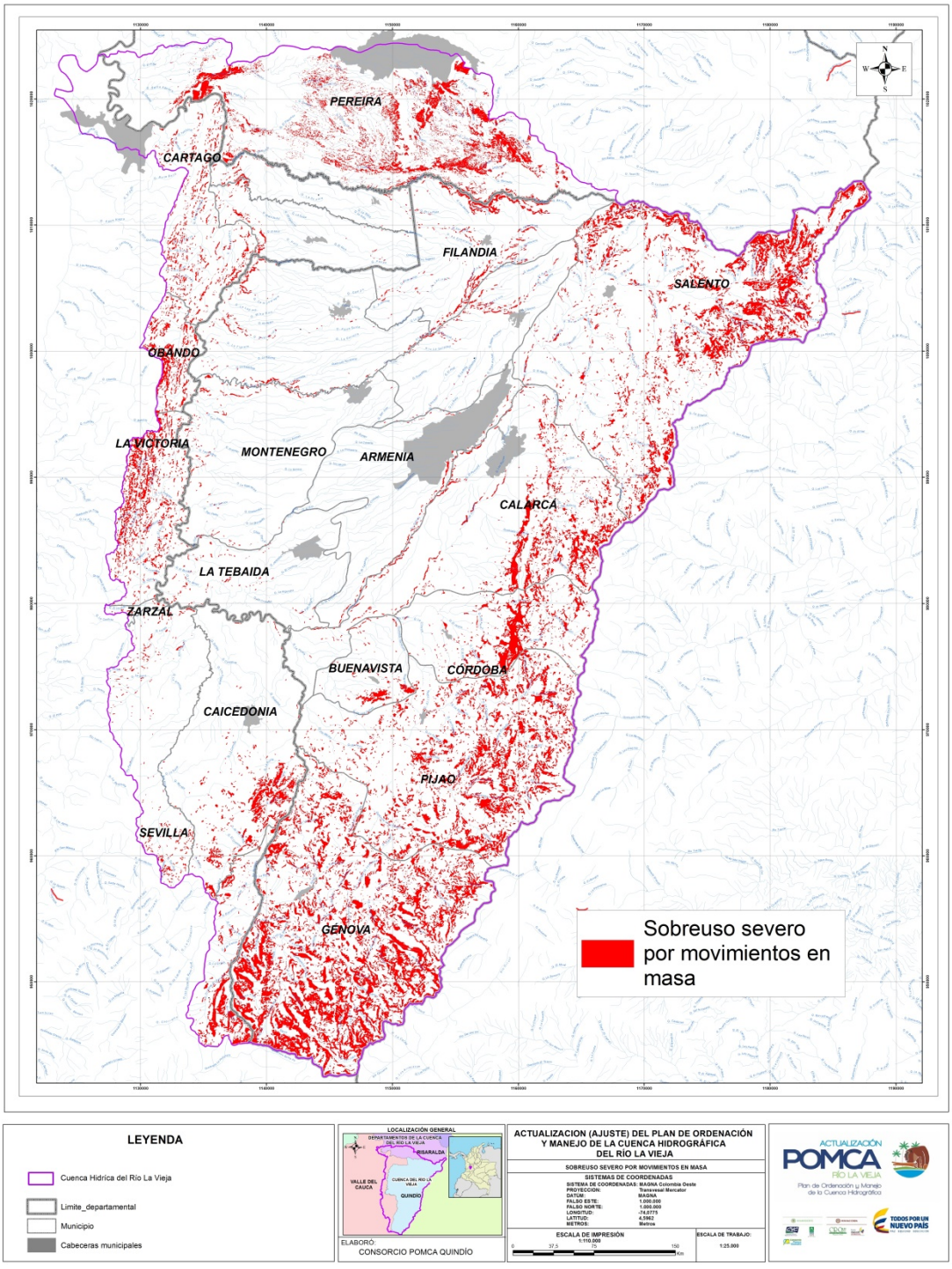
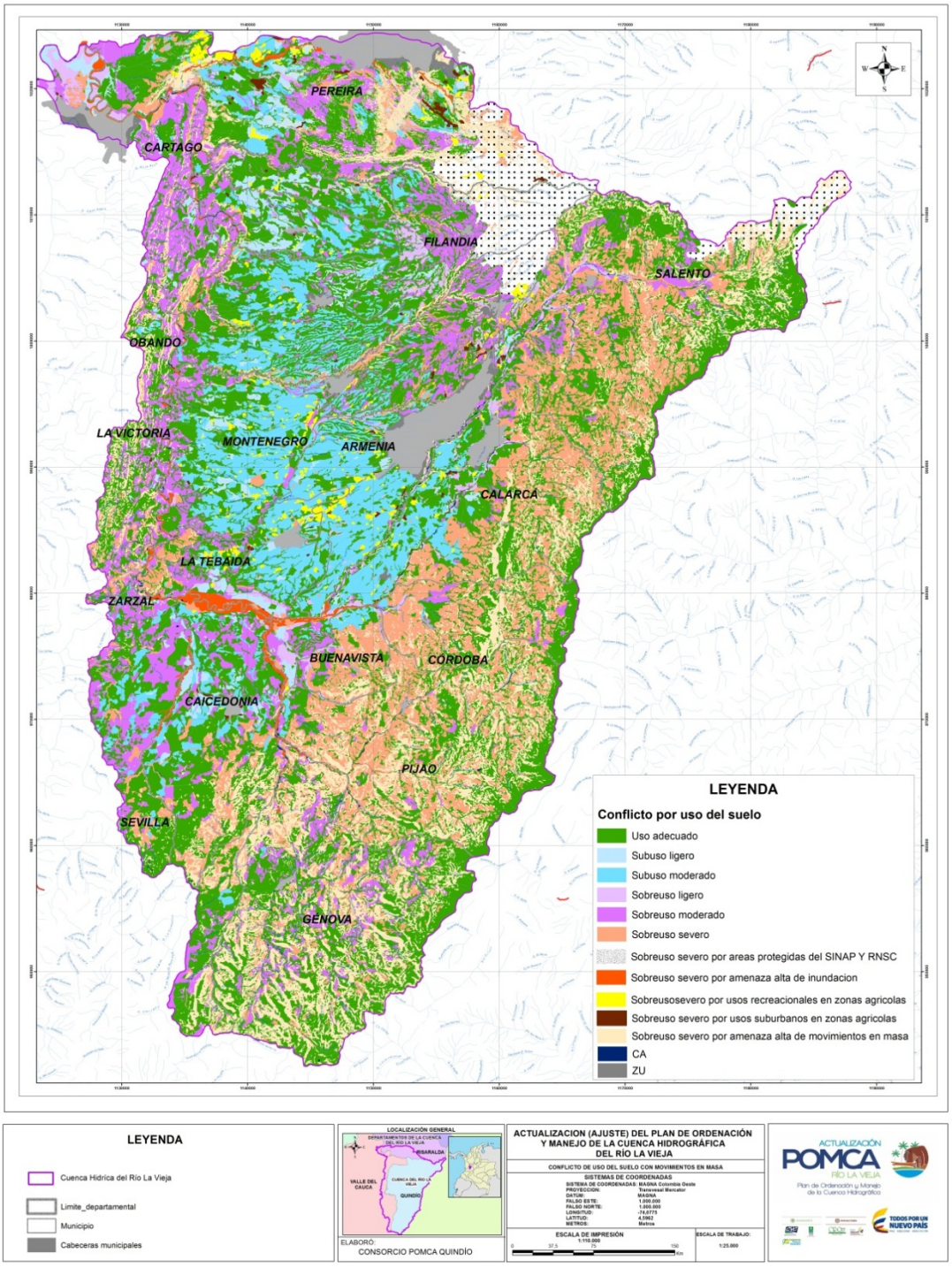


Figura 5.34. Mapa de conflictos por uso del suelo incluyendo amenaza por movimientos en masa (Fuente: Este estudio).



Conflictos por uso del agua

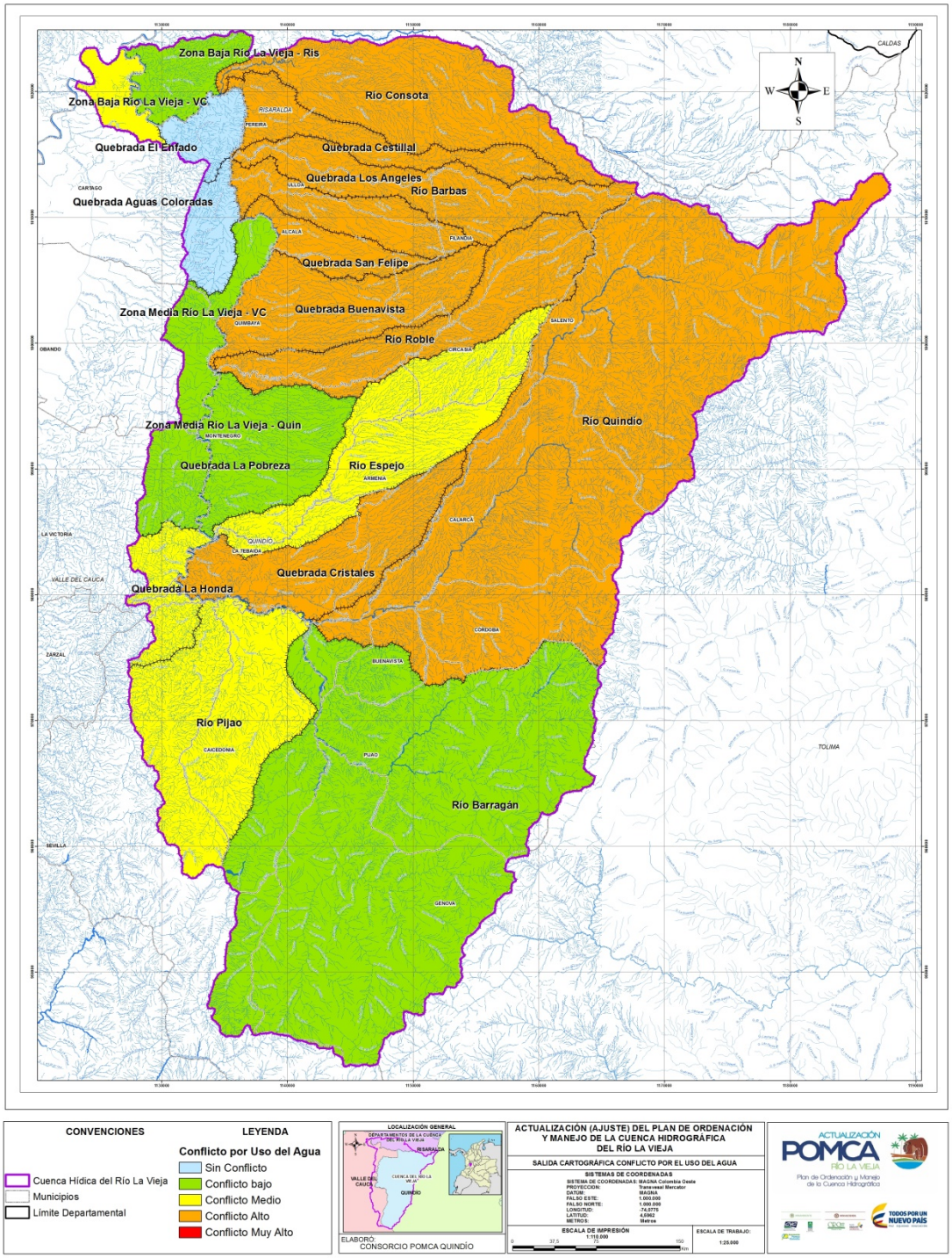
Los conflictos del recurso hídrico están enmarcados por la disponibilidad y calidad del recurso. De acuerdo con la metodología de los términos de referencia, para la determinación de los conflictos del recurso hídrico se realizó el cruce de los mapas de índice de uso del agua (IUA) con el mapa de índice de alteración potencial de la calidad del agua (IACAL). Dado que el índice de uso del agua (IUA) se calcula con valores reales y el IACAL contempla en su mayoría información presuntiva, se le asigna mayor peso al IUA para la determinación de las áreas en conflicto.

Teniendo en cuenta las categorías establecidas para IUA e IACAL para la condición hidrológica media, definidas en las hojas metodológicas de los indicadores, en la Tabla 5.4 se presentan las combinaciones posibles y la respectiva calificación del conflicto, y en la Figura 5.36 se muestran los resultados. Los mapas bases de IUA e IACAL se tomaron de los capítulos de hidrología y calidad del agua.

Tabla 5.8. Calificación de conflictos del recurso hídrico (MADS, 2013).

IUA	IACAL	Categoría de conflicto
Muy alto	Muy alta	Conflicto alto
Muy alto	Alta	Conflicto alto
Muy alto	Media alta	Conflicto alto
Muy alto	Moderada	Conflicto alto
Alto	Muy alta	Conflicto alto
Alto	Alta	Conflicto alto
Alto	Media alta	Conflicto alto
Alto	Moderada	Conflicto alto
Moderado	Muy alta	Conflicto alto
Moderado	Alta	Conflicto alto
Moderado	Media alta	Conflicto alto
Bajo	Muy alta	Conflicto alto
Muy alto	Bajo	Conflicto medio
Alto	Bajo	Conflicto medio
Moderado	Moderada	Conflicto medio
Moderado	Bajo	Conflicto medio
Bajo	Alta	Conflicto medio
Bajo	Media alta	Conflicto medio
Muy bajo	Muy alta	Conflicto medio
Muy bajo	Alta	Conflicto medio
Bajo	Moderada	Conflicto bajo
Bajo	Bajo	Conflicto bajo
Muy bajo	Media alta	Conflicto bajo
Muy bajo	Moderada	Conflicto bajo
Muy bajo	Bajo	Sin conflicto

Figura 5.35. Conflicto del recurso hídrico (Fuente: Este estudio).



El mapa de la Figura 5.36 muestra que las subcuencas con conflicto mayor (alto) por recurso hídrico para condición media son: río Quindío, río Roble, río Barbas, río Consotá, quebrada Cristales, quebrada Buenavista, quebrada San Felipe, quebrada Los Ángeles, quebrada Cestillal.

Conflictos por pérdida de cobertura en áreas y ecosistemas estratégicos

Si bien la pérdida de cobertura vegetal podría no ser un conflicto, sino más bien un impacto resultante de los conflictos socioeconómicos por el uso del suelo, en la presente sección se analiza como conflicto autónomo, en seguimiento de la metodología establecida para los POMCAs.

En efecto, el conflicto por pérdida de cobertura natural en áreas y ecosistemas estratégicos está estrechamente relacionado con los conflictos por uso del suelo, ya que éstos determinan dónde las coberturas vegetales y usos actuales del suelo no se adaptan, o no coinciden, con la capacidad natural de uso del suelo. Y entre éstas, que debieran estar dedicadas a la preservación de las coberturas vegetales naturales, qué proporción está dedicada a otros usos.

Es así como, de acuerdo con los estudios de cobertura vegetal, del total del territorio de la cuenca, sólo el 33,93% está cubierto en la actualidad por bosques y coberturas seminaturales. A éstas se debe agregar las áreas húmedas y superficies de agua, que suman el 0,82% de la cuenca. Esto significa que el 34,75% de la superficie de la cuenca está cubierto por coberturas naturales, o, en otros términos, que se ha perdido el 65,23% de las coberturas vegetales naturales de la cuenca.

Lo anterior refleja la situación de la cobertura vegetal actual de la cuenca. No obstante, existen al interior de la cuenca un conjunto de áreas y ecosistemas estratégicos, dentro de los cuales se han considerado los siguientes (ver capítulo 15, Áreas y ecosistemas estratégicos):

1. Áreas protegidas de orden nacional y regional declaradas públicas o privadas declaradas en el SINAP:
   1.1. Parques nacionales naturales (PNN)
   1.2. Reservas forestales protectoras (RFP)
   1.3. Parques naturales regionales
   1.4. Distritos de manejo integrado (DMI)
   1.5. Distritos de conservación de suelos
   1.6. Áreas de recreación
   1.7. Reservas naturales de la sociedad civil (RNSC)

2. Áreas complementarias para la conservación:
   2.1. Áreas de distinción internacional: sitios Ramsar, reservas de biosfera, AICAS, áreas de patrimonio de la humanidad, entre otros.

2.2. Otras áreas de distinción nacional que no hacen parte del SINAP: reserva forestal central de Ley 2 de 1959, áreas contempladas en Decreto-Ley 2811 de 1974, Ley 99 de 1993 y otras áreas de nivel regional.
2.3. Suelos de protección que hacen parte de los planes y esquemas de ordenamiento territorial.

3. Áreas de importancia ambiental:
3.1. Ecosistemas estratégicos: páramos, humedales, manglares, bosque seco, entre otros.
3.2. Otras áreas de interés para la conservación de la cuenca

4. Áreas de reglamentación especial:
4.1. Territorios étnicos
4.2. Patrimonio cultural
4.3. Sitios de interés arqueológico

De esta forma, si se consideran sólo las áreas que conforman los ecosistemas estratégicos, es decir, los tres primeros grupos anteriores (148.317,15 ha en total, ver capítulo 15), las cuales debieran estar en coberturas protectoras, el 44,03% de ellas (65.300,07 ha) no está en las coberturas protectoras propias de estas áreas. Esta misma cifra representa el 22,91 % del total de la cuenca (ver mapa de Figura 5.37).

Es evidente que la pérdida de coberturas vegetales naturales no ha sido objeto durante los últimos 20 o 50 años, sino desde que se inició el proceso conocido como Colonización Antioqueña, a mediados del siglo XIX. Es decir, que desde antes de la Colonización Antioqueña hasta la fecha (2015) se ha perdido el 65,23% de las coberturas vegetales naturales de la cuenca, como se dijo arriba.

Otros conflictos subordinados

Conflictos por minería

En el departamento del Quindío existen 94 contratos de concesión otorgados, y adicionalmente existen 133 contratos de concesión en trámite, que cubren el 62% del total del territorio.

Con la declaración del Paisaje Cultural Cafetero, algunas grandes empresas con títulos mineros optaron por renunciar a ellos. Todavía hay varios títulos vigentes, pero según la Agencia Nacional de Minería en un comunicado de prensa, de los 42 títulos mineros otorgados en los tres municipios de Salento, Córdoba y Pijao, un 70% están en proceso de renuncia por parte de las empresas, todos ellos de oro, y ninguno actualmente en actividad y el restante 30% corresponde a materiales de construcción.

La pequeña minería activa en el territorio de la cuenca del río La Vieja es principalmente para la extracción de materiales de construcción. Hay no menos de 15 explotaciones legales de minería en Quindío, de las cuales 14 son de materiales de construcción y 1 de

oro. A su vez, se han identificado otras 19 explotaciones ilegales, de las cuales 16 de materiales de construcción y 3 de oro. En el Valle del Cauca sólo se identificaron 2 minas de oro ilegales en Cartago, 1 mina de yeso en Alcalá, de la cual no se pudo determinar su carácter legal o ilegal, y varias explotaciones artesanales de materiales de arrastre en Obando, ilegales o en proceso de legalización. En Pereira se pudo identificar 2 explotaciones ilegales de oro.

De otro lado, la minería no sólo es susceptible de causar impactos negativos sobre la calidad del Paisaje Cultural Cafetero (PCC), sino sobre la calidad del agua, los recursos de agua subterránea, el suelo y la cobertura vegetal natural. Por todos estos motivos, se ha generado una oposición masiva de la comunidad a la minería, la cual se manifestó en una amplia protesta llevada a cabo en junio de 2016 en las calles de Armenia contra la minería en Quindío, y un grupo de ciudadanos creó el Comité pro consulta popular contra la minería en Quindío.

De otro lado, el 25 de mayo de 2016 la Corte declaró inexequible el artículo 37 de la Ley 685 del 2001, Código Minero, que les impedía a alcaldes y concejos crear en sus municipios zonas vedadas para la minería. Con este fallo, a través de consultas populares y reformas de los Planes de Ordenamiento Territorial (POT), los municipios podrán frenar proyectos mineros, una facultad que hasta ahora estaba sólo en manos de las autoridades nacionales.

Es relevante señalar la vulnerabilidad en la que se encuentra la sociedad por estas actividades, por el deterioro de las condiciones de vida y la afectación de los ecosistemas estratégicos de los cuales dependen las comunidades rurales.

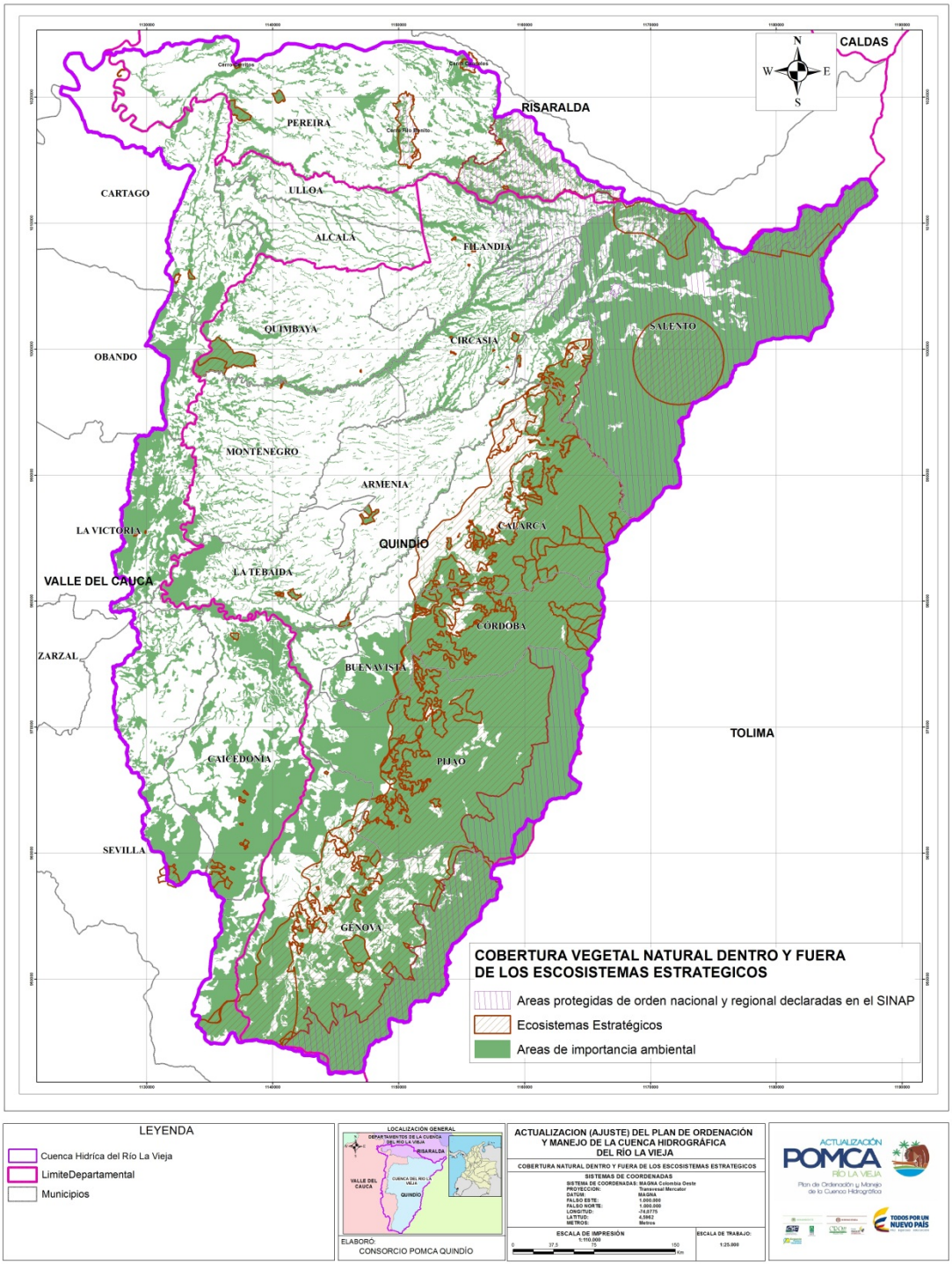
Conflictos por turismo

Los condominios recreativos cartografiables a la escala 1:25.000 ocupan en la actualidad 1.300 ha, las fincas recreativas 892 ha, los centros vacacionales 117 ha, otras áreas turísticas 99 ha y los campos de golf 81 ha, que en total suman 2.489 ha. Estos desarrollos han tenido lugar a expensas de suelos de clases agrológicas 2 y 3. Por tanto, con o sin licencia urbanística, estos desarrollos entran en conflicto directo con los usos agrícolas potenciales de la tierra. Son usos más rentables desde el punto de vista económico, que pagan más impuesto predial y de industria y comercio, por lo cual los municipios tienen la tendencia a promoverlos, al igual que sucede en otros paisajes rurales de singular belleza en el país, como la Sabana de Bogotá.

El turismo constituye uno de los principales tensionantes socioeconómicos de la cuenca. El carácter de tensionante y, por tanto, de conflicto, del turismo, se debe a los siguientes aspectos:

- Alta informalidad y empleo generado limitado, debido a la estacionalidad de la actividad.

Figura 5.36. Cobertura vegetal natural dentro y fuera de los ecosistemas estratégicos (Fuente: Este estudio)



- El tamaño de la población de la cuenca varía mucho en el transcurso del año, principalmente por dos factores: el aumento de flujos de turismo que infla la población en las épocas de vacaciones y el flujo de recolectores para la cosecha cafetera. El cálculo del total de población flotante se dificulta; sin embargo, para el Quindío se estima que puede alcanzar cerca de 1.500.000 personas/año[6] (otras estimaciones lo sitúan en 1.000.000 de personas/año). Este crecimiento estacional de la población implica un incremento en la demanda de recursos naturales, en especial agua, y en la generación de residuos líquidos y sólidos.

- El suministro de agua de consumo, el tratamiento de las aguas residuales en exceso y la disposición de los residuos sólidos sobrepasa la capacidad instalada de los municipios y, por tanto, contribuye a la contaminación de las aguas y del suelo. En las reuniones de socialización algunos actores se quejaron que una gran parte del turismo es pobre, compuesto por estudiantes que consumen poco y generan muchos residuos.

- De otro lado, en varios municipios con crecimiento negativo de la población rural, la presión sobre los recursos no siempre disminuye debido al auge de segunda vivienda y del turismo. Aunque en apariencia hay menos población, en temporadas de vacaciones aumenta el flujo de pobladores y aumenta la demanda de agua.

Conflictos por suburbanización

Si bien, al igual que el turismo, este conflicto forma parte de los conflictos por uso del suelo. No obstante, se ha considerado necesario resaltarlo, por las siguientes razones:

- Tal como se vio atrás, el tensionante de urbanización y suburbanización es uno de los mayores de la cuenca. Este tensionante, que constituye un conflicto para fines de manejo, está determinado por la dinámica de expansión urbana interna, en el marco de las relaciones de los centros urbanos de la cuenca con los centros urbanos de los departamentos vecinos y con los flujos migratorios interregionales y nacionales.

- Lo anterior se refleja en la importancia del área en usos urbanos y suburbanos del suelo, que en la actualidad es de 5.384 ha, de las cuales 4.724 en tejido urbano continuo y 660 en tejido urbano discontinuo. En los municipios del Quindío, según el IGAC (2013), en 2010-11 había 2.324 ha de tejido urbano continuo y 127 de tejido urbano discontinuo. En 2015, estas áreas habían aumentado a 2.571 y 205 ha respectivamente. Esto indica que se están urbanizando y suburbanizando alrededor de 60-65 ha/año sólo en los municipios del Quindío pertenecientes a la cuenca del río La Vieja. Además, habría que considerar las áreas recreacionales, deportivas y

[6] Estas cifras fueron calculadas por el consultor con base en oferta de alojamiento (hoteles y camas), tasa de ocupación, y duración de permanencia promedio de visitantes, tomadas de los registros de las Cámaras de Comercio de Armenia y Pereira (Observatorio Turístico de Cámaras de Comercio) y de datos consignados en los planes de desarrollo turísticos del Quindío y Pereira, citados en este documento.

turísticas, que en el Quindío suman 1.772 ha en 2015. En el caso específico del municipio de Pereira, hay 1.248 ha de tejido urbano continuo y 371 ha de tejido urbano discontinuo dentro de la cuenca, además de 1.007 ha de uso recreacional, deportivo y turístico en zona rural. En la zona del Valle, hay 865 ha de tejido urbano continuo y 84 ha de tejido urbano discontinuo, además de 82 ha en uso recreacional, deportivo y turístico rural. De acuerdo con el POT de Pereira, en 2015 hay 3.250 ha urbanas y 3.314 ha de suelo suburbano en todo el municipio, que en su mayor parte queda por fuera de la cuenca del río La Vieja[7].

Las causas del conflicto son principalmente de tres tipos:

- De tipo físico, resultante de la oposición entre el uso agrícola y el uso urbanístico. En efecto. Estos usos suburbanos se han desarrollado principalmente sobre suelos de clase agrológica 4, que es un suelo apto para cultivos temporales semi-intensivos y sistemas mixtos agrosilvopatoriles. Por tanto, el uso suburbano le está restando posibilidades a la producción de alimentos de la cuenca.

- De tipo económico, debido a que en las cercanías de los cascos urbanos de las grandes ciudades (Pereira y Armenia principalmente), donde tienen lugar de preferencia estos usos, el precio de la tierra es elevado y, por tanto, la producción agropecuaria deja de ser una opción económica rentable, que permita recuperar el valor del suelo. Esto hace que los propietarios busquen desarrollar otros usos que ofrezcan una rentabilidad acorde al precio del suelo.

- De tipo fiscal, debido a que el bajo valor catastral de las tierras agrícolas genera bajos ingresos fiscales a los municipios, por lo cual éstos se ven motivados a promover actividades más rentables en su territorio, que, por lo general, implican un cambio de uso del suelo, de agrícola a suburbano, industrial, comercial o recreacional, entre otros. Para lograr una participación de los municipios en los beneficios ligados al cambio de uso, éstos establecen, de acuerdo con la ley, cobros por la plusvalía debida al cambio de uso. Pero aún sin plusvalía, el mayor valor catastral de un predio construido que sin construir, genera automáticamente un mayor impuesto para el municipio.

<u>Conflictos por saneamiento básico</u>

Como los anteriores, éstos también se pueden catalogar como subconflictos por el uso del suelo. Se pueden caracterizar así:

- Oposición de las comunidades a la implantación de sistemas de manejo y tratamiento de residuos sólidos y líquidos en sus territorios.

[7] Se debe aclarar que en el suelo suburbano el POT incluye áreas que son típicamente recreativas (clubes de golf y sus instalaciones asociadas, centro recreativo, piscinas, restaurantes y similares, como es el caso en Cerritos). El método Corin Land Cover obliga a separar los usos recreacionales de los usos suburbanos de vivienda propiamente dichos.

- Esta oposición ha llevado a que se dificulte la construcción y operación de rellenos sanitarios especialmente, así como de escombreras en los municipios, lo cual se agrava por el acortamiento de la vida útil de rellenos como Villa Karina y Andalucía, por los volúmenes crecientes de residuos que la urbanización y el turismo generan, alimentados por el consumismo y la utilización de insumos en la producción.

- Entre las causas por las que la población se opone son de destacar las experiencias negativas de manejo de rellenos sanitarios y escombreras en muchas partes del país, en especial en lo relacionado con el manejo de impactos tales como el deterioro del paisaje, la contaminación del aire y los malos olores, el manejo de lixiviados, la llegada de basuriegos y los pasivos ambientales de los rellenos.

- Las autoridades ambientales y municipales se ven así enfrentadas a las comunidades, que, amparadas por sus derechos constitucionales a participar en las decisiones que los afectan, se oponen y hacen que la aprobación de un proyecto sanitario de este tipo se demore muchos años, si es que tienen éxito.

- En cuanto a los residuos líquidos, la mayor parte de municipios no cuenta con sistemas de tratamiento de sus aguas residuales domésticas.

5.5.4 Problemas para el plan de ordenación de la cuenca

De acuerdo con lo expuesto en la sección de Análisis de tensionantes, limitantes y potenciadores, en la sección de Análisis y evaluación de conflictos por uso y manejo de recursos naturales, así como con las recomendaciones de las CARs, los problemas de la cuenca a resolver a través del plan de ordenación y manejo son:

- Conflictos de uso del suelo en la Reserva Forestal Central y Áreas Naturales Protegidas, y vulnerabilidad a los efectos del cambio climático
- Conflictos de uso del suelo en suelos de alta capacidad productiva
- Conflictos en el uso y manejo del recurso hídrico
- Amenaza alta localizada por deslizamientos, inundaciones y avalanchas
- Inadaptación al cambio y a la variabilidad climática[8]
- Riesgos y afectaciones en la salud humana
- Desarticulación e incumplimiento de los instrumentos de planificación territorial.

[8] El cambio climático en sí mismo no es un problema de la cuenca sino un problema global, que sobrepasa los límites de la cuenca, es decir, no puede ser solucionado al interior de la cuenca. Se puede decir que es una causa de otros problemas, como las amenazas naturales de origen hidrometeorológico. Al nivel de la cuenca, el problema por resolver es la vulnerabilidad al cambio climático. Esta vulnerabilidad está inmersa en los demás problemas mencionados, toda vez que el cambio climático es transversal a los problemas de uso y manejo del suelo, el agua y los recursos biológicos. Es decir, el mal uso del suelo, del agua y de la cubierta vegetal hace más vulnerable a la cuenca a los efectos del cambio climático. Esto quiere decir también que si se actúa sobre el mal uso (sobre incendios de cobertura vegetal, por ejemplo) se contribuye a reducir una de las causas del cambio climático, pero también a reducir la vulnerabilidad de los ecosistemas a los efectos del cambio climático.

Evidentemente, existen otros problemas, tales como los relacionados con las concesiones de agua para la producción de energía (existen 2 plantas en el río Quindío, con una concesión de agua muy alta), los impactos del balsaje (navegación de placer en canoas), de la acuicultura y de la construcción y mantenimiento de las vías de comunicación. Pero ellos, o bien encuentran solución en el tratamiento de los 7 problemas principales mencionados, o a través del licenciamiento ambiental o las reglamentaciones ambientales vigentes. El ordenamiento de la cuenca se constituye en el marco de referencia o determinante ambiental de dichos problemas y soluciones.

Estos problemas fueron priorizados en función de su grado de dependencia y responsables de ejecución, así:

Primera prioridad: problemas independientes y/o dependientes en forma directa de éstos, cuya solución depende exclusiva o preferencialmente de la acción de las autoridades ambientales (AA):

- Conflictos en el uso y manejo del recurso hídrico
- Conflictos de uso del suelo en la Reserva Forestal Central y Áreas Naturales Protegidas.
- Inadaptación al cambio y la variabilidad climática

Segunda prioridad: problemas dependientes del uso del suelo y el agua, pero cuya solución depende de la iniciativa de otras autoridades diferentes a las ambientales, aunque éstas intervienen:

- Conflictos de uso del suelo en suelos de alta capacidad productiva
- Amenaza alta localizada por movimientos en masa, inundaciones y avalanchas

Tercera prioridad: problemas asociativos, cuya solución depende de la acción combinada de varias instituciones, incluidas las autoridades ambientales:

- Desarticulación e incumplimiento de los instrumentos de planificación territorial.

Cuarta prioridad: problemas autónomos

- Riesgos y afectaciones en la salud humana

La prioridad no indica orden en el tiempo sino interés que debe poner la autoridad ambiental en su solución, frente a la disponibilidad de sus recursos y habida cuenta de sus funciones legales.

5.5.5 Áreas críticas.

Para la delimitación de las áreas críticas se tuvo en cuenta cinco insumos: conflictos por uso del agua, conflictos por uso del suelo, conflictos por pérdida de cobertura en áreas y

ecosistemas estratégicos, amenaza alta por movimientos en masa e inundaciones y avenidas torrenciales, y coberturas naturales relictuales, teniendo en cuenta la matriz de decisión de la Tabla 5.5.

Tabla 5.9. Matriz de decisión para determinar el grado de conflicto para “Áreas críticas” (Guía POMCAs, MADS, 2014)

Conflicto por perdida de cobertura natural en áreas y ecosistemas estratégicos	Conflicto por uso del recurso hídrico	Conflicto por uso de la tierra	Amenazas naturales (nivel alto)	Coberturas naturales de la tierra	Grado de conflicto "Áreas críticas"
Conflicto muy alto y alto	Conflicto muy alto y alto	Sobreutilización severa y moderada	Amenazas alta por movimientos en masa, avenidas torrenciales e inundaciones	Coberturas naturales de la tierra	Áreas con conflictos importantes para tomar medidas al corto plazo
Conflicto muy alto y alto	Conflicto medio y bajo.	Sobreutilizacion moderada y ligera	N/A	N/A	Áreas con conflictos importantes para tomar medidas al mediano plazo
Conflicto medio, bajo o sin conflicto	Sin conflicto	Subutilizacion (moderada, ligera), Uso adecuado.	N/A	N/A	Áreas sin conflictos importantes para tomar medidas al largo plazo

Para determinar el grado de conflicto para las áreas críticas, se tomó como criterio principal los conflictos altos y muy altos para cada una de las variables, sin olvidar que los conflictos por pérdida de cobertura, acorde a las metodologías establecidas, solo tienen dos categorías de consideración y no cubren información espacializada para toda la cuenca sino sólo para las áreas y ecosistemas estratégicos.

Es importante observar que los principales conflictos según estas tres variables se presentan al nororiente de la cuenca, y para este caso se determinó que las acciones a realizar se deberían ajustar a un factor espacio - temporal, dando prioridad a aquellos conflictos que se presentan paralelamente y de este modo bajar en los niveles de conflicto y así mismo la prioridad temporal para tomar las medidas pertinentes (ver mapa de Figura 5.42 y Tabla 5.5).

Lo anterior indica que las áreas críticas más importantes son la subcuenca del río Quindío, en especial en sus vertientes medias y altas (municipios de Salento, Calarcá, Córdoba y Pijao), la mayor parte de la subcuenca del río Pijao, y las cabeceras de los ríos Consotá, Barbas, Buenavista, Roble y Espejo, así como de las quebradas La Pobreza y Zona Media Río La Vieja Valle del Cauca. Esto se debe a la acción combinada de:

- Son subcuencas con IUA alto
- Presentan IACAL muy alto
- Presentan conflicto por pérdida de cobertura vegetal muy alto en la totalidad (Quindío) o parte de su extensión.

- Presentan sobreuso severo del suelo en la mayor parte de su territorio (Quindío), o moderado (Pijao, Espejo y otras), en especial en las vertientes medias y altas.
- Presentan amenaza alta por remoción en masa y/o inundaciones y avenidas torrenciales.
- Presentan relictos importantes de coberturas naturales, a proteger.

- Los conflictos del recurso hídrico están enmarcados por la disponibilidad y calidad del recurso, representados por el índice de uso del agua (IUA) y el índice de alteración potencial de la calidad del agua (IACAL). En conflicto hídrico alto se encuentran las subcuencas Quindío, Espejo, Roble, Barbas, Consotá, Cristales, Buenavista, San Felipe, Los Ángeles, Cestillal, para la condición hidrológica media. A su vez, la mayor parte de las subcuencas del río La Vieja están en conflicto hídrico alto para la condición hidrológica seca, excepto las subcuencas de Barragán, Honda, La Pobreza, Zona media río La Vieja Quindío y Valle del Cauca, Aguas Coloradas y El Enfado.

- El conflicto por pérdida de cobertura en áreas y ecosistemas estratégicos se define con base en la pérdida de cobertura natural, expresada a través de la vegetación remanente, su grado de fragmentación, tasa de cambio e índice de ambiente crítico, que permiten establecer disminución o afectaciones para la conservación de biodiversidad, especies endémicas o con alguna categoría de amenaza. En conflicto alto por pérdida de cobertura se encuentran 15.441,67 ha, y en conflicto muy alto 135.516,03 ha, para un total de 150.957,71 ha. Las subcuencas con mayor grado de conflicto (muy alto y alto) son: Quindío, la mayor parte de Barragán, y la parte alta de Consotá, Cestillal, Barbas, Buenavista, Roble, Espejo y Cristales.

- Los conflictos por el uso de la tierra son el resultado de discrepancias entre el uso que el hombre hace del medio natural y aquel que debe tener con la oferta ambiental. Se presentan cuando ésta es utilizada inadecuadamente ya sea por sobre o sub utilización. Las cuencas mayormente afectadas por conflicto severo de sobreuso del suelo son las de los ríos Quindío, Barragán y sectores aislados de Pijao, Consotá y otras subcuencas.

- Las áreas de amenaza alta por movimientos en masa, avenidas torrenciales, inundaciones son comprendidas como situaciones donde se pueden presentar alteraciones que disminuyen las condiciones ambientales que hacen sostenible la cuenca. Las subcuencas más afectadas por inundaciones y avenidas torrenciales son el cauce principal del río La Vieja en los tramos Caicedonia – La Tebaida, Cartago (Valle del Cauca) y otros menores; río Quindío, río Barragán, río Pijao, río Consotá y otras menores. La amenaza por remoción en masa es alta en las vertientes medias y altas de la cordillera Central (río Quindío), en las vertientes medias y altas del río Barragán, en varios sectores de las vertientes moderada a fuertemente inclinadas del occidente del río La Vieja entre Zarzal y Cartago (Valle del Cauca) y en la cuenca alta del río Consotá, en Pereira (Risaralda).

- Las coberturas naturales relictuales, al igual que las amenazas, también son un condicionante para la determinación de las áreas críticas de la cuenca. Estas coberturas están comprendidas por relictos boscosos, bosques riparios, arbustales, herbazales, entre otros, que deben ser protegidos, y cuentan con un área total de 96.690 hectáreas, de las cuales 95.626 en bosques y formaciones seminaturales y 1.212 en áreas abiertas, sin o con poca vegetación.

Con la superposición de las anteriores cinco capas, se obtuvo el mapa de áreas críticas, teniendo en cuenta la matriz de decisión propuesta por la guía para POMCAs del MADS (ver capítulo 22, Síntesis ambiental, del Diagnóstico).

Los resultados muestran que las áreas críticas más importantes son la subcuenca del río Quindío, en especial en sus vertientes medias y altas (municipios de Salento, Calarcá, Córdoba y Pijao), la mayor parte de la subcuenca del río Pijao, y las cabeceras de los ríos Consotá, Barbas, Buenavista, Roble y Espejo, así como de las quebradas La Pobreza y Zona Media río La Vieja Valle del Cauca.

Figura 5.37. Conflicto del recurso hídrico, condición hidrológica seca (Fuente: Este estudio).

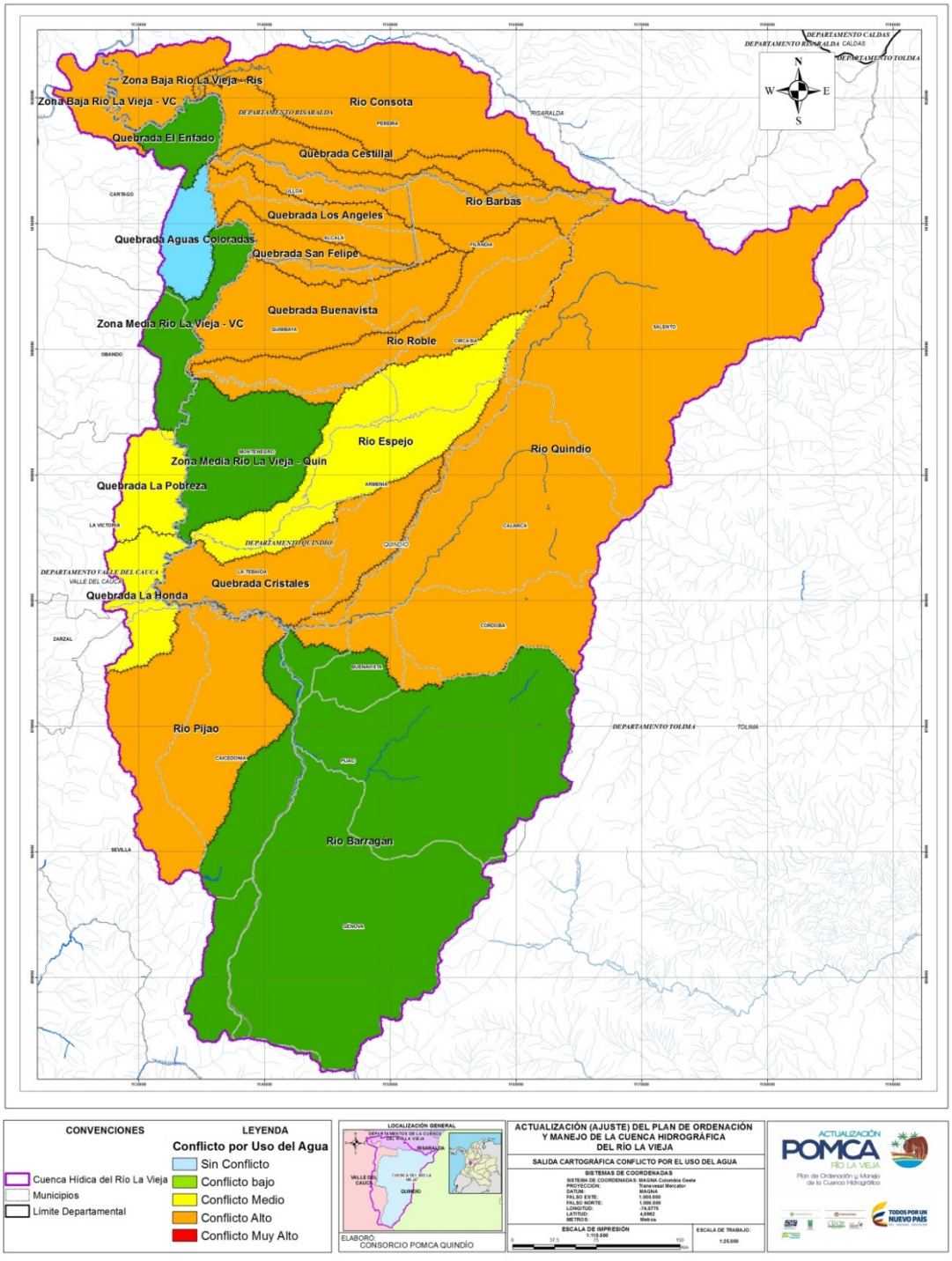


Figura 5.38. Conflicto por pérdida de cobertura natural en áreas y ecosistemas estratégicos (Fuente: Este estudio).

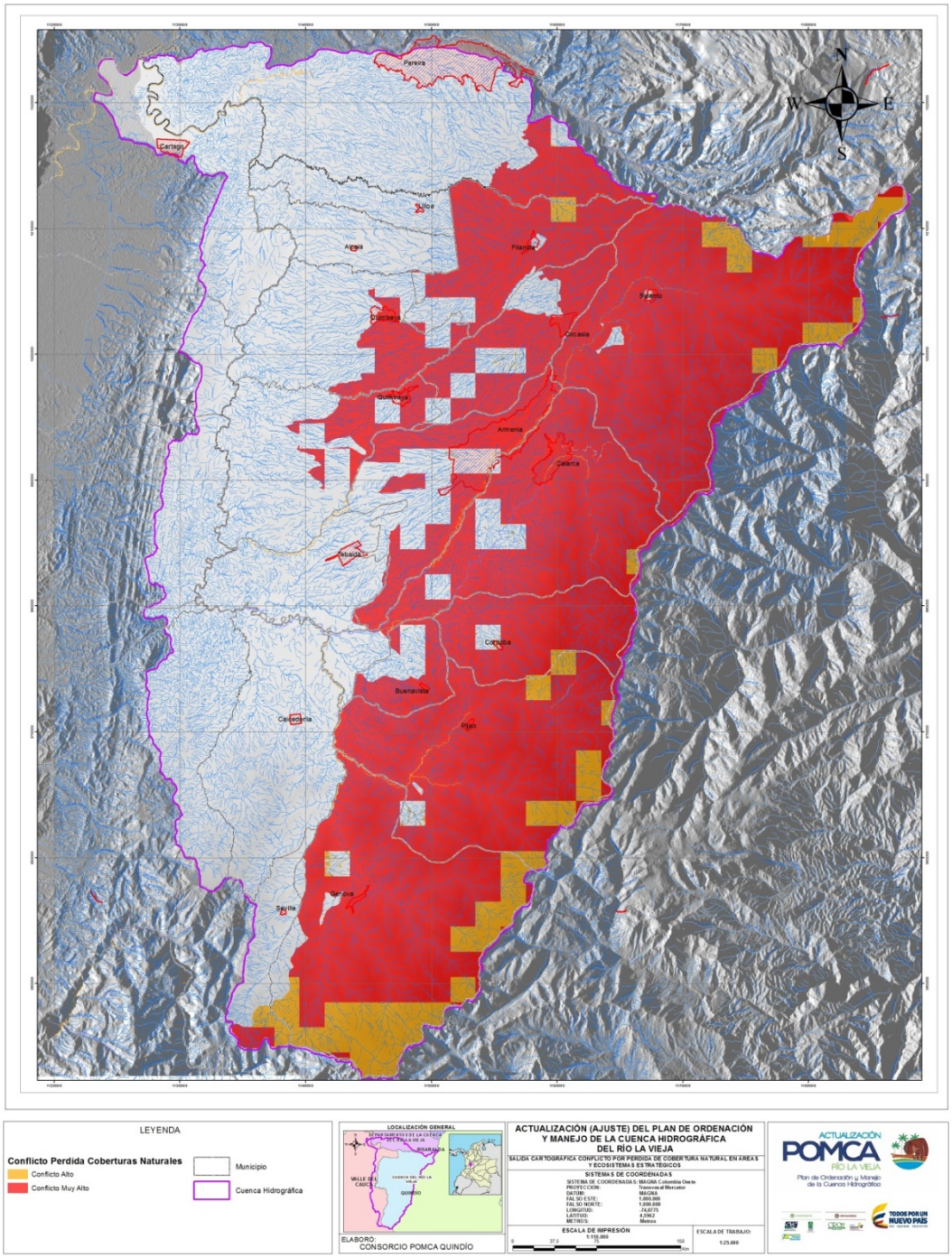


Figura 5.39. Áreas de amenaza alta para: movimientos en masa, avenidas torrenciales e inundaciones (Fuente: Este estudio).

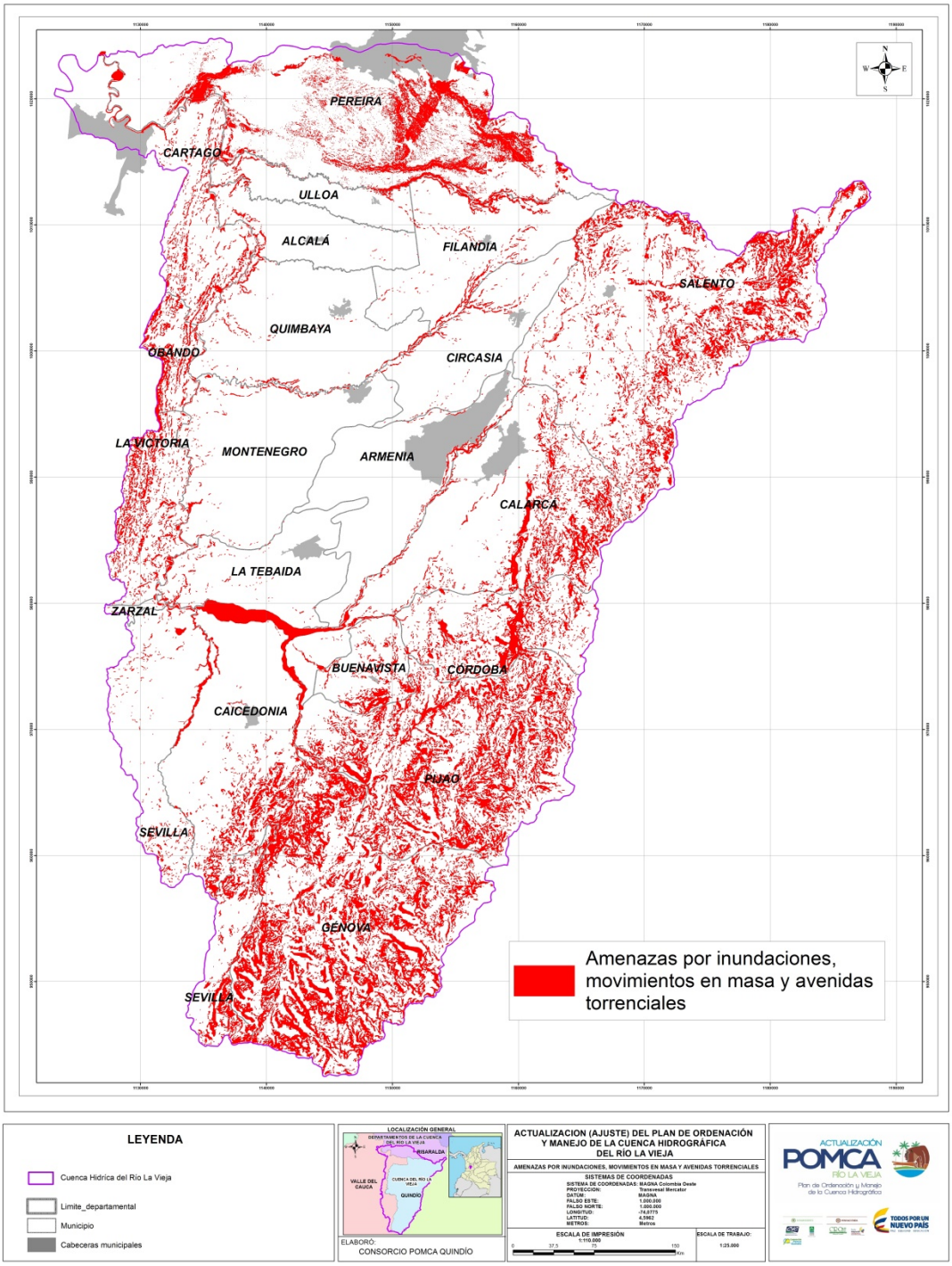


Figura 5.40. Coberturas naturales relictuales de la cuenca (Fuente: Este estudio).

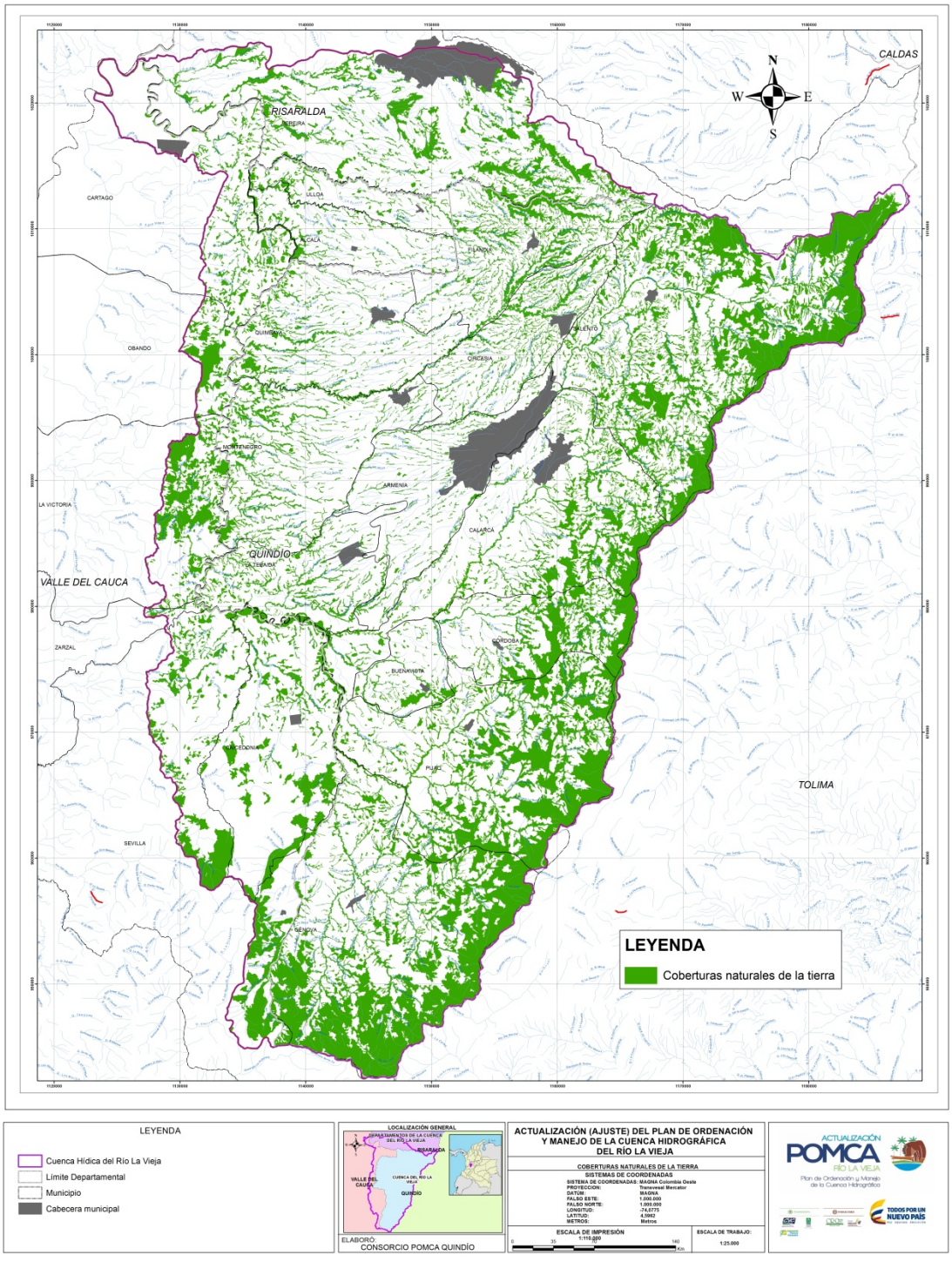
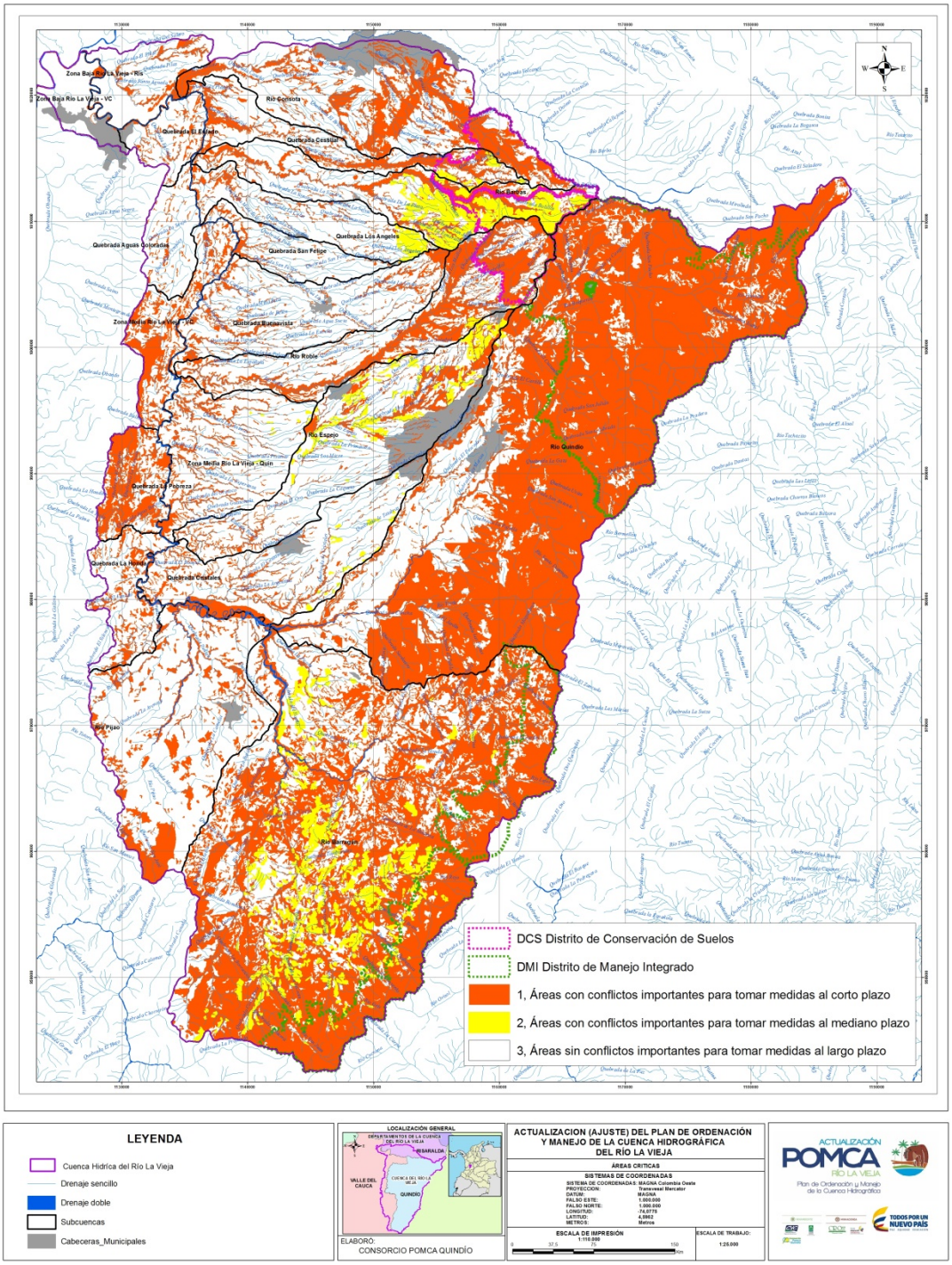


Figura 5.41. Áreas críticas (Fuente: Este estudio).



6 RESULTADOS DE LA FASE DE PROSPECTIVA Y ZONIFICACIÓN AMBIENTAL

6.1 ESCENARIOS

Como resultado de los ejercicios del equipo consultor y de los talleres con las comunidades, se identificaron los siguientes escenarios:

- Escenario tendencial, el cual corresponde a la continuación de las tendencias actuales de uso de la tierra, proyectadas al horizonte de 20 años del plan.
- Escenario deseado, construido a partir de las propuestas de las comunidades en los diversos talleres de prospectiva
- Escenario apuesta, o situación posible que busca evitar el escenario tendencial y cumplir las expectativas del escenario deseado en el mismo horizonte del plan.

Bajo el escenario apuesta, el uso de conservación, incluidos los usos protectores y de restauración, alcanzará el 55,62% del territorio, es decir, aumentará 23,60% con respecto al área actual en la cuenca. Si se consideran las áreas propuestas para reconversión productiva de la reserva de Ley 2 de 1959, las áreas de conservación podrán subir al 60,01% del territorio, es decir, 27,99% más que en la actualidad. En contraste los usos de producción agropecuaria y forestal alcanzarán 34,55% de la cuenca (28,74% menos que en la actualidad). De igual manera, los usos artificializados (usos no agrícolas en sobreuso) alcanzarán 4,73%, es decir, 0,62% más que en la actualidad. Lo anterior indica que la cuenca alcanzaría en este escenario un estado de uso de recursos naturales acorde a su capacidad, donde, además, se respetarían las restricciones legales impuestas por las normas sobre áreas protegidas, áreas de protección y protección del paisaje cultural cafetero, así como los modelos de ocupación acordados en los instrumentos regionales de planificación.

La siguiente tabla muestra la comparación entre el escenario tendencial y el escenario apuesta.

Tabla 6.1. Comparación de los escenarios tendencial, deseado y apuesta de uso del suelo

Categorías	Tendencial		Deseado	Apuesta	
	Área ha	%		Área ha	%
Conservación y protección (áreas protegidas, ACC, AIA)	91121,41	31,98%	Conservación, reconversión, control	171020,97	60,01%
Forestería (sistema forestal productor)	4690,29	1,65%	Reconversión, control	40667,14 (agroforestal)	14,27%
Agrosilvopastoril (sc agricultura, ganadería y forestería)	10518,27	3,69%	Fomentar		
Agroforestal (sc agricultura y forestería)	6503,53	2,28%	Fomentar		
Agricultura (cultivos permanentes y/o transitorios)	60103,20	21,09%	Tecnificar, énfasis cultivos semestrales	19106,46 (agrícola intensivo)	6,70%

Categorías	Tendencial		Deseado	Apuesta	
	Área ha	%		Área ha	%
Agropecuario (cultivos transitorios extensivos con pastoreo extensivo)[9]	6553,62	2,30%	Tecnificar	38689,60 (agrícola semi-intensivo)	13,58%
Ganadería (pastoreo extensivo, semi intensivo e intensivo)	84542,25	29,67%	Tecnificar		
Cuerpos de agua naturales	1992,49	0,69%	Proteger	1992,49	0,70%
Sin uso	1211,93	0,43%		0,00	0,00%
Usos no agrícolas (residencial, industrial, comercial, infraestructura, recreacional, institucional, materiales de construcción y canteras, botaderos de basuras)	17731,47	6,22%	Restringir	13491,79	4,73%
Total general	**284968,47**	100,00%		**284968,47**	**100,00%**

Se observa que, como resultado del escenario deseado, los usos de conservación y protección alcanzarán el 60,01% del territorio en el escenario apuesta, mientras que en el escenario tendencial estos usos apenas alcanzarían 31,98%. Esto significa que el escenario apuesta casi que duplica los usos de conservación y protección (de 31,98% a 60,01%).

En contraste, los usos de producción (agroforestales, agrícolas, incluidos agropecuarios), alcanzarían el 34,55% en el escenario apuesta, contra el 60,68% en el escenario tendencial, lo que significa que se reducirían en el 26,13% de la cuenca. No obstante, es importante hacer notar que los usos agroforestales, más amigables con el medio ambiente, pasarán de 7,62% en el escenario tendencial, al 14,27% en el escenario apuesta, lo que significa duplicarlos en la práctica, coincidiendo con los criterios del escenario deseado. Por tanto, la disminución de los usos de producción se daría a costas de los usos agrícolas, agropecuarios y ganaderos. Los usos no agrícolas (urbanos, suburbanos y otros) también se reducirían, al pasar de 6,22% del territorio en el escenario tendencial al 4,73% en el escenario apuesta.

En relación con el agua, también se plantea un escenario tendencial y uno apuesta. La Tabla 6.2 y la Tabla 6.3 muestran la comparación entre los dos escenarios, teniendo en cuenta los indicadores IACAL e ICA. Para el escenario apuesta se considera que, al horizonte de 20 años del POMCA, todos los centros urbanos municipales y de las grandes ciudades, así como de los centros poblados menores, tendrán sistemas de tratamiento de nivel secundario como mínimo, por lo cual la calidad del agua mejorará, las cargas disminuirán fuertemente debido al tratamiento y, como consecuencia, el IACAL disminuirá. Para su cálculo se toma la población proyectada a 20 años, se estiman las cargas bajo los mismos factores de emisión actuales y se descuenta la carga debida al tratamiento secundario. Además, en el caso de Pereira se considera que no llegarán aguas residuales de la ciudad al río Consotá, pues serán trasvasadas a la PTAR situada en la cuenca del río Otún.

[9] La GDB contempla la categoría “Agropecuario” para uso mixto de cultivos y pastoreo, la categoría “Agricultura” sólo para cultivos, y la categoría “Ganadería” sólo para pastoreo. Por eso se conserva la categoría “Agropecuario” en la tabla y el mapa de escenarios.

Tabla 6.2. Situación actual y futura apuesta del Índice de alteración potencial de la calidad de agua (IACAL) (t/año.millón m^3) en condiciones de caudal medio (Este estudio, 2017)

Subcuenca	2016 y tendencial*			2036 apuesta		
	IACAL	Categoría	Calificación	IACAL	Categoría	Calificación
Río Barragán	1,98	2	Moderada	0,58	1	Baja
Río Quindío	4,00	4	Alta	0,95	1	Baja
Río Pijao	3,02	3	Media alta	0,59	1	Baja
Quebrada Cristales	6,00	5	Muy alta	1,60	2	Moderada
Quebrada Honda	0,11	1	Baja	0,04	1	Baja
Río Espejo	52,00	5	Muy alta	6,94	5	Muy alta
Quebrada La Pobreza	0,69	1	Baja	0,15	1	Baja
Zona media La Vieja Quindío	0,81	1	Baja	0,22	1	Baja
Rio Roble	6,60	5	Muy alta	2,11	2	Moderada
Quebrada Buenavista	13,90	5	Muy alta	3,62	4	Alta
Zona media La Vieja Valle del Cauca	1,71	2	Moderada	0,42	1	Baja
Quebrada San Felipe	9,50	5	Muy alta	3,90	4	Alta
Quebrada Aguas Coloradas	1,00	1	Baja	0,38	1	Baja
Quebrada Los Ángeles	7,09	5	Muy alta	3,11	3	Media alta
Río Barbas	1,84	2	Moderada	0,47	1	Baja
Quebrada Cestillal	2,95	3	Media alta	0,93	1	Baja
Río Consotá	13,50	5	Muy alta	0,70	1	Baja
Quebrada El Enfado	0,47	1	Baja	0,21	1	Baja
Zona baja La Vieja Valle del Cauca	96,73	5	Muy alta	16,68	5	Muy alta
Zona baja La Vieja Risaralda	2,20	2	Moderada	0,97	1	Baja

*Los valores de IACAL aumentan en escenario tendencial, pero no son suficientes para cambiar el rango (la clase).

Tabla 6.3. Situación actual y futura deseada Índice de calidad del agua (ICA) (Este estudio, 2017)

ID	Descripción del punto	ICA 2016	Señal de alerta	ICA 2036	Señal de alerta
CAUCE PRINCIPAL RIO LA VIEJA					
ID-21	Confluencia ríos Quindío y Barragán	0,60	Regular	0,73	Aceptable
ID-24	Río la Vieja Entre desembocadura del río Pijao y la quebrada, Cristales	0,64	Regular	0,74	Aceptable
ID-28	Puente Alambrado - Estación Limnigráfica Alambrado	0,66	Regular	0,75	Aceptable
ID-33	Sector entre los ríos Roble y Espejo (Puerto Samaria)	0,69	Regular	0,75	Aceptable
ID-38	Río la Vieja Antes de desembocadura quebrada Buenavista (Puerto Alejandría)	0,6	Regular	0,73	Aceptable
ID-39	Quebrada Buenavista, antes de desembocadura río La Vieja-Estación Limnigráfica Puerto Alejandría	0,7	Regular	0,76	Aceptable
ID-42	Río la Vieja Sector entre río Barbas y quebrada, Buenavista (Piedras de Moler)	0,67	Regular	0,75	Aceptable
ID-46	Rio La Vieja Después de desembocadura río Barbas	0,61	Regular	0,74	Aceptable
ID-50	Antes de desembocadura río Consotá	0,66	Regular	0,75	Aceptable
ID-55	Rio La Vieja Antes de desembocadura al río Cauca	0,48	Mala	0,64	Regular
RÍO QUINDIO					
ID-1	Desembocadura de la quebrada Cárdenas	0,75	Aceptable	0,77	Aceptable
ID-6	Sector la Secreta Armenia Río Quindío	0,62	Regular	0,74	Aceptable
ID-7	Qda, El Pescador antes de la desembocadura	0,52	Regular	0,72	Aceptable
ID-8	Estación Limnigráfica Calle Larga Río Quindío	0,62	Regular	0,74	Aceptable
ID-13	Antes de la confluencia con el ríos Barragán - Valle de Maravélez	0,62	Regular	0,79	Aceptable
RÍO NAVARCO					
ID-2	Estación Limnigráfica palestina la baja	0,79	Aceptable	0,77	Aceptable
RÍO VERDE					
ID-9	Antes de la confluencia con el río Quindío	0,61	Regular	0,74	Aceptable
RÍO BARRAGAN					
ID-20	Puente vía rural entre Génova y corregimiento de San	0,85	Aceptable	0,79	Aceptable

ID	Descripción del punto	ICA 2016	Señal de alerta	ICA 2036	Señal de alerta
	Antonio				
ID-14	Río Barragán Antes de confluencia con el río Quindío	0,64	Regular	0,81	Aceptable
	RÍO LEJOS				
ID-16	Estación Limnimétrica puente vía a Génova	0,6	Regular	0,73	Aceptable
	RÍO ROJO				
ID-18	Antes de la confluencia con el río Barragán	0,57	Regular	0,73	Aceptable
	CUENCA MEDIA				
	RÍO ESPEJO				
ID-31	Rio Espejo Sector Hojas Anchas	0,85	Aceptable	0,79	Aceptable
ID-29	Río Espejo Antes de desembocadura al río La Vieja	0,62	Regular	0,66	Regular
	QUEBRADA CRISTALES				
ID-23	Quebrada Cristales Parque recreación Armenia	0,49	Mala	0,71	Aceptable
ID-22	Antes desembocadura en el río La Vieja	0,53	Regular	0,75	Aceptable
	RIO ROBLE				
ID-36	Rio Roble Vía rural entre Circasia y Filandia Sector La Arenosa bocatoma municipio de Circasia	0,79	Aceptable	0,77	Aceptable
ID-34	Río Roble Estación Limnigráfica La Española	0,69	Regular	0,72	Aceptable
	QUEBRADA BUENAVISTA				
ID-41	Quebrada, Buenavista Bocatoma municipio de Quimbaya	0,76	Aceptable	0,77	Aceptable
ID-39	Quebrada Buenavista antes de desembocadura río La Vieja-Estación Limnigráfica Puerto Alejandría	0,70	Regular	0,65	Regular
	RIO PIJAO				
ID-27	Bocatoma municipio de Calcedonia	0,68	Regular	0,75	Aceptable
ID-25	Antes de desembocadura al río La Vieja (Río Pijao)	0,78	Aceptable	0,81	Aceptable
	RÍO CONSOTA				
ID-53	Rio Consotá Puente vía principal Armenia-Pereira (La Curva)	0,86	Aceptable	0,79	Aceptable
ID-52	Rio Consotá Aguas abajo desembocadura quebrada, El Oso	0,58	Regular	0,73	Aceptable
ID-51	Río Consotá Antes de desembocadura al río La Vieja - La Hoya	0,55	Regular	0,80	Aceptable
	RÍO CESTILLAL				
ID-49	Rio Cestillal Bocatoma río Cestillal Acueducto Santa Cruz de Barbas	0,9	Aceptable	0,80	Aceptable
ID-48	Rio Cestillal Bocatoma río Cestillal bajo ACUCESDI	0,69	Regular	0,75	Aceptable
ID-47	Rio Cestillal antes de desembocadura al río La Vieja	0,72	Aceptable	0,79	Aceptable

Se observa que, en el escenario apuesta, el ICA sería muy diferente al actual. Los 2 puntos de calidad mala y los 26 puntos de calidad regular en la actualidad, se habrán reducido a 0 puntos de calidad mala y 3 de calidad regular en 20 años; a su vez, los 9 puntos de calidad aceptable ahora habrán aumentado a 34 punto en 20 años. Los ríos más contaminados serán el cauce principal del río La Vieja en su tramo final, el río Espejo y el tramo final de la quebrada Buenavista, con ICA regular. Los demás ríos y/o puntos tendrán ICA aceptable, incluido el río Consotá. No se ha previsto ríos con calidad buena.

En cuanto al IACAL, el tratamiento de las aguas residuales hará cambiar drásticamente la situación actual. En efecto, las 8 subcuencas con IACAL muy alto se habrán reducido a 2, las 3 con alto a medio alto pasarán a 3, las 4 con IACAL moderado pasarán a 2, y las 5 con IACAL bajo pasarán a 13. Las subcuencas con IACAL muy alto continuarán siendo el río Espejo y la zona baja del río La Vieja Valle del Cauca (tramo abajo de Cartago), y con IACAL alto y medio alto serán Buenavista, San Felipe y Los Ángeles. Los ríos Consotá, Barbas y Cestillal pasarán a categoría baja, por las razones expuestas. Esta situación coincide con la prevista en el PORH de la cuenca del río La Vieja del año 2011.

Figura 6.1. Escenario deseado por las comunidades (Fuente: Este estudio).

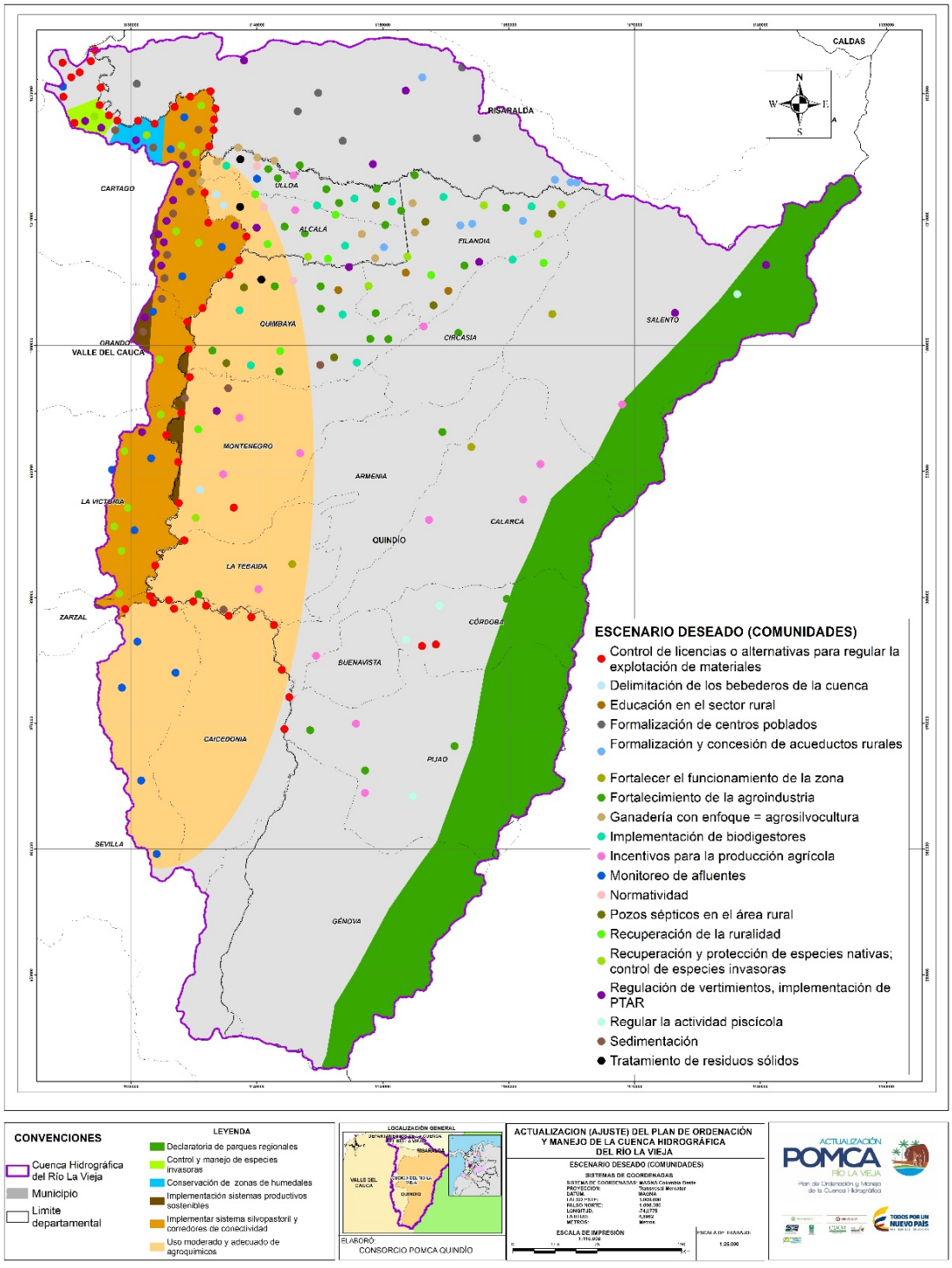


Figura 6.2. Escenario apuesta de uso del suelo.

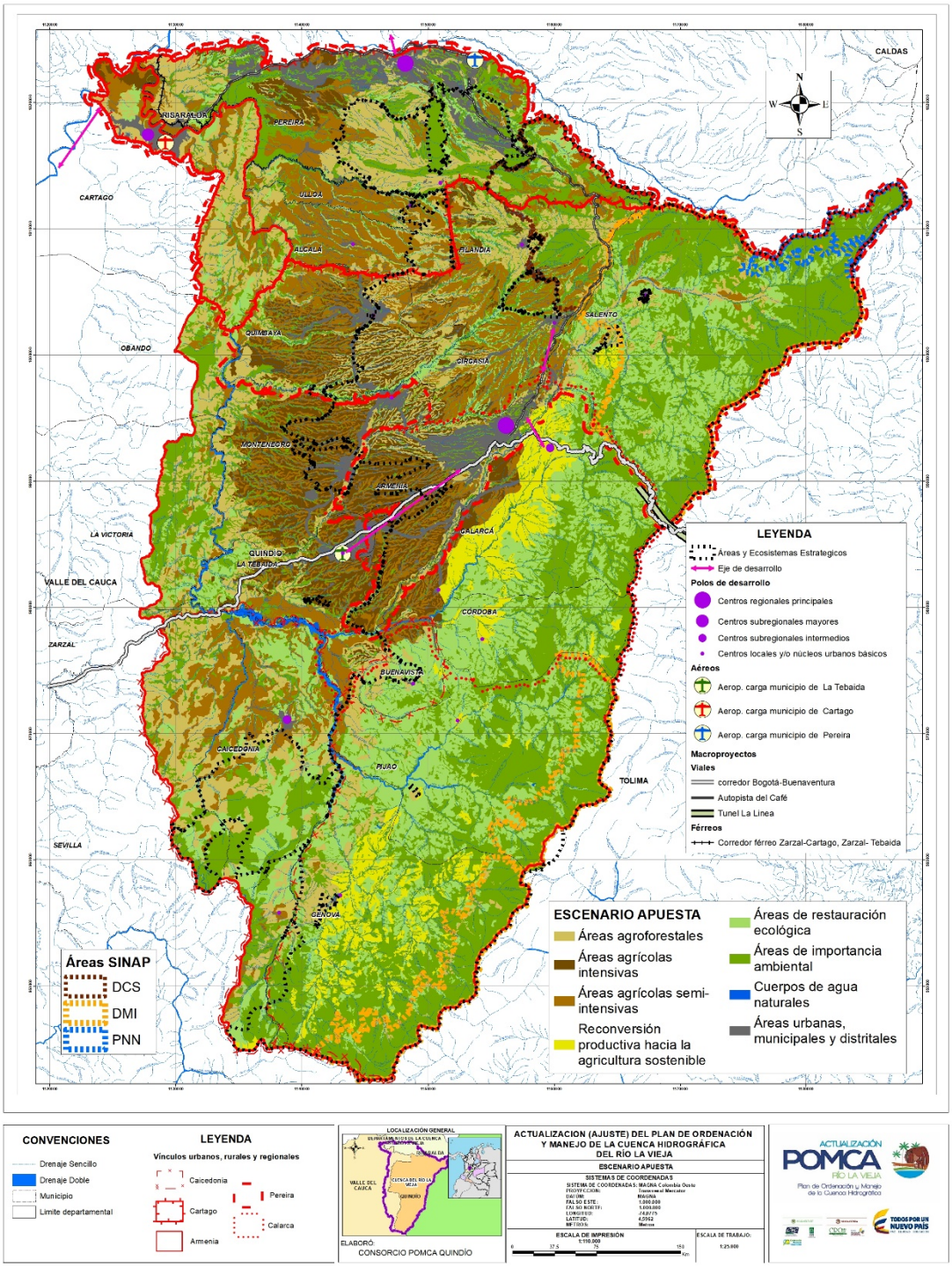


Figura 6.3. Escenario apuesta de calidad del agua para ICA

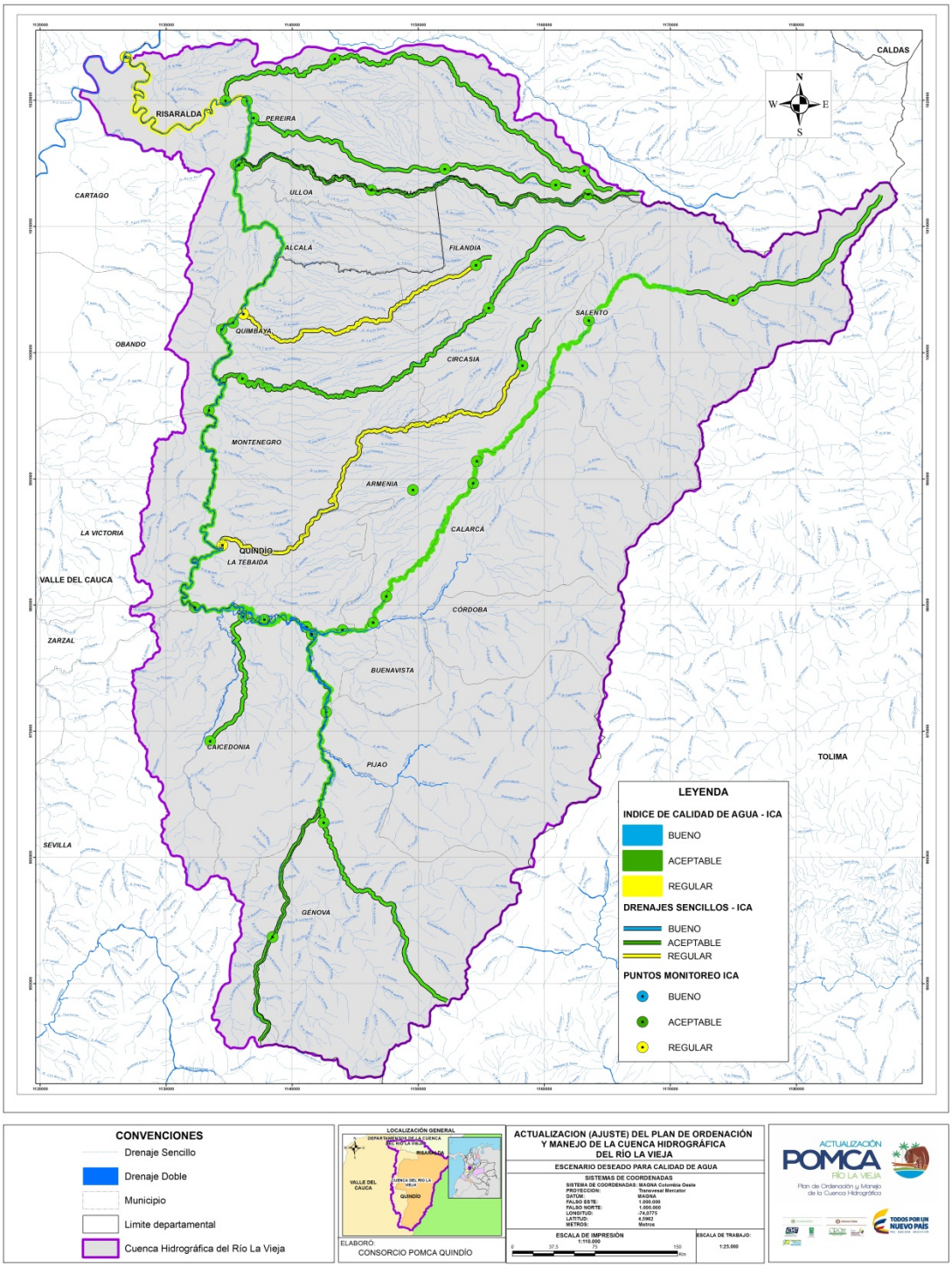
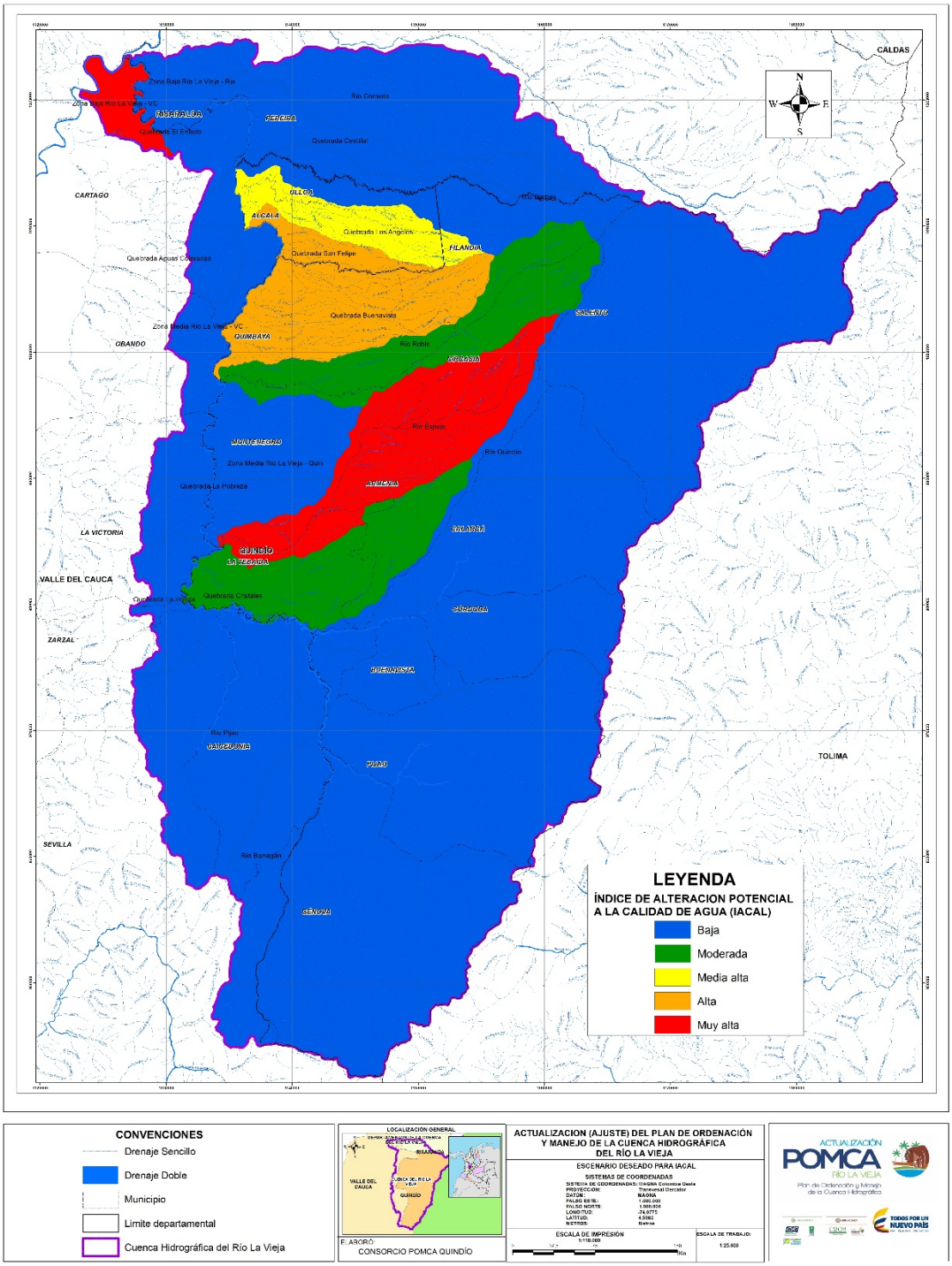


Figura 6.4. Escenario apuesta de carga contaminante a las subcuencas para caudal medio (con base en IACAL) (t/año/ millón m^3) (Fuente: Este estudio).



6.2 ZONIFICACIÓN

La zonificación ambiental busca proponer el modelo de uso y manejo de las tierras de la cuenca del río La Vieja, teniendo en cuenta las limitaciones y potencialidades que presenta desde lo social y físico-espacial, con base en los resultados de los estudios de uso actual del suelo y cobertura vegetal, uso potencial, conflictos y uso recomendables desarrollados en la fase de Diagnóstico del presente estudio, así como los estudios de amenaza por movimientos en masa e inundaciones.

De acuerdo con la metodología establecida para el POMCA, la zonificación se desarrolló en cinco pasos para integrar en forma sucesiva: las áreas y ecosistemas estratégicos, la capacidad de uso de la tierra validada por el índice de uso del agua, el estado actual de la cobertura natural, las amenazas naturales y conflictos por el uso de la tierra y por pérdida de coberturas naturales. La Tabla 6.4 resume la zonificación ambiental.

Tabla 6.4. Zonificación ambiental de la cuenca del río La Vieja.

Dominio	Código	Zona	Código	Área (ha)	%	Subzona	Código	Área (ha)	%
Conservación y protección ambiental	1	Áreas protegidas	1	53.885,28	18,91%	Áreas SINAP	1	53.885,28	18,91%
		Áreas de protección	2	69.422,96	24,36%	Áreas complementarias para la conservación	2	27.989,58	9,82%
						Áreas de importancia ambiental	3	34.900,44	12,25%
						Áreas con reglamentación especial	4	100,28	0,04%
						Áreas de amenazas naturales	5	6.432,66	2,26%
		Áreas de restauración	3	46.239,87	16,23%	Áreas de restauración ecológica	6	16.017,61	5,62%
						Áreas de rehabilitación	7	21.406,45	7,51%
						Áreas de recuperación para el uso múltiple*	8	8.815,81	3,09%
Uso múltiple	2	Áreas para producción agrícola, ganadera y de uso sostenible de recursos naturales	4	96.359,52	33,81%	Áreas agrícolas*	9	53.853,93	18,90%
						Áreas agroforestales*	10	42.505,59	14,92%
		Áreas urbanas	5	19.060,84	6,57%	Áreas urbanas e infraestructura de transporte*	11	19.060,84	6,69%
Total				284.968,47	100,00%	Total		284.968,47	100,00%

El mapa de zonificación ambiental para uso y manejo de los suelos de la cuenca contempla las siguientes unidades (según la nomenclatura de los términos de referencia para el POMCA):

- Las áreas protegidas, con 53.885,28 ha, que representan el 18,91% de la cuenca. Éstas se caracterizan por la preservación en su estado de muestras significativas de los ecosistemas zonales y azonales presentes en la cuenca, y se localizan principalmente en el costado oriental, sobre la vertiente oeste de la cordillera Central.

- Las áreas de protección, con 69.761,71 ha, que representan el 24,48% de la cuenca. Éstas se caracterizan por la defensa o mantenimiento de los restos de bosque natural y formaciones vegetales seminaturales existentes en la actualidad, y se localizan principalmente en la parte alta de la cuenca, en la vertiente oeste media y alta de la cordillera Central, así como en las vertientes del sur y suroeste de la cuenca, aproximadamente por encima de 2.500 msnm. Dentro de éstas se destacan las áreas complementarias de conservación (ACC) con 27.989,58 ha (9,82%), áreas de importancia ambiental (AIA) con 34.900,44 ha (12,25% de la cuenca), áreas con reglamentación especial (ARL) con 100,28 ha (0,04%) y las áreas de amenazas naturales (AAN) con 6.432,66 ha (2,26%).

- Las áreas de restauración, con 46.239,77 ha, equivalentes al 16,23% de la cuenca. Se caracterizan por un uso recomendado de cambio paulatino de la cobertura vegetal actual de pastos o cultivos, pastos enmalezados y otras, por una cobertura de rastrojos y bosques secundarios a base de especies nativas. Se localizan principalmente en suelos de clase 7 y 8 de capacidad de uso, en las vertientes medias y altas de la cordillera Central y al sur y suroeste de la cuenca. Dentro de éstas se destacan las áreas de rehabilitación (ARH) con 21.406,45 ha (7,51% de la cuenca), áreas de recuperación para uso múltiple (ARM) con 8.815,81 ha (3,09%) y las áreas de restauración ecológica (ARE) con 16.017,61 ha (5,62%).

  En suma, las tierras de conservación y protección ambiental, suman 169.548,11 ha (incluidas las zonas de retiro de corrientes hídricas y humedales), que representan el 59,50% de la cuenca.

- Las áreas para producción agrícola, ganadera y de uso sostenible de recursos naturales, con 96.359,52 ha (33,81% del área), se encuentran principalmente en los terrenos de suave pendiente de la parte media y baja de la cuenca. Entre éstas, las áreas agrícolas cubren 53.853,93 ha (18,90%), y las áreas agrosilvopastoriles 42.505,59 ha (14,92% de la cuenca)[10].

- Finalmente, las áreas urbanas de las grandes ciudades y de los municipios y ciudades intermedias de la cuenca, con sus usos y corredores suburbanos e infraestructuras asociadas, ocupan 19.060,84 ha, que equivalen al 6,69% de la superficie de la cuenca.

[10] Las áreas agrosilvopastoriles abarcan usos mixtos agrícolas, forestales y pecuarios, es decir, áreas en las cuales los tres usos son complementarios y no excluyentes.

En suma, las tierras de uso múltiple (agrícolas, agrosilvopastoriles y urbanas) suman 115.420,36 ha (incluidas las zonas de retiro de sus corrientes hídricas), que representan el 40,39 % de la cuenca.

Para poner en ejecución la zonificación ambiental propuesta, es necesario que la zonificación sea reconocida e incorporada en los POT, PBOT, EOT de los municipios. La responsabilidad de la implementación del POMCA, no es exclusiva de las CARs y municipios, sino de diferentes entidades del sector público y privado. La Tabla 6.5 muestra el régimen de usos para cada una de las categorías establecidas en la zonificación.

Tabla 6.5. Propuesta de régimen de usos para las categorías de la zonificación ambiental del POMCA (Excepto los de áreas protegidas y de protección, que son determinantes ambientales del POMCA, los usos económicos planteados son sugeridos, y cada municipio analizará, desde sus competencias, su asignación en sus instrumentos de planificación)[11]

Subzona	Objetivo General	Uso principal	Usos restringidos	Usos prohibidos
Áreas SINAP	Protección	Los que indiquen los planes de manejo de cada área, expedidos por la autoridad nacional de parques nacionales y/o la autoridad ambiental regional competente. Según decreto 2372/2010: Para PNN: Preservación, restauración, conocimiento y disfrute. Para RNSC reconocidas por AA: uso sostenible, preservación o restauración con vocación de largo plazo. Para DRMI: uso sostenible, preservación, restauración, conocimiento y disfrute. Para DRCS: restauración, uso sostenible, preservación, conocimiento y disfrute De acuerdo con la terminología de la Guía Pomcas del MADS (2014): Protección, restauración ecológica de zonas, recreación pasiva, otros que indiquen los planes de manejo PMA, excepto para DRMI, DRCS y RNSC reconocidas por AA, que permiten uso económico sostenible, además de los usos de protección, restauración y recreación pasiva.	Los que indiquen los planes de manejo de cada área, expedidos por la autoridad nacional de parques nacionales naturales y/o la autoridad ambiental regional competente. En DRMI y DRCS: todos, supeditados a las necesidades del manejo integrado (DRMI) o de conservación de suelos (DRCS), de acuerdo con los planes de manejo de cada área	Los que indiquen los planes de manejo de cada área, expedidos por la autoridad nacional de parques nacionales naturales y/o la autoridad ambiental regional competente.
Áreas complementarias para la	Protección	Los que indiquen los planes de manejo de cada área, desde que hayan sido expedidos o autorizados	Los que indiquen los planes de manejo de cada área, desde que	Los que indiquen los planes de manejo de cada área, desde que hayan sido expedidos por la

[11] El POMCA reconoce la zonificación establecida en los planes de manejo de las áreas protegidas, los cuales deben ser tenidos en cuenta por las autoridades municipales al momento de incorporar el POMCA en sus POTs

Subzona	Objetivo General	Uso principal	Usos restringidos	Usos prohibidos
conservación (SIRAP, RNSC no reconocidas por AA)		por la autoridad ambiental regional competente[12]. En caso contrario, de acuerdo con la terminología de la Guía Pomcas del MADS: Protección, restauración ecológica, recreación pasiva, otros que indiquen los planes de manejo.	hayan sido expedidos o autorizados por la autoridad ambiental regional respectiva. En caso contrario: obras necesarias para la recreación pasiva, Otros que indiquen los planes de manejo de cada área	autoridad ambiental regional respectiva. En caso contrario: agricultura, producción forestal, usos urbanos, explotación de minerales o hidrocarburos. Otros que indiquen los planes de manejo de cada área,
Áreas de importancia ambiental	Protección	Los que indiquen los planes de manejo de cada área, desde que hayan sido expedidos o autorizados por la autoridad ambiental regional competente[13]. En caso contrario, de acuerdo con la terminología de la Guía Pomcas del MADS: Protección, restauración ecológica, recreación pasiva.	Los que indiquen los planes de manejo de cada área, desde que hayan sido expedidos o autorizados por la autoridad ambiental regional competente. En caso contrario: obras necesarias para la recreación pasiva, Otros que indiquen los planes de manejo de cada área	Los que indiquen los planes de manejo de cada área, desde que hayan sido expedidos o autorizados por la autoridad ambiental regional competente. En caso contrario: agricultura, producción forestal, usos urbanos, explotación de minerales o hidrocarburos. Otros que indiquen los planes de manejo de cada área.
Áreas con reglamentación especial	Protección	Uso múltiple, según el tipo de área.	Todos, de acuerdo con los planes de manejo de cada área, expedidos por la autoridad nacional o regional competente.	Los establecidos en los planes de manejo de cada área, expedidos por la autoridad nacional o regional competente.
Áreas de amenazas naturales	Protección[14]	Protección, recuperación para uso múltiple. Se clasifican como tales hasta tanto se realicen estudios más detallados por parte de los municipios para la toma de decisiones en la reglamentación de usos del suelo, los cuales deben determinar las zonas de amenaza alta con riesgo no mitigable, que son estrictamente zonas de protección de acuerdo con la Ley 388 de 1997	Agrosilvopastoriles.	Agricultura, usos urbanos, explotación de minerales o hidrocarburos.
Áreas de restauración ecológica	Restauración	Restauración ecológica, rehabilitación	Recuperación para uso múltiple, agrosilvopastoriles	Agricultura, usos urbanos, explotación de minerales o hidrocarburos.
Áreas de rehabilitación	Restauración	Rehabilitación, restauración ecológica	Recuperación para uso múltiple, agrosilvopastoriles	Agricultura, usos urbanos, explotación de minerales o hidrocarburos.
Áreas de recuperación para uso múltiple	Restauración	Recuperación para uso múltiple, rehabilitación, restauración ecológica	Agricultura, agrosilvopastoriles, usos urbanos	Explotación de minerales o hidrocarburos.
Áreas agrícolas	Producción	Agricultura, protección, recuperación para uso múltiple, rehabilitación, restauración ecológica	Agrosilvopastoriles, usos urbanos, forestería, explotación de minerales o hidrocarburos	Usos contaminantes o degradantes del suelo, el agua o el aire sin medidas de manejo.
Áreas	Producción	Agrosilvopastoriles, cultivos	Agricultura excepto	Cultivos transitorios intensivos o

[12] En general, no existe obligación legal de expedir o reconocer planes de manejo ambiental por parte de las AA para las ACC y las AIA. Sin embargo, se incluye esta especificación para los casos en que las AA decidan autorizar un plan de manejo.
[13] Idem nota anterior
[14] Las determinantes y normas sobre gestión de riesgo deben ser integradas de manera obligatoria en los Planes de Ordenamiento Territorial Municipal

Subzona	Objetivo General	Uso principal	Usos restringidos	Usos prohibidos
agrosilvopastoriles		permanentes semi-intensivos, protección, recuperación para uso múltiple, rehabilitación, restauración ecológica.	cultivos permanentes semi-intensivos, usos urbanos. Explotación de minerales o hidrocarburos	semi-intensivos. Usos contaminantes o degradantes del suelo, el agua o el aire sin medidas de manejo.
Áreas urbanas, municipales y distritales	Asentamientos humanos	Residencial, industrial, comercial, infraestructura y transporte, materiales de construcción canteras, depósitos o rellenos de residuos sólidos, institucional, recreacional, deportivo o turístico, protección urbana, restauración ecológica urbana, rehabilitación urbana, recuperación para uso múltiple urbana. Otros según lo establezca el plan de ordenamiento territorial. Para los corredores suburbanos del Quindío se debe dar una concertación con la CRQ para su delimitación definitiva.	Agrosilvopastoriles. Otros según lo establezca el plan de ordenamiento territorial.	Agricultura, explotación de minerales o hidrocarburos. Otros según lo establezca el plan de ordenamiento territorial.

La Tabla 6.6 muestra la comparación entre el escenario apuesta y la zonificación. Se observa que, en total, las áreas de conservación y protección ambiental (conservación, protección y restauración) alcanzan el 60,71% en el escenario apuesta (incluidos cuerpos de agua), mientras que en la zonificación alcanzan el 59,49%. Esta diferencia se debe principalmente al papel de la parte de las áreas complementarias de conservación ACC incluidas en esta categoría, pero también a la diferencia de metodología. Para fines prácticos, la diferencia no es significativa.

En cuanto a los usos de producción, en el escenario apuesta se propone 34,55%, mientras que en la zonificación quedan 33,82% del territorio de la cuenca. Esta diferencia se debe principalmente a la metodología, aunque tampoco se considera importante.

Los usos no agrícolas (urbanos, suburbanos y similares) pasan de 4,73% en el escenario apuesta a 6,69% en la zonificación. Esto se debe a que en la zonificación se consideran perímetros urbanos de POTs y corredores suburbanos no contemplados en el escenario apuesta.

Tabla 6.6. Comparación entre el escenario apuesta y la zonificación ambiental de la cuenca del río La Vieja.

Categoría	Escenario apuesta		Zonificación	
	Área (ha)	%		
Áreas de conservación (1)	53.752,79	18,86%	53.885,28	18,91%
Áreas de protección (2)	57.742,06	20,26%	69.422,96	24,36%
Áreas de restauración ecológica (3)	47.010,49	16,50%	35.830,43	12,57%
Reconversión productiva hacia la agricultura sostenible (4)	12.515,63	4,39%	10.409,44	3,65%
Áreas agrícolas intensivas (5)	19.106,46	6,70%	53.853,93	18,90%
Áreas agrícolas semi-intensivas (5)	38.689,60	13,58%		
Áreas agroforestales	40.667,14	14,27%	42.505,59	14,92%
Cuerpos de agua naturales (6)	1.992,49	0,70%		
Áreas urbanas y suburbanas, municipales y distritales	13.491,79	4,73%	19.060,84	6,69%
Total General	**284.968,47**	**100,00%**	**284.968,47**	**100,00%**

Figura 6.5. Mapa de zonificación ambiental final.

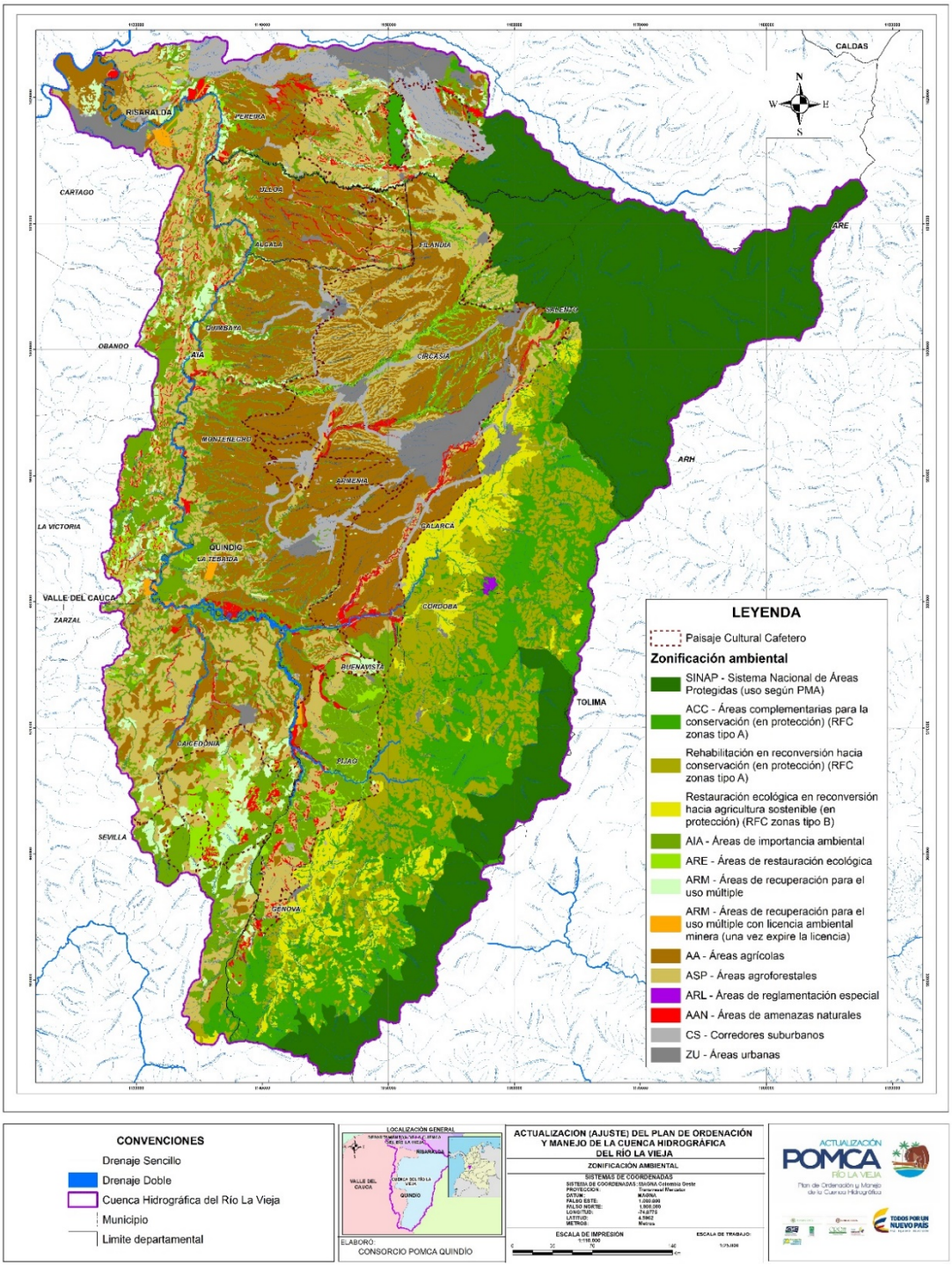
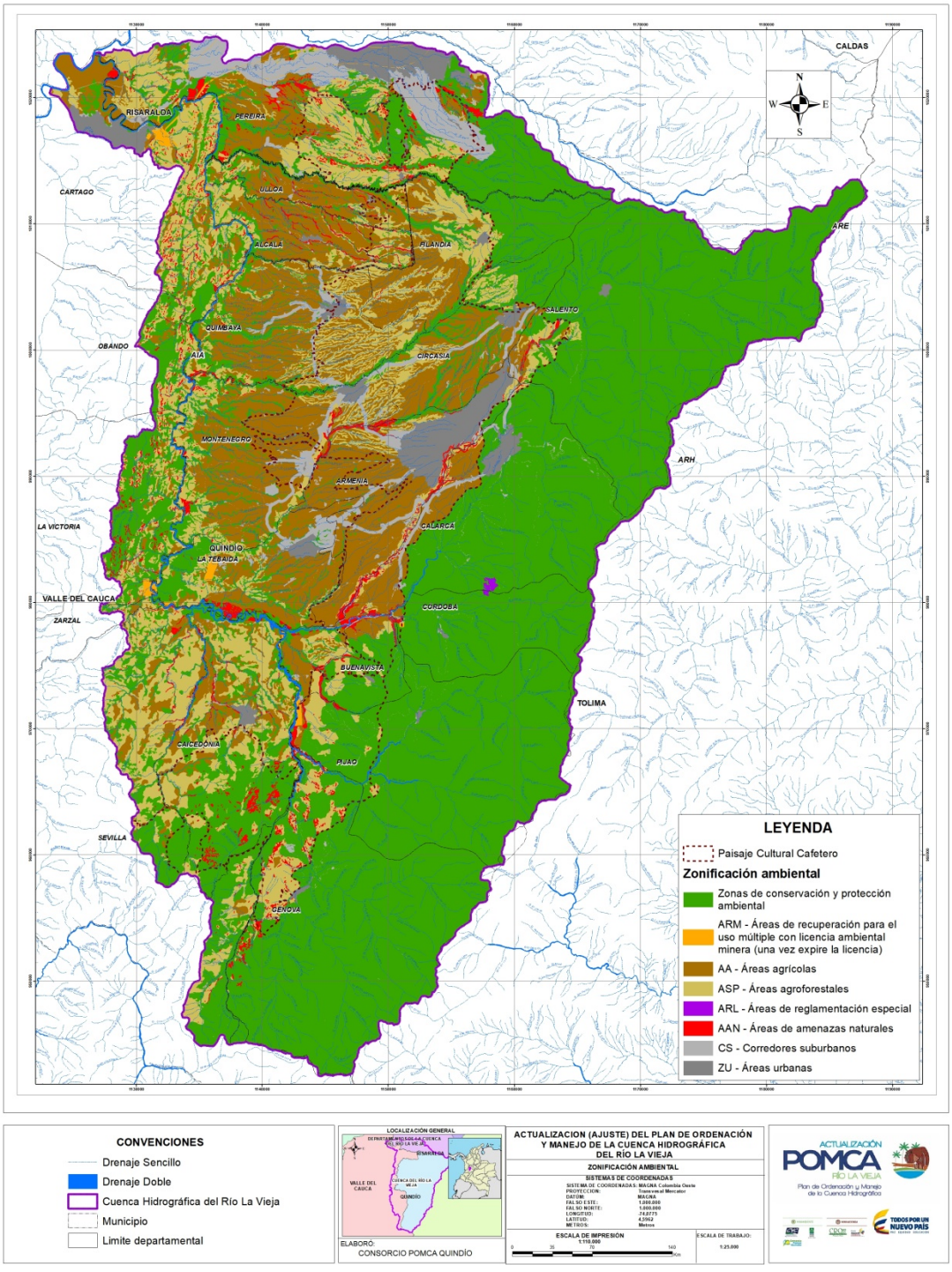


Figura 6.6. Mapa de zonificación ambiental final simplificado



7 RESULTADO DE LA FASE DE FORMULACIÓN

El objetivo de la fase de formulación es la identificación y descripción de las acciones necesarias para dar tratamiento o solución a los problemas identificados en la fase de diagnóstico, teniendo en cuenta las opciones analizadas en la fase prospectiva.

De acuerdo con el Decreto 1640 de 2012 y con la Guía para la ordenación y manejo de cuencas hidrográficas del MADS (2013, 2014), el alcance de la fase de formulación es la definición del componente programático, las medidas para la administración de los recursos naturales renovables y el componente de gestión del riesgo. También, como parte del componente programático, en esta fase se formula la estructura administrativa y la estrategia financiera del POMCA, el diseño del programa de seguimiento y evaluación, y las actividades conducentes a la publicidad y aprobación del POMCA.

7.1 COMPONENTE PROGRAMÁTICO

Como un edificio, un plan tiene una estructura, que no se puede cambiar si no se quiere afectar la integridad del edificio. Y así también, como un edificio tiene elementos que se pueden cambiar con el tiempo para mejorar su apariencia o eficiencia (como las paredes, la pintura, los baños, los pisos), un plan también tiene elementos que se pueden modificar en el corto, mediano o largo plazo, junto con los recursos para su ejecución. Por tanto, el plan tiene: un sistema estructurante (largo plazo), un sistema de clasificación de usos del suelo (mediano plazo), un sistema de tratamientos de uso del suelo (corto plazo) y un plan de acción (corto, mediano y largo plazo)[15].

- *Sistema estructurante* o estructura del POMCA. Está conformada por las políticas, las estrategias y los objetivos de largo plazo, junto con la definición de los elementos estructurantes del mismo.

  a) Las políticas están constituidas por la manifestación explícita de la voluntad de lograr el ordenamiento de la cuenca y los principios que guían este propósito. En el caso del POMCA, éstas están definidas en la voluntad política del gobierno, manifestada en el Decreto 1640 de 2012, compilado en el Decreto 1076 de 2015 (ver abajo, 7.2.1), en el sentido de lograr un equilibrio entre el aprovechamiento social y económico de los recursos de la cuenca y la conservación de la estructura fisicobiótica de la cuenca y particularmente del recurso hídrico.

  b) Los objetivos de largo plazo son los fines que se pretende lograr con el plan en la cuenca para desarrollar la política general. Ellos están descritos por medio de los objetivos específicos del plan (ver 7.2.2 abajo).

[15] Con base en: Pérez Preciado, A. Elementos de planeación regional y ambiental. pp. 235-277. Sogeocol. Mineducación. Bogotá. 2013.

c) Las estrategias son las formas generales de lograr los objetivos de la ordenación, las cuales están basadas en la naturaleza de los problemas y en las características de la población de la cuenca (ver sección 7.3 abajo).

d) Los elementos estructurantes del POMCA están constituidos por:

- Las áreas de conservación y protección ambiental, conformadas a su vez por:
  *Las áreas protegidas (SINAP).
  *Las áreas de protección: áreas complementarias de conservación, áreas de importancia ambiental, áreas de reglamentación especial y áreas de amenazas naturales.
  *Las áreas de restauración: áreas de restauración ecológica, áreas de rehabilitación y áreas de recuperación para uso múltiple.
  Todas éstas incluyen el sistema hídrico que, por escala, no es posible cartografiar a 1:25.000.
- Las áreas de reserva agrícola y ganadera, conformadas por las áreas agrícolas y las áreas agroforestales.
- Las áreas urbanas y corredores suburbanos, con su sistema vial troncal e intermunicipal, de servicios públicos y de equipamientos.

La Figura 7.1 muestra el sistema estructurante del POMCA.

- *Sistema de clasificación de los usos del suelo.* Está conformado por la zonificación de detalle de los usos del suelo, elaborada con base en el diagnóstico, en la participación de los actores sociales e institucionales y en la metodología para POMCAs del MADs. Al interior de cada una de las grandes categorías del sistema estructurante se pueden realizar cambios en el sistema de zonificación sin que se altere el sistema estructurante. Por ejemplo, un distrito de manejo integrado puede pasar a otro tipo de área protegida, pero no a un área agrícola o urbana. Un área agrícola puede pasar a agroforestal, según sus características físicas o de demanda. O un área de expansión urbana puede desarrollarse sobre áreas suburbanas limítrofes al casco urbano. De acuerdo con las exigencias institucionales, se presentan:

  a) Mapa de zonificación de la Figura 6.5 y Tabla 6.4 del capítulo 6 de este informe, en el cual las áreas protegidas están en una sola categoría.
  b) Adicionalmente, la Figura 6.6 del capítulo 6 presenta un mapa de zonificación con todas las áreas de conservación y protección agrupadas bajo un solo color.

- *Sistema de tratamientos de los usos del suelo.* Está constituido por el conjunto de especificaciones, medidas, prácticas o normas adoptadas para el ejercicio de un uso del suelo en cada una de las categorías de zonificación. En la sección 5.3.3 del informe de Prospectiva y zonificación se presenta el régimen de usos del suelo de la zonificación, el cual se resume en la Tabla 6.5 del capítulo 6 de este informe.

Figura 7.1. Sistema estructurante.

En especial, los tratamientos o el régimen de usos involucran medidas de gradación, restricción, prohibición y, en general, diversas formas de regulación sectorizada. Los tratamientos asignados para cada área deben ser divulgados en tal forma que la comunidad esté informada de ellos.

- *Plan de acción.* Está constituido por el conjunto de programas, proyectos, actividades y metas necesarios para el desarrollo de los objetivos y para la puesta en práctica del sistema de usos y tratamientos del suelo. Estos se describen en la sección 7.4 y subsiguientes de este capítulo.

7.2 OBJETIVOS

7.2.1 Objetivo general de ordenación y manejo de la cuenca

De acuerdo con el decreto 1640 de 2012 (compilado en el Decreto 1076 de 2015), el objetivo de la ordenación y manejo de cuencas es: "la planeación del uso coordinado del suelo, de las aguas, de la flora y la fauna y el manejo de la cuenca entendido como la ejecución de obras y tratamientos, en la perspectiva de mantener el equilibrio entre el aprovechamiento social y económico de tales recursos y la conservación de la estructura fisicobiótica de la cuenca y particularmente del recurso hídrico".

En el caso particular de la cuenca del río La Vieja, se busca enfocar el plan hacia el manejo de la capacidad de regulación de agua de la cuenca o, en otros términos:

"Lograr un equilibrio entre el uso económico y social de los recursos naturales renovables y elementos ambientales de la cuenca, que permita la conservación de su capacidad de producción, se reduzca el riesgo ante las amenazas naturales de origen hídrico y se mejore la calidad de vida de los habitantes".

7.2.2 Objetivos específicos

De acuerdo con el plan de ordenación y manejo de la cuenca del año 2008, se conservan los siguientes objetivos:

Objetivo específico 1. Diseñar e implementar participativamente modelos de ordenación y ocupación del suelo de la Cuenca, a través de la articulación y armonización de procesos y planes de ordenamiento territorial.

*Objetivo específico 2***.** Propiciar el uso y manejo integral del suelo de la cuenca, atendiendo a su vocación, de tal manera que se recupere, conserve o mejore su capacidad productiva para las diferentes actividades antrópicas y se conserven los recursos naturales conexos.

Objetivo específico 3. Manejar participativamente las áreas estratégicas y de especial significancia ambiental para la conservación y el mantenimiento de los valores y

funciones de los ecosistemas de la cuenca.

Objetivo específico 4. Realizar la gestión integral del recurso hídrico y mejoramiento del saneamiento básico de la Cuenca.

Objetivo específico 5. Generar estrategias para fortalecer la participación social en la ejecución, seguimiento y actualización del POMCA.

Objetivo específico 6. Generar información actualizada, oportuna y veraz de los diferentes componentes de la cuenca, que permita la gestión de manera concertada entre actores sociales e instituciones, y lograr la coordinación de la ejecución y la evaluación y seguimiento del POMCA.

Objetivo específico. Prevenir y mitigar las amenazas, reducir la vulnerabilidad y preservar la vida e infraestructura a través de la gestión integral del riesgo y la adaptación al cambio climático.

7.3 ESTRATEGIAS

Para el presente POMCA se han establecido las siguientes estrategias conducentes a la ordenación y manejo adecuado de la cuenca. Ellas son el resultado de la integración de las estrategias del POMCA 2008 y las acordadas en los talleres comunitarios y reuniones del Comité Técnico de las CARs de la presente actualización.

1. Implementación de modelos participativos de ordenación y ocupación del suelo de la Cuenca.
2. Uso y manejo integral del suelo de la cuenca, atendiendo a su vocación y a las necesidades de conservación y recuperación de recursos naturales conexos[16].
3. Manejo participativo de áreas y ecosistemas estratégicos de la Cuenca.
4. Gestión integral de la disponibilidad y calidad del recurso hídrico de la Cuenca.
5. Fortalecimiento de la participación social en la ejecución, seguimiento y actualización del POMCA.
6. Sistema de información de la cuenca como herramienta para la ejecución del POMCA.
7. Prevenir y mitigar las amenazas, reducir la vulnerabilidad y preservar la vida e infraestructura a través de la gestión integral del riesgo y la adaptación al cambio climático

[16] Se aclara que las CARs no tienen competencia en la reglamentación del suelo, o en el ordenamiento minero y turístico, para lo cual están los municipios, la agencia minera o el Ministerio de Comercio, respectivamente. Por lo tanto, la estrategia desde el Pomca debe encaminarse a gestionar frente a dichos entes.

7.4 PROGRAMAS, PROYECTOS Y ACTIVIDADES

La Figura 7.2 muestra la relación de objetivos, medios y estrategias y la Tabla 7.1 presenta el árbol de estrategias, programas y proyectos, para el POMCA propiamente dicho y para la gestión del riesgo.

Figura 7.2. Relación de objetivos, medios y estrategias.

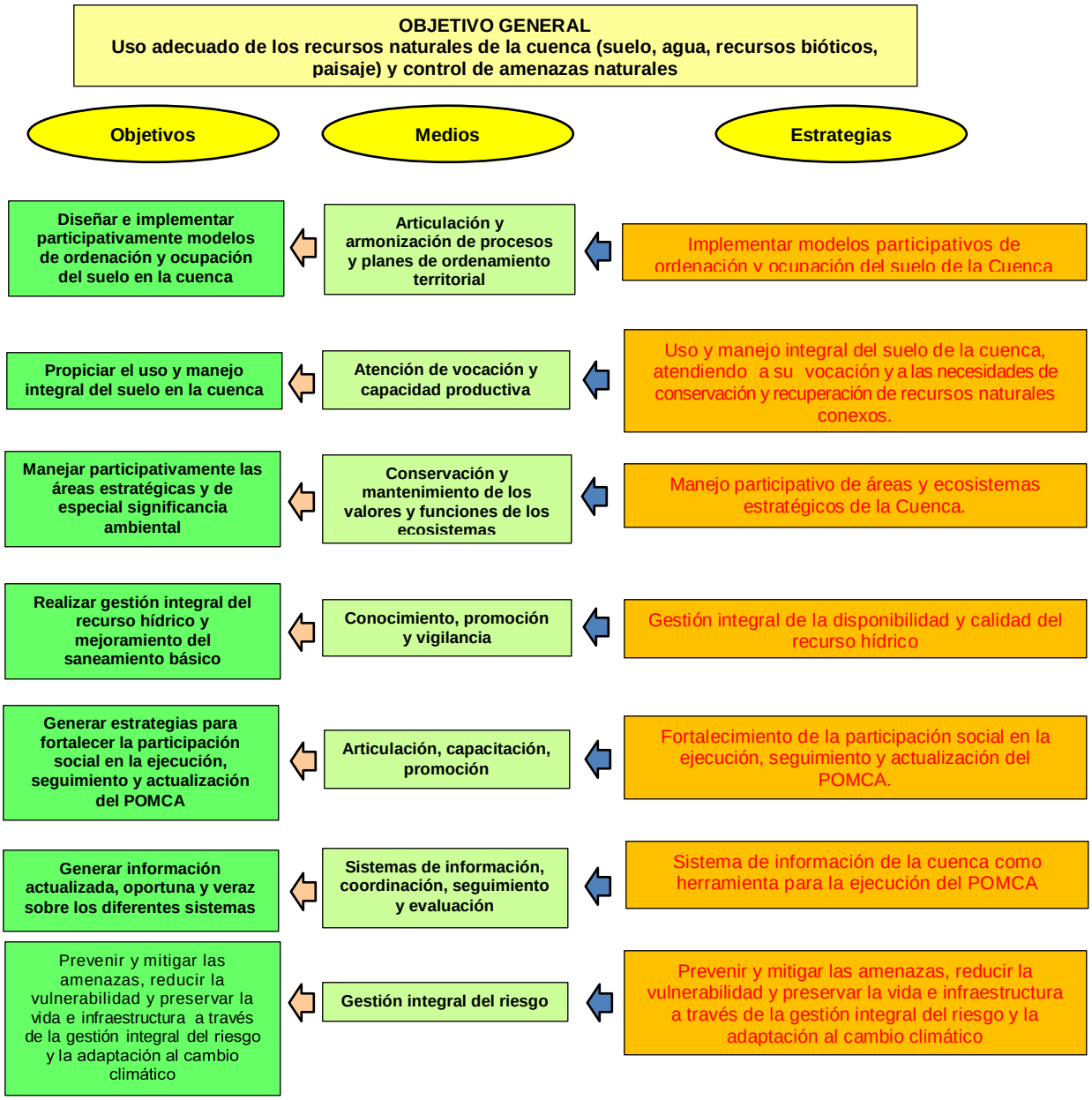


Tabla 7.1. Estrategias, programas y proyectos

Estrategias	Programas	Proyectos
POMCA		
Implementar modelos participativos de ordenación y ocupación del suelo de la Cuenca	Programa 1: Armonización de la gestión ambiental territorial en la cuenca del río La Vieja.	1. Armonización de instrumentos de planificación con los lineamientos del POMCA
Uso y manejo integral del suelo de la cuenca, atendiendo a su vocación y a las necesidades de conservación y recuperación de recursos naturales conexos.	Programa 2. Sostenibilidad ambiental del suelo y los sectores productivos	2. Conocimiento y planificación del suelo
		3. Formulación y puesta en marcha de insumos para un programa de conservación de suelos y promoción de sistemas sostenibles de producción
		4. Recuperación de suelos y reconversión de usos hacia sistemas sostenibles
		5. Control y recuperación de zonas mineras
		6. Ordenamiento y planificación del turismo presente en el suelo rural de la Cuenca
Manejo participativo de áreas y ecosistemas estratégicos de la Cuenca.	Programa 3: Áreas protegidas y suelos de protección.	7. Conservación de la biodiversidad
		8. Ordenamiento y planificación de las áreas naturales protegidas y ecosistemas estratégicos
		9. Gestión de áreas protegidas y suelos de protección
		10. Ejecución del Programa de sostenibilidad ambiental del Paisaje Cultural Cafetero (PCC)
Gestión integral de la disponibilidad y calidad del recurso hídrico	Programa 4: Uso sostenible del agua y saneamiento básico.	11. Conocimiento y manejo del recurso hídrico superficial
		12. Planificación y manejo de acuíferos de la cuenca
		13. Uso eficiente y ahorro del agua
		14. Saneamiento básico integral para la cuenca
		15. Gestión ambiental de residuos sólidos
Fortalecimiento de la participación social en la ejecución del POMCA.	Programa 5. Organización y participación social	16. Fortalecimiento de la gobernanza para la participación ciudadana
		17. Educación y comunicación ambiental
Sistema de información de la cuenca como herramienta para la ejecución del POMCA	Programa 6. Información y conocimiento para la gestión ambiental de la cuenca	18. Información y coordinación general del POMCA
GESTIÓN INTEGRAL DEL RIESGO Y CAMBIO CLIMÁTICO		
Prevenir y mitigar las amenazas, reducir la vulnerabilidad y preservar la vida e infraestructura a través de la gestión integral del riesgo y la adaptación al cambio climático	Programa de gestión integral del riesgo y cambio climático.	1. Conocimiento del riesgo natural en la cuenca
		2. Reducción del riesgo natural en la cuenca
		3. Manejo de desastres.
		4. Ejecución articulada de los planes departamentales de adaptación y mitigación al cambio climático

7.5 METAS E INDICADORES DE METAS

El informe de la fase de Formulación, así como el Anexo 1 del mismo muestran las metas para cada una de las actividades y proyectos. El texto y el anexo incluyen, por cada uno de los proyectos de la Tabla 7.1, las actividades, las metas por actividad, junto con el indicador de la meta, y la entidad o entidades responsables de la ejecución de cada actividad. En caso de que una actividad esté a cargo de varias entidades, se asume que el liderazgo lo asume la entidad responsable nombrada en primer lugar, lo cual está en relación con sus funciones institucionales.

7.6 INVERSIONES[17], CRONOGRAMA

7.6.1 Inversiones

La Tabla 7.2 muestra el resumen de costos del POMCA por proyecto. Se observa que el costo anual del POMCA alcanza la suma de $ 8.979,52 millones de pesos para el primer año, y un costo anual promedio durante el resto de años de $ 9.032,12 millones de pesos. El costo de cada proyecto y actividad aparece en las fichas de cada proyecto del informe de la fase de formulación.

El costo total del POMCA para el corto plazo es de $ 36.756,85 millones. El alto costo del año 1 se debe principalmente a las inversiones del montaje de la red hidrometeorológica básica de la cuenca y al inicio de la gestión de residuos sólidos, si bien esta inversión se puede diferir para todo el período. Para los períodos de mediano y largo plazo, el costo de la ejecución del POMCA es de $ 18.410,47 millones y 41.947,03 millones respectivamente en pesos corrientes de 2017.

Tabla 7.2. Resumen del costo del POMCA y de la gestión del riesgo por proyecto (miles COP 2017)

POMCA			Total general	Corto plazo (años 1-6)	Mediano plazo (años 7-10)	Largo plazo (años 11-20)
Proyecto	Año 1	Anual resto años				
1. Armonización de instrumentos de planificación con los lineamientos del POMCA	335.400	-	990.600	663.000	93.600	234.000
2. Conocimiento y planificación del suelo	908.547	1.189.461	3.464.349	2.153.607	327.714	983.027
3. Formulación y puesta en marcha de insumos para un programa de conservación de suelos y promoción de sistemas sostenibles de producción	-	516.500	1.218.500	516.500	234.000	468.000
4. Recuperación de suelos y reconversión de usos hacia sistemas sostenibles	203.200	203.200	4.064.000	1.219.200	812.800	2.032.000

[17] Las inversiones se refieren a costos, tanto de personal como de gastos directos (contratos, transporte, oficinas) necesarios para el desarrollo de cada actividad. Se mantiene la palabra "inversiones" porque así lo establece la Guía de Pomcas.

POMCA			Total general	Corto plazo (años 1-6)	Mediano plazo (años 7-10)	Largo plazo (años 11-20)
Proyecto	Año 1	Anual resto años				
5. Control y recuperación de zonas mineras	119.800	160.200	1.406.800	530.400	250.400	626.000
6. Ordenamiento y planificación del turismo presente en el suelo rural de la Cuenca	-	312.200	686.600	359.000	93.600	234.000
7. Conservación de la biodiversidad	324.800	231.200	4.374.400	1.449.600	846.800	2.078.000
8. Ordenamiento y planificación de las áreas naturales protegidas y ecosistemas estratégicos	655.200	1.037.400	3.003.000	2.893.800	31.200	78.000
9. Gestión de áreas protegidas y suelos de protección	218.400	218.400	4.368.000	1.310.400	873.600	2.184.000
10. Ejecución del Programa de sostenibilidad ambiental del Paisaje Cultural Cafetero (PCC)	280.800	280.800	5.616.000	1.684.800	1.123.200	2.808.000
11. Conocimiento y manejo del recurso hídrico superficial	2.601.600	1.304.860	27.131.140	8.866.700	5.500.240	12.764.200
12. Planificación y manejo de acuíferos de la cuenca	342.800	142.800	3.056.000	1.056.800	571.200	1.428.000
13. Uso eficiente y ahorro del agua	31.200	16.380	342.420	113.100	65.520	163.800
14. Saneamiento básico integral para la cuenca	37.200	37.200	186.000	74.400	37.200	74.400
15. Gestión ambiental de residuos sólidos	1.277.780	2.003.920	9.576.540	5.347.220	2.065.520	2.163.800
16. Fortalecimiento de la gobernanza para la gestión ambiental de la cuenca	82.800	43.800	915.000	301.800	175.200	438.000
17. Educación y comunicación ambiental	187.200	31.200	780.000	343.200	124.800	312.000
18. Información y coordinación general del POMCA	1.372.800	1.302.600	25.935.000	7.873.320	5.183.880	12.877.800
Total	8.979.527	9.032.121	97.114.349	36.756.847	18.410.474	41.947.027

GESTIÓN DEL RIESGO			Total general	Corto plazo (años 1-6)	Mediano plazo (años 7-10)	Largo plazo (años 11-20)
Proyecto	Año 1	Anual resto años	Total			
1. Conocimiento del riesgo en la Cuenca	-	2.956.216	31.416.940	12.504.082	5.403.674	13.509.184
2. Reducción del riesgo	-	605.280	10.623.600	2.714.400	2.109.120	5.800.080
3. Manejo de desastres por riesgos	392.400	343.200	6.913.200	2.108.400	1.372.800	3.432.000
4. Ejecución articulada de los planes departamentales de adaptación y mitigación al cambio climático	-	-	-			
Total	392.400	3.904.696	48.953.740	17.326.882	8.885.594	22.741.264

*Sin considerar costos obras (medidas estructurales y no estructurales), que dependen de diseños (2) y/o eventos (3)

7.6.2 Cronograma

La Tabla 7.3 muestra el cronograma general del POMCA por proyecto. En el informe de la fase de formulación se muestra el cronograma por actividad.

Tabla 7.3. Cronograma del POMCA y de la gestión del riesgo por proyecto

POMCA	Corto plazo (años 1-6)						Mediano plazo (años 7-10)				Largo plazo (años 11-20)	
Proyecto	**Año 1**	**Año 2**	**Año 3**	**Año 4**	**Año 5**	**Año 6**	**Año 7**	**Año 8**	**Año 9**	**Año 10**	**Año 11**	**Año 12-20**
1. Armonización de instrumentos de planificación con los lineamientos del POMCA												
2. Conocimiento y planificación del suelo												
3. Formulación y puesta en marcha de insumos para un programa de conservación de suelos y promoción de sistemas sostenibles de producción												
4. Recuperación de suelos y reconversión de usos hacia sistemas sostenibles												
5. Control y recuperación de zonas mineras												
6. Ordenamiento y planificación del turismo presente en el suelo rural de la Cuenca												
7. Conservación de la biodiversidad												
8. Ordenamiento y planificación de las áreas naturales protegidas y ecosistemas estratégicos												
9. Gestión de áreas protegidas y suelos de protección												
10. Ejecución del Programa de sostenibilidad ambiental del Paisaje Cultural Cafetero (PCC)												
11. Conocimiento y manejo del recurso hídrico superficial												
12. Planificación y manejo de acuíferos de la cuenca												
13. Uso eficiente y ahorro del agua												
14. Saneamiento básico integral para la cuenca												
15. Gestión ambiental de residuos sólidos												
16. Fortalecimiento de la gobernanza para la gestión ambiental de la cuenca												
17. Educación y comunicación ambiental												
18. Información y coordinación general del POMCA												

GESTIÓN DEL RIESGO	Corto plazo (años 1-6)						Mediano plazo (años 7-10)				Largo plazo (años 11-20)	
Proyecto	**Año 1**	**Año 2**	**Año 3**	**Año 4**	**Año 5**	**Año 6**	**Año 7**	**Año 8**	**Año 9**	**Año 10**	**Año 11**	**Año 12-20**
1. Conocimiento del riesgo en la Cuenca												
2. Reducción del riesgo												
3. Manejo de desastres por riesgos												

GESTIÓN DEL RIESGO	Corto plazo (años 1-6)						Mediano plazo (años 7-10)				Largo plazo (años 11-20)	
Proyecto	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12-20
4. Ejecución articulada de los planes departamentales de adaptación y mitigación al cambio climático												

7.6.3 Pertinencia de otras estrategias, programas, proyectos y actividades

Los proyectos y actividades del POMCA propuesto se enmarcan totalmente dentro de los "Lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua en las macrocuencas Magdalena – Cauca y Caribe" (según Acuerdo entre Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible MADS y Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural MADR, del 13 de agosto de 2015. Igualmente, responden a los objetivos de la política nacional para la gestión integral del recurso hídrico (PNGIRH). Además, en el diseño del POMCA se han tenido en cuenta otros instrumentos de política nacional, regional y sectorial. La Figura 7.3 muestra el proceso general de elaboración del POMCA a partir de estos instrumentos y del diagnóstico y la prospectiva del plan. La Figura 7.4 muestra específicamente las relaciones del POMCA con los lineamientos estratégicos para la macrocuenca y la política nacional del agua.

Figura 7.3. Proceso general para la actualización del POMCA

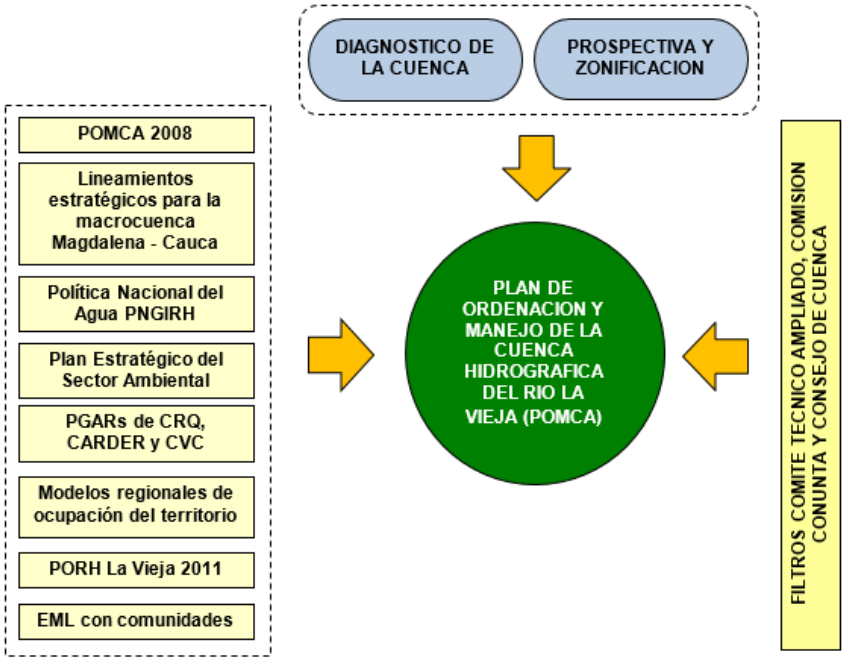
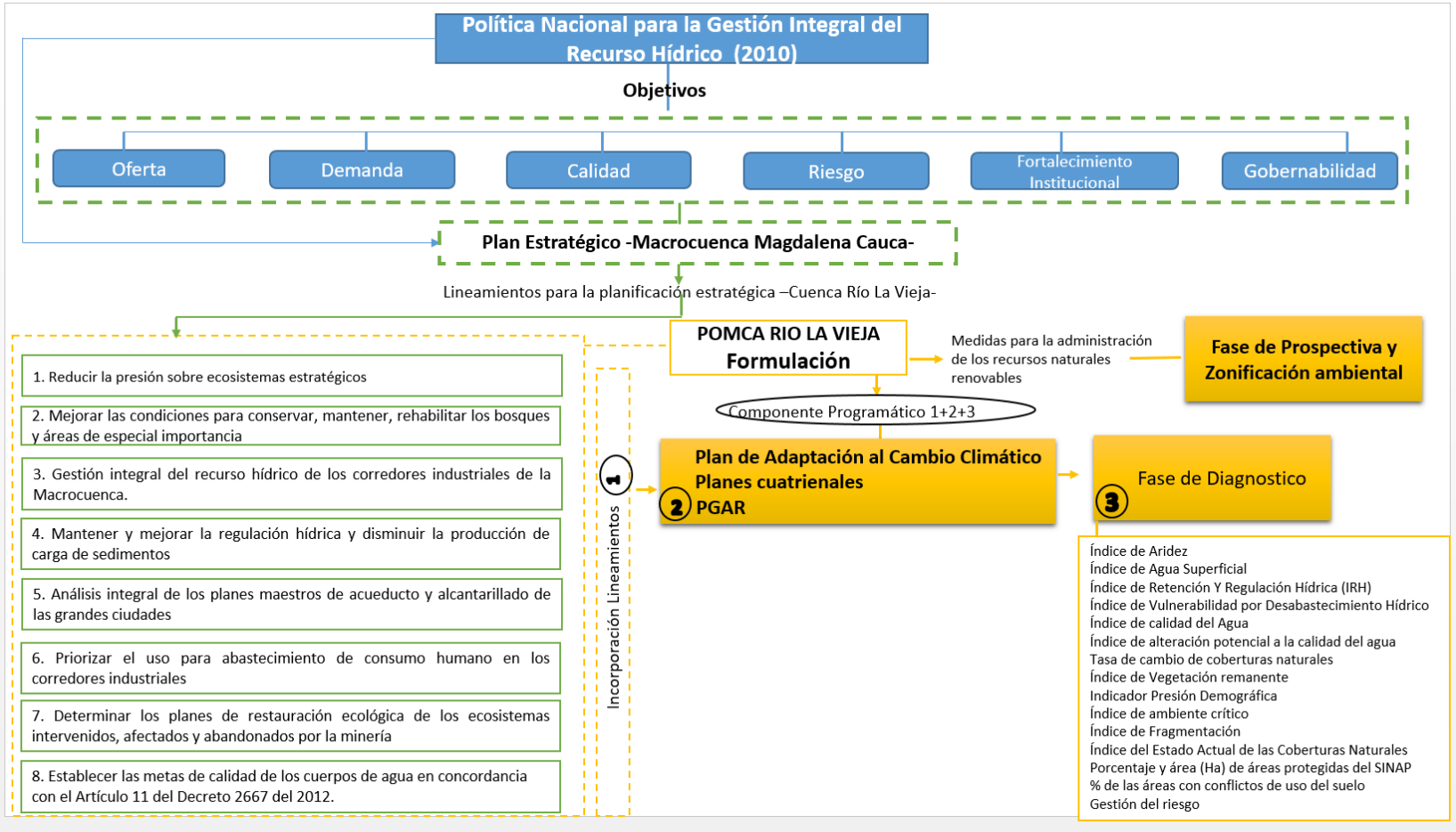


Figura 7.4. Política nacional para la gestión integral del recurso hídrico (PNGIRH) y otros instrumentos del POMCA



8 DEFINICIÓN DE LA ESTRUCTURA ADMINISTRATIVA Y LA ESTRATEGIA FINANCIERA DEL POMCA

8.1 PROPUESTA DE ESTRUCTURA ADMINISTRATIVA PARA LA EJECUCIÓN DEL POMCA

La ejecución del POMCA no es función privativa de las autoridades ambientales. Por el contrario, de acuerdo con el Decreto 1640 de 2012, en ella intervienen de manera coordinada las autoridades ambientales, los entes territoriales con jurisdicción en la cuenca (municipios y departamentos), los usuarios de los recursos naturales de la cuenca y la comunidad en general. No obstante, las autoridades ambientales vigilarán por el cumplimiento de la zonificación establecida en el POMCA. De manera especial, las autoridades ambientales, en seguimiento de su función administrativa, tomará las medidas preventivas que sean necesarias, mediante disposiciones y acciones de vigilancia, para controlar y reducir los problemas identificados en la fase de diagnóstico, y para lograr el cumplimiento de la zonificación ambiental propuesta en la fase de prospectiva y zonificación.

Para este efecto, se ha conformado el Consejo de Cuenca, que es la instancia consultiva y representativa de todos los actores que viven y desarrollan actividades dentro de la cuenca hidrográfica, y que formará parte de la organización administrativa prevista por las normas vigentes.

La Figura 8.1 muestra la conformación del Consejo de Cuenca y sus relaciones con los distintos niveles de ejecución (círculo interior), de coordinación (círculo intermedio) y de planificación (círculo exterior). A su vez, la Figura 8.2 muestra la organización administrativa general para la ejecución del POMCA, y la Figura 8.3 la propuesta de organización interna de las CARs para el mismo efecto.

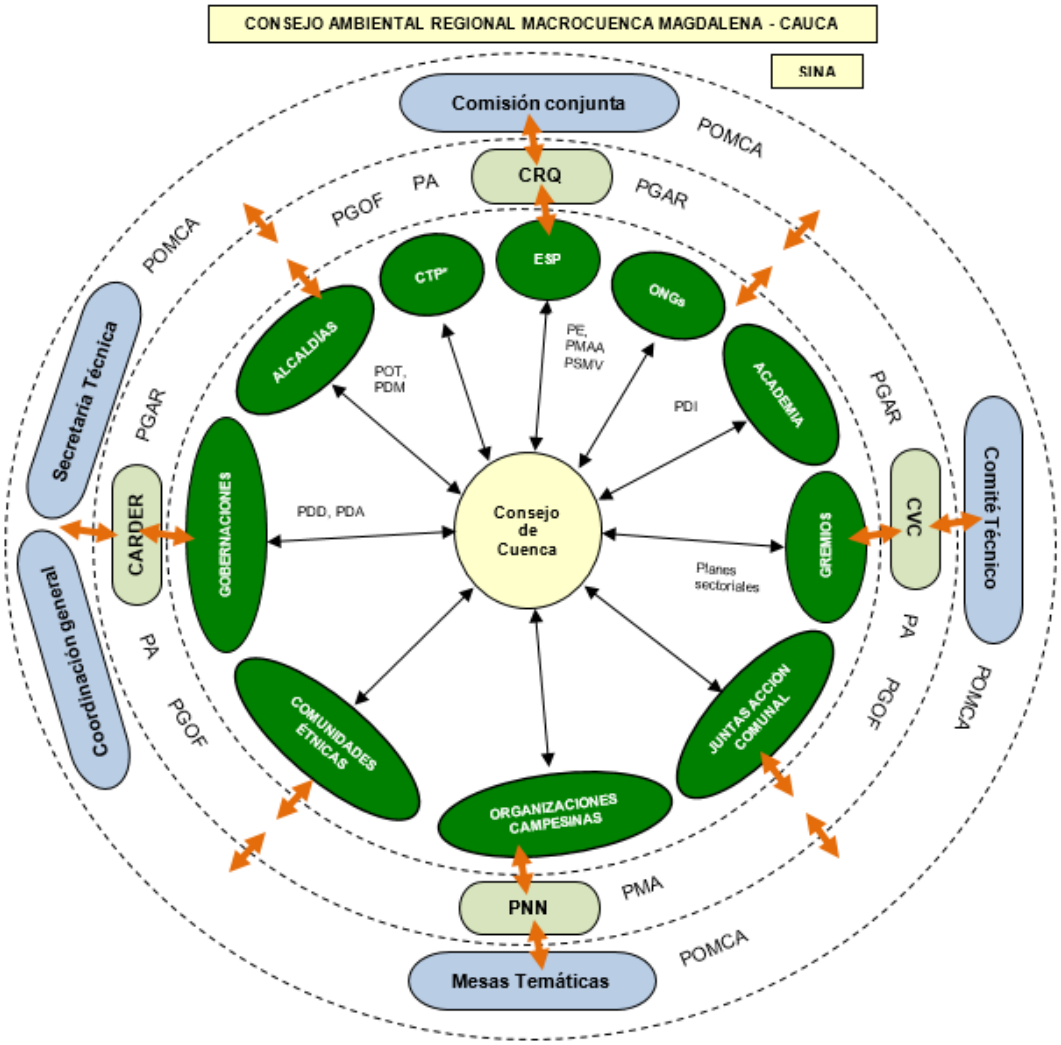
En los que concierne a la gestión del riesgo, existe una organización administrativa especial determinada por la Ley 1523 de abril 24 de 2012, la cual se muestran en la Figura 8.4, según la cual las funciones y competencias a nivel local y regional reposan en los alcaldes y gobernadores, apoyados por los consejos municipales y departamentales de gestión del riesgo, de los cuales dependen los comités para el conocimiento, la reducción del riesgo y el manejo de desastres.

8.2 PROPUESTA DE ESTRATEGIA FINANCIERA

Por su naturaleza, la ejecución del plan de ordenación y manejo de una cuenca hidrográfica (POMCA) es responsabilidad de todos los actores que habitan en la cuenca y utilizan sus recursos. No es, por tanto, una responsabilidad exclusiva de las autoridades ambientales (AA) y entes territoriales (ET). La responsabilidad de éstas se limita a la promoción de sistemas sostenibles de manejo de los recursos naturales y a la vigilancia y control sobre su aprovechamiento. Por tanto, el esquema de financiación del POMCA busca orientar la participación coordinada, eficiente, efectiva y eficaz en todo el proceso

de ordenación, buscando la ejecución integral y articulada entre los diferentes actores. No obstante, esta participación está regulada por la ley, dentro de cuyos parámetros se formula esta propuesta.

Figura 8.1. Conformación del Consejo de Cuenca y sus relaciones con los distintos niveles de planificación y ejecución del POMCA.



*CTP: Consejo Territorial de Planeación. ESP: Empresas de servicios públicos. ONGs: Organizaciones no gubernamentales. PGAR: Plan de gestión ambiental regional. PA: Plan de acción. PGOF: Plan general de ordenamiento forestal. PMA: Plan de manejo ambiental de áreas protegidas. POT: Planes de ordenamiento territorial (POT, PBOT, EOT). PDM: Plan de desarrollo municipal. PDD: Plan de desarrollo departamental. PDA: Plan departamental de aguas. PE: Plan estratégico. PMAA: Plan maestro de acueducto y alcantarillado. PSMV: Plan de saneamiento y manejo de vertimientos. PDI: Plan de desarrollo institucional.

Figura 8.2.Organización administrativa prevista por normas vigentes (Dec. 1076 de 2015)

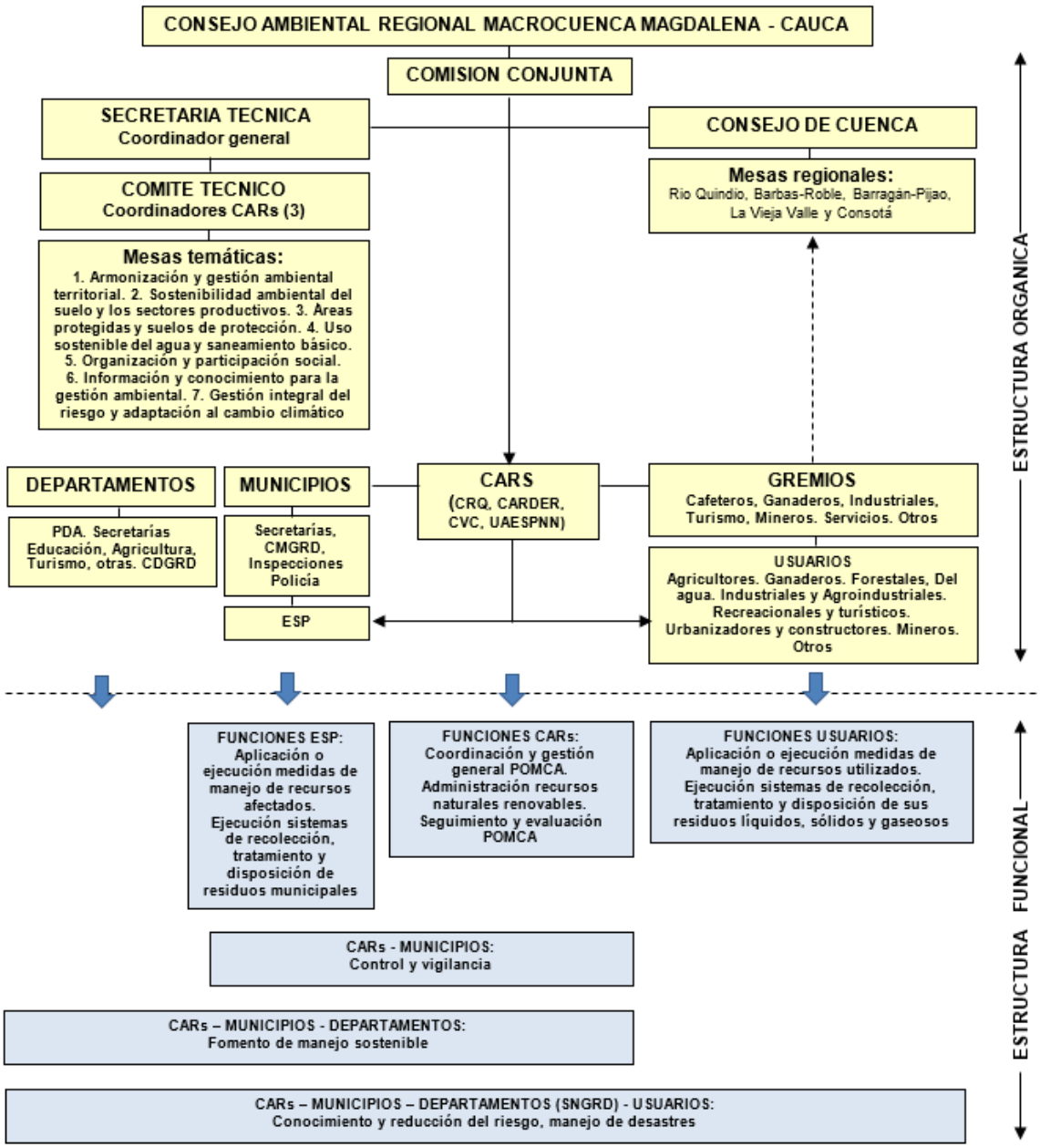


Figura 8.3. Propuesta de organización interna para la ejecución del POMCA

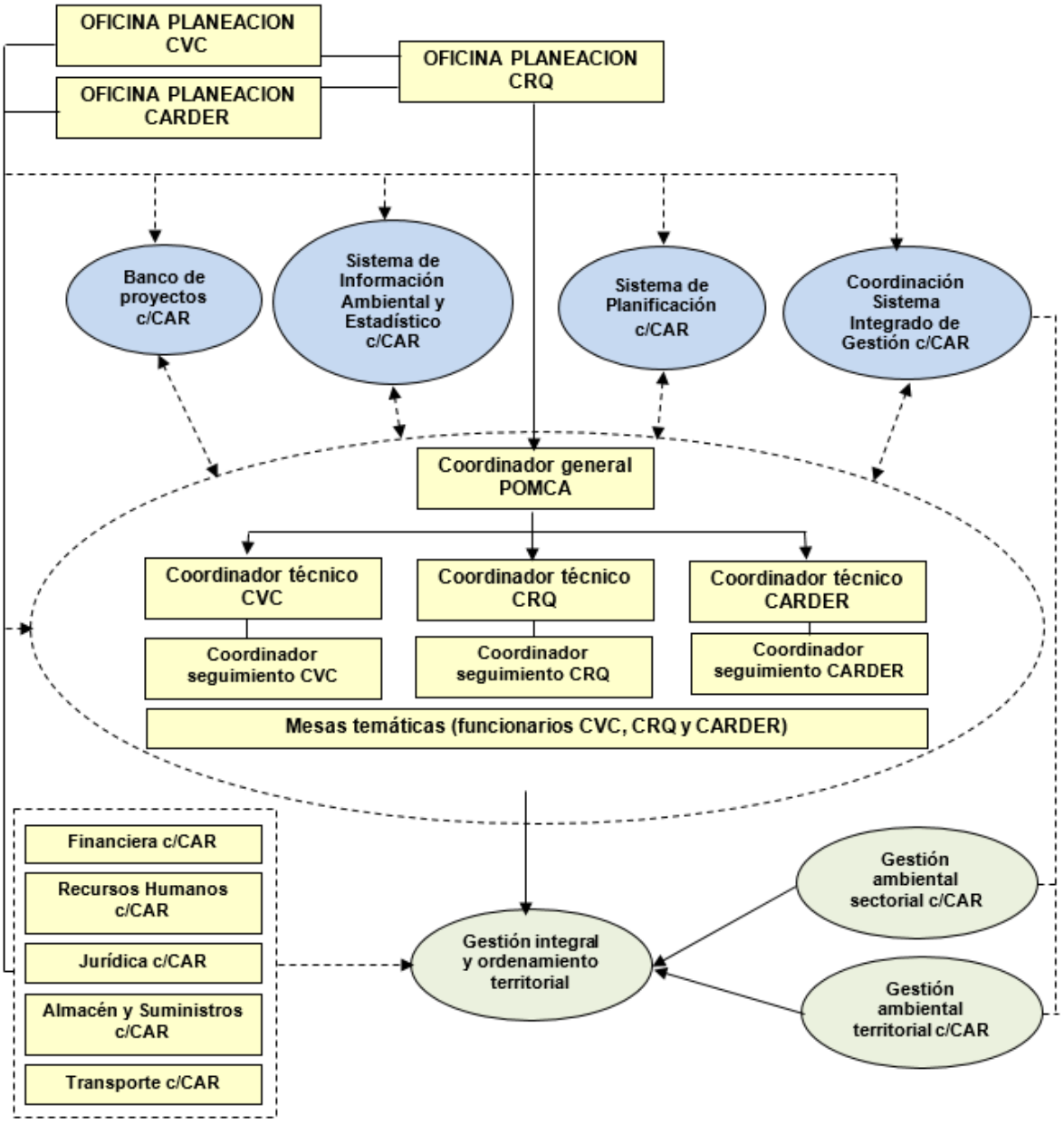
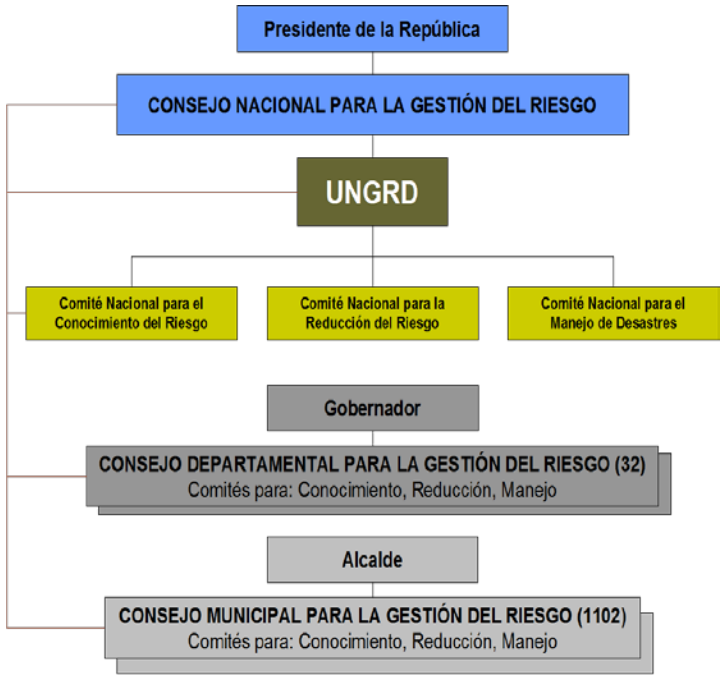


Figura 8.4. Estructura institucional para la gestión del riesgo



Fuente: UNGRD

Por funciones legales, las actividades de administración y promoción del POMCA están a cargo de las CARs, los departamentos y municipios, mientras que la aplicación de las medidas o tratamientos de manejo de los recursos naturales es de responsabilidad de los usuarios, es decir, de los propietarios de la tierra, los agricultores, ganaderos, explotadores de madera, contaminadores, urbanizadores, empresas de recreación y turismo y, en general, de los gremios de la producción, así como de los entes responsables de la reducción de la vulnerabilidad frente a las amenazas (municipios, SNGRD). Los costos correspondientes a estos últimos actores no se han incluido en la Tabla 7.2 ni en la Tabla 8.1, por cuanto ellos dependen, o bien de diseños específicos (manejo ambiental de actividades productivas, medidas estructurales y mayor parte de no estructurales de la gestión del riesgo, por ejemplo), o por estar financiados con cargo a tarifas (PTARs, sistemas de acueductos y alcantarillados)

De acuerdo con la legislación existente, las fuentes financieras del POMCA son múltiples y variadas. Así, de acuerdo con lo dispuesto en los artículos 41 y 42 del Decreto 1640 de 2012 (compilado en el Decreto 1076 de 2015), según los cuales las fuentes financieras para el POMCA son:

1) Los recursos provenientes de las Corporaciones Autónomas Regionales, tales como: tasas retributivas, tasas por uso del agua, transferencias del sector eléctrico, transferencias de personas naturales o jurídicas con destino a la ordenación de la cuenca, contribuciones por valorización, sobretasa predial, compensaciones de que

trata la ley 141 de 1994, tasas compensatorias o de aprovechamiento forestal, convenios o contratos plan según artículo 8 de la ley 1450 de 2011, otros recursos apropiados en el presupuesto para la ordenación y manejo de la cuenca.

2) Los recursos provenientes de los entes territoriales (municipios y departamentos), tales como: 1% del artículo 111 de la Ley 93 de 1993, apropiaciones presupuestales para medio ambiente, los previstos en los planes de manejo Empresarial de los Servicios de Agua y Saneamiento, del Plan Nacional de Desarrollo vigente.

3) Los provenientes de los usuarios de la cuenca hidrográfica, tales como: 1% del artículo 43 de la Ley 99 de 1993, los que deben ser invertidos en medidas de compensación por el uso o aprovechamiento y/o intervención – afectación de los recursos naturales renovables y los no derivados del cumplimiento de la legislación ambiental en el marco de la responsabilidad social empresarial.

4) Los provenientes de: Fondo Nacional de Regalías, Fondo de Compensación Ambiental, Fondo Nacional Ambiental – FONAM, Fondo de Adaptación, otros fondos que para tal efecto reglamente el gobierno nacional, los provenientes de otras fuentes que la autoridad ambiental competente identifique y deba ser ejecutada por parte de personas naturales y jurídicas con asiento en la cuenca, las donaciones y otros provenientes de la Ley 1454 de 2011

En consecuencia, las fuentes financieras del POMCA deben estar sujetas la destinación específica prevista en cada fuente de financiación.

Frente a esta variedad de fuentes de financiación y la posibilidad real de utilizarlas, se propone una serie de estrategias, entre las cuales las más importantes son:

- Utilizar en primer lugar las fuentes seguras, que corresponden a los presupuestos ordinarios de las Corporaciones Autónomas Regionales (CARs) y de los entes territoriales, en especial los municipios, los primeros alimentados en especial por la sobretasa predial, y los segundos por los presupuestos ordinarios y las transferencias del sistema general de participación, entre otras.
- En segundo lugar, a partir de las fuentes fijas, se recomienda conformar alianzas estratégicas entre las CARs, los municipios, los departamentos y otros actores del orden nacional. Estas alianzas deben constituir el elemento básico para la consolidación de la inversión pública alrededor de la ejecución del POMCA. En particular, se debe buscar fortalecer la participación de los municipios en la ejecución del POMCA, de manera articulada con las autoridades ambientales (CARs y UASPNN), acordando actividades y metas específicas para los mismos.
- En tercer lugar, se debe buscar canalizar recursos de cooperación internacional bilateral y multilateral, para complementar los recursos de las fuentes fijas existentes.
- En cuarto lugar, se debe buscar igualmente establecer alianzas estratégicas entre las CARs, los municipios, los departamentos y los gremios de la producción alrededor de las actividades y proyectos del POMCA, en especial aquellos que tienen que ver con la

reconversión productiva hacia la conservación, la agricultura sostenible, el tratamiento de aguas residuales, la disposición y aprovechamiento de los residuos sólidos y el manejo sostenible del Paisaje Cultural Cafetero.

- Todas las anteriores estrategias deben contribuir al logro de la sostenibilidad financiera del POMCA en el mediano y largo plazo.

De acuerdo con lo anterior, y de manera concordante con la estrategia administrativa, la estrategia financiera contempla las fuentes de recursos para la ejecución del POMCA indicadas en la Tabla 8.1 y resumidas en la Figura 8.5:

1) Los presupuestos ordinarios de las CARs y la Unidad de Parques Nacionales, para la ejecución de sus funciones de administración de recursos naturales en sus respectivas áreas de jurisdicción.

Figura 8.5. Fuentes financieras para la ejecución del POMCA.

CARs (CRQ, CARDER, CVC, UAESPNN)	MUNICIPIOS, DEPARTAMENTOS (Secretarías, PDA)	GREMIOS DE LA PRODUCCIÓN, USUARIOS, ESP, GESTORES DE OBRAS, OTROS
Coordinación y gestión general **Administración recursos naturales** **Control y vigilancia** **Fomento manejo sostenible** **Conocimiento y reducción del riesgo** **Seguimiento y evaluación**	**Control y vigilancia** **Fomento manejo sostenible** **Conocimiento y reducción del riesgo, manejo de desastres**	**Aplicación medidas de manejo, sistemas de tratamiento, obras**
Financiación: 74,59%*	**Financiación: Municipios: 19,81%* Departamentos: 5,60%***	**Financiación: Variable, según obligaciones legales y/o concertadas con CARs**

*Para gestión del riesgo, los municipios y/o UNGRD tienen la mayor responsabilidad, con el 89,28%, las CARs con el 9,98% y los departamentos y otras fuentes con el 0,74%, sin tener en cuenta costo de obras (de medidas estructurales y no estructurales) y manejo de desastres.

2) Los presupuestos ordinarios de los municipios para el desarrollo de las funciones que les son propias en materia de fomento agropecuario, control y vigilancia ambiental, control de los usos del suelo al interior de sus territorios, tanto en sus áreas urbanas como rurales, y gestión del riesgo por amenazas naturales.

Los presupuestos ordinarios de los departamentos para el desarrollo de las funciones que le son propias en materia de fomento agropecuario, fomento de actividades económicas como industria y turismo, apoyo técnico y financiero a los municipios para acueductos, alcantarillados, saneamiento ambiental, educación ambiental y gestión del riesgo por amenazas naturales, entre otras.

3) Los recursos financieros de los usuarios de los recursos naturales, a cuyo cargo está la ejecución de las medidas de manejo inherentes al uso, tales como costos de la captación y conducción de agua, potabilización de aguas captadas para consumo humano, tratamiento de aguas residuales, recolección, aprovechamiento y disposición de residuos sólidos (ESP, urbanizadores y promotores de desarrollos recreacionales en suelo rural), conservación de suelos y control de erosión, protección de vegetación natural, restauración de vegetación natural y hábitats de fauna en áreas deforestadas no aptas para usos agropecuarios (usuarios agropecuarios y forestales) y control del riesgo por amenazas naturales (constructores de obras de infraestructura y todos los usuarios en general), entre otras.

Tabla 8.1. Resumen de financiación propuesta para el POMCA y para gestión del riesgo por proyecto (miles COP 2017)

POMCA	Financiación corto plazo (años 1-6)			Financiación total (años 1-20)		
Proyecto	CARs	Municipios	Gobernaciones y otros	CARs	Municipios	Gobernaciones y otros
1. Armonización de instrumentos de planificación con los lineamientos del POMCA	226.200	368.550	68.250	226.200	655.200	109.200
2. Conocimiento y planificación del suelo	1.826.007	327.600	-	2.809.149	655.200	-
3. Formulación y puesta en marcha de insumos para un programa de conservación de suelos y promoción de sistemas sostenibles de producción	103.000	175.500	238.000	103.000	456.300	659.200
4. Recuperación de suelos y reconversión de usos hacia sistemas sostenibles	406.400	406.400	406.400	1.354.667	1.354.667	1.354.667
5. Control y recuperación de zonas mineras	342.600	187.800	-	780.800	626.000	-
6. Ordenamiento y planificación del turismo presente en el suelo rural de la Cuenca	70.200	-	288.800	397.800	-	288.800
7. Conservación de la biodiversidad	849.600	600.000	-	2.374.400	2.000.000	-
8. Ordenamiento y planificación de las áreas naturales protegidas y ecosistemas estratégicos	2.480.400	-	413.400	2.480.400	-	522.600
9. Gestión de áreas protegidas y suelos de protección	1.179.360	131.040	-	3.931.200	436.800	-
10. Ejecución del Programa de sostenibilidad ambiental del Paisaje Cultural Cafetero (PCC)	280.800	842.400	561.600	936.000	2.808.000	1.872.000
11. Conocimiento y manejo del recurso hídrico superficial	8.866.700	-	-	27.131.140	-	-
12. Planificación y manejo de	1.056.800	-	-	3.056.000	-	-

POMCA	Financiación corto plazo (años 1-6)			Financiación total (años 1-20)		
Proyecto	CARs	Municipios	Gobernaciones y otros	CARs	Municipios	Gobernaciones y otros
acuíferos de la cuenca						
13. Uso eficiente y ahorro del agua	-	113.100	-	-	342.420	-
14. Saneamiento básico integral para la cuenca	74.400	-	-	186.000	-	-
15. Gestión ambiental de residuos sólidos	-	5.347.220	-	-	9.576.540	-
16. Fortalecimiento de la gobernanza para la gestión ambiental de la cuenca	216.000	-	85.800	720.000	-	195.000
17. Educación y comunicación ambiental	171.600	-	171.600	390.000	-	390.000
18. Información y coordinación general del POMCA	7.761.000	98.280	14.040	25.560.600	327.600	46.800
Total	25.911.067	8.597.890	2.247.890	72.437.355	19.238.727	5.438.267
Porcentaje	70,49%	23,39%	6,12%	74,59%	19,81%	5,60%

GESTIÓN DEL RIESGO	Financiación corto plazo (años 1-6)			Financiación total (años 1-20)		
Proyecto	CARs	Municipios	Gobernaciones y otros	CARs	Municipios	Gobernaciones y otros
1. Conocimiento del riesgo en la Cuenca	1.245.008	11.259.074	-	3.136.294	28.280.646	-
2. Reducción del riesgo *	302.640	2.411.760	-	1.093.560	9.530.040	-
3. Manejo de desastres por riesgos *	196.560	1.769.040	142.800	655.200	5.896.800	361.200
4. Ejecución articulada de los planes departamentales de adaptación y mitigación al cambio climático	-	-	-	-	-	-
Total	1.744.208	15.439.874	142.800	4.885.054	43.707.486	361.200
Porcentaje	10,07%	89,11%	0,82%	9,98%	89,28%	0,74%

* Sin considerar costos obras (medidas estructurales y no estructurales), que dependen de diseños (2) del Proyecto 1 y/o de los desastres que ocurran (3). Estos costos están a cargo de los municipios y departamentos y, en general del SNGRD
**Las gobernaciones, como miembros del SNGRD pueden asumir ciertos costos relativos a la gestión del riesgo, así como apoyar a los municipios en esta responsabilidad.

En resumen, en el corto plazo (años 1 a 6), las CARs responderán financieramente con el 70,49% de los costos del POMCA, los municipios con el 23,39% y los departamentos y otras fuentes con el 6,12%. Para el horizonte del plan (años 1 a 20) las CARs contribuirán con el 74,59%, los municipios con el 19,81% y los departamentos y otras fuentes con el 5,60%.

En lo que tiene que ver con la Gestión del riesgo, los municipios (SNGRD) responderán por el 89,11% de los costos, las CARs con el 10,07% y los departamentos con el 0,82% en el corto plazo (años 1 a 6), mientras que para el horizonte del plan (20 años) estos mismos porcentajes serán de 89,28%, 9,98% y 0,74%. Lo anterior, como se dijo, sin incluir las inversiones en medidas estructurales y no estructurales en reducción del riesgo.

9 PROGRAMA DE SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN DEL POMCA

El seguimiento se entiende como el proceso sistemático en virtud del cual se recopila y se analiza información con el objeto de comparar los avances logrados durante la ejecución del Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca.

El seguimiento y evaluación se ha dividido en dos partes: i) el seguimiento y evaluación operativa, o de los proyectos asociados al plan y ii) el seguimiento y evaluación del modelo de ocupación de la cuenca, los cuales necesitan indicadores diferenciables y dimensiones temporales distintas. El primero en función de evaluar la eficiencia del plan y las inversiones realizadas con el cumplimiento de metas; y el segundo en función de los cambios necesarios en la ocupación del territorio según el escenario de la zonificación ambiental.

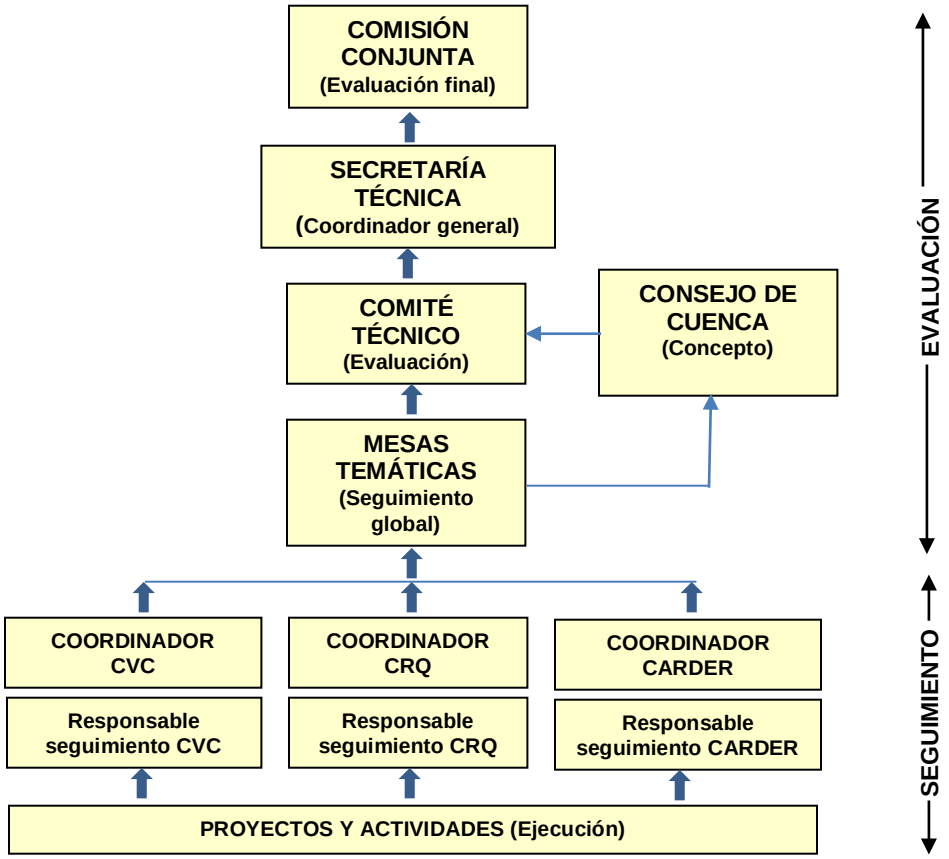
El seguimiento y evaluación en el corto plazo se llevará a cabo mediante el Sistema de indicadores operativos para seguimiento y evaluación, propuesto en el informe de evaluación, el cual conforma una base de datos única para el proceso de seguimiento y evaluación, con unidades de seguimiento y evaluación que dependen de la naturaleza y alcance de la actividad. Su periodicidad será anual. Este sistema consta de:

Columna 1: Nombre del proyecto
Columna 2: Nombre de la actividad
Columna 3: Descripción de la meta
Columna 4: Identificación del indicador de la meta
Columna 5: Clasificación del indicador (tipo: de gestión o de producto)
Columna 6: Línea base de la cual se parte para la meta propuesta
Columna 7: Meta anual o periódica prevista
Columna 8: Frecuencia de medición del indicador de la meta
Columna 9: Realizado: cantidad realizada de cada meta en el período o año en consideración.
Columna 10: Evaluación: porcentaje de cumplimiento de la meta establecida para el año en consideración. Al final de la columna se estima el porcentaje promedio de ejecución, que representa el nivel de evaluación global del POMCA en el año en consideración.

El seguimiento y evaluación del POMCA en el mediano y largo plazo se llevará a cabo mediante los indicadores de estado propuestos en el informe de Formulación. No obstante, dado que estos indicadores buscan conocer el estado de la cuenca o la evolución del modelo de ocupación de la cuenca como resultado de la ejecución del POMCA, no será posible hacer seguimiento anual de la misma, debido al hecho de que el estado de la cuenca cambia muy lentamente, dada la inercia con que la cuenca puede responder a las acciones administrativas del POMCA. Por esta razón se propone estimar los indicadores de estado cada cuatro cuatrienio, es decir al final del período establecido como corto y mediano plazo en este plan. Al final del mediano plazo (8 años, dos administraciones de las CARs), se podrá tomar la decisión de introducir correctivos al

POMCA para acelerar o modificar los controles al uso y manejo de los recursos naturales de la cuenca, o modificar los objetivos de ordenación y manejo establecidos.
La estructura para la planificación e implementación del plan de seguimiento es la misma que para la ejecución del plan de ordenación (ver sección 8.1 anterior). No obstante, en este caso, el flujo de información va desde el nivel de ejecución de los proyectos y actividades, hasta el nivel de planificación general de la Comisión Conjunta, que será el órgano encargado de aprobar o improbar los informes de seguimiento y evaluación, pasando por el Comité Técnico y el Consejo de Cuenca, tal como se resume en la Figura 9.1.

Figura 9.1. Estructura para el seguimiento y evaluación y flujo de información



Tal como se desprende de la Figura 9.1, los responsables de la ejecución de cada actividad y proyecto reportarán al responsable de seguimiento en cada Corporación, el cumplimiento de las metas de cada actividad y proyecto.

Los responsables de seguimiento consolidarán la información para el territorio de cada CAR y la analizarán en conjunto con el coordinador del POMCA en cada CAR,

determinando nivel de cumplimiento, problemas, necesidades y recomendaciones a futuro.

Los coordinadores del POMCA de cada CAR elaborarán y remitirán el informe de seguimiento en su jurisdicción a las mesas temáticas y luego al Comité Técnico y al Consejo de Cuenca. El Comité Técnico consolidará el informe general de seguimiento y evaluación para la totalidad de la cuenca.

Una vez aprobado por el Comité Técnico y obtenido concepto del Consejo de Cuenca, el Coordinador general (Secretario Técnico) presentará el informe a la Comisión Conjunta, la cual lo evaluará y tomará las decisiones pertinentes en materia de ajustes de actividades y metas del POMCA para los siguientes años.

Los usuarios del seguimiento y evaluación del POMCA serán los siguientes:

- Comisión Conjunta
- Comité Técnico y mesas temáticas
- Consejo de Cuenca y mesas regionales
- Autoridades municipales
- Autoridades departamentales
- Direcciones generales y jefes de dependencia (programa) involucrados en el POMCA, de cada CAR.
- Director regional de Parques Nacionales de Colombia
- Usuarios a cargo de actividades específicas, como ESP responsables de PTARS, rellenos sanitarios y plantas de aprovechamiento, gremios de la producción involucrados en el POMCA y otros.
- Inversores en proyectos o actividades específicos (Fondo de Adaptación, Fondo de Regalías u otros previstos en Decreto 1640 de 2012, compilado en decreto 1076 de 2015)
- Público en general

Las necesidades del sistema son:

- Actualización de los SIG de las CARs, los municipios y departamentos a los requerimientos del POMCA, en tal forma que se puedan cargar al mismo las estadísticas y mapas de los indicadores operativos y de la evolución del modelo de ocupación de la cuenca.
- Creación del módulo ERA (evaluación regional del agua), en tal forma que sea interoperable con el sistema nacional de información del recurso hídrico del IDEAM (SIRH).
- Mantenimiento de los sistemas de información de las CARs, los municipios y departamentos.
- Información a ser cargada en los SIGs, generada por el sistema de seguimiento y evaluación de los proyectos asociados al POMCA (seguimiento y evaluación

operativa), así como de los indicadores de evolución del modelo de ocupación o estado de la cuenca y los indicadores ERA.