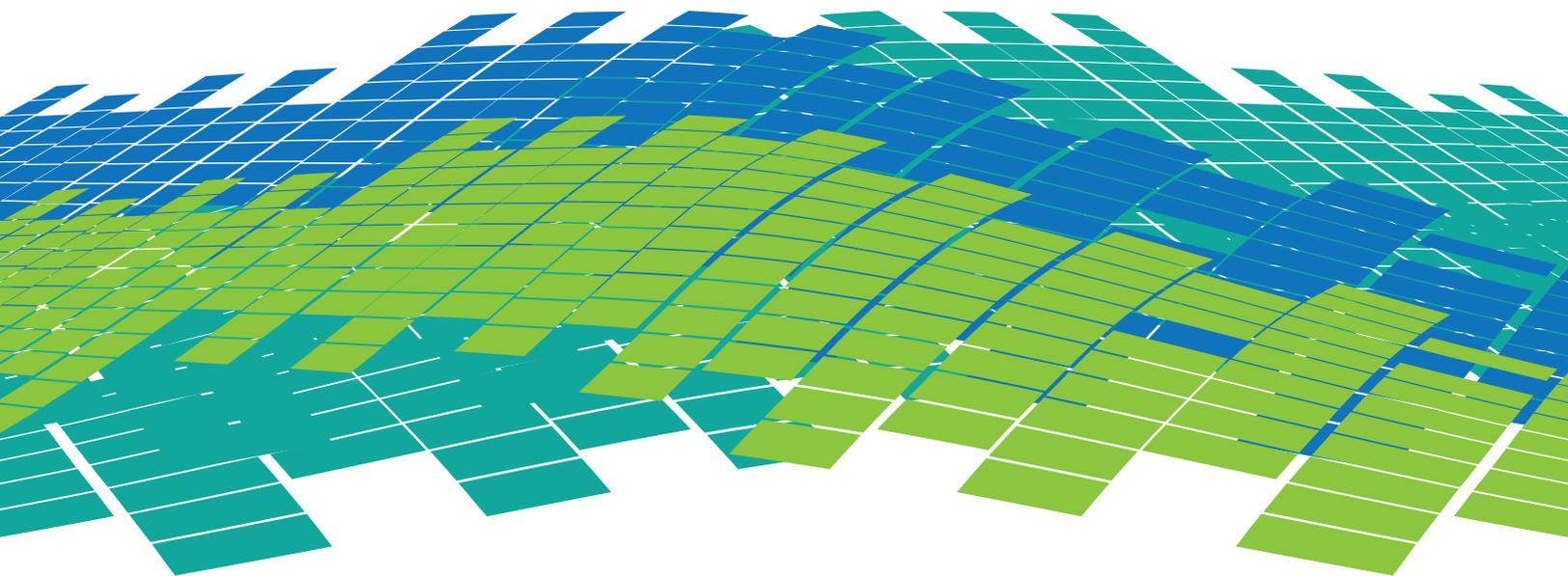


PLAN ESTRATÉGICO DE LA MACROCUENCA DEL RÍO ORINOCO FASES I Y II



**INSTITUTO DE INVESTIGACION DE RECURSOS BIOLÓGICOS
ALEXANDER VON HUMBOLDT**

Clarita Bustamante – Supervisora – Coordinadora Técnica
Felipe Osorio
Laura Rojas
Ximena Cáceres

4D ELEMENTS CONSULTORES

Milton Romero Ruiz; Adriana Sarmiento Dueñas;
Natalia Flórez; Natalia Hernández; Marcela Porras
Suzette Flantua; María Cristina Vargas; Dallan
Beltrán; Nicolás Giménez; Patricia Tellez

INFORME FINAL ENTREGADO POR 4D ELEMENTS CONSULTORES

BOGOTÁ, MAYO 2013

INDICE DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	12
1. FASE I – LÍNEA BASE.....	13
1.1. Objetivo.....	13
1.2. Identificación de las fuentes de información	13
1.3. Estrategia de obtención de la información	13
1.4. Resultados de la información recopilada y analizada	15
1.4.1. File Geodatabase.....	17
1.4.2. Diccionario de Datos	23
1.4.3. Base de Datos Documental	23
1.4.4. Base de Datos Actores clave para la gestión del recurso hídrico	26
1.5. Análisis de la información y criterios de selección de la información que soporta los análisis para la formulación de los lineamientos y directrices del Plan estratégico	26
1.6. Recomendaciones y lecciones aprendidas.....	26
2. FASE II DIAGNÓSTICO	28
2.1. Objetivo.....	28
2.2. Caracterización	28
2.2.1. Unidades de análisis	28
2.2.1.1. Metodología	29
2.2.1.2. Caracterización Biofísica.....	31
2.2.1.2.1. WPI	48
2.2.2. Caracterización de Iniciativas Sectoriales.....	72
2.2.2.1. Metodología	72
2.2.2.2. Minería	78
2.2.2.3. Hidrocarburos.....	86
2.2.2.4. Infraestructura para transporte	92
2.2.2.5. Energía Eléctrica	101
2.3. Evolución y Tendencias del desarrollo en relación con el recurso hídrico.....	105
2.3.1. Resumen Metodológico	105
2.3.1.1. Preguntas a contestar por el análisis de tendencias	105
2.3.1.2. Persistencia, Ganancias y pérdidas brutas	105

2.3.1.3.	Cambio neto e intercambio	105
2.3.1.4.	Transiciones sistemáticas versus aleatorias	106
2.3.1.5.	Análisis de intensidad	106
2.3.1.6.	Presentación de los resultados.....	107
2.3.2.	Resultados del análisis de cambios de cobertura: 1987-2000	107
2.3.2.1.	Categorías de cobertura	107
2.3.2.2.	Análisis de intensidad	119
2.3.2.3.	Análisis Espacial de Transición.....	124
2.3.3.	Patrones de cambio de cobertura.....	126
2.3.3.1.	Zonas Hidrográficas	127
2.3.3.2.	Cambios (%) de cobertura por zona hidrográfica	139
2.3.3.3.	Subzonas hidrográficas.....	140
2.3.3.4.	Criterios para establecer Amenazas a partir de los Cambios	162
2.3.4.	Análisis de cambios de los sectores minería e hidrocarburos.....	165
2.3.4.1.	Dinámica de la titulación minera.....	165
2.3.4.2.	Dinámicas de cambio en los bloques de hidrocarburos	165
2.4.	Identificación de Factores Clave – Modelo Sistémico.....	169
2.4.1.	Relación entre motores de cambio y componentes del ciclo hidrológico	171
2.5.	Identificación y Caracterización de los Principales Conflictos y Riesgos	179
2.5.1.	Definiciones.....	181
2.5.1.1.	Conflicto	181
2.5.1.2.	Riesgo	181
2.5.1.3.	Amenaza.....	182
2.5.1.4.	Vulnerabilidad	184
2.5.2.	Marco Conceptual	184
2.5.3.	Ruta metodológica y criterios para la identificación de riesgos.....	186
2.5.3.1.	Definición de las unidades de análisis	186
2.5.3.2.	Definición de los principales variables para la identificación de amenazas y vulnerabilidad	187
2.5.4.	Amenazas	187
2.5.4.1.	Evaluación de amenazas por conflicto	187
2.5.4.2.	Evaluación de Amenazas Naturales.....	200
2.5.5.	Vulnerabilidad	213
2.5.5.1.	Centros poblados.....	213

2.5.5.2.	Infraestructura vial	218
2.5.5.3.	Redes eléctricas	222
2.5.5.4.	Oleoductos y Gasoductos	225
2.5.5.5.	Redes Educativas	228
2.5.5.6.	Embalses y Acueductos	232
2.5.5.7.	Densidad Poblacional	235
2.5.5.8.	Sistemas productivos agropecuarios	238
2.5.6.	Riesgos/Conflictos	242
2.6.	Caracterización de Actores y Análisis de Gobernanza	247
2.6.1.	Objetivos	247
2.6.2.	Marco Referencial	248
2.6.2.1.	Principios	248
2.6.2.2.	La Gobernanza	249
2.6.2.3.	La Gobernabilidad	250
2.6.2.4.	La Gobernanza del Recurso Hídrico	251
2.6.2.5.	La Gobernanza un modelo triangular	251
2.6.2.6.	Definición de actor y actor clave	253
2.6.2.7.	Características de los actores clave	254
2.6.3.	Metodología	254
2.6.3.1.	Identificación y caracterización de actores	254
2.6.3.2.	Gobernanza	263
2.6.4.	Resultados	266
2.6.4.1.	Identificación y caracterización de actores	266
2.6.4.2.	Análisis de Gobernanza	276
2.6.5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	291
2.6.5.1.	Conclusiones	291
2.6.5.2.	Recomendaciones	294
2.6.5.3.	LECCIONES APRENDIDAS	295
2.6.6.	BIBLIOGRAFÍA	296
3.	SÍNTESIS DIAGNÓSTICA	299
3.1.	WPI	299
3.2.	Iniciativas sectoriales	302
3.2.1.	Minería	304

3.2.2.	Hidrocarburos	305
3.2.3.	Infraestructura para transporte	305
3.2.4.	Energía Eléctrica	306
3.3.	Amenazas y Riesgos	306
3.4.	Gobernanza	307
3.4.1.	Condiciones actuales de gobernanza a escala regional del recurso hídrico en la macrocuenca del río Orinoco	307
3.4.2.	Las características de las redes sociales asociadas a la Gobernanza del agua	309
3.4.3.	Normas para el uso, acceso, manejo y gestión del recurso hídrico	309
3.4.4.	Conflictos identificados en la gobernanza del recurso.....	309
4.	LECCIONES APRENDIDAS/ RECOMENDACIONES.....	311
4.1.	Lecciones aprendidas.....	311
4.1.1.	Evolución y Tendencias	311
4.1.2.	Amenazas y Riesgos	312
4.1.3.	Gobernanza	313
4.2.	Recomendaciones para el Plan Estratégico de la Macrocuenca del Orinoco	313
4.2.1.	Gestión de Información y Bases de Datos.....	313
4.2.2.	Gobernanza	314
4.2.3.	Evolución y Tendencias	316
5.	PRINCIPAL RELACION DE LA MACROCUENCA DEL ORINOCO CON SUS DOS CUENCAS ALEDANAS (MAGDALENA Y AMAZONAS).....	317
5.1.	MACROCUENCA DEL MAGDALENA.....	317
5.1.1.	PARAMOS.....	318
5.1.2.	EMBALSES	318
5.1.2.1.	EMBALSE DEL GUAVIO.....	318
5.1.2.2.	EMBALSE DE CHUZA	318
5.1.2.3.	EMBALSE DE CHIVOR.....	319
5.2.	MACROCUENCA DEL AMAZONAS.....	319
5.3.	BIBLIOGRAFIA	320

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Esquema de la organización de los archivo de la Macrocuena del Orinoco.	16
Tabla 2. Carpetas con información de fuentes bibliográficas sobre la Macrocuena del Orinoco. ...	24
Tabla 3. Zonas hidrográficas y sus unidades de análisis.....	31
Tabla 4. Unidades de análisis de la Zona Hidrográfica Arauca.	35
Tabla 5. Unidades de análisis de la Zona Hidrográfica Casanare.	37
Tabla 6. Unidades de análisis de la Zona Hidrográfica Guaviare.....	38
Tabla 7. Unidades de análisis de la Zona Hidrográfica Inírida.....	41
Tabla 8. Unidades de análisis de la Zona Hidrográfica Meta.	42
Tabla 9. Unidades de análisis de la Zona Hidrográfica Orinoco Directos.	45
Tabla 10. Unidades de análisis de la Zona Hidrográfica Tomo.	45
Tabla 11. Unidades de análisis de la Zona Hidrográfica Vichada.	48
Tabla 12. Variables o subcomponentes utilizados en otros estudios para la estimación de los 5 componentes del índice WPI. Tomado y adaptado de Sullivan et. al 2003 y Garriga y Foguet, 2010.	52
Tabla 13. Variables utilizadas para el cálculo de los componentes del WPI.	54
Tabla 14. Análisis de Componentes Principales para el Componente Recursos (R)	56
Tabla 15. Pesos o coeficientes de ponderación de los componentes principales para el componente Recursos (R).	56
Tabla 16. Análisis de Componentes Principales para el Componente Acceso (A)	58
Tabla 17. Pesos o coeficientes de ponderación de los componentes principales para el componente Acceso (A).	59
Tabla 18. Análisis de Componentes Principales para el Componente Capacidad.....	62
Tabla 19. Pesos o coeficientes de ponderación de los componentes principales para el componente Capacidad (C).	62
Tabla 20. Análisis de Componentes Principales para el Componente Uso	65
Tabla 21. Pesos o coeficientes de ponderación de los componentes principales para el componente Uso (U).	65
Tabla 22. Análisis de Componentes Principales para el Componente Ambiente	67
Tabla 23. Pesos o coeficientes de ponderación de los componentes principales para el componente Uso (U).	67
Tabla 24. Análisis de Componentes Principales para el WPI.....	70
Tabla 25. Pesos o coeficientes de ponderación de los componentes principales para el WPI.	70
Tabla 26. Rangos y Clases Cualitativas para el WPI En la Macrocuena del Río Orinoco.....	71
Tabla 27- Distribución de títulos mineros en la macrocuena del Orinoco según los minerales concedidos para extracción.	74
Tabla 28- Número de títulos mineros por modalidad en la macrocuena del Orinoco.	79
Tabla 29- Extensión de títulos mineros en las unidades de análisis de la macrocuena del Orinoco.	79
Tabla 30. Personas naturales y jurídicas con el mayor número de títulos individuales.....	81
Tabla 31. Áreas Mineras Estratégicas en la macrocuena del Orinoco.....	82
Tabla 32. Extensión de bloques de hidrocarburos en las unidades de análisis de la macrocuena del Orinoco.	88
Tabla 33. Unidades de Análisis con el mayor número de megaproyectos de infraestructura para transporte.	93

Tabla 34. Categorías de cobertura analizadas según la clasificación de corine land cover	107
Tabla 35. Cambios de cobertura en área (Km ² y %) para 1987, 2000 y 2007.	112
Tabla 36. Resumen de cambios del intervalo 1987-2000, valores en porcentajes del área total analizado	117
Tabla 37. Resumen de cambios del intervalo 2000-2007, valores en porcentajes del área total analizado	118
Tabla 38. Grados de amenaza por cobertura natural transformada.	163
Tabla 39. Resultados del análisis de amenaza por zona y subzona hidrográfica.	164
Tabla 40. Cambios en bloque petroleros en la Macrocuena del Orinoco entre agosto de 2012 y enero de 2013.	165
Tabla 41. Distribución de cambios en los bloques de hidrocarburos (Mapas de Tierras ANH del 22 de agosto de 2012 y del 13 de enero de 2013).	167
Tabla 42. Variables Clave de Transformación Territorial en la Macrocuena del Orinoco generadas a través de los proyectos de infraestructura de transporte, hidrocarburos, minería y energía eléctrica.....	170
Tabla 43. Calificación de la relación entre los motores de cambio y los componentes del ciclo hidrológico en las Sub Zonas Hidrográficas ubicadas por encima de los 1.000 msnm	174
Tabla 44. Calificación de la relación entre los motores de cambio y los componentes del ciclo hidrológico en las Sub Zonas Hidrográficas directas al Río Orinoco	175
Tabla 45. Calificación de la relación entre los motores de cambio y los componentes del ciclo hidrológico en las Sub Zonas Hidrográficas del Bioma Amazónico (Guaviare Medio – Bajo, Inírida)	176
Tabla 46. Calificación de la relación entre los motores de cambio y los componentes del ciclo hidrológico en las Sub Zonas Hidrográficas Andinas (Arauca, Casanare, Meta)	177
Tabla 47. Calificación de la relación entre los motores de cambio y los componentes del ciclo hidrológico en las Sub Zonas Hidrográficas Guaviare Alto (Interfluvio Ariari – Guayabero).....	178
Tabla 48. Componentes del ciclo hidrológico afectados por dos o más intencionalidades de uso en los cinco grupos de Sub Zonas Hidrográficas (Macrocuena del Orinoco)	179
Tabla 49. Tipos de amenazas a las que puede ser sometido un territorio (Adaptado de: fopae, 2012).	182
Tabla 50. Criterios para la identificación de conflictos, amenazas, vulnerabilidad y riesgos en la macrocuena de la Orinoquia Colombiana	187
Tabla 51. Criterios para la identificación de conflicto de uso de la tierra	188
Tabla 52. Ponderación por conflictos por uso de la tierra.	191
Tabla 53. Ponderación por conflictos por dos o más intencionalidades de uso.	198
Tabla 54. Ponderación por susceptibilidad de inundación.	201
Tabla 55. Ponderación por susceptibilidad a Incendios.	204
Tabla 56. Ponderación por susceptibilidad a Desertificación.	207
Tabla 57. Ponderación por susceptibilidad a Remoción en masa	211
Tabla 58. Ponderación con vulnerabilidad de los Centros Poblados por Unidad de Análisis.	215
Tabla 59. Ponderación con vulnerabilidad de los Centros Poblados.	217
Tabla 60. Ponderación con vulnerabilidad de la Infraestructura vial.....	220
Tabla 61. Ponderación con vulnerabilidad de las Redes Eléctricas.	224
Tabla 62. Ponderación con vulnerabilidad de los oleoductos y gasoductos.....	227
Tabla 63. Ponderación con vulnerabilidad de los establecimientos educativos.....	230
Tabla 64. Ponderación con vulnerabilidad de los embalses y acueductos.	233

Tabla 65. Ponderación con vulnerabilidad de la Densidad Poblacional.....	236
Tabla 66. Ponderación con vulnerabilidad de los Sistemas Productivos.	239
Tabla 67. Análisis del Riesgo por Unidad de Análisis.	242
Tabla 68. Riesgo en cada Unidad de Análisis.	245
Tabla 69. Actores clave identificados en los talleres locales.....	257
Tabla 70. Tipo de indicadores (Velázquez Álvarez & Aguilar Gallegos, 2005).....	263
Tabla 71. Distribución de los actores incluidos en la base de datos de acuerdo a su categoría.....	266
Tabla 72. Distribución de los actores de Categoría A, usuarios del agua, en los departamentos de la macrocuenca del Orinoco.	267
Tabla 73. Distribución de los actores de Categoría B, responsables de la gestión, según su nivel de competencia.	268
Tabla 74. Distribución de los actores de Categoría C, grupos étnicos y asociaciones comunitarias.	268
Tabla 75. Distribución de los actores de Categoría D, responsables de la información y la financiación.....	269
Tabla 76. Clasificación de autoridades y entes territoriales - poder, legitimidad y urgencia.	270
Tabla 77. Clasificación institutos academias y organizaciones no gubernamentales - poder, legitimidad y urgencia.....	271
Tabla 78. Clasificación sector productivo - poder, legitimidad y urgencia.....	272
Tabla 79. Análisis de redes por categoría y orden.	274
Tabla 80. Densidad de actores.....	275
Tabla 81. Grado de centralidad de actores.....	275
Tabla 82. Grado de centralización de la red de actores.....	276
Tabla 83. Grado de intermediación de actores.....	276
Tabla 84. Problemas asociados al sistema socio-ecológico gestión del recurso hídrico.....	285
Tabla 85. Normas del recurso hídrico de la macrocuenca del Orinoco.	286
Tabla 86. tipo de instrumento del recurso hídrico de la macrocuenca del Orinoco.....	286
Tabla 87. motores directos de cambio de la biodiversidad y los posibles efectos sobre el recurso hídrico.	288
Tabla 88. Actores claves para la gestión integral del recurso hídrico de la macrocuenca del orinoco.	291
Tabla 89. Valores de los Componentes Recursos (R), Acceso (A), Capacidad (C), Uso (U), Ambiente (E) y del índice WPI, obtenidos para las unidades de análisis de la Macrocuena del Río Orinoco.	301
Tabla 90. Unidades de Análisis con iniciativas de transporte, hidroeléctricas, minería e hidrocarburos.....	302
Tabla 91. Actores claves para la gestión integral del recurso hídrico de la macrocuenca del Orinoco	308

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Dataset incluidos en la Geodatabase de la macrocuenca del Orinoco.	19
Figura 2. Organización de la Geodatabase RESULTADOS.	22
Figura 3. Porcentaje de la distribución de la cobertura vegetal en la Zona Hidrográfica Apure.....	35
Figura 4. Porcentaje de la distribución de la cobertura vegetal en la Zona Hidrográfica Arauca.	36
Figura 5. Porcentaje de la distribución de la cobertura vegetal en la Zona Hidrográfica Casanare..	38
Figura 6. Porcentaje de la distribución de la cobertura vegetal en la Zona Hidrográfica Guaviare. .	40
Figura 7. Porcentaje de la distribución de la cobertura vegetal en la Zona Hidrográfica Inírida.	41
Figura 8. Porcentaje de la distribución de la cobertura vegetal en la Zona Hidrográfica Meta – Zona Alta.	43
Figura 9. Porcentaje de la distribución de la cobertura vegetal en la Zona Hidrográfica Meta – Zona Baja.	44
Figura 10. Porcentaje de la distribución de la cobertura vegetal en la Zona Hidrográfica Orinoco Directos.	45
Figura 11. Porcentaje de la distribución de la cobertura vegetal en la Zona Hidrográfica Tomo.	46
Figura 12. Porcentaje de la distribución de la cobertura vegetal en la Zona Hidrográfica Vichada..	48
Figura 13. Metodología adaptada para el cálculo del wpi para la macrocuenca del Orinoco	53
Figura 14. Distribución de títulos mineros en la macrocuenca del Orinoco según los grupos minerales para los cuales fueron concedidos.	78
Figura 15. Ganancias brutas, pérdidas brutas y persistencia de las diferentes categorías, en píxeles del área total analizado de la macrocuenca.	108
Figura 16. Ganancias, pérdidas, persistencias de las diferentes categorías, en porcentajes del área total analizado de la macrocuenca.	110
Figura 17. Cambio neto e intercambio como porcentaje del área total.	113
Figura 18- Contribuciones al cambio neto de las diferentes categorías naturales. A. Bosque tierra firme; b. Herbazal tierra firme; c. Herbazal inundable.....	113
Figura 19. Contribuciones al cambio neto de las diferentes categorías no naturales. A. PALMA; B. PASTOS; C. ARROZ.....	115
Figura 20. Análisis de Intensidad a nivel de intervalo.	120
Figura 21. Análisis de intensidad a nivel de categoría.	120
Figura 22. Análisis de transición para categoría de pasto.	122
Figura 23. Análisis de transición para categoría de palma y plantaciones forestales.	123
Figura 24. Análisis de transición para categoría de herbazal inundable.	124
Figura 25. Mapas de cambios de cobertura 1987-2000 y 2000-2007.....	125
Figura 26- Zona Hidrográfica Apure: Cambios de cobertura, 1987-2007	127
Figura 27. Zona hidrográfica Arauca: Cambios de cobertura, 1987-2007.....	128
Figura 28. Zona hidrográfica casanare: Cambios de cobertura, 1987-2007	130
Figura 29. Zona hidrográfica Guaviare: Cambios de cobertura, 1987-2007.	131
Figura 30. Zona hidrográfica Inírida: cambios de cobertura, 1987-2007.	132
Figura 31. Zona hidrográfica Meta: cambios de cobertura, 1987-2007.....	134
Figura 32. Zona Hidrográfica Orinoco Directos, cambios de cobertura, 1987-2007.....	135
Figura 33. Zona Hidrográfica Tomo, cambios de cobertura, 1987-2007.....	136
Figura 34. Zona Hidrográfica Vichada, cambios de cobertura 1987-2007	138
Figura 35. Cambios de cobertura en porcentajes del área total por zona hidrográfica.....	139
Figura 36. Superficie de las subzonas dentro de las zonas hidrográficas.....	141

Figura 37. Extensión de la cobertura de Arroz en las subzonas hidrográficas	143
Figura 38. Extensión de la cobertura de Pastos en las subzonas hidrográficas	144
Figura 39. Extensión de la cobertura de Mosaico de Pastos y Cultivos en las subzonas hidrográficas.	146
Figura 40. Extensión de la cobertura de Cultivos en las subzonas hidrográficas.	147
Figura 41. Extensión de la cobertura de Bosque Fragmentado en las subzonas hidrográficas.	148
Figura 42. Extensión de la cobertura de Vegetación Secundaria en las subzonas hidrográficas.	149
Figura 43. . Extensión de la cobertura de Bosque Tierra Firme en las subzonas hidrográficas.	151
Figura 44. Extensión de la cobertura de Bosque Inundable en las subzonas hidrográficas.	152
Figura 45. Extensión de la cobertura de Herbazal Tierra Firme en las subzonas hidrográficas.	153
Figura 46 Extensión de la cobertura de Herbazal Inundable en las subzonas hidrográficas.	154
Figura 47. Extensión de la cobertura de Quemas en las subzonas hidrográficas.	155
Figura 48. Área Cambiada (%) por Subzona Hidrográfica.	157
Figura 49. Cambios de Área (Ha) entre 1987-2007: Directos al Río Meta.	158
Figura 50. Cambios de Área (Ha) entre 1987-2007: Río Losada.	158
Figura 51. Cambios de Área (Ha) entre 1987-2007: Directos Río Meta (md).	159
Figura 52. Cambios de Área (Ha) entre 1987-2007: Directos Río Metica.	159
Figura 53. Cambios de Área (Ha) entre 1987-2007: Río Margua.	160
Figura 54. Porcentaje total de la superficie con cambios de cobertura por pérdidas de cobertura natural hacia cobertura no-natural: Zonas y Subzonas Hidrográficas.	161
Figura 55. Porcentaje total de la superficie con cambios de cobertura por pérdidas de cobertura natural hacia cobertura no-natural: Zonas Hidrográficas, resumen.	162
Figura 56. Dinámica de titulación minera en la macrocuenca del Orinoco (1990 – 2010).	165
Figura 57- Marco conceptual para el análisis de la gestión de riesgo.	185
Figura 58. Flujo cartográfico para la identificación de conflictos.	190
Figura 59 Flujo cartográfico para la identificación de áreas con dos o más intencionalidades de uso.	196
Figura 60. Esquema del Modelo del Triángulo (Ajustado de Turton, Hattingh, Maree, & Roux, 2007).	252
Figura 61. Metodología seguida en la identificación de actores estratégicos para la gestión integral del recurso hídrico en la Macrocuenca del Orinoco.	254
Figura 62. Tipología de actores según Mitchell, et. al. 1997.	259
Figura 63. Perfiles y Categorías de los Actores.	261
Figura 64. Perfiles, Categorías y las relaciones entre Actores.	262
Figura 65. Pirámide de Kelsen del Agua.	264
Figura 66. Actores PLU Categoría de Autoridades.	271
Figura 67. Actores PLU Categoría academias, institutos, ONG.	272
Figura 68. Actores PLU categoría usuarios.	273
Figura 69. Intercambio de colaboración en la planificación y gestión del recurso hídrico.	274
Figura 70. Mapa conceptual diez grupos de instituciones que inciden en la gestión integral del recurso hídrico.	283
Figura 71. Modelo conceptual del sistema socioecológico del recurso hídrico.	284

INDICE DE MAPAS

Mapa 1. Hidrográficas, subcuencas y cota de 1.000 msnm.	29
Mapa 2. Coberturas utilizadas para la caracterización de las Unidades de Análisis.	30
Mapa 3. Unidades de análisis en la macrocuenca del Orinoco, los números corresponden con la tabla anterior.	32
Mapa 4. Ubicación de las unidades de análisis de la Zona Hidrográfica Apure.	34
Mapa 5. Unidades de análisis de la Zona Hidrográfica Arauca.	36
Mapa 6. Unidades de análisis de la Zona Hidrográfica Casanare.	37
Mapa 7. Unidades de análisis de la Zona Hidrográfica Guaviare.	39
Mapa 8. Unidades de análisis de la Zona Hidrográfica Inírida.	40
Mapa 9. Unidades de análisis de la Zona Hidrográfica Meta.	42
Mapa 10. Unidades de análisis de la Zona Hidrográfica Orinoco Directos.	44
Mapa 11. Unidades de análisis de la Zona Hidrográfica Tomo.	46
Mapa 12. Unidades de análisis de la Zona Hidrográfica Vichada.	47
Mapa 13. Distribución espacial del componente Recursos (R)	57
Mapa 14. Distribución espacial del componente Acceso (A).	61
Mapa 15. Distribución espacial del componente Capacidad (C)	63
Mapa 16. Distribución espacial del componente Uso (U)	66
Mapa 17. Distribución espacial del componente Ambiente (E)	68
Mapa 18. Distribución espacial del índice de pobreza del Agua (WPI)	72
Mapa 19. Distribución de títulos mineros y áreas estratégicas mineras en la macrocuenca del Orinoco.	85
Mapa 20. Distribución de bloques de hidrocarburos en la macrocuenca del Orinoco.	87
Mapa 21. Ubicación de infraestructura de transporte en la macrocuenca del Orinoco.	94
Mapa 22. Ubicación de infraestructura de energía eléctrica en la macrocuenca del Orinoco.	104
Mapa 23. Subzonas hidrográficas en relación con el ciclo hidrológico.	171
Mapa 24. Zonas Hidrográficas y sus respectivas unidades de análisis.	186
Mapa 25. Conflictos por uso de la tierra por Unidades de Análisis.	191
Mapa 26. Conflictos por Intencionalidad de uso de la tierra por Unidades de Análisis.	197
Mapa 27. Susceptibilidad a Inundación por Unidades de Análisis.	200
Mapa 28. Susceptibilidad a Incendios por Unidades de Análisis.	204
Mapa 29. Susceptibilidad a Desertificación por Unidades de Análisis.	207
Mapa 30. Susceptibilidad a Remoción en masa por Unidades de Análisis.	210
Mapa 31. Vulnerabilidad de los Centros Poblados por Unidades de Análisis.	214
Mapa 32. Vulnerabilidad de la Infraestructura vial por Unidades de Análisis.	220
Mapa 33. Vulnerabilidad de las Redes Eléctricas por Unidades de Análisis.	223
Mapa 34. Vulnerabilidad de los oleoductos y gasoductos por Unidades de Análisis.	226
Mapa 35. Vulnerabilidad de los establecimientos educativos por Unidades de Análisis.	229
Mapa 36. Unidades de Análisis con vulnerabilidad de los embalses y acueductos.	233
Mapa 37. Vulnerabilidad de la Densidad Poblacional por Unidades de Análisis.	236
Mapa 38. Vulnerabilidad de los Sistemas Productivos por Unidades de Análisis.	239
Mapa 39. Mapas de Riesgo por Amenaza, Tendencia, WPI, Vulnerabilidad y Servicios ecosistémicos por Unidad de Análisis.	243
Mapa 40. Riesgo dividido en 5 Clases por Unidades de Análisis (Natural breaks).	245

INTRODUCCIÓN

El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Territorial expidió en el 2010 la Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico (PNGIRH), y la necesidad de adelantar una ordenación coherente de las cuencas hidrográficas, se plantea elaborar un análisis de actores y sectores para el aprovechamiento adecuado del recurso hídrico con miras a tener una gestión articulada del recurso.

Para objeto de este estudio se adelantara la fase I y II. En la primera, se plantea elaborar una línea base para recopilar y sistematizar la información ambiental, socioeconómica y cultural, con base en identificar los principales conflictos relacionados con el recurso hídrico y los actores clave para la gestión del agua en el área hidrográfica. En la segunda fase, de diagnóstico se plantea elaborar los análisis de la evolución y tendencia del recurso hídrico en la macrocuenca, estimar los servicios ambientales que brinda el agua en la macrocuenca, así como, las variables clave para la transformación del recurso hídrico en esa región del país.

Por tal motivo, es imprescindible conocer cuáles son los drives que están influyendo sobre la macrocuenca de la Orinoquía, ya que hay un amplio rango de actores involucrados que definen los planes de acción y manejo.

1. FASE I – LÍNEA BASE

1.1. Objetivo

Elaborar una línea base de información, sistematizada en una base de datos y un SIG, de tal forma que permita aportar la información necesaria para soportar los análisis y discusiones con los expertos y actores intersectoriales clave, como insumo básico para la formulación de los lineamientos y directrices del Plan estratégico de la Macrocuenca del Orinoco.

1.2. Identificación de las fuentes de información

Con el apoyo del Instituto Alexander von Humboldt y su equipo Gestión de la Información del Conocimiento - GIC, se recopiló la información documental y cartográfica, relacionada con la gestión del recurso hídrico en la macrocuenca Orinoco.

La información documental proviene de diferentes entidades como por ejemplo, datos de ANH, IDEAM, ECOPETROL, DPN, IGAC entre otros, de corporaciones como CORMACARENA, CORPOCHIVOR, CORPOGUAVIO, entre otros, POMCAS Y POTs de los municipios correspondientes a esta región y artículos científicos de proyectos desarrollados en la Orinoquía.

La información geográfica temática proviene de diferentes fuentes oficiales y académicas en las que se resalta el Instituto Geográfico Agustín Codazzi, con la información referente a la cartografía básica (escala 1:100.000), Instituto De Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales De Colombia IDEAM, con la información del bosque no bosque, cuencas y el estudio nacional del agua ENA (escala 1:500.000), Instituto Colombiano de Geología y Minería INGEO MINAS, con datos geológicos y títulos mineros, Ministerio De Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, con la reserva forestal, Parques Nacionales Naturales de Colombia, con áreas protegidas, Sistema Integrado de Recursos Ilícitos SIMCI, con cultivos ilícitos, Fondo Mundial para la Naturaleza WWF, con ecoregiones, Agencia Nacional De Hidrocarburos ANH, con bloques petroleros, IAvH, con datos de recurso pesquero, The Nature Conservancy TNC, con megaproyectos.

1.3. Estrategia de obtención de la información

Inicialmente se revisó la información facilitada por el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, sobre la macrocuenca del río Orinoco.

Posteriormente se identificaron otras fuentes de información a las cuales se dirigieron solicitudes oficiales, a través del Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

Las cartas de solicitud se elaboraron teniendo en cuenta el Decreto 235 de 2010 “Por el cual se regula el intercambio de información entre entidades para el cumplimiento de funciones públicas” del Ministerio de Hacienda y Crédito Público, según el cual:

“ARTÍCULO 1o. Los requerimientos de información que se hagan por entidades estatales en cumplimiento de una función administrativa o en ejercicio de una facultad legal, o por los particulares encargados de una función administrativa, a otras entidades del Estado, no constituyen solicitud de un servicio y, por ende, no generan costo alguno para la entidad solicitante.

ARTÍCULO 2o. Para efectos del intercambio de Información, las entidades a que hace referencia el artículo anterior deberán establecer mecanismos magnéticos, electrónicos o telemáticos para integrar, compartir y/o suministrar la información que por mandato legal se requiere, o permitir el acceso total dentro del marco de la Constitución y el derecho fundamental a la intimidad, a las bases de datos completas que requieran otras entidades para el ejercicio de sus funciones.

ARTÍCULO 3o. Las entidades públicas o los particulares encargados de una función administrativa deberán suscribir previamente los contratos a que haya lugar para el cumplimiento de lo dispuesto en el presente decreto, en los cuales se señalarán los términos y condiciones para la entrega de la información requerida.”

Estas solicitudes de información se realizaron en el marco del Convenio suscrito entre el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, cuyo objeto es aunar esfuerzos técnicos y financieros para el desarrollo de las Fases I y II del proceso de la formulación del Plan Estratégico de la macrocuenca del río Orinoco, dentro del cual el presente contrato está desarrollando la línea base, para lo cual se requiere recopilar los trabajos desarrollados en esta macrocuenca y la cartografía oficial existente.

Dentro de la información solicitada se encuentra:

En el tema de cartografía: EOT de los municipios de su jurisdicción, POMCA de las subcuencas en su jurisdicción, que hagan parte de la macrocuenca del río Orinoco, en formato digital con archivos en formato shape o en su defecto AUTOCAD.

En el tema de identificación y caracterización de los actores sociales e institucionales relacionados a la gestión del agua, la información disponible en la entidad de estudios pasados o recientes relacionados con la macrocuenca del río Orinoco, o el nombre de las personas claves que trabajaron en el tema.

En el tema de infraestructura y proyectos: cartografía de la Red Nacional de Carreteras (Nacionales y Terciarias) en la cuenca del Orinoco, así como de las vías proyectadas o intervenidas, Sistema de Transmisión Nacional 2011, Sistema de Transmisión Nacional 2025, Proyectos de

Generación del Plan de Expansión con cargo por Confiabilidad 2012 - 2018, y los proyectos de conexión de las Zonas No Interconectadas, Proyecto de Crudos Pesados en la Zona Oriental: Líneas de sísmica, Aerogravimetría y Pozos e Infraestructura Petrolera: Oleoducto Central de los Llanos, Oleoducto Orensa, Oleoducto Caño Limón - Coveñas, Gasoductos y Poliductos.

Estas cartas fueron dirigidas a las siguientes instituciones:

- Corporación Autónoma Regional del Guavio – CORPOGUAVIO-
- Corporación Autónoma Regional de Chivor – CORPOCHIVOR-
- Corporación para el Desarrollo Sostenible del Norte y Oriente Amazónico –CDA-
- Corporación Autónoma Regional de la Orinoquia –CORPORINOQUIA-
- Corporación para el Desarrollo Sostenible DEL Área de Manejo Especial La Macarena – CORMACARENA-
- Parques Nacionales Naturales de Colombia
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi –IGAC-
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales –IDEAM-
- Sistema de Integrado de Monitoreo de Cultivos Ilícitos –SIMCI-
- Instituto Nacional de Vías – INVIAS-
- Agencia Nacional Minera –ANM-
- Unidad de Planeación Minero Energética –UPME-
- Agencia Nacional de Hidrocarburos –ANH-
- ECOPETROL

1.4. Resultados de la información recopilada y analizada

Toda la información obtenida y generada dentro del marco de este proyecto, se organizó en carpetas de acuerdo al tipo de información almacenada. Para tal fin se definieron cuadro carpetas, las cuales se dividen a su vez en subcarpetas, donde reposan los archivos y en algunos casos archivos comprimidos. La organización de la base de datos general se presenta en la tabla 1.

TABLA 1. ESQUEMA DE LA ORGANIZACIÓN DE LOS ARCHIVO DE LA MACROCUEENCA DEL ORINOCO.

CARPETA	SUBCARPETA	CONTENIDO
Documentos	Estadísticas	Contiene documentos en PDF y Excel. Contiene 25 archivos.
	Informes	Esta carpeta va a contener toda la información entregada por el equipo 4D e INGEAC, referente a documentos de entregas relacionados con el objeto del contrato.
	Literatura	Documentos referentes a trabajos desarrollados en la macrocuenca de la Orinoquía organizados de acuerdo en carpetas de acuerdo a la fuente de información o entidad relacionada. Contiene 35 carpetas, con sus respectivos archivos. Existe una carpeta temporal en la cual se van incluyendo los documentos encontrados para realizar este trabajo y el administrador de la base de datos incluirá en su respectiva carpeta.
	Presentaciones	Esta carpeta va a contener toda la información entregada por el equipo 4D E INGEAC, referente a presentaciones realizadas al IAvH y al Ministerio de Ambiente, relacionados con el objeto del contrato.
	Tablas y figuras	Esta carpeta va a contener toda la información entregada por el equipo 4D, e INGEAC referente a tablas de entregas relacionados con el objeto del contrato.
InfoGeográfica	apr_servidor	Dentro de esta carpeta se incluirán los proyectos mxd de arcgis 10.1 generados para el desarrollo del proyecto, de acuerdo a las necesidades del IAvH y los requerimientos internos del equipo 4D Elements Consultores, para el análisis de la información.
	Archivos_G	Esta carpeta contendrá las salidas gráficas de los mapas generados en los proyectos y contendrá los mismos nombres de los mxd.
	Bases	En esta carpeta se encontrará la información referente a todas las fuentes geográficas utilizadas. La información acá contenida está organizada en geodatabase y feature class. También contiene la información original
	Temporal	Esta carpeta fué para el manejo de la información temporal que se iba generando al trabajar con archivos geográficos. Los datos generados finalizados se ubicaron en la carpeta bases en la file geodatabase correspondiente y se eliminaron los archivos temporales.
Logos		Se incluyen los logos de las entidades involucradas.

La información documental y cartográfica recopilada parte de los datos suministrados por el Instituto Alexander von Humboldt y su equipo Sistema de Información sobre Biodiversidad - Gestión de Información y Conocimiento, relacionada con la gestión del recurso hídrico en esta macrocuenca. La base cartográfica utilizada proviene de la información oficial nacional producida por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi.

La información geográfica temática proviene de diferentes fuentes oficiales y académicas en las que se resalta el Instituto Geográfico Agustín Codazzi, con la información referente a la cartografía básica (escala 1:100.000)(vías, drenajes sencillos y dobles, y entidades territoriales), Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM (Subzonas Hidrográficas, IACAL_A_Medio_szh_E2010, Escorrentia_promedio_anual_E2010, Indice de Aridez_E2010, Indice_regulación, Rend_ano_medio_E2010, Demanda hídrica consolidado: Sectores_industrial_servicios_energía_szh_e2010, Sector_pecuario_szh_E2010, Sector_agrícola_szh_E2010, IND_Vul_E_Medio_szh_E2010, Susceptibilidad a deslizamiento, Susceptibilidad_incendios_condiciones normales; Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible los POMCA Río Unete, Río Negro, Río Pauto, Río Cusiana, Río Cravo Sur, Río Chitamena, Río Charte, Río Cusiana, Río Tacuya; Corporación para el Desarrollo Sostenible del Área de Manejo Especial de La Macarena CORMACARENA los POMCA de los ríos Acacias, Guatiquía y Guayuriba; y la Corporación Autónoma Regional de Chivor CORPOCHIVOR el POMCA del río Garagoa.

1.4.1. File Geodatabase

La información geográfica se referenció al sistema de coordenadas GCS_MAGNA, el cual presenta las siguientes características:

Projection: Transverse_Mercator
False_Easting: 1000000,000000
False_Northing: 1000000,000000
Central_Meridian: -74,077508
Scale_Factor: 1,000000
Latitude_Of_Origin: 4,596200
Linear Unit: Meter (1,000000)

Geographic Coordinate System: GCS_MAGNA
Angular Unit: Degree (0,017453292519943299)
Prime Meridian: Greenwich (0,000000000000000000)
Datum: D_MAGNA
Spheroid: GRS_1980
Semimajor Axis: 6378137,000000000000000000
Semiminor Axis: 6356752,314140356100000000
Inverse Flattening: 298,257222101000020000

La geodatabase de ArcGIS es una colección de datos geográficos que se organiza en una carpeta del sistema de archivos común, una base de datos de Microsoft Access o una base de datos relacional multiusuario DBMS (por ejemplo Oracle, Microsoft SQL Server, PostgreSQL, Informix o IBM DB2). Las geodatabases tienen como principal función la edición y administración de los datos y se caracterizan por tener distintos tamaños y distinto número de usuarios. Estos pueden ir desde pequeñas bases de datos de un solo usuario generadas en archivos hasta geodatabases de grupos de trabajo más grandes, departamentos o geodatabases corporativas a las que acceden muchos usuarios.

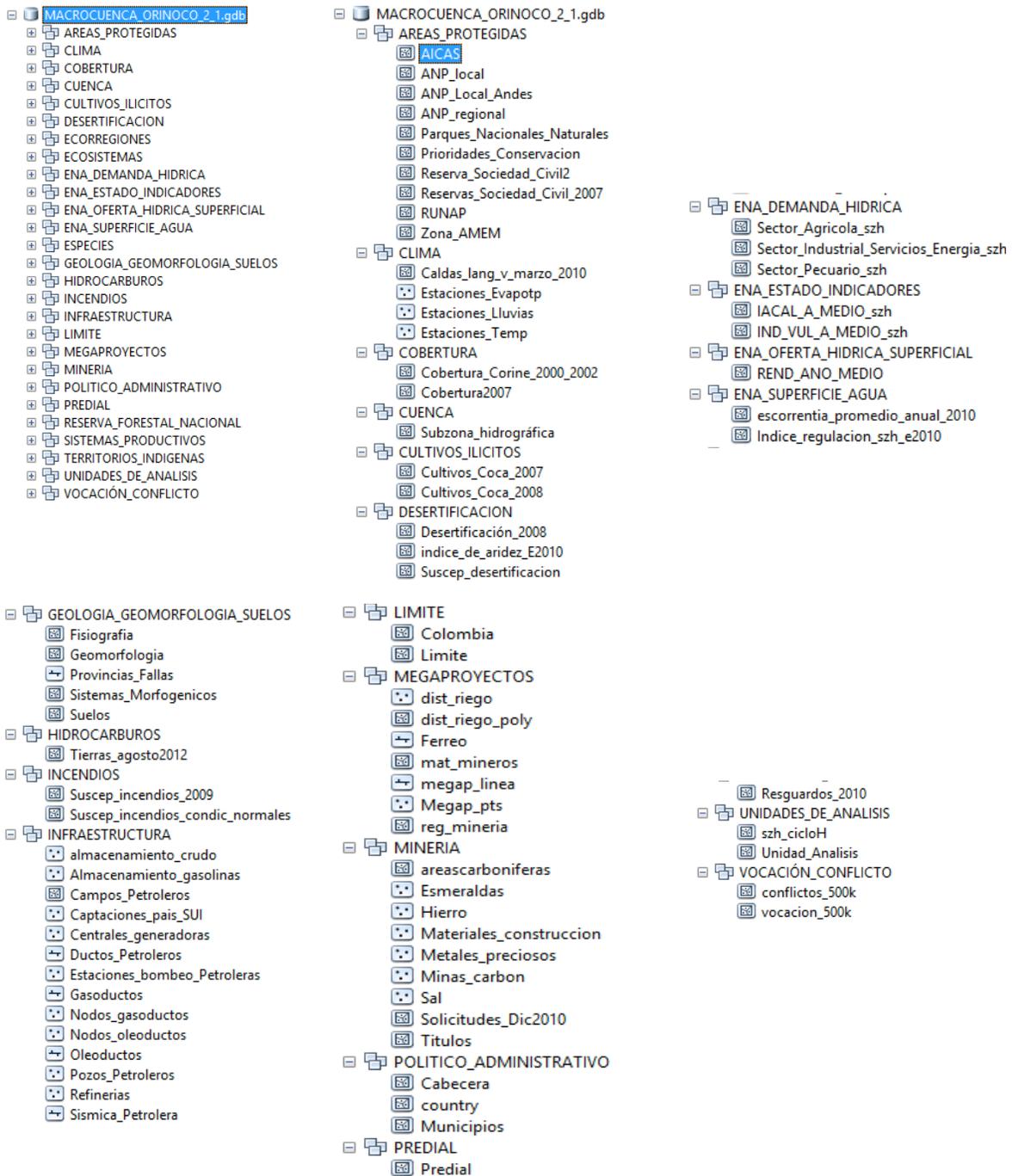
Las geodatabases cuentan con un modelo de información integral para representar y administrar información geográfica. Este modelo de información integral se implementa como una serie de tablas que almacenan clases de entidad, datasets ráster y atributos. Además, los objetos de datos SIG avanzados agregan comportamiento SIG, reglas para administrar la integridad espacial y herramientas para trabajar con diversas relaciones espaciales de las entidades, los ráster y los atributos principales.

La lógica del software de geodatabases proporciona la lógica de aplicación común que se utiliza en ArcGIS para acceder y trabajar con todos los datos geográficos en una variedad de archivos y formatos. Esto permite trabajar con la geodatabase, e incluye el trabajo con *shape files*, archivos de dibujo asistido por ordenador (CAD), redes irregulares de triángulos (TIN), cuadrículas, datos CAD, imágenes, archivos de lenguaje de marcado geográfico (GML) y numerosas otras fuentes de datos SIG.

Para este proyecto se realizó una geodatabase titulada MACROCUENCA_ORINOCO con 27 *dataset* de entidades, los cuales a su vez están compuestos por clases de entidad respectivos de acuerdo a la temática, tal y como se presenta en la Figura 1.

- ✓ *Áreas protegidas*: en esta *dataset* de entidad se encuentran diferentes clases de entidad de áreas de importancia para la conservación y áreas naturales locales (prioridades de conservación, áreas privadas, parques nacionales, reservas de la sociedad civil, RUNAP, AMEN, AICAS).
- ✓ *Clima*. Se encuentran los datos de estaciones de datos climáticos (evapotranspiración, precipitación, temperatura, caldas lang-2010).
- ✓ *Cobertura*. En esta se encuentra recopilada coberturas Corine Land Cover 2000-2002 Y 2007.
- ✓ *Cuenca*. Dentro de esta *dataset* de entidad están las subzonas hidrográficas para la macrocuenca del Orinoco.
- ✓ *Cultivos ilícitos*. Contiene dos clases de entidades correspondientes a cultivos de coca 2007 y 2008.
- ✓ *Desertificación*. Se encuentra tres archivos referentes a la susceptibilidad de desertificación, desertificación 2008 e índice de aridez 2010.
- ✓ *Ecorregiones*. Está compuesta por las ecoregiones y las regiones naturales.

FIGURA 1. DATASET INCLUIDOS EN LA GEODATABASE DE LA MACROCUCUENCA DEL ORINOCO.



- ✓ *Ecosistemas*. Dentro de esta se encuentran los ecosistemas de Colombia (complejo de páramos, ecosistemas Etter, ecosistemas nacionales, ecosistema Orinoquía) y la división de los distritos biogeográficos de la macrocuenca del río Orinoco.
- ✓ *ENA_Demanda_Hidrica*. El Estudio Nacional del Agua ENA demanda hídrica (sector agrícola por subzona hidrográfica, sector industrial servicios energía por subzona hidrográfica, sector pecuario por subzona hidrográfica).

- ✓ *ENA_Estado_Indicadores*. El Estudio Nacional del Agua ENA estado de indicadores (IACAL anual medio por subzona hidrográfica, índice de vulnerabilidad anual medio por subzona hidrográfica).
- ✓ *ENA_Oferta_hidrica_superficial*. El Estudio Nacional del Agua ENA oferta hídrica superficial (rendimiento año medio).
- ✓ *ENA_Superficie_de_agua* Contiene información referente al Estudio Nacional del Agua ENA abarca escorrentía y regulación (escorrentía promedio anual 2010, índice de regulación por subzona hidrográfica 2010).
- ✓ *Especies*:

ANFIBIOS

an_Atelopus_minutulus, an_Bolitoglossa_altamazonica, an_Bufo_glaberrimus,
 an_Ceratophrys_cornuta, an_Colostethus_juannii, an_Colostethus_subpunctatus,
 an_Dendrophryniscus_minutus, an_Eleutherodactylus_frater, an_Eleutherodactylus_medemi,
 an_Eleutherodactylus_savagei, an_Gastrotheca_nicefori, an_Hyla_vigilans,
 an_Leptodactylus_ocellatus, an_Phyllomedusa_tarsius, an_Pipa_pipa,
 an_Potomotyphlus_kaupii an_Pseudopaludicola_llanera, an_Scinax_kennedyi,
 an_Scinax_wandae.

AVES

av_Aburria_aburri, av_Aburria_pipile, av_Anas_cyanoptera, av_Anas_discors,
 av_Anhima_cornuta, av_Anthus_lutescens, av_Ara_macao, av_Ara_severa,
 av_Aratinga_acuticauda, av_Basileuterus_cinereicollis, av_Cacicus_uropygialis,
 av_Cairina_moschata, av_Cercibis_oxycerca, av_Chamaeza_nobilis, av_Chordeiles_rupestris,
 av_Ciconia_maguari, av_Cissopis_leverianus, av_Cranioleuca_vulpine, av_Crax_alector,
 av_Crax_daubentoni, av_Hylophilus_brunneiceps, av_Mitu_tormentosum,
 av_Morphnus_guianensis, av_Myrmotherula_cherriei, av_Neochen_jubara,
 av_Phacellodomus_rufifrons, av_Pionopsitta_pyralia, av_Polystictus_pectoralis,
 av_Rupicola_rupicola, av_Sporophila_plumbea, av_Touit_stictopera,
 av_Tryngites_subruficollis, av_Vermivora_chrysoptera.

MAMÍFEROS

Ma_Ametrida_centurio, ma_Aotus_brumbacki, ma_Ateles_belzebuth, ma_Ateles_hybridus,
 ma_Bassaricyon_gabbii, ma_Callicebus_ornatus, ma_Callicebus_torquatus,
 ma_Dactylomys_dactylinus, ma_Inia_geoffrensis, ma_Lagothrix_l_lugens,
 ma_Lonchorhina_orinocensis, ma_Lutreolina_crassicaudata, ma_Mazama_americana,
 ma_Mazama_gouazoubira, ma_Mazama_rufina, ma_Mesomys_hispidus,
 ma_Neacomys_spinosus, ma_Oecomys_concolor, ma_Oryzomys_macconnelli,
 ma_Panthera_onca, ma_Pecari_tajacu, ma_Pteronura_brasiliensis, ma_Tapirus_terrestris,
 ma_Tayassu_pecari, ma_Trichechus_manatus.

PECES

pe_Apteronotus_macrostomus, pe_Brachyplatystoma_filamentosum, pe_Colossoma_macropomum,
 pe_Trichomycterus_dorsostriatum, pe_Trichomycterus_migrans

REPTILES

rp_Crocodylus_intermedius, rp_Podocnemis_expansa

PLANTAS

p_Acosmium_nitens, p_Andropogon_bicornis, p_Attalea_butyracea, p_Attalea_insignis, p_Bactris_guineensis, p_Bactris_major, p_Bowdichia_virgilioides, p_Bulbostylis_lanata, p_Byrsonima_crassifolia, p_Cattleya_violacea, p_Chamaedorea_pinnatifrons, p_Enterolobium_schomburgkii, p_Fissicalyx_fendleri, p_Humedal_simaruco, p_Hymenachne_amplexicaulis, p_Inga_gracilis, p_Iriartea_deltoidea, p_Leopoldinia_pulchra, p_Mate_palma, p_Mauritia_flexuosa, p_Minquartia_guianensis, p_Mouriri_guianensis, p_Ocotea_cymbarum, p_Parahancornia_krukovii, p_Parahancornia_oblonga, p_Parkia_discolor, p_Paspalum_conjugatum, p_Persea_caerulea, p_Piranhea_trifoliata, p_Pistia_stratiotes, p_Rhynchospora_globosa, p_Tabernaemontana_cymosa, p_Tapirira_guianensis, p_Zygia_cataractae.

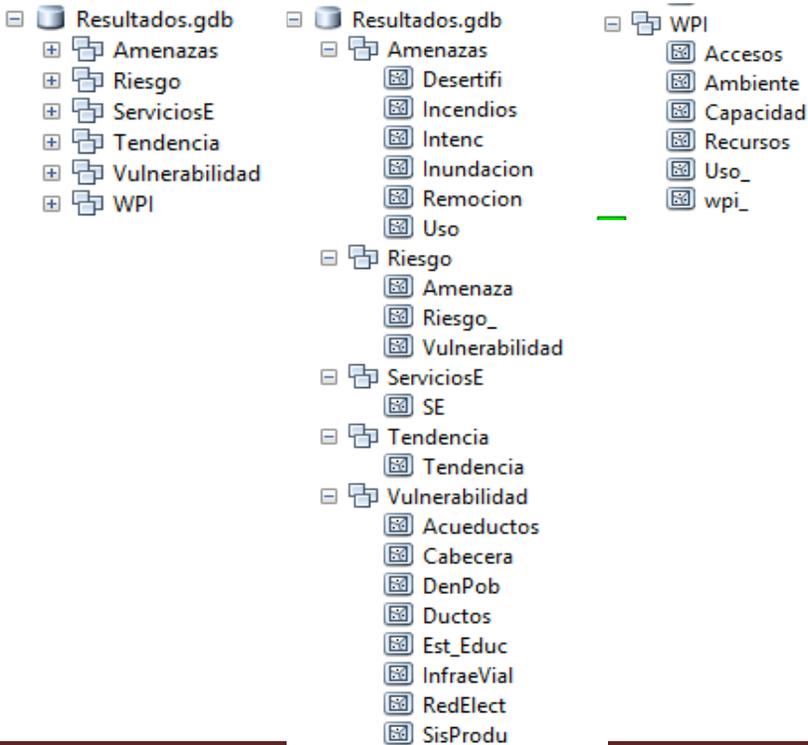
- ✓ *Geologia_Geomorfologia_Suelos*. Esta clase de entidad está compuesta por suelos, fisiografía, geomorfología, provincias fallas y sistemas morfogénicos.
- ✓ *Hidrocarburos*. Contiene información de hidrocarburos (tierras agosto 2012).
- ✓ *Incendios*. Contiene shape referentes a la susceptibilidad a incendios (susceptibilidad de incendios condiciones normales).
- ✓ *Infraestructura*. Contiene información referente a infraestructura (almacenamiento de crudo, almacenamiento de gasolinas, campos petroleros, captaciones país, centrales generadoras, ductos petroleros, estaciones de bombeo petroleras, gasoductos, nodos de gasoductos, nodos de oleoductos, oleoductos, pozos petroleros, refinерías, sísmica petrolera).
- ✓ *Limite*. Límite de Colombia y la macrocuenca de la Orinoquía.
- ✓ *Megaproyectos*. Ubicación de los diferentes megaproyectos sectoriales: corredores viales, distritos de riego punto y polígonos, embarcaderos puertos y vías férreas.
- ✓ *Minería*. Contiene shape referentes a la actividad minera (áreas carboníferas, esmeraldas, hierro, materiales de construcción, metales preciosos, minas de carbón, sal, títulos 2010 y solicitudes 2010).
- ✓ *Politico_Administrativo*. Corresponde a cabeceras, colombia y los municipios presentes en la macrocuenca Orinoco.
- ✓ *Predial*. Contiene un archivo con información predial para la macrocuenca de la Orinoquía.
- ✓ *Reserva_Forestal_Nacional*. Compuesta por dos shape, la reserva forestal ley segunda y las sustracciones a la misma.
- ✓ *Sistemas productivos*. Contiene información de los sistemas productivos (palma 2000-2005, potenciales caña y azúcar, potenciales caña panelera y potenciales palma de aceite).
- ✓ *Territorios_Indigenas*. Mapa de resguardos de IGAC, 2010.
- ✓ *Unidad de análisis*. Contiene la definición de las unidades de análisis para este proyecto de plan estratégico de la macrocuenca de la Orinoquía y las 5 zonas hidrográficas en relación con el ciclo hidrológico.
- ✓ *Vocación y conflicto*. Contiene clase de entidad de conflicto y vocación del suelo.

Igualmente para los POMCA facilitados por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y las Corporaciones se generó una Geodatabase denominada POMCAS, la cual incluye toda la información entregada para las diferentes cuencas que hacen parte de la macrocuenca del Orinoco.

Junto con la base de datos de información recopilada se elaboró una geodatabase titulada *RESULTADOS*, en la cual se almacenan todos los resultados obtenidos en este trabajo, la cual se organiza en seis (6) grandes temas tal como se presenta a continuación y en la Figura 2.

- ✓ *Amenazas*: Contiene los datos generados para desertificación incendios, intencionalidades de uso, inundación, remoción y uso.
- ✓ *Riesgo*: Contiene los datos generados para amenazas, riesgo y vulnerabilidad.
- ✓ *Servicios E*: contiene los servicios ecosistémicos identificados como la sumatoria de las amenazas (naturales y antrópicas), la tendencia, el índice de escases de agua (WPI); nivel de servicios ecosistémicos y la vulnerabilidad
- ✓ *Tendencias*: contiene un archivo con las tendencias de cambio de coberturas 1987-2007
- ✓ *Vulnerabilidad*: contiene los archivos correspondientes a acueducto, cabecera, densidad poblacional, ductos, establecimientos educativos, infraestructura vial, red eléctrica y sistemas productivos.
- ✓ *WPI*: contiene toda la información generada para el cálculo del índice de pobreza del agua (accesos, ambiente, capacidad, recursos, uso y wpi).

FIGURA 2. ORGANIZACIÓN DE LA GEODATABASE RESULTADOS.



1.4.2. Diccionario de Datos

El diccionario de datos es un archivo generado en excel donde se organizan todos los datos de la información existente dentro de cada dataset de entidad. Dentro de este, están diferentes hojas de cálculo donde se describen todas las clases de entidad antes descritos en una hoja general titulado *Diccionario* y las otras hojas indican el orden alfabético. Anexo 1.

En la hoja de cálculo *Diccionario* hace referencia cada dataset de entidad y a su vez a las clases de entidad que se encuentran en esta. Contiene las siguientes columnas:

- ✓ *Feature dataset*: indicando la ubicación del shape en la feature dataset.
- ✓ *Feature class*: nombre del shape correspondiente.
- ✓ *Descripción*: describe a que hace referencia cada shape.
- ✓ *Atributos*: describe cada atributo correspondiente a cada shape.
- ✓ *Detalle_atributo*: indica a que hace referencia el atributo anterior.
- ✓ *Tipo de dato*: indica que shape o raster.
- ✓ *Tipo de geometría*: indica si es polígono, punto o línea.
- ✓ *Sistema de coordenadas geográficas*: indica el sistema de coordenadas.
- ✓ *Proyección del sistema de coordenadas*: indica la proyección del sistema de coordenadas.
- ✓ *Escala*: indica la escala de la información.
- ✓ *Fuente*: Indica la fuente de referencia de la información.
- ✓ *Entregado por*: Describe la entidad que entregó la información al IAvH.

1.4.3. Base de Datos Documental

La base de datos documental se organizó en carpetas correspondientes a cinco grupos: (i) *Estadísticas* en donde reposan los datos estadísticos de diferentes fuentes relacionados con los departamentos de la cuenca Orinoco; (ii) *Informes* en donde se encuentran los documentos elaborados por los equipos de 4D Elements Consultores e INGEAG en formato Word; (iii) *Literatura* referente a documentación relevante para este estudio; (iv) *Presentaciones*, en donde se encuentran presentaciones elaboradas por el equipo de consultores para diferentes presentaciones; y (v) *Tablas y Figuras* donde están bases de datos con información referente al proyecto. La información en cada una de las carpetas es la siguiente:

- *Estadísticas.* Contiene información estadística de fuentes secundarias en formatos excel y pdf. Anexo 2. Contiene 29 archivos.
- *Informes.* Dentro de esta carpeta se encuentra toda la información entregada por el equipo 4D e INGEAC relacionados con el objeto del contrato.
- *Literatura.* En esta se encuentran documentos referentes a trabajos desarrollados en la Macrocuenca del Orinoco organizados en carpetas de acuerdo a la fuente de información o entidad relacionada. Contiene 35 carpetas, con sus respectivos archivos, en total 233 documentos en formatos Word, PDF y PPT. Estas carpetas se presentan en la Tabla 2.

TABLA 2. CARPETAS CON INFORMACIÓN DE FUENTES BIBLIOGRÁFICAS SOBRE LA MACROCUENCA DEL ORINOCO.

SUBCARPETA	CONTENIDO	NUMERO DE ARCHIVOS
ANH	Información referente a la Agencia nacional de Hidrocarburos	1
ANI - INCO - INVIAS	Información de infraestructura en lo referente a vías.	19
Artículos	Documentos referentes a la región de la Orinoquía, literatura de conceptos básicos, ecosistemas, carbono, ecoregiones, modelos de distribución, entre otros.	37
Artículos WPI	Documentos referentes al índice Water Poverty Index.	7
Articulos_riesgo	Documentos referentes a amenazas, vulnerabilidad, riesgo, entre otros.	10
CDA	Información comprimida de la Corporación para el Desarrollo Sostenible del Norte y el Oriente Amazónico, plan de gestión ambiental y plan de acción.	2
CDRR	Comisión Nacional de Reconciliación y Reparación. Documento presencia departamental de los grupos armados ilegales 2011.	1
CONPES	Información del Consejo Nacional de Política Económica y Social – CONPES, modificaciones al plan de inversiones del proyecto “Programa de Corredores Arteriales Complementarios de Competitividad” y presentación de la altillanura	2
Cormacarena	Documentos relevantes de la zona de Corporación para el Desarrollo Sostenible del Área de Manejo Especial la Macarena. En su mayoría corresponden a planes de ordenación y manejo ambiental.	13
Corpochivor	Contiene una subcarpeta con mapas de la zona de corpochivor sobre el plan de gestión ambiental regional	3
Corpoguavio	Contiene información referente a la zona de acción de la Corporación. Proyectos de declaratoria, planes de acción y planes de ordenamiento.	9
Corpoica	Archivo que corresponde a un documento de los 30 años de investigación agropecuaria en los llanos orientales.	1
Corporinoquia	Contiene archivos sobre los ríos Blanco, Negro y Guayuriba y las reservas naturales del nodo Orinoquia en su rol de conservación de la biodiversidad. Agenda ambiental del municipio de Une.	4
DNP	Departamento Nacional de Planeación, contiene archivos de los portafolios de proyectos de infraestructura, desarrollo integral sostenible de la altillanura.	5
ECOPETROL	Contiene documentos de estudios sobre la Posición Estructural y Estratigráfica en el desarrollo de los Sistemas de Fracturas del Anticlinal de Buenavista, Villavicencio, Colombia. Oportunidades y Retos Vicepresidencia de Transporte de la Infraestructura de Transporte de Petróleo en Colombia	4

SUBCARPETA	CONTENIDO	NUMERO DE ARCHIVOS
Fedepalma	Contiene archivos referentes a cultivos de palma.	6
Fundación Puerto Rastrojo	Documento referente al ordenamiento ambiental de las áreas destinadas a la constitución de Zonas de Reserva Campesina en los municipios de Puerto Rico y Puerto Concordia, Meta.	1
Hidroeléctricas	Documento de INGETEC, relacionado con la construcción de hidroeléctricas, marco conceptual.	1
IAvH	Documento elaborados en el Instituto Alexander von Humboldt. Contiene información de propuestas de evaluación de efectos de transformación, planes y áreas prioritarias de conservación, informes de actividades mineras, planeación en el sector de hidrocarburos.	25
IDEAM	Los documentos elaborados por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia, relacionados con la priorización y ordenamiento de cuencas. Existe una carpeta sobre el estudio nacional del agua 2010 y el informe de vulnerabilidad de páramos.	9
IGAC	Documentos elaborados por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi, sobre suelos y conflicto de uso	2
IIRSA	Información sobre infraestructura en relación con vías, proyectos de navegabilidad, principalmente	6
MADR	Presentación del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.	1
MADS	Información del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Política de Ordenación, Manejo y Aprovechamiento Sostenible de Bosques Naturales	1
Minería	Documentos relacionados con el tema minero en la Orinoquía.	3
MMyE	Ministerio de Minas y Energía, documento sobre hidrocarburos perspectivas de la evolución del modelo de infraestructura de transporte oleoductos.	1
POMCAS	Documentos relacionados con Planes de Ordenamiento de Cuencas principalmente del río Guayuriba.	11
POTs	Documentos referentes al Esquema de ordenamiento territorial de los municipios de Puerto Gaitán, Puerto Concordia, Mapiripán, El Dorado, San Carlos de Guaroa.	11
SIMCI	Documento relacionado con cultivos de coca para el año 2011. Elaborado por las oficinas de las naciones unidas contra la droga y el delito.	1
TNC	Documentos elaborados por The Nature Conservancy sobre evaluación ecoregional, prioridades de conservación, caudal ecológico, lugares de conservación.	10
U_Andes	Documentos generados en el marco de la Universidad de los Andes sobre economía regional y distribución del chigüiro.	3
U_Rosario	Documento de grado de la Universidad del Rosario. El papel del proyecto renacimiento de la alta Orinoquía de Colombia, en la activación económica del departamento del Vichada.	1
UNAL	Documentos elaborados en la Universidad Nacional de Colombia sobre Índice RQI para la valoración de las riberas fluviales en el contexto de la directiva marco del agua y susceptibilidad a inundaciones.	3
UPME	Documentos de la Unidad de Planeación Minero Energética UPME, relacionados con los planes de expansión, 2006-2012.	5

SUBCARPETA	CONTENIDO	NUMERO DE ARCHIVOS
WWF	Documentos generados en el marco de WWF, sobre balance hidrológico, biodiversidad, areas prioritarias, aspectos sociales	14

Dentro de esta carpeta, en su mayoría, los archivos fueron guardados con el nombre del autor, seguido por la fecha y por último el nombre del documento.

- *Presentaciones.* Esta carpeta contiene toda la información entregada por el equipo 4D Elements e INGEAG, referente a presentaciones realizadas al IAvH y al Ministerio de Ambiente, en el marco de la consultoría.
- *Tablas y Figuras.* Dentro de esta carpeta se incluyen todas las tablas, figuras y gráficos, entregados por el equipo 4D e INGEAG en el marco de la consultoría.

1.4.4. Base de Datos Actores clave para la gestión del recurso hídrico

La base de datos de actores clave se elaboró a partir de la identificación de los actores y de sus relaciones, con base en información secundaria y en los talleres realizados con expertos y actores locales. La metodología para ello se presenta más adelante, en el numeral de Caracterización de Actores y Análisis de Gobernanza (**Actualmente se encuentra en el numeral 6.2**)

1.5. Análisis de la información y criterios de selección de la información que soporta los análisis para la formulación de los lineamientos y directrices del Plan estratégico

En primera instancia, teniendo la información recopilada se hizo una primera selección a partir de cuatro criterios básicos: *CALIDAD*, *ESCALA*, *TEMPORALIDAD* y *PERTINENCIA*. Bajo este parámetro se filtró la información que debería ser utilizada en los análisis de este estudio. Posteriormente, la información fue homogeneizada bajo el mismo sistema de coordenadas (Proyección Magna Sirgas Bogotá) y se realizó el corte de los shapes con el límite del área de estudio. A partir de esta organización se procedió a organizar los diferentes feature dataset de acuerdo a la clasificación anteriormente mencionada. Junto con esto se organizaron los metadatos y el respectivo diccionario de datos.

1.6. Recomendaciones y lecciones aprendidas.

En el desarrollo del Plan Estratégico no fue posible adquirir completo el Estudio Nacional del Agua elaborado por el IDEAM, se recomienda obtener los estudios completos para poder realizar análisis más detallados relacionados con la calidad, demanda y oferta de agua.

Hace falta incorporar al estudio el tema de especies de libros rojos, para realizar una mejor caracterización de las subzonas hidrográficas en relación con especies amenazadas.

La capa predial no está sino para un sector de la zona de estudio, parte del departamento de Arauca, la mayoría del departamento de Boyacá, parcialmente el departamento del Meta y Vichada, el departamento del Casanare y el departamento de Cundinamarca. Se requeriría complementar esta información para el resto del área de estudio como lo es para los departamentos de Guainía, Guaviare, Vaupés, Norte de Santander, Santander, para analizar el tema de tenencia de la tierra de manera más detallada.

A medida que se vaya avanzando en el Plan Estratégico se recomienda ir actualizando las capas que vayan saliendo, como las capas de tierras de la Agencia Nacional de Hidrocarburos y cobertura entre otros.

Para la cartografía que se siga generando se recomienda que se mantenga el sistema de coordenadas proyectadas Magna_Colombia_Bogotá para poder ser incorporado a la Geodatabase generada.

2. FASE II DIAGNÓSTICO

2.1. Objetivo

Diagnosticar, identificar y hacer un análisis detallado de los factores que generan o que pueden generar cambios importantes en el recurso hídrico y en los demás recursos naturales; así como de la evolución de los mismos.

2.2. Caracterización

La fase II de diagnóstico consta de 3 etapas:

- Etapa 1: Identificación, caracterización y valoración económica de los servicios ambientales que proveen los sistemas naturales y los agro-ecosistemas. Para ello se recoge la información generada en la fase del estado de arte y se identificarán los servicios ambientales que proveen estos sistemas.
- Etapa 2: Análisis de tendencias en la cobertura: La identificación de los servicios ecosistémicos y la pérdida de los mismos por el cambio en el uso y cobertura son identificados en este análisis que permita analizar la tendencia de pérdida o restablecimiento de los ecosistemas naturales que permitan valorar y entender los servicios ecosistémicos al interior de cada una de las unidades de análisis.
- Etapa 3: Síntesis diagnóstica: En esta etapa se realiza la recopilación de toda la información generada del análisis de la fase I y II y por medio de talleres de socialización se realiza una caracterización y definición de factores claves que modifican la macrocuenca.

2.2.1. Unidades de análisis

El área de estudio hace parte de la gran cuenca del río Orinoco, cuenca que se considera el tercer sistema ribereño más grande del mundo, gracias a la descarga, en promedio, de casi 36.000 m³ por segundo (m³/s) de agua hacia el Atlántico (WWF 1998) y el segundo en esorrentía expresada en milímetros por año (mm/año). Incluye tres de los once ríos de Colombia cuyos caudales son superiores a los 1.000 m³/s (Guaviare, Vichada y Meta); un 71% de ecosistemas pantanosos; un 36% de los ríos colombianos con un caudal superior a los 10 m³/s se encuentran en la región; y representa un 32,4% de las reservas de agua del país (Cipav et al. 1998).

El área de estudio se ubica en la zona nororiental del país y se extiende de norte a sur desde la frontera con Venezuela, en límites con los ríos Arauca y Meta, hasta el río Guaviare - río Ariari. De occidente a oriente se distribuye desde la divisoria de aguas de la Cordillera Oriental hasta la margen izquierda del río Orinoco (frontera con Venezuela) entre la desembocadura del río Meta y la desembocadura del río Guaviare.

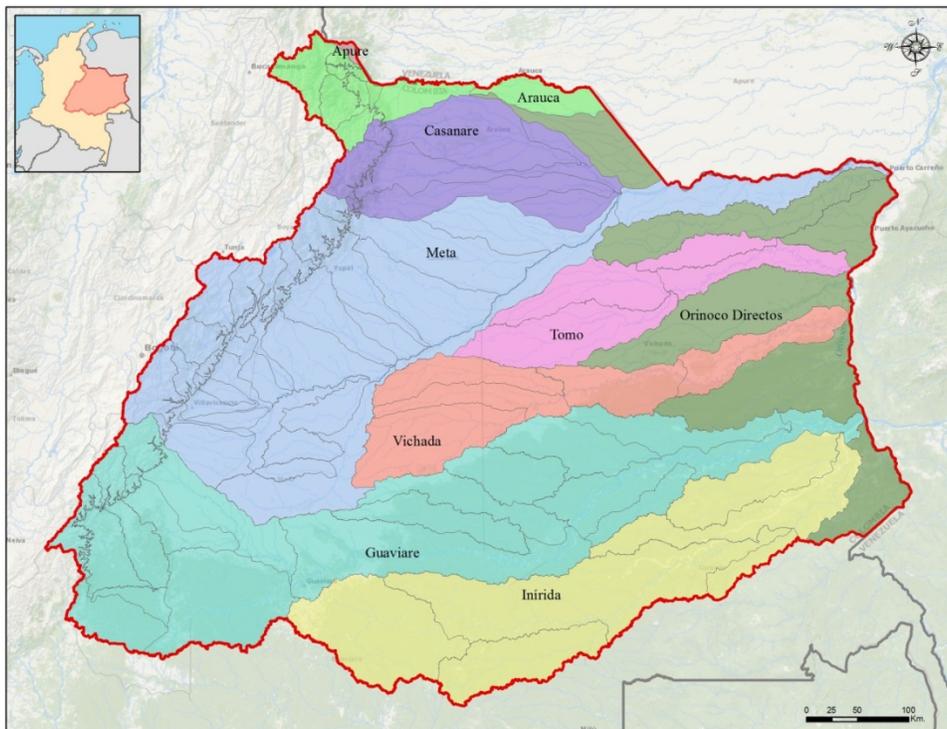
La macrocuenca del Orinoco cuenta con un área de 34'720.832,5 hectáreas distribuidas en 72 subcuencas de 9 zonas hidrográficas (IDEAM 2010).

2.2.1.1. Metodología

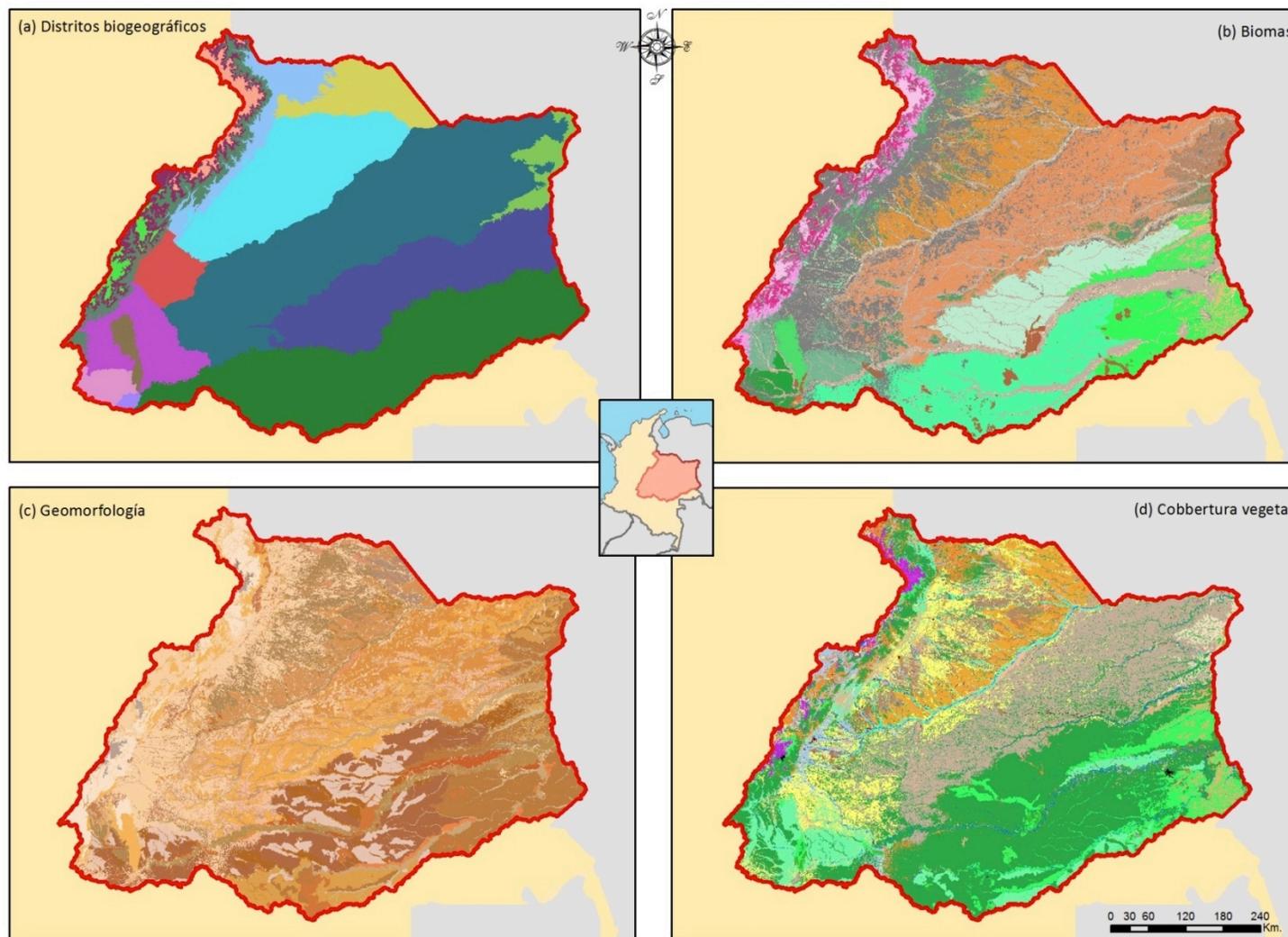
Las Unidades de Análisis (UA) fueron identificadas utilizando las 72 subcuencas y la cota altitudinal de 1.000 metros (IGAC 2012), para separar las cuencas altas de las bajas. Adicionalmente fueron agrupadas por las zonas hidrográficas de Apure, Arauca, Casanare, Guaviare, Inírida, Meta, Orinoco directos, Tomo y Vichada (Mapa 1).

La caracterización de las unidades de análisis se realizó usando herramientas de sistemas de información geográfica, con el cual se superpusieron las capas espaciales de distritos biogeográficos (Mapa 2a), piso climático, biomas (Mapa 2b), geomorfología (Mapa 2c), cobertura vegetal (Mapa 2d), y pendiente (IAvH 2012; Romero et al. 2004).

MAPA 1. HIDROGRÁFICAS, SUBCUENCAS Y COTA DE 1.000 MSNM.



MAPA 2. COBERTURAS UTILIZADAS PARA LA CARACTERIZACIÓN DE LAS UNIDADES DE ANÁLISIS.



2.2.1. Caracterización Biofísica

La zona hidrográfica del Guaviare tiene la mayor extensión en la macrocuenca seguido por el Meta y el Inírida con 24,4%, 23,8% 15,5% respectivamente.

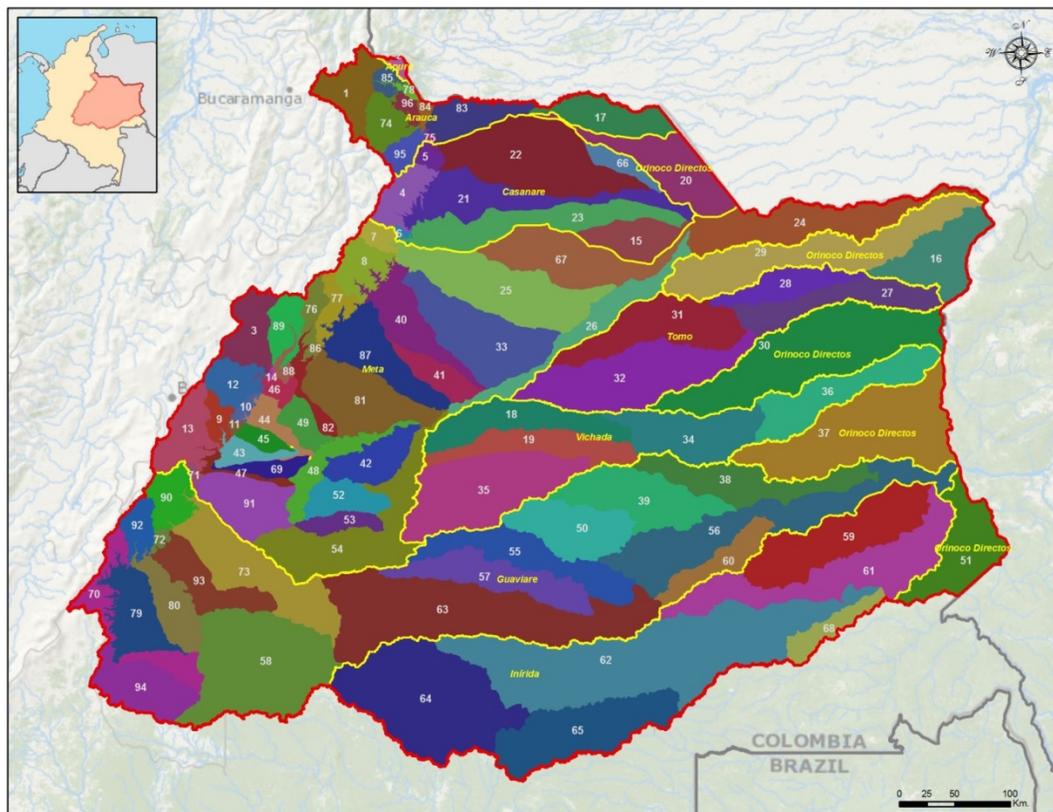
En total encontramos 96 Unidades de Análisis de las cuales 27 son de la zona alta o de montaña, que conforma el 9,5% (3.295.182 ha), y 69 unidades de análisis que corresponde al 90,5% (31.425.650 ha) en la zona baja de la macrocuenca (Tabla 3, Mapa 3).

TABLA 3. ZONAS HIDROGRÁFICAS Y SUS UNIDADES DE ANÁLISIS

Zona Hidrográfica	ID	Unidad de Análisis
Apure	2	Zona alta del Alto Río Apure
Arauca	1	Zona alta del Río Chitaga
	17	Directos Río Arauca
	74	Zona alta del Río Cobugón - Río Cobaría
	75	Zona alta del Río Banadía y otros Directos al Río Arauca
	78	Río Margua
Casanare	4	Zona alta del Río Casanare
	5	Zona alta del Río Cravo Norte
	6	Zona alta del Río Ariporo
	15	Caño Aguaclarita
Guaviare	38	Caño Chupabe
	39	Bajo Río Uvá
	50	Alto Río Uvá
	55	Río Iteviare
	56	Bajo Guaviare
	57	Río Siare
	58	Alto Guaviare
	60	Caño Minisiare
	63	Medio Guaviare
	Inírida	59
61		R. Inírida (mi), hasta bocas Caño Bocón, y R. Las Viñas
62		Río Inírida Medio
Meta	3	Zona alta del Chivor
	7	Zona alta del Río Pauto
	8	Zona alta del Río Cravo Sur
	9	Zona alta del Río Guatiquía
	10	Zona alta del Río Humea
	11	Zona alta del Río Guacavía
	12	Zona alta del Embalse del Guavio
	13	Zona alta del Río Guayuriba
	14	Chivor
	24	Directos Bajo Meta
	25	Río Pauto
	26	Directos al Río Meta (md)
	33	Caño Guanápalo y otros directos al Meta
	40	Río Cravo Sur
	41	Directos al Meta (mi)
	42	Río Yucao
	43	Río Guatiquía
	44	Río Humea
	45	Río Guacavía
	Orinoco Directos	16
20		Río Cinaruco y Directos Río Orinoco
29		Río Vita
Tomo	27	Bajo Río Tomo
	83	Río Banadía y otros Directos al Río Arauca
	84	Río Bojabá
	85	Zona alta del Río Margua
	95	Zona alta del Río Bojabá
	96	Río Cobugón - Río Cobaría
	21	Río Casanare
	22	Río Cravo Norte
	23	Río Ariporo
	66	Caño Samuco
	70	Zona alta del Río Guayabero
	72	Zona alta del Río Guejar
	73	Río Ariari
	79	Río Guayabero
	80	Río Guape
	90	Zona alta del Río Ariari
	92	Zona alta del Río Guape
	93	Río Guejar
	94	Zona alta del Río Losada
	64	Río Inírida Alto
	65	Río Papunaya
	68	Caño Nabuquén
	46	Embalse del Guavio
	47	Río Guayuriba
	48	Directos Río Metica (md)
	49	Directos al Río Meta
	52	Río Melúa
	53	Caño Cumaral
	54	Río Manacacías
	67	Directos al Río Meta (mi)
	69	Río Negro
	71	Zona alta del Río Metica (Guamal - Humadea)
	76	Zona alta del Río Upía
	77	Zona alta del Río Cusiana
	81	Río Túa
	82	Río Upía
	86	Zona alta del Río Túa
	87	Río Cusiana
	88	Río Tunjita
	89	Zona alta del Río Tunjita
	91	Río Metica (Guamal - Humadea)
	30	Río Tuparro
	37	Caño Matavén
	51	Directos Río Atabapo (mi)
	31	Río Elvita

Zona Hidrográfica	ID	Unidad de Análisis
	28	Caño Lioni o Terecay
Vichada	18	Río Muco
	19	Río Guarrojo
	34	Directos Vichada Medio
	32	Alto Río Tomo
	35	Alto Vichada
	36	Bajo Vichada

MAPA 3. UNIDADES DE ANÁLISIS EN LA MACROCUEENCA DEL ORINOCO, LOS NÚMEROS CORRESPONDEN CON LA TABLA ANTERIOR.



La zona hidrográfica del Meta cuenta con 38 UA, seguido por el Guaviare con 18; el Apure solo cuenta con una UA. Las UA más extensas se encuentran en la zona hidrográfica del Inírida (Río Inírida Medio y Alto), el Guaviare (Medio y Alto Guaviare) y del Orinoco directos (Río Tuparro y Caño Matavén) que ocupan entre el 3% y el 5% de la Macrocuena.

El gran paisaje de la Macrocuena Orinoco está compuesto en su zona alta, básicamente por Montaña Fluviogravitacional y Montaña Erosional. La zona baja está conformada por Altillanura Erosional, Planicies amazónicas, Llanura aluvial de ríos andinenses y el Escudo o Cratón Guayanes. En cuanto al paisaje, la zona alta se caracteriza por las crestas y las filas y vigas. La zona baja por un paisaje Quebrado y ondulado. Los materiales parentales de toda la macrocuena son básicamente rocas sedimentarias. La zona alta también cuenta con un porcentaje de rocas metamórficas, comparado con la zona baja donde los porcentajes predominantes son los sedimentos aluviales y las rocas ígneo-sedimentarias. La Macrocuena

cuenta con más del 45% en pendiente plana y solo un 20% es moderadamente ondulada, solo las cuencas altas cuentan con áreas moderadamente escarpadas.

La macrocuenca cuenta 4 tipos de biomas: El Orobioma del zonobioma húmedo tropical, exclusivo de las cuencas altas, donde se encuentran los biomas nival, paramo, alto andino, andino y subandino de Cordillera Oriental. El Pedobioma del zonobioma húmedo tropical, que incluye el Helobioma y Litobioma de la Orinoquia y Amazonia, el Peinobioma Sabanas del Refugio, el Anfibioma de Arauca - Casanare, el Peinobioma Amazónico, el Peinobioma de Maipures y el Peinobioma de Sabanas Altas). El zonobioma húmedo tropical, cuenta con mayor porcentaje dentro de la Macrocuenca y contiene los biomas del ZHT del Ariari - Guayabero, complejo Vaupes, del piedemonte Amazónico, del piedemonte Arauca-Casanare, del piedemonte Meta, Guainía, selva del norte del Guaviare y serranía de La Macarena. Finalmente, el zonoecotono del zonobioma húmedo tropical y pedobioma.

Los ecosistemas predominantes en la zona alta son el BMD muy húmedo en montaña fluviogravitacional.

Las Unidades de Análisis con un área de intervención entre el 89% y 51% son Chivor, Río Negro, Embalse del Guavio, Zona alta del Chivor, Río Guatiquía, Río Guacavía, Río Metica (Guamal - Humadea), Río Tunjita, Río Ariari, Río Guayuriba, Río Banadía y otros Directos al Río Arauca, Río Humea, Zona alta del Río Tunjita, Río Guejar, Río Cravo Sur, Río Cusiana y Zona alta del Embalse del Guavio. Las unidades con intervenciones menores del 5% son Zona alta del Río Metica (Guamal - Humadea), Río Guayabero, Caño Aguaclarita, Bajo Río Uvá, Río Siare, Directos Orinoco, Bajo Río Tomo, Bajo Guaviare, Caño Chupabe, Caño Bocón, Zona alta del Río Guayabero, Caño Matavén, Río Iteviare, R. Inírida (mi) hasta bocas Caño Bocón y R. Las Viñas, Alto Río Uvá, Río Inírida Medio, Caño Nabuquén, Directos Río Atabapo (mi), Caño Minisiare y Río Papunaya.

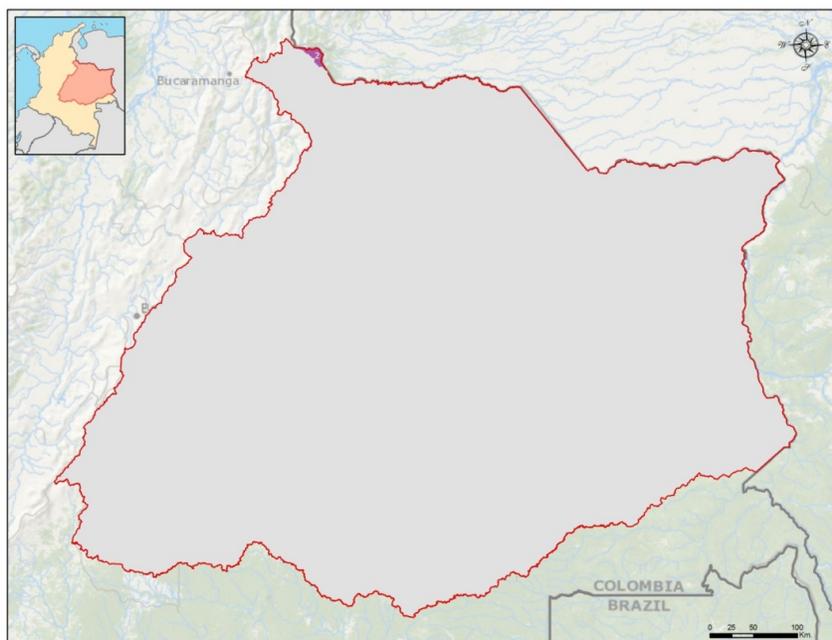
La caracterización de las Unidades de Análisis se encuentra por zonas las 9 zonas hidrográficas:

- Apure
- Arauca
- Casanare
- Guaviare
- Inírida
- Meta
- Orinoco directos
- Tomo
- Vichada

2.2.1.1.1. Zona Hidrográfica Apure

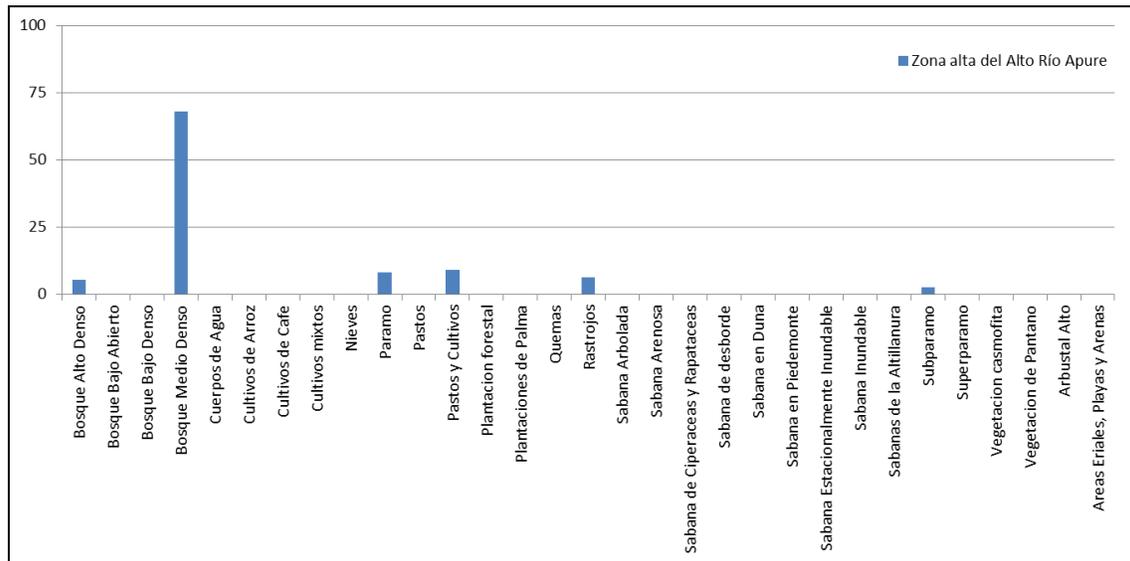
La zona hidrográfica del Apure, contiene una unidad de análisis (Zona alta del Alto Río Apure) con una superficie de 26.427 ha (Mapa 4). Esta unidad de análisis cuenta con 3 distritos biogeográficos (Páramos de la Cordillera Oriental, Andino oriental de la Cordillera Oriental y Selvas nubladas orientales) tiene un predominio de orobiomas de la Cordillera Oriental. El área de intervención es del 15,6%.

MAPA 4. UBICACIÓN DE LAS UNIDADES DE ANÁLISIS DE LA ZONA HIDROGRÁFICA APURE.



La Zona alta del Alto Río Apure, está dominada básicamente por bosques medios densos, aunque también cuenta con áreas en páramos y subpáramos (Figura 3).

FIGURA 3. PORCENTAJE DE LA DISTRIBUCIÓN DE LA COBERTURA VEGETAL EN LA ZONA HIDROGRÁFICA APURE



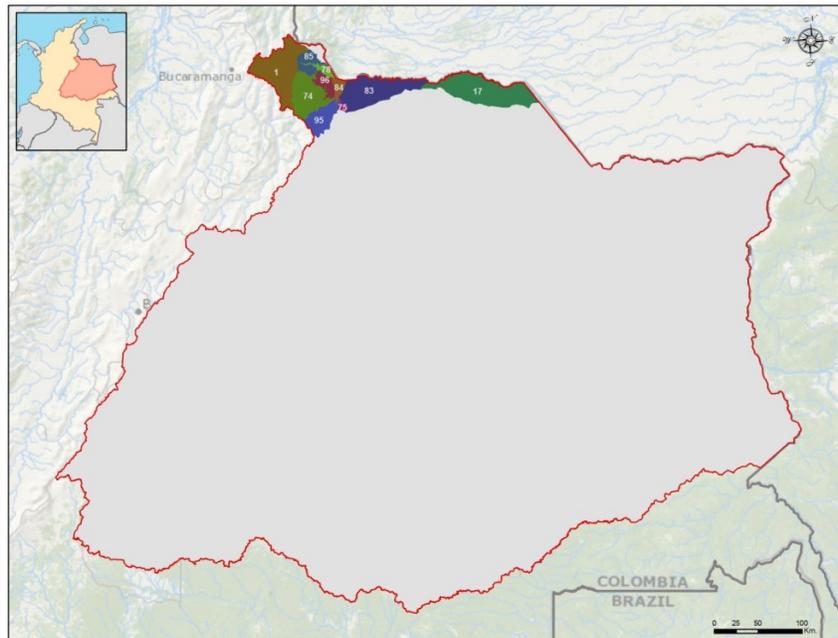
2.2.1.1.2. Zona Hidrográfica Arauca

La zona hidrográfica del Arauca consta de 10 unidades de análisis con una superficie total de 1.161.887 hectáreas (Mapa 5). Las UA más intervenidas son Río Banadía y otros Directos al Río Arauca (63%), Zona alta del Río Chítaga (46%) (Tabla 4).

TABLA 4. UNIDADES DE ANÁLISIS DE LA ZONA HIDROGRÁFICA ARAUCA.

ID	Unidad de Análisis	Hectáreas	% intervención
1	Zona alta del Río Chítaga	248.904	46,55
17	Directos Río Arauca	292.934	30,65
74	Zona alta del Río Cobugón - Río Cobaría	155.968	17,46
75	Zona alta del Río Banadía y otros Directos al Río Arauca	7.834	5,87
78	Río Margua	21.171	39,83
83	Río Banadía y otros Directos al Río Arauca	226.344	63,11
84	Río Bojabá	25.494	16,46
85	Zona alta del Río Margua	53.468	28,32
95	Zona alta del Río Bojabá	87.896	9,14
96	Río Cobugón - Río Cobaría	41.874	41,38

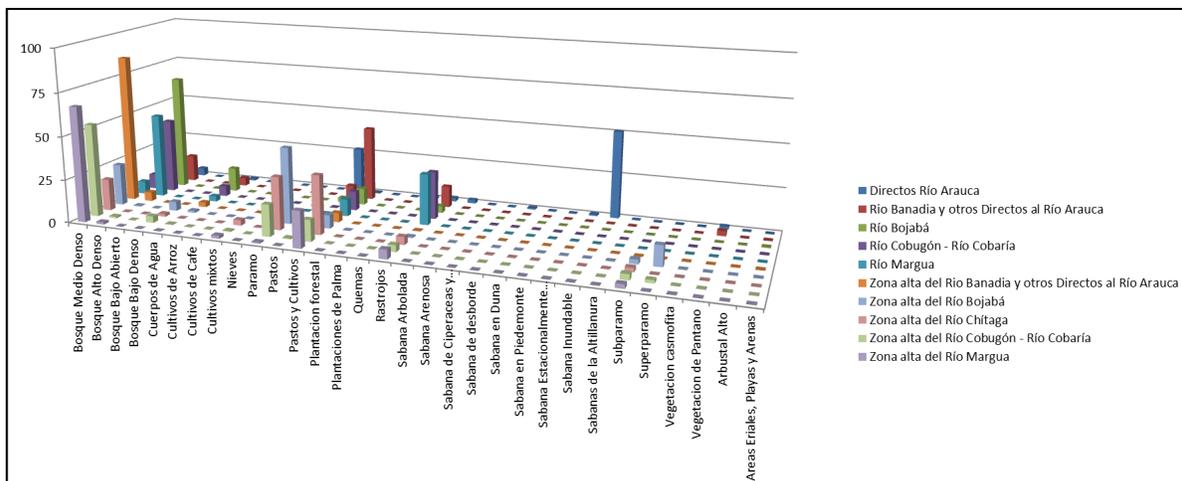
MAPA 5. UNIDADES DE ANÁLISIS DE LA ZONA HIDROGRÁFICA ARAUCA.



Los distritos predominantes en las unidades de análisis del Arauca el Piedemonte Casanare – Arauca, Arauca – Apure y Páramos Cordillera Oriental (Sandander y Boyacá) con el 28%, 23% y 22% respectivamente.

Las UA de las zonas altas del río Bojabá, río Chitaga y río Cobugón - río Cobaría tienen presencia de páramos. Los Bosques Medios Densos, son predominantes en las unidades de análisis de las cuencas altas, mientras que los Bosques Altos Densos predominan en las cuencas bajas de esta zona hidrográfica. La unidad de análisis Directos Río Arauca tiene básicamente con sabana inundable. Todas las UA de esta zona tienen presencia de pastos y cultivos (Figura 4).

FIGURA 4. PORCENTAJE DE LA DISTRIBUCIÓN DE LA COBERTURA VEGETAL EN LA ZONA HIDROGRÁFICA ARAUCA.



2.2.1.1.3. Zona Hidrográfica Casanare

La zona hidrográfica del Casanare consta de 8 unidades de análisis con una superficie total de 2.401.309 ha (Mapa 6). Las unidades de análisis más intervenidas son el Río Casanare y el Río Cravo Norte con el 48% y el 40% respectivamente (Tabla 5).

MAPA 6. UNIDADES DE ANÁLISIS DE LA ZONA HIDROGRÁFICA CASANARE.

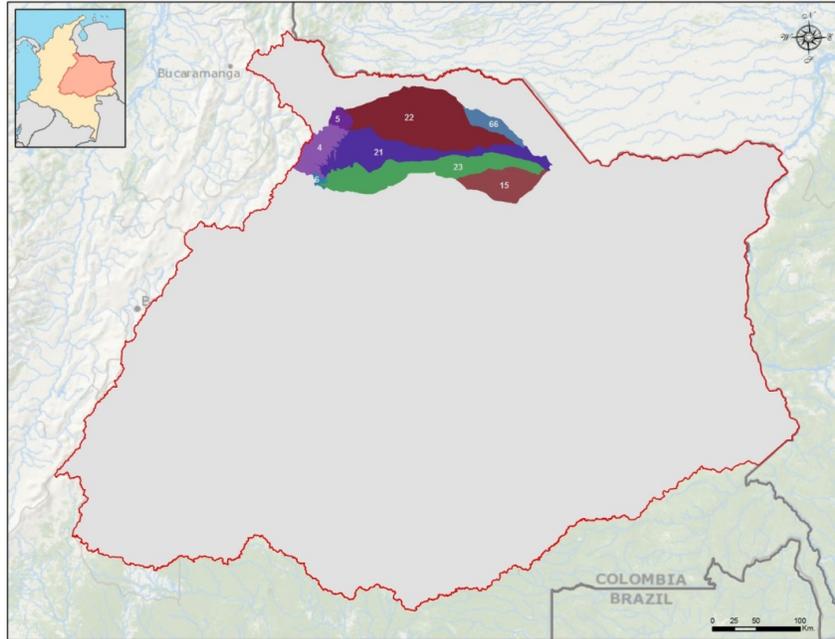


TABLA 5. UNIDADES DE ANÁLISIS DE LA ZONA HIDROGRÁFICA CASANARE.

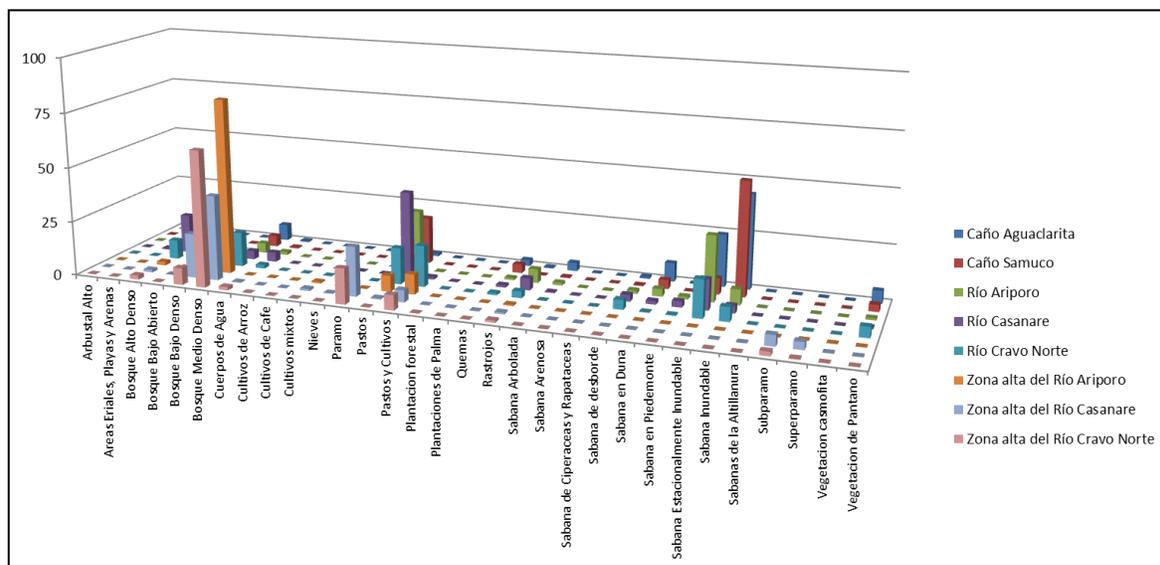
ID	Unidad de Análisis	Hectáreas.	% Intervención
4	Zona alta del Río Casanare	182.579	7,71
5	Zona alta del Río Cravo Norte	48.326	7,88
6	Zona alta del Río Ariporo	14.470	17,78
15	Caño Aguaclarita	248.314	4,44
21	Río Casanare	481.158	47,78
22	Río Cravo Norte	812.845	39,68
23	Río Ariporo	513.622	35,31
66	Caño Samuco	99.995	25,57

Los distritos biogeográficos predominantes en extensión son Casanare, Arauca y Apure y el Piedemonte Casanare – Arauca con un 38%, 30% y 22% respectivamente.

El Anfiobioma del Arauca – Casanare es el predominante en esta zona hidrográfica, seguido por el Helobioma de la Orinoquia y Amazonia.

Las unidades de análisis de la zona alta tienen mayor extensión en Bosque Medio Denso, adicionalmente tienen páramos. Las unidades de la zona baja tienen principalmente Sabanas inundables, estacionalmente inundables y de piedemonte (Figura 5).

FIGURA 5. PORCENTAJE DE LA DISTRIBUCIÓN DE LA COBERTURA VEGETAL EN LA ZONA HIDROGRÁFICA CASANARE.



2.2.1.1.4. Zona Hidrográfica Guaviare

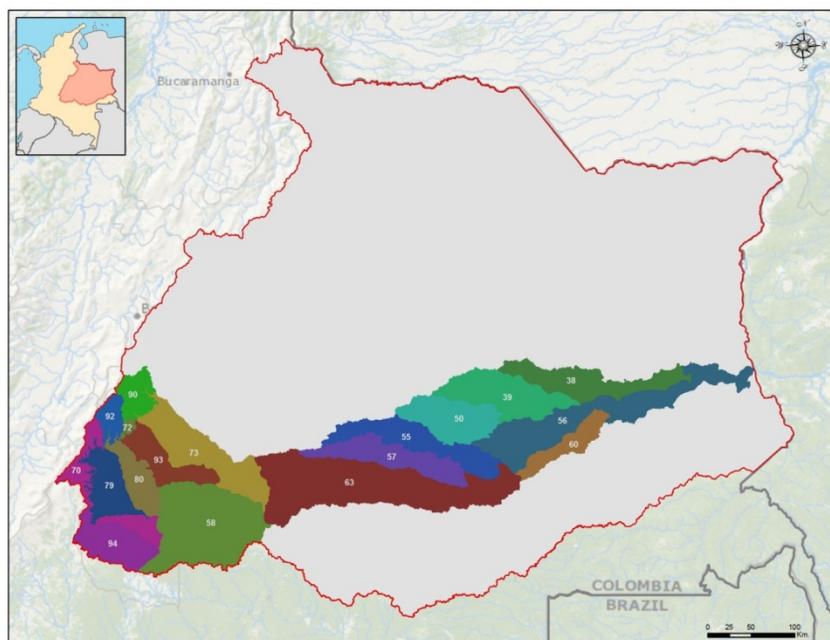
La zona hidrográfica del Guaviare, consta de 18 unidades de análisis con una superficie total de 8.457.053 ha (Mapa 7), el 24% de la macrocuenca. Las unidades con mayor superficie son la del Medio Guaviare, seguido por el Alto Guaviare (Tabla 6). Las unidades de análisis del Río Ariari y el Río Guejar, tienen un mayor grado de intervención con un 68% y 57% respectivamente.

TABLA 6. UNIDADES DE ANÁLISIS DE LA ZONA HIDROGRÁFICA GUAVIARE.

ID	Unidad de Análisis	Hectáreas.	% Intervención
38	Caño Chupabe	483.809	3,02
39	Bajo Río Uvá	542.359	4,30
50	Alto Río Uvá	443.797	1,05
55	Río Iteviare	486.954	1,68
56	Bajo Guaviare	891.167	3,48
57	Río Siare	444.545	3,96
58	Alto Guaviare	1.036.916	13,76
60	Caño Minisiare	234.587	0,24
63	Medio Guaviare	1.377.760	11,02
70	Zona alta del Río Guayabero	296.888	2,17
72	Zona alta del Río Guejar	24.577	6,16
73	Río Ariari	620.906	67,64
79	Río Guayabero	331.486	4,65
80	Río Guape	255.012	9,61
90	Zona alta del Río Ariari	187.847	10,70

ID	Unidad de Análisis	Hectáreas.	% Intervención
92	Zona alta del Río Guape	129.234	7,60
93	Río Guejar	304.643	57,37
94	Zona alta del Río Losada	364.566	30,80

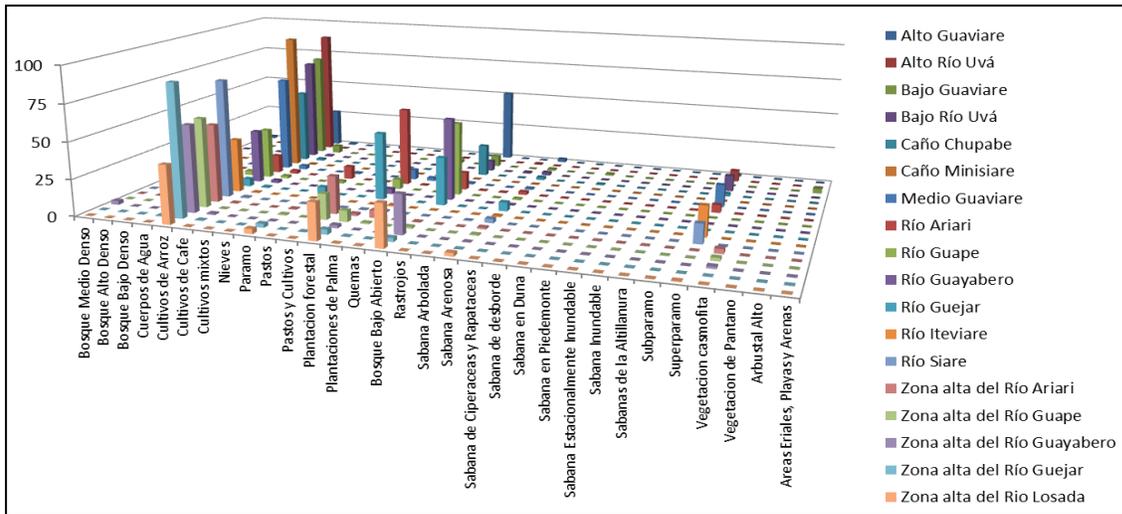
MAPA 7. UNIDADES DE ANÁLISIS DE LA ZONA HIDROGRÁFICA GUAVIARE.



El Zonobioma Húmedo Tropical de la selva del norte del Guaviare es predominante tanto en bioma como el Distrito biogeográfico, seguido por el Helobioma de la Orinoquia y Amazonia. Otros distritos biogeográficos predominantes dentro de esta zona hidrográfica son el Complejo Vaupés y el Ariari – Guayabero.

Todas las unidades de análisis presentan un gran porcentaje en cultivos de arroz básicamente, también cuenta con superpáramo y plantaciones forestales algunas con un porcentaje muy bajo de Sabanas arenosas. Las unidades del Alto Guaviare, Río Guape, Río Guayabero y Río Guejar cuentan con superficies altas de Bosques Bajos Abierto. (Figura 6)

FIGURA 6. PORCENTAJE DE LA DISTRIBUCIÓN DE LA COBERTURA VEGETAL EN LA ZONA HIDROGRÁFICA GUAVIARE.



2.2.1.1.5. Zona Hidrográfica Inírida

La zona hidrográfica del Inírida consta de 6 unidades de análisis con una superficie total de 5.379.528 ha (Mapa 8). Las unidades del Río Inírida Medio y el Alto tienen la mayor superficie. La intervención en esta zona hidrográfica es muy baja, todas las unidades están por debajo del 8,7% (Tabla 7).

MAPA 8. UNIDADES DE ANÁLISIS DE LA ZONA HIDROGRÁFICA INÍRIDA.

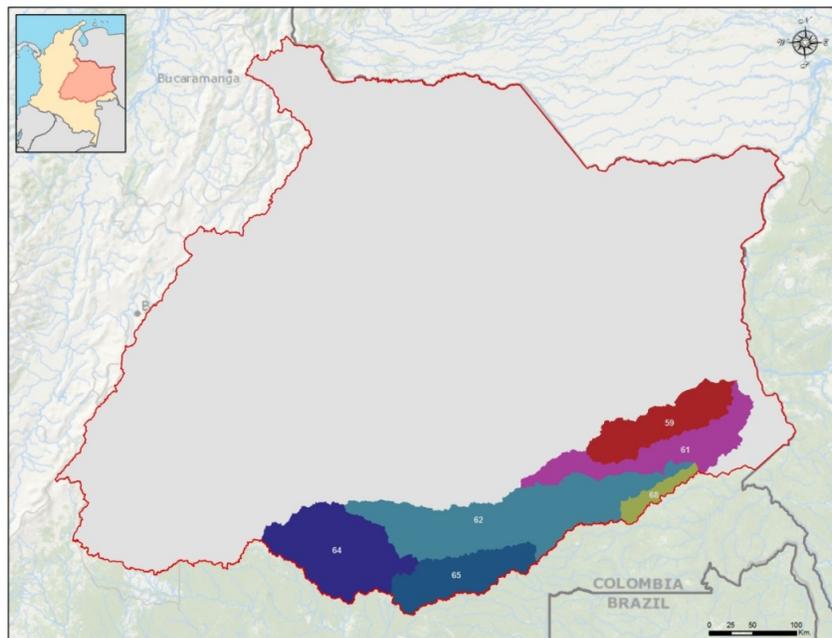


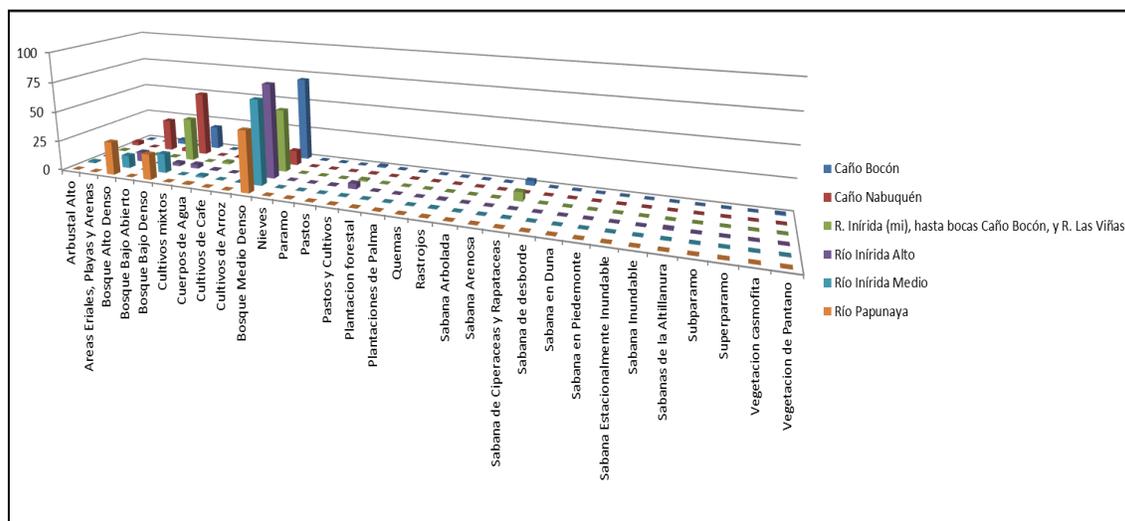
TABLA 7. UNIDADES DE ANÁLISIS DE LA ZONA HIDROGRÁFICA INÍRIDA.

ID	Unidad de Análisis	Hectáreas.	% Intervención
68	Caño Bocón	698.451	2,56
61	Caño Nabuquén	173.718	0,31
64	R. Inírida (mi), hasta bocas Caño Bocón, y R. Las Viñas	802.200	1,34
62	Río Inírida Alto	1.178.325	8,68
65	Río Inírida Medio	1.841.395	0,42
68	Río Papunaya	685.439	0,19

El Inírida se caracteriza por estar en un solo distrito biogeográfico, el Complejo Vaupés; que también es su bioma predominante. Otros biomas presentes son el Zonobioma Húmedo Tropical de Guainía y con una superficie menor el Helobioma de la Orinoquia y Amazonia.

Todas las unidades presentan un predominio de Bosques Medios Densos, también hay presencia de Bosques Bajos Densos (Figura 7).

FIGURA 7. PORCENTAJE DE LA DISTRIBUCIÓN DE LA COBERTURA VEGETAL EN LA ZONA HIDROGRÁFICA INÍRIDA.



2.2.1.1.6. Zona Hidrográfica Meta

La zona hidrográfica del Río Meta consta de 38 unidades de análisis con una superficie total de 8.272.039 ha (Mapa 9), siendo después del Guaviare la segunda con mayor superficie. La unidad de Chivor es la más intervenida de esta zona con un 89% de área antropizada, seguida con más del 80% por el Embalse del Guavio, Río Negro, la zona alta del Chivor y Río Guatiquía (Tabla 8).

MAPA 9. UNIDADES DE ANÁLISIS DE LA ZONA HIDROGRÁFICA META.

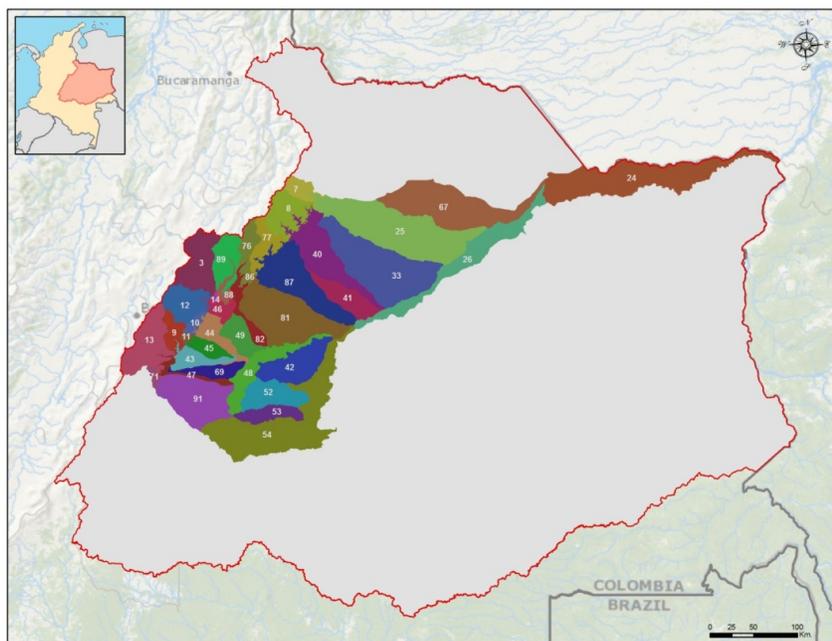


TABLA 8. UNIDADES DE ANÁLISIS DE LA ZONA HIDROGRÁFICA META.

ID	Unidad de Análisis	Hectáreas.	% Intervención
3	Zona alta del Chivor	243.644	82,03
7	Zona alta del Río Pauto	72.416	25,91
8	Zona alta del Río Cravo Sur	185.703	41,85
9	Zona alta del Río Guatiquía	78.172	23,34
10	Zona alta del Río Humea	31.190	7,50
11	Zona alta del Río Guacavía	13.088	39,59
12	Zona alta del Embalse del Guavio	170.157	51,45
13	Zona alta del Río Guayuriba	272.650	48,32
14	Chivor	5.070	88,96
24	Directos Bajo Meta	635.474	13,76
25	Río Pauto	720.370	38,70
26	Directos al Río Meta (md)	344.873	24,89
33	Caño Guanápalo y otros directos al Meta	625.324	35,82
40	Río Cravo Sur	330.133	55,65
41	Directos al Meta (mi)	165.131	20,52
42	Río Yucao	244.084	23,51
43	Río Guatiquía	101.103	80,05
44	Río Humea	111.588	60,65
45	Río Guacavía	71.772	73,26
46	Embalse del Guavio	59.038	84,42
47	Río Guayuriba	48.021	65,73
48	Directos Río Metica (md)	196.844	33,20
49	Directos al Río Meta	124.448	39,00

ID	Unidad de Análisis	Hectáreas.	% Intervención
52	Río Melúa	188.437	8,86
53	Caño Cumaral	111.312	23,68
54	Río Manacacías	698.545	33,94
67	Directos al Río Meta (mi)	545.110	16,92
69	Río Negro	91.831	84,87
71	Zona alta del Río Metica (Guamal - Humadea)	19.883	5,04
76	Zona alta del Río Upía	104.407	46,80
77	Zona alta del Río Cusiana	114.860	43,18
81	Río Túa	502.191	25,47
82	Río Upía	87.691	49,51
86	Zona alta del Río Túa	5.865	33,93
87	Río Cusiana	395.819	52,46
88	Río Tunjita	37.055	69,55
89	Zona alta del Río Tunjita	154.165	60,63
91	Río Metica (Guamal - Humadea)	364.575	72,29

Esta zona hidrográfica tiene un predominio del Anfibioma del Arauca y Casanare, el Helobioma de la Orinoquia y Amazonía y también del Peinobioma de sabanas altas. Los distritos biogeográficos predominantes son el Casanare, las Sabanas altas y el Piedemonte del Meta.

Como esta zona tiene el mayor número de unidades de análisis, tenemos que en las unidades de análisis de la zona alta hay un predominio de los bosques medios densos y hay un gran porcentaje en zonas de pastos y cultivos (Figura 8). Las unidades de la zona baja tienen un predominio de Bosque Medio y Alto Denso, Sabanas de altillanura, cultivos mixtos y pastos (Figura 9).

FIGURA 8. PORCENTAJE DE LA DISTRIBUCIÓN DE LA COBERTURA VEGETAL EN LA ZONA HIDROGRÁFICA META – ZONA ALTA.

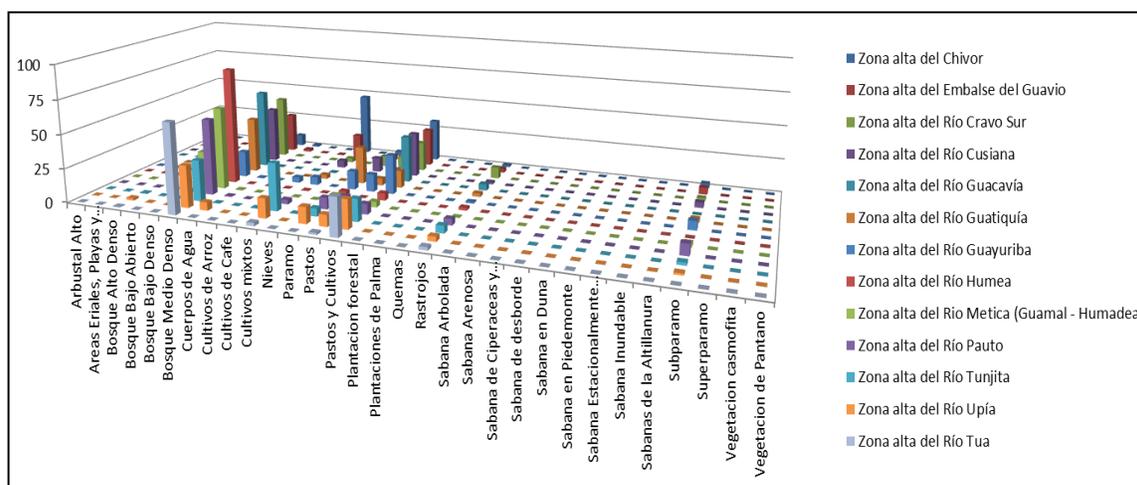
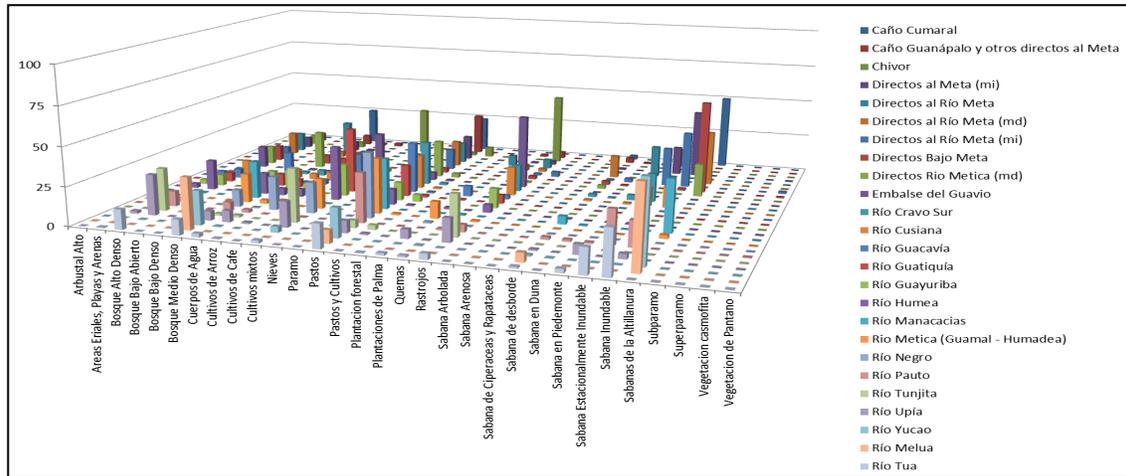


FIGURA 9. PORCENTAJE DE LA DISTRIBUCIÓN DE LA COBERTURA VEGETAL EN LA ZONA HIDROGRÁFICA META – ZONA BAJA.



2.2.1.1.7. Zona Hidrográfica Orinoco Directos

La zona hidrográfica del Orinoco Directos consta de 6 unidades de análisis con una superficie total de 4.371.293 ha (Mapa 10). La unidad del Río Tuparro es la que más superficie tiene junto con el Caño Matavén y la unidad del Río Cinaruco y directos Río Orinoco es la más intervenida con un 15% (Tabla 9).

MAPA 10. UNIDADES DE ANÁLISIS DE LA ZONA HIDROGRÁFICA ORINOCO DIRECTOS.

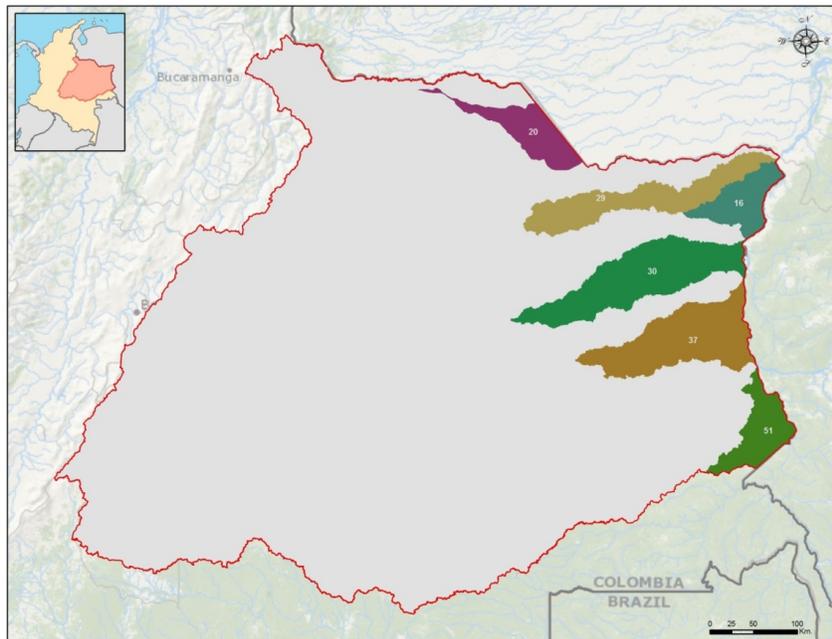
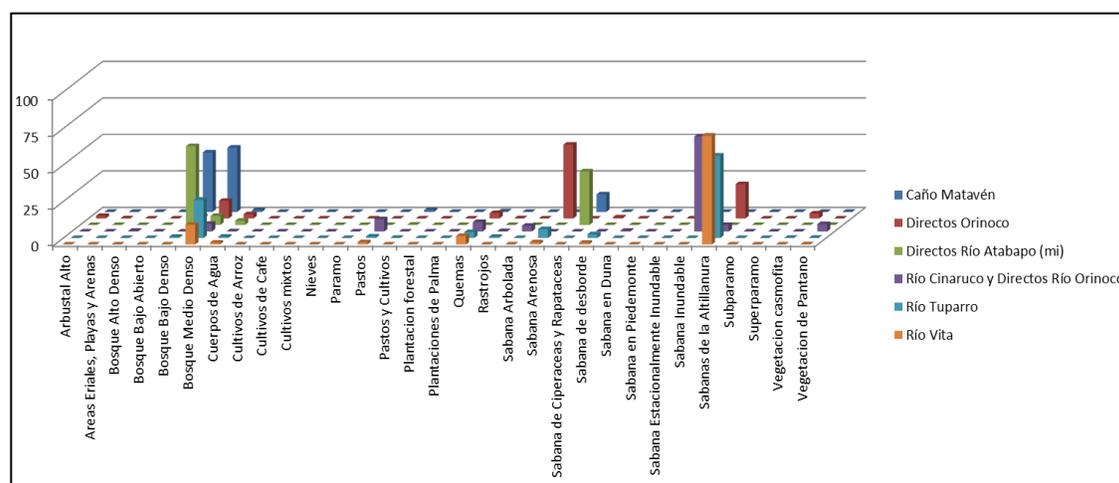


TABLA 9. UNIDADES DE ANÁLISIS DE LA ZONA HIDROGRÁFICA ORINOCO DIRECTOS.

ID	Unidad de Análisis	Hectáreas.	% Intervención
37	Caño Matavén	1.051.315	1,90
16	Directos Orinoco	419.356	3,79
51	Directos Río Atabapo (mi)	464.281	0,25
20	Río Cinaruco y Directos Río Orinoco	456.908	15,16
30	Río Tuparro	1.155.861	6,21
29	Río Vita	823.572	7,45

Las Sabanas Altas y las selvas del norte del Guaviare son los distritos biogeográficos dominantes de esta zona hidrográfica. El Peinobioma de sabanas altas y el Helobioma de la Orinoquia y Amazonia son los predominantes. Estas unidades tienen un predominio de Bosque Bajo y Medio Densos, con Sabanas de Altilanura, la unidad Directos Orinoco contiene un porcentaje elevado de Sabanas arenosas (Figura 10).

FIGURA 10. PORCENTAJE DE LA DISTRIBUCIÓN DE LA COBERTURA VEGETAL EN LA ZONA HIDROGRÁFICA ORINOCO DIRECTOS.



2.2.1.1.8. Zona Hidrográfica Tomo

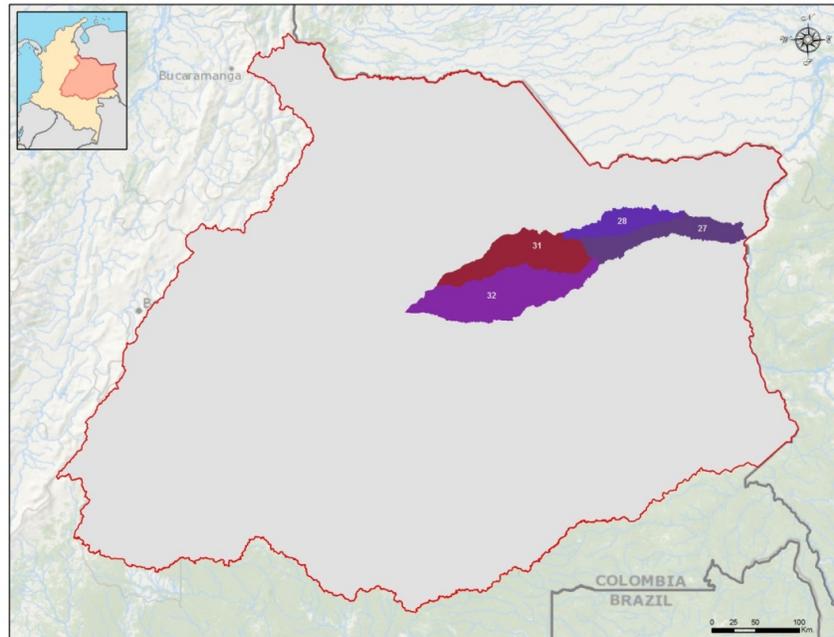
La zona hidrográfica del Tomo consta de 4 unidades de análisis con una superficie total de 2.030.105 ha (Mapa 11). Las unidades del Alto Río Tomo y el Río Elvita son los más intervenidos con un 16% y 15% respectivamente (Tabla 10).

TABLA 10. UNIDADES DE ANÁLISIS DE LA ZONA HIDROGRÁFICA TOMO.

ID	Unidad de Análisis	Hectáreas.	% Intervención
32	Alto Río Tomo	805.341	16,25
27	Bajo Río Tomo	410.169	3,53

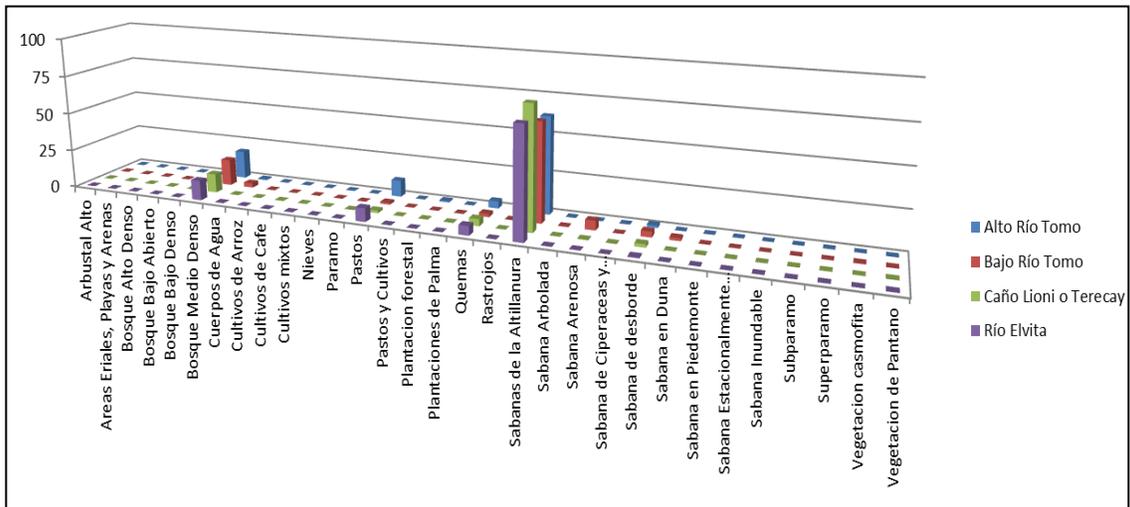
ID	Unidad de Análisis	Hectáreas.	% Intervención
28	Caño Lioni o Terecay	256.596	6,24
31	Río Elvita	557.999	14,87

MAPA 11. UNIDADES DE ANÁLISIS DE LA ZONA HIDROGRÁFICA TOMO.



El Peinobioma de sabanas altas es el bioma predominantes en esta zona. Las unidades tienen un predominio de Sabanas de la Altillanura con más de un 50% y también tienen presencia de Bosque Medio Denso (Figura 11).

FIGURA 11. PORCENTAJE DE LA DISTRIBUCIÓN DE LA COBERTURA VEGETAL EN LA ZONA HIDROGRÁFICA TOMO.



2.2.1.1.9. Zona Hidrográfica Vichada

La zona hidrográfica del Vichada consta de 5 unidades de análisis con una superficie total de 2.621.194 ha (Mapa 12). La unidad del Río Muco, es la mas antropizada con un 34% (Tabla 11).

MAPA 12. UNIDADES DE ANÁLISIS DE LA ZONA HIDROGRÁFICA VICHADA.

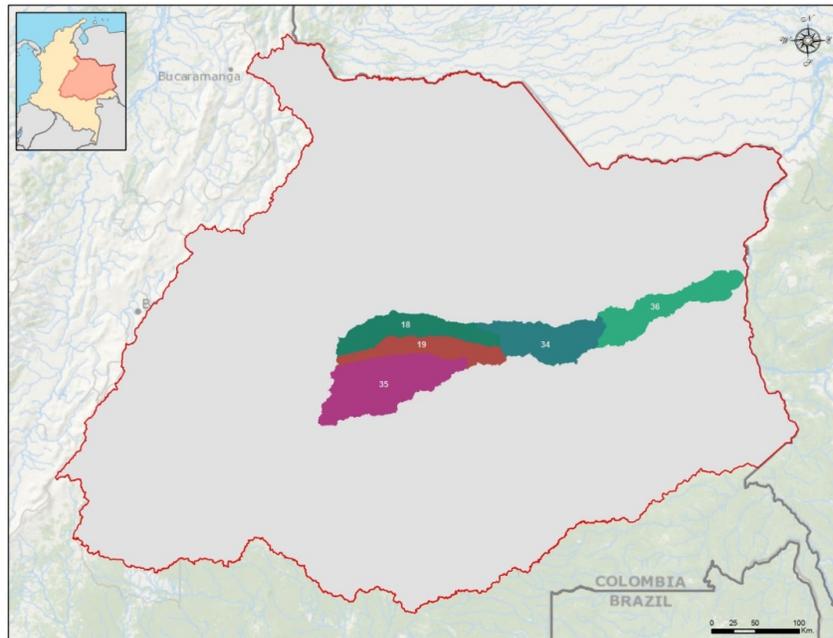
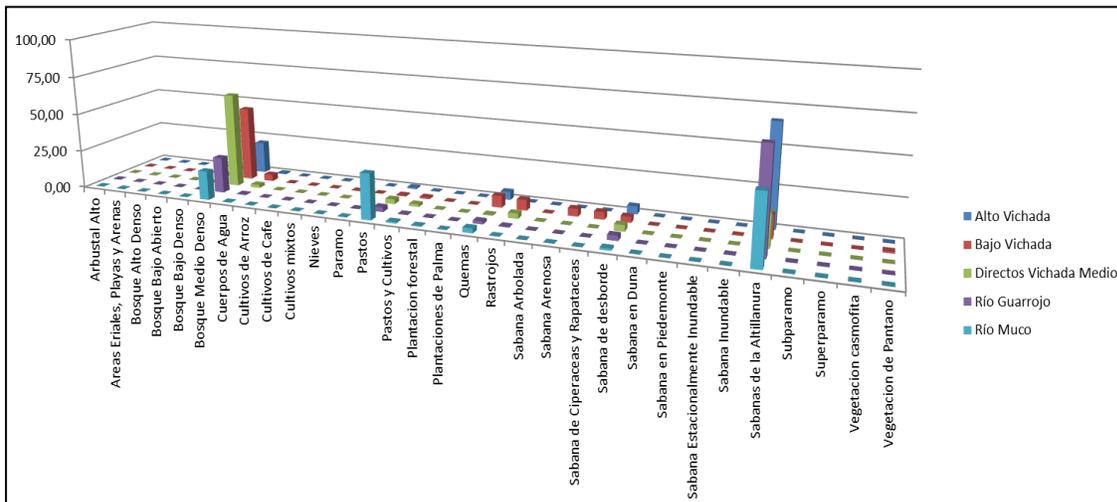


TABLA 11. UNIDADES DE ANÁLISIS DE LA ZONA HIDROGRÁFICA VICHADA.

ID	Unidad de Análisis	Hectáreas.	% Intervención
35	Alto Vichada	807.252	6,59
36	Bajo Vichada	501.305	16,37
34	Directos Vichada Medio	500.523	8,99
19	Río Guarrojo	365.849	6,08
18	Río Muco	446.265	34,47

Tanto el distrito biogeográfico como el peinobioma predominante es el de Sabanas altas, también hay Helobioma de la Orinoquia y Amazonia. Las unidades de esta zona hidrográfica están cubiertas básicamente por Sabanas de la Altillanura y de Bosques Medios Densos, la unidad del Río Muco tiene una superficie alta en pastos (Figura 12).

FIGURA 12. PORCENTAJE DE LA DISTRIBUCIÓN DE LA COBERTURA VEGETAL EN LA ZONA HIDROGRÁFICA VICHADA.



2.2.1.2. WPI

El índice “*The Water Poverty Index (WPI)*” traducido como “*índice de pobreza del agua*”, es una herramienta integrada desarrollada conjuntamente por un grupo interdisciplinario conformado por científicos, profesionales y políticos tomadores de decisiones (Sullivan et al., 2006). The WPI (Sullivan et al., 2002; 2003, Mlote et al., 2002) fue diseñado para contribuir al esfuerzo global de hacer frente a los problemas de agua, particularmente aquellos relacionados con la pobreza. El

índice WPI inicialmente fue hecho para ser utilizado a una escala local o comunitaria con el fin de permitir un análisis holístico del recurso hídrico para un sitio específico, posteriormente ha sido adaptado para ser aplicado a diferentes escalas y a diferentes necesidades. Este índice va más allá de un simple análisis determinístico del recurso agua establecido mediante modelos y valora el recurso no solo por su oferta, sino que involucra las actividades de uso del mismo y su administración (Sullivan et. al, 2006, Sullivan et al, 2003). Por lo tanto esta herramienta puede ser utilizada para determinar prioridades de manejo sobre el recurso y para monitorear el progreso del cumplimiento de la metas.

El índice combina datos de cantidad de agua disponible, acceso de la población al recurso, uso, capacidad social y económica para usar el recurso, calidad ambiental relacionada con el agua disponible para la gente y la capacidad de las agencias operadoras del recurso para monitorear el progreso en la provisión de agua a la comunidad; dado que el WPI toma en cuenta las necesidades del ambiente, puede ser utilizado igualmente para monitorear la integridad ecológica y para proteger los ecosistemas de aguadulce. Incorporando mediciones de uso del agua por la industria y la agricultura, el WPI no rechaza la importancia de las necesidades de agua para la producción de alimentos y otros procesos productivos.

De acuerdo con el Centro de Ecología e Hidrología (CEH), entre los beneficios de éste índice, se pueden mencionar que provee un mejor entendimiento de la relación entre la extensión física de la disponibilidad de agua, su facilidad de abstracción y el nivel de bienestar de la población; es un mecanismo para la priorización de las necesidades de agua, es una herramienta mediante la cual se puede monitorear el progreso en el manejo del agua por sus administradores y ayuda a mejorar la situación a la cual se enfrentan cerca de dos millones de personas para obtener acceso al recurso con una buena calidad.

El WPI fue diseñado siguiendo criterios que aseguran que este sea efectivamente de gran utilidad, entre estos se mencionan su facilidad de cálculo, es relativamente rentable para su implementación, involucra un proceso con transparencia, se base principalmente en datos ya existentes y de fácil comprensión.

Este documento describe el WPI y la metodología para su cálculo, la cual será posteriormente aplicada a la Macrocuenca del Río Orinoco.

2.2.1.2.1. Conceptos Generales del WPI

El concepto de “**Water poverty**” (pobreza del agua) propuesto por Lawrence et. al., 2003 (citado por Garriga y Foguet, 2010), expresa que la gente puede estar “pobre de agua” por dos razones:

- Porque no tiene agua disponible para sus necesidades básicas dado que ésta no es disponible
- Porque la gente es “escasa de recursos económicos” y aunque el agua está disponible no le es posible pagar por ella.

Con base en esta definición y con el fin de valorar el grado al cual la escasez de agua impacta sobre las poblaciones humanas, el término “Water Poverty” fue transformado a un indicador mediante el WPI por Sullivan et. al 2002 (Garriga y Foguet, 2010). El desarrollo de tal índice deberá permitir a tomadores de decisión identificar y trazar los lineamientos físicos, económicos y sociales que unen el agua con la pobreza.

La estructura teórica del WPI integra un número de aspectos que reflejan las mayores preocupaciones, en los países en desarrollo, relacionadas con la provisión de agua segura y el saneamiento básico:

- **R: Recursos:** Disponibilidad física de agua superficial y subterránea, tomando en cuenta su variabilidad y calidad, además de la cantidad
- **A: Acceso:** El nivel de acceso de la gente al agua potable y al saneamiento, incluyendo distancia a una fuente segura, tiempo necesitado para su colección por usuario y otros significantes factores. El acceso también incluye el agua para irrigación y usos industriales.
- **C: Capacidad:** La habilidad y capacidad de la gente para mantener el acceso al recurso. Esta capacidad es interpretada en términos del ingreso económico que permita comprar agua mejorada, el nivel educativo y las condiciones de salud, como indicadores de la capacidad de la población para ejercer presión sobre el manejo del suministro del agua.
- **U: Uso:** El uso de agua para diferentes propósitos, domestico, agricultura, industrial, etc.
- **E: Ambiente:** Los factores ambientales que impactan sobre el suministro de agua de los ecosistemas. Evaluación de la integridad ecológica de los sistemas ecológicos acuáticos.

Numéricamente el WPI es calculado mediante una media aritmética ponderada de los 5 componentes. Diferentes sistemas de ponderación pueden ser empleados para indicar la importancia de cada variable, aunque se sugieren indicadores de peso iguales cuando no se tenga la certeza de la importancia de las variables. Dado que el componente pos si solo no puede ser medido directamente, cada uno está compuesto de subcomponentes, o variables, que si pueden ser medidas directamente o evaluadas de diferentes maneras.

La ecuación 1 describe la estructura matemática del índice:

$$WPI = \frac{\sum_{i=1}^n w_i X_i}{\sum_{i=1}^n w_i} \quad \text{Ecuación 1}$$

Dónde:

WPI: Es el índice de escasez para un sitio específico

Xi: Es el componente i de la estructura del WPI, para un sitio específico.

Wi: Es el peso o coeficiente de ponderación aplicado al componente i.

Esta ecuación puede ser reescrita de la siguiente manera:

$$WPI = \frac{wrR+waA+wcC+wuU+weE}{wr+wa+wc+wu+we} \quad \text{Ecuación 2}$$

Todos los componentes deben ser inicialmente estandarizados, es decir que sus valores deben llevarse al rango entre 0 y 100, donde 0 es la peor condición y 100 es la mejor.

Los componentes deben ser identificados después de consultar a los actores locales y/o información secundaria, de manera que se pueda establecer un conjunto de variables adecuadas para la estimación de cada uno; por tanto cada componente se obtiene mediante una suma ponderada de sus variables o sub-componentes, expresada mediante la ecuación 3.

$$\text{COMPONENTE}_i = \frac{\sum_{k=1}^n wkSubCk}{\sum_{k=1}^n wk} \quad \text{Ecuación 3}$$

Donde,

Wk: Pesos o coeficientes de ponderación asignados al sub-componente SubCk

SubCk: Subcomponente k del componente i.

Escalas espaciales:

Una característica del índice WPI, es que puede ser aplicado a diferentes escalas, mientras la escala local da una discriminación más fina y está en concordancia con la alta variabilidad espacial típicamente encontrada en las situaciones de agua, la cuenca y otras escalas espaciales podrían ser utilizadas para dar una cobertura más amplia, más rápidamente.

Valoración de pesos o coeficientes de ponderación:

Diferentes métodos para la valoración de los pesos se han desarrollado, incluyendo herramientas estadísticas de dato – dependencia y opinión de expertos. Convencionalmente, la selección de pesos se hace siguiendo el criterio de expertos locales; sin embargo este es un método subjetivo y ampliamente criticado por su arbitrariedad (Garriga y Foguet, 2010). Alternativamente técnicas multivariadas (por ejemplo, análisis de componentes principales y de factor) presentan un método empírico y más objetivo para la valoración de los pesos de los componentes. Esta técnica tiene una ventaja para determinar el juego de pesos o coeficientes de ponderación que explican la gran variabilidad de las variables originales. Cualquiera de los métodos arriba mencionados puede ser utilizado para la valoración de pesos; sin embargo dada la gran incertidumbre que ambos pueden tener, en muchos casos se prefiere utilizar pesos iguales. La valoración de pesos o coeficientes de ponderación se aplica tanto para los componentes como para los subcomponentes.

2.2.1.2.2. Metodología para el cálculo del WPI

Procedimiento para la recolección de información

Para cada localidad en la que se vaya a calcular el WPI, se debe coleccionar la información necesaria a partir de estudios existentes en la zona o mediante la consulta a los actores locales. Como se

mencionó anteriormente el grupo de variables que representarán los subcomponentes de cada componente se debe establecer con los actores locales y de acuerdo a la información existente. En la Tabla 12, se presenta una lista de las variables que se han identificado en estudios pilotos (Sullivan et al. 2003, Garriga y Foguet, 2010). Otra manera de obtener información es mediante el uso de encuestas dirigidas a los usuarios y actores locales relacionados con el manejo y uso del recurso. La información puede ser colectada para la estación más seca de año y la más húmeda. Todos los datos colectados deberán ser estandarizados entre el rango 0 y 100.

Procedimiento para el cálculo del índice WPI

Valoración de Juego de Pesos o Coeficientes de Ponderación para los Subcomponentes y Componentes. El método que se seleccione para la valoración de los pesos de los componentes y subcomponentes puede ocasionar variaciones en el resultado del cálculo del índice, así algunos autores sugieren los siguientes criterios para juzgar el cálculo del mismo (Garriga y Foguet, 2010):

- El método debe ser libre o minimizar la sobreestimación y subestimación
- Cuando dos métodos produzcan resultados similares con respecto a la sobre y subestimación, la metodología más apropiada es aquella que retiene las virtudes de la simplicidad y la integridad
- El método deberá ser sensible a los cambios de una variable individual a través de su rango
- El método será exitoso, si este es transparente y el índice puede ser fácilmente desagregado dentro de componentes separados sin pérdida de información.

Estimación de los 5 Componentes del WPI. Una vez establecidos los pesos específicos para cada uno de los subcomponentes de cada componente, se procede a realizar el cálculo de cada componente, aplicando la ecuación 3.

Cálculo del Índice WPI. El índice se calcula mediante la ecuación 2, asignando los pesos o coeficientes de ponderación obtenidos a partir del método aplicado para ello.

TABLA 12. VARIABLES O SUBCOMPONENTES UTILIZADOS EN OTROS ESTUDIOS PARA LA ESTIMACIÓN DE LOS 5 COMPONENTES DEL ÍNDICE WPI. TOMADO Y ADAPTADO DE SULLIVAN ET. AL 2003 Y GARRIGA Y FOGUET, 2010.

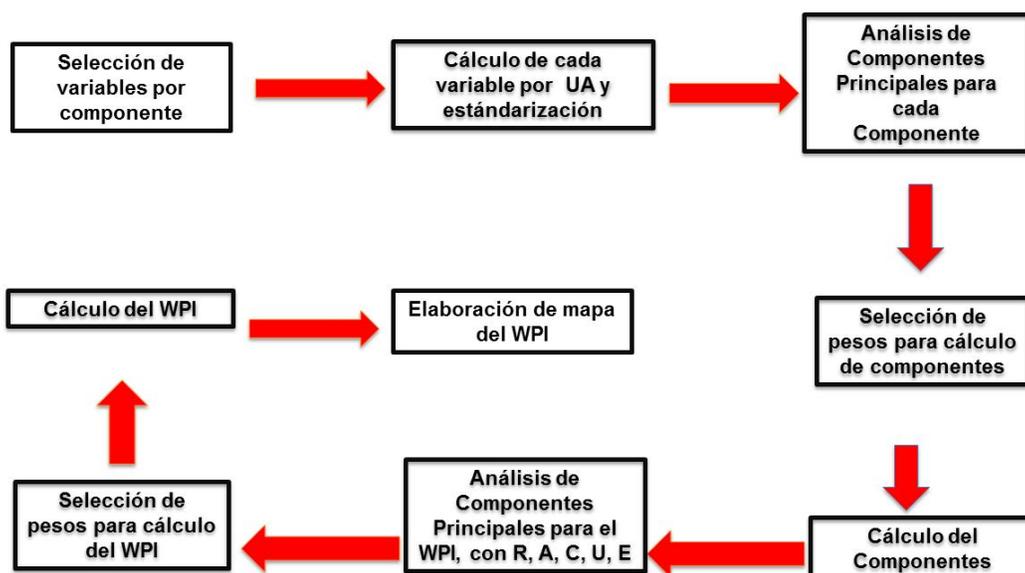
Componentes WPI	Subcomponentes o variables utilizadas
Recursos (R)	Evaluación de la disponibilidad de agua superficial y subterránea, utilizando técnicas hidrológicas e hidrogeológicas
	Valoración cuantitativa y cualitativa de la variabilidad o confiabilidad del recurso
	Evaluación cuantitativa y cualitativa de la calidad del agua
Acceso (A)	Acceso al agua potable como el porcentaje de usuarios que tienen un tubo de suministro de agua
	Reportes de conflictos sobre el uso del agua
	Acceso al saneamiento básico como porcentaje de la población
	Distancia a la fuente
	Tiempo gastado en la colección de agua, incluyendo tiempos de espera
	Costo del agua

Componentes WPI	Subcomponentes o variables utilizadas
	Estatus operacional del agua
Capacidad (C)	Sistemas de manejo
	Propietarios sobre fuentes de agua
	Asociaciones de usuarios registradas
	Registros que se llevan
	Control financiero
	Fondos de auditorías
	Nivel educativo
	Porcentaje de usuarios reportando daños sobre el suministro de agua
Uso (U)	Tasa de consumo de agua doméstica
	Tasa de consumo de agua para agricultura
	Tasa de consumo e agua para ganadería
	Tasa de consumo de agua para uso industrial
Ambiente (E)	Índice de integridad de sistemas acuáticos
	Valoración cuantitativa de la calidad de agua
	Protección de fuentes de agua
	Número de fuentes de contaminación
	Número de impactos ambientales

2.2.1.2.3. Cálculo del WPI para las Unidades de Análisis

En la Figura 13 se describen los pasos de la metodología adaptada para realizar el cálculo del índice WPI para toda la Macrocuenca del Río Orinoco, como parte del proyecto “Plan Estratégico para la Macrocuenca del Río Orinoco”. Más adelante se explica cada paso y los resultados obtenidos en cada uno.

FIGURA 13. METODOLOGÍA ADAPTADA PARA EL CÁLCULO DEL WPI PARA LA MACROCUENCA DEL ORINOCO



Cálculo de los componentes del índice WPI

En la Tabla 13, se presentan las variables disponibles a la fecha para el cálculo de los 5 componentes del WPI; éstas fueron obtenidas a partir de información secundaria. Las variables se seleccionaron siguiendo los conceptos definidos en la Tabla 13 para cada componente del WPI, igualmente se buscó en lo posible información estructurada en archivos digitales y bases de datos que permitieran la asignación de cada variable a las unidades de análisis del estudio y su representación espacial. Entonces se organizó la información en una matriz de datos en donde las columnas representan las variables y las filas son las unidades de análisis. Dada las diferentes magnitudes de los datos, todas las variables fueron estandarizadas antes de su procesamiento a valores entre 0 y 100, utilizando la siguiente expresión:

$$VT_i = \frac{VO_i}{V_{max}} * 100$$

Dónde:

VT_i: Es la variable i-ésima transformada

VO_i: Es la variable i-ésima original

V_{max}: Es el valor máximo de la variable entre todos los valores de las unidades de análisis.

TABLA 13. VARIABLES UTILIZADAS PARA EL CÁLCULO DE LOS COMPONENTES DEL WPI.

COMPONENTES	COD	VARIABLE
Recursos (R)	R1	Oferta disponible mínima para el año seco
	R2	Carga de DBO (ton/año)
	R3	Carga del DQO-DBO (Ton/año)
	R4	Carga de NT (Ton/año)
	R5	Carga de PT (Ton/año)
	R6	Carga de SST (Ton/año)
Accesos (A)	A1	Número de acueductos * ha/km ²
	A2	Número de alcantarillados * ha/km ²
	A3-A7	Distribución de agua: Volumen de agua distribuida por red, por bombeo, por gravedad, por pilas y por carrotanques (me/año)*ha/km ²
	A8	Cargo fijo usuario/mes
	A9	Tarifa consumo básico unitario/mes (\$/m ³)
	A10	Tarifa consumo complementario usuario/mes (\$/m ³)
	A11	Tarifa cargo por consumo suntuario usuario/mes (\$/m ³)
	A12	Costo medio de tasas ambientales -CMT(\$/m ³)
	A13	Cargo fijo vertimiento (usuario/mes)
	A14	Tarifa vertimiento básico (%/m ³)
A15	Tarifa vertimiento complementario (%/m ³)	
A16	Tarifa vertimiento suntuario (\$/m ³)	
Capacidad (C)	C1	Suscriptores totales
	C2	Suscriptores micromedidos
	C3	Suscriptores estrato 1
	C4	Suscriptores estrato 2

COMPONENTES	COD	VARIABLE
	C5	Suscriptores industriales
	C6	Suscriptores comerciales
	C7	Nivel educativo: % de establecimientos educativos
	C8	Danos por km de red de distribución * ha/km2
	C9	Número de sectores de servicio en la red * ha/km2
USO (U)	U1	Demanda doméstica rural
	U2	Demanda doméstica urbana
	U3	Demanda agrícola
	U4	Demanda energética
	U5	Demanda industrial
	U6	Demanda pecuaria
	U7	Demanda de servicios
Ambiente (E)	E1	Porcentaje de cobertura natural en toda la unidad de análisis
	E2	Porcentaje de áreas de la zona de inundación en la unidad de análisis
	E3	Porcentaje de cobertura natural en la zona de inundación potencial
	E4	Número de humedales

Las variables correspondientes a los componentes Recurso y Uso fueron obtenidas del Estudio Nacional del Agua (IDEAM, 2010). Las de los componentes Acceso (A) y Capacidad (C) se obtuvieron del Sistema único de Información de Servicios Públicos (SUI). Las variables del componente ambiente (E), fueron derivadas a partir del Mapa de cobertura de la Tierra Corine Land Cover 2007 para la Orinoquía y el mapa de Zonas Susceptibles a la Inundación producidos por el IDEAM.

Análisis de Componentes Principales para el Componente Recursos (R)

Se corrió el análisis para un número completo de 96 casos, representados por las unidades de análisis.

- Variables de entrada al análisis

R1: Oferta hídrica disponible mínima año seco (Mm³/año)

R2: Carga de DBO para el año medio (ton/año)

R3: Carga de DQO para el año medio (ton/año)

R4: Carga de NT para el año medio (ton/año)

R5: Carga de PT para el año medio (ton/año)

R6: Carga de SST para el año medio (ton/año)

- Resultados del análisis

La Tabla 14 presenta los componentes principales producidos para el Componente Recursos (R) con su respectivo porcentaje de varianza explicada.

TABLA 14. ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES PARA EL COMPONENTE RECURSOS (R)

Número de componentes Principales	Porcentaje de varianza explicada	Porcentaje de varianza acumulada
1	76.834	76.834
2	22.585	99.419
3	0.415	99.834
4	0.156	99.990
5	0.007	99.997
6	0.003	100.000

El procedimiento produjo 2 componentes principales que explican el 99.4% de la variabilidad en los datos originales. Por lo tanto se seleccionan solo los dos primeros componentes y se descartan los demás.

La Tabla 15 muestra los pesos o coeficientes de ponderación respectivos para cada variable dentro de cada componente principal con los cuales se pueden construir las ecuaciones lineales respectivamente para cada componente principal:

TABLA 15. PESOS O COEFICIENTES DE PONDERACIÓN DE LOS COMPONENTES PRINCIPALES PARA EL COMPONENTE RECURSOS (R).

Variable	Componente 1	Componente 2
R1	0.0996482	0.994939
R2	-0.436792	0.0464462
R3	-0.44864	0.0541855
R4	-0.445873	0.039894
R5	-0.449662	0.0377998
R6	-0.443854	0.0445236

- **CP1= -0.436792*R2 -0.44864*R3 -0.445873*R4 - 0.449662*R5 -0.443854*R6**

El primer componente explica el 76.8% de la variabilidad de los datos originales y está determinado principalmente por las variables de calidad (cargas contaminantes del agua), las cuales muestran pesos relativamente iguales y con signo negativo. El resultado anterior permite intuir que el componente 1 está interpretando el peso que la calidad de agua tiene en el Componente Recurso y dado sus signos negativos implica la disminución que la contaminación ejerce sobre la calidad del agua y por ende sobre el Recurso.

Para el componente CP2, se selecciona solo la variable R1, considerando su peso y así el componente principal 2 queda expresado como:

- $CP2 = 0.994939 * R2$

El componente 2 explica el 22.6% de la varianza y está dominado prácticamente por la oferta hídrica o cantidad de agua, permitiendo interpretar éste resultado, como el peso que la cantidad de agua ejerce sobre el recurso.

Finalmente el componente Recursos (R), queda definido como la suma ponderada de los 2 componentes principales, en donde los pesos o coeficientes de ponderación se establecen a partir de los porcentajes de varianza explicada para cada uno, expresados en forma decimal; la expresión define la ecuación para el cálculo del componente R:

$$R = \frac{v1 * CP1 + v2 * CP2}{(v1 + v2)}$$

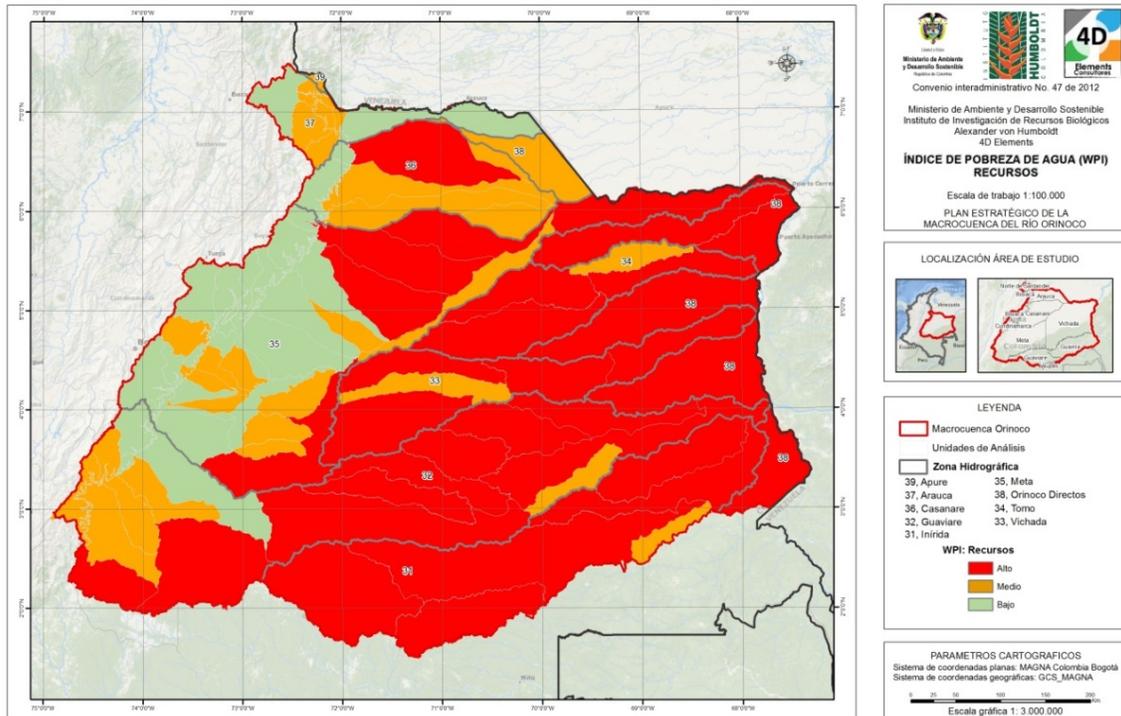
Dónde:

v1: Porcentaje de varianza del componente 1: 0.768

v2: Porcentaje de varianza del componente 2: 0.226

Los valores del componente recursos (R) obtenidos a partir de la ecuación anterior para cada unidad de análisis se presenta en el Mapa 13.

MAPA 13. DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DEL COMPONENTE RECURSOS (R)



Análisis de Componentes Principales para el Componente Acceso (A)

Igualmente se corrió un análisis PCA para las variables del Componente Acceso, con 96 casos representados por las unidades de análisis.

Variables de entrada al análisis

- A1: Número de acueductos* ha/km²
- A2: Número de alcantarillados* ha/km²
- A3: Volumen de agua distribuida por bombeo (m³/año)*ha/km²
- A4: Volumen de agua distribuida por gravedad (m³/año)*ha/km²
- A5: Volumen de agua distribuida en pilas públicas (m³/año)*ha/km²
- A6: Volumen de agua distribuida en carrotanques (m³/año)*ha/km²
- A7: Volumen de agua distribuida en red (m³/año)*ha/km²
- A8: Cargo Fijo usuario/mes
- A9: Tarifa Consumo Básico usuario/mes (\$/m³)
- A10: Tarifa Consumo Complementario usuario/mes (\$/m³)
- A11: Tarifa Cargo Por Consumo Suntuario usuario/mes (\$/m³)
- A12: Costo Medio de Tasas Ambientales –CMT (\$/m³)
- A13: Cargo Fijo Vertimiento (usuario/mes)
- A14: Tarifa Vertimiento Básico (\$/m³)
- A15: Tarifa Vertimiento Complementario (\$/m³)
- A16: Tarifa Vertimiento Suntuario (\$/m³)

- Resultados del análisis

La Tabla 16 presenta los componentes principales producidos con su respectivo porcentaje de varianza explicada.

TABLA 16. ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES PARA EL COMPONENTE ACCESO (A)

Número de Componente	Porcentaje de varianza explicada	Porcentaje de varianza acumulada
1	44.142	44.142
2	26.858	71.000

3	12.454	83.454
4	6.972	90.427
5	3.408	93.835
6	2.580	96.415
7	1.993	98.408
8	1.565	99.973
9	0.026	99.999
10	0.001	100.000
11	0.000	100.000
12	0.000	100.000

Para el caso del componente Acceso, el procedimiento produjo 5 componentes principales que explican el 93.8% de la variabilidad en los datos originales y se decide trabajar con este porcentaje de varianza y número de componentes principales como explicativo de Componente Acceso. La Tabla 17 muestra los pesos o coeficientes de ponderación para cada variable que compone cada uno de los 5 componentes principales seleccionados.

TABLA 17. PESOS O COEFICIENTES DE PONDERACIÓN DE LOS COMPONENTES PRINCIPALES PARA EL COMPONENTE ACCESO (A).

Variables	Componente 1	Componente 2	Componente 3	Componente 4	Componente 5
A3+A4+A5+A6+A7	0.15869	0.816739	0.00745586	0.155077	-0.00912908
A1	0.0563094	0.345929	0.00771639	0.0316363	-0.247579
A2	0.0551796	0.34128	0.00760455	0.0307175	-0.243841
A8	0.310197	-0.160208	-0.659417	0.599504	0.0105472
A9	0.459648	-0.0238471	-0.114844	-0.231267	0.0404478
A10	0.442051	-0.0247232	-0.112265	-0.271959	-0.0205555
A11	0.441954	-0.0237956	-0.11254	-0.272144	-0.0175077
A12	0.0209593	0.197348	-0.0353917	-0.105582	0.918734
A13	0.136086	-0.0364916	-0.0252981	-0.489814	-0.171726
A14	0.274958	-0.109233	0.299159	0.204997	0.0344604
A15	0.296549	-0.0926589	0.466448	0.245217	0.0302158
A16	0.296426	-0.0926802	0.46645	0.244689	0.0319925

A partir de la tabla anterior se seleccionan las variables con los mayores pesos en cada uno de los 5 componentes principales, los cuales se resaltan en amarillo. Se construyen entonces las siguientes ecuaciones lineales, respectivamente para cada componente:

- **CP1= 0.310197*A8 +0.459648*A9 + 0.442051*A10 + 0.441954*A11 + 0.274958*A14 +0.296549*A15 + 0.296426*A16.**

Este componente que explica el 44.1% de la varianza, está conformado por variables relacionadas con los cargos fijos y tarifas debidos al consumo de agua y tarifas por vertimientos.

- **CP2= 0.816739*(A3+A4+A5+A6+A7)+ 0.345929*A1 + 0.34128*A2**

El componente 2 que explica el 26.8 % de la varianza de la información, está conformado por las variables que representan la distribución del agua, incluyendo la existencia de acueductos y alcantarillados.

- **CP3: -0.659417*A8 + 0.299159* A14+ 0.466448* A15+ 0.46645*A16**

El componente 3 que explica 12.4 % de la varianza y queda representando principalmente por el cargo fijo de consumo de agua versus las tarifas de vertimientos; cabe anotar aquí que el peso de la variable A8: cargo fijo de consumo de agua/usuario, tiene más peso en éste componente que en el componente 1.

- **CP4: 0.599504*A8 - 0.489814*A13 (Costos fijos)**

El componente 4 que explica el 7% de la varianza está determinado por las variables de los cargos fijos tanto de consumo como de vertimiento los cuales son inversamente proporcionales.

- **CP5: 0.918734* A12**

El componente principal 5, explicando tan solo un 3.4% de la varianza, queda totalmente determinado por la variable A12, es decir por el costo medio de las tazas ambientales.

Finalmente, el componente Acceso (A), queda definido como la suma ponderada de los 5 componentes principales, en donde los pesos o coeficientes de ponderación se establecen a partir de los porcentajes de varianza explicada para cada uno, expresados en forma decimal; la expresión define la ecuación para el cálculo del componente A:

$$A = \frac{v1 * CP1 + v2 * CP2 + v3 * CP3 + v4 * CP4 + +v5 * CP5}{(v1 + v2 + v3 + v4 + v5)}$$

Dónde:

v1: Porcentaje de varianza del componente 1: 0.441

v2: Porcentaje de varianza del componente 2: 0.269

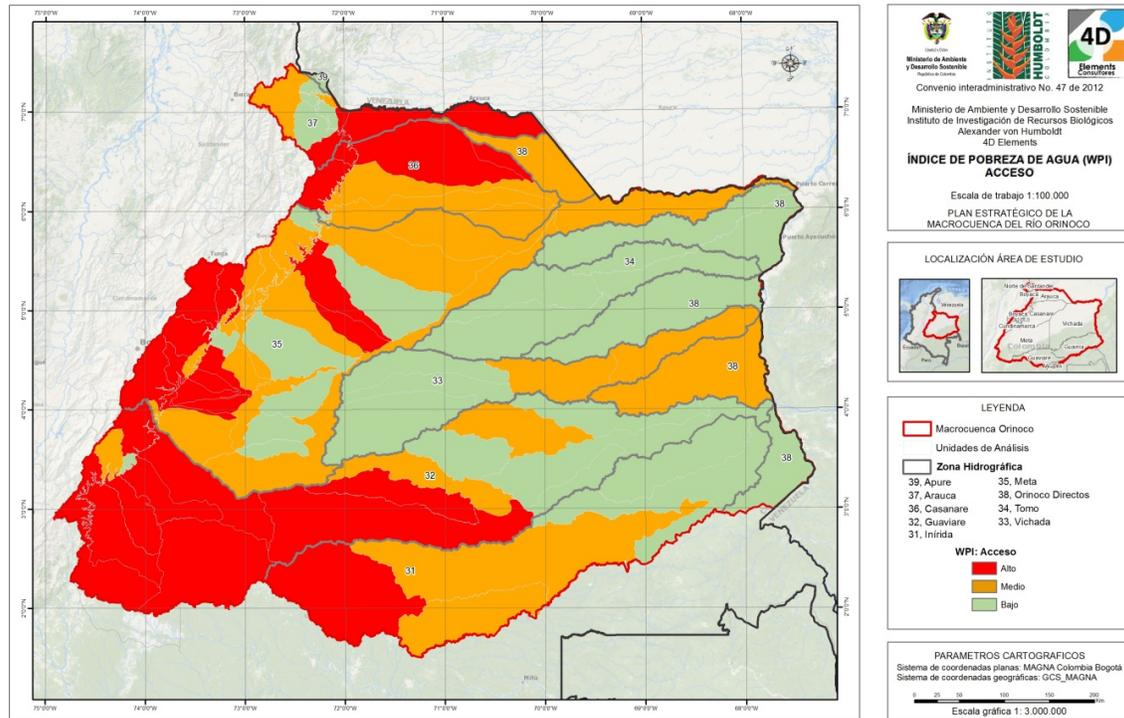
v3: Porcentaje de varianza del componente 3: 0.125

v4: Porcentaje de varianza del componente 4: 0.069

v5: Porcentaje de varianza del componente 2: 0.034

Los valores del componente Acceso (A) obtenidos a partir de la ecuación anterior para cada unidad de análisis se presenta el Mapa14 .

MAPA 14. DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DEL COMPONENTE ACCESO (A).



Análisis de Componentes Principales para el Componente Capacidad (C)

El análisis de PCA para las variables del Componente capacidad se corrió para los 96 casos. En este caso el análisis produjo 3 componentes principales que explican el 98.6 % de la varianza de la muestra de datos.

- Variables de entrada al análisis

C1: Número de Suscriptores totales (#)

C2: Número de Suscriptores micromedidos (#)

C3: Número de Suscriptores estrato 1 (#)

C4: Número de Suscriptores estrato 2 (#)

C5: Número de Suscriptores industriales (#)

C6: Número de Suscriptores comerciales (#)

- C7 Nivel educativo: % de establecimientos educativos (%)
- C8 Daños por Km de red de distribución por habitante/km2 (#)
- C9 Número de sectores de servicio en la red por habitante/km2 (#)

- Resultados del análisis

La Tabla 18 presenta los componentes principales producidos con su respectivo porcentaje de varianza explicada y en la Tabla 19 se presentan los pesos respectivos para cada variable dentro de cada componentes principal producido.

TABLA 18. ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES PARA EL COMPONENTE CAPACIDAD.

Número del componente	Porcentaje de varianza explicada	Porcentaje de Varianza Acumulada
1	65.352	65.352
2	29.376	94.729
3	3.846	98.575
4	0.899	99.474
5	0.388	99.861
6	0.133	99.994
7	0.004	99.998
8	0.002	100.000
9	0.000	100.000

TABLA 19. PESOS O COEFICIENTES DE PONDERACIÓN DE LOS COMPONENTES PRINCIPALES PARA EL COMPONENTE CAPACIDAD (C).

Variable	Componente 1	Componente 2	Componente 3
C1	0.332298	0.0573968	-0.265729
C2	0.330164	0.0568252	-0.297033
C3	0.343527	0.0594686	-0.108325
C4	0.332093	0.0573446	-0.27117
C5	0.401784	0.0417578	0.79077
C6	0.330902	0.0590597	-0.282861
C7	-0.125603	0.990433	0.0349809
C8	0.359236	0.0182296	0.0359653
C9	0.369486	0.0114327	0.219198

En la Tabla anterior, se resaltan las variables con los mayores pesos en cada componentes, las cuales se seleccionan para construir las ecuaciones lineales de cada componente principal, que se presentan a continuación:

$$\text{CP1} = 0.332298 \cdot \text{C1} + 0.330164 \cdot \text{C2} + 0.343527 \cdot \text{C3} + 0.332093 \cdot \text{C4} + 0.401784 \cdot \text{C5} + 0.330902 \cdot \text{C6} + 0.359236 \cdot \text{C8} + 0.369486 \cdot \text{C9}$$

El primer componente principal explicando el 65.4% de la varianza no le da un peso relevante a un número de variables específicas, sino que le da pesos proporcionales a 8 de las 9 variables, exceptuando la variable que representa el nivel educativo. Entonces se puede decir, que este componente está conformado por los suscriptores junto con las variables que representan el funcionamiento de la red de distribución, interpretándose como la capacidad que tienen los suscriptores para ejercer presión y gestionar el acceso al recurso.

➤ **CP2 = 0.990433*C7**

El segundo componente principal que explica el 29.4% queda conformado únicamente por la variable C7, que expresa el nivel educativo de la población.

➤ **CP3= 0.79077*C5**

El tercer componente principal que expresa el 3.8% queda conformado exclusivamente por la variable C5, que expresa los suscriptores industriales. Y puede interpretarse como el peso que estos suscriptores en particular tienen para ejercer presión y gestionar el acceso al recurso.

Finalmente el componente Capacidad, C, queda definido como la suma ponderada de los 3 componentes principales, en donde los pesos o coeficientes de ponderación se establecen a partir de los porcentajes de varianza explicada para cada uno, expresados en forma decimal; la expresión define la ecuación para el cálculo del componente C:

$$C = \frac{v1 * CP1 + v2 * CP2 + v3 * CP3}{(v1 + v2 + v3)}$$

Dónde:

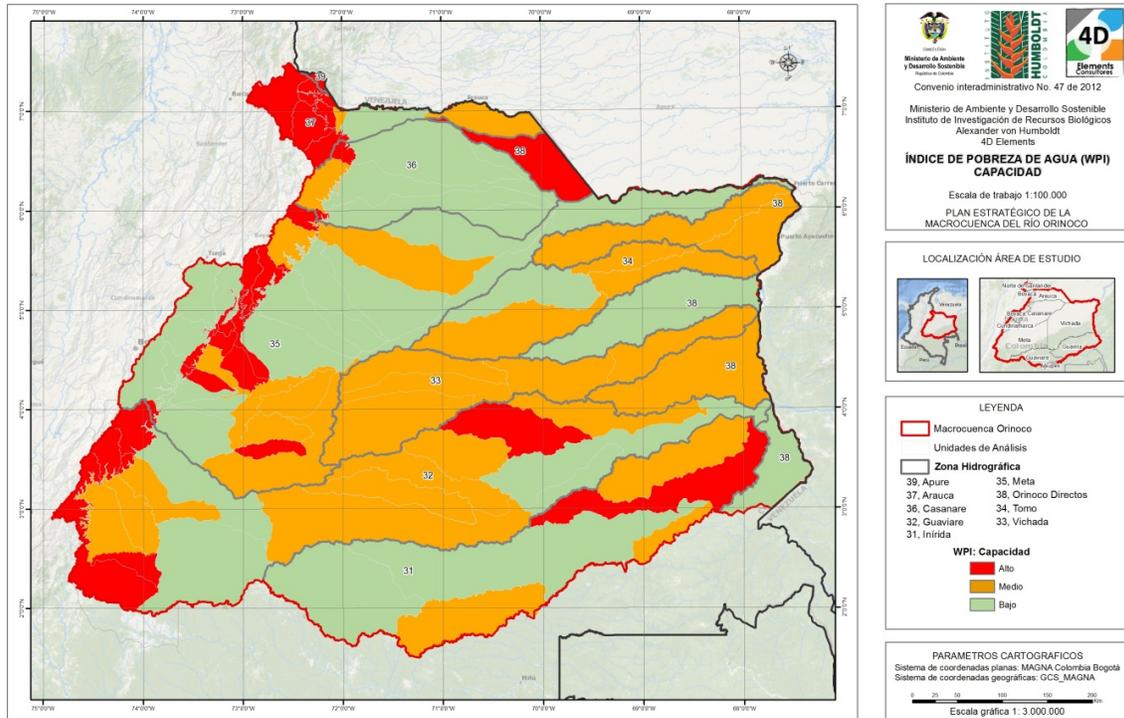
v1: Porcentaje de varianza del componente 1: 0.654

v2: Porcentaje de varianza del componente 2: 0.294

v3: Porcentaje de varianza del componente 3: 0.038

Los valores del componente Capacidad (C) obtenidos a partir de la ecuación anterior para cada unidad de análisis se presenta en el Mapa 15.

MAPA 15. DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DEL COMPONENTE CAPACIDAD (C)



Análisis de Componentes Principales para el Componente Uso (U)

- El análisis de PCA para las variables del Componente Uso se corrió igualmente para los 96 casos que representan las 96 unidades de análisis.
 - Variables de entrada al análisis
 - U1: Demanda doméstica rural
 - U2: Demanda doméstica urbana
 - U3: Demanda agrícola
 - U4: Demanda energética
 - U5: Demanda Industrial
 - U6: Demanda Pecuaría
 - U7: Demanda de Servicios.
 - Resultados del análisis
- El análisis produjo 3 componentes principales que explican el 92.7 % de la varianza de la muestra de datos. La Tabla 20 presenta los componentes principales producidos con su

respectivo porcentaje de varianza explicada y en la Tabla 21 se presentan los pesos respectivos para cada variable dentro de cada componentes principal producido.

TABLA 20. ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES PARA EL COMPONENTE USO

Número del Componente	Porcentaje de Varianza Explicada	Porcentaje Acumulativo
1	56.755	56.755
2	20.498	77.253
3	15.436	92.689
4	3.804	96.494
5	2.089	98.582
6	1.416	99.998
7	0.002	100.000

TABLA 21. PESOS O COEFICIENTES DE PONDERACIÓN DE LOS COMPONENTES PRINCIPALES PARA EL COMPONENTE USO (U).

Variable	Componente 1	Componente 2	Componente 3
U1	0.1379	0.221089	-0.560875
U2	0.45164	0.150135	0.155923
U3	0.306197	-0.551545	-0.232223
U4	0.158726	0.474952	-0.617444
U5	0.536339	0.150729	0.245159
U6	0.282803	-0.593923	-0.320715
U7	0.538904	0.152754	0.250963

La Tabla anterior muestra las variables con los mayores pesos para cada componente principal, las cuales se resaltan en amarillo. A partir de éstas se generan las ecuaciones lineales correspondientes a cada componente:

➤ **CP1= 0.45164*U2 +0.536339*U5 +0.538904*U7**

El primer componente explica el 56.8% de la variabilidad de los datos originales y muestra pesos sobresalientes para la demanda doméstica urbana, demanda industrial y demanda de servicios, lo que puede interpretarse como la demanda por usuarios concentrados en ciudades o zonas urbanas.

➤ **CP2= -0.551545*U3+ 0.474952*U4 -0.593923*U6**

El componente 2, que explica el 20.5% de la varianza está dominado por la demanda pecuaria, demanda agrícola y demanda energética y se interpreta como la demanda debida a grandes usuarios rurales.

➤ **CP3= -0.560875*U1**

En el componente 3 que explica el 15.4% de la varianza, queda conformado por la demanda doméstica rural exclusivamente y por lo tanto se interpreta como la demanda de pequeños usuarios rurales.

Finalmente el componente Uso U, queda definido como la suma ponderada de los 3 componentes principales anteriores cuyos pesos o coeficientes de ponderación están dados por sus respectivos porcentajes de varianza; la siguiente expresión describe la ecuación para el cálculo del Componente U:

$$U = \frac{v1 * CP1 + v2 * CP2 + v3 * CP3}{(v1 + v2 + v3)}$$

Dónde:

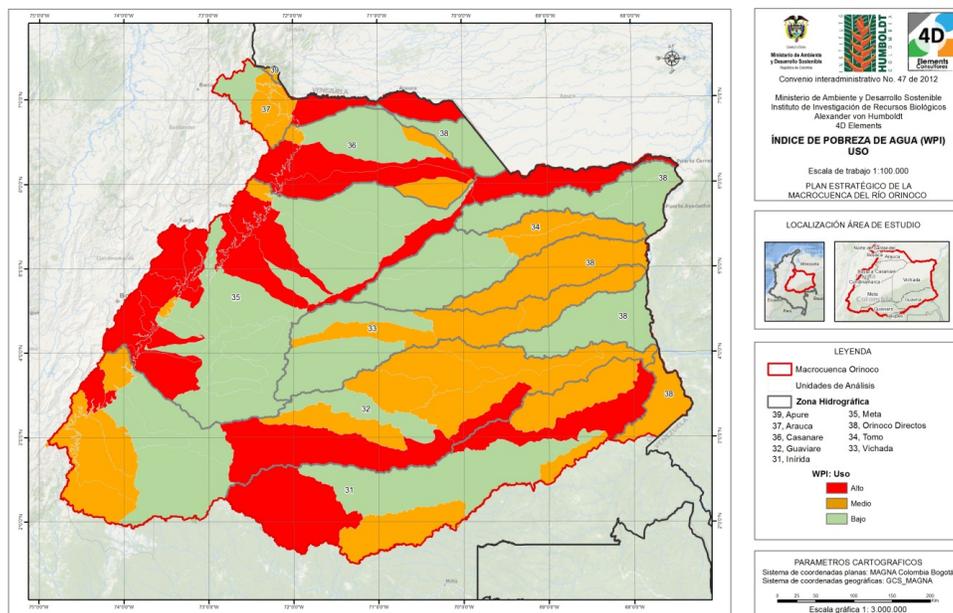
v1: Porcentaje de varianza del componente 1: 0.568

v2: Porcentaje de varianza del componente 2: 0.205

v3: Porcentaje de varianza del componente 3: 0.154

Los valores del componente Uso (U) obtenidos a partir de la ecuación para cada unidad de análisis se presenta el Mapa 16.

MAPA 16. DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DEL COMPONENTE USO (U)



Análisis de Componentes Principales para el Componente Ambiente (E)

Para los mismos 96 casos representados por las unidades de análisis de este estudio, se corre un PCA con las variables correspondientes al componente Ambiente.

- Variables de entrada al análisis

E1: Porcentaje de Cobertura natural en toda la Unidad de Análisis

E2: Porcentaje de áreas de zona de inundación en la Unidad de análisis

E3: Porcentaje de Cobertura natural en la zona de inundación

E4: Numero de humedales en la Unidad de Análisis (lagunas, ciénagas)

- Resultados del análisis

Este análisis produjo 3 componentes principales que explican el 93.6% de la varianza de la muestra de datos. La Tabla 22 presenta los componentes principales producidos con su respectivo porcentaje de varianza explicada y en la Tabla 23 se presentan los pesos respectivos para cada variable dentro de cada componentes principal producido.

TABLA 22. ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES PARA EL COMPONENTE AMBIENTE

Número del componente	Porcentaje de varianza explicada	Porcentaje de varianza acumulada
1	48.991	48.991
2	30.900	79.891
3	13.730	93.621
4	6.379	100.000

TABLA 23. PESOS O COEFICIENTES DE PONDERACIÓN DE LOS COMPONENTES PRINCIPALES PARA EL COMPONENTE USO (U).

Variable	Componente	Componente	Componente
E1	0.538991	-0.269106	0.787521
E2	-0.131036	0.906489	0.376481
E3	0.820287	0.324819	-0.413205
E4	0.139455	-0.0187576	-0.259488

La Tabla 23 presenta las variables con los mayores pesos en cada componente principal, resaltadas en amarillo, éstas variables se seleccionan para construir las ecuaciones lineales para cada componente, presentadas a continuación:

Así cada componente queda explicado por las siguientes ecuaciones lineales:

➤ **CP1= 0.820287*E3 + 0.538991*E1**

Este primer componente explica el 48.9% de la variabilidad de los datos originales y está dominado por las variables de cobertura vegetal en la zona de inundación y en toda la unidad de análisis, es decir está mostrando la importancia de la cobertura vegetal en primer lugar en la zona de inundación y en segundo en toda la unidad de análisis como protectoras del sistema.

➤ **CP2= 0.906489* E2**

El segundo componente principal que explica el 30.9% de la variabilidad está dominado por el porcentaje de zona de inundación en toda la unidad evidenciando la importancia de esta zona para la salud de los ecosistemas de la cuenca (unidad de análisis)

$$\text{➤ CP3} = 0.787521 * \text{E1} - 0.413205 * \text{E3}$$

El tercer componente que explica el 13.7% el número de sistemas ecológicos de aguadulce priorizados.

Finalmente el componente Ambiente E, queda definido como una suma ponderada en función de los 3 componentes principales y los porcentajes de varianza, mediante la siguiente expresión:

$$E = \frac{v1 * CP1 + v2 * CP2 + v3 * CP3}{(v1 + v2 + v3)}$$

Dónde:

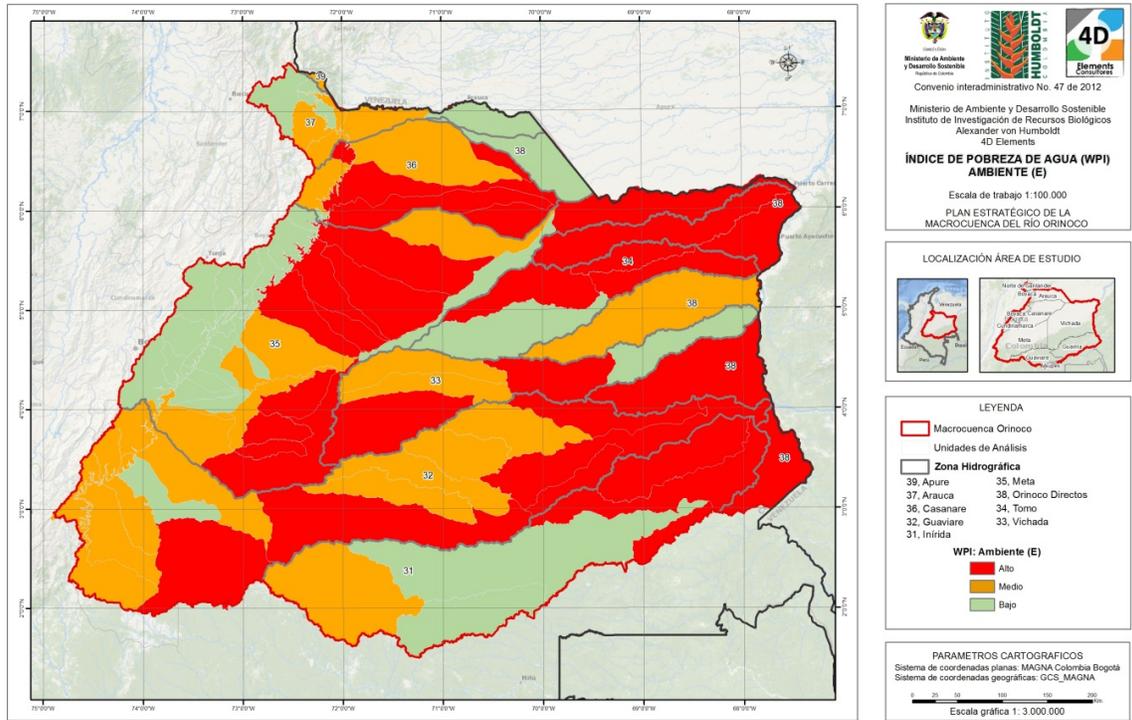
v1: Porcentaje de varianza del componente 1: 0.489

v2: Porcentaje de varianza del componente 2: 0.309

v3: Porcentaje de varianza del componente 3: 0.137

Los valores del componente Ambiente (E) obtenidos a partir de la ecuación para cada unidad de análisis se presenta en el Mapa 17.

MAPA 17. DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DEL COMPONENTE AMBIENTE (E)



2.2.1.2.4. Cálculo del Índice – WPI (WATER POVERTY INDEX)

Para el cálculo del índice WPI se aplica el mismo procedimiento utilizado para el cálculo de cada uno de los 5 componentes (R, A, C, U, E), es decir se aplica un PCA utilizando como variables de entrada los resultados obtenidos para cada uno de los 5 componentes en las 96 unidades de análisis, a continuación se describen los resultados obtenidos.

Análisis de Componentes Principales para el WPI

- Variables de entrada al análisis
- R: Componente Recursos
- U: Componente Uso
- A: Componente Acceso
- C: Componente Capacidad
- E: Componente Ambiente
- Resultados del análisis

E análisis de componentes principales aplicado a las variables (5 componentes) que definen el WPI

produjo 4 componentes principales que explican el 98.4% de la varianza de la muestra de datos. La tabla 24 presenta los componentes principales producidos con su respectivo porcentajes de varianza explicada y en la tabla 25 se presentan los pesos respectivos para cada variable dentro de cada componentes principal producido.

TABLA 24. ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES PARA EL WPI

Número del componente	Porcentaje de varianza	Varianza acumulada
1	45.141	45.14
2	21.858	66.99
3	19.774	86.77
4	11.626	98.39
5	1.603	100.00

TABLA 25. PESOS O COEFICIENTES DE PONDERACIÓN DE LOS COMPONENTES PRINCIPALES PARA EL WPI.

Variable	Componente 1	Componente 2	Componente 3	Componente 4
R	0.609495	0.644932	0.131121	-0.015134
A	-0.571972	0.425522	0.447726	-0.539488
C	-0.235252	0.192898	0.495195	0.810193
U	-0.306497	-0.315879	-0.0228194	0.0842778
E	0.389975	-0.515757	0.732537	-0.212622

La tabla anterior presenta las variables con mayor peso para cada componente principal, las cuales se resaltan en amarillo, y son utilizadas para generar las ecuaciones lineales para cada uno de los 3 componentes, las cuales se presentan a continuación:

➤ **CP1= 0.609495*R - 0.571972*A**

El primer componente principal explica el 45.1% de la variabilidad de los datos originales y está dominado por las variables Recurso y Acceso, relacionada inversamente proporcional,

➤ **CP2= 0.644932*R + 0.425522*A – 0.515757*E**

El Segundo componente principal explica el 21.9% de la variabilidad y está dominado igualmente por las variables Recurso y Acceso y la variable Ambiente con una relación inversamente proporcional.

➤ **CP3= 0.447726*A + 0.495195*C+ 0.732537*E**

El tercer componente principal que explica el 19.8%, está dominado por las variables Acceso, Capacidad y Ambiente

➤ **CP4= 0.810193*C**

El cuarto componente principal explicando el 11.6% de la variabilidad, está representado exclusivamente por la variable capacidad.

Finalmente el índice WPI se calcula como una suma ponderada en función de los 4 componentes principales arriba descritos, cuyos coeficientes de ponderación son sus respectivos porcentajes de varianza explicada; la siguiente expresión matemática establece la ecuación para el cálculo del WPI:

$$WPI = \frac{v1 * CP1 + v2 * CP2 + v3 * CP3 + v4 * CP4}{(v1 + v2 + v3 + v4)}$$

Dónde:

v1: Porcentaje de varianza del componente 1: 0.451

v2: Porcentaje de varianza del componente 2: 0.218

v3: Porcentaje de varianza del componente 2: 0.197

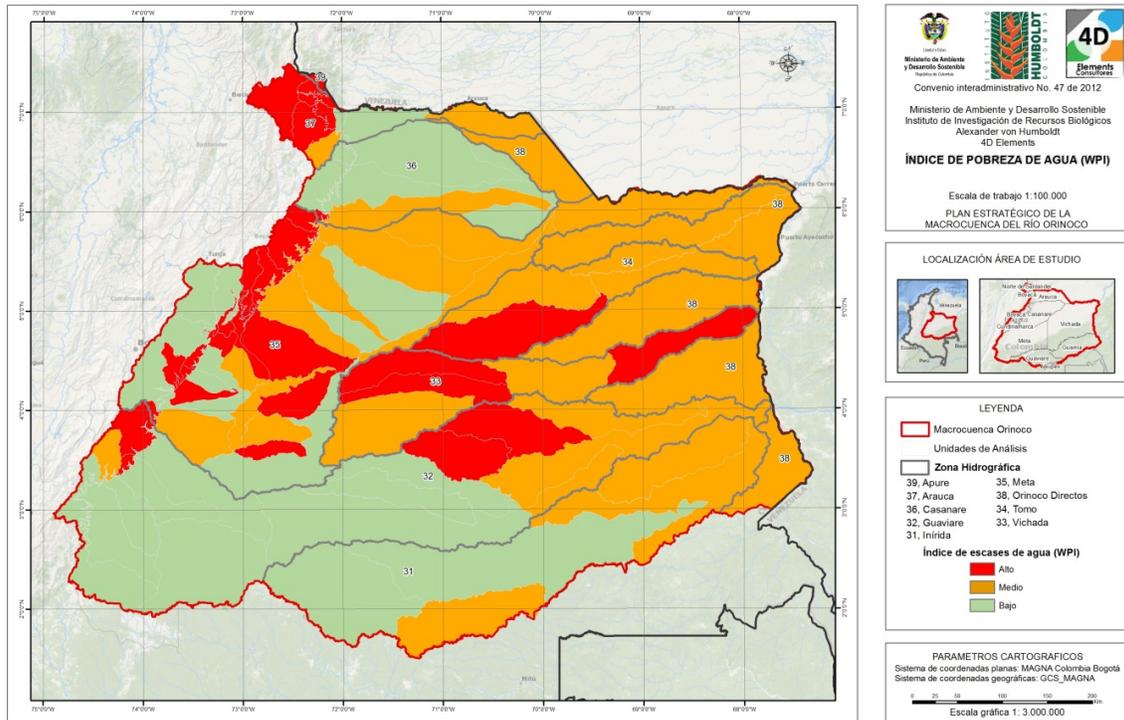
v4: Porcentaje de varianza del componente 2: 0.116

Los valores del índice WPI obtenidos a partir de la ecuación anterior para cada unidad de análisis se presenta en la Tabla 26, en la columna “WPI”, dada la naturaleza de los datos de entreda la ecuación produjo valores negativos, los cuales indican las condiciones más críticas; para estandarizar estos valores los datos obtenidos se transforman a valores en el rango de 0 a 100 y se presentan en la columna “WPI_t”. Luego se establecen 3 rangos y clases cualitativas para clasificarlos, cuyos límites están definidos por la media \pm 0.5 * la desviación estándar, éstos presentan el Mapa 18.

TABLA 26. RANGOS Y CLASES CUALITATIVAS PARA EL WPI EN LA MACROCUENCA DEL RÍO ORINOCO.

Clase	Rango
Alta Pobreza de Agua	0 - 24
Moderada Pobreza de Agua	24 - 34
Baja Pobreza de Agua	34 - 100

MAPA 18. DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DEL ÍNDICE DE POBREZA DEL AGUA (WPI)



2.2.2. Caracterización de Iniciativas Sectoriales

Este capítulo presenta información sobre los principales proyectos, actuales y previstos, de infraestructura de transporte, hidrocarburos, minería y energía eléctrica. Su objeto es brindar un diagnóstico sobre estas iniciativas a nivel regional, y desde una perspectiva relacionada principalmente con el recurso hídrico.

2.2.2.1. Metodología

Con el fin de recopilar toda la información posible acerca de los principales proyectos actuales y previstos de infraestructura de transporte, hidrocarburos, minería y energía eléctrica en la macrocuenca del Orinoco, se hicieron consultas de información secundaria a través de internet, bibliotecas particulares y de la información enviada por diferentes entidades del Estado en respuesta a los derechos de petición diligenciados por el Instituto Alexander von Humboldt.

Una vez recopilada la mayor parte de la información secundaria, se elaboró una base de datos con información técnica, geográfica y política de cada iniciativa o proyecto. Durante la elaboración de dicha base, se evidenciaron problemas con respecto a la información encontrada. Hubo casos en que se encontraba información de diferentes entidades respecto a un mismo proyecto pero esta difería en valor del proyecto y ubicación geográfica por ejemplo. En muchos casos no se encontró

ningún tipo de información o información básica que no fue suficiente para efectos de este estudio.

La búsqueda de información para los megaproyectos de infraestructura de transporte se hizo principalmente en las páginas del Instituto Nacional de Vías (INVIAS), de la Agencia Nacional de Infraestructura (ANI), de la Iniciativa para la Integración de la Infraestructura Regional Suramericana (IIRSA), del Ministerio de Transporte, del Departamento Nacional de Planeación (DNP), del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), y del Banco Mundial (BM), entre otras. La información de los megaproyectos de infraestructura identificados en la macrocuenca del río Orinoco se sistematizó en una base de datos en Excel con los siguientes campos:

- Iniciativa que corresponde al nombre del proyecto.
- Programa al instrumento de planificación en el marco en que se desarrolla cada proyecto.
- Descripción principales objetivos y características de los proyectos.
- Área de Influencia/Extensión se refiere al área total de los proyectos en hectáreas.
- Empresas Involucradas se refiere a terceros que hayan participado en la planeación o ejecución de los proyectos.
- Costo inversión total de los proyectos para todas sus fases.
- Fuentes de Financiación origen de los recursos económicos para todas las fases de los proyectos.
- Departamentos en el/los cual(es) se ubica el proyecto.
- Municipios donde se ubica el proyecto.
- Unidades de Análisis en la cual se ubica el proyecto.
- Estado de avance de las obras.
- Fuente origen de la información sobre cada proyecto.

Para el caso de las hidroeléctricas, oleoductos, poliductos y gasoductos la base de datos contiene un campo adicional de capacidad (en MW o KBPD) que se refiere a la capacidad de transporte de crudo o generación de energía correspondiente a cada proyecto. Para proyectos de energía eléctrica se consultaron principalmente las páginas web de IIRSA, de la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME) y del DNP.

En cuanto a minería, la información se recopiló básicamente del Catastro Minero Colombiano (CMC) adscrito al Sistema de Información Minero Colombiano (SIMCO), de la Agencia Nacional de Minería (ANM) y para temas de licencias ambientales, de la Agencia Nacional de Licencias

Ambientales (ANLA). La información de los títulos mineros identificados en la macrocuenca del río Orinoco se sistematizó en una base de datos en Excel con los siguientes campos:

- Expediente que corresponde al número de identificación asignado en el registro Minero Nacional.
- Fecha de inscripción en el Registro Minero Nacional (RMN).
- Modalidad del título que puede ser Contrato de Concesión (L685) según la Ley 685 de 2001 (Código de Minas), Licencia de Exploración, Autorización Temporal, Licencia Especial para Comunidades, Licencia Especial de Materiales de Construcción, Reconocimiento de Propiedad Privada, Contrato de Concesión (D2655) según el Decreto 2655 de 1988 (Código de Minas) o Zonas Especiales.
- Duración total del título en meses.
- Área otorgada en metros cuadrados por ser la unidad que se presenta en los expedientes, pero luego será convertida en hectáreas y /o kilómetros cuadrados.
- Estado Jurídico actual del título que puede ser vigente o terminado.
- Titular(es) que corresponde a la(s) personas naturales beneficiarias.
- Razón social que corresponde a la(s) personas jurídicas beneficiarias.
- Información Minerales se refiere a los minerales para los cuales se concedió el título.
- Departamento(s) en el/los cual(es) se ubica el título.
- Municipio(s) donde se ubica el lote titulado.
- Unidad(es) de Análisis en la cual se ubica el lote titulado.

De acuerdo a los 131 tipos de minerales o minerales principales incluidos en los títulos mineros y para clasificarlos, se conformaron 6 grupos tal como se presenta en la tabla 27.

TABLA 27- DISTRIBUCIÓN DE TÍTULOS MINEROS EN LA MACROCUECA DEL ORINOCO SEGÚN LOS MINERALES CONCEDIDOS PARA EXTRACCIÓN.

Grupo	Minerales según Expediente
Materiales de construcción	Agregados pétreos
	Arcilla
	Arcilla / Arenas industriales
	Arcilla / Caliza
	Arcilla / Demás concesibles
	Arcilla / Mármol / Asociados / Demás concesibles
	Arcilla / Rocas / Demás concesibles

Grupo	Minerales según Expediente
	Arena
	Arena / Arcilla / Materiales de construcción
	Arena / Demás concesibles
	Arena / Grava / Agregado / Materiales de construcción
	Arena / Grava / Gravilla
	Arena / Grava / Material de arrastre
	Arena / Grava / Piedra
	Arena / Gravas naturales
	Arena / Gravas naturales / Conglomerado/ Recebo / Areniscas/ Rocas
	Arena / Gravilla
	Arena / Gravilla / Materiales de construcción
	Arena / Recebo
	Arena silícea
	Arena silícea / Arena de pepa
	Arenas arcillosas / Demás concesibles
	Arenas y gravas naturales y silíceas / Demás concesibles
	Arenas y gravas naturales y silíceas / Gravas naturales / Materiales de construcción
	Arenas y gravas silíceas
	Arenas y gravas silíceas / Arena silícea
	Arenas y gravas silíceas / Arena silícea / Demás concesibles
	Arenas y gravas silíceas / Arenas industriales / Arena silícea / Arcilla / Arena / Grava / Materiales de Construcción
	Arenas y gravas silíceas / Demás concesibles
	Areniscas
	Asfaltita / Demás concesibles
	Asfalto natural o asfaltitas / Materiales de construcción
	Asfalto natural o asfaltitas / Recebo / Grava / Arena / Areniscas / Conglomerado / Rocas / Cantos rodados
	Caliza
	Caliza / Demás concesibles
	Caliza / Dolomita
	Caliza / Dolomita / Mineral metálico / Demás concesibles
	Caliza / Esmeralda / Mármol / Rocas / Demás concesibles
	Caliza / Mármol
	Caliza / Rocas / Demás concesibles
	Caliza dolomítica
	Caliza triturada o molida / Carbón mineral triturado o molido
	Granito / Demás concesibles
	Grava / Demás concesibles
	Gravas naturales
	Gravas naturales / Arenas industriales (MIG) / Materiales de construcción
	Mármol
	Mármol y otras rocas metamórficas / Rocas o piedras calizas de talla y de construcción / Demás concesibles
	Mármol y travertino en bruto / Caliza triturada o molida / Mármol / Rocas / Demás concesibles
	Material de arrastre
	Material de arrastre / Demás concesibles
	Material de arrastre / Material de cantera
	Materiales de construcción
	Materiales de construcción / Asociados
	Materiales de construcción / Calcita / Demás concesibles
	Materiales de construcción / Caliza / Demás concesibles
	Materiales de construcción / Demás Concesibles
	Materiales de construcción / Material de arrastre

Grupo	Minerales según Expediente
	Materiales de construcción / Material de arrastre / Demás concesibles
	Materiales pétreos
	Recebo
	Roca o piedra caliza en bruto / Demás concesibles
	Yeso
	Yeso / Asociados
	Yeso / Demás concesibles
Carbón	Carbón
	Carbón / Demás concesibles
	Carbón / Esmeralda / Demás concesibles
	Carbón / Materiales de construcción
	Carbón coquizable o metalúrgico / Carbón térmico
	Carbón coquizable o metalúrgico / Carbón térmico / Carbón mineral triturado o molido / Minerales y concentrados de hierro (excepto piritas de hierro tostadas) / Demás concesibles
	Carbón coquizable o metalúrgico / Carbón térmico / Demás concesibles
	Carbón coquizable o metalúrgico / Demás concesibles
	Carbón mineral triturado o molido
	Carbón mineral triturado o molido / Demás concesibles
Carbón/ Material de arrastre / Materiales de construcción / Minerales de cobre y plomo	
Esmeraldas	Esmeralda
	Esmeralda / Caliza
	Esmeralda / Demás concesibles
	Esmeralda / Mármol
	Esmeralda / Mármol / Demás concesibles
	Esmeralda / Mármol / Piedras preciosas / Demás concesibles
	Esmeralda / Mineral de plomo / Asociados / Demás concesibles
	Esmeralda / Piedras preciosas / Demás concesibles
	Esmeraldas en bruto, sin labrar o simplemente aserradas o desbastadas / Demás concesibles
Esmeraldas sin tallar	
Minerales industriales	Aluminio / Demás concesibles
	Arcilla / Arenas industriales
	Arenas industriales (MIG) / Demás concesibles
	Arenas negras
	Barita / Demás concesibles
	Barita / Esmeralda / Galena / Hierro / Demás concesibles
	Carbonato de calcio
	Cuarzo
	Cuarzo / Demás concesibles
	Feldespato
	Mineral de manganeso / Demás concesibles
	Mineral de plomo / Asociados
	Mineral de plomo / Demás concesibles
	Minerales de bario / Demás concesibles
	Minerales de titanio y sus concentrados (rutilo y similares) / Demás concesibles
	Roca coralina
	Roca fosfórica
	Roca fosfórica / Demás concesibles
	Roca Fosfórica / Recebo / Grava
	Sal
	Sulfuros polimetálicos / Cobre
	Titanio / Demás concesibles
Metales preciosos	Cobre / Asociados / Demás concesibles
	Mineral de cobre / Asociados / Demás concesibles
	Mineral de cobre / Demás concesibles
	Minerales de cobre, hierro, plata, zinc, manganeso, plomo, níquel / Oro / Platino / Asociados

Grupo	Minerales según Expediente
	Minerales de cobre, plata, zinc, molibdeno / Oro / Platino / Asociados
	Minerales de cobre, plata, zinc, molibdeno, plomo / Oro / Platino / Asociados
	Minerales de cobre, uranio / Asociados / Demás concesibles
	Minerales de cobre, uranio y sus concentrados / Demás concesibles
	Minerales de cobre, zinc, plomo / Caliza / Asociados
	Oro / Asociados / Demás concesibles
	Oro / Demás concesibles
	Oro / Plata / Asociados / Demás concesibles
	Oro / Plata / Cobre
	Oro / Plata / Demás concesibles
Minerales de hierro	Sulfuros polimetálicos / Cobre
	Hierro
	Hierro / Demás concesibles
	Mineral de hierro
	Mineral de hierro / Asociados
	Mineral de hierro / Asociados / Demás concesibles
	Mineral de hierro / Demás concesibles
	Mineral de Hierro / Yeso / Demás concesibles
Minerales de hierro	

Para bloques de hidrocarburos e infraestructura petrolera se consultaron principalmente el Mapa de Tierras de la Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH), las páginas web del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, de Ecopetrol, de las Corporaciones Autónomas Regionales de la zona y se consultó también la información suministrada por la ANLA acerca de licencias ambientales. La información de los bloques de hidrocarburos identificados en la macrocuenca del río Orinoco se sistematizó en una base de datos en Excel con los siguientes campos:

- ID número asignado al bloque.
- Contrato es el nombre del contrato suscrito para el bloque correspondiente.
- Estado se refiere al estado de avance del contrato.
- Tipo de Área se refiere a uno de los niveles de actividad de hidrocarburos en la que pueda encontrarse el área: exploración, evaluación técnica, producción/explotación, disponibles o reservadas.
- Área (Ha) extensión total del bloque.
- Fecha de Firma de Contrato
- Empresa Operadora empresa que opera el bloque según la concesión.
- Departamento(s) en el/los cual(es) se ubica el bloque.
- Municipio(s) donde se ubica el bloque.

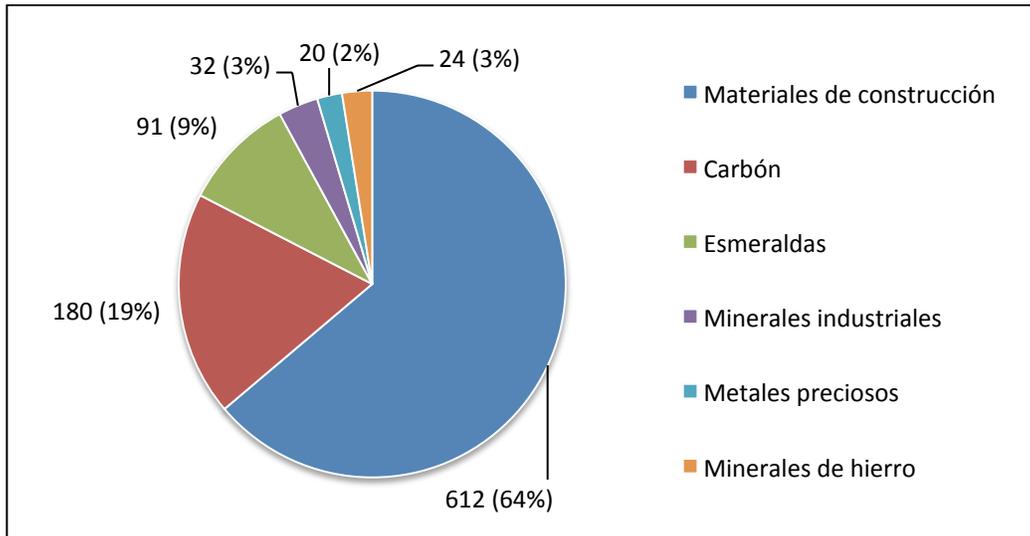
- Unidad(es) de Análisis en la cual se ubica el bloque.

2.2.2.2. Minería

2.2.2.2.1. Títulos Mineros

Según la información sistematizada a partir del Catastro Minero Colombiano (CMC) en la Orinoquia existen 959 títulos mineros otorgados por las autoridades mineras entre 1990 y 2010, los cuales abarcan una extensión de 280.024 hectáreas, menos del 1% de la macrocuenca. La mayor parte de ellos (859) son títulos vigentes, los 100 restantes son reportados por el CMC como títulos terminados. De acuerdo a los minerales para cuya extracción fueron concedidos, estos se distribuyen de manera general en seis (6) grandes grupos tal como se presenta en la Figura 14.

FIGURA 14. DISTRIBUCIÓN DE TÍTULOS MINEROS EN LA MACROCUECA DEL ORINOCO SEGÚN LOS GRUPOS MINERALES PARA LOS CUALES FUERON CONCEDIDOS.



Teniendo en cuenta las modalidades de los títulos, estos se distribuyen tal como se muestra en la tabla 28.

TABLA 28- NÚMERO DE TÍTULOS MINEROS POR MODALIDAD EN LA MACROCUECNA DEL ORINOCO.

Modalidad	# títulos			%
	vigentes	terminados	total	
Autorización temporal	71	24	95	10%
Contrato de concesión (D 2655) ¹	103	4	107	11%
Contrato de concesión (L 685) ²	598	62	660	69%
Contrato en Virtud de Aporte	19	2	21	2%
Licencia de Exploración	21	2	23	2%
Licencia de Explotación	34	4	38	4%
Licencia Especial de Materiales de Construcción	11	2	13	1%
Registro Minero de Canteras	1	0	1	0%
Solicitud de Legalización	1	0	1	0%
TOTAL	859	100	959	100%

Los títulos se encuentran en 66 de las 96 unidades de análisis, principalmente en los departamentos de Boyacá, Casanare, Cundinamarca, Meta y Norte de Santander (Mapa 19). La ubicación y extensión de los títulos respecto a las unidades de análisis se presenta en la tabla 29.

TABLA 29- EXTENSIÓN DE TÍTULOS MINEROS EN LAS UNIDADES DE ANÁLISIS DE LA MACROCUECNA DEL ORINOCO.

ID	UA_Ajust	Ha_Total	Ha_Min	%_Min
75	Zona alta del Río Banadía y otros Directos al Río Arauca	7.910	4.666	59%
14	Chivor	5.069	1.150	23%
47	Río Guayuriba	47.937	10.800	23%
96	Río Cobugón - Río Cobaría	55.508	12.335	22%
78	Río Margua	22.217	4.344	20%
1	Zona alta del Río Chitaga	244.236	45.206	19%
3	Zona alta del Chivor	246.261	38.257	16%
12	Zona alta del Embalse del Guavio	170.604	21.425	13%
43	Río Guatiquía	101.026	11.313	11%
88	Río Tunjita	37.009	3.182	9%
82	Río Upía	87.718	7.299	8%
11	Zona alta del Río Guacavía	14.781	1.093	7%
74	Zona alta del Río Cobugón - Río Cobaría	156.084	9.685	6%
10	Zona alta del Río Humea	31.232	1.718	6%
89	Zona alta del Río Tunjita	157.228	8.436	5%
76	Zona alta del Río Upía	99.414	3.527	4%
46	Embalse del Guavio	58.914	2.045	3%
85	Zona alta del Río Margua	53.444	1.458	3%
13	Zona alta del Río Guayuriba	273.337	7.458	3%
84	Río Bojabá	25.611	654	3%
69	Río Negro	91.870	2.176	2%
44	Río Humea	111.328	2.539	2%
19	Río Guarrojo	365.850	8.126	2%

¹ En los términos del Código Minero - Decreto 2655 de 1988.

² En los términos del Código Minero - Ley 685 de 2001.

ID	UA_Ajust	Ha_Total	Ha_Min	%_Min
91	Río Metica (Guamal - Humadea)	364.574	6.084	2%
83	Río Banadía y otros Directos al Río Arauca	241.240	3.821	2%
87	Río Cusiana	395.894	5.693	1%
5	Zona alta del Río Cravo Norte	48.382	591	1%
17	Directos Río Arauca	295.261	3.511	1%
7	Zona alta del Río Pauto	72.650	863	1%
42	Río Yucao	244.035	2.843	1%
73	Río Ariari	620.827	5.798	1%
93	Río Guejar	304.643	2.821	1%
40	Río Cravo Sur	329.902	2.940	1%
77	Zona alta del Río Cusiana	108.654	958	1%
4	Zona alta del Río Casanare	182.780	1.587	1%
61	R._Inírida_(mi),_hasta_bocas_Caño_Bocón,_y_R._Las_Viñas	802.204	6.015	1%
81	Río Túa	501.426	3.521	1%
35	Alto Vichada	807.252	5.451	1%
71	Zona alta del Río Metica (Guamal - Humadea)	19.802	107	1%
48	Directos Río Metica (md)	197.510	989	1%
90	Zona alta del Río Ariari	188.159	751	0%
53	Caño Cumaral	111.312	396	0%
22	Río Cravo Norte	820.643	2.798	0%
31	Río Elvita	557.877	1.583	0%
58	Alto Guaviare	1.031.340	2.734	0%
8	Zona alta del Río Cravo Sur	191.634	417	0%
25	Río Pauto	719.589	1.562	0%
34	Directos Vichada Medio	500.523	1.006	0%
23	Río Ariporo	512.189	929	0%
32	Alto Río Tomo	805.465	988	0%
49	Directos al Río Meta	124.098	150	0%
54	Río Manacacías	699.053	809	0%
18	Río Muco	446.266	457	0%
55	Río Iteviare	486.956	472	0%
63	Medio Guaviare	1.377.750	946	0%
33	Caño Guanápalo y otros directos al Meta	624.709	402	0%
29	Río Vita	823.572	405	0%
26	Directos al Río Meta (md)	346.663	118	0%
64	Río Inírida Alto	1.178.485	324	0%
24	Directos Bajo Meta	635.928	164	0%
16	Directos Orinoco	419.356	90	0%
9	Zona alta del Río Guatiquía	76.258	7	0%
80	Río Guape	255.550	15	0%
30	Río Tuparro	1.155.853	17	0%
39	Bajo Río Uvá	542.359	1	0%
56	Bajo Guaviare	891.209	1	0%
50	Alto Río Uvá	443.794	0	0%
27	Bajo Río Tomo	410.177	0	0%
36	Bajo Vichada	501.305	0	0%
15	Caño Aguaclarita	248.296	0	0%
59	Caño Bocón	698.426	0	0%
38	Caño Chupabe	483.809	0	0%

ID	UA_Ajust	Ha_Total	Ha_Min	%_Min
28	Caño Lioni o Terecay	256.596	0	0%
37	Caño Matavén	1.051.440	0	0%
60	Caño Minisiare	234.581	0	0%
68	Caño Nabuquén	173.718	0	0%
66	Caño Samuco	99.995	0	0%
41	Directos al Meta (mi)	164.561	0	0%
67	Directos al Río Meta (mi)	546.113	0	0%
51	Directos Río Atabapo (mi)	464.284	0	0%
21	Río Casanare	481.583	0	0%
20	Río Cinaruco y Directos Río Orinoco	459.972	0	0%
45	Río Guacavía	71.739	0	0%
79	Río Guayabero	456.554	0	0%
62	Río Inírida Medio	1.845.735	0	0%
52	Río Melúa	188.432	0	0%
65	Río Papunaya	684.952	0	0%
57	Río Siare	444.545	0	0%
2	Zona alta del Alto Río Apure	26.504	0	0%
6	Zona alta del Río Ariporo	14.500	0	0%
95	Zona alta del Río Bojabá	88.347	0	0%
92	Zona alta del Río Guape	129.007	0	0%
70	Zona alta del Río Guayabero	169.083	0	0%
72	Zona alta del Río Guejar	24.569	0	0%
94	Zona alta del Río Losada	365.266	0	0%
86	Zona alta del Río Túa	5.837	0	0%
	TOTAL	34.758.141	280.024	1%

Respecto a los titulares, se puede decir que 194 personas jurídicas tanto públicas como privadas, han sido beneficiadas con 351 títulos y 492 son personas naturales beneficiarias de los 608 títulos restantes. Las personas jurídicas o razones sociales y las personas naturales beneficiarias con el mayor número de títulos individuales se presentan en la tabla 30.

TABLA 30. PERSONAS NATURALES Y JURÍDICAS CON EL MAYOR NÚMERO DE TÍTULOS INDIVIDUALES.

Titular (es)	# Títulos	Grupo de minerales
Departamento del Casanare	18	Materiales de construcción
Alcaldía Municipal del Municipio de San Martín de Los Llanos	12	Materiales de construcción
José Héctor Murillo Castillo	11	Materiales de construcción
Ministerio de Defensa Nacional - Ejército Nacional	11	Materiales de construcción
Carbomine S.A.	9	Carbón
Alcaldía Villanueva Casanare	8	Materiales de construcción
Óscar Huertas Huertas	7	Materiales de construcción
Municipio de Tauramena	7	Materiales de construcción
Anglogold Ashanti Colombia S.A.	6	Minerales preciosos
CEMEX Colombia S.A.	6	Materiales de construcción
Víctor Ernesto Carranza Carranza	5	Materiales de construcción

Titular (es)	# Títulos	Grupo de minerales
Colminas S.A.	5	Carbón / Minerales de hierro
Ingeniería, Construcciones y Equipos - Conequipos ING. LTDA	5	Materiales de construcción
Alfredo Enrique Bislick Mercado José Luis Cortés Aguilar	4	Materiales de construcción
Diego Fernando Moreno Mojica	4	Materiales de construcción
Fredy Antonio Barrera Solano	4	Materiales de construcción
Guillermo Alarcón Morales	4	Materiales de construcción
Humberto Piñeros Torres	4	Esmeraldas
Asociación Gravilleros del Guaviare - ASOGRAVIG	4	Materiales de construcción
Comercializadora de Antracita de Santander S.A. - COMANTRAC	4	Carbón
Compañía Minera ML Asociados S.A. - MINASO S.A.	4	Carbón / Minerales industriales
Concretos ARGOS S.A.	4	Materiales de construcción
Occidental de Colombia LLC	4	Materiales de construcción
Sociedad Anónima Simplificada D.D.I., Mining S.A.S.	4	Carbón / Materiales de construcción / Minerales preciosos
Uracol S.A.	4	Minerales preciosos

2.2.2.2.2. Áreas Estratégicas Mineras

En la macrocuenca del Orinoco se encuentran 62 Áreas Estratégicas Mineras de aquellas declaradas y delimitadas por la Resolución 0045 de 2012 para ser otorgadas en contrato de concesión especial a través de procesos de selección objetiva que la Autoridad Minera concedente adelantará dentro de un plazo no superior a 10 años. Las áreas incluidas en la macrocuenca se encuentran en los departamentos de Vichada, Guainía y Vaupés tal como se presenta en la **tabla 31** y en el mapa 19.

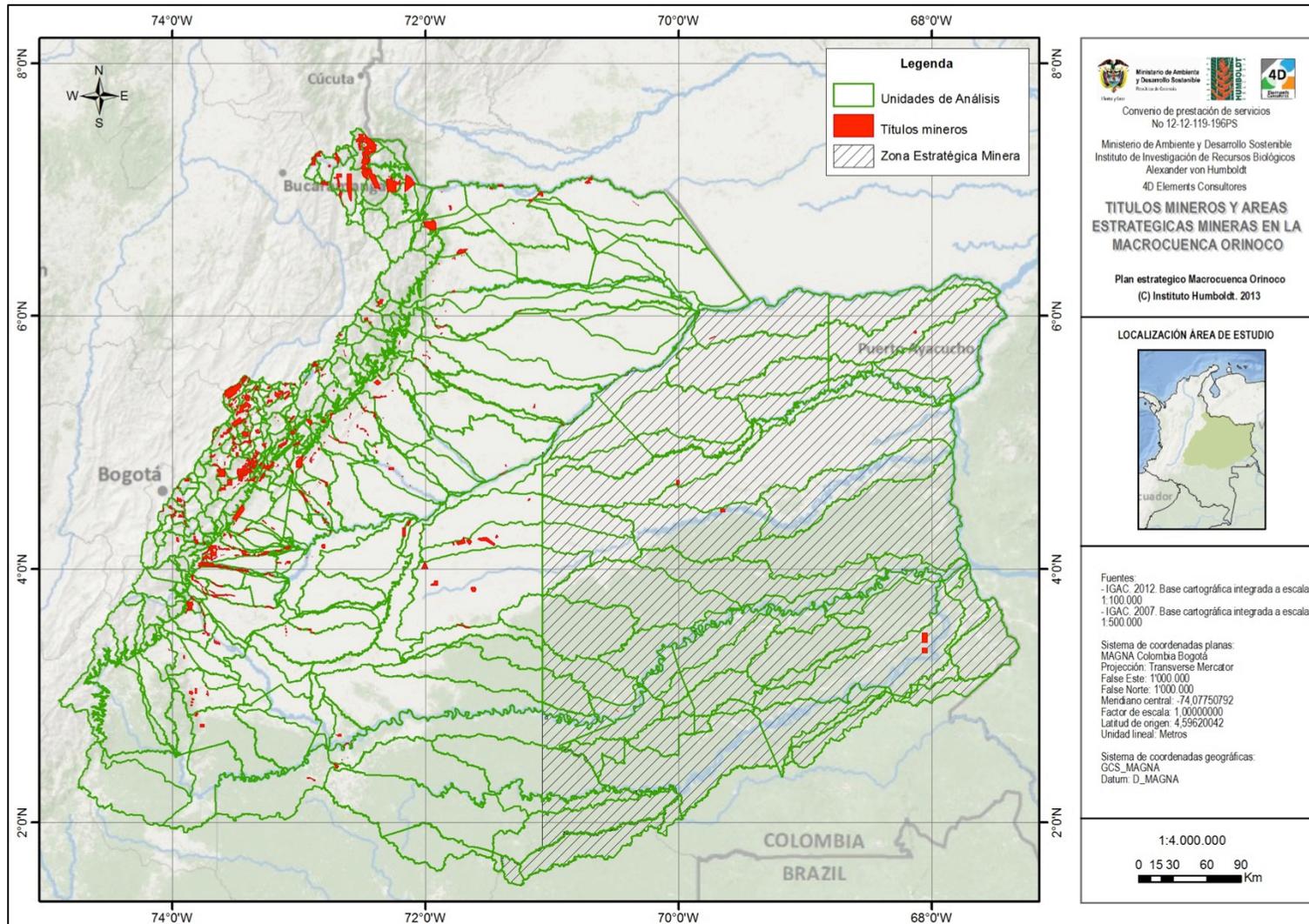
TABLA 31. ÁREAS MINERAS ESTRATÉGICAS EN LA MACROCUECA DEL ORINOCO.

#	Bloque	Área (Ha)	Departamento	Municipio
1	71	1.293,2	Vaupés	Papunahua
2	132	206,0	Guainía	Inírida
3	133	62,3	Guainía	Inírida
4	134	5,6	Guainía	Inírida
5	136	17,8	Guainía	Inírida
6	138	75,2	Guainía	Morichal
7	139	3,4	Guainía	Inírida
8	140	0,3	Guainía	Inírida
9	145	220,4	Guainía	Inírida
10	146	160,8	Guainía	Inírida
11	147	160,8	Guainía	Inírida
12	149	40,2	Vichada	Cumaribo
13	150	70,3	Vichada	Cumaribo
14	151	20,4	Guainía	Inírida

#	Bloque	Área (Ha)	Departamento	Municipio
15	152	12,6	Guainía	Inírida
16	154	1,1	Guainía	Inírida
17	155	264,4	Guainía	Inírida
18	156	278,8	Guainía	Inírida, Barrancominas
19	157	363,6	Guainía	Inírida
20	158	616,7	Guainía	Inírida
21	159	876,4	Guainía	Inírida
22	160	40,7	Guainía	Inírida
23	162	0,5	Guainía	Cacahual
24	163	3,8	Guainía	Cacahual
25	164	2.003,3	Guainía	Inírida
26	165	13,4	Guainía	Cacahual
27	166	60,4	Guainía	Cacahual
28	167	1,0	Guainía	Cacahual
29	168	0,8	Guainía	Cacahual
30	169	0,9	Guainía	Cacahual
31	170	72,6	Guainía	Cacahual
32	171	365,3	Guainía	Cacahual
33	172	162,9	Guainía	Cacahual, Inírida
34	173	1,0	Guainía	Inírida
35	174	411,2	Guainía	Inírida
36	175	1.302,5	Guainía	Inírida
37	176	18.174,1	Guainía	Cacahual, Inírida
38	177	7,4	Guainía	Inírida
39	178	0,2	Vichada	Cumaribo
40	179	0,2	Vichada	Cumaribo
41	180	910,8	Vichada	Cumaribo
42	181	22,6	Vichada	Cumaribo
43	182	20,2	Vichada	Cumaribo
44	183	881,5	Vichada	Cumaribo
45	184	1,1	Vichada	Cumaribo
46	185	1.259,7	Vichada	Cumaribo
47	186	1.682,3	Vichada	Cumaribo
48	187	16,0	Vichada	Cumaribo
49	188	1.407,0	Vichada	Cumaribo
50	189	23,3	Vichada	Cumaribo
51	190	32,2	Vichada	Cumaribo
52	191	0,1	Vichada	Cumaribo
53	192	40,6	Vichada	Cumaribo
54	193	1,1	Vichada	Puerto Carreño
55	194	16,1	Vichada	Puerto Carreño
56	195	22,8	Vichada	Puerto Carreño
57	196	3,9	Vichada	Puerto Carreño
58	197	2,0	Vichada	Puerto Carreño
59	198	0,9	Vichada	Puerto Carreño
60	199	73,9	Vichada	Puerto Carreño
61	200	950,9	Vichada	Puerto Carreño
62	201	16.483.348,6	Amazonas Guainía	Puerto Carreño, La Primavera, Cumaribo, Santa Rosalía, Inírida, Cacahual, Barrancominas, Mapiripán , Mapiripana,

#	Bloque	Área (Ha)	Departamento	Municipio
			Guaviare Vaupés Vichada	Puerto Colombia, San José del Guaviare, Morichal, El Retorno, Panapana, Papunahua, Miraflores, Mitú, Carurú, Yavaraté, Pacoa, La Victoria, Mirití Paraná, Taraira, La Pedrera

MAPA 19. DISTRIBUCIÓN DE TÍTULOS MINEROS Y ÁREAS ESTRATÉGICAS MINERAS EN LA MACROCUENCA DEL ORINOCO.



2.2.2.3. Hidrocarburos

2.2.2.3.1. Bloques de hidrocarburos

Según la información recopilada a partir del Mapa de Tierras de la Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH) correspondiente al mes de agosto de 2012, en la macrocuenca del Orinoco existen 296 bloques de hidrocarburos que abarcan 26.097.359 hectáreas, las cuales corresponden al 75% de su extensión. De acuerdo a su estado actual estas se distribuyen entre:

- Áreas en exploración: 136 bloques (9.565.279 Ha)
- Áreas disponibles: 80 bloques (3.128.151 Ha)
- Áreas en producción: 69 bloques (842.072 Ha)
- Áreas en exploración técnica (TEA): 9 bloques (12.111.494 Ha)
- Áreas reservadas: 2 bloques (450.363 Ha)

Los bloques en producción se concentran principalmente en los departamentos de Arauca, Casanare y Meta y su tamaño es menor a 150.000 Ha; las áreas en exploración que alcanzan más de 600.000 Ha se ubican en dichos departamentos y en el Meta; las TEA están en los departamentos de Vichada, Arauca y Meta; las áreas reservadas se encuentran en el departamento de Guaviare; y las disponibles en el piedemonte llanero (Boyacá, Cundinamarca, Meta y Norte de Santander).

Se han delimitado bloques petroleros en 91 (95%) de las 96 unidades de análisis. Las cuatro en donde no existen estos bloques son la Zona alta del Alto Río Apure, el Río Papunaya y el Caño Nabuquén (Mapa 20).

En 48 unidades de análisis el 100% del territorio se encuentra con bloques de hidrocarburos; en 19 unidades los bloques ocupan entre 80-99% del territorio; y en 9 unidades los bloques ocupan entre el 50-75% del territorio. Las unidades de análisis en las cuales se encuentra poca o ninguna extensión con bloques de hidrocarburos se encuentran en la zona sur de la macrocuenca en los departamentos de Meta, Guaviare, Guainía y Vaupés, en el PNN El Tuparro en el departamento del Vichada, y en la zona noroccidental en el departamento de Santander. La extensión de los bloques de hidrocarburos en las unidades de análisis se presenta en la tabla 32.

MAPA 20. DISTRIBUCIÓN DE BLOQUES DE HIDROCARBUROS EN LA MACROCUENCA DEL ORINOCO.

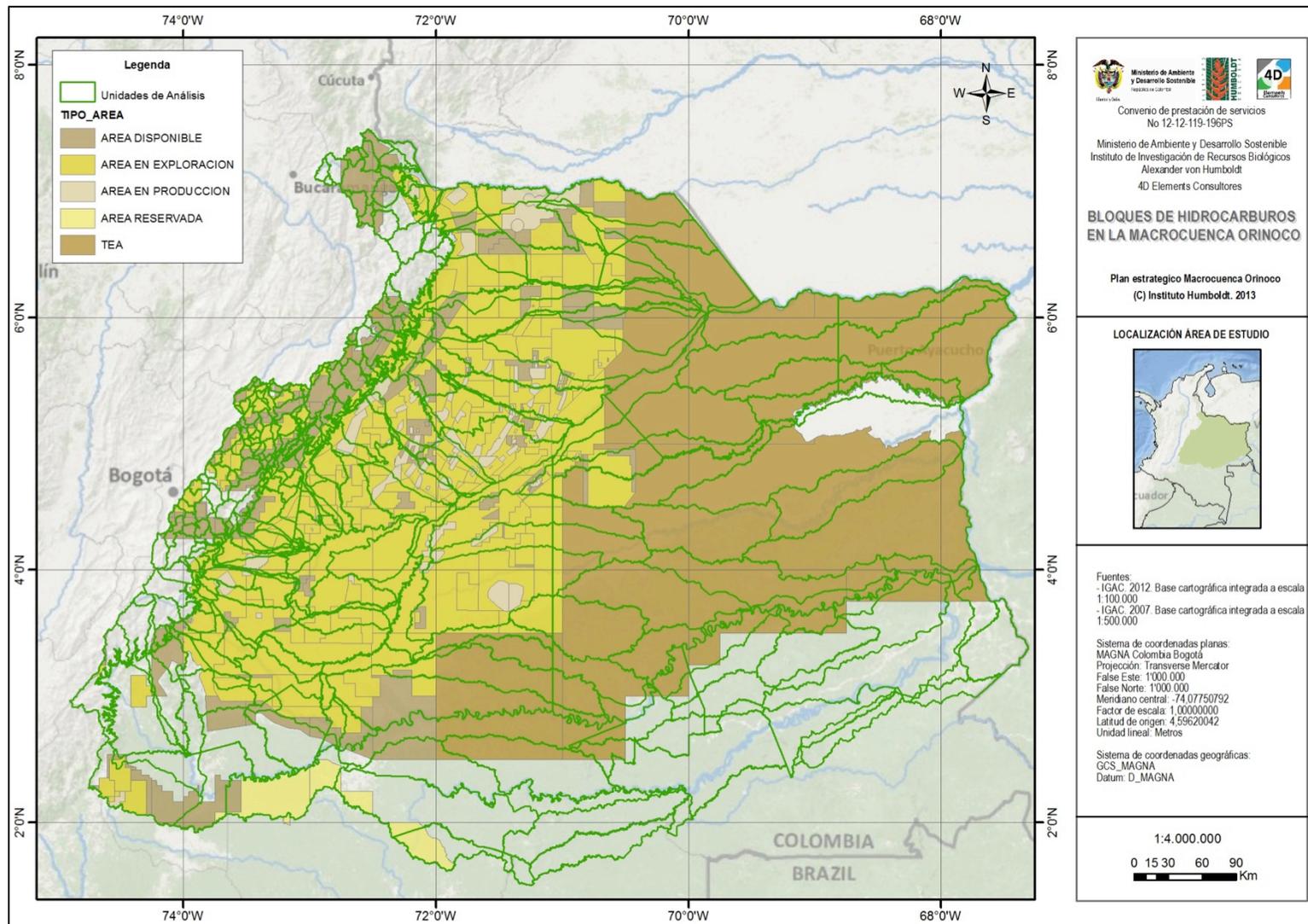


TABLA 32. EXTENSIÓN DE BLOQUES DE HIDROCARBUROS EN LAS UNIDADES DE ANÁLISIS DE LA MACROCUCIENCA DEL ORINOCO.

ID	UA_Ajust	Ha_Total	Ha_HC	%_HC	Área disponible	Área en exploración	Área en producción	Área reservada	TEA
15	Caño Aguaclarita	248.296	248.296	100%	30.722	16.058			201.516
38	Caño Chupabe	483.809	483.809	100%					483.809
66	Caño Samuco	99.995	99.995	100%	2.473	2.596			
31	Río Elvita	557.877	557.877	100%	18.345	53.369			
19	Río Guarrojo	365.850	365.850	100%	11.679	84.579	4.768		
42	Río Yucao	244.035	244.035	100%	71.931	69.481			
39	Bajo Río Uv	542.359	542.359	100%		2.224			540.135
53	Caño Cumaral	111.312	111.312	100%		111.312			
28	Caño Lioni o Terecay	256.596	256.596	100%					256.596
14	Chivor	5.069	5.069	100%	21.064	112.575	30.922		
34	Directos Vichada Medio	500.523	500.523	100%	2.437	56.476			
54	Río Manacacías	699.053	699.053	100%	1.535	7.397	664		
52	Río Melua	188.432	188.432	100%	22.327	313.273	28.974		
91	Río Metica (Guamal - Humadea)	364.574	364.574	100%	23.402	270.827	20.429		131.608
6	Zona alta del Río Ariporo	14.500	14.500	100%	31.932	12.101			5.056
86	Zona alta del Río Tua	5.837	5.837	100%					
48	Directos Río Metica (md)	197.510	197.510	100%		211			500.311
57	Río Siare	444.545	444.545	100%	26.981	10.029			
49	Directos al Río Meta	124.098	124.098	100%	10.548	147.120			188.995
26	Directos al Río Meta (md)	346.663	346.663	100%	24.244	381.806	3.220		136.808
88	Río Tunjita	37.009	37.009	100%	19.130	68.179	409		
46	Embalse del Guavio	58.914	58.914	100%	348.846	201.210			682.693
18	Río Muco	446.266	446.266	100%		73.305	18.565		
89	Zona alta del Río Tunjita	157.228	157.228	100%					
82	Río Upía	87.718	87.718	100%		244.032	2		
32	Alto Río Tomo	805.465	805.465	100%	48.128	236.507	4.402		516.428
41	Directos al Meta (mi)	164.561	164.561	100%		121.965	2.133		
50	Alto Río Uv	443.794	443.794	100%		115.387			328.407
69	Río Negro	91.870	91.870	100%	70.841	569.757	58.383		20.609
43	Río Guatiquía	101.026	101.026	100%	6.697	49.118			
81	Río Tua	501.426	501.426	100%					728.116
25	Río Pauto	719.589	719.589	100%	20.182	462.381	18.863		
23	Río Ariporo	512.189	512.189	100%	22.694	137.013	78.690		
40	Río Cravo Sur	329.902	329.901	100%	11.475	284.145	100.273		
33	Caño Guanapalo y otros directos al Meta	624.709	624.708	100%	59.321	463.749	101.638		
87	Río Cusiana	395.894	395.892	100%	5.304	53.995	1.051		497.527

ID	UA_Ajust	Ha_Total	Ha_HC	%_HC	Área disponible	Área en exploración	Área en producción	Área reservada	TEA
29	Río Vita	823.572	823.563	100%	105.015	136.547			
35	Alto Vichada	807.252	807.242	100%	17.494	656.580	64.581		68.586
67	Directos al Río Meta (mi)	546.113	546.080	100%					622.829
77	Zona alta del Río Cusiana	108.654	108.641	100%	28.397	1.212			
96	Río Cobugón - Río Cobaría	55.508	55.497	100%	173.884	476.418	123.270		40.092
76	Zona alta del Río Upía	99.414	99.386	100%					
45	Río Guacavía	71.739	71.713	100%	29.971	62			
44	Río Humea	111.328	111.215	100%	82.507			164.825	20.599
36	Bajo Vichada	501.305	500.645	100%					500.645
16	Directos Orinoco	419.356	418.238	100%	66.389	58.620	33.115		134.865
37	Caño Matavén	1.051.440	1.047.836	100%					1.047.836
20	Río Cinaruco y Directos Río Orinoco	459.972	458.060	100%	176	41.605	13.717		
21	Río Casanare	481.583	478.496	99%	11.070	25.592	9.376		412.021
17	Directos Río Arauca	295.261	292.989	99%					40.677
22	Río Cravo Norte	820.643	813.665	99%	82.038	185.093	62.770		
83	Río Banadía y otros Directos al Río Arauca	241.240	238.396	99%		23.788			
73	Río Ariari	620.827	612.136	99%	150.295	269.716	244		91.933
3	Zona alta del Chivor	246.261	241.562	98%	2.336	12.164			
47	Río Guayuriba	47.937	46.956	98%	101.619	125.417			
24	Directos Bajo Meta	635.928	622.829	98%					418.238
55	Río Iteviare	486.956	474.518	97%	6.499	676.150	16.404		
84	Río Bojabá	25.611	23.788	93%	53.201	341.326	572		83.396
56	Bajo Guaviare	891.209	823.795	92%					823.795
72	Zona alta del Río Guejar	24.569	22.051	90%	28.071	10.325			
63	Medio Guaviare	1.377.750	1.232.749	89%					14.856
8	Zona alta del Río Cravo Sur	191.634	170.817	89%	1.839	484			
7	Zona alta del Río Pauto	72.650	64.567	89%	73.826	25.560			
12	Zona alta del Embalse del Guavio	170.604	141.412	83%		6.510			
71	Zona alta del Río Metica (Guamal - Humadea)	19.802	16.375	83%	77.608	79.620			
75	Zona alta del Río Banadía y otros Directos al Río Arauca	7.910	6.510	82%	194.350				
1	Zona alta del Río Chitaga	244.236	194.350	80%	110.741	46.548	4.383		9.144
93	Río Güejar	304.643	227.036	75%	23.610	87.605			
85	Zona alta del Río Margua	53.444	38.396	72%		5.837			
94	Zona alta del Río Losada	365.266	259.234	71%	42.824	12.927			8.816
27	Bajo Río Tomo	410.177	284.248	69%					284.248
30	Río Tuparro	1.155.853	728.116	63%					823.563

ID	UA_Ajust	Ha_Total	Ha_HC	%_HC	Área disponible	Área en exploración	Área en producción	Área reservada	TEA
13	Zona alta del Río Guayuriba	273.337	155.755	57%	131.849	116.821	10.564		
11	Zona alta del Río Guacavía	14.781	7.701	52%	4.375	4.585			
58	Alto Guaviare	1.031.340	531.346	52%	245.799	9		285.538	
10	Zona alta del Río Humea	31.232	15.555	50%		16.375			
74	Zona alta del Río Cobugón - Río Cobaría	156.084	70.272	45%	73.517	33.105	2.020		
78	Río Margua	22.217	9.596	43%	330	184.997	3.105		
9	Zona alta del Río Guatiquía	76.258	29.610	39%	22.051				
4	Zona alta del Río Casanare	182.780	49.089	27%		661			
64	Río Inírida Alto	1.178.485	267.931	23%					253.294
60	Caño Minisiare	234.581	51.985	22%					51.985
59	Caño Bocón	698.426	109.237	16%					109.237
62	Río Inírida Medio	1.845.735	253.294	14%		68.781			405.737
79	Río Guayabero	456.554	55.815	12%	333	43.222	3.401		
80	Río Guape	255.550	30.033	12%	2.386	168.072	20.684		174.708
51	Directos Río Atabapo (mi)	464.284	40.677	9%	18.976	178.534			
95	Zona alta del Río Bojabá	88.347	4.878	6%	49.004	20.787	480		
70	Zona alta del Río Guayabero	169.083	8.959	5%	13.656	1.899			
90	Zona alta del Río Ariari	188.159	6.192	3%		4.878			
61	R. Inírida (mi), hasta bocas Caño Bocón, y R. Las Viñas	802.204	14.856	2%	63.698	548.438			
92	Zona alta del Río Guape	129.007	2.323	2%	98.773	56.982			
5	Zona alta del Río Cravo Norte	48.382	661	1%	7.701				
68	Caño Nabuquén	173.718	0	0%	8.249	30.759			60.987
65	Río Papunaya	684.952	0	0%	9.945	43.811			390.788
2	Zona alta del Alto Río Apure	26.504	0	0%	1.512	4.680			
	TOTAL	34.758.141	26.097.359	75%	3.128.151	9.565.279	842.072	450.363	12.111.494

2.2.2.3.2. Transporte de hidrocarburos

Oleoductos

El Oleoducto Bicentenario se convertirá en el oleoducto más largo de Colombia uniendo el departamento del Casanare con el Puerto Marítimo de Coveñas en Sucre. Tiene como propósito la construcción de la infraestructura necesaria para evacuar 600 KBPD de crudos provenientes de la cuenca de los llanos orientales. Se prevé que evacue 450 KBPD a finales del año 2012.

Tiene una extensión de 926 kilómetros y se encuentra ubicado en los municipios de Arguaney, Banadía y Coveñas en los departamentos de Casanare, Sucre, Córdoba y Arauca. Se encuentra en las siguientes unidades de análisis: Río Pauto, Caño Guanápalo y otros Directos al Meta, Río Cravo Sur, Río Cusiana, Río Túa, Río Upía, Zona alta del Río Upía, Zona alta del Río Tunjita y Zona alta del Chivor. Plantea inversiones superiores a los 4.200 millones de pesos y se encuentra adelantando actividades para la elaboración del estudio de impacto ambiental que será presentado al Ministerio de Minas y Energía para su evaluación en el desarrollo de las siguientes etapas futuras:

- Construcción oleoducto tramo Arguaney – Banadía.
- Construcción estación Arguaney.
- Ampliación estación Banadía.
- Ampliación Terminal Coveñas.

Ecopetrol junto con sus socios y demás productores de petróleo han venido desarrollando una serie de obras para ampliar la capacidad de los ductos, almacenamiento y descargaderos entre los años 2008 y 2011. Los siguientes proyectos influyen en la macrocuenca del río Orinoco:

- El aumento de la capacidad del Oleoducto OCENSA tiene como objetivo principal aumentar la capacidad a 560 kbdp para diciembre de 2012. Se encuentra ubicado en los municipios de Cusiana, CUpiagua, El Provenir, Miraflores, La Belleza, Vasconia, Caucasia y Coveñas. Su área de influencia se encuentra en las siguientes unidades de análisis: Río Cusiana, Río Túa, Río Upía, Zona alta del Río Upía, Zona alta del río Tunjita y Zona Alta del Chivor. El plan de inversión para esta ampliación supera los 1.000 millones de U\$D.
- El oleoducto de los Llanos (ODL) transporta crudo desde Rubiales hasta Monterrey y está ubicado en los municipios de Puerto López, Puerto Gaitán, Tauramena y Monterrey en los departamentos de Meta y Casanare. Se encuentra en las siguientes unidades de análisis: Río Túa, Directos Río Metica (md), Río Yucao, Río Manacacías, Río Muco, Río Guarrojo y Alto Vichada. Tiene una capacidad de carga de 360 KBPD y entró en ejecución en abril de 2011 luego de ser ampliado.

El Oleoducto Caño Limón Coveñas (CLC) que tiene una capacidad actual de 220 bdp. Se encuentra ubicado en los municipios de Arauquita, Saravena, Cubará, Toledo y Chinácota, llegando a Coveñas en los departamentos de Arauca, Boyacá, Norte de Santander, Cesar, Sucre, Bolívar y Córdoba. Pasa por las siguientes unidades de análisis: Río Banadía y otros Directos al Río Arauca, Río Bojabá, Río Cobugón – Río Cobaría, Zona alta del Río Margua y Zona Alta del Río Chítaga. Se encuentra en operación.

El Oleoducto Apiay – Estación Altos del Porvenir, tiene una extensión de 115 km y se encuentra ubicado en los municipios de Monterrey, Sabanalarga, Barranca de Upía, Paratebuenbo, Cumaral, Restrepo y Villavicencio, en los departamentos de Casanare, Cundinamarca y Meta. Está en el área de influencia de las siguientes unidades de análisis: Río Túa, Río Upía, Directos al Río Meta, Río Humea, Río Guacavía y Río Guatiquía. Se encuentra en operación.

Gasoductos

El Gasoducto CUpíagua – Cusiana tiene como objetivo principal transportar 210 MPCED de gas venta de la futura Planta de Gas de CUpíagua hasta las facilidades de Cusiana donde será medido y entregado en Cusiana en condiciones RUT a TGI para que entre a la Red Nacional de Gasoductos (45 km). Se encuentra en el departamento de Casanare, municipios de Aguazul y Tauramena. Se encuentra en las siguientes unidades de análisis: Río Cusiana y Río Túa. Plantea inversiones superiores a los 87 millones de U\$D y se encuentra en etapa de diseño, construcción y arranque de las instalaciones de transporte de gas desde CUpíagua hasta el punto de entrega a la red Nacional de Gasoductos en Cusiana (Fase 4).

Poliductos

El Poliducto Andino tiene como objetivo principal transportar el diluyente (Nafta) del crudo pesado desde la Estación Sebastopol hasta la Estación Apiay por medio de una infraestructura con capacidad de transporte de 53 KBPD, utilizando el bombeo existente en Sebastopol y Santa Rosa. Tiene una extensión de 132 kilómetros y se encuentra ubicado en los municipios de Sutamerchán, Miraflores, Monterrey, Sabanalarga, Barranca de Upía, Paratebueno, Cumaral, Restrepo y Villavicencio, en los departamentos de Casanare, Cundinamarca y Meta. Está en el área de influencia de las siguientes unidades de análisis: Río Túa, Río Upía, Directos al Río Meta, Río Humea, Río Guacavía y Río Guatiquía. Tiene un costo aproximado de 420 millones de U\$D, y se encuentra en ejecución de la fase IV.

2.2.2.4. Infraestructura para transporte

De acuerdo a la información recopilada, los megaproyectos de infraestructura para transporte con influencia actual y potencial en la macrocuenca del río Orinoco se enmarcan en las siguientes categorías: vías terrestres, vías férreas, vías fluviales, aeropuertos, puertos y pasos de frontera. Los

proyectos identificados se ubican en 49 (51%) de las 96 unidades de análisis, tal como se reseña a continuación y se presenta en el mapa 21.

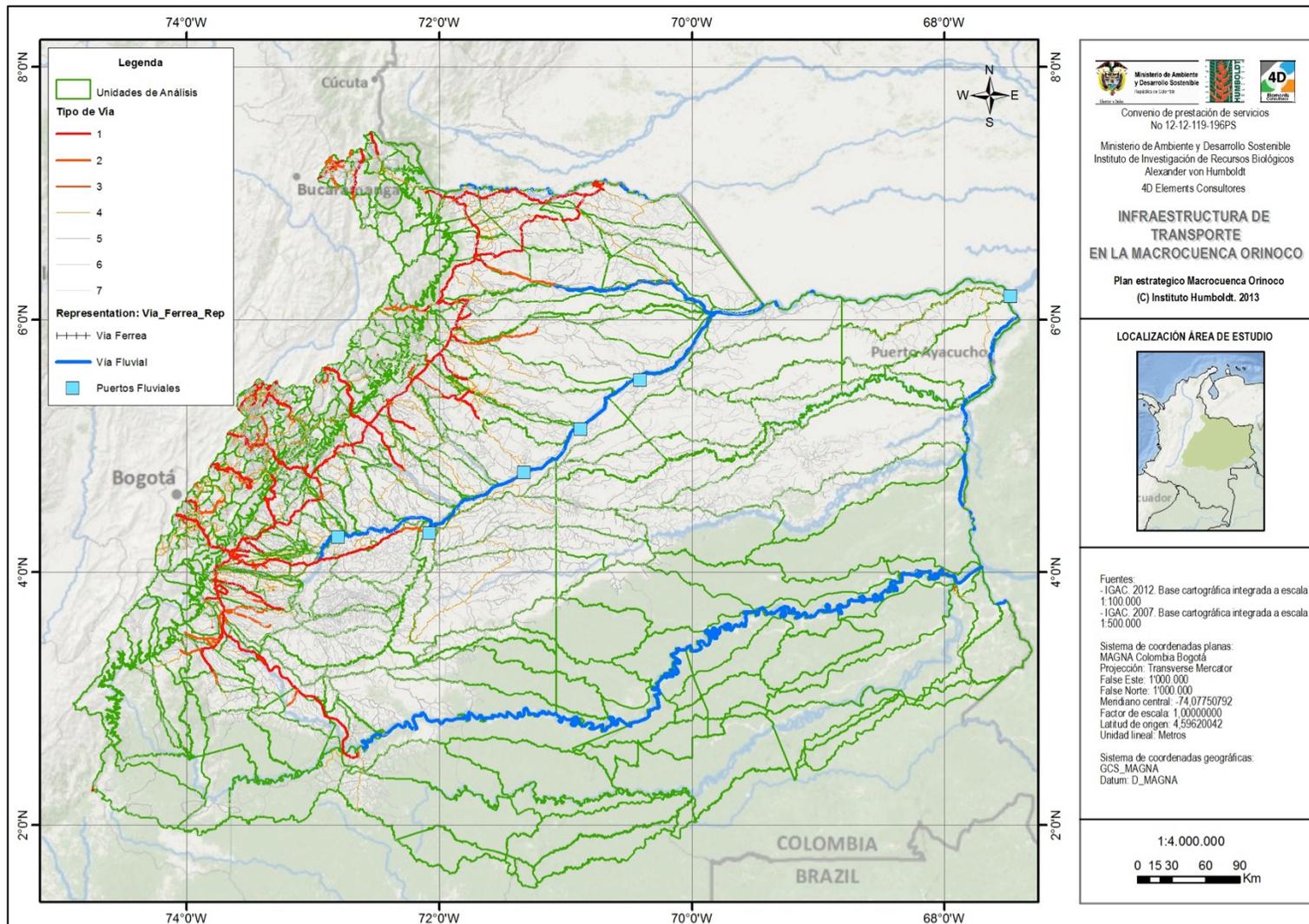
El Corredor Villavicencio – Yopal – Arauca que hace parte del Grupo Centro oriente de la cuarta generación (4G) de concesiones viales, es el que atraviesa el mayor número de unidades de análisis (15) y está siendo estructurado desde julio de 2012 por EUROESTUDIOS –DELOITTE-DURÁN & OSORIO. Tales unidades son: Río Guatiquía, Río Guacavía, Río Humea, Directos al Río Meta, Río Upía, Río Túa, Río Cusiana, Río Cravo Sur, Caño Guanápalo y otros directos al Meta, Río Pauto, Río Ariporo, Río Casanare, Río Cravo Norte, Río Cinaruco y Directos Río Orinoco, y Directos Río Arauca.

Por otra parte, las unidades de análisis con el mayor número de megaproyectos son las de los Río Ariari y Guatiquía, Ríos Cusiana, Guayuriba, Negro y Directos Río Metica (md), entre otras, tal como se muestra en la tabla 33.

TABLA 33. UNIDADES DE ANÁLISIS CON EL MAYOR NÚMERO DE MEGAPROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA PARA TRANSPORTE.

Unidad de Análisis	# Proyectos
Río Ariari	7
Río Guatiquía	7
Directos Río Metica (md)	5
Río Cusiana	5
Río Guayuriba	5
Río Negro	5
Directos Río Arauca	4
Medio Guaviare	4
Río Manacacías	4
Río Metica (Guamal - Humadea)	4

MAPA 21. UBICACIÓN DE INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE EN LA MACROCUENCA DEL ORINOCO.



2.2.2.4.1. Proyecto de Transporte Multimodal Puerto Gaitán – Puerto Carreño

El Proyecto de Transporte Multimodal Puerto Gaitán – Puerto Carreño hace parte del grupo 4 (Conexión Pacífico – Bogotá – Meta – Orinoco – Atlántico) de IIRSA, y tiene como objetivo principal desarrollar y fortalecer un corredor intermodal de transporte a través de la recuperación de la navegabilidad del río de forma sostenible, con el fin de incentivar intercambios entre regiones de Colombia, Venezuela, Brasil, otros países suramericanos y europeos e integrar regiones apartadas a los centros de distribución y consumo a través de las siguientes obras:

1. Corredor vial Bogotá – Buenaventura.
2. Proyecto multimodal Puerto Gaitán - Puerto Carreño, incluye mejoramiento de la navegabilidad del río Meta.
3. Pavimentación de los tramos faltantes entre Villavicencio y Puerto López.
4. Paso de frontera en Puerto Carreño.

Tiene una extensión aproximada de 730 kilómetros y se encuentra ubicado en los municipios de Bogotá, Puerto Gaitán, Puerto Carreño, Puerto López, Villavicencio, Cabuyaro, Santa Rosalía y La Primavera en los departamentos de Cundinamarca, Meta y Vichada. Se encuentra en área de influencia de las siguientes unidades de análisis: Zona alta del Río Guayuriba, Río Guayuriba, Río Guatiquía, Río Negro, Directos río Metica (md), Río Yucao, Río Manacacías, Directos al Río Meta (md) y Directos Bajo Meta. Tiene un costo aproximado de U\$D 108.000.000 y se encuentra en actualización de los estudios y diseños para la navegabilidad del río Meta. Las demás etapas ya se concluyeron.

2.2.2.4.2. Vía Tame – Arauca

La culminación de la pavimentación de la vía Tame – Arauca, pretende mejorar la carretera Tame – Corocoro – Arauca que hace parte de la Transversal del Corredor Fronterizo del Oriente Colombiano. Comunica la troncal Marginal de la Selva con el paso fronterizo en la ciudad de Arauca. El Gobierno de Colombia, con el fin de consolidar el corredor Caracas – Bogotá - Quito, incluyó el tramo Tame - Arauca, en el Departamento de Arauca frontera con Venezuela, para efectuar obras de mejoramiento y mantenimiento. Este proyecto también hace parte del grupo 3 (Conexión Venezuela, eje Orinoco Apure – Colombia, Bogotá – III, corredor de baja altura) de la iniciativa transnacional IIRSA.

Tiene una extensión aproximada de 170 kilómetros y se encuentra ubicada en los municipios de Tame, Corocoro y Arauca en los departamentos de Arauca y Casanare. Se encuentra en área de influencia de las siguientes unidades de análisis: Río Casanare, Río Cravo Norte, Río Cinaruco y Directos Río Orinoco, y Directos Río Arauca. Tiene un costo aproximado de U\$D 10.548.000 y está en ejecución.

2.2.2.4.3. Carretera Puerto Gaitán – Puerto Carreño

La Carretera Puerto Gaitán – Puerto Carreño tiene una extensión aproximada de 800 kilómetros y se encuentra ubicada en los municipios de Puerto Gaitán, Santa Rosalía, La Primavera y Puerto Carreño en los departamentos de Meta y Vichada. Se encuentra en área de influencia de las siguientes unidades de análisis: Río Manacacías, Río Muco, Directos al Río Meta (md) y Directos Bajo Meta. Tiene un costo aproximado de U\$D 1.000 millones que se financiarán a través de la venta de acciones de ECOPETROL.

2.2.2.4.4. Corredor Bogotá – Villavicencio

Su objetivo es mejorar la comunicación y el transporte de carga desde el centro del país hacia la Orinoquia y la Amazonia. La fase II en la que se encuentra actualmente, tiene como fin realizar por el sistema de concesión los estudios, diseños definitivos, las obras de rehabilitación y construcción, la operación y el mantenimiento del sector Bogotá - Cáqueza - k55+000; así como el mantenimiento y operación del sector k55+000 - Villavicencio.

Tiene una extensión aproximada de 86 kilómetros y se encuentra ubicado en los municipios de Bogotá, Cáqueza y Villavicencio en los departamentos de Cundinamarca y Meta. Se encuentra en área de influencia de las siguientes unidades de análisis: Zona alta del Río Guayuriba, Río Guayuriba, Río Guatiquía y Río Guacavía. Tiene un costo aproximado de 4,2 billones de pesos y se encuentra en la Fase II, construcción de la dobla calzada entre el Tablón y Chirajara.

2.2.2.4.5. Malla Vial del Meta

La Malla Vial del Meta tiene como objetivo principal realizar por el sistema de Concesión los estudios, diseños definitivos, las obras de rehabilitación, la operación y el mantenimiento de las carreteras Villavicencio - Granada, Villavicencio - Puerto López y Villavicencio - Retrepo - Cumaral - K7 de la vía Cumaral - Yopal, incluido el paso urbano por Cumaral, en el departamento del Meta.

Tiene una extensión aproximada de 188 kilómetros y se encuentra ubicado en los municipios de Villavicencio, Restrepo, Cumaral, Granada, Puerto López, Acacias, Guamal, San Martín y Yopal en los departamentos de Meta y Casanare. Se encuentra en área de influencia de las siguientes unidades de análisis: Río Guacavía, Río Guatiquía, Río Negro, Río Guayuriba, Río Metica (Guamal – Humadea), Río Ariari y Directos Río Metica (md). Su costo aproximado es de 314.420 millones de pesos.

2.2.2.4.6. Transversal de La Macarena

La Transversal de la Macarena (tramo San Juan de Arama - La Uribe – Colombia – Baraya) hace parte del programa Corredores Arteriales Complementarios para la Competitividad y tiene como objetivo principal la realización de estudios y diseños, gestión social, predial, ambiental y mejoramiento del proyecto Transversal de La Macarena, a través de las siguientes obras:

- 1 Mejoramiento de pavimento rígido entre San Juan de Arama y Mesetas – Meta.

- 2 Mejoramiento de pavimento rígido entre Baraya - Colombia (Huila).
- 3 Construcción del tramo La Uribe (Meta) - Vereda el Dorado (Huila).
- 4 Mantenimiento del tramo San Juan de Arama - La Uribe - Colombia – Baraya.

Tiene una extensión aproximada de 215 kilómetros y se encuentra ubicada en los municipios de San Juan de Arama, Baraya, Colombia, La Uribe y Mesetas en los departamentos de Meta y Huila. Se encuentra en área de influencia de las siguientes unidades de análisis: Zona alta del Río Guayabero, Río Guayabero, Río Guape, Río Guejar y Río Ariari. Tiene un costo aproximado de 155.000 millones de pesos, y presenta un avance del 30% en estudios y diseños, y del 55% en kilómetros de mantenimiento y transitabilidad.

2.2.2.4.7. Corredor de las Palmeras

El Corredor de Las Palmeras (tramo San José del Guaviare – Fuente de Oro) también hace parte del programa Corredores Arteriales Complementarios para la Competitividad y tiene como objetivo principal la realización de estudios y diseños, gestión social, predial, ambiental, y mejoramiento del Corredor a través de las siguientes obras:

1. Pavimentación en pavimento rígido, incluyendo puntos críticos del tramo San José del Guaviare, Puerto Arturo, Puente Nowen, Puerto Concordia, El Pororio, Los Almendros.
2. Mantenimiento carpeta asfáltica del paso por el puente Nowen.
3. Corredores Arteriales Complementarios de Competitividad
 - a. Mantenimiento del paso urbano Puerto Concordia.
 - b. Construcción puente Guarupayas.
 - c. Mejoramiento puente Palomas
 - d. Mantenimiento en todo el tramo.

Tiene una extensión aproximada de 57 kilómetros y se encuentra ubicado en los municipios de Fuente de Oro, Puerto Lleras, Puerto Rico y San José del Guaviare en los departamentos de Meta y Guaviare. Se encuentra en área de influencia de las siguientes unidades de análisis: Río Ariari y Medio Guaviare. Tiene un costo aproximado de 59.974 millones de pesos, y presenta un avance total del 23%.

2.2.2.4.8. Transversal de Cusiana

La Transversal de Cusiana (tramos El Crucero – Aguazul y El Crucero – Aquitania) hace parte del programa Corredores Arteriales Complementarios para la Competitividad y tiene como objetivo principal la realización de estudios y diseños, gestión social, predial, ambiental, y mejoramiento del proyecto Transversal de Cusiana con las siguientes obras:

1. Mantenimiento, mejoramiento PR76+400 al PR90+000. Ruta 6211.

2. Construcción de 11 puentes y viaductos entre el PR 76+400 y PR 91+228.
3. Construcción de obras de intervención sector Peña de Gallo.
4. Mantenimiento del PR 16+000 a PR 118+616.
5. Rehabilitación del Km. 2+000 AL Km15+000, Vía El Crucero -Aquitania.

Tiene una extensión aproximada de 71 kilómetros y se encuentra ubicada en los municipios de Aguazul, Pajarito y Aquitania en los departamentos de Boyacá y Casanare. Se encuentra en área de influencia de las siguientes unidades de análisis: Zona alta del Río Cusiana, Río Cusiana y Zona alta del Río Upía. Tiene un costo aproximado de 95.161 millones de pesos, y presenta un avance total del 13%.

2.2.2.4.9. Carretera de La Soberanía

La Carretera de La Soberanía (tramo La Elegía - Saravena) también hace parte del programa Corredores Arteriales Complementarios para la Competitividad y tiene como objetivo principal la realización de estudios y diseños, gestión social, predial, ambiental y mejoramiento del proyecto Carretera de la Soberanía.

Tiene una extensión aproximada de 55 kilómetros y se encuentra ubicada en los municipios de Saravena, Cubará y Toledo en los departamentos de Norte de Santander, Boyacá y Arauca. Se encuentra en área de influencia de las siguientes unidades de análisis: Directos Río Arauca, Río Banadía y otros Directos al río Arauca, Río Bojabá, Río Cobugón – Río Cobaría, Zona alta del Río Margua, Río Margua y Zona alta del Río Chítaga. Tiene un costo aproximado de 155.000 millones de pesos, y presenta un avance total del 9%.

2.2.2.4.10. Pasos de Frontera – Arauca y Saravena

El Paso de Frontera - Arauca hace parte del grupo 3 (Conexión Venezuela, eje Orinoco Apure – Colombia, Bogotá – III, corredor de baja altura) de la iniciativa transnacional IIRSA y tiene como objetivo principal habilitar el paso de frontera entre las regiones de Apure y Arauca en la zona de los Llanos de Venezuela y Colombia que, junto al Paso de Saravena, permite la creación de nuevas relaciones comerciales en esta área de ambos países.

Están ubicados en los municipios de Arauca y Saravena en el departamento de Arauca. Se encuentra en área de influencia de las siguientes unidades de análisis: Directos Río Arauca. Tiene un costo aproximado de U\$D 2 millones y se encuentra en etapa de estudios ambientales y técnicos de pre-inversión y/o evaluación. Existe el compromiso del Gobierno Nacional para su estructuración.

2.2.2.4.11. Transversal del Sisga

La Transversal del Sisga (tramo El Sisga – Guateque – El Secreto) tiene como objetivo principal la realización de estudios y diseños, gestión social, predial, ambiental y mejoramiento a través de las siguientes obras:

1. Estudios y diseños definitivos FASE III, gestión predial, social y ambiental para el mejoramiento en pavimento rígido del tramo El Sisga – El Secreto (PR 00+000 – PR 78+000) - Ruta 5608.
2. Cruce ruta 55 (Desviación del Sisga) – cruce ruta 56 (Machetá) de la ruta 55.
3. Machetá- Guateque de la carretera Chocontá – Guateque, ruta 5607. Guateque – Santa María de la ruta 5608.
4. El Secreto – Aguaclara.

Tiene una extensión aproximada de 84 kilómetros y se encuentra ubicada en los municipios de Chocontá, Tibirita, Guateque, San Luis de Gaceno, Santa María y El Secreto en los departamentos de Cundinamarca y Boyacá. Se encuentra en área de influencia de las siguientes unidades de análisis: Chivor, Río Tunjita y Río Upía. Tuvo un costo aproximado de 79.998 millones de pesos.

2.2.2.4.12. Carretera Cumaral - Tame

La Carretera Cumaral – Tame hace parte del programa Rehabilitación de la Red Vial Nacional y tiene como objetivo principal la rehabilitación de los tramos Cumaral – Barranca de Upía. Tiene una extensión aproximada de 105 kilómetros y se encuentra ubicada en los municipios de Cumaral, Paratebueno, Barranca de Upía, Villanueva, Sabanalarga, Tauramena, Aguaclara, Monterrey, Aguazul, Yopal, Pore, Paz de Ariporo, Hato Corozal, Cabuyaro y Tame en los departamentos de Casanare, Meta, Cundinamarca y Arauca. Se encuentra en área de influencia de las siguientes unidades de análisis: Río Guacavía, Río Humea, Río Upía, Directos al río Meta, Río Túa, Río Cusiana, Río Cravo Sur, Caño Guanápalo y otros Directos al Meta, Río Pauto, Río Ariporo y Río Casanare. Tuvo un costo aproximado de 74.619 millones de pesos.

2.2.2.4.13. Corredor Perimetral del Oriente de Cundinamarca

El Corredor Perimetral del Oriente de Cundinamarca (Briceño – Sopo – La Calera – Choachí – Ubaque – Cáqueza) tiene una extensión aproximada de 150 kilómetros y se encuentra en los municipios de Briceño, Sopó, La Calera, Choachí, Ubaque y Cáqueza en el departamento de Cundinamarca. Se encuentra en área de influencia de las siguientes unidades de análisis: Zona alta del Río Guayuriba. Su costo se estima en 528.000 millones de pesos.

2.2.2.4.14. Proyectos previstos en la cuarta generación de concesiones viales

Según las previsiones del DNP para la regionalización del Plan Plurianual de Inversiones 2010-2014, el siguiente grupo de proyectos, que hace parte de la cuarta generación (4G) de concesiones

viales, se encuentra en etapa de estudios ambientales y técnicos de pre-inversión y/o evaluación y existe el compromiso del Gobierno Nacional para su estructuración.

- Vía Duitama – Socha – Salinas – Sácama – La Aguada – Paz de Ariporo.
- Red Férrea Briceño – Belencito.
- Vía El Venado – Tauramena.
- Vía San José del Guaviare – Calamar.
- Proyecto de Navegabilidad del Río Guaviare.
- Vía Villavicencio – Puerto López.
- Vía Villavicencio – Granada.
- Vía Villavicencio – La Uribe.
- Construcción del Puente de la Amistad.
- Vía Puerto Gaitán – Rubiales – Puerto Lleras.
- Corredor Villavicencio - Yopal - Arauca.
- Vía Puerto López – Puerto Gaitán – Puerto Carreño.
- Vía Duitama - Socha - Salinas - Sácama - La Aguada - Paz de Ariporo.
- Vía La Uribe – Granada.
- Vía El Retorno – San José del Guaviare – Granada.
- Red férrea Briceño – Belencito.

En julio de 2012, la Unión Temporal EUROESTUDIOS –DELOITTE-DURAN & OSORIO ganó la licitación para estructurar el proyecto Grupo Centro Oriente, con una cobertura en los departamentos de Cundinamarca, Meta, Vichada, Casanare, Arauca y Boyacá y que incluye el corredor perimetral del oriente de Cundinamarca; los sectores 1 y 3 de la doble calzada Bogotá – Villavicencio; el corredor Villavicencio – Arauca; la Malla Vial del Meta; y el tramo Puerto López – Puerto Gaitán – Puerto Carreño.

2.2.2.5. Energía Eléctrica

Este numeral incluye proyectos de generación y transmisión de energía eléctrica previstos en la macrocuenca del Orinoco para ampliar la capacidad y la cobertura e incluir zonas no interconectadas. La infraestructura de energía eléctrica se presenta en el mapa 22.

De acuerdo a la información recopilada, actualmente existen 2 hidroeléctricas en funcionamiento y 7 previstas en la macrocuenca del Orinoco. Los proyectos existentes se refieren a la ampliación de la cobertura a partir de la energía generada en los embalses existentes (Chivor, Chingaza) y a la interconexión con la vecina república de Venezuela.

Estas hidroeléctricas tienen su área de influencia, actual y prevista, en 10 de las 96 unidades de análisis, a saber: Zona alta del Chivor, Chivor, Zona alta del Embalse del Guavio, Embalse del Guavio, Río Cravo Sur, Río Guayuriba, Zona alta del Río Upía, Río Upía, Río Cusiana y Río Tunjita.

2.2.2.5.1. Hidroeléctrica de Chivor

La Hidroeléctrica de Chivor incluye una presa de enrocado de 237 m de altura, así como un vertedero de canal abierto, un túnel de desviación y una descarga de fondo. Los 668 millones de metros cúbicos de la reserva son utilizados en generación de energía eléctrica para las principales ciudades de Colombia.

Tiene una capacidad de generación de 1000 MW y una extensión de 1260 km². Se encuentra ubicada en el municipio de Santa María, en el departamento de Boyacá. Se encuentra en área de influencia de las siguientes unidades de análisis: Zona alta del Chivor, Chivor y Río Tunjita. Actualmente se encuentra en funcionamiento.

2.2.2.5.2. Central Hidroeléctrica del Guavio

La Central Hidroeléctrica del Guavio es la segunda central en funcionamiento más grande de Colombia. Tiene una capacidad de generación de 1213 MW y una extensión de 15,000 km². Se encuentra ubicada en los municipios de Gachetá, Guasca, Gachalá, Ubalá, Gamma, Junín y Mámbita, en el departamento de Cundinamarca. Se encuentra en área de influencia de las siguientes unidades de análisis: Zona alta del Embalse del Guavio, Embalse del Guavio y Chivor. Actualmente se encuentra en funcionamiento.

2.2.2.5.3. Proyecto Hidroeléctrico Guaicaramo

Tiene una capacidad de generación proyectada de 450 MW y se encuentra ubicada en los municipios de Barranca de Upía y Sabanalarga, en los departamentos de Cundinamarca, Meta, Casanare y Boyacá. Se encuentra en el área de influencia de la unidad de análisis: Río Upía.

2.2.2.5.4. Central Hidroeléctrica de Guayabetal

Este proyecto pretende amplificar la capacidad de producir energía para el Pacífico en más de 517 MW como lo dice el Auto 2565 del Ministerio del Ambiente del 2 de Julio del 2010.

Tiene una capacidad de generación proyectada de 221 MW y se encuentra ubicada en los municipios de Villavicencio, Guayabetal y Acacías en el departamento del Meta. Se encuentra en área de influencia de las siguientes unidades de análisis: Río Guayuriba. La autoridad ambiental se encuentra actualmente en el estudio del Diagnostico Ambiental de Alternativas y se encuentra en espera de Licencia Ambiental.

2.2.2.5.5. Central Hidroeléctrica de Guayuriba

Este proyecto pretende amplificar la capacidad de producir energía para el Pacífico en más de 517 MW como lo dice el Auto 2565 del Ministerio del Ambiente del 2 de Julio del 2010.

Tiene una capacidad de generación proyectada de 169 MW y se encuentra ubicada en el municipio de Villavicencio, en el departamento del Meta. Se encuentra en área de influencia de las siguientes unidades de análisis: Río Guayuriba. La autoridad ambiental se encuentra actualmente en el estudio del Diagnostico Ambiental de Alternativas y se encuentra en espera de Licencia Ambiental.

2.2.2.5.6. Proyecto Hidroeléctrico Chapasía

Tiene una capacidad de generación proyectada de 420 MW y se encuentra ubicada en los municipios de Zetaquirá, Miraflores, Campohermoso y San Eduardo en el departamento de Boyacá. Se encuentra en área de influencia de las siguientes unidades de análisis: Río Upía. Actualmente se encuentra en proceso de evaluación.

2.2.2.5.7. Proyecto de Aprovechamiento del Río Cravo Sur

Tiene una capacidad de generación proyectada de 100 MW y se encuentra ubicada en el municipio de Yopal en el departamento de Casanare. Se encuentra en área de influencia de las siguientes unidades de análisis: Río Cravo Sur. Actualmente se encuentra en proceso de evaluación.

2.2.2.5.8. Proyecto Hidroeléctrico Minas

Tiene una capacidad de generación proyectada de 228 MW y se encuentra ubicada en los municipios de Choachí, Ubaque, Fómeque y Cáqueza en el departamento de Cundinamarca. Se encuentra en área de influencia de las siguientes unidades de análisis: Río Guayuriba. Actualmente se encuentra en proceso de evaluación.

2.2.2.5.9. Central Hidroeléctrica de Cusiana

El proyecto consiste en el aprovechamiento de la fuerza hidráulica del río Cusiana para la generación de energía eléctrica por medio de una central del tipo de operación denominado a filo de agua; es decir que aprovecha los caudales remanentes en el río luego de descontar el caudal de garantía ambiental o caudal ecológico.

Tiene una capacidad de generación proyectada de 80 MW y se encuentra ubicada en los municipios de Pajarito y Aquitania en el departamento de Boyacá. Se encuentra en área de influencia de las siguientes unidades de análisis: Río Cusiana.

2.2.2.5.10. Líneas de Interconexión

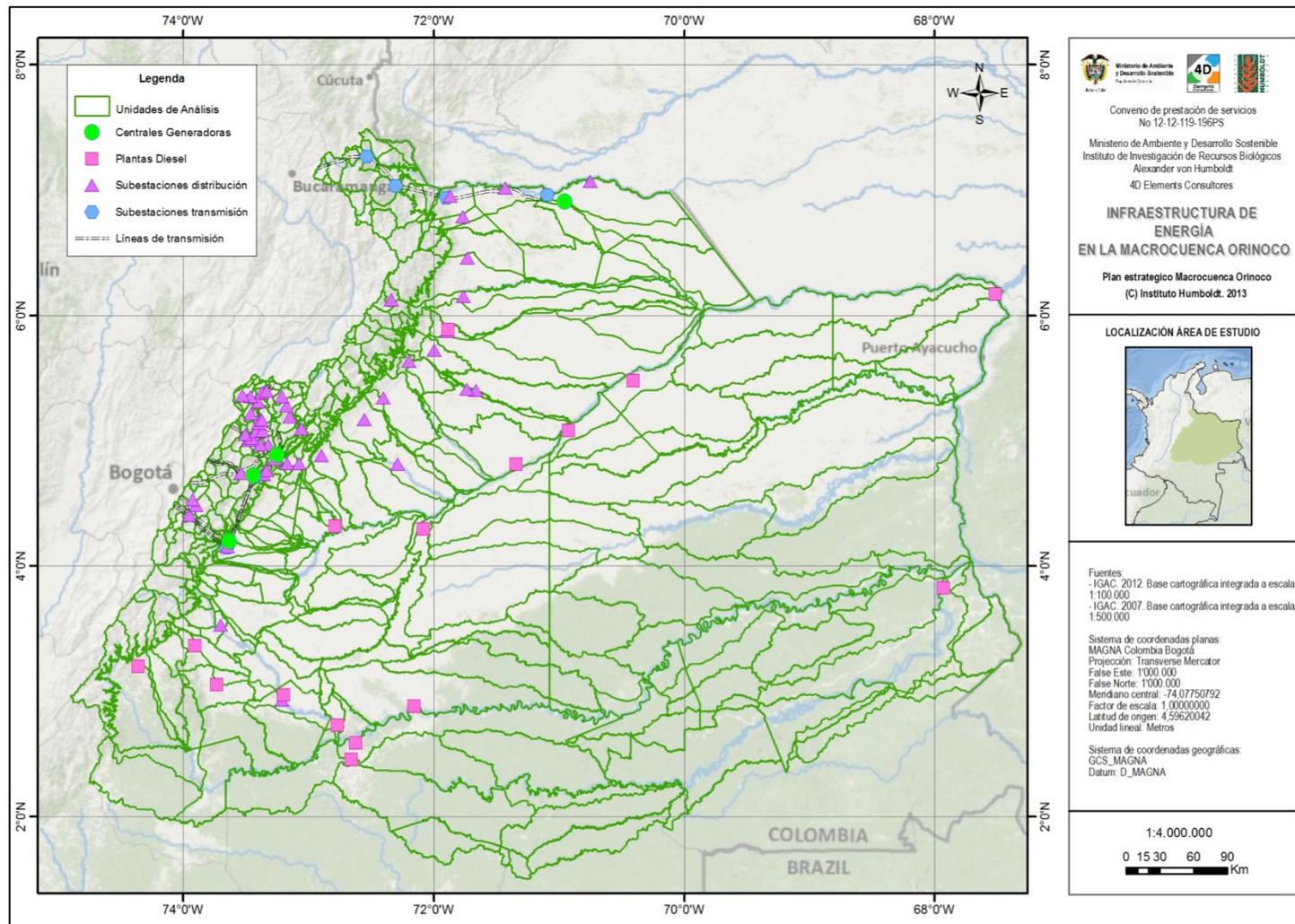
La Interconexión Eléctrica Orinoquia (Orocué) – Vichada (La Primavera – Santa Rosalía) está proyectada a futuro y aún no se le han asignado recursos. Tiene una extensión prevista de 171 kilómetros y se encuentra ubicada en los municipios de Orocué, La Primavera y Santa Rosalía en los departamentos de Casanare y Vichada. Se encuentra en área de influencia de las siguientes unidades de análisis: Directos al Río Meta (md). Tiene un costo aproximado de 100.000 millones de pesos y se encuentra proyectada para iniciar en el próximo gobierno presidencial.

La Interconexión Eléctrica San José del Guaviare - Mapiripán está proyectada a futuro y aún no se le han asignado recursos. Su extensión se aproxima a los 80 kilómetros y se encuentra ubicada en los municipios de San José del Guaviare y Mapiripán en los departamentos de Guaviare y Meta. Se encuentra en área de influencia de las siguientes unidades de análisis: Medio Guaviare. Tiene un costo aproximado de 16.000 millones de pesos y se encuentra proyectada para iniciar en el próximo gobierno presidencial.

La Interconexión Eléctrica Puerto Ayacucho (Venezuela) - Casuarito está proyectada a futuro y aún no se le han asignado recursos. Tiene una extensión aproximada de 1,66 kilómetros y se encuentra ubicada en el municipio de Puerto Carreño en el departamento de Vichada. Se encuentra en área de influencia de las siguientes unidades de análisis: Directos Orinoco. Tiene un costo aproximado de 709 millones de pesos y se encuentra proyectada para iniciar en el próximo gobierno presidencial.

La interconexión eléctrica La Nevera - Bocas de Pauto - Santa Rosalía - La Primavera - La Hermosa hace parte de las previsiones del DNP en la regionalización del Plan Plurianual de Inversiones 2010-2014; para la cual se realizarán estudios ambientales y técnicos de pre-inversión y/o evaluación y existe el compromiso del Gobierno Nacional para su estructuración.

MAPA 22. UBICACIÓN DE INFRAESTRUCTURA DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA MACROCUENCA DEL ORINOCO.



2.3. Evolución y Tendencias del desarrollo en relación con el recurso hídrico

2.3.1. Resumen Metodológico

2.3.1.1. Preguntas a contestar por el análisis de tendencias

El análisis realizado para identificar las tendencias de cambio de cobertura en la Macrocuenca de la Orinoquia durante el periodo 1987-2007, se enfocó en dar respuesta a las siguientes preguntas:

- (1) ¿Cuánta es el área estable (persistencia), la ganancia bruta, y la pérdida bruta de cada clase de cobertura durante cada intervalo?
- (2) ¿Cuánto es el cambio neto de cada categoría?
- (3) ¿Cuáles son las transiciones sistemáticas entre categorías?
- (4) ¿Hacia cuáles categorías están dirigidas las transformaciones?
- (5) ¿Cuáles intervalos de tiempo presentan una tasa anual de cambio relativamente lenta en comparación con intervalos con cambios más acelerados?
- (6) Teniendo en cuenta la respuesta a la pregunta 5: ¿Cuáles son las categorías de cobertura relativamente “estables” versus activas en un dado intervalo de tiempo dado según el análisis de intensidad por categoría, y es este patrón estable a través de los intervalos de tiempo?
- (7) Teniendo en cuenta las respuestas a las preguntas 5 y 6: ¿Cuáles son las coberturas que son “evitadas” contra las coberturas hacia donde están dirigidos los cambios (una cobertura “preferida” por las otras en un intervalo de tiempo según el análisis de intensidad, y que es un patrón estable a través de los intervalos de tiempo?

2.3.1.2. Persistencia, Ganancias y pérdidas brutas

Mediante matrices de cambio nos enfocamos primero en la persistencia, las ganancias y pérdidas brutas. La persistencia es la cantidad de área de una categoría que se mantuvo constante en el tiempo. Las *ganancias brutas* son las diferencias entre el total del área de una categoría de cobertura y la persistencia, tomando en cuenta la diferencia en área en periodo 1 y 2. Las *pérdidas brutas* son las diferencias en áreas de una categoría entre periodo 1 y 2, menos la persistencia.

2.3.1.3. Cambio neto e intercambio

El cambio neto es debido a cambio en cantidad, el cambio identificado por el componente intercambio es debido a cambio en localidad.

2.3.1.4. Transiciones sistemáticas versus aleatorias

Debido al hecho que coberturas con áreas grandes tienen una mayor probabilidad de cambios por procesos aleatorios, es importante identificar las categorías que muestran un cambio observado mayor de lo que se esperaría en virtud de un proceso aleatorio. Cuando es mayor, son transiciones identificadas con *sistemáticas*, que significa que hay procesos activos presentes causando estas transiciones.

2.3.1.5. Análisis de intensidad

La intensidad de las transiciones de cobertura se refiere al análisis de las transiciones más rápidas y más lentas comparadas con el promedio de cambios de una clase de cobertura a otra / otras.

Este análisis nos lleva a contestar las preguntas 5,6 y 7. Para contestar estas preguntas, el análisis de intensidad se hace a tres niveles diferentes: ***Intervalo, categoría y transición***, explicados en resumen en la siguiente sección.

2.3.1.5.1. Resultados de tendencias: Nivel de intervalo

Es el análisis del cambio total en cada intervalo de tiempo. Se analiza la cantidad de área cambiada y la tasa anual de cambio y como estas varían en los intervalos de tiempo. Después de calcular la intensidad de cambio para cada intervalo de tiempo, se comparan las tasas observadas a una tasa uniforme que existiría si las tasas de variación interanuales fueran estacionales en todos los intervalos.

2.3.1.5.2. Resultados de tendencias: Nivel de categoría

Es el análisis del tamaño y la intensidad de las pérdidas brutas y las ganancias brutas por cada categoría. Después de calcular la intensidad de las pérdidas y las ganancias brutas para cada categoría, se comparan las intensidades observadas con una intensidad uniforme de variación anual que existiría si el cambio dentro de cada intervalo se distribuyó uniformemente sobre el área de estudio.

2.3.1.5.3. Resultados de tendencias: Nivel de transición

El análisis a nivel de transición se refiere a la pregunta, "¿Qué transiciones son particularmente intensas en un intervalo de tiempo dado?". En este nivel de transición, se analiza la intensidad de cualquier transición observada de una categoría a otra, para identificar las transiciones sistemáticas más fuertes entre una categoría específica a la otra.

2.3.1.6. Presentación de los resultados

2.3.1.6.1. Análisis de tendencias

Se presenta en cantidades (pixeles y hectáreas) y proporciones (porcentajes y porción del área total analizada) entre los diferentes coberturas para el periodo de:

A). 1987-2000; B) 2000-2007, y C) 1987-2007

Para ello se elaboraron tablas y figuras resumen, con énfasis en las categorías que han demostrado mayor cambio y contribución al cambio regional, y los cambios de mayor interés.

2.3.1.6.2. Análisis espacial de transición

Los diferentes periodos de tiempo muestran cambios de cobertura en las diferentes zonas de la macrocuenca. Los mapas forman parte de los resultados espaciales del análisis de tendencias para identificar dónde se concentraron los cambios dependiendo de las diferentes coberturas naturales y artificiales. Estos cambios espaciales serán después estimados y presentados por cada unidad de análisis.

2.3.2. Resultados del análisis de cambios de cobertura: 1987-2000

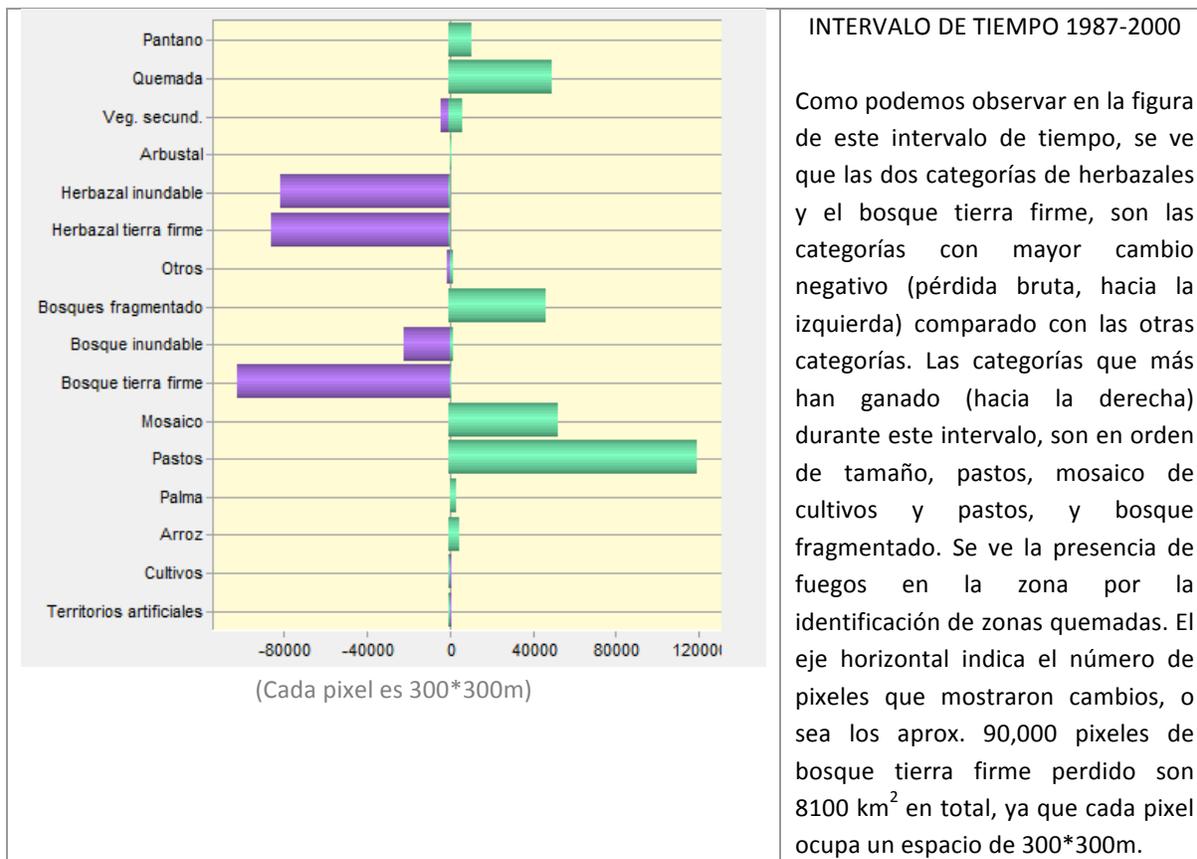
2.3.2.1. Categorías de cobertura

CATEGORÍA	CORINE LAND COVER	MENCIONADOS EN LAS FIGURAS Y TEXTO	DESCRIPCIÓN BREVE (dónde necesario)
1	Territorios artificializados	Tierra	Incluye zonas urbanas, carreteras, infraestructura
2	Cultivos	Cultivos	Incluyendo diferentes tipos de cultivos (no incluye arroz) como soya y sorgo.
3	Arroz	Arroz	
4	Palma y plantaciones	Palma	Incluye plantaciones forestales y de palma
5	Pastos	Pastos	Área ocupada por pastos introducidos para la ganadería
6	Mosaico de pastos y cultivos	Mosaico	
7	Bosque de tierra firme	BTF	
8	Bosques inundables	BI	
9	Bosques fragmentado	BF	
10	Otros	Otros	Incluye nubes, sombras, dunas, suelos desnudos, etc.
11	Herbazal de tierra firme	HTF	Sabanas de tierra firme
12	Herbazal inundable	HI	Sabanas inundables
13	Arbustal	Arbustal	
14	Vegetación secundaria	Veg.Secund	Vegetación con alguna intervención humana. Puede ser una vegetación en fase de recuperación o en degradación.
15	Zonas quemadas	Quemas	Los incendios dejan huellas, "cicatrices" en el paisaje que se puede identificar en la interpretación de las imágenes satelitales.
16	Zonas pantanosas	Pantano	

2.3.2.1.1. Persistencia, Ganancias y pérdidas brutas

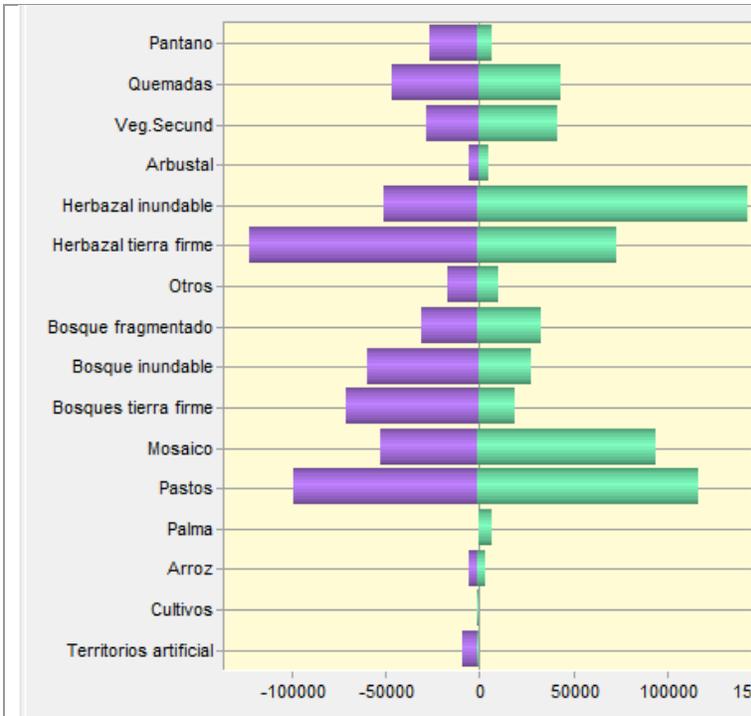
En la figura 15 se muestra lo que ha ganado y perdido en valores brutos (píxeles) cada una de las diferentes categorías durante el intervalo de tiempo 1987-2000, de 2000-2007, y el total de 1987-2007.

FIGURA 15. GANANCIAS BRUTAS, PÉRDIDAS BRUTAS Y PERSISTENCIA DE LAS DIFERENTES CATEGORÍAS, EN PÍXELES DEL ÁREA TOTAL ANALIZADO DE LA MACROCUCUENCA.



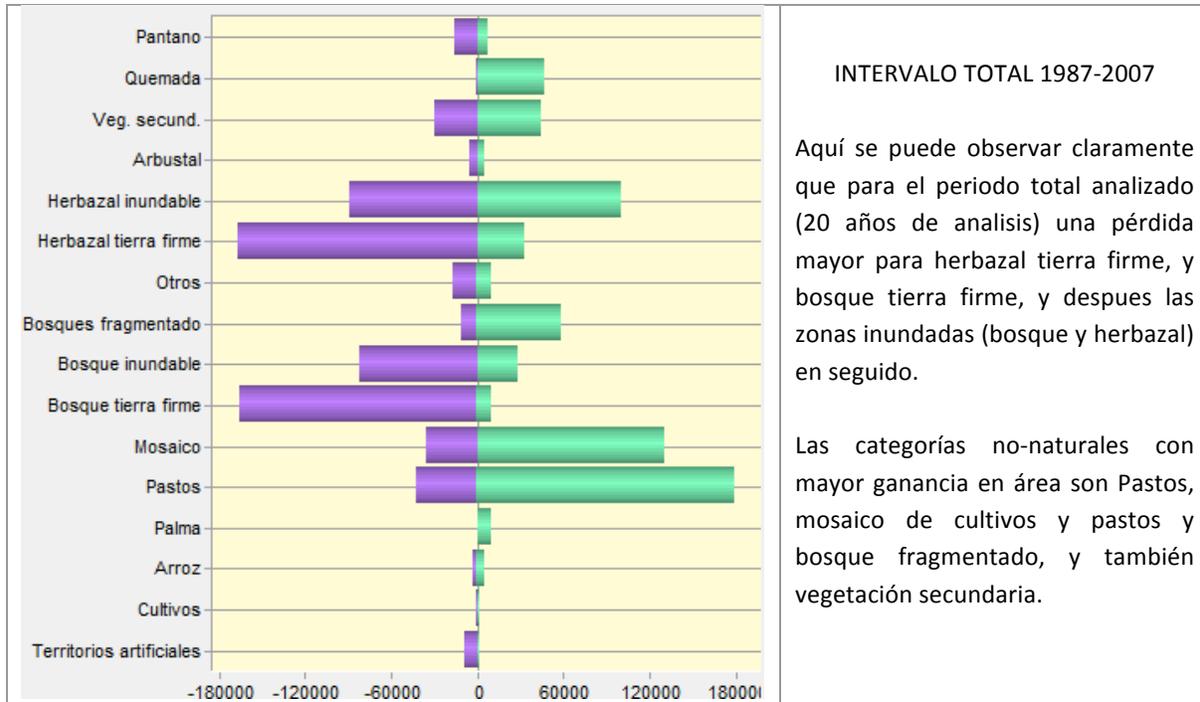
INTERVALO DE TIEMPO 1987-2000

Como podemos observar en la figura de este intervalo de tiempo, se ve que las dos categorías de herbazales y el bosque tierra firme, son las categorías con mayor cambio negativo (pérdida bruta, hacia la izquierda) comparado con las otras categorías. Las categorías que más han ganado (hacia la derecha) durante este intervalo, son en orden de tamaño, pastos, mosaico de cultivos y pastos, y bosque fragmentado. Se ve la presencia de fuegos en la zona por la identificación de zonas quemadas. El eje horizontal indica el número de píxeles que mostraron cambios, o sea los aprox. 90,000 píxeles de bosque tierra firme perdido son 8100 km² en total, ya que cada pixel ocupa un espacio de 300*300m.



INTERVALO DE TIEMPO 2000-2007

En este intervalo de tiempo, se ve una diversidad más amplia de cambios entre las diferentes categorías. Se observa pérdidas en prácticamente todas las categorías, con nuevamente la categoría de herbazal tierra firme como la categoría con mayor afectación. Se ve ganancia en todas las categorías, tanto naturales como no-natural (humanas), con pastos como la categoría más grande de las *no-naturales* y herbazal inundable como la categoría *natural* con mayor ganancia. Fijase en el eje horizontal del intervalo 2000-2007 es más amplio comparado con el de 1987-2000 indicando mayor número de píxeles con cambios en el segundo intervalo del periodo total analizado (1987-2007). Además hay que tomar en cuenta que el primero intervalo son 13 años y el segundo sólo 7 años. Por eso es importante hacer cálculos de tasas de cambios anuales que calculamos en la sección de *Intensidad*.



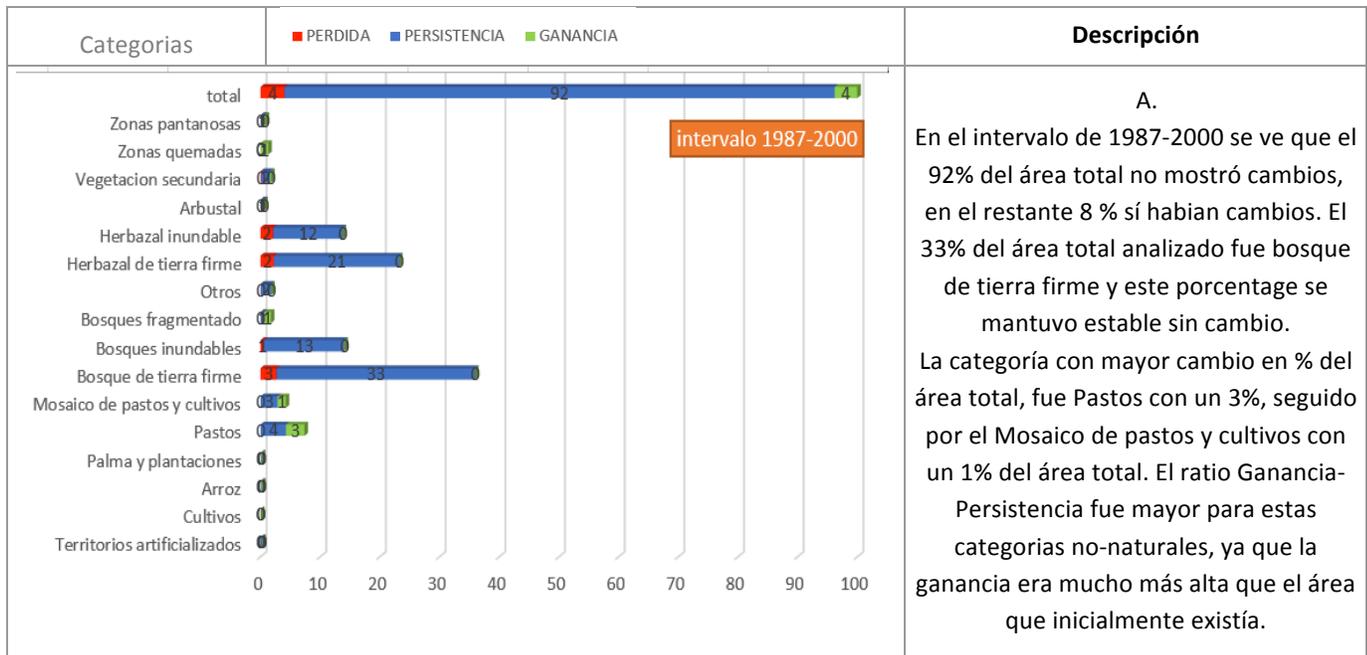
INTERVALO TOTAL 1987-2007

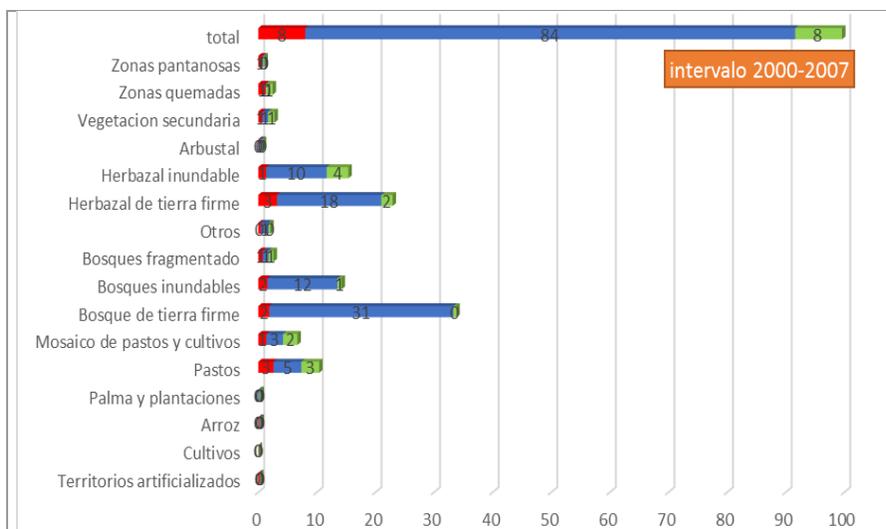
Aquí se puede observar claramente que para el periodo total analizado (20 años de analisis) una pérdida mayor para herbazal tierra firme, y bosque tierra firme, y despues las zonas inundadas (bosque y herbazal) en seguido.

Las categorías no-naturales con mayor ganancia en área son Pastos, mosaico de cultivos y pastos y bosque fragmentado, y también vegetación secundaria.

El siguiente paso es mirar cómo estas ganancias y pérdidas contribuyen a la distribución porcentual de las diferentes categorías dentro del total del área analizada de la macrocuenca. Eso hacemos por calcular las proporciones de cada categoría y sus cambios comparados con el área total analizada y lo analizamos en la figura 16.

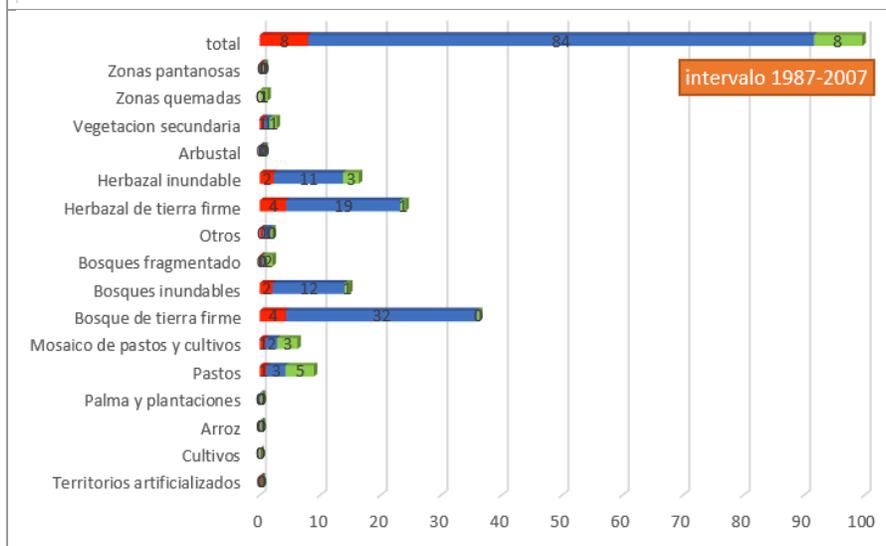
FIGURA 16. GANANCIAS, PERDIDAS, PERSISTENCIAS DE LAS DIFERENTES CATEGORIAS, EN PORCENTAJES DEL ÁREA TOTAL ANALIZADO DE LA MACROCUECNA.





B.
En el intervalo de 2000-2007 se ve que del área total estudiado el 16% mostró algún cambio, así que la persistencia del área fue menor que el intervalo anterior, 84%.

Se observa que las categorías Pastos y Mosaico de pastos y cultivos siguieron creciendo. En este intervalo los herbazales también ganan en área total ocupado como porción del área total. El ratio Ganancia-Persistencia fue mayor para estas categorías no-naturales.



C.
Ahora considerando el periodo total desde el año 1987 hasta el 2007, se ve que el 84% del área se mantuvo estable, indicando un 16% de cambios entre las diferentes categorías. Las categorías que ganaron eran pastos, mosaico de pastos y cultivos como las categorías no-naturales, y la categoría herbazal inundable creció su superficie dentro del área total de la macrocuenca, que son efectos temporales de expansión por el flujo hídrico natural de la zona.

2.3.2.1.2. Cambio neto e intercambio

A continuación miramos cómo las diferentes categorías contribuyen a las ganancias y pérdidas de otras categorías, y eso hacemos mediante los cálculos de los **cambios neto**. Un cambio neto es el cambio en cantidad, mientras que también existen cambios de localidad, por ejemplo si hay un intercambio entre categoría A y B que en una parte del área analizada A gana de B, y en otra parte B gana de A. Estos intercambios no se reflejan en cantidad pero si lo estamos detectando por el análisis de “swap”.

En todos los estudios de cambios de cobertura se presenta la siguiente matriz de transiciones (tabla 35) con los valores de superficie pero que, como acabamos de explicar, no muestran *intercambio*, y por tal razón no identifican la dinámica completa de la zona.

TABLA 35. CAMBIOS DE COBERTURA EN ÁREA (KM² Y %) PARA 1987, 2000 Y 2007.

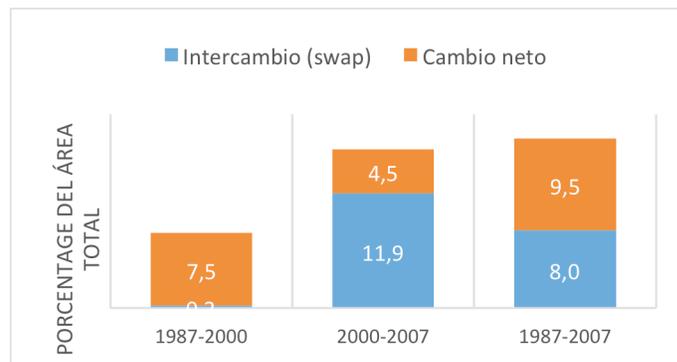
CATEGORIA	1987		2000		2007		1987-2000	1987- 2007	1987- 2007
	Área (km ²)	Área (%)	Área (km ²)	Área (%)	Área (km ²)	Área (%)	Cambio de área (km ²)		
Territorios	88	0,3	92	0,3	24	0,1	5	-68	-64
Cultivos	17	0,1	22	0,1	15	0,0	5	-7	-1
Arroz	52	0,2	92	0,3	77	0,2	40	-15	25
Palma	49	0,2	71	0,2	121	0,4	22	50	73
Pasto	1330	4,3	2296	7,4	2445	7,8	966	148	1115
Mosaico	893	2,9	1322	4,2	1659	5,3	429	337	766
BTF	11232	36,0	10402	33,3	9980	32,0	-830	-423	-1252
BI	4387	14,0	4215	13,5	3952	12,7	-172	-263	-435
BF	168	0,5	546	1,7	565	1,8	378	19	397
Otros	555	1,8	553	1,8	503	1,6	-1	-50	-51
HTF	7257	23,2	6560	21,0	6167	19,7	-697	-393	-1090
HI	4299	13,8	3642	11,7	4394	14,1	-657	751	95
Arbustal	202	0,6	203	0,7	197	0,6	1	-6	-6
Secundario	511	1,6	529	1,7	633	2,0	18	104	122
Quemas	8	0,0	410	1,3	384	1,2	403	-26	376
Pantanos	183	0,6	271	0,9	113	0,4	88	-158	-70
TOTAL	31229	100,0	31229	100,0	31229	100,0			

NOTA: Colores en diferentes grados indican el valor relativo: Más alto el valor comparado con otros, más fuerte el color.

Lo que podemos observar de esta tabla es que sobre todo Bosque Tierra Firme y Herbazal Tierra Firme muestran cantidades grandes de cambios en km². También vemos que son las áreas más abundantes en la zona. Estos cambios son relevantes tomando en cuenta que su presencia en superficie sigue siendo más que el 20-30%? Para eso analizamos sus porciones relativas dentro de la macrocuenca para entender eso.

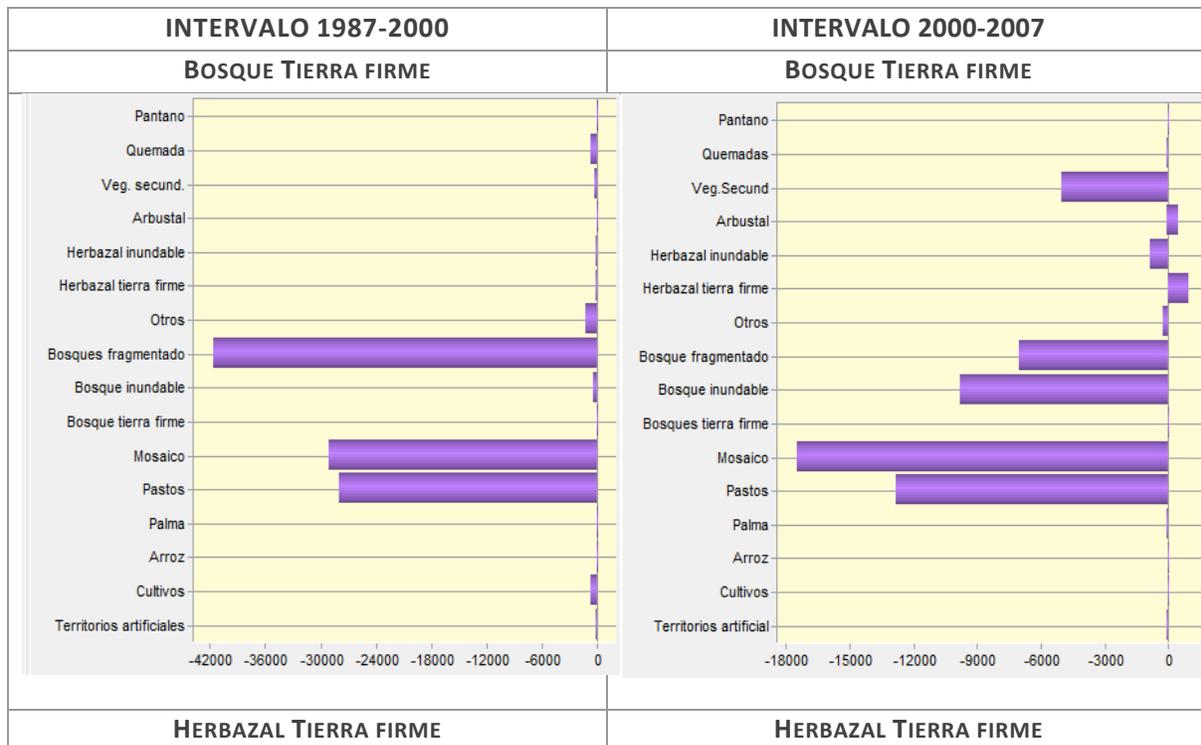
La figura 17 muestra para los diferentes intervalos, el porcentaje del área total que presentó un cambio de cantidad (cambio neto) y un intercambio entre dos categorías. Podemos observar en esta que en el primer intervalo, los cambios eran sobre todo de cantidad de área (7.5%), o sea categorías específicas perdieron área a otras categorías pero no volvieron a ganar en otras partes (swap: 0.2%). Si miramos el periodo de 2000-2007, se ve una dinámica muy diferente. Hay mucho intercambio entre las diferentes categorías indicando una dinámica de ganancia y pérdida entre categorías específicas.

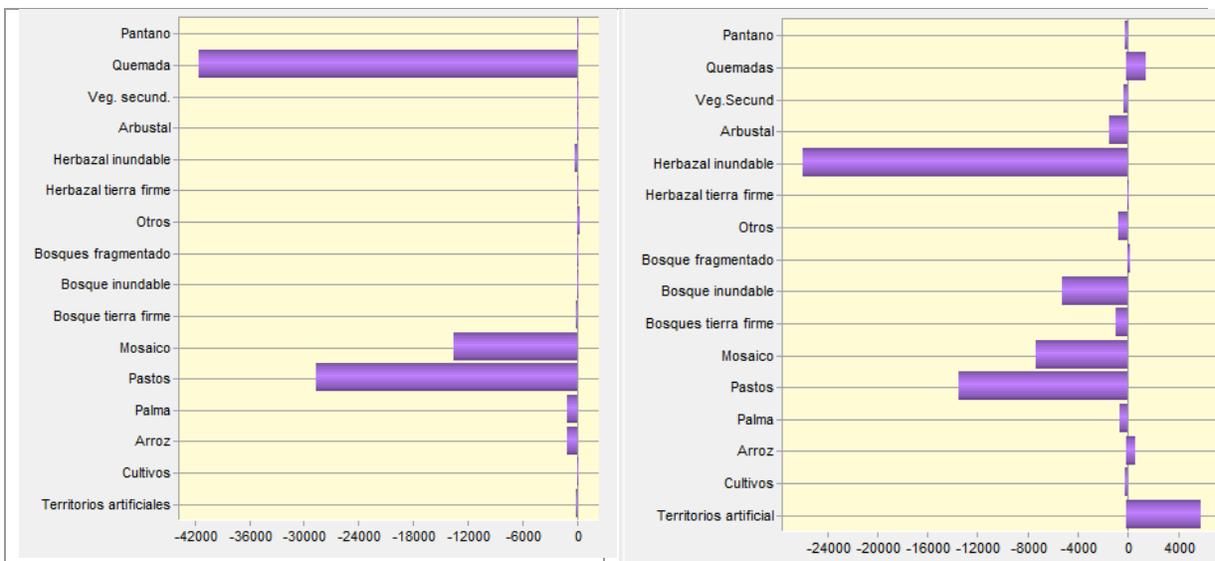
FIGURA 17. CAMBIO NETO E INTERCAMBIO COMO PORCENTAJE DEL ÁREA TOTAL.



Ahora es importante mirar más específicamente estos cambios entre las diferentes categorías. Como ya vimos, para el intervalo de 1987-2000 son las categorías como el bosque de tierra firme, y las categorías de herbazales que más han perdido en cantidad, y siguen perdiendo en el intervalo 2000-2007, pero con la mayor dinámica de intercambio de este último intervalo, hay más ganancia también. En las siguientes figuras (18 y 19) analizamos para diferentes categorías escogidas las contribuciones por otras categorías a sus ganancias o pérdidas (cambio neto), para los dos intervalos de tiempo 1987-2000 y 2000-2007.

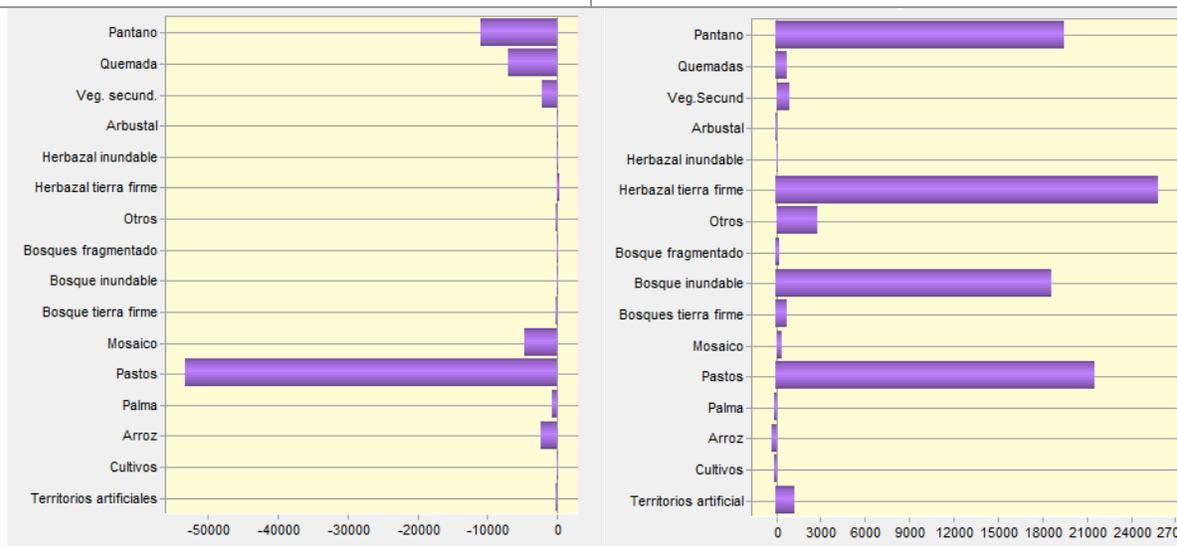
FIGURA 18- CONTRIBUCIONES AL CAMBIO NETO DE LAS DIFERENTES CATEGORIAS NATURALES. A. BOSQUE TIERRA FIRME; B. HERBAZAL TIERRA FIRME; C. HERBAZAL INUNDABLE





HERBAZAL INDUNDABLE

HERBAZAL INDUNDABLE



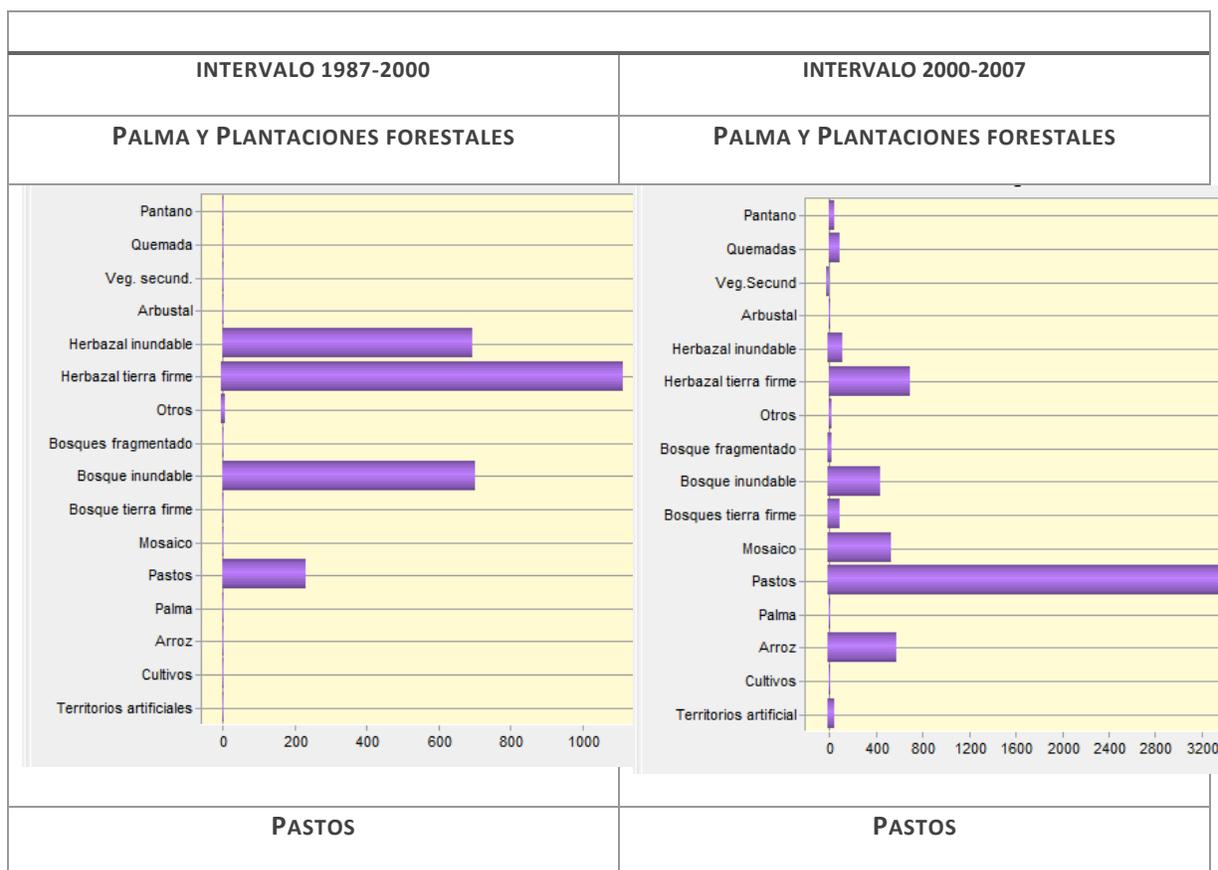
BOSQUE TIERRA FIRME (BTF): Para el cambio neto de BTF se observa en 1987-2000 que la mayor cantidad de área se perdió a las categorías de Bosque Fragmentado, Mosaico (de cultivos y pastos) y Pastos. No hay ganancias prácticamente. En el intervalo 2000-2007, continúa la pérdida de BTF a las categorías de Mosaico y Pastos, y además se observa un cambio de BTF a BI, y una pérdida de HTF y arbustal a BTF.

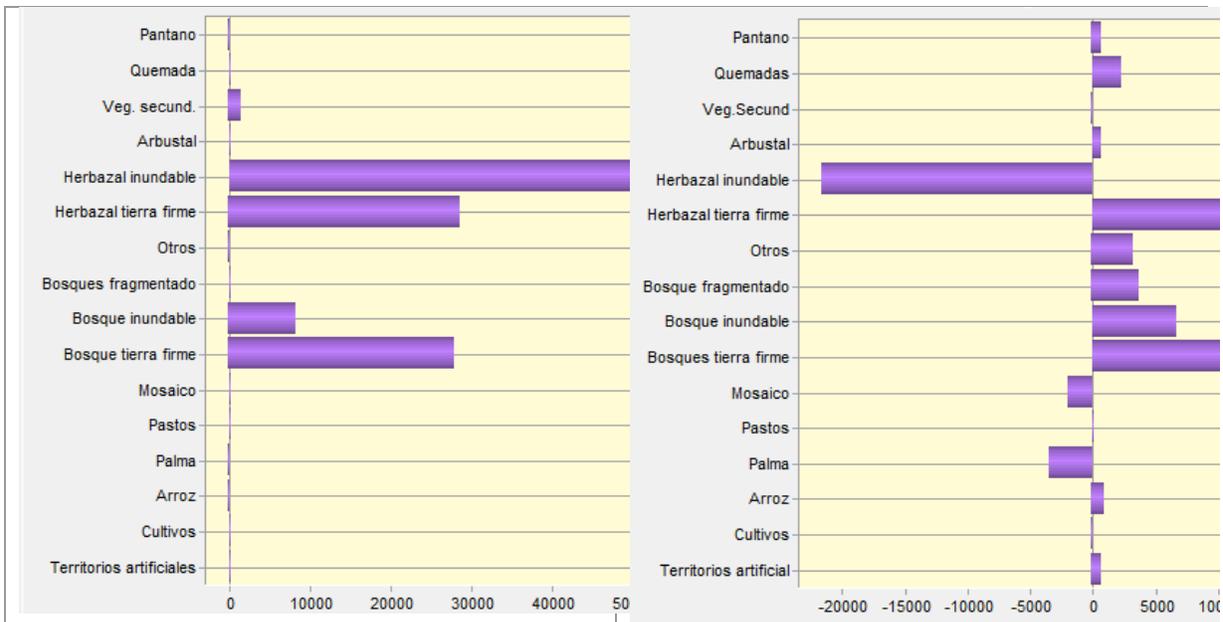
HERBAZAL TIERRA FIRME (HTF): En primer instante se ve la categoría de áreas quemadas como la categoría principal que es una observación lógica tomando en cuenta la dinámica natural de las sabanas y los incendios anuales (Romero et al. 2010). Se observa pérdida de HTF por Mosaico y Pastos en ambos intervalos, pero una diferencia interesante durante el periodo de 2000-2007 es la “perdida” de HTF por Herbazal inundable. Este realmente es parte de la dinámica natural entre

sabanas inundables y de tierra firme. Esos pulsos de inundación son constantes cada año pero su magnitud cambian. Además dependiendo del momento de la toma de imágenes satelitales se puede haber observado mayor o menos cantidad de inundaciones naturales entre los diferentes años. En el caso de la categoría de Territorios Artificializados se nota un cambio inesperado por una ganancia de HTF sobre esta categoría artificial que incluye edificaciones y infraestructura. Lo que es muy poco probable es que este cambio realmente ocurrió pero más bien no fue identificado en el año 2007 y por tal razón parece una conversión de infraestructura a áreas de HTF.

HERBAZAL INUNDABLE (HI): En las figuras que comparan el cambio neto entre los dos intervalos de tiempo se observa unas diferencias importantes. Lo que fue una pérdida de HI a pastos en el primer intervalo, fue una ganancia de HI sobre esta categoría en el segundo intervalo. En este segundo intervalo, HI además ganó de zonas de pantano, de herbazal tierra firme y de bosque inundable, que todos son cambios naturales por la dinámica de los pulsos de inundaciones de la zona. Un cambio interesante es la conversión de área de pastos a Herbazal inundable que no es un cambio que se esperaría pero puede ser debido a zonas abandonadas porque han sido inundadas o porque después de haber sido abandonadas volvieron al patrón natural de zona inundable.

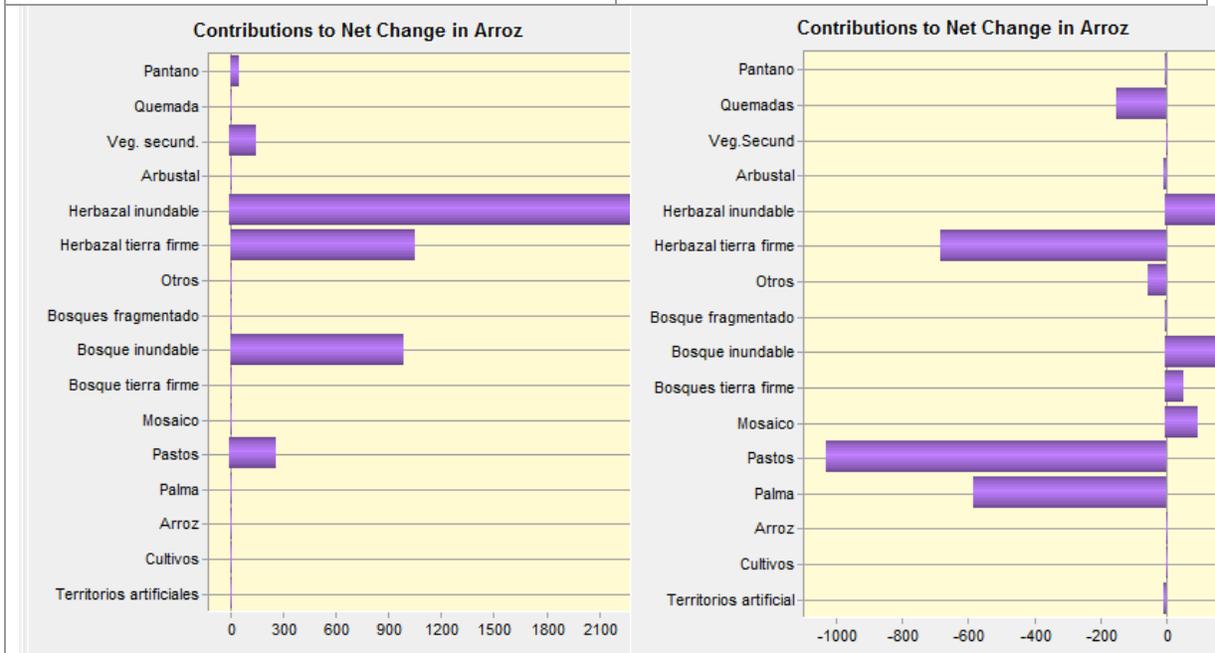
FIGURA 19. CONTRIBUCIONES AL CAMBIO NETO DE LAS DIFERENTES CATEGORÍAS NO NATURALES. A. PALMA; B. PASTOS; C. ARROZ





ARROZ

ARROZ



PALMA Y PLANTACIONES: Lo que se observa de diferencias entre los dos intervalos de tiempo para el cambio neto de Palma y plantaciones, es primero la cantidad de cambio para esta categoría como se ve sobre el eje horizontal. La categoría que más contribuyó en el primer intervalo a la expansión de plantaciones era HTF y HI, con BI también. Sin embargo durante el segundo intervalo estas cantidades de ganancia siguen parecidas en cantidad pero en este intervalo se observa un cambio significativo de áreas de arroz y pastos convertidos hacia áreas de plantaciones.

PASTOS: En el primer intervalo se ve claramente que las cuatro categorías principales naturales se convirtieron en pastos en diferentes cantidades. Sin embargo, en el segundo intervalo se ve la conversión de pastos a HI (discutido en la figura anterior), y además la pérdida de área de pastos hacia plantaciones forestales y palma.

ARROZ: En el arroz se ve un patrón muy parecido a el de pastos; en el primer intervalo ganando terreno de categorías naturales, y algo de pastos. En el segundo intervalo se nota ganancias y pérdidas de diferentes categorías, ganando de categorías naturales pero perdiendo a otras categorías no-naturales, como pastos y palma. Lo que es una observación interesante en la pérdida de cultivos de arroz a HTF que puede ser por zonas abandonadas.

La siguiente tabla 36 muestra en resumen los resultados de análisis de persistencia, ganancia y pérdida bruta, con el cambio total en cantidad e intercambio para las diferentes categorías. Como se puede observar en la tabla, hay relativamente poco intercambio, pero más bien cambios de cantidad (área) con ganancias para las categorías no-naturales, y pérdida de las categorías naturales. La categoría con mayor Intercambio, es Vegetación secundaria, mayor cambio absoluto es Pastos, y mayor pérdida es Bosque tierra firme.

TABLA 36. RESUMEN DE CAMBIOS DEL INTERVALO 1987-2000, VALORES EN PORCENTAJES DEL ÁREA TOTAL ANALIZADO

	PERSISTENCIA	GANANCIA BRUTA	PERDIDA BRUTA	CAMBIO TOTAL	VALOR ABSOLUTO DE CAMBIO	INTERCAMBIO - SWAP
Territorios artificializados	0,3	0,01	0	0,01	0,01	0
Cultivos	0,1	0,02	0	0,02	0,02	0
Arroz	0,2	0,13	0	0,13	0,13	0
Palma y plantaciones	0,2	0,07	0	0,07	0,07	0
Pastos	4,2	3,11	0,01	3,12	3,09	0,03
Mosaico de pastos y cultivos	2,9	1,38	0	1,38	1,37	0
Bosque de tierra firme	33,3	0,01	2,66	2,67	-2,66	0,01
Bosques inundables	13,5	0,03	0,58	0,62	0,55	0,07
Bosques fragmentado	0,5	1,21	0	1,21	1,21	0
Otros	1,7	0,04	0,05	0,09	0	0,08
Herbazal de tierra firme	21	0,01	2,24	2,25	-2,23	0,02
Herbazal inundable	11,6	0,01	2,12	2,13	-2,1	0,03
Arbustal	0,6	0	0	0	0	0
Vegetación secundaria	1,5	0,17	0,11	0,28	0,06	0,22
Zonas quemadas	0	1,29	0	1,29	-1,29	0
Zonas pantanosas	0,6	0,29	0	0,29	0,28	0,01
TOTAL		7,79	7,79	15,58	7,54	0,24

*NOTA: Colores en diferentes grados indican el valor relativo:
Más alto el valor comparado con otros, más fuerte el color.*

La siguiente tabla 37, muestra el mismo formato que la tabla anterior, pero en este caso para el intervalo 2000-2007. Como se puede observar en la fila final de totales, es un intervalo con mayor dinámica de intercambio entre las diferentes categorías, mostrando ganancias (pastos, mosaico, herbazal inundable, vegetación secundaria, entre otros) y pérdidas (pastos, HTF, HI, BTF, BI), con

valores relativamente altos intercambio, comparado con el intervalo 1987-2000, como por ejemplo de pastos y HTF.

TABLA 37. RESUMEN DE CAMBIOS DEL INTERVALO 2000-2007, VALORES EN PORCENTAJES DEL ÁREA TOTAL ANALIZADO

	PERSISTENCIA	GANANCIA BRUTA	PERDIDA BRUTA	CAMBIO TOTAL	VALOR ABSOLUTO DE CAMBIO	INTERCAMBIO - SWAP
Territorios artificializados	0,06	0,02	0,24	0,25	0,22	0,04
Cultivos	0,03	0,02	0,04	0,06	0,02	0,04
Arroz	0,14	0,1	0,15	0,25	0,05	0,21
Palma y plantaciones	0,22	0,17	0,01	0,18	0,16	0,01
Pastos	4,78	3,05	2,58	5,63	0,48	5,15
Mosaico de pastos y cultivos	2,85	2,46	1,38	3,84	1,08	2,76
Bosque de tierra firme	31,46	0,49	1,85	2,34	1,35	0,99
Bosques inundables	11,94	0,71	1,56	2,27	0,84	1,43
Bosques fragmentado	0,94	0,87	0,81	1,68	0,06	1,62
Otros	1,34	0,27	0,43	0,71	0,16	0,55
Herbazal de tierra firme	17,83	1,92	3,18	5,11	1,26	3,85
Herbazal inundable	10,34	3,73	1,32	5,05	2,41	2,65
Arbustal	0,49	0,14	0,16	0,29	0,02	0,27
Vegetación secundaria	0,95	1,08	0,75	1,82	0,33	1,49
Zonas quemadas	0,1	1,13	1,22	2,35	0,08	2,27
Zonas pantanosas	0,17	0,19	0,69	0,88	0,5	0,38
TOTAL	83,63	16,37	16,37	32,73	4,51	11,85

NOTA: Colores en diferentes grados indican el valor relativo: Más alto el valor comparado con otros, más fuerte el color.

2.3.2.1.3. Transiciones sistemáticas versus aleatorias

1987-2000

La *Matriz detallada de transformación* incluye el análisis de identificación de transiciones sistemáticas versus aleatorias, y en ésta matriz se analiza los porcentajes de cambios de cobertura en términos de ganancias. Sobre el eje vertical está el periodo 1 (el año 1987) del intervalo 1 (1987-2000), mientras que sobre el eje horizontal está el periodo 2 (el año 2000) del intervalo 1. Se lee la tabla por mirar sobre el eje vertical la categoría de interés, por ejemplo Cultivos, en la primera fila (rojo) los cambios observados hacia otras categorías (hacia el año 2000 que están sobre el eje horizontal. En este caso se observa ningún cambio hacia otras categorías, sólo el valor de persistencia en gris (0.05). La última fila que dice GANANCIAS, muestra los cambios de cada categoría de año 1987 hacia 2000, por no tomar en cuenta la persistencia (el área estable en el tiempo). Entonces esta tabla da tres números para cada combinación de las categorías en el momento 1 y el momento 2. El primer número es el por ciento del total observado en el paisaje. A continuación el número en verde, el segundo número, es el valor esperado en porcentaje si la ganancia en cada categoría se produjera al azar. Estos valores esperados representan el proceso aleatorio natural de ganancia debido a que una categoría que gana sustituirá a otras categorías en proporción a las otras categorías presentes el paisaje en el tiempo 1, así que sustituye a las otras categorías de forma aleatoria. Así que según el proceso aleatorio se distribuye la ganancia en cada columna entre los valores fuera de la diagonal (la persistencia) de la columna. Cuando el primer

número muestra una diferencia grande con el segundo número significa que hay transiciones sistemáticas, procesos más fuertes que el proceso al azar. Lo que es importante tomar en cuenta para saber si una transición muestra una diferencia significativa es el ratio entre ganancia observada y ganancia estimada con base en procesos aleatorios. Ese ratio es el tercer valor en la tabla entre cada categoría (amarillo). Cuando el ratio es por lo menos mayor que 50, se considera que hay una diferencia importante entre lo esperado y lo observado. Hay que tomar en cuenta que siguen siendo valores en por cierto del área total, o sea la mayoría de estos cálculos son valores menos que un 1%, porque el área total analizado de la macrocuenca es de gran escala. Lo importante es tener cómo referencia que un 1 % del área total son 312 km².

En este caso se observa transiciones sistemáticas de BTF a otras categorías, o sea que son más grande de lo que se esperaría aunque es la categoría más dominando en la cuenca. Son las transiciones de BTF hacia Pasto, Mosaico de pastos y cultivos, y bosque fragmentado. De eso concluimos que el BTF ha sido el objetivo de estas otras categorías. Al contrario se esperaría una mayor conversión de BI a estas categorías por el área presente de BI dentro de la cuenta, pero son más bien valores más pequeños, significa que estas categorías no-naturales más bien evitan hasta cierto punto el BI. Se observa una transición sistemática de BI a vegetación secundaria, en este caso probablemente una vegetación degradada, y una transición sistemática de HI hacia pastos, como también de HTF a quemadas. En lo que son los cálculos de ratio ganancia observada/esperada (filas amarillas) se ve ratios altos para varias de estas transiciones sistémicas indicando procesos de transformación mucho más altos que lo esperado.

2000-2007

Se observa transiciones sistemáticas de pastos a mosaico de pastos y cultivos; y vice versa, y a Herbazal inundable. De las categorías naturales a no-naturales se ve sobre todo que BTF tienen varias transiciones sistemáticas hacia tres categorías no-naturales: Pastos, Mosaico de pastos y cultivos, y Bosque fragmentado (influencia de transformación importante) y una categoría natural, bosque inundable. HTF muestra transiciones sistemáticas hacia bosque inundable y herbazal inundable como parte de la dinámica natural de flujo hídrico de inundaciones en la zona, como también entre BI y HI. Esta dinámica entre zonas inundables y de tierra firme, tiene consecuencias para las estimaciones de herbazales y bosques inundables ya que su extensión puede variar en manera significativa entre años.

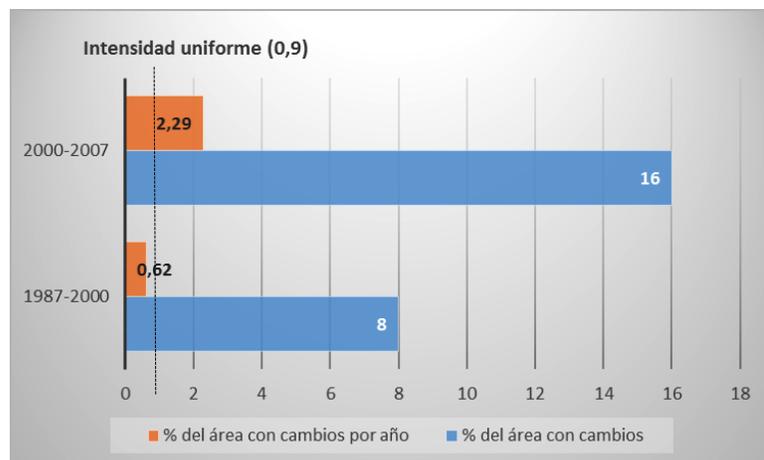
2.3.2.2. Análisis de intensidad

2.3.2.2.1. Nivel de intervalo

La figura 20 muestra el análisis de intensidad a nivel de intervalo: las barras en color azul se proyecta el cambio en área cómo por ciento del área total analizado, y en color rojo el cambio de área anual (% del área total) indicando la intensidad uniforme para todo el periodo analizado (1987-2007). Aquí se observa que el segundo intervalo de tiempo ha mostrado una intensidad de

cambios más rápida que el intervalo de cambio anterior y además representa el periodo de tiempo más dinámica, más activa del tiempo total.

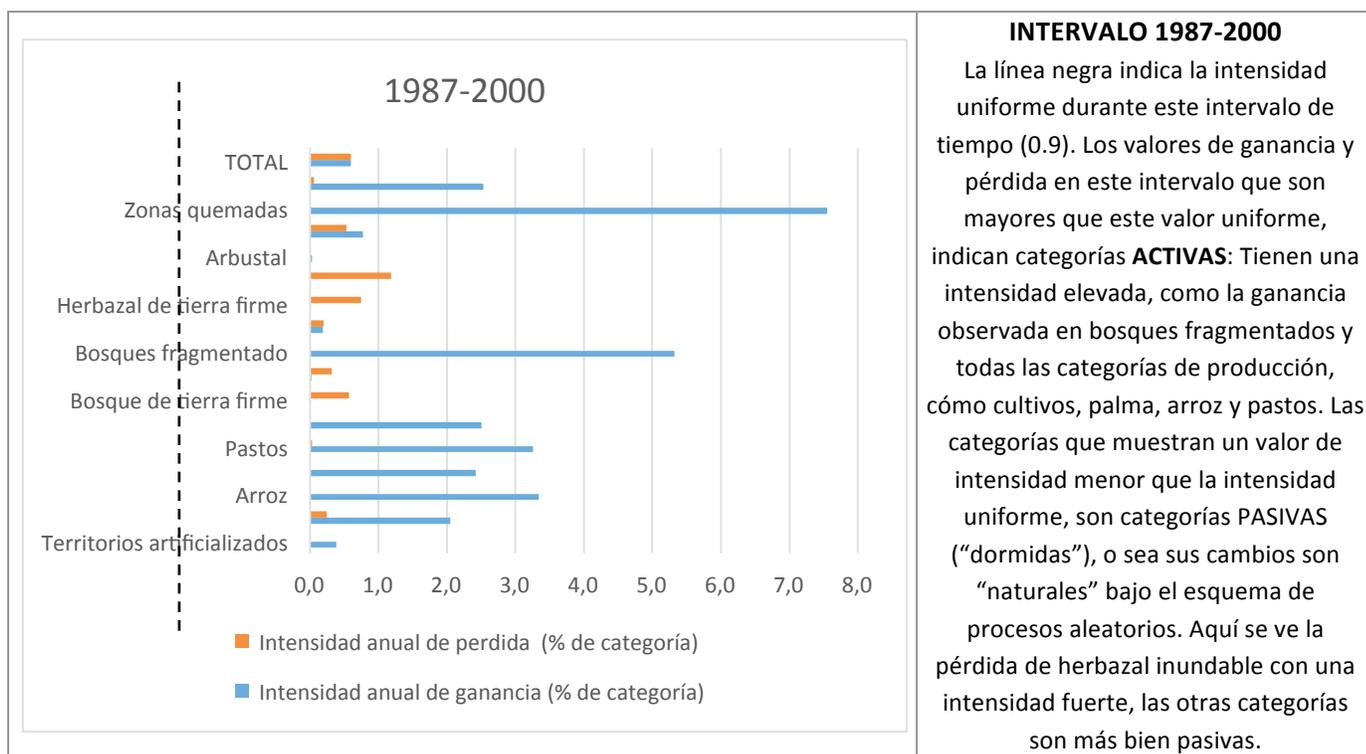
FIGURA 20. ANÁLISIS DE INTENSIDAD A NIVEL DE INTERVALO.



2.3.2.2.2. Nivel de categoría

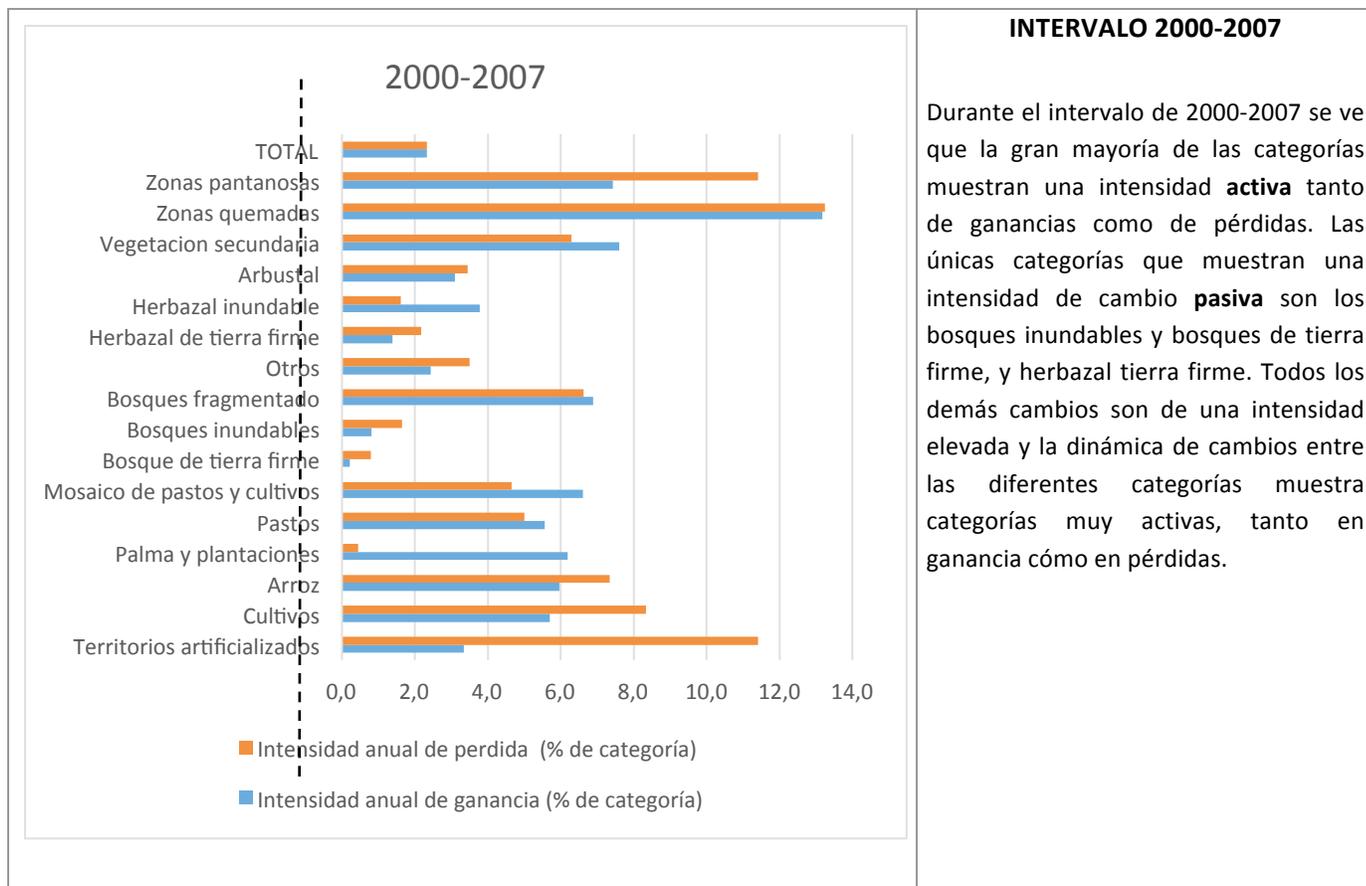
Ahora se analiza en la figura 21 la intensidad por cada categoría comparada con la intensidad uniforme.

FIGURA 21. ANÁLISIS DE INTENSIDAD A NIVEL DE CATEGORÍA.



INTERVALO 1987-2000

La línea negra indica la intensidad uniforme durante este intervalo de tiempo (0.9). Los valores de ganancia y pérdida en este intervalo que son mayores que este valor uniforme, indican categorías **ACTIVAS**: Tienen una intensidad elevada, como la ganancia observada en bosques fragmentados y todas las categorías de producción, cómo cultivos, palma, arroz y pastos. Las categorías que muestran un valor de intensidad menor que la intensidad uniforme, son categorías **PASIVAS** (“dormidas”), o sea sus cambios son “naturales” bajo el esquema de procesos aleatorios. Aquí se ve la pérdida de herbazal inundable con una intensidad fuerte, las otras categorías son más bien pasivas.



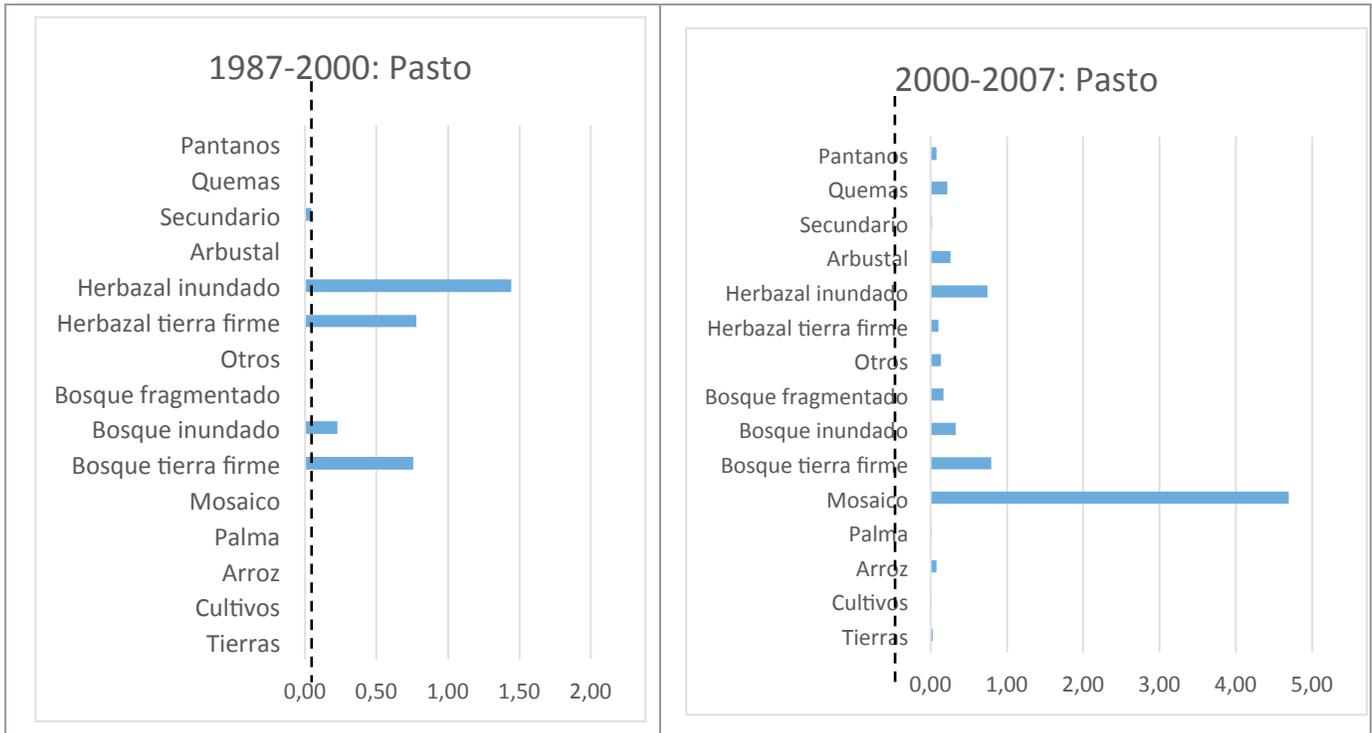
INTERVALO 2000-2007

Durante el intervalo de 2000-2007 se ve que la gran mayoría de las categorías muestran una intensidad **activa** tanto de ganancias como de pérdidas. Las únicas categorías que muestran una intensidad de cambio **pasiva** son los bosques inundables y bosques de tierra firme, y herbazal tierra firme. Todos los demás cambios son de una intensidad elevada y la dinámica de cambios entre las diferentes categorías muestra categorías muy activas, tanto en ganancia como en pérdidas.

2.3.2.2.3. Nivel de transición

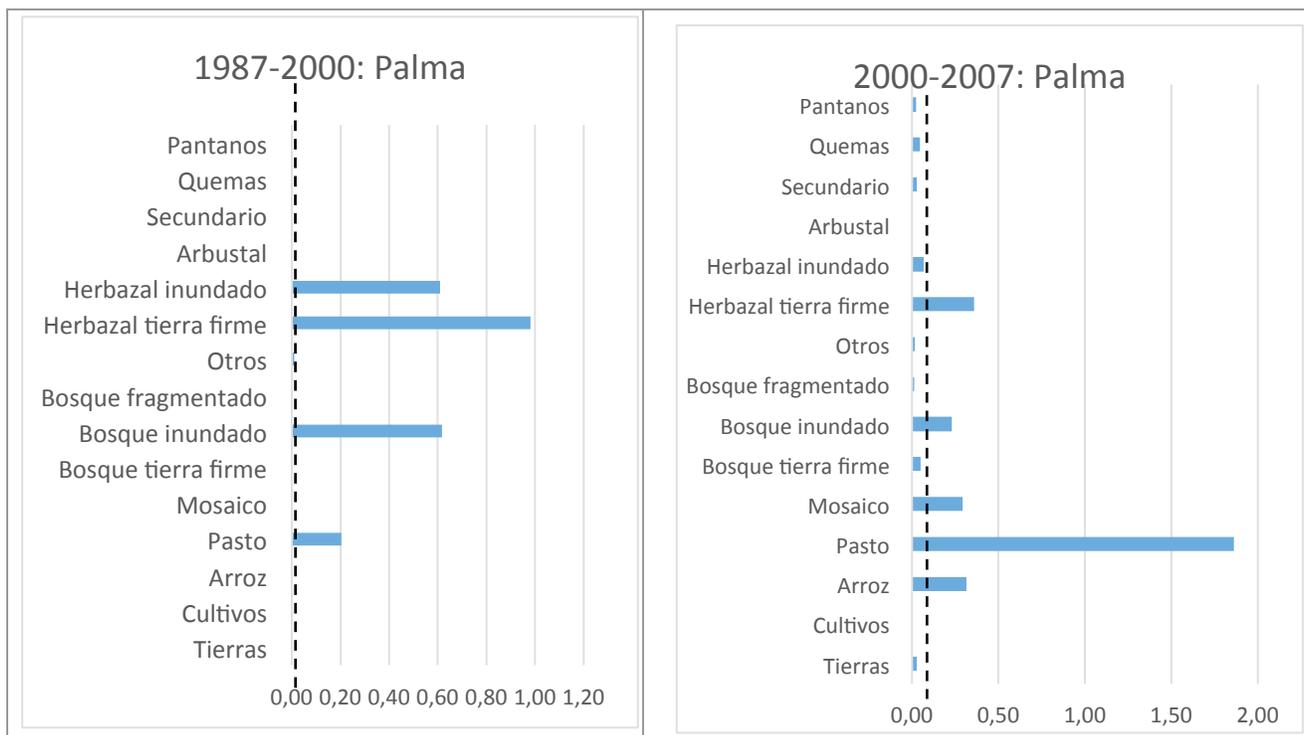
Cuando hay transiciones entre categorías que muestran una intensidad más alta de lo que se esperaría, significa que hay ciertas categorías que tiene como objetivo (cómo “blanco) transformar esa otra categoría; están dirigidas hacia esas categorías. Primero se toma Pastos, y Palma y Plantaciones forestales, cómo ejemplos de transiciones hacia categorías no-naturales (Figuras 22 y 23) y después la categoría natural herbazal inundable (figura 24).

FIGURA 22. ANÁLISIS DE TRANSICIÓN PARA CATEGORÍA DE PASTO.



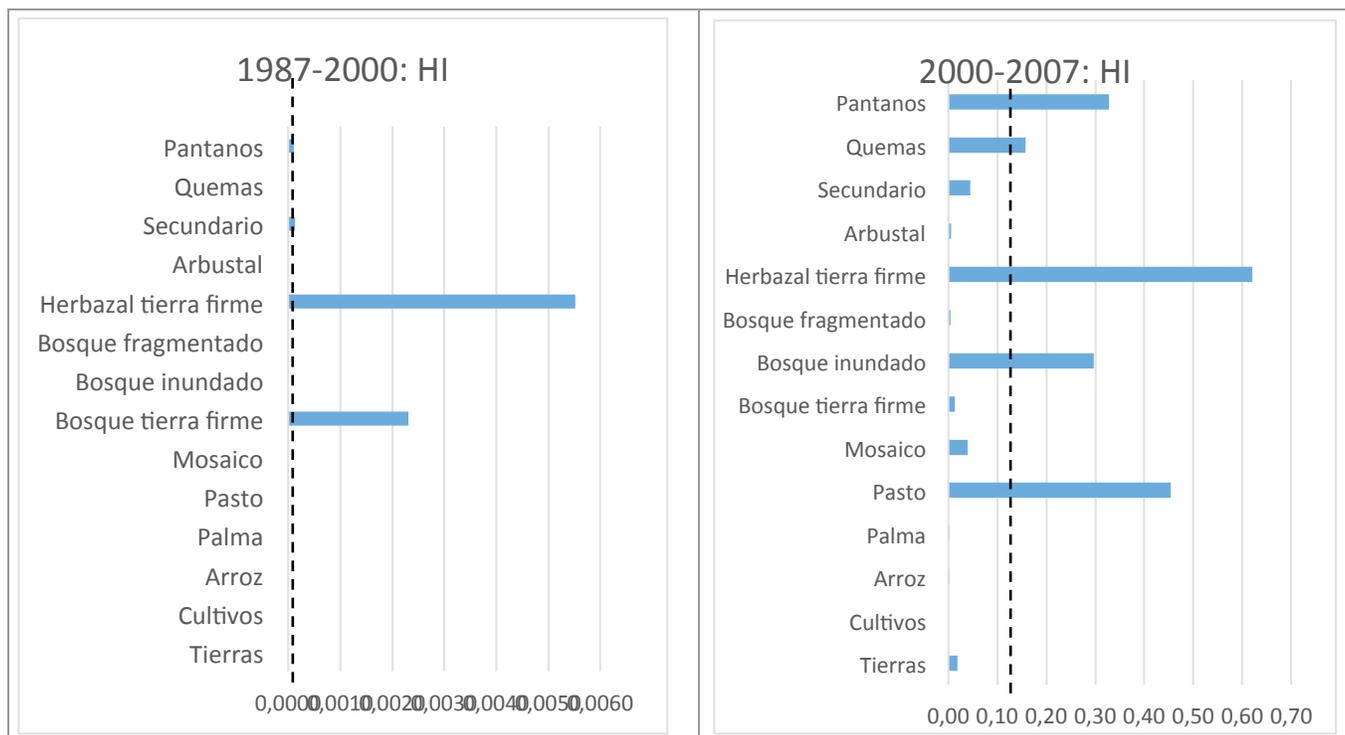
LÍNEA MARCA LA INTENSIDAD UNIFORME. La intensidad de transición de las diferentes categorías hacia Pastos está para el intervalo 1987-2000 en 0.42, y para el intervalo 2000-2007 en 0.39. Para el primer intervalo se observa que las categorías de HI, HTF y BTF son los “BLANCOS” para los pastos ya que muestran una intensidad elevada para esas transiciones. En el segundo intervalo BTF y HI siguen el objetivo de pastos, pero ahora se observa además una conversión sistemática de mosaico a pastos. En conclusión, se están estableciendo sistemáticamente pastos en esas categorías. Las otras categorías son áreas de coberturas EVITADAS.

FIGURA 23. ANÁLISIS DE TRANSICIÓN PARA CATEGORÍA DE PALMA Y PLANTACIONES FORESTALES.



LÍNEA MARCA LA INTENSIDAD UNIFORME. La intensidad de transición de las diferentes categorías hacia Palma y Plantaciones Forestales está para el intervalo 1987-2000 en 0.31, y para el intervalo 2000-2007 en 0.43. Para el primer intervalo se observa que las categorías de HI, HTF y BI son sistemáticamente las categorías para establecer plantaciones. En el segundo intervalo se ve que el enfoque de establecer plantaciones ha cambiado drásticamente hacia áreas anteriormente pastos, entonces es evidencia de una preferencia de plantaciones hacia áreas de pastos, mientras que otras categorías son evitadas.

FIGURA 24. ANÁLISIS DE TRANSICIÓN PARA CATEGORÍA DE HERBAZAL INUNDABLE.

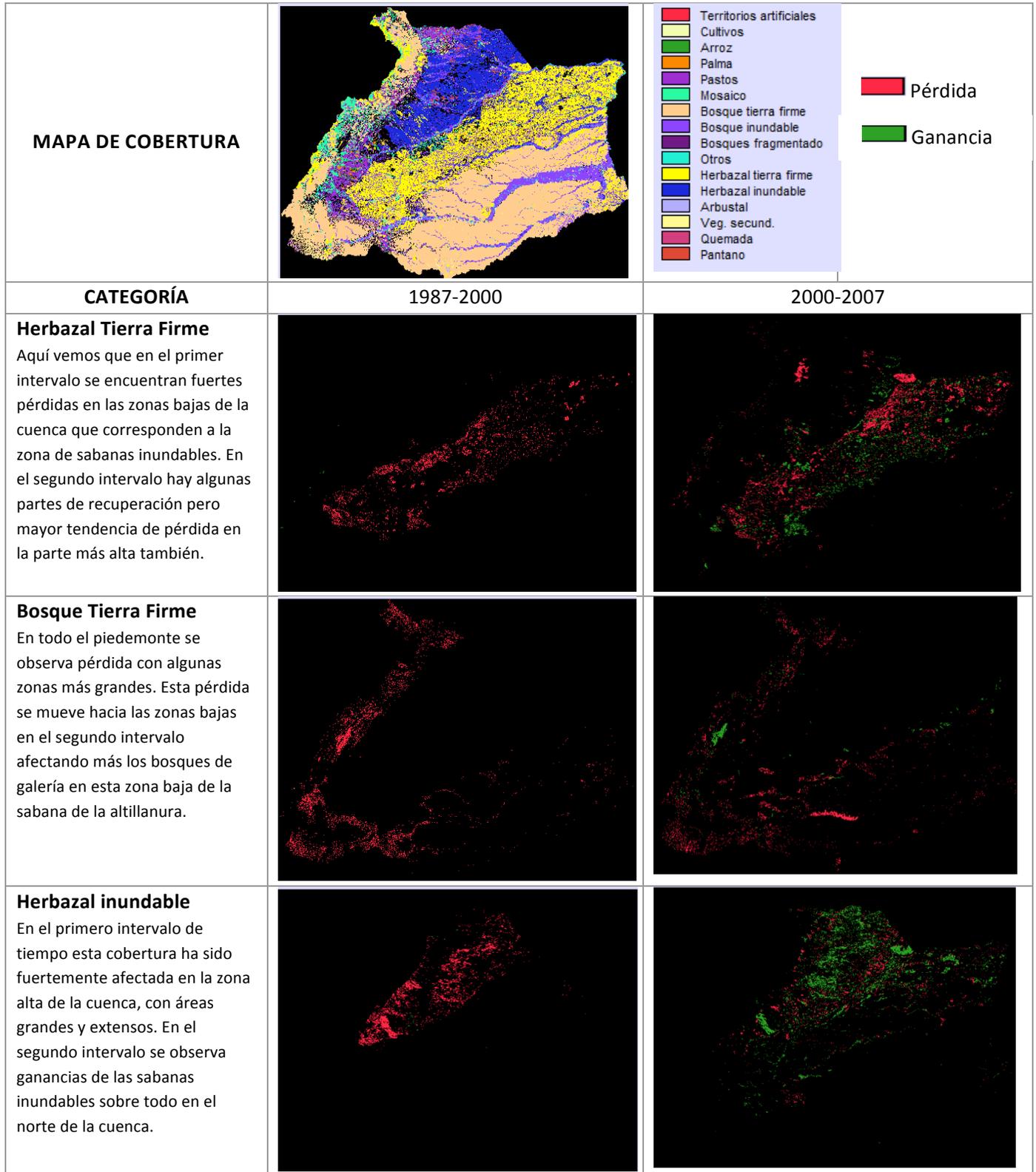


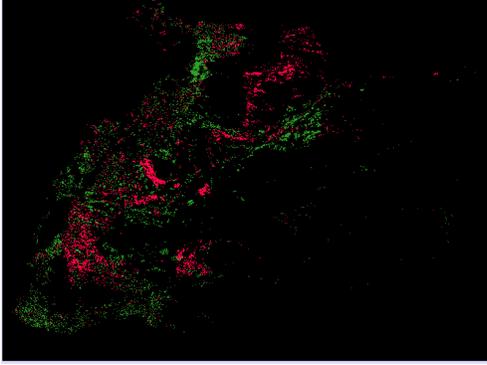
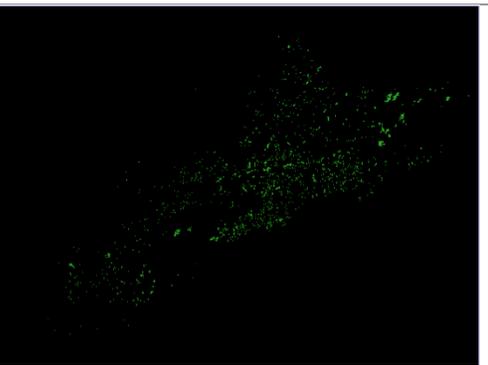
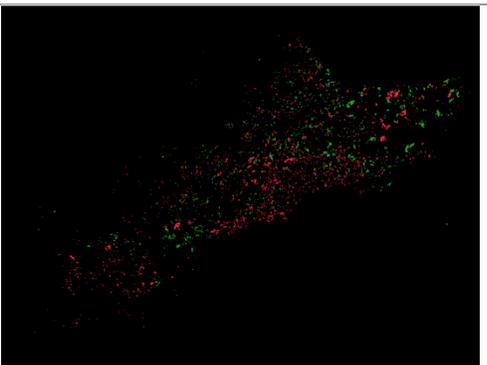
LÍNEA MARCA LA INTENSIDAD UNIFORME. La intensidad de transición de las diferentes categorías hacia herbazales inundables esta para el intervalo 1987-2000 en 0.0013, y para el intervalo 2000-2007 en 0.27. Para el primer intervalo se observa que hay transiciones activas entre las categorías de HTF y BTF, con las zonas de sabanas inundables ya que muestran una intensidad elevada para esas transiciones. En el segundo intervalo se observa que herbazales inundables definitivamente muestran una intensidad elevada hacia pastos también, mientras que los cambios de HTF y BI hacia HI, son una muestra de la dinámica natural que existe entre estas categorías. Los cambios de pastos hacia herbazal inundable pueden haber sido por un año de inundaciones más fuertes que hizo abandonar ciertas áreas de cultivos, o porque los pastos fueron abandonados por procesos económicos y/o sociales en la zona (orden público, cambios en desarrollo económico de pastos hacia otras actividades comerciales, etc) y después la naturaleza volvió a tomar esa área.

2.3.2.3. Análisis Espacial de Transición

Las tendencias observadas y discutidas han sido de analisis cuantitavo para entender los cambios y dinamicas entre las diferentes coberturas. En esta siguiente sección, se analiza a nivel de cuenca las ganancias (verdes) y las pérdidas (rojas) observadas por cada una de las coberturas. Por cada clase de cobertura describimos brevemente la distribución espacial observada por los dos intervalos de tiempo: 1987-2000 y 2000-2007 (Figura 25).

FIGURA 25. MAPAS DE CAMBIOS DE COBERTURA 1987-2000 Y 2000-2007.



<p>Pastos</p> <p>Los pastos están sobre todo ubicados en toda la zona del piedemonte y muestran una fuerte expansión en el primero intervalo. En el segundo sigue esta expansión pero al mismo momento un reemplazo de las áreas de pastos hacia otras coberturas.</p>		
<p>Palma y plantaciones forestales</p> <p>Las plantaciones se ubican en el piedemonte sur con algunos parches en la parte baja. En el segundo intervalo se observa una intensificación de densidad en el área sur del piedemonte con poca dispersión hacia otras áreas.</p>		
<p>Áreas quemadas</p> <p>Las observaciones de quemas muestran su distribución hacia las sabanas inundables y la altillanura. Se observan quemas de tamaño grande hacia el noreste, mientras que las quemas son relativamente pequeñas hacia el este.</p>		

2.3.3. Patrones de cambio de cobertura

Las tendencias, cambios y causas de cambios diferencian entre las diferentes zonas de la macrocuenca como hemos observado en la sección del análisis espacial. Para la toma de decisión en temas de planificación y ordenamiento territorial en el desarrollo sostenible de la zona, es de esencial importancia conocer cómo se comportan los cambios de las coberturas en las diferentes zonas específicas presentes en la zona, ya que zonas hidrográficas muestran una dinámica distinta dependiendo de sus características sociales y ecológicas locales. Con este fin, se presenta el análisis cuantitativo de cambios para zonas hidrológicas como unidades de análisis en la siguiente sección, seguido por un resumen de los cambios cuantitativos para las sub-zonas hidrográficas en la Macrocuenca de la Orinoco.

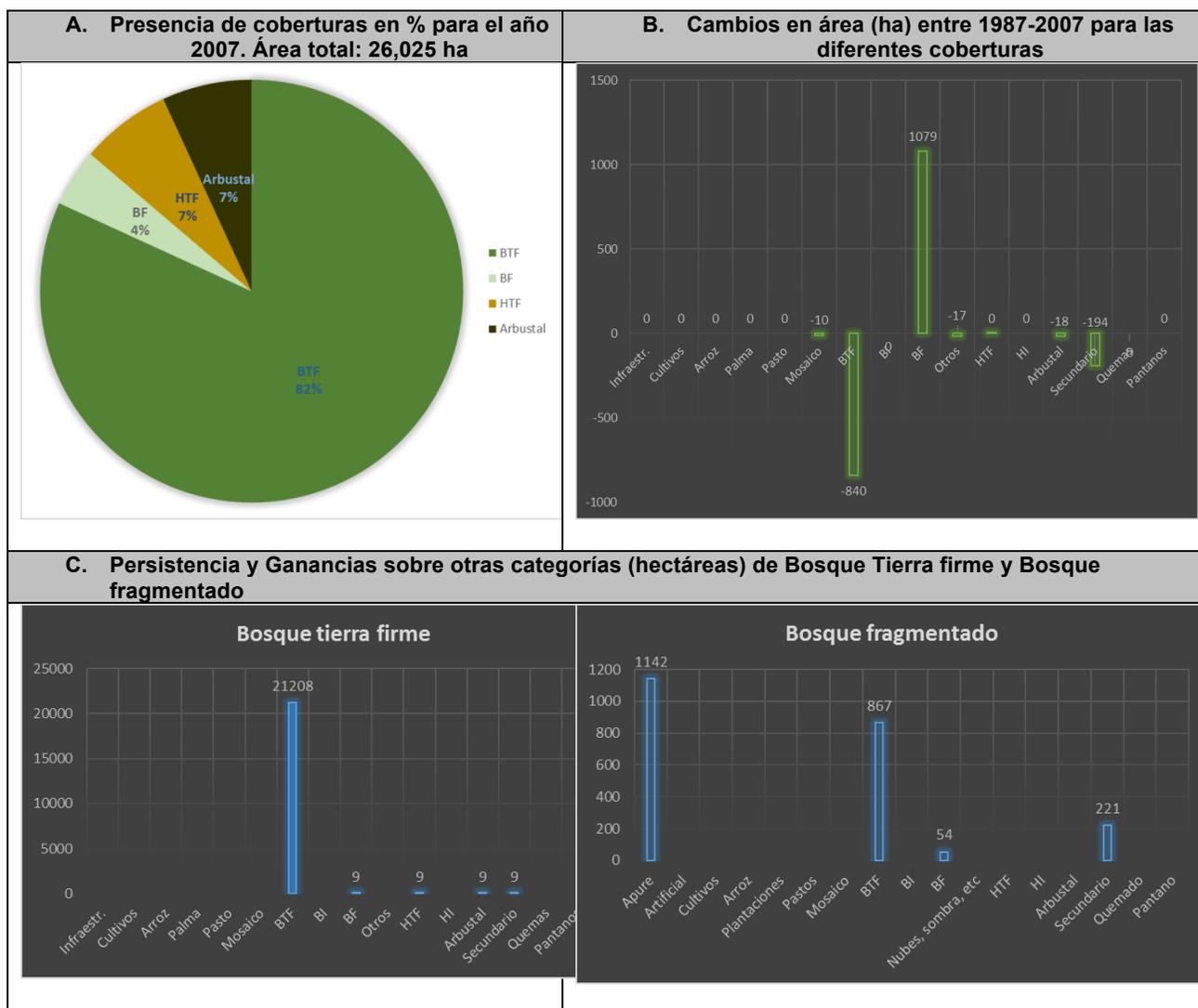
2.3.3.1. Zonas Hidrográficas

En este aparte se presenta el análisis de las coberturas presentes y los cambios cuantitativos observados para cada una de las 9 Zonas Hidrográficas.

2.3.3.1.1. Zona Hidrográfica Apure

En la zona de Apure se observa que la mayor parte es Bosque Tierra Firme (82%) con algunas áreas de arbustal (7%), Herbazal Tierra Firme (7%) y Bosque Fragmentado (4%), las demás categorías ocupan áreas mínimas en la zona o están ausentes (Figura 26A). En el bosque de tierra firme se identifica una pérdida entre el año 1987-2007 de 840 hectáreas en total, principalmente por la conversión a bosque fragmentado que es la única categoría no-natural con ganancia en ese intervalo de tiempo (Figura 26B). No se observa una dinámica alta en esta zona, pues hay pocos cambios entre las diferentes categorías, y los cambios son valores relativos bajos (Figura 26C).

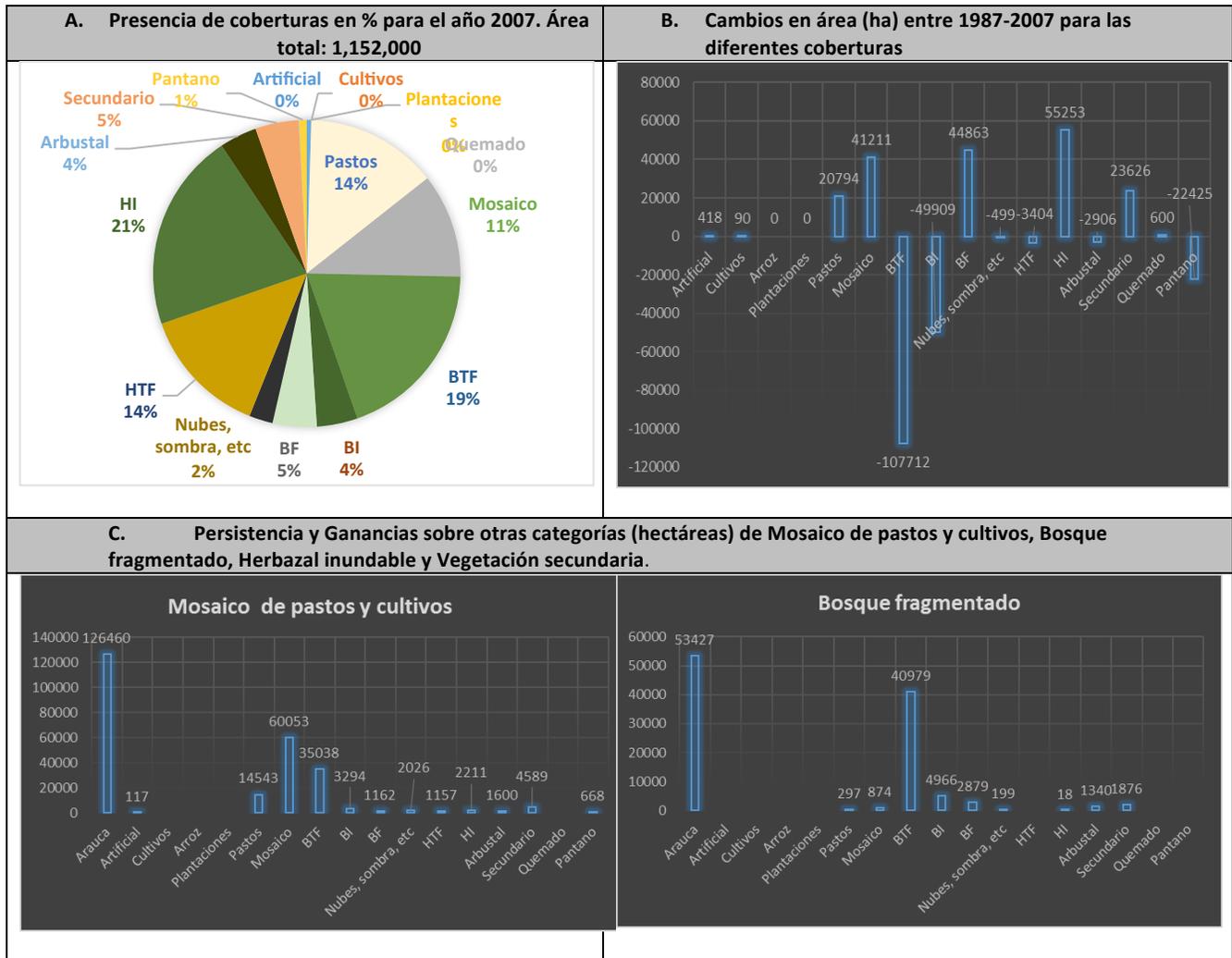
FIGURA 26- ZONA HIDROGRÁFICA APURE: CAMBIOS DE COBERTURA, 1987-2007

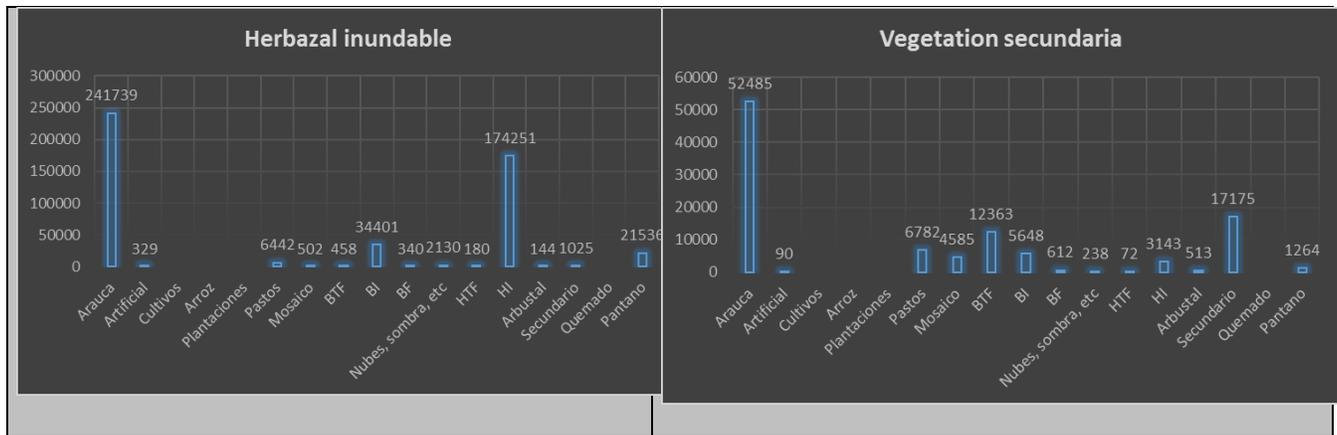


2.3.3.1.2. Zona Hidrográfica Arauca

Arauca tiene una presencia diversa de tipos de cobertura, tanto naturales como no-naturales. La categoría natural más grande es Herbazal Inundable (21%), y después Bosque Tierra Firme (19%). De las categorías no-naturales la categoría con más cobertura son Pastos (14%), seguido por Mosaico de pastos y cultivos (11%) (Figura 27A). Las categorías Bosque Tierra Firme con Bosque inundado son las categorías principales con pérdidas substanciales, más de 150,000 hectáreas de bosque se convirtió en el intervalo 1987-2007 (Figura 27B), y la gran parte de bosque tierra firme se convirtió en bosque fragmentado, mosaico de pastos y cultivos y vegetación secundaria (Figura 27C). En el año 1987, bosque tierra firme todavía representaba el 28% de esta zona hidrográfica (no mostrado). Herbazal inundable se mantuvo relativamente estable con solo pequeños cambios. En plantaciones y cultivos, solo 45 y 90 hectáreas fueron detectadas respectivamente, y cultivos de arroz son ausentes.

FIGURA 27. ZONA HIDROGRÁFICA ARAUCA: CAMBIOS DE COBERTURA, 1987-2007



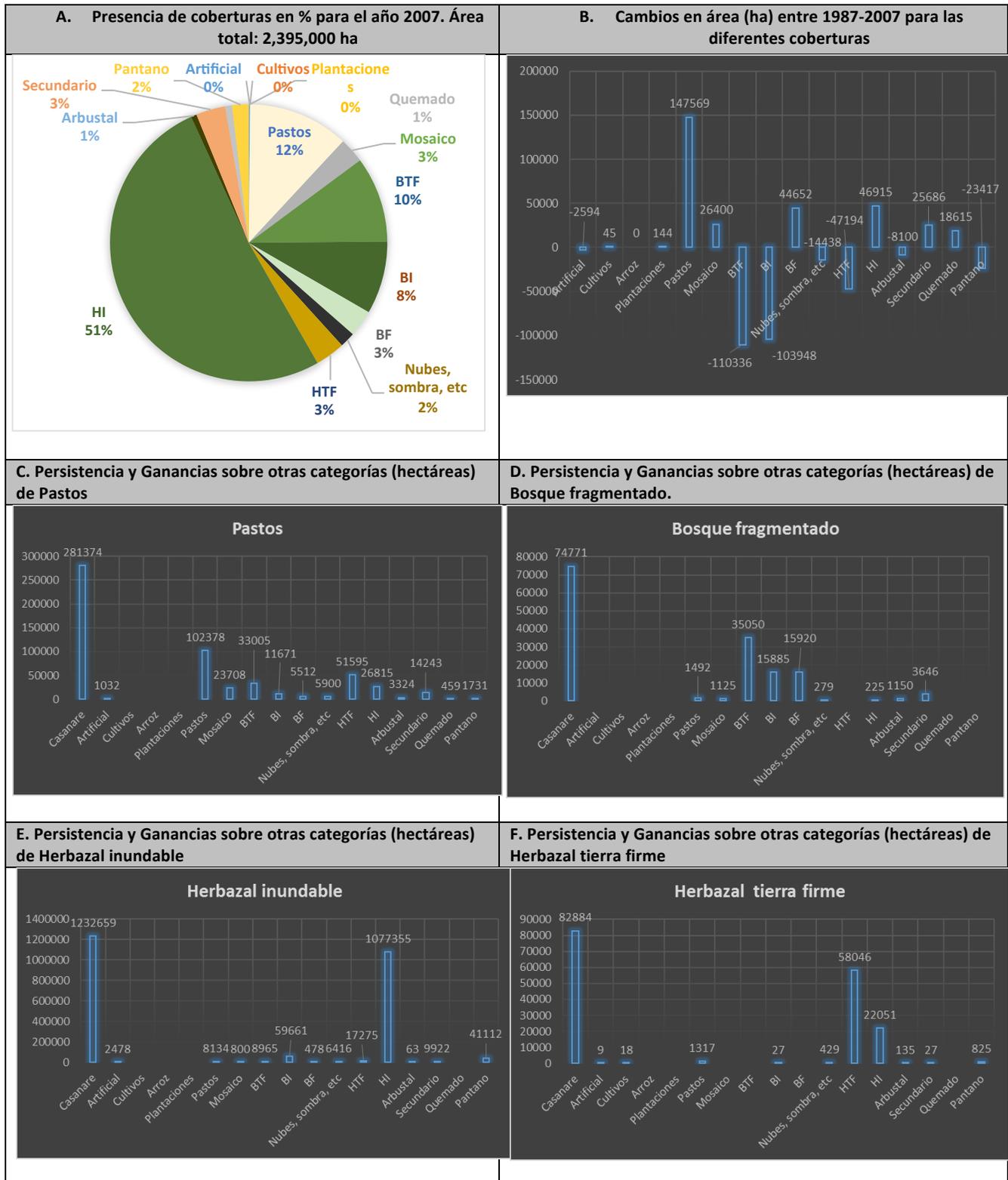


2.3.3.1.3. Zona Hidrográfica Casanare

Para la zona hidrográfica del Casanare se observa que la mitad está representada por Herbazal Inundable (51%). Otras categorías naturales y no-naturales que se encuentran en la otra mitad de la zona son Pastos (12%), Bosque Tierra Firme (10%) y Bosque Inundable (8%). Las demás categorías representan valores de porcentajes bajos (Figura 28A). Las pérdidas más fuertes se observan en los bosques de tierra firme y bosques inundables que suman a un total mayor que 200,000 ha, durante el intervalo 1987 – 2007 (Figura 28B). Las grandes ganancias han sido para Pastos principalmente (Figura 28B) que han ganado de muchas categorías diferentes, como se observa en la figura 28C, mostrando que grandes áreas de bosques tierra firme y herbazal tierra firme se convirtieron a Pastos (Figura 28C).

La figura 28B además muestra una pérdida de Herbazal Tierra Firme (HTF) con cambios principalmente por conversión hacia Pastos también (Figura 28C). Vegetación secundaria es una categoría que gana de una variedad de categorías naturales y no-naturales. Analizando los herbazales en figura 28A, se observa una pérdida de Herbazal Tierra firme y una ganancia de Herbazal Inundable. La figura 28E muestra que como la categoría Herbazal Inundable es la categoría con mayor extensión en esta zona de Casanare (1,2 millones de hectáreas), sus ganancias sobre otras categorías son relativamente pequeñas comparado con el área que ocupa. Sin embargo hay un cambio importante desde bosque inundable (60.000 hectáreas de “pérdida”) y desde Pantano (41.000 hectáreas) que son dinámicas naturales de las zonas. Además viendo la Figura 28F, se observa que hay un intercambio de Herbazal inundable hacia Herbazal tierra firme. En este caso hay procesos naturales entre las zonas inundables y los herbazales (categorías naturales), pero una conversión importante de Bosque Tierra firme a Pastos.

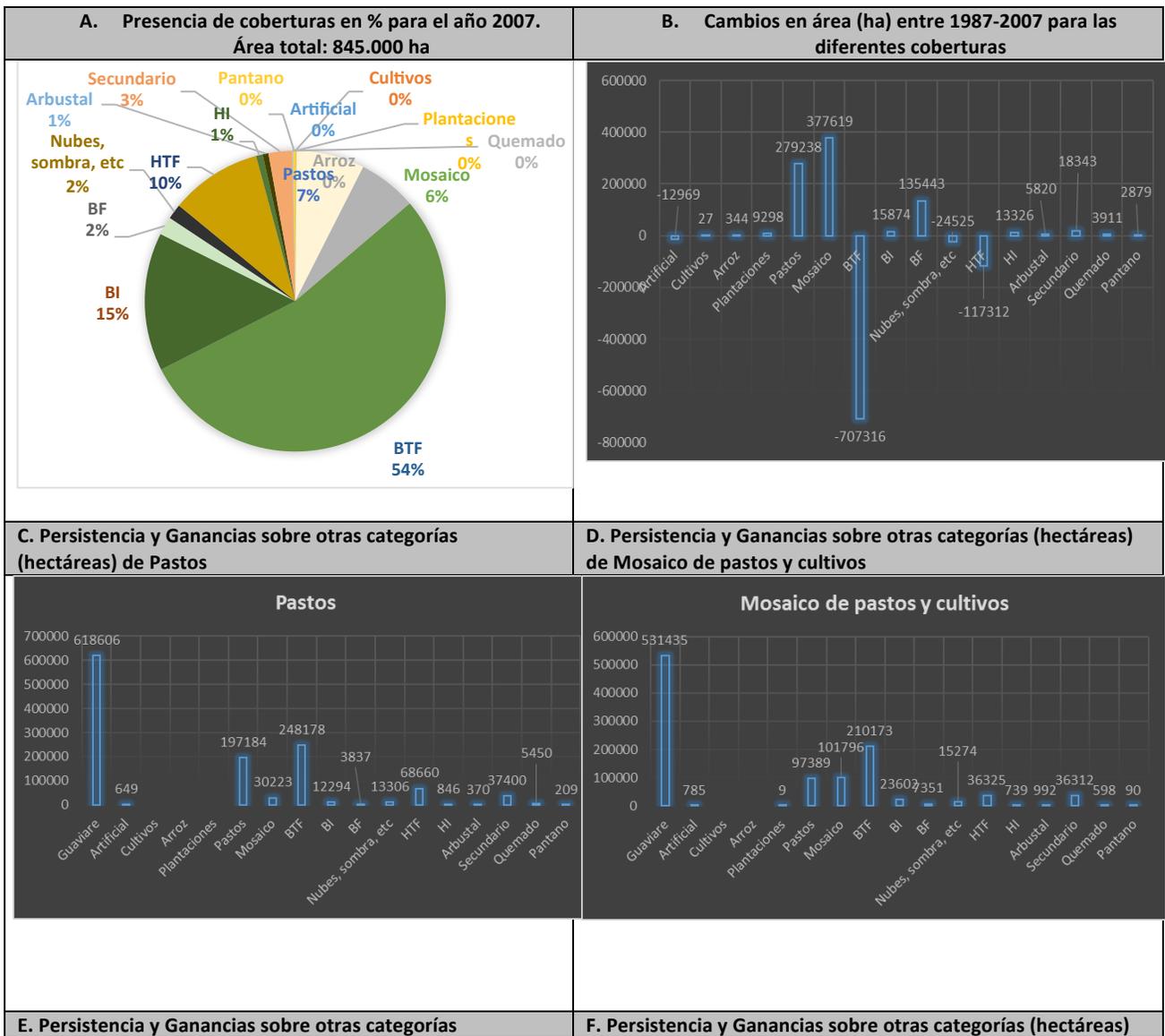
FIGURA 28. ZONA HIDROGRÁFICA CASANARE: CAMBIOS DE COBERTURA, 1987-2007

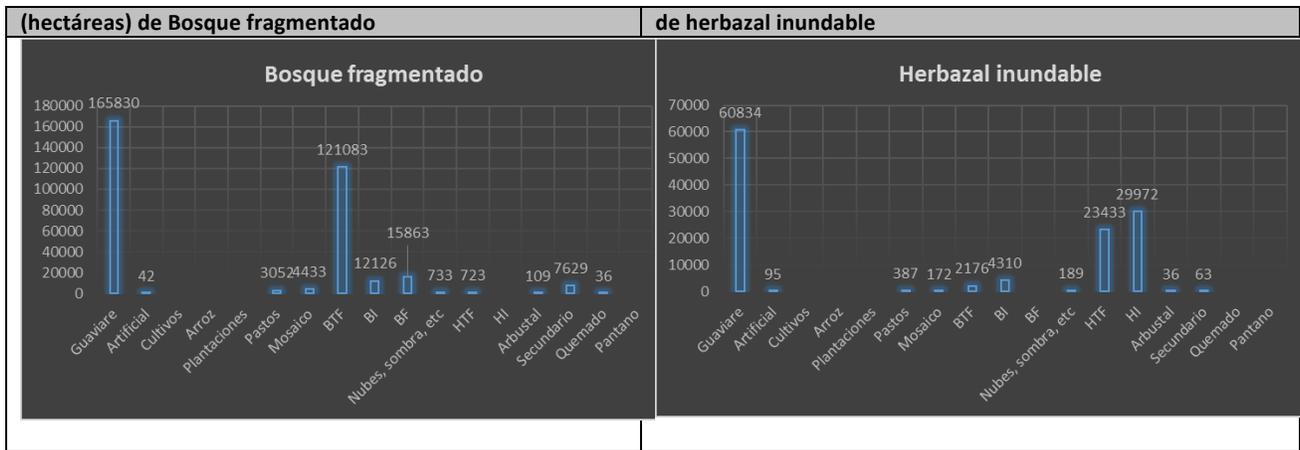


2.3.3.1.4. Zona Hidrográfica Guaviare

En la zona hidrográfica del Guaviare se observa que la cobertura con mayor extensión (54%) es también la categoría más afectada por pérdida de área entre 1987-2007 (700.000 hectáreas): Bosque Tierra firme. Esta categoría ha sido convertida a Pastos (Figura 29C; 248.000 ha), Mosaico de cultivos y pastos (Figura 29D; 210.000 ha) y bosque fragmentado (Figura 29E; 120.000 ha). Estas categorías no-naturales se ve afectando a varias categorías como también los herbazales, especialmente herbazal tierra firme que perdió unos 115.000 ha a estas categorías no-naturales (Figura 29C, D, E). Bosque Inundado, la segunda categoría más grande (15%), no mostró pérdidas pero ganancias de unos 15.000 ha.

FIGURA 29. ZONA HIDROGRÁFICA GUAVIARE: CAMBIOS DE COBERTURA, 1987-2007.

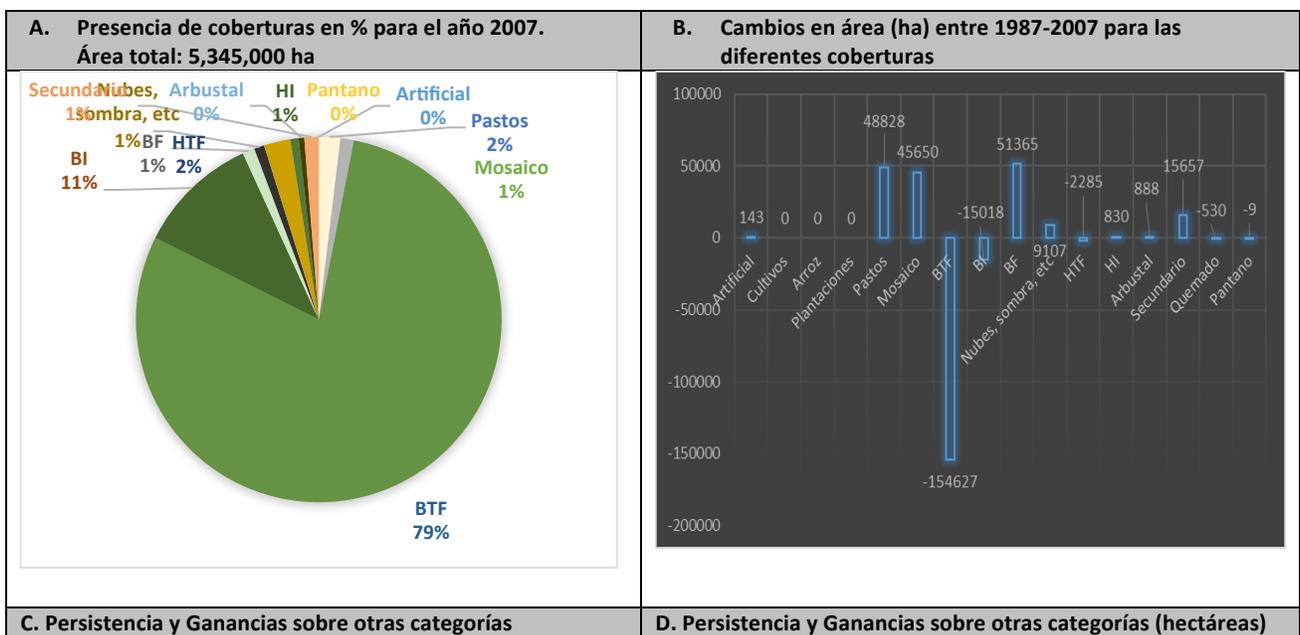


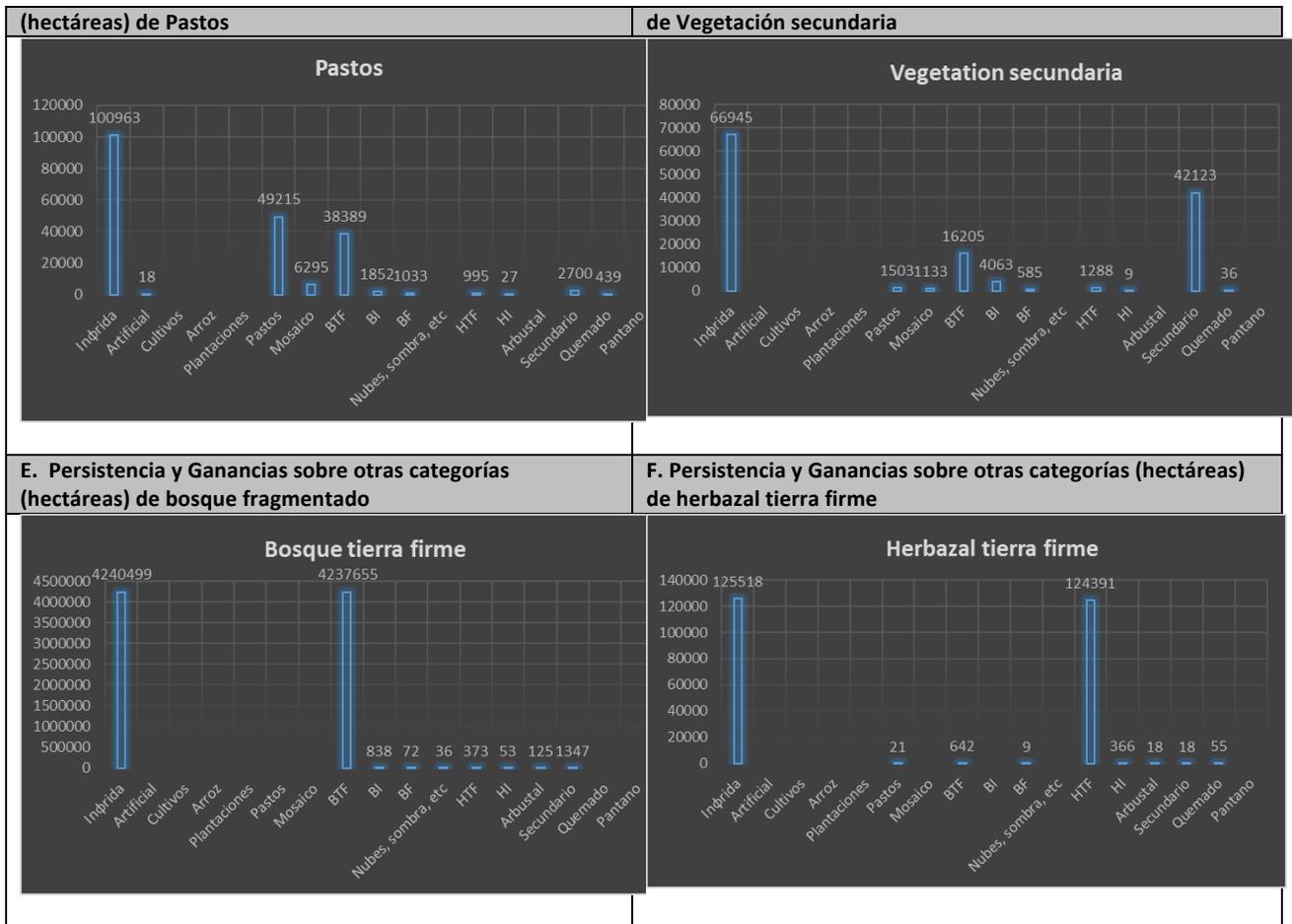


2.3.3.1.5. Zona Hidrográfica Inírida

La zona hidrográfica de Inírida es una de las zonas más grandes (más de 5 millones de hectareas) pero muestra estimaciones de cambios relativamente bajas. Hay poca dinámica pero mucha pérdida de Bosque Tierra Firme (155.000 ha), con una ganancias hacia Pastos y Mosaico de pastos y cultivos, y algo de pérdida de Herbazal Tierra Firme (2.285 ha) como muestra la figura 30B. No hay cultivos, arroz o plantaciones. La gran parte de esta zona es Bosque Tierra Firme (79%) con otras categorías naturales como Bosque Inundable (11%) y herbazal tierra firme (2%). Hay una conversación de Bosque tierra firme a Pastos (Figura 30C) y Vegetación secundaria (Figura 30D), pero una conversión más grande a Bosque fragmentado (Figura 30E). Herbazal tierra firme (Figura 30F) muestra un patrón similar a bosque inundable (no mostrado), que es un área relativamente grande con algunos intercambios con otras categorías.

FIGURA 30. ZONA HIDROGRAFICA INÍRIDA: CAMBIOS DE COBERTURA, 1987-2007.



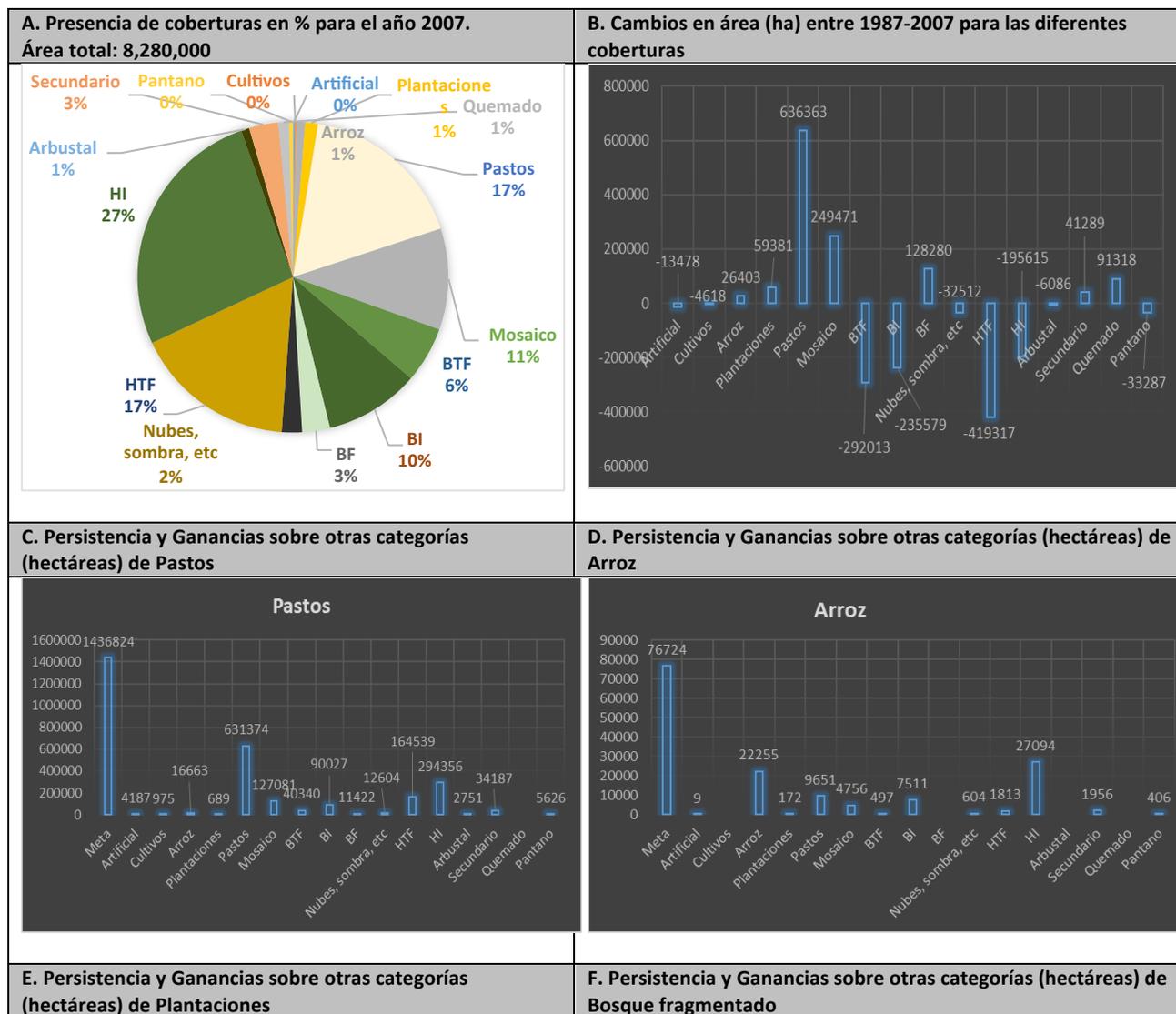


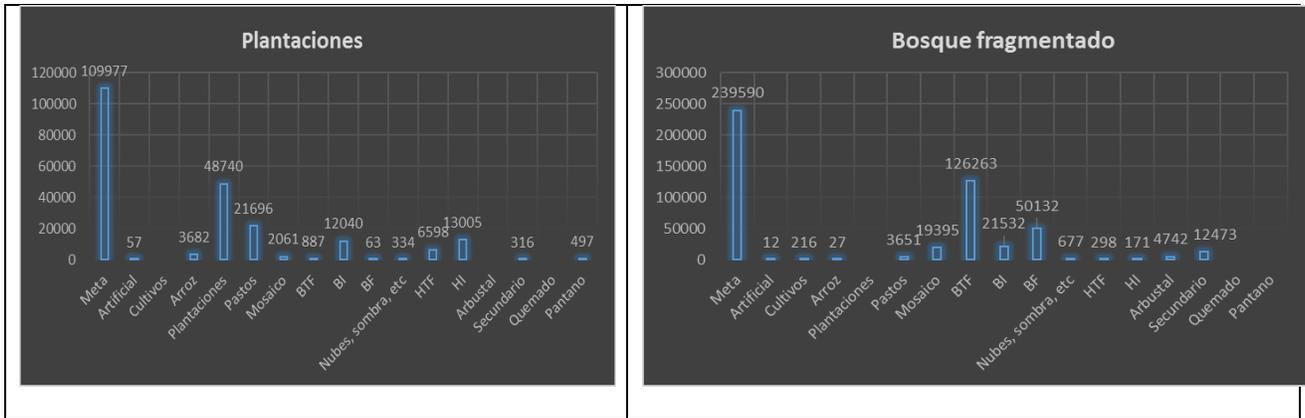
2.3.3.1.6. Zona Hidrográfica Meta

Una de las zonas con mayor dinámica entre las diferentes categorías naturales y no-naturales, es la zona hidrográfica del Meta. Hay áreas extensas de herbazal Inundable (27%) y de Tierra Firme (17%). Categorías de bosque hacen menor presencia en la zona entre 6-10%, ya que se encuentran más Pastos (17%) y Mosaico de pastos y cultivos (11%). Hay arroz, cultivos y plantaciones, aunque en porcentajes bajos (Figura 31A), pero en área más que 85.000 ha (Figura 31B). Las pérdidas en todas las coberturas naturales se observan en cantidades sustanciales: las tierras firmes de bosques (292.000 ha perdidas) y herbazal (420.000 ha convertidas) (Figura 31B) y las zonas inundables de bosques (235.000 ha convertidas) y herbazales (195.000 ha perdidas). En la Figura 31C y D se observa que los herbazales son afectados por pastos (> 450.000 ha) y cultivos de arroz (28.000 ha), mientras que el mosaico de cultivos y pastos muestra los mismos patrones de afectación de coberturas naturales, afectando todo tipo de coberturas. La presencia de plantaciones en el transcurso del intervalo 1987-2007, se encuentra hoy en día en varios tipos de cobertura; de la cobertura natural más afectada han sido las categorías inundables como los herbazales (13.000 ha) y los bosques (12.000 ha), pero vemos una tendencia importante de reemplazo de pastos hacia plantaciones (49.000 ha). Esta zona presenta una presencia importante

de quemas (90 000 ha detectadas en el 2007). El Bosque Fragmentado (Figura 31F) y vegetación secundaria (no mostrado) se encontraba para el año 2007 en mayores cantidades reemplazando diferentes tipos de cobertura.

FIGURA 31. ZONA HIDROGRAFICA META: CAMBIOS DE COBERTURA, 1987-2007

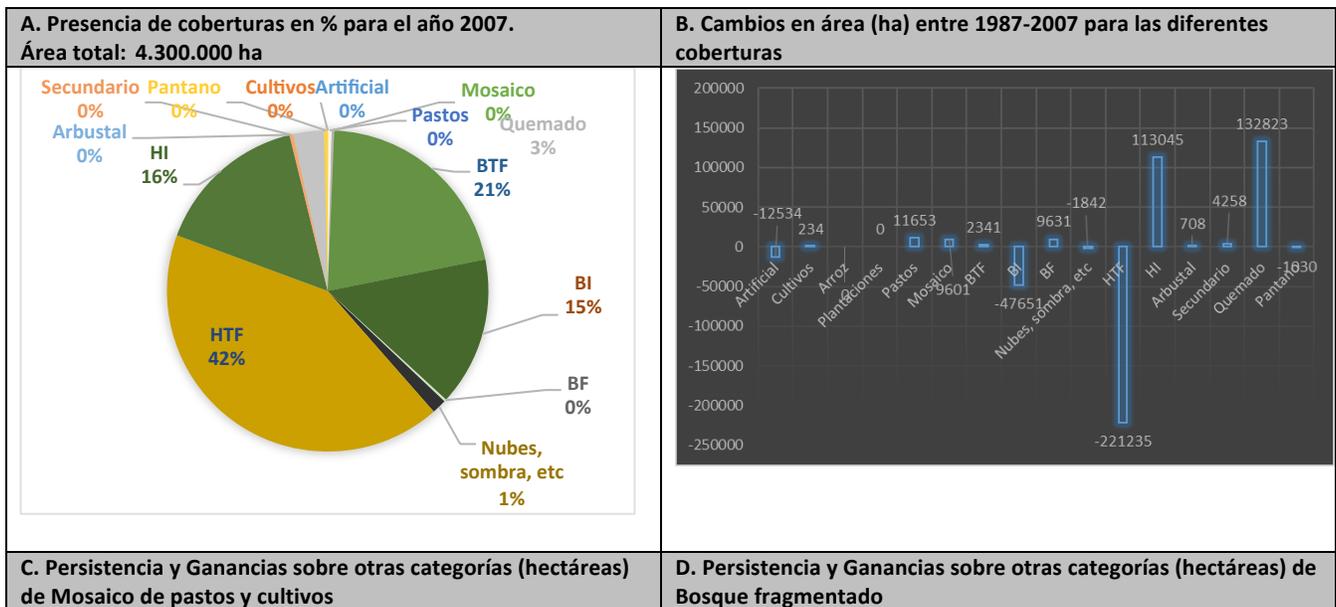


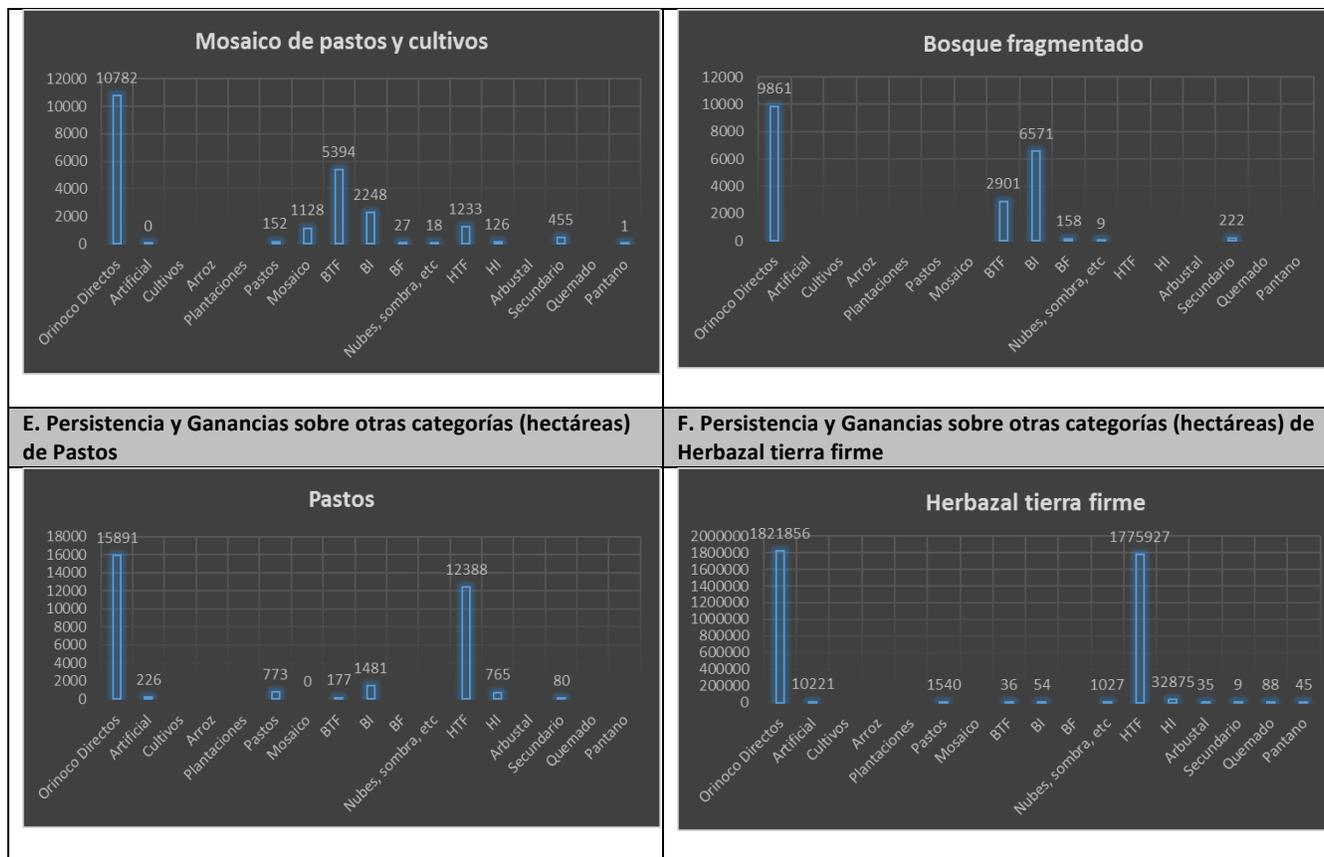


2.3.3.1.7. Zona Hidrográfica Orinoco Directos

Esta zona hidrográfica, llamada “Orinoco Directos”, representa un área importante de la cuenca con cerca de 4 millones de hectáreas, en las cuales se encuentra alta presencia de coberturas naturales como Herbazal Tierra Firme (42%), Bosque Tierra Firme (21%), Herbazal Inundable (16%) y Bosque Inundable (15%), mientras que las coberturas no naturales representan áreas menores de 1% del área total (Figura 32A). Pastos, Vegetación Secundaria, Bosque Fragmentado y mosaico de pastos indican las actividades existentes en la zona, que son de impacto extensivo comparado con su superficie total (Figura 32C-F). No se detectaron plantaciones de palma o forestales, ni cultivos de arroz. Los cambios más grandes se observan por la pérdida de herbazal tierra firme, la fuerte presencia de fuegos (unas 100.000 ha se quemaron) y el aumento de herbazal inundable (unas 140.000 ha pasaron de HTF a HI), ver figura 32B, como dinámica natural de la zona.

FIGURA 32. ZONA HIDROGRÁFICA ORINOCO DIRECTOS, CAMBIOS DE COBERTURA, 1987-2007



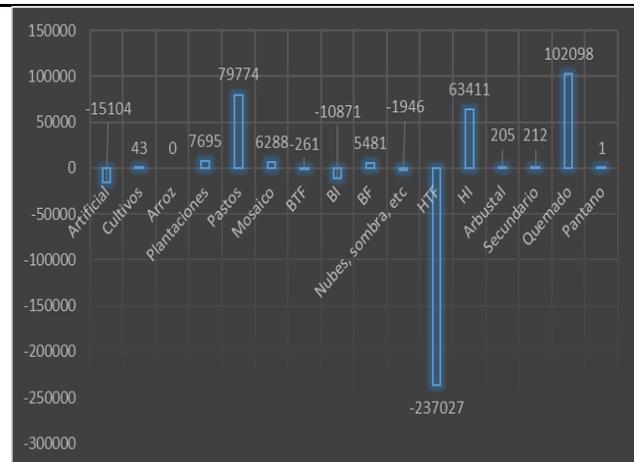
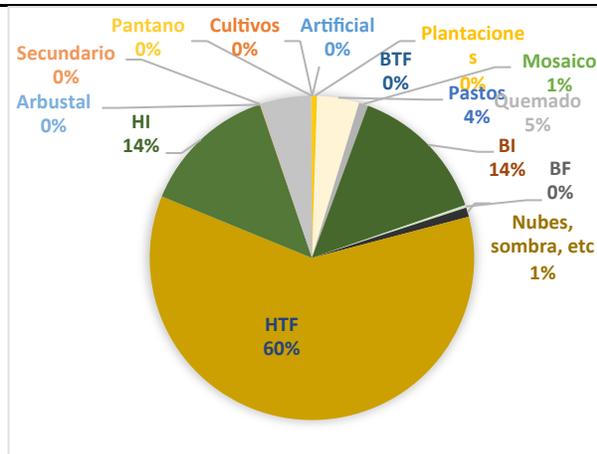


2.3.3.1.8. Zona Hidrográfica Tomo

La coberturas naturales dominan en la zona hidrográfica del Tomo, donde los herbazales son las más extensas: Herbazon Tierra Firme (60%) y Herbazon Inundable (14%), como se muestra en la figura 33A. La categoría no-natural más grande es la de Pastos (4%), seguida por el Mosaico de cultivos y pastos (1%). En esta zona no se identificó arroz. Las categorías más grandes del tipo natural y no-natural, son también las categorías que muestran mayor cambio (Figura 33B). Mosaico de cultivos y pastos, con plantaciones con categorías no-naturales que afectan sobre todo al Herbazon Tierra Firme (Figura 33C y D), mientras que hay una dinámica importante entre herbazon de tierra firme e inundable (Figura 33E). El proceso que más afecta al bosque tierra firme en la zona, es la conversión a bosque fragmentado (Figura 32F).

FIGURA 33. ZONA HIDROGRÁFICA TOMO, CAMBIOS DE COBERTURA, 1987-2007

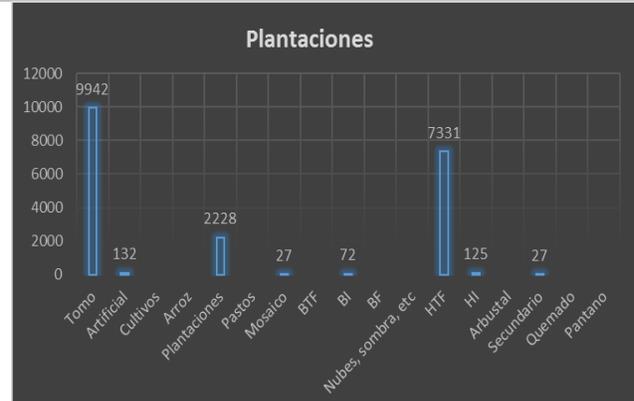
A. Presencia de coberturas en % para el año 2007. Área total: 2.000.000 ha	B. Cambios en área (ha) entre 1987-2007 para las diferentes coberturas
--	---



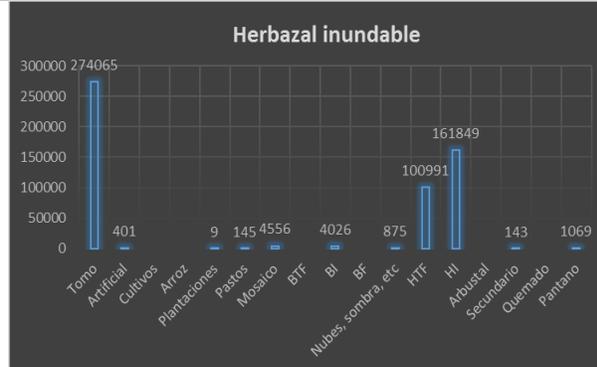
C. Persistencia y Ganancias sobre otras categorías (hectáreas) de Mosaico de pastos y cultivos



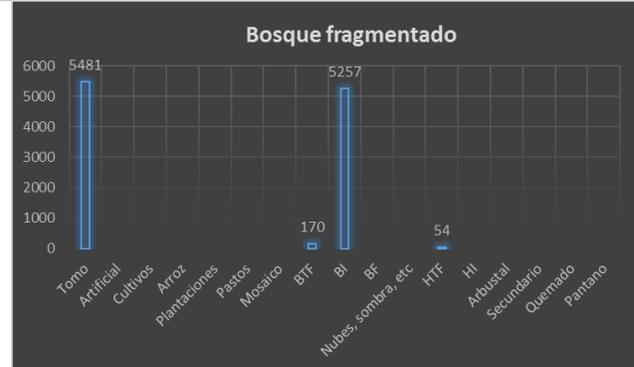
D. Persistencia y Ganancias sobre otras categorías (hectáreas) de Plantaciones



E. Persistencia y Ganancias sobre otras categorías (hectáreas) de Herbazal inundable



F. Persistencia y Ganancias sobre otras categorías (hectáreas) de Bosque fragmentado

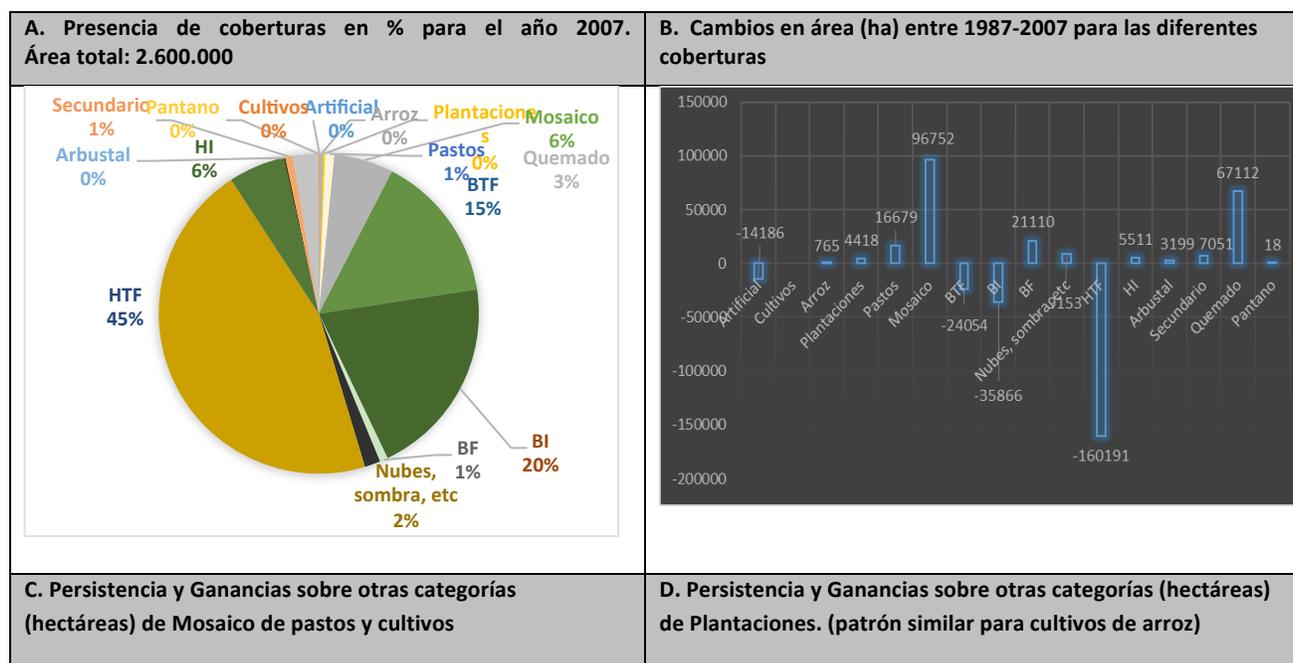


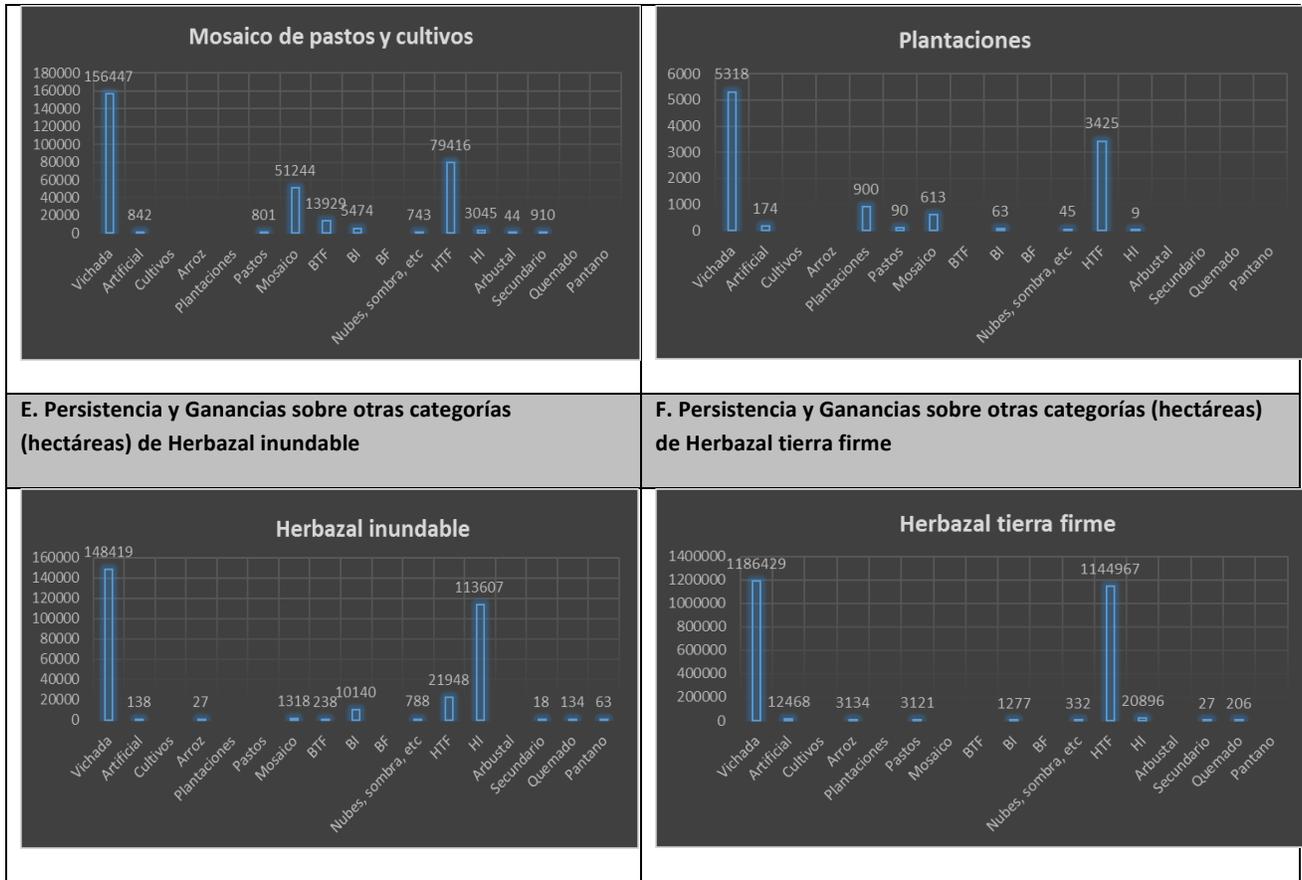
2.3.3.1.9. Zona Hidrográfica Vichada

La zona hidrográfica del Vichada muestra una cobertura extensa de Herbazal Tierra Firme (45%) y Bosques Inundables (21%) y de Tierra Firme (15%). La categoría no-natural más grande está

representada por el Mosaico de cultivos y pastos (Figura 34A), que ganó sobre todo por conversión de bosque tierra firme (Figura 34C). Las pérdidas más grandes, son para las categorías naturales de Bosques (80.000 ha) y Herbazal Tierra Firme (160.000 ha) (Figura 34B). La ganancia más grande fue para la categoría de Mosaico de cultivos y pastos, que como Pastos, gana principalmente de Herbazal Tierra Firme. Hay presencia de plantaciones y arroz, que reemplazan a Herbazal Tierra Firme en diferentes cantidades (Figura 34D). Hay una dinámica natural de cambio del Herbazal Tierra Firme hacia Herbazal Inundable (Figura 34E), pero de igual manera la extensión de cobertura de Herbazal Tierra Firme sigue siendo dominante con más 1 millón de hectáreas.

FIGURA 34. ZONA HIDROGRÁFICA VICHADA, CAMBIOS DE COBERTURA 1987-2007

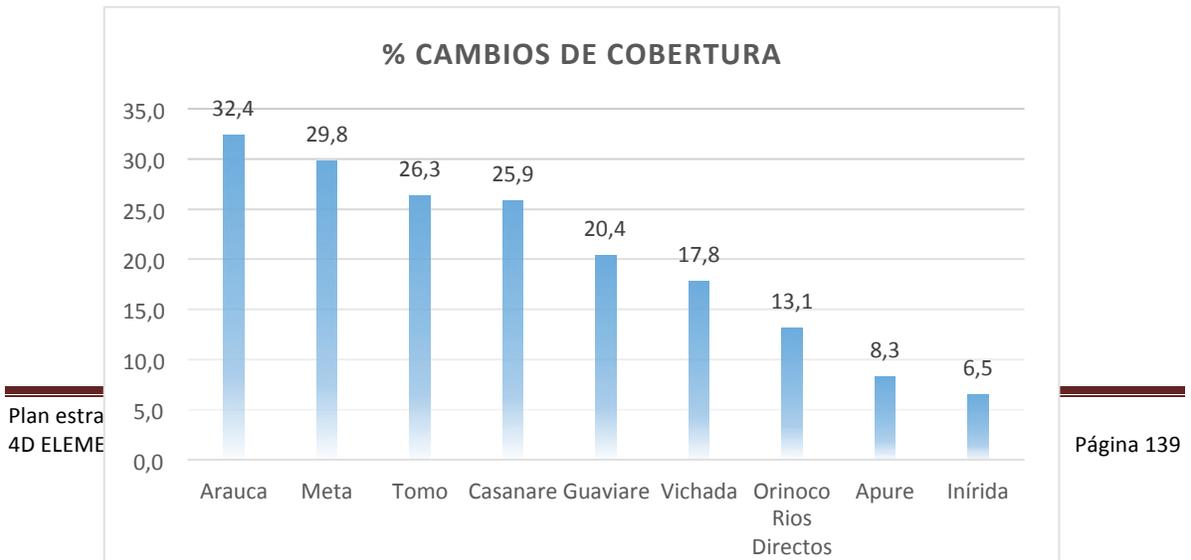




2.3.3.2. Cambios (%) de cobertura por zona hidrográfica

La figura 35 muestra en porcentajes qué parte de las zonas hidrográficas ha demostrado algún cambio. En las zonas hidrográficas de Arauca, Meta, Tomo y Casanare, se identificaron cambios de cobertura en más del 25% de su extensión para el intervalo de 1987-2007. Zonas con poca dinámica relativa son Apure e Inírida, ambas con pocos cambios entre las diferentes categorías, y los cambios son valores relativos bajos.

FIGURA 35. CAMBIOS DE COBERTURA EN PORCENTAJES DEL AREA TOTAL POR ZONA HIDROGRAFICA.



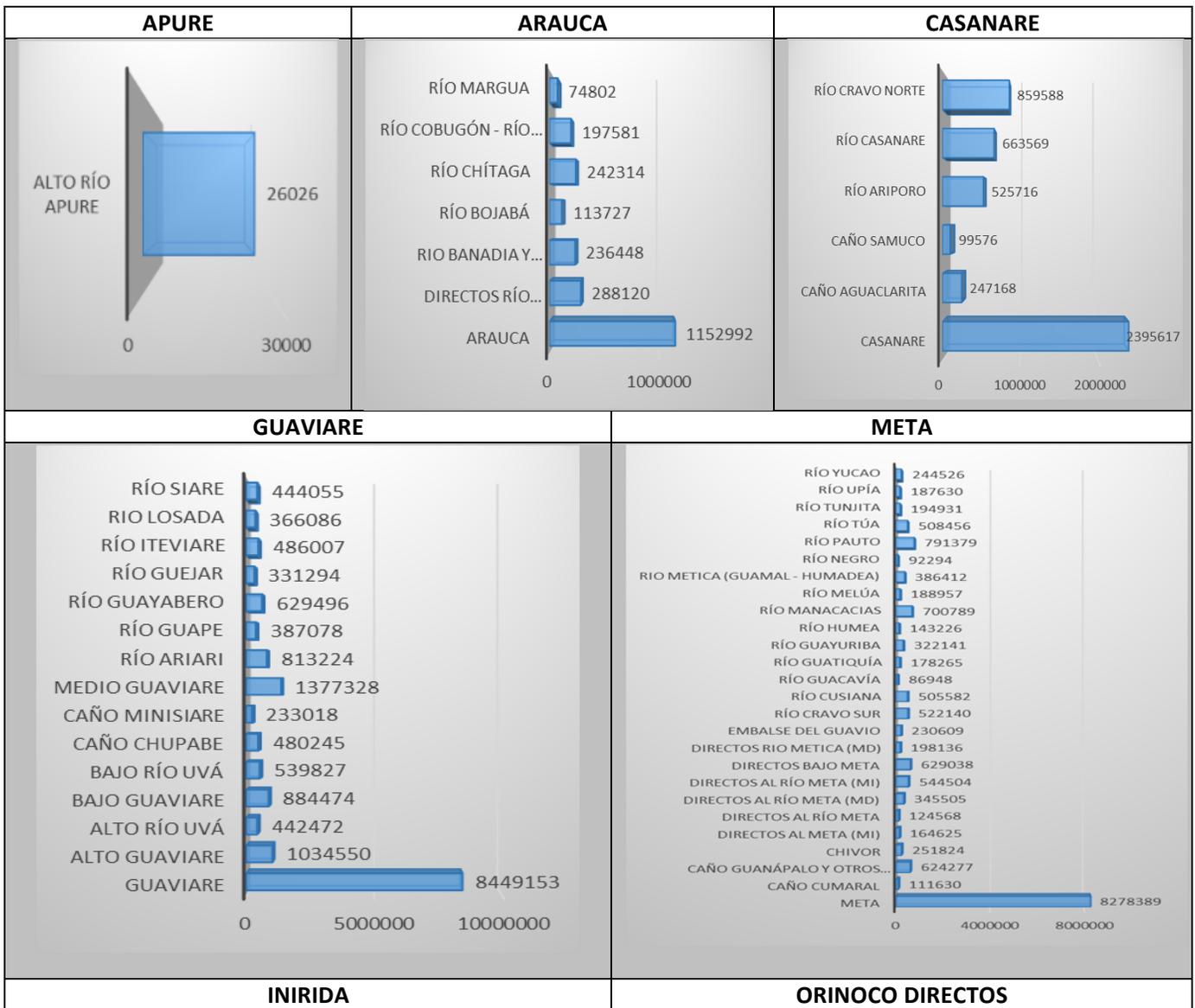
2.3.3.3. Subzonas hidrográficas

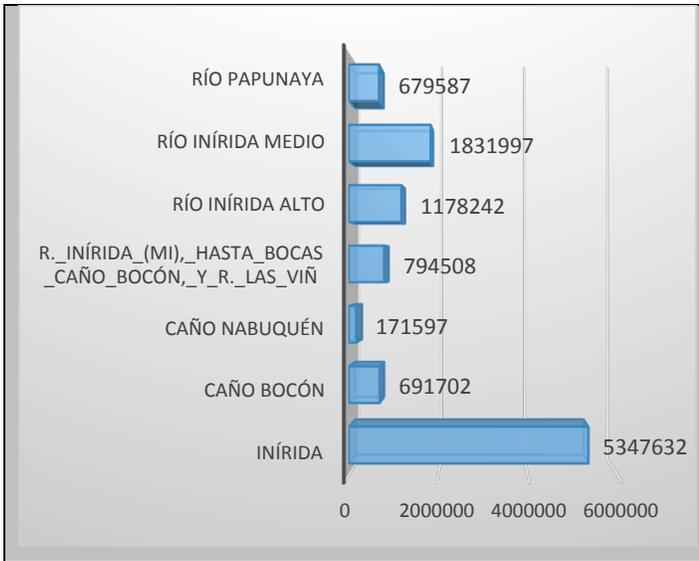
En este aparte se presentan los resultados del análisis de tendencias para las 72 subzonas Hidrográficas de la Macrocuenca en términos de: superficie, cobertura y cambios. La mayor parte de las sub-zonas están en las zonas hidrográficas de Meta y Guaviare.

2.3.3.3.1. Análisis de las Subzonas Hidrográficas: Superficie

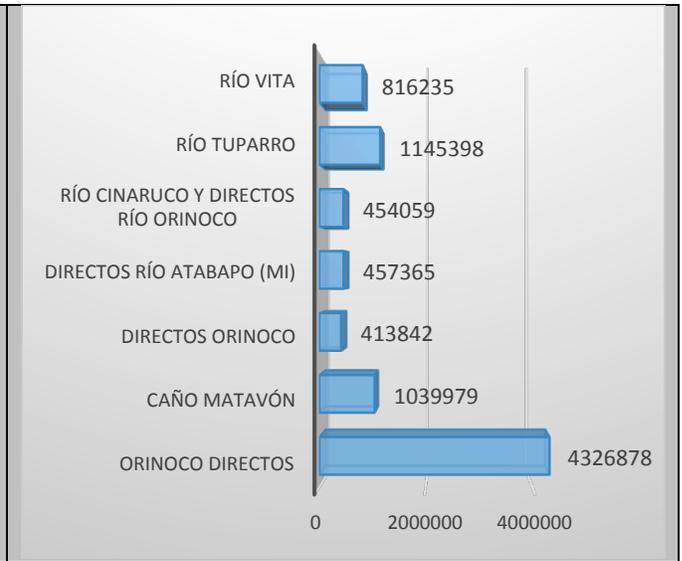
La figura 36 muestra para las diferentes Zonas Hidrográficas (ZH) la superficie estimada para cada subzona. En las tablas de estimaciones de superficie en orden alfabético por subzona hidrográfica. Las más grandes son Río Inírida Alto y Medio (ZH Inírida), Medio Guaviare (ZH Guaviare) y Río Tuparro (ZH Orinoco Directos).

FIGURA 36. SUPERFICIE DE LAS SUBZONAS DENTRO DE LAS ZONAS HIDROGRÁFICAS

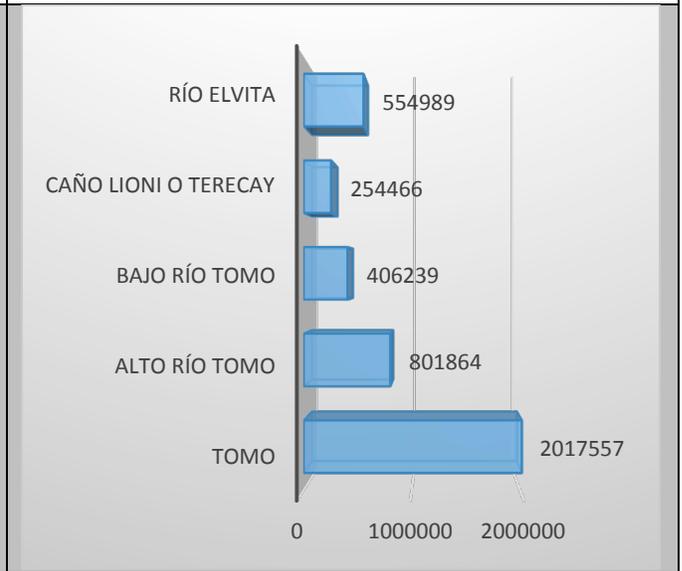
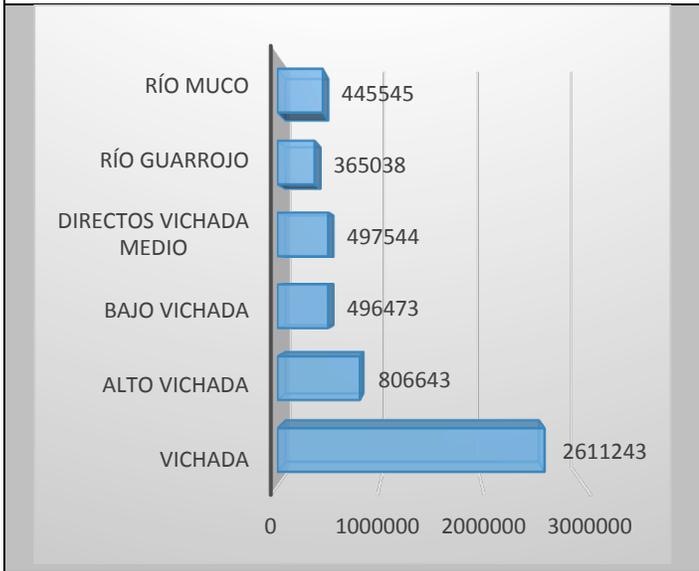




VICHADA



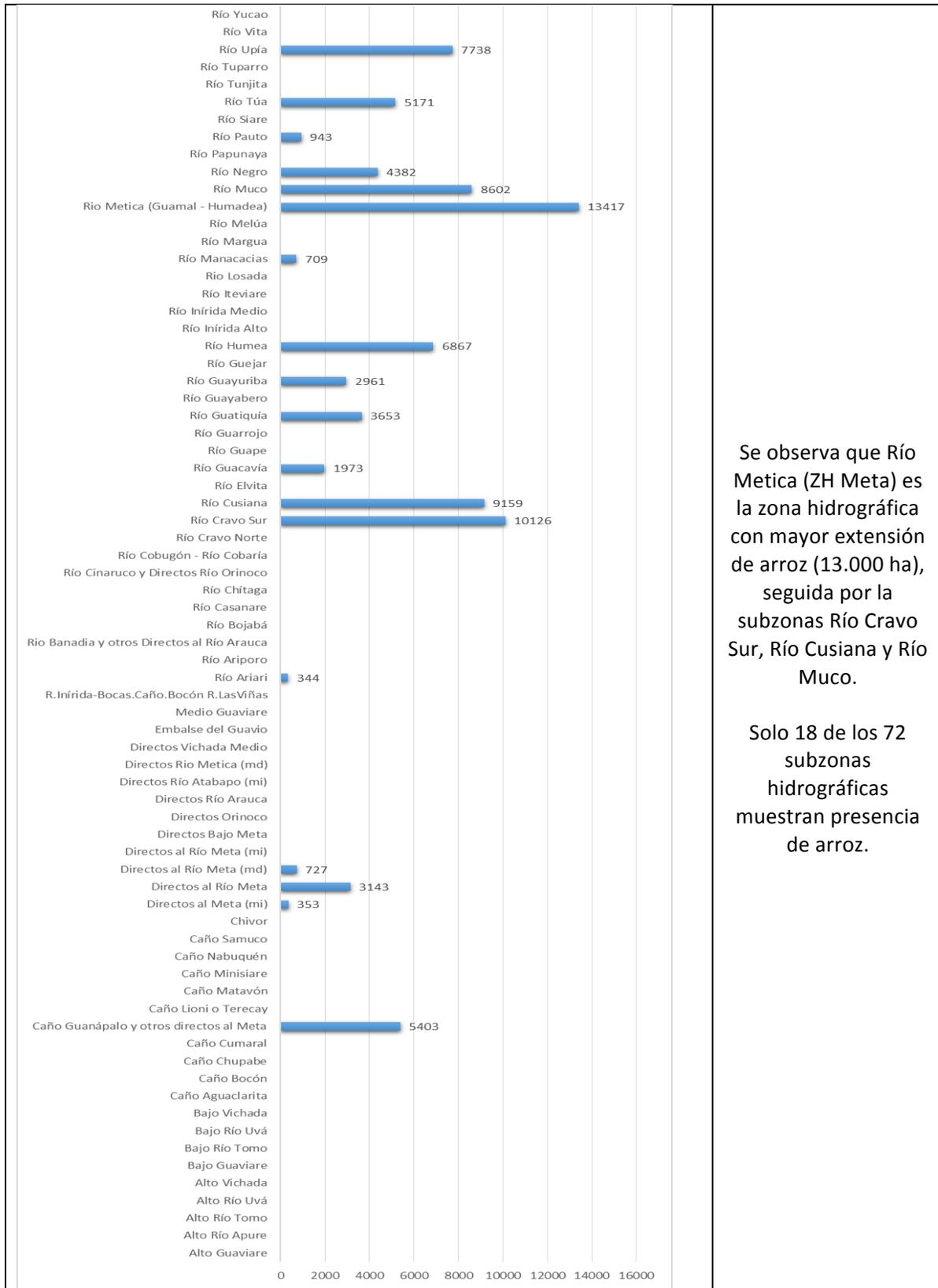
TOMO



2.3.3.3.2. Análisis de las subzonas hidrográficas: Coberturas

En las siguientes figuras se presenta la superficie en hectáreas de cada categoría de cobertura en las subzonas hidrográficas.

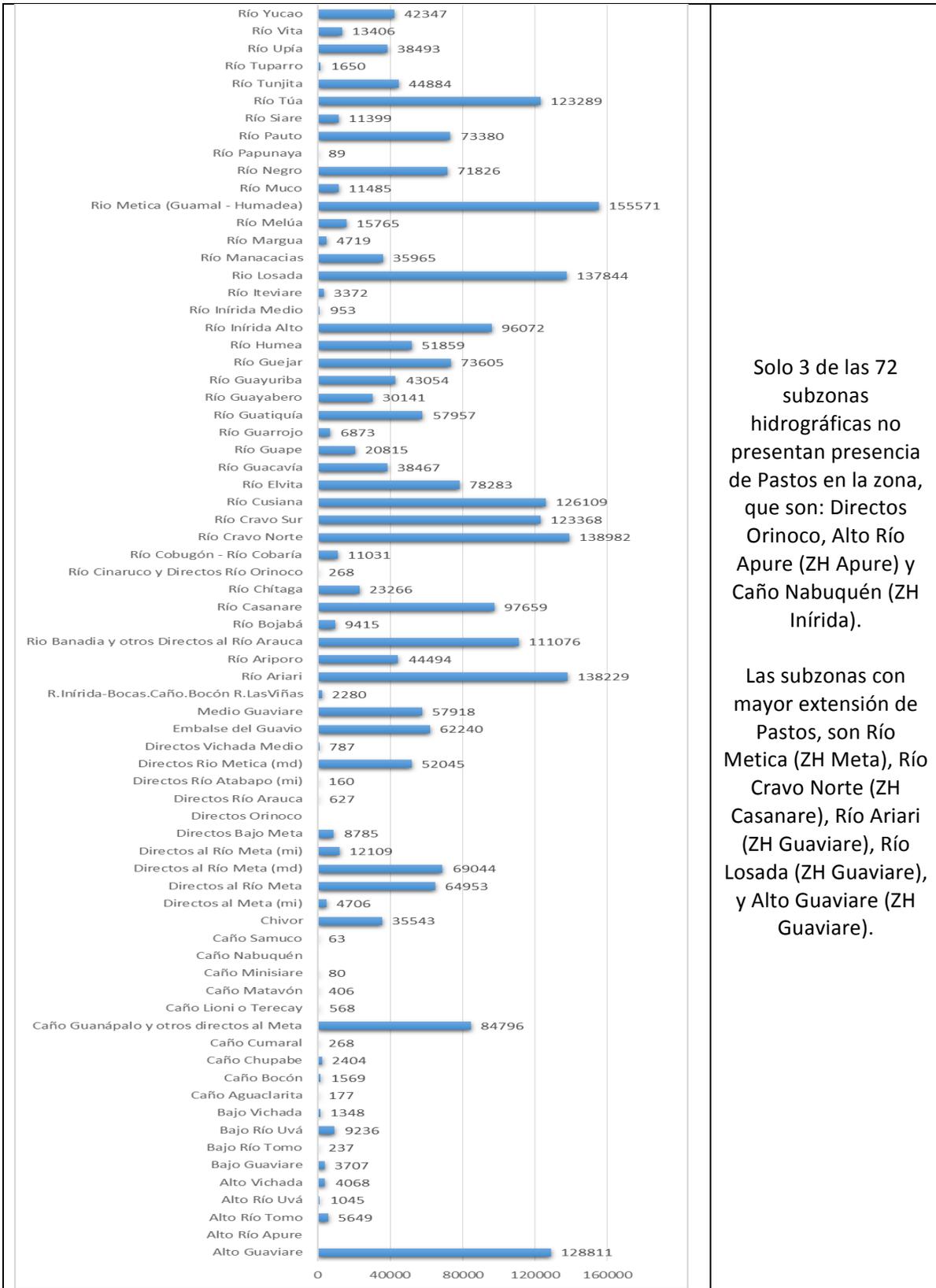
FIGURA 37. EXTENSIÓN DE LA COBERTURA DE ARROZ EN LAS SUBZONAS HIDROGRÁFICAS



Se observa que Río Metica (ZH Meta) es la zona hidrográfica con mayor extensión de arroz (13.000 ha), seguida por la subzonas Río Cravo Sur, Río Cusiana y Río Muco.

Solo 18 de los 72 subzonas hidrográficas muestran presencia de arroz.

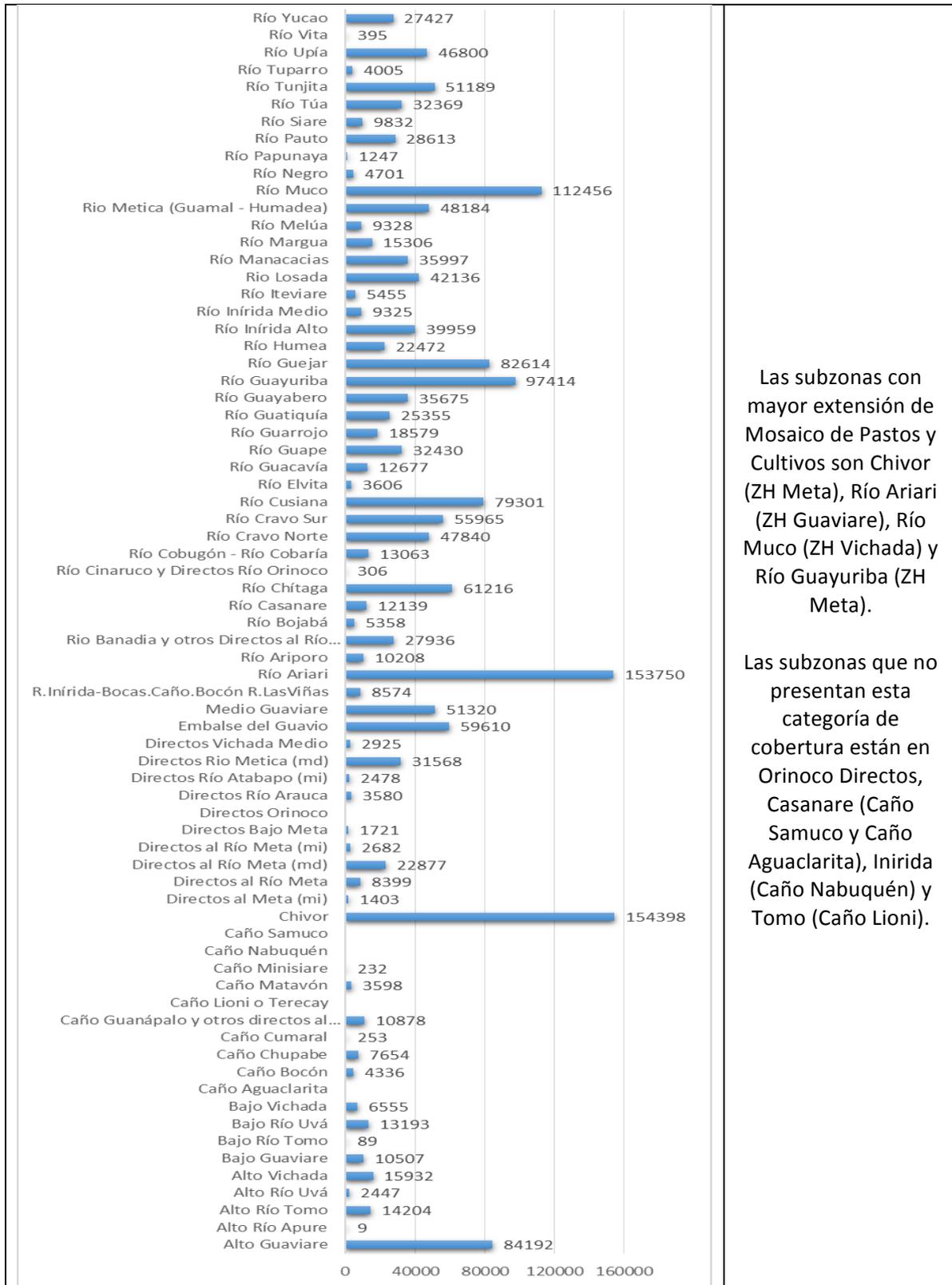
FIGURA 38. EXTENSIÓN DE LA COBERTURA DE PASTOS EN LAS SUBZONAS HIDROGRÁFICAS



Solo 3 de las 72 subzonas hidrográficas no presentan presencia de Pastos en la zona, que son: Directos Orinoco, Alto Río Apure (ZH Apure) y Caño Nabuquén (ZH Inírida).

Las subzonas con mayor extensión de Pastos, son Río Metica (ZH Meta), Río Cravo Norte (ZH Casanare), Río Ariari (ZH Guaviare), Río Losada (ZH Guaviare), y Alto Guaviare (ZH Guaviare).

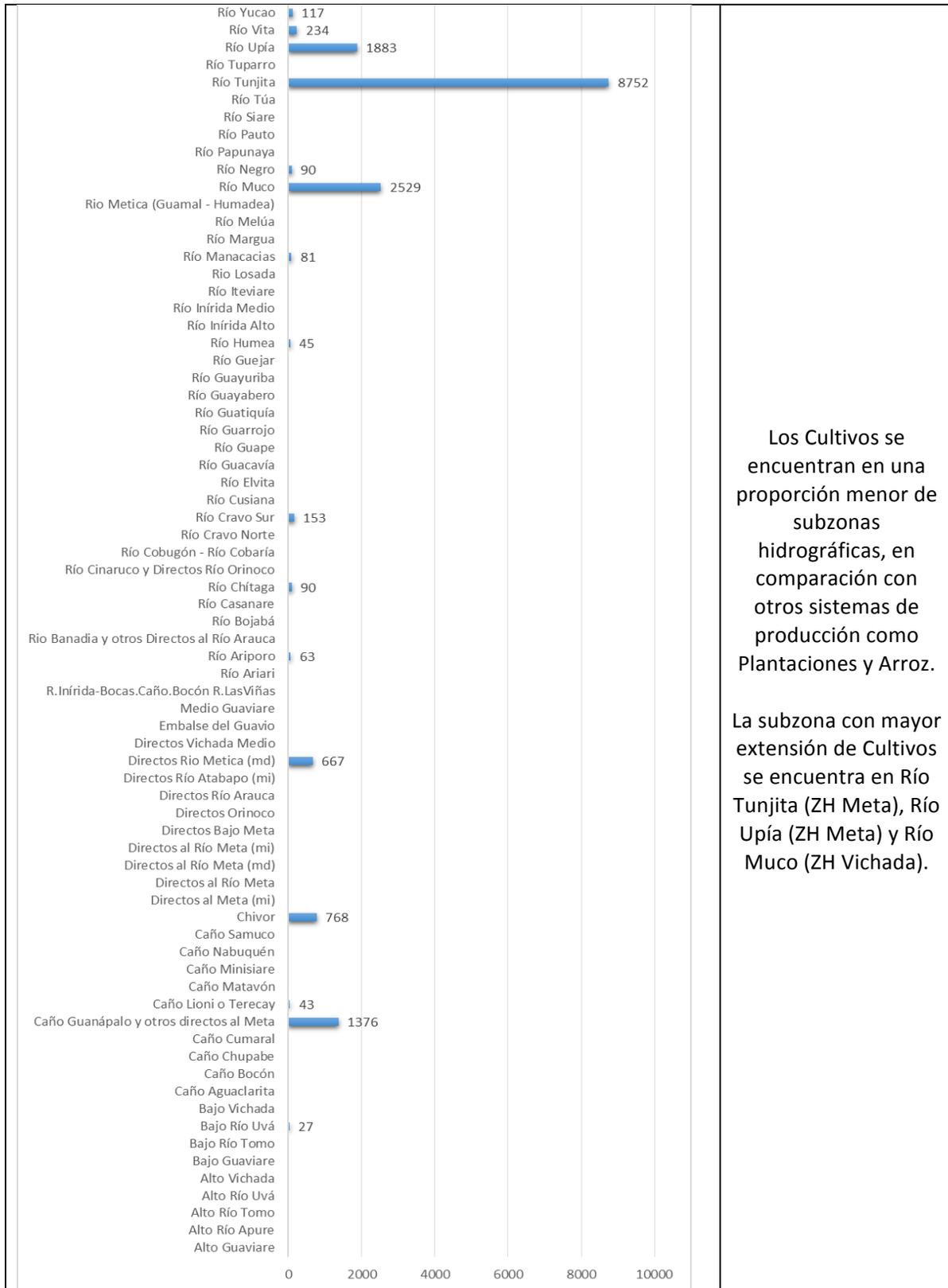
FIGURA 39. EXTENSIÓN DE LA COBERTURA DE MOSAICO DE PASTOS Y CULTIVOS EN LAS SUBZONAS HIDROGRÁFICAS.



Las subzonas con mayor extensión de Mosaico de Pastos y Cultivos son Chivor (ZH Meta), Río Ariari (ZH Guaviare), Río Muco (ZH Vichada) y Río Guayuriba (ZH Meta).

Las subzonas que no presentan esta categoría de cobertura están en Orinoco Directos, Casanare (Caño Samuco y Caño Aguaclarita), Inírida (Caño Nabuquén) y Tomo (Caño Lioni).

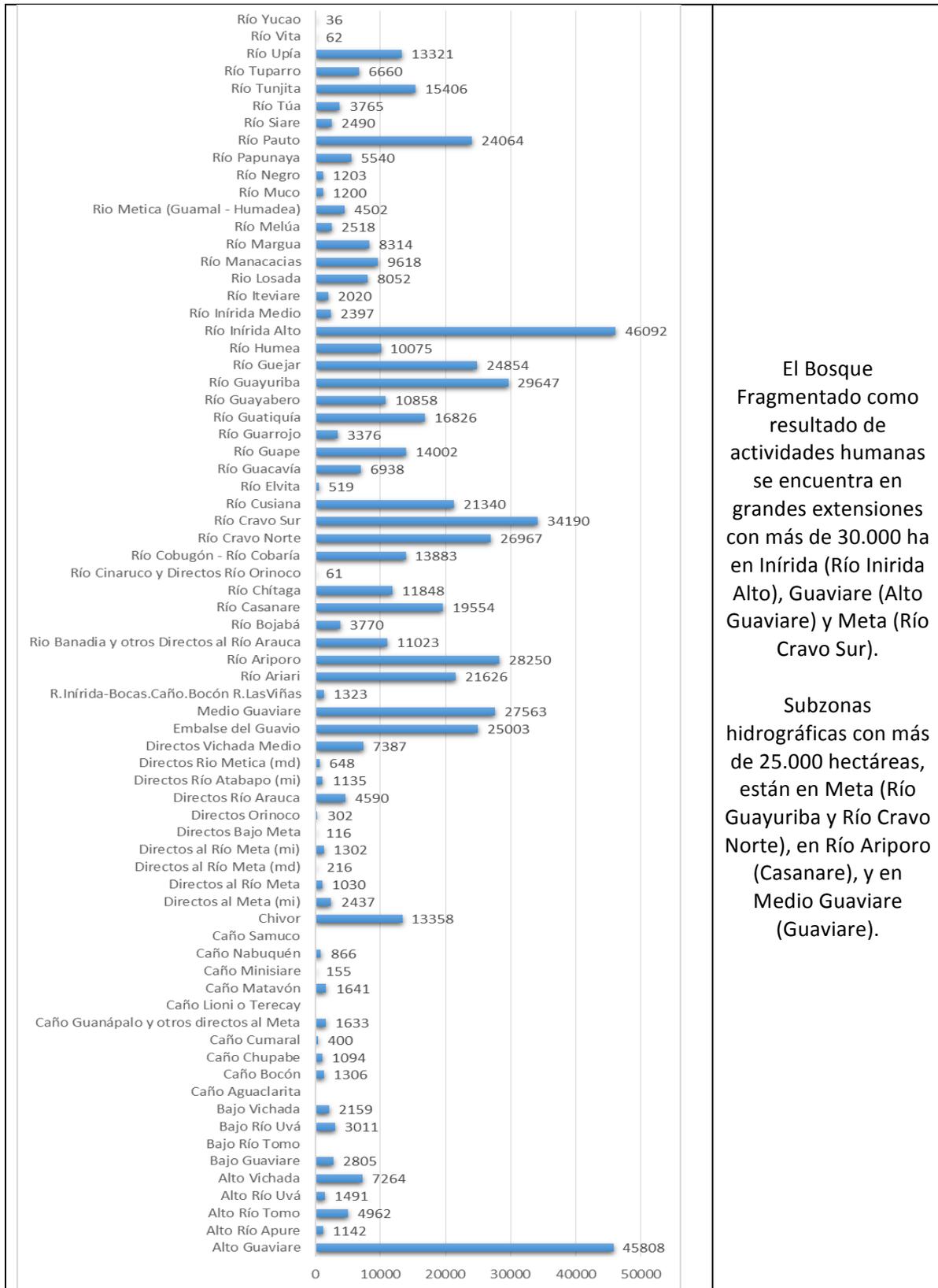
FIGURA 40. EXTENSIÓN DE LA COBERTURA DE CULTIVOS EN LAS SUBZONAS HIDROGRÁFICAS.



Los Cultivos se encuentran en una proporción menor de subzonas hidrográficas, en comparación con otros sistemas de producción como Plantaciones y Arroz.

La subzona con mayor extensión de Cultivos se encuentra en Río Tunjita (ZH Meta), Río Upía (ZH Meta) y Río Muco (ZH Vichada).

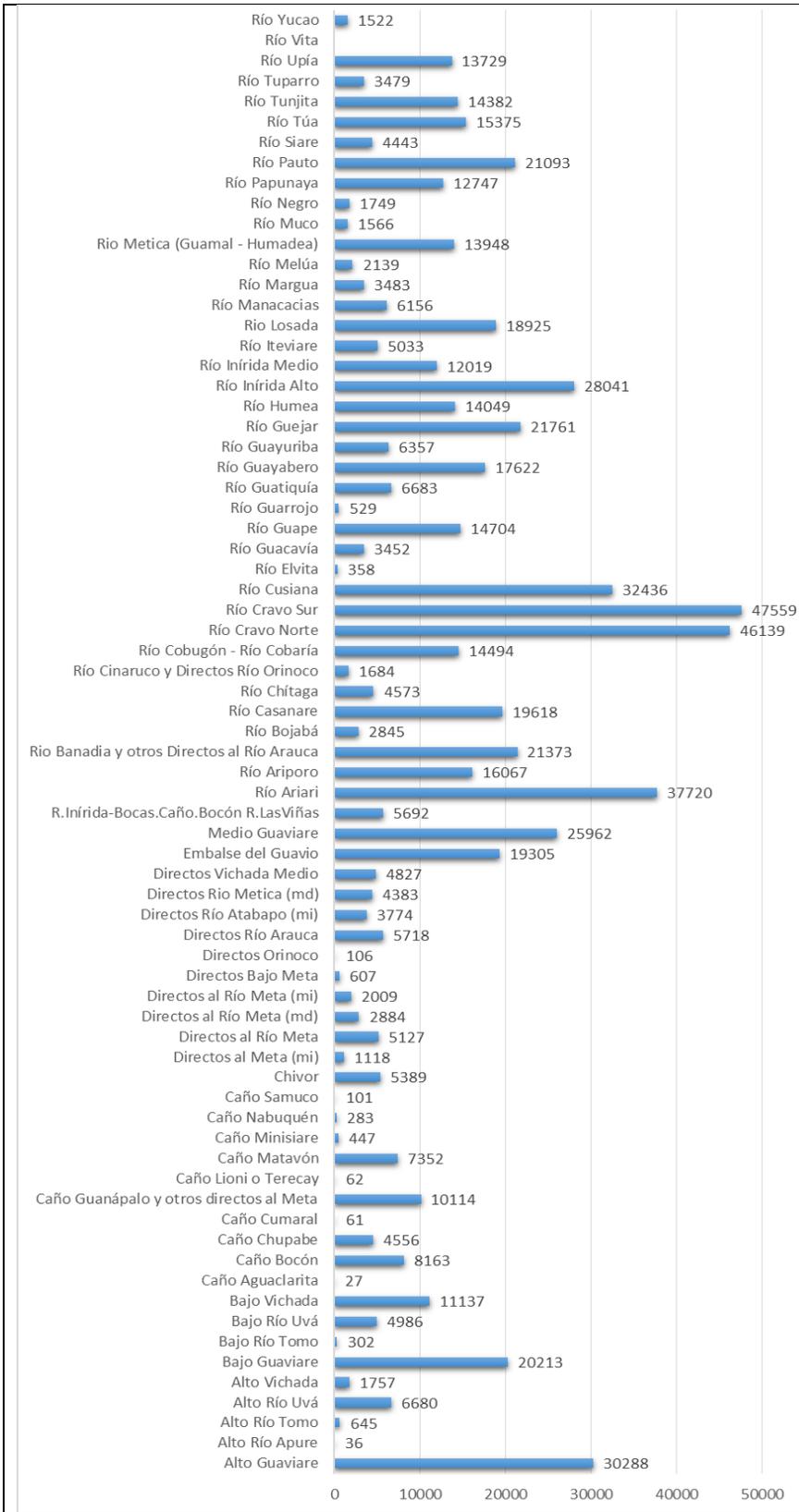
FIGURA 41. EXTENSIÓN DE LA COBERTURA DE BOSQUE FRAGMENTADO EN LAS SUBZONAS HIDROGRÁFICAS.



El Bosque Fragmentado como resultado de actividades humanas se encuentra en grandes extensiones con más de 30.000 ha en Inírida (Río Inírida Alto), Guaviare (Alto Guaviare) y Meta (Río Cravo Sur).

Subzonas hidrográficas con más de 25.000 hectáreas, están en Meta (Río Guayuriba y Río Cravo Norte), en Río Ariporo (Casanare), y en Medio Guaviare (Guaviare).

FIGURA 42. EXTENSIÓN DE LA COBERTURA DE VEGETACIÓN SECUNDARIA EN LAS SUBZONAS HIDROGRÁFICAS.

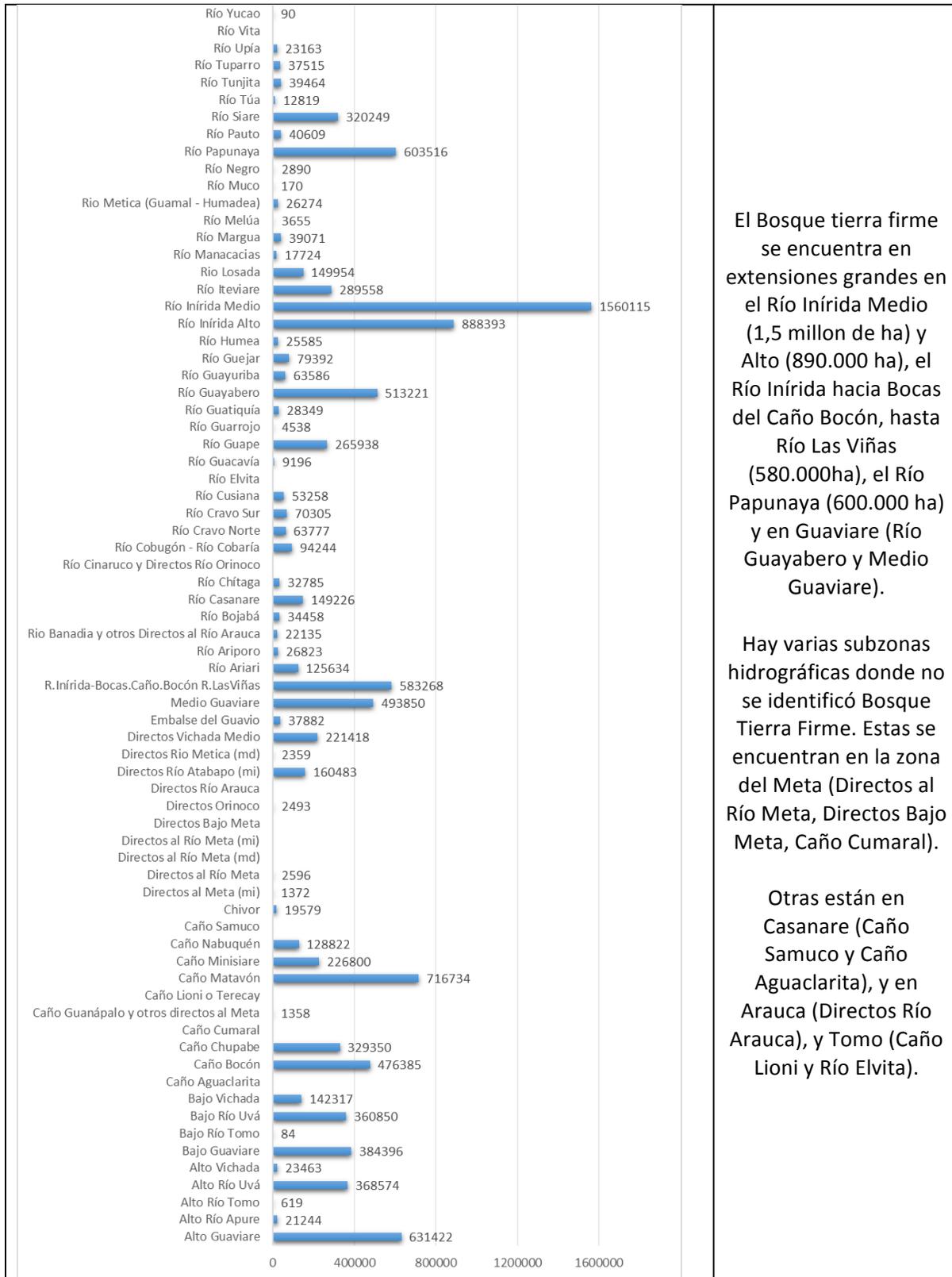


La Vegetación Secundaria como resultado de actividades humanas se encuentra en todas las subzonas hidrográficas.

Las que tienen extensiones grandes con más de 40.000 ha están en Meta (Río Cravo Norte y Sur).

Los Ríos Ariari y Cusiana en Guaviare tienen superficies de Vegetación Secundaria mayores a 30.000 ha.

FIGURA 43. . EXTENSIÓN DE LA COBERTURA DE BOSQUE TIERRA FIRME EN LAS SUBZONAS HIDROGRÁFICAS.

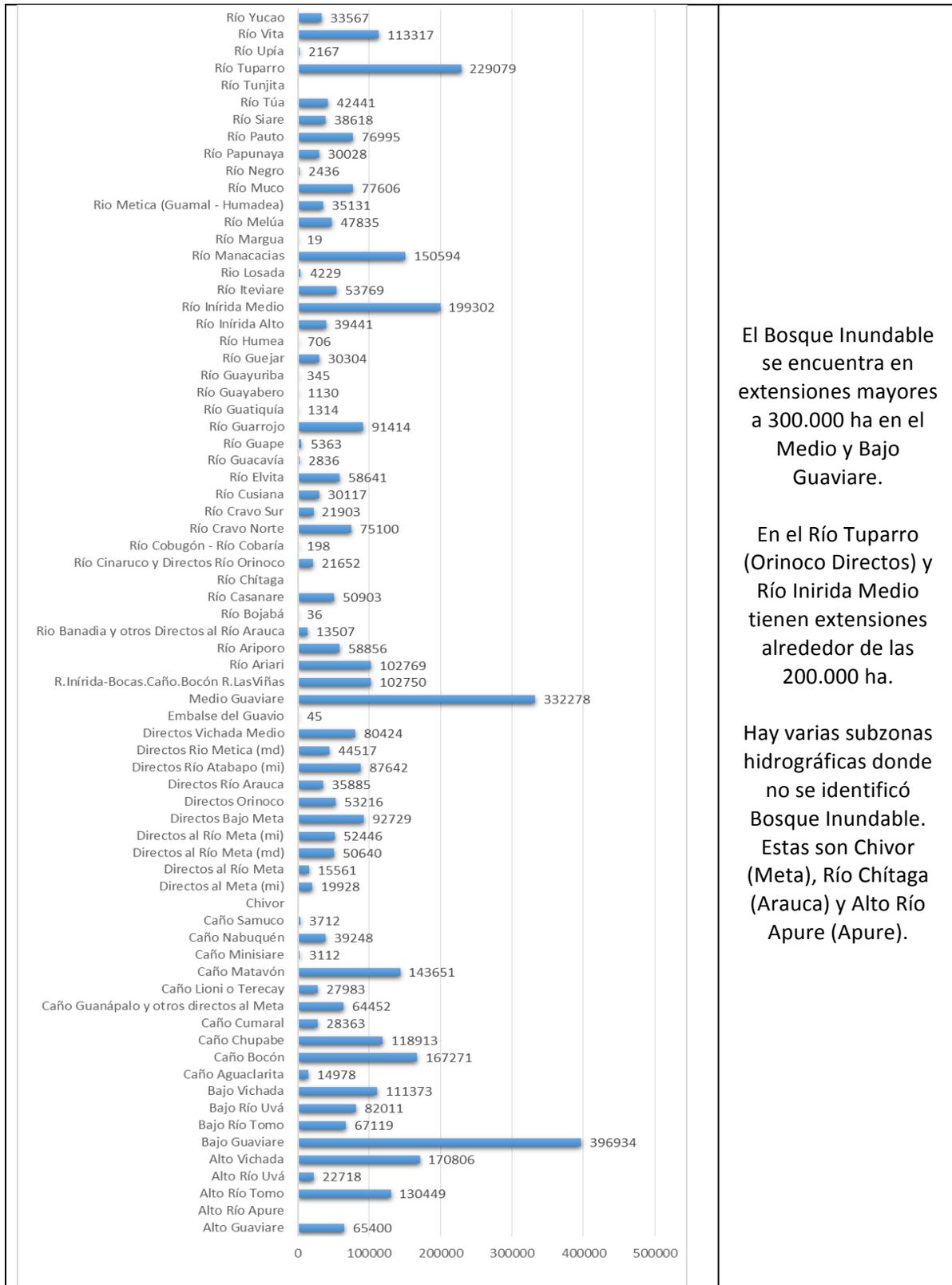


El Bosque tierra firme se encuentra en extensiones grandes en el Río Inírida Medio (1,5 millón de ha) y Alto (890.000 ha), el Río Inírida hacia Bocas del Caño Bocón, hasta Río Las Viñas (580.000ha), el Río Papunaya (600.000 ha) y en Guaviare (Río Guayabero y Medio Guaviare).

Hay varias subzonas hidrográficas donde no se identificó Bosque Tierra Firme. Estas se encuentran en la zona del Meta (Directos al Río Meta, Directos Bajo Meta, Caño Cumaral).

Otras están en Casanare (Caño Samuco y Caño Aguaclarita), y en Arauca (Directos Río Arauca), y Tomo (Caño Lioni y Río Elvita).

FIGURA 44. EXTENSIÓN DE LA COBERTURA DE BOSQUE INUNDABLE EN LAS SUBZONAS HIDROGRÁFICAS.



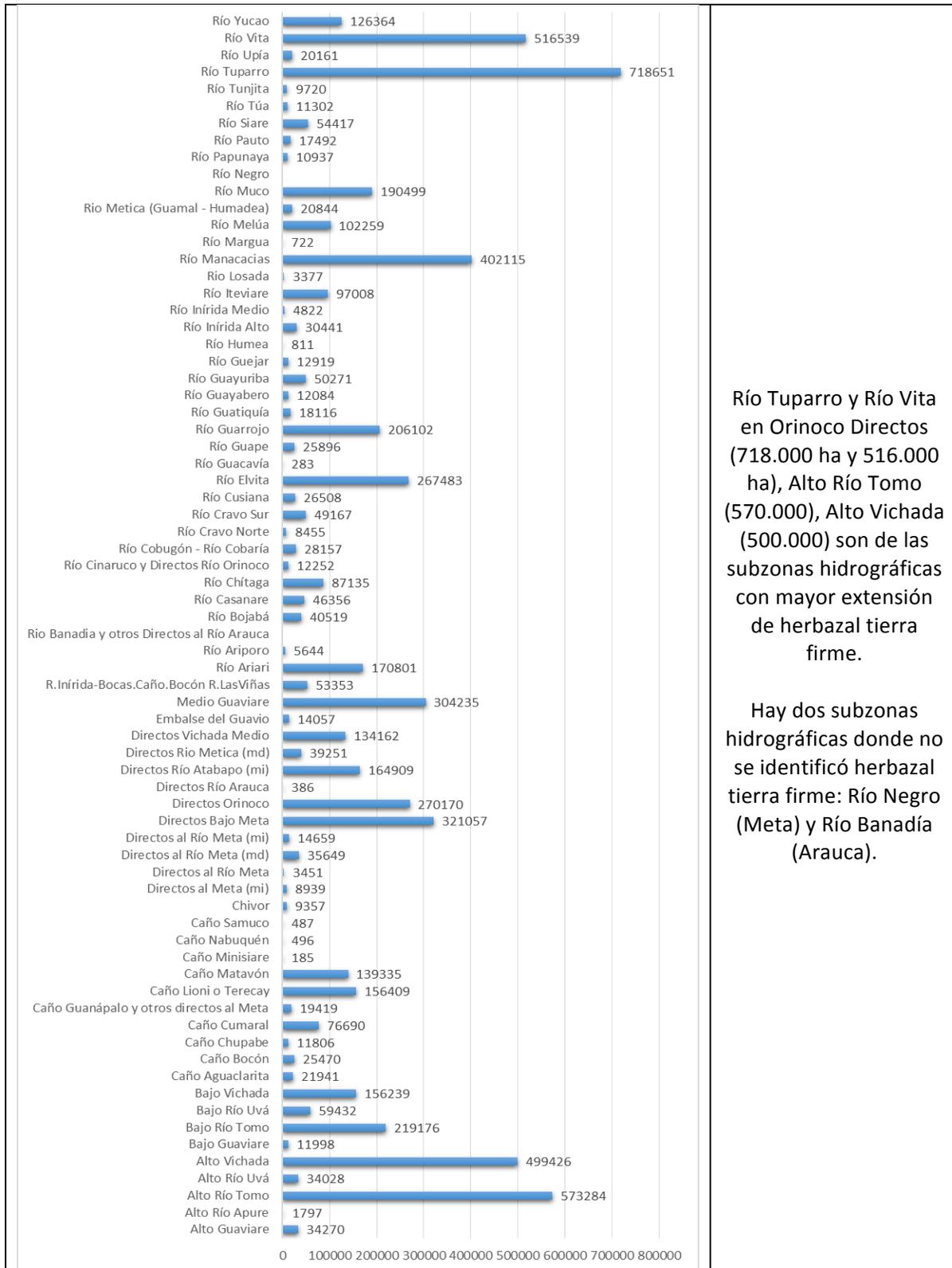
El Bosque Inundable se encuentra en extensiones mayores a 300.000 ha en el Medio y Bajo Guaviare.

En el Río Tuparro (Orinoco Directos) y Río Inirida Medio tienen extensiones alrededor de las 200.000 ha.

Hay varias subzonas hidrográficas donde no se identificó Bosque Inundable.

Estas son Chivor (Meta), Río Chitaga (Arauca) y Alto Río Apure (Apure).

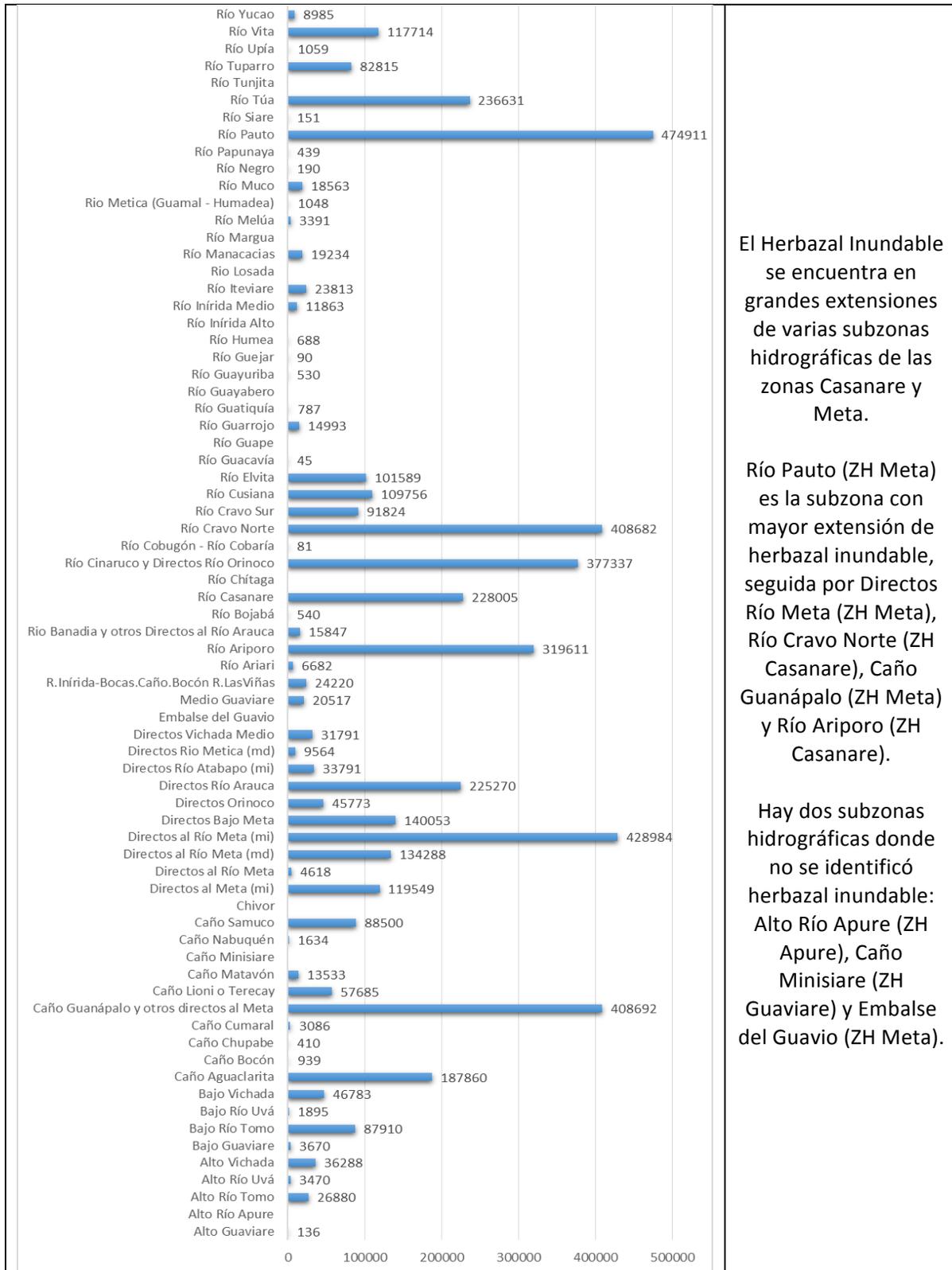
FIGURA 45. EXTENSIÓN DE LA COBERTURA DE HERBAZAL TIERRA FIRME EN LAS SUBZONAS HIDROGRÁFICAS.



Río Tuparro y Río Vita en Orinoco Directos (718.000 ha y 516.000 ha), Alto Río Tomo (570.000), Alto Vichada (500.000) son de las subzonas hidrográficas con mayor extensión de herbazal tierra firme.

Hay dos subzonas hidrográficas donde no se identificó herbazal tierra firme: Río Negro (Meta) y Río Banadía (Arauca).

FIGURA 46 EXTENSIÓN DE LA COBERTURA DE HERBAZAL INUNDABLE EN LAS SUBZONAS HIDROGRÁFICAS.

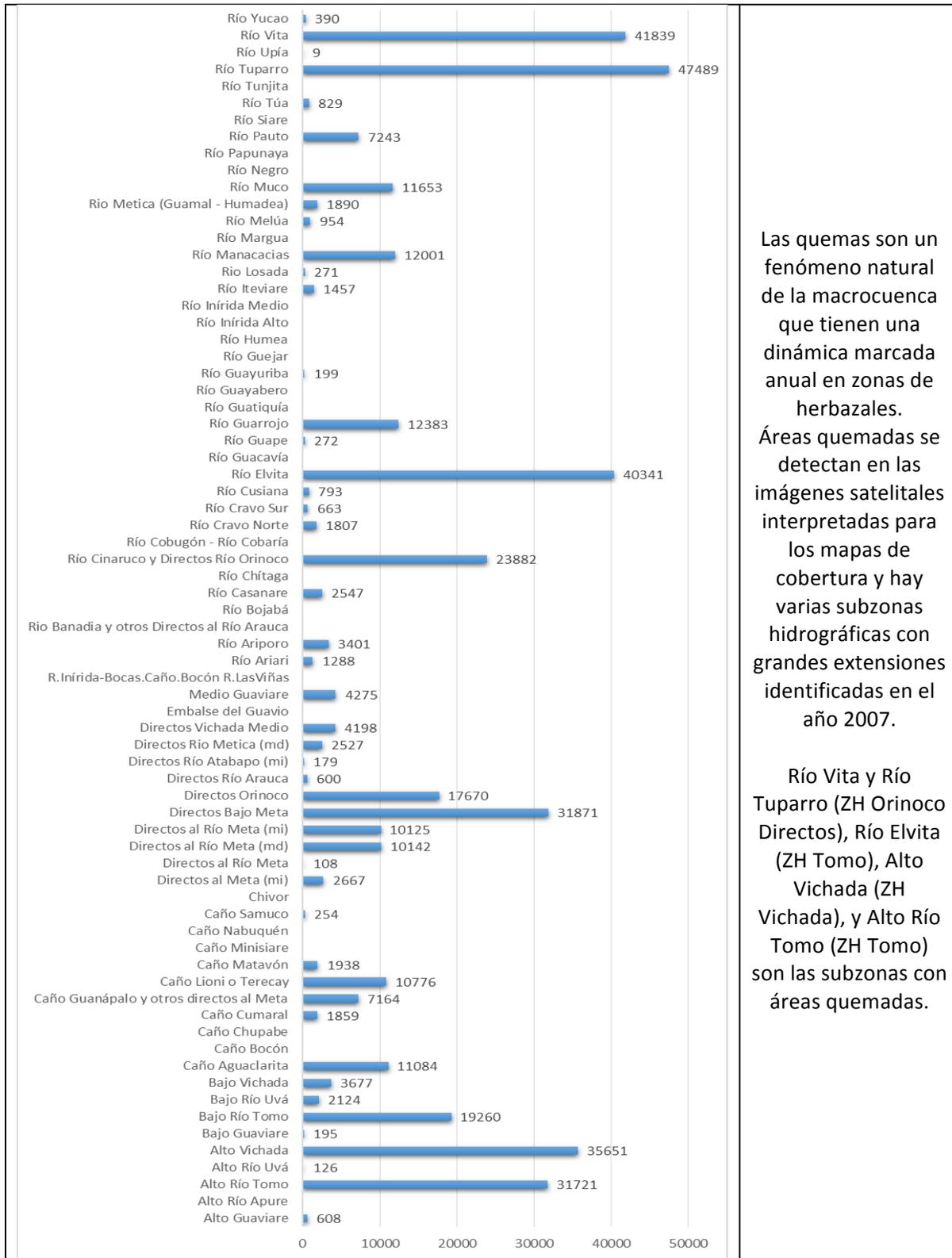


El Herbazal Inundable se encuentra en grandes extensiones de varias subzonas hidrográficas de las zonas Casanare y Meta.

Río Pauto (ZH Meta) es la subzona con mayor extensión de herbazal inundable, seguida por Directos Río Meta (ZH Meta), Río Cravo Norte (ZH Casanare), Caño Guanápalo (ZH Meta) y Río Ariporo (ZH Casanare).

Hay dos subzonas hidrográficas donde no se identificó herbazal inundable: Alto Río Apure (ZH Apure), Caño Minisiare (ZH Guaviare) y Embalse del Guavio (ZH Meta).

FIGURA 47. EXTENSIÓN DE LA COBERTURA DE QUEMAS EN LAS SUBZONAS HIDROGRÁFICAS.



Las quemadas son un fenómeno natural de la macrocuenca que tienen una dinámica marcada anual en zonas de herbazales. Áreas quemadas se detectan en las imágenes satelitales interpretadas para los mapas de cobertura y hay varias subzonas hidrográficas con grandes extensiones identificadas en el año 2007.

Río Vita y Río Tuparro (ZH Orinoco Directos), Río Elvita (ZH Tomo), Alto Vichada (ZH Vichada), y Alto Río Tomo (ZH Tomo) son las subzonas con áreas quemadas.

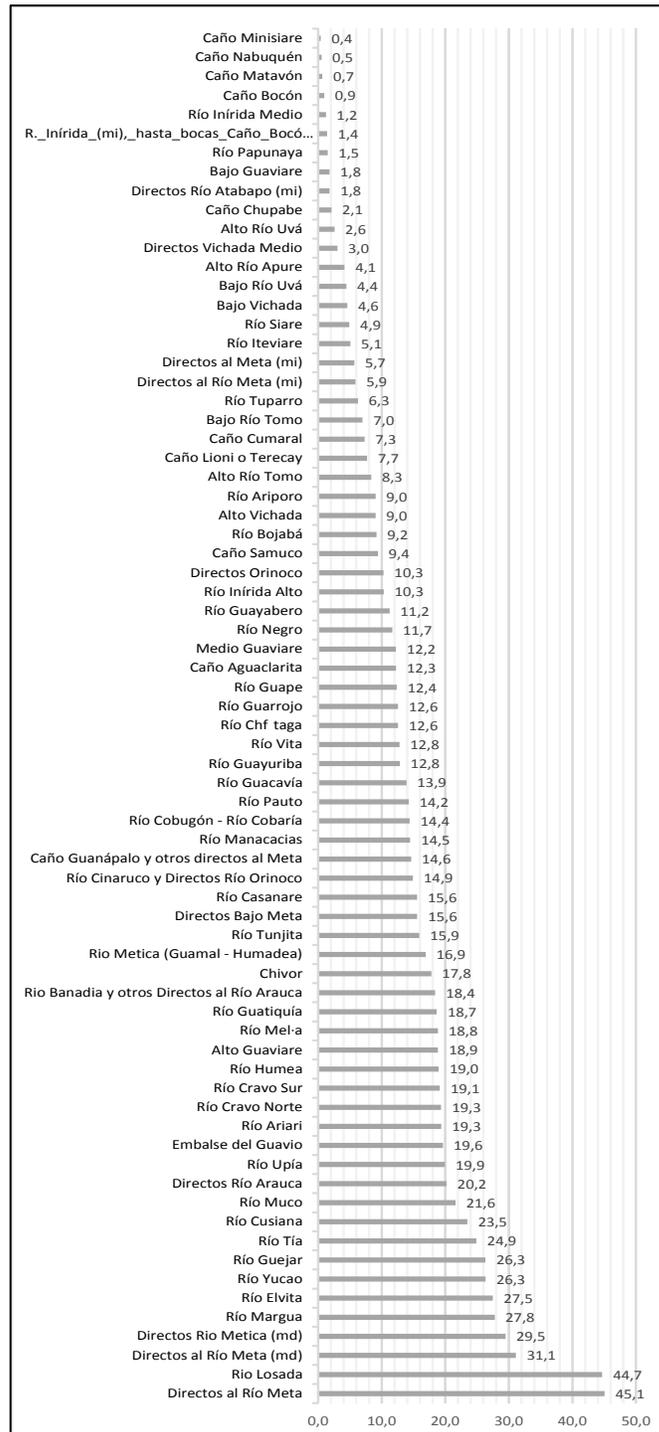
2.3.3.3.3. Análisis de las subzonas hidrográficas: Cambios

Los cambios por subzona hidrográfica nos dan una indicación de la dinámica que se encuentra en una zona por cambios de cobertura. La figura 48 muestra en orden de valor, el porcentaje total de la superficie de la subzona donde se identificó un cambio de cobertura. Para hacer este cálculo se sumó el total de los cambios en hectáreas para cada categoría de cobertura, dividido por dos, porque una pérdida de área de una categoría es la ganancia equivalente en otra categoría, y así no se suma a un total de hectáreas convertidas pero la mitad.

Se observa que las subzonas con mayor dinámica de cambios relativa a su área total (>25%), están en Directos al Río Meta y Directos al Río Meta (md) que están en Meta, Río Losada (ZH Guaviare), Río Margua (ZH Arauca), Río Elvita (ZH Tomo), Río Yucao (ZH Meta) y Río Guejar (ZH Guaviare).

Como se ha podido observar en las secciones anteriores, las dinámicas de cambios son generalmente de coberturas naturales a no-naturales, pero en algunos casos se han identificado cambios entre las coberturas naturales, como entre los herbazales. De igual manera una dinámica en una zona indica que un plan de manejo debe tener en cuenta que existen mayores cambios de cobertura que deben ser considerados para un adecuado desarrollo de planeación de la zona.

FIGURA 48. ÁREA CAMBIADA (%) POR SUBZONA HIDROGRÁFICA.

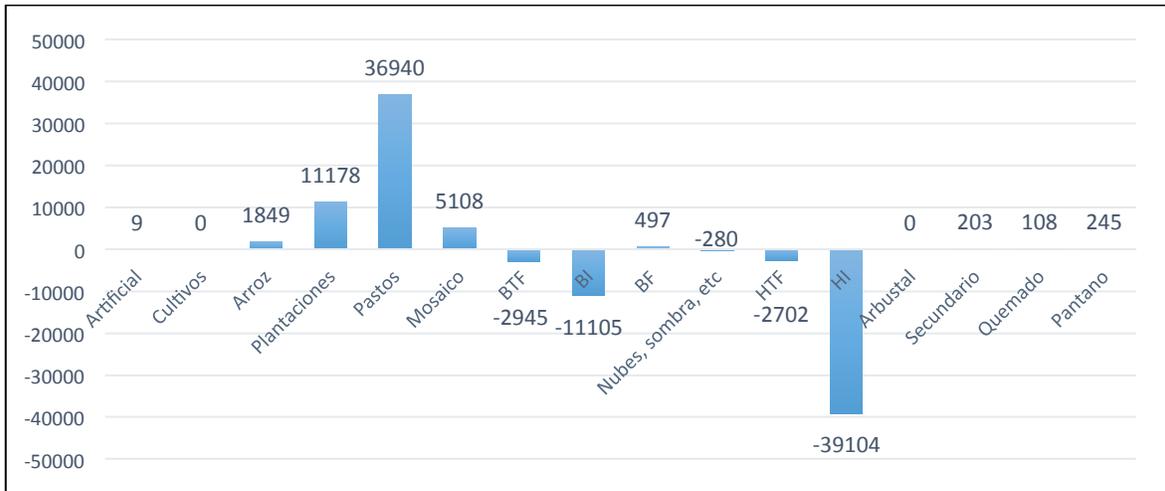


A continuación se analizan los cambios de cobertura de las 5 subzonas hidrográficas con mayor dinámica de cambio, a saber: Directos al Río Meta, Río Losada, Directos Río Meta (md), Directos Río Metica y Río Margua ver figuras a continuación.

Directos al Río Meta

Un 45% de la superficie de esta subzona mostró un cambio de cobertura. La figura 49 muestra que esto se debe principalmente a cambios de Bosques y Herbazales Inundables (coberturas naturales) hacia Pastos, Plantaciones y Arroz (coberturas no-naturales).

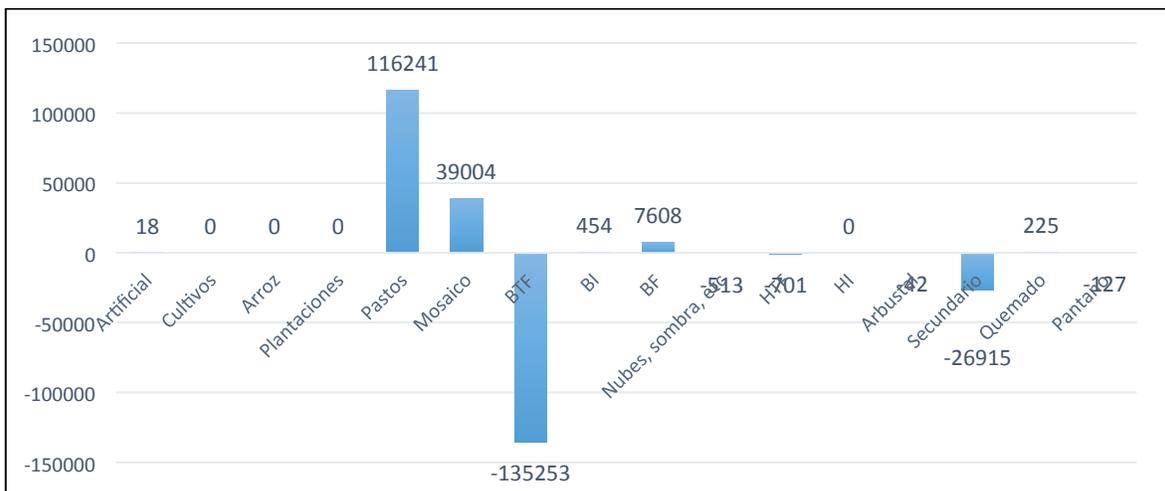
FIGURA 49. CAMBIOS DE ÁREA (HA) ENTRE 1987-2007: DIRECTOS AL RÍO META.



Río Losada

El 44% de la superficie de esta subzona mostró un cambio de cobertura. La figura 50 muestra que esto se debe principalmente al cambio de Bosque Tierra Firme y Vegetación Secundaria (coberturas naturales) por Pastos y Mosaico de pastos y cultivos (coberturas no-naturales).

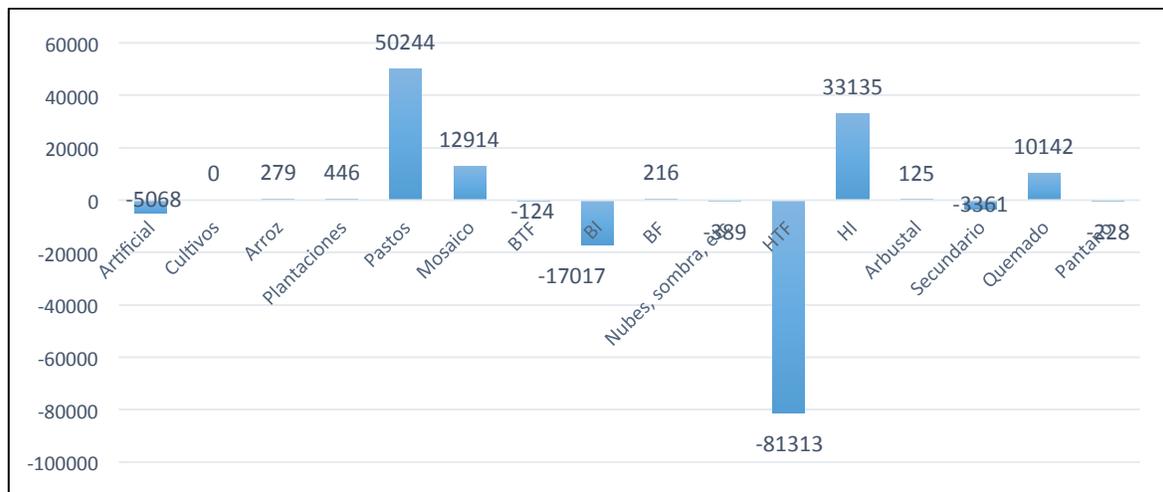
FIGURA 50. CAMBIOS DE ÁREA (HA) ENTRE 1987-2007: RÍO LOSADA.



Directos Río Meta (md)

El 31% de la superficie en esta subzona mostró un cambio de cobertura. La figura 51 muestra esto se debe principalmente a la pérdida de Herbazal Tierra Firme y Bosque Inundable (coberturas naturales) y el aumento de Pastos y Mosaico de Pastos y Cultivos (coberturas no-naturales). Pero además se observa ganancias para herbazal inundable que resultan ser principalmente de los herbazales de tierra firme como parte de la dinámica naturales de la zona. Sin embargo la gran parte de la pérdida de esta zona fue por una transversión de herbazales naturales a pastos.

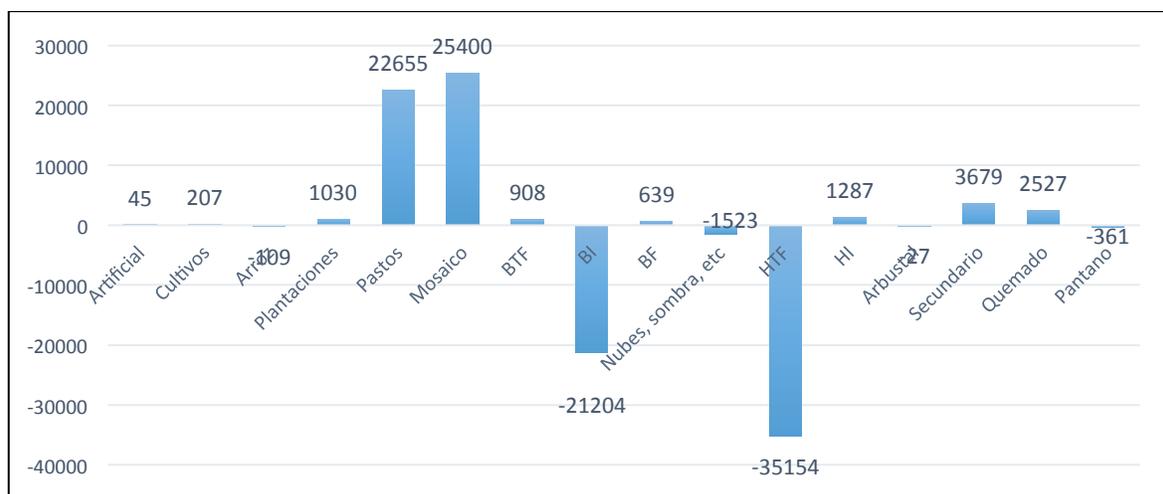
FIGURA 51. CAMBIOS DE ÁREA (HA) ENTRE 1987-2007: DIRECTOS RÍO META (MD).



Directos Río Metica

En esta subzona hidrográfica un 30% de la superficie mostró un cambio de cobertura. La figura 52 muestra que esto ha ocurrido principalmente debido a la pérdida de Bosque Inundable y Herbazal Tierra Firme (coberturas naturales) y el aumento del Mosaico de Pastos y Cultivos, y Pastos (coberturas no-naturales).

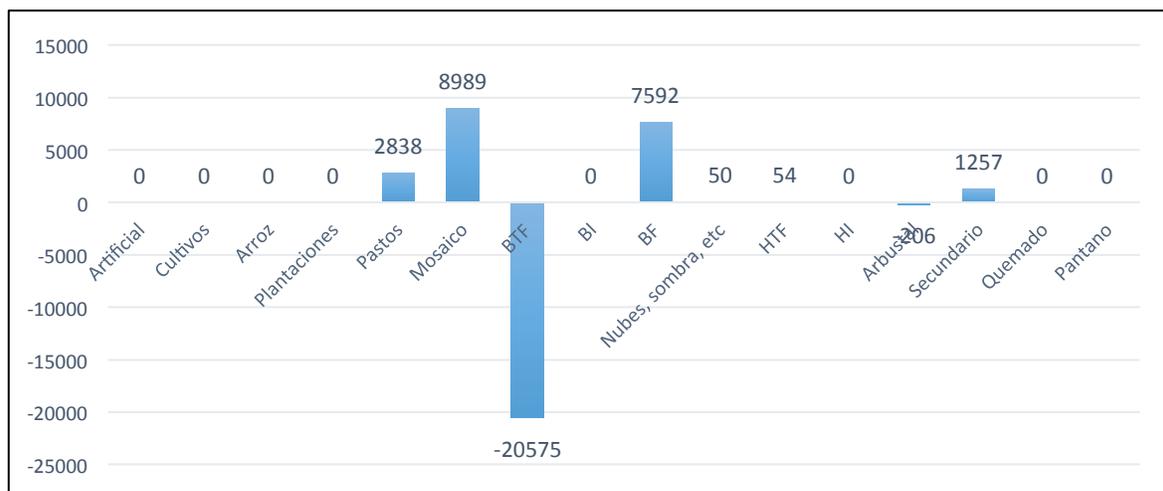
FIGURA 52. CAMBIOS DE ÁREA (HA) ENTRE 1987-2007: DIRECTOS RÍO METICA.



Río Margua

El 28% de la superficie en esta subzona hidrográfica mostró un cambio de cobertura. La figura 53 muestra que esto ha sido causado principalmente por la pérdida de Bosque Inundable y Herbazal Tierra Firme (cobertura natural) y el aumento del Mosaico de Pastos y Cultivos, y Pastos (coberturas no-naturales).

FIGURA 53. CAMBIOS DE ÁREA (HA) ENTRE 1987-2007: RÍO MARGUA.



Los valores absolutos y relativos de cambios permiten identificar una dinámica generalizada en la zona. Sin embargo, como se observó para el caso de Directos Río Meta (md), existe también una dinámica natural entre herbazales y bosque que en el cálculo total de cambios relevantes para planes de manejo y conservación, no deberían tomarse en cuenta. Especialmente cuando la identificación de amenazas relacionadas a tendencias de cambio de cobertura, se refiere a amenazas para los sistemas y servicios naturales de la zona. Por tal razón, las figura 54 y 55 ilustran el porcentaje del área de las zonas y subzonas hidrográficas que muestra un cambio de cobertura de CATEGORÍAS NATURALES a NO-NATURALES. Los porcentajes indicados son los valores del área de la zona dónde había una pérdida de coberturas naturales debida a una ganancia de coberturas no-naturales.

El total del área con este tipo de cambios (perdida de natural por ganancia no-natural) en toda la macrocuenca es un 10% (primera fila). En orden de valores, Arauca es la zona hidrógráfica con mayor cambios de este tipo (22.2%), seguida por Casanare (21.9%), Meta (20,2%), Tomo (14.4%), Guaviare (10,4%), Apure (última fila; 4,8%), Orinoco directos (4,0), e Inírida con unos 3,3%).

Orinoco Directos sólo tiene una subzona con valores elevados de cambios, Río Cinaruco y directos Río Orinoco (42,3%), mientras que las demás están menores a 11%. La zona de Meta muestra un

mayor número de subzonas con valores elevados; 12 de las 25 subzonas tienen valores mayores al 25%, y las demás (con excepción de Caño Cumaral) están entre 10-25%.

Un patrón similar se encuentra en Arauca y Casanare, donde los valores mínimos no están menores a 10%, con algunas subzonas con valores mayores a 30-40%.

FIGURA 54. PORCENTAJE TOTAL DE LA SUPERFICIE CON CAMBIOS DE COBERTURA POR PÉRDIDAS DE COBERTURA NATURAL HACIA COBERTURA NO-NATURAL: ZONAS Y SUBZONAS HIDROGRÁFICAS.

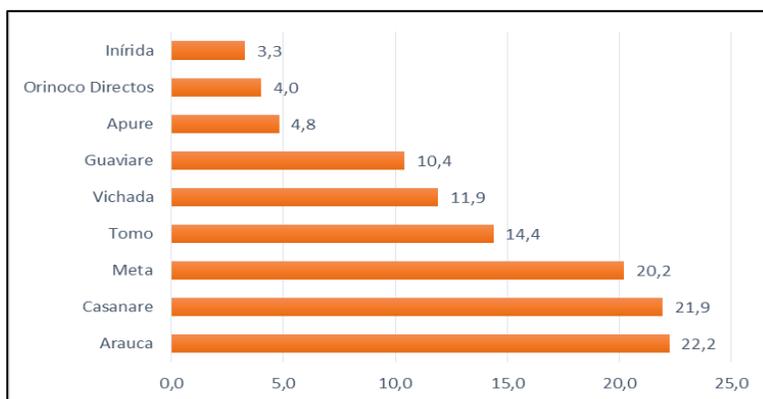
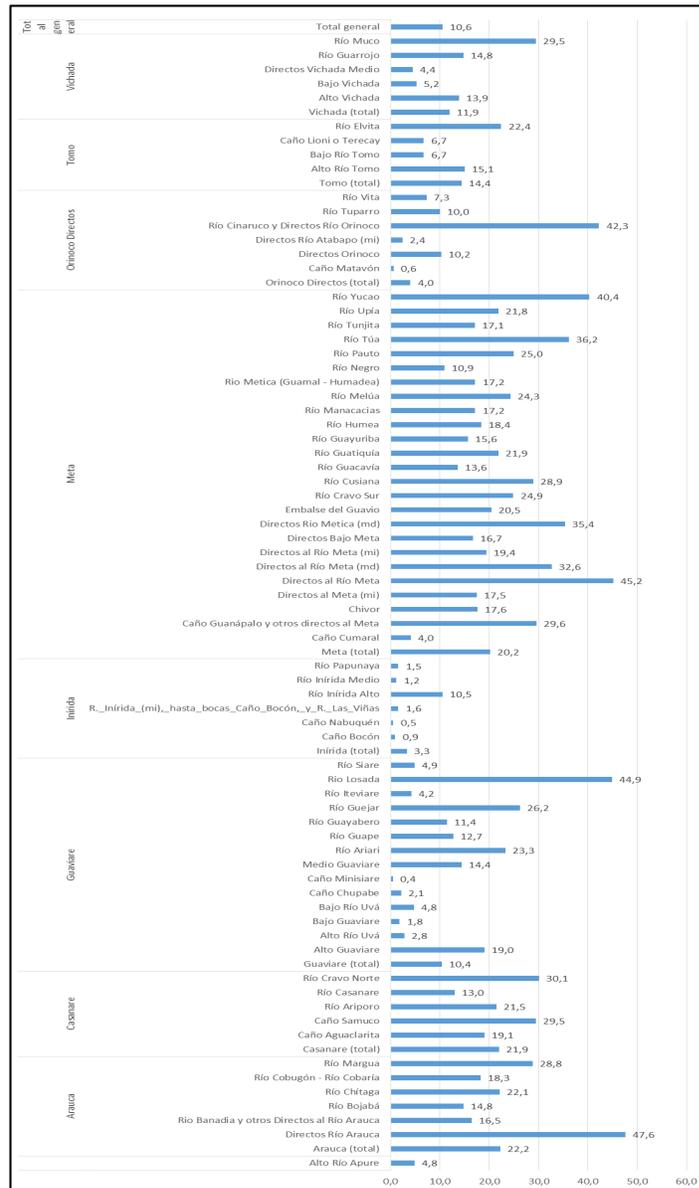


FIGURA 55. PORCENTAJE TOTAL DE LA SUPERFICIE CON CAMBIOS DE COBERTURA POR PÉRDIDAS DE COBERTURA NATURAL HACIA COBERTURA NO-NATURAL: ZONAS HIDROGRÁFICAS, RESUMEN.



Tal y como se verá más adelante, estos valores estimados de dinámica de cambios de cobertura son un indicador de las amenazas en la zona por las cambios por pérdida de coberturas naturales.

2.3.3.4. Criterios para establecer Amenazas a partir de los Cambios

El porcentaje de área natural convertido es el total del área de las coberturas naturales transformadas para cada unidad de análisis dividido por su área total. Esta se calcula como la suma del área en hectáreas de todos de los cambios de una cobertura natural hacia una cobertura no-natural que componen una zona o subzona hidrográfica dada, y se divide por el área total de la

unidad de análisis. Este valor se divide por dos, porque las hectáreas de las ganancias y pérdidas se suman y las hectáreas se contarán doble:

$$CCN = \left(\frac{\sum Abs(a_{ijt+1} - a_{ijt})}{\sum A_j} * 100 \right) / 2$$

Donde:

CCN_{jt} = Es el porcentaje que representa el área transformado de una cobertura natural a no-natural dentro de una unidad de análisis j entre el intervalo de los años 1987- 2007.

a_{ijt} = área de cobertura natural i dentro de una unidad de análisis j en un tiempo t

A_j = Superficie total de la unidad de análisis j

$t = 1987; t+1 = 2007$

La unidad de medida de este indicador es en porcentaje el cual oscila entre 0 a 100. Cuando el valor tiende hacia 0 indica la completa o fuerte transformación de las coberturas naturales mientras que cuando tiende a 100 indica la baja o ausencia de transformación. A los cambios entre coberturas naturales no se les asigna valor. Para su normalización se extrae el valor promedio y los desviación estándar (DE) del porcentaje de cobertura transformada que se presenta por todas las unidades de análisis. Los valores de las unidades de análisis que están dentro de un rango promedio entre las desviaciones estándares, se considera en la escala de un grado de amenaza MEDIO, y se asignan un valor 2 (tabla 38). Cuando los valores están en los extremos altos (el promedio + 0,5 DE), se les asignan un valor de 3, considerando que sus valores indican un grado de amenaza ALTO. Las unidades de análisis que muestran valores en los extremos bajos (el promedio - 0,5 DE), se consideran como cambios de una amenaza BAJA, y les asignan un valor de grado de amenaza 1 (tabla 38).

TABLA 38. GRADOS DE AMENAZA POR COBERTURA NATURAL TRANSFORMADA.

VALOR (X) PORCENTAJE COBERTURA NATURAL TRANSFORMADA	GRADO DE AMENAZA
$X < Promedio - 0.5 DE$	1
$Promedio - 0.5 DE < X < Promedio + 0.5 DE$	2
$X > Promedio + 0.5 DE$	3

Este índice de amenaza es una evaluación de la dinámica de cambios de cobertura por perdidas de coberturas naturales a no-naturales donde se compara el área de la cobertura transformada con el área total de unidad.

En la tabla 39 se presentan los resultados del análisis de amenaza por zona hidrográfica y subzonas, a partir de la ecuación antes explicada.

TABLA 39. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE AMENAZA POR ZONA Y SUBZONA HIDROGRÁFICA.

Zona Hidrológica	Subzona Hidrológica	% CCN	Grado de Amenaza	Zona Hidrología	Subzona Hidrológica	% CCN	Grado de Amenaza
Apure	Apure (total)	4,8	1	Meta	Caño Cumaral	4,0	1
Arauca	Directos Río Arauca	47,6	3		Caño Guanápalo y otros directos al Meta	29,6	3
	Río Banadía y otros Directos al Río Arauca	16,5	2		Chivor	17,6	2
	Río Bojabá	14,8	2		Directos al Meta (mi)	17,5	2
	Río Chítaga	22,1	2		Directos al Río Meta	45,2	3
	Río Cobugón - Río Cobaría	18,3	2		Directos al Río Meta (md)	32,6	3
	Río Margua	28,8	3		Directos al Río Meta (mi)	19,4	2
	Arauca (total)	22,2	2		Directos Bajo Meta	16,7	2
Casanare	Caño Aguaclarita	19,1	2		Directos Río Metica (md)	35,4	3
	Caño Samuco	29,5	3		Embalse del Guavio	20,5	2
	Río Ariporo	21,5	2		Río Cravo Sur	24,9	3
	Río Casanare	13,0	2		Río Cusiana	28,9	3
	Río Cravo Norte	30,1	3		Río Guacavía	13,6	2
	Casanare (total)	21,9	2		Río Guatiquía	21,9	2
Guaviare	Alto Guaviare	19,0	2		Río Guayuriba	15,6	2
	Alto Río Uvá	2,8	1		Río Humea	18,4	2
	Bajo Guaviare	1,8	1		Río Manacacías	17,2	2
	Bajo Río Uvá	4,8	1		Río Melúa	24,3	3
	Caño Chupabe	2,1	1		Río Metica (Guamal - Humadea)	17,2	2
	Caño Minisiare	0,4	1		Río Negro	10,9	1
	Medio Guaviare	14,4	2		Río Pauto	25,0	3
	Río Ariari	23,3	3		Río Túa	36,2	3
	Río Guape	12,7	2		Río Tunjita	17,1	2
	Río Guayabero	11,38	1		Río Upía	21,8	2
	Río Guejar	26,2	3		Río Yucao	40,4	3
	Río Iteviare	4,2	1		Meta (total)	20,2	2
	Río Losada	44,9	3	Orinoco Directos	Caño Matavén	0,6	1
	Río Siare	4,9	1		Directos Orinoco	10,2	1
	Guaviare (total)	10,4	1		Orinoco Directos (total)	4,0	1
Tomo	Alto Río Tomo	15,1	2		Río Cinaruco y Directos Río Orinoco	42,3	3
	Bajo Río Tomo	6,7	1		Río Tuparro	10,0	1
	Caño Lioni o Terecay	6,7	1		Río Vita	7,3	1
	Río Elvita	22,4	2		Directos Río Atabapo (mi)	2,4	1
	Alto Vichada	13,9	2	Inírida	Caño Bocón	0,9	1
	Bajo Vichada	5,2	1		Caño Nabuquén	0,5	1
	Directos Vichada Medio	4,4	1		R. Inírida (mi), hasta bocas Caño Bocón, y R. Las Viñas	1,6	1
	Río Guarrojo	14,8	2		Río Inírida Alto	10,5	1
	Río Muco	29,5	3		Río Inírida Medio	1,2	1
	Tomo (total)	14,4	2		Río Papunaya	1,5	1
Vichada	Vichada (total)	11,9	2		Inírida (total)	3,3	1
	Alto Río Apure	4,8	1				
Total general	Total general	10,56	1				

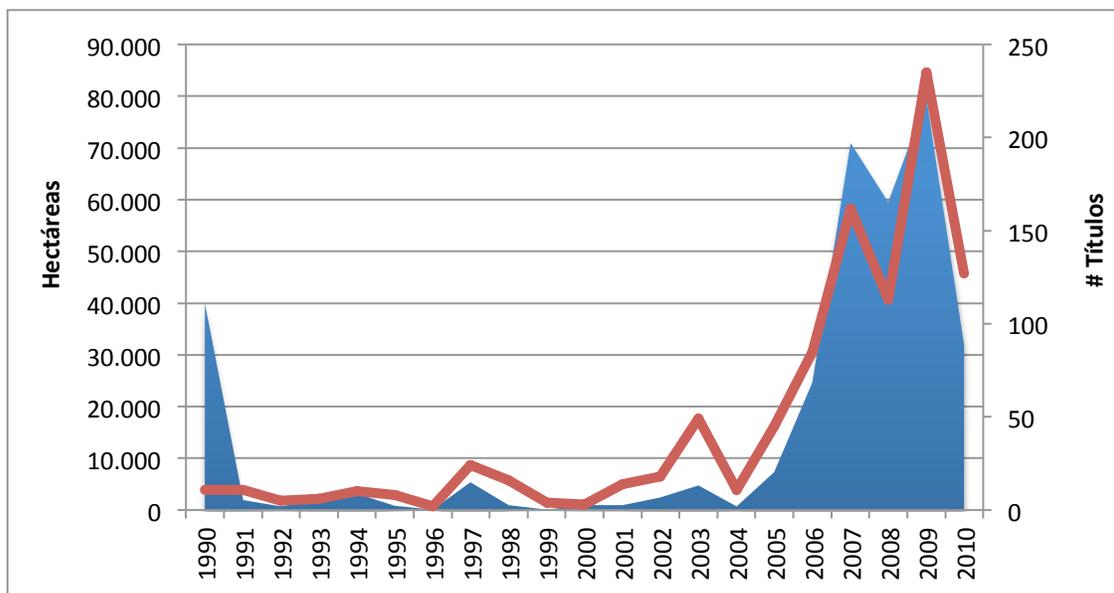
En las tablas de estimaciones del área total afectada por unidad de análisis dentro de las diferentes subzonas hidrográficas y sus grados de amenaza por cambios de cobertura, en pérdida de coberturas naturales hacia no-naturales.

2.3.4. Análisis de cambios de los sectores minería e hidrocarburos

2.3.4.1. Dinámica de la titulación minera

Entre 2006 y 2010 fueron concedidos el 75% de los títulos mineros en la Macrocuenca sobre 266.587 Ha (79% del área total concedida); el 25% restante fue concedido entre 1990 y 2005. Esta dinámica se presenta en la figura 56.

FIGURA 56. DINÁMICA DE TITULACIÓN MINERA EN LA MACROUENCA DEL ORINOCO (1990 – 2010).



2.3.4.2. Dinámicas de cambio en los bloques de hidrocarburos

Entre el Mapa de Tierras de la ANH del 22 de agosto del 2012 y el del 13 de enero de 2013 se identificó un aumento de 10 bloques y un total de cambios en 29 bloques petroleros de la macrocuenca del Orinoco (Tabla 40).

TABLA 40. CAMBIOS EN BLOQUE PETROLEROS EN LA MACROUENCA DEL ORINOCO ENTRE AGOSTO DE 2012 Y ENERO DE 2013.

Tipo de Área	2012	2013
Área Reservada	2	2
Área Disponible	80	63
TEA	9	10
Área en Exploración	131	149
Área en Producción	74	82
Número Total de Bloques	296	306

De esos 29, 10 bloques fueron escindidos de áreas de mayor tamaño (8 fueron catalogadas como áreas en producción y 2 como áreas disponibles), 1 bloque pasó de área disponible a TEA y los 18 restantes pasaron de área disponible a área en exploración. Dicha distribución se presenta la tabla 41.

TABLA 41. DISTRIBUCIÓN DE CAMBIOS EN LOS BLOQUES DE HIDROCARBUROS (MAPAS DE TIERRAS ANH DEL 22 DE AGOSTO DE 2012 Y DEL 13 DE ENERO DE 2013).

Mapa de Tierras 22082012			Mapa de Tierras 23012013			Observaciones	Unidad(es) de Análisis
ID	Contrato	Tipo de Área	ID	Contrato	Tipo de Área		
15	CUBIRO (BARRANQUERO)	#N/A	15	CUBIRO (BARRANQUERO)	ÁREA EN PRODUCCIÓN	Escindido del Contrato CUBIRO (ID 15) en Exploración	Río Pauto Caño Guanápalo y otros Directos al Meta
44	MORICHITO (MORICHITO)	#N/A	44	MORICHITO (MORICHITO)	ÁREA EN PRODUCCIÓN	Escindido del Contrato MORICHITO (ID 44) en Exploración	Río Cusiana
48	CORCEL (CARUTO)	#N/A	48	CORCEL (CARUTO)	ÁREA EN PRODUCCIÓN	Escindido del Contrato CORCEL (ID 48) en Exploración	Río Upía
48	CORCEL (COBRA)	#N/A	48	CORCEL (COBRA)	ÁREA EN PRODUCCIÓN	Escindido de los Contratos CORCEL y CORCEL C (ID 48) en Exploración	Directos al Río Meta
119	CACHICAMO (GUACHARACA)	#N/A	119	CACHICAMO (GUACHARACA)	ÁREA EN PRODUCCIÓN	Escindido del Contrato CACHICAMO (ID 119) en Exploración	Río Cravo Sur
159	GUATIKUÍA (YATAY)	#N/A	159	GUATIKUÍA (YATAY)	ÁREA EN PRODUCCIÓN	Escindido del Contrato GUATIKUÍA (ID 159) en Exploración	Directos al Río Meta
161	EL EDEN (CHIRIGUARO)	#N/A	161	EL EDEN (CHIRIGUARO)	ÁREA EN PRODUCCIÓN	Escindido del Contrato EL EDÉN (ID 161) en Exploración	Río Cusiana Directos al Meta (mi)
196	LA CUERVA (CUERVA OESTE)	#N/A	196	LA CUERVA (CUERVA OESTE)	ÁREA EN PRODUCCIÓN	Escindido del Contrato LA CUERVA (ID 196) en Exploración	Directos al Río Meta (mi)
3003	CARACARA	#N/A	3003	CARACARA	ÁREA DISPONIBLE	Escindido del Contrato CARACARA (ID 2057) en Producción.	Río Muco Río Manacacías
3004	PAJARO PINTO	#N/A	3004	PAJARO PINTO	ÁREA DISPONIBLE	Escindido del Contrato PÁJARO PINTO (ID 55) en Exploración	Río Túa Río Cusiana
3250	AMA 4	ÁREA DISPONIBLE	426	AMA 4	TEA	Cambió el número de Contrato	Río Guejar Alto Guaviare
3011	LLA 1	ÁREA DISPONIBLE	400	LLA 1	ÁREA EN EXPLORACIÓN	Cambió el número de Contrato	Río Cravo Norte
3013	LLA 12	ÁREA DISPONIBLE	401	LLA 12	ÁREA EN EXPLORACIÓN	Cambió el número de Contrato	Río Casanare Río Ariporo
3287	LLA 2	ÁREA DISPONIBLE	402	LLA 2	ÁREA EN EXPLORACIÓN	Cambió el número de Contrato	Río Muco
3288	LLA 28	ÁREA DISPONIBLE	403	LLA 28	ÁREA EN EXPLORACIÓN	Cambió el número de Contrato	Río Muco Directos al Río Meta (md)

Mapa de Tierras 22082012			Mapa de Tierras 23012013			Observaciones	Unidad(es) de Análisis
ID	Contrato	Tipo de Área	ID	Contrato	Tipo de Área		
3289	LLA 3	ÁREA DISPONIBLE	404	LLA 3	ÁREA EN EXPLORACIÓN	Cambió el número de Contrato	Río Cravo Norte
3290	LLA 33	ÁREA DISPONIBLE	405	LLA 33	ÁREA EN EXPLORACIÓN	Cambió el número de Contrato	Río Metica (Guamal - Humadea) Río Ariari
3291	LLA 43	ÁREA DISPONIBLE	406	LLA 43	ÁREA EN EXPLORACIÓN	Cambió el número de Contrato	Directos Río Arauca Río Cinaruco y Directos Río Orinoco Río Cravo Norte
3293	LLA 49	ÁREA DISPONIBLE	407	LLA 49	ÁREA EN EXPLORACIÓN	Cambió el número de Contrato	Río Ariporo Directos al Río Meta (mi)
3294	LLA 51	ÁREA DISPONIBLE	408	LLA 51	ÁREA EN EXPLORACIÓN	Cambió el número de Contrato	Río Banadía y otros Directos al Río Arauca Río Cravo Norte
3295	LLA 53	ÁREA DISPONIBLE	409	LLA 53	ÁREA EN EXPLORACIÓN	Cambió el número de Contrato	Río Pauto Directos al Río Meta (mi)
3297	LLA 64	ÁREA DISPONIBLE	410	LLA 64	ÁREA EN EXPLORACIÓN	Cambió el número de Contrato	Río Cravo Sur Directos al Meta (mi) Río Cusiana
3298	LLA 65	ÁREA DISPONIBLE	393	LLA 65	ÁREA EN EXPLORACIÓN	Cambió el número de Contrato	Río Metica (Guamal - Humadea) Río Manacacías
3299	LLA 66	ÁREA DISPONIBLE	411	LLA 66	ÁREA EN EXPLORACIÓN	Cambió el número de Contrato	Directos al Río Metica (md) Río Metica (Guamal - Humadea) Río Guayuriba
3301	LLA 69	ÁREA DISPONIBLE	388	LLA 69	ÁREA EN EXPLORACIÓN	Cambió el número de Contrato	Zona alta del Río Guacavía Río Guacavía Río Guatiquía
3302	LLA 70	ÁREA DISPONIBLE	412	LLA 70	ÁREA EN EXPLORACIÓN	Cambió el número de Contrato	Río Cravo Norte
3303	LLA 78	ÁREA DISPONIBLE	413	LLA 78	ÁREA EN EXPLORACIÓN	Cambió el número de Contrato	Caño Guanápalo y otros Directos al Meta
3304	LLA 79	ÁREA DISPONIBLE	414	LLA 79	ÁREA EN EXPLORACIÓN	Cambió el número de Contrato	Río Pauto Caño Guanápalo y otros Directos al Meta
3307	LLA 83	ÁREA DISPONIBLE	415	LLA 83	ÁREA EN EXPLORACIÓN	Cambió el número de Contrato	Río Manacacías Alto Vichada

2.4. Identificación de Factores Clave – Modelo Sistémico

La existencia de dos o más intencionalidades de uso en el territorio de la Macrocuenca del Orinoco fue identificada como uno de los Factores Claves que pueden modificar el territorio. Y en este sentido los principales proyectos, actuales y previstos, de infraestructura de transporte, hidrocarburos, minería y energía eléctrica representan una buena parte de los motores de cambio.

Las variables claves a partir de las cuales este factor puede generar cambios en el territorio de la macrocuenca, fueron identificadas a partir de la revisión de los impactos ambientales que generan las actividades antes mencionadas, en sus diferentes fases, de acuerdo a las guías ambientales existentes para cada una de ellas. Estas variables, que se refieren a los aspectos bióticos, abióticos y sociales son:

- Remoción y pérdida de cobertura vegetal.
- Aporte de sedimentos, material orgánico, aguas residuales y/o otros residuos líquidos.
- Incremento de la demanda de agua.
- Emisión de material particulado.
- Emisión de gases.
- Generación de residuos sólidos estériles y escombros.
- Remoción en masa y pérdida de suelo.
- Compactación del suelo.
- Alteración en la composición físico química del suelo.
- Cambios temporales en el uso del suelo.
- Generación o dinamización de procesos erosivos.
- Movimiento del macizo rocoso.
- Ahuyentamiento de comunidades faunísticas.
- Pérdida de biodiversidad.
- Interrupción de corredores biológicos (terrestres y acuáticos).
- Modificación de paisajes culturales y recreativos.

En la tabla 42 se presentan las variables claves de transformación del territorio en la Macrocuenca del Orinoco que son generadas por las diferentes fases de los proyectos de infraestructura de transporte, hidrocarburos, minería y energía eléctrica.

TABLA 42. VARIABLES CLAVE DE TRANSFORMACIÓN TERRITORIAL EN LA MACROCUENCA DEL ORINOCO GENERADAS A TRAVÉS DE LOS PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE, HIDROCARBUROS, MINERÍA Y ENERGÍA ELÉCTRICA

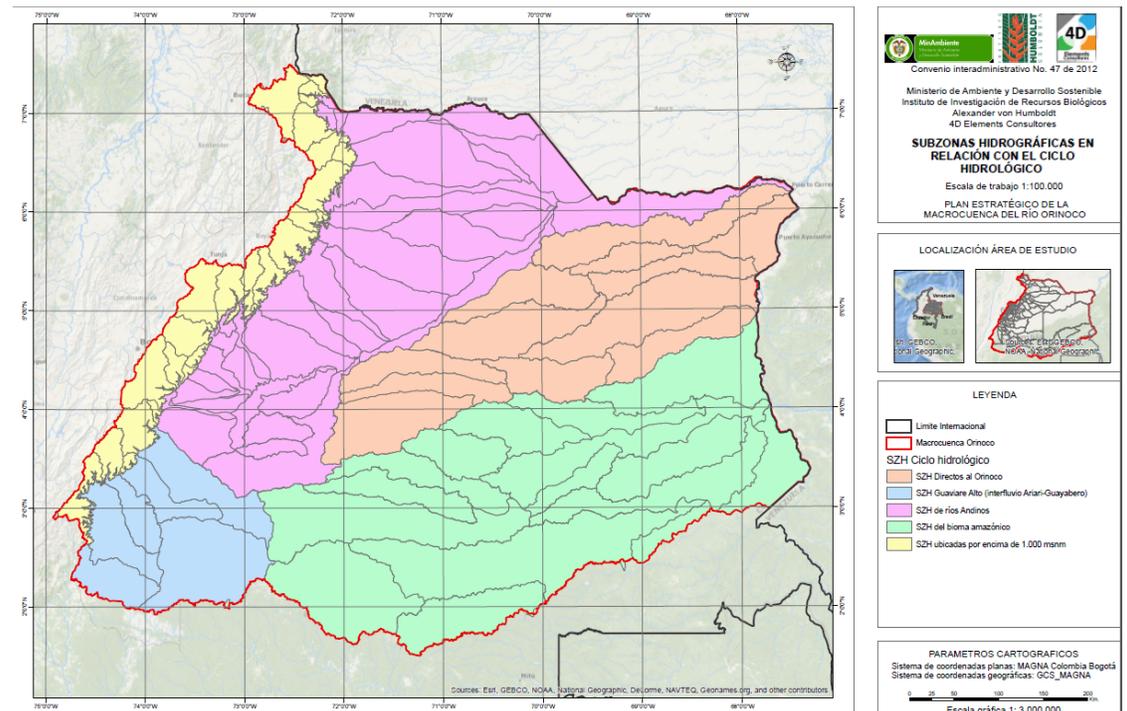
VARIABLES CLAVES	MOTORES DE CAMBIO												
	HIDROCARBUROS			MINERÍA			INFRAESTRUCTURA VIAL			HIDROELÉCTRICAS		LÍNEAS TRANSMISIÓN ELÉCTRICA	
	Exploración Sísmica	Perforación	Producción	Exploración	Explotación	Beneficio y Transformación	Instalación	Proceso constructivo	Operación	Construcción	Operación	Construcción	Operación
Remoción y pérdida de cobertura vegetal	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓			✓		✓
Aporte de sedimentos, material orgánico, aguas residuales y/o otros residuos líquidos		✓	✓	✓	✓	✓				✓	✓		✓
Incremento de la demanda de agua		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	
Emisión de material particulado			✓	✓	✓	✓				✓		✓	
Emisión de gases			✓	✓		✓							
Generación de residuos sólidos estériles y escombros	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	
Remoción en masa y pérdida de suelo				✓	✓					✓		✓	
Compactación del suelo	✓					✓	✓	✓	✓			✓	✓
Alteración en la composición físico química del suelo			✓		✓	✓			✓	✓	✓		✓
Cambios temporales en el uso del suelo	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓		✓	
Generación o dinamización de procesos erosivos	✓	✓	✓	✓	✓	✓			✓			✓	✓
Movimiento del macizo rocoso	✓	✓			✓				✓				
Ahuyentamiento de comunidades faunísticas	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Pérdida de biodiversidad			✓		✓		✓	✓		✓			
Interrupción de corredores biológicos (terrestres y acuáticos)		✓	✓		✓				✓	✓			✓
Modificación de paisajes culturales y recreativos				✓	✓	✓			✓			✓	

2.4.1. Relación entre motores de cambio y componentes del ciclo hidrológico

Teniendo en cuenta que los principales proyectos, actuales y previstos, de infraestructura transporte, hidrocarburos, minería y energía eléctrica hacen parte de los motores de cambio en el territorio de la Macrocuenca, se consideró pertinente identificar y calificar su efecto en los componentes del ciclo hidrológico.

En primera instancia se realizó un análisis sistémico de la Macrocuenca que permitió identificar cinco grupos de subzonas hidrográficas con características y dinámicas diferenciadas en el ciclo hidrológico, a saber: (i) Subzonas Hidrográficas (SZH) ubicadas por encima de 1.000 msnm; (ii) SZH de ríos Andinos (Arauca, Casanare, Meta); (iii) SZH Directos al Orinoco (Tomo, Bitá, Elvita, Vichá, Lioni, etc.); (iv) SZH Guaviare Alto (interfluvio Ariari-Guayabero); y (v) SZH del bioma amazónico (Guaviare Medio - Bajo e Inírida). Mapa 23.

MAPA 23. SUBZONAS HIDROGRÁFICAS EN RELACIÓN CON EL CICLO HIDROLÓGICO.



Posteriormente, se identificaron los principales componentes del ciclo hidrológico en la macrocuenca del Orinoco. Tales componentes son:

- Precipitación
- Escorrentía superficial de tipo laminar
- Escorrentía superficial por cauces
- Escorrentía sub-superficial

- Infiltración
- Percolación
- Flujo y almacenamiento de agua superficial
- Flujo y almacenamiento de agua subterránea
- Almacenamiento de agua en los poros del suelo (sin saturación)
- Interceptación
- Transpiración
- Evaporación
- Transporte y deposición de sedimentos
- Conectividad en la interfase agua-tierra
- Pulsos de Inundación
- Autodepuración
- Dinámica de cuerpos de agua superficiales
- Dinámica de cuerpos de agua subterráneos

Finalmente, se definió la forma de calificación con el objeto de mostrar las tendencias de los cambios sobre los componentes del ciclo hidrológico, en el territorio de la Macrocuena, que pueden generarse cuando confluyen dos o más motores de cambio. Por ello, resultan del análisis de las afectaciones que las diferentes fases de las actividades de infraestructura de transporte, hidrocarburos, minería y energía eléctrica sobre las fases del ciclo, a partir de las variables clave identificadas.

Esta calificación indica la intensidad del cambio que cada una de las fases de las actividades en los componentes del ciclo hidrológico, de la siguiente manera: cero (0) indica que no se genera cambio o que no se desarrollan actividades que puedan generarlos, uno (1) indica que el cambio es de baja intensidad, dos (2) indica un cambio de mediana intensidad y tres (3) indica un cambio fuerte o de alta intensidad. Los signos + y - indican si la intensidad del cambio aumenta (+) o disminuye (-) cada uno de los componentes del ciclo.

Así, cuando hay una calificación (3+) la actividad afecta de manera fuerte al componente del ciclo hidrológico porque aumenta su ocurrencia natural. Esto puede ocurrir, cuando las actividades de construcción de vías generan sedimentos que van a los cursos de agua aumentando su transporte y deposición. Una calificación (1-) indica que la actividad tiene una afectación baja en el componente del ciclo y que disminuye su ocurrencia natural; esta situación se puede presentar,

por ejemplo, cuando se disminuye la interceptación del agua al remover la cobertura vegetal para la construcción de carreteras o la instalación de campamentos y pozos petroleros. Cuando se califican con (0) todas las relaciones de una fase de cualquier actividad (minería, infraestructura, petróleo, etc.), significa que actualmente dicha fase no se está desarrollando; por ejemplo, en aquellas subzonas donde todos los bloques petroleros están en Evaluación Técnica (TEA), la calificación es cero (0) para las fases de perforación y producción.

En las tablas siguientes se presentan las calificaciones que se han asignado a las diferentes etapas de los macroproyectos en los cinco grupos de subzonas.

TABLA 43. CALIFICACIÓN DE LA RELACIÓN ENTRE LOS MOTORES DE CAMBIO Y LOS COMPONENTES DEL CICLO HIDROLÓGICO EN LAS SUB ZONAS HIDROGRÁFICAS UBICADAS POR ENCIMA DE LOS 1.000 MSNM

SUBZONAS HIDROGRÁFICAS TOTAL O PARCIALMENTE UBICADAS POR ENCIMA DE 1.000 msnm

FACTOR CLAVE: Dos o más intencionalidades de uso

RELACIÓN CON EL CICLO HIDROLÓGICO: 0 a 3, donde 0 es ninguna, 1 es bajo, 2 es medio y 3 es alto; + o -, donde + indica un aumento y - una disminución

COMPONENTES DEL CICLO HIDROLÓGICO	MOTORES DE CAMBIO												
	HIDROCARBUROS			MINERÍA			INFRAESTRUCTURA VIAL			HIDROELÉCTRICAS		LÍNEAS TRANSMISIÓN ELÉCTRICA	
	Exploración Sísmica	Perforación	Producción	Exploración	Explotación	Beneficio y Transformación	Instalación	Proceso constructivo	Operación	Construcción	Operación	Construcción	Operación
Precipitación	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(1+)	(1+)	(0)	(0)
Escorrentía superficial de tipo laminar	(1-)	(1-)	(1-)	(1+)	(2+)	(2+)	(1+)	(3+)	(2+)	(2-)	(3-)	(1+)	(0)
Escorrentía superficial por cauces	(1-)	(1-)	(1-)	(1+)	(2+)	(2+)	(1+)	(2+)	(1+)	(2+)	(3+)	(1+)	(0)
Escorrentía sub-superficial	(1+)	(1+)	(1+)	(1-)	(1-)	(1-)	(1-)	(2-)	(2-)	(2-)	(2-)	(1-)	(0)
Infiltración	(1+)	(1+)	(1+)	(1+)	(2+)	(2+)	(1-)	(2-)	(3-)	(2-)	(3-)	(1-)	(0)
Percolación	(1+)	(1+)	(1+)	(1+)	(2+)	(2+)	(1-)	(2-)	(3-)	(2-)	(3-)	(1-)	(0)
Flujo y almacenamiento de agua superficial	(1-)	(1-)	(1-)	(1-)	(2-)	(2-)	(1-)	(2-)	(3-)	(3+)	(3+)	(1+)	(0)
Flujo y almacenamiento de agua subterránea	(1-)	(2-)	(2-)	(1-)	(2-)	(2-)	(1-)	(1-)	(1-)	(2-)	(2-)	(1-)	(0)
Almacenamiento de agua en los poros del suelo (sin saturación)	(1-)	(2-)	(2-)	(1-)	(2-)	(2-)	(1-)	(2-)	(2-)	(2-)	(2-)	(1-)	(0)
Interceptación	(1-)	(1-)	(1-)	(1-)	(1-)	(1-)	(1-)	(1-)	(1-)	(3-)	(3-)	(1-)	(0)
Transpiración	(1-)	(1-)	(1-)	(1-)	(1-)	(1-)	(1-)	(1-)	(1-)	(3-)	(3-)	(1-)	(0)
Evaporación	(1-)	(1-)	(1-)	(1-)	(1-)	(1-)	(1-)	(3-)	(3-)	(3+)	(3+)	(1-)	(0)
Transporte y deposición de sedimentos	(1+)	(1+)	(1+)	(1+)	(2+)	(2+)	(1+)	(3+)	(1+)	(2+)	(2+)	(1+)	(0)
Conectividad en la interfase agua-tierra	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(3+)	(3+)	(0)	(0)
Pulsos de Inundación	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(2-)	(2-)	(0)	(0)
Autodepuración	(0)	(1-)	(2-)	(1-)	(2-)	(3-)	(1-)	(2-)	(1-)	(2+)	(2+)	(1-)	(0)
Dinámica de cuerpos de agua superficiales	(1-)	(1-)	(1-)	(1-)	(2-)	(2-)	(1-)	(2-)	(3-)	(3+)	(3+)	(1+)	(0)
Dinámica de cuerpos de agua subterráneos	(1-)	(2-)	(2-)	(1-)	(2-)	(2-)	(1-)	(1-)	(1-)	(2-)	(2-)	(1-)	(0)

TABLA 44. CALIFICACIÓN DE LA RELACIÓN ENTRE LOS MOTORES DE CAMBIO Y LOS COMPONENTES DEL CICLO HIDROLÓGICO EN LAS SUB ZONAS HIDROGRÁFICAS DIRECTAS AL RÍO ORINOCO

SUBZONAS HIDROGRÁFICAS DIRECTAS AL RÍO ORINOCO

FACTOR CLAVE: Dos o más intencionalidades de uso

RELACIÓN CON EL CICLO HIDROLÓGICO: 0 a 3, donde 0 es ninguno, 1 es bajo, 2 es medio y 3 es alto; + o -, donde + indica un aumento y - una disminución

COMPONENTES DEL CICLO HIDROLÓGICO	MOTORES DE CAMBIO												
	HIDROCARBUROS			MINERÍA			INFRAESTRUCTURA VIAL			HIDROELÉCTRICAS		LÍNEAS TRANSMISIÓN ELÉCTRICA	
	Exploración Sísmica	Perforación	Producción	Exploración	Explotación	Beneficio y Transformación	Instalación	Proceso constructivo	Operación	Construcción	Operación	Construcción	Operación
Precipitación	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)
Escorrentía superficial de tipo laminar	(1-)	(0)	(0)	(1+)	(2+)	(0)	(1+)	(3+)	(0)	(0)	(0)	(1+)	(0)
Escorrentía superficial por cauces	(1-)	(0)	(0)	(1+)	(2+)	(0)	(1+)	(2+)	(0)	(0)	(0)	(1+)	(0)
Escorrentía sub-superficial	(1+)	(0)	(0)	(1-)	(1-)	(0)	(1-)	(2-)	(0)	(0)	(0)	(1-)	(0)
Infiltración	(1+)	(0)	(0)	(1+)	(2+)	(0)	(1-)	(2-)	(0)	(0)	(0)	(1-)	(0)
Percolación	(1+)	(0)	(0)	(1+)	(2+)	(0)	(1-)	(2-)	(0)	(0)	(0)	(1-)	(0)
Flujo y almacenamiento de agua superficial	(1-)	(0)	(0)	(1-)	(2-)	(0)	(1-)	(2-)	(0)	(0)	(0)	(1+)	(0)
Flujo y almacenamiento de agua subterránea	(1-)	(0)	(0)	(1-)	(2-)	(0)	(1-)	(1-)	(0)	(0)	(0)	(1-)	(0)
Almacenamiento de agua en los poros del suelo (sin saturación)	(1-)	(0)	(0)	(1-)	(2-)	(0)	(1-)	(2-)	(0)	(0)	(0)	(1-)	(0)
Interceptación	(1-)	(0)	(0)	(1-)	(1-)	(0)	(1-)	(1-)	(0)	(0)	(0)	(1-)	(0)
Transpiración	(1-)	(0)	(0)	(1-)	(1-)	(0)	(1-)	(1-)	(0)	(0)	(0)	(1-)	(0)
Evaporación	(1-)	(0)	(0)	(1-)	(1-)	(0)	(1-)	(3-)	(0)	(0)	(0)	(1-)	(0)
Transporte y deposición de sedimentos	(1+)	(0)	(0)	(1+)	(2+)	(0)	(1+)	(3+)	(0)	(0)	(0)	(1+)	(0)
Conectividad en la interfase agua-tierra	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(1-)	(2-)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)
Pulsos de Inundación	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)
Autodepuración	(0)	(0)	(0)	(1-)	(2-)	(0)	(1-)	(2-)	(0)	(0)	(0)	(1-)	(0)
Dinámica de cuerpos de agua superficiales	(1-)	(0)	(0)	(1-)	(2-)	(0)	(1-)	(2-)	(0)	(0)	(0)	(1+)	(0)
Dinámica de cuerpos de agua subterráneos	(1-)	(0)	(0)	(1-)	(2-)	(0)	(1-)	(1-)	(0)	(0)	(0)	(1-)	(0)

TABLA 45. CALIFICACIÓN DE LA RELACIÓN ENTRE LOS MOTORES DE CAMBIO Y LOS COMPONENTES DEL CICLO HIDROLÓGICO EN LAS SUB ZONAS HIDROGRÁFICAS DEL BIOMA AMAZÓNICO (GUAVIARE MEDIO – BAJO, INÍRIDA)

SUBZONAS HIDROGRÁFICAS DEL BIOMA AMAZÓNICO (GUAVIARE MEDIO- BAJO; INÍRIDA)

FACTOR CLAVE: Dos o más intencionalidades de uso

RELACIÓN CON EL CICLO HIDROLÓGICO: 0 a 3, donde 0 es ninguno, 1 es bajo, 2 es medio y 3 es alto; + o -, donde + indica un aumento y - una disminución

COMPONENTES DEL CICLO HIDROLÓGICO	MOTORES DE CAMBIO												
	HIDROCARBUROS			MINERÍA			INFRAESTRUCTURA VIAL			HIDROELÉCTRICAS		LÍNEAS TRANSMISIÓN ELÉCTRICA	
	Exploración Sísmica	Perforación	Producción	Exploración	Explotación	Beneficio y Transformación	Instalación	Proceso constructivo	Operación	Construcción	Operación	Construcción	Operación
Precipitación	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)
Escorrentía superficial de tipo laminar	(1-)	(1-)	(1-)	(1+)	(2+)	(0)	(1+)	(1+)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)
Escorrentía superficial por cauces	(1-)	(1-)	(1-)	(1+)	(2+)	(0)	(1+)	(1+)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)
Escorrentía sub-superficial	(1+)	(1+)	(1+)	(1-)	(1-)	(0)	(1-)	(1-)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)
Infiltración	(1+)	(1+)	(1+)	(1+)	(2+)	(0)	(1-)	(1-)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)
Percolación	(1+)	(1+)	(1+)	(1+)	(2+)	(0)	(1-)	(1-)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)
Flujo y almacenamiento de agua superficial	(1-)	(1-)	(1-)	(1-)	(2-)	(0)	(1-)	(1-)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)
Flujo y almacenamiento de agua subterránea	(1-)	(2-)	(2-)	(1-)	(2-)	(0)	(1-)	(1-)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)
Almacenamiento de agua en los poros del suelo (sin saturación)	(1-)	(2-)	(2-)	(1-)	(2-)	(0)	(1-)	(2-)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)
Interceptación	(1-)	(1-)	(1-)	(1-)	(1-)	(0)	(1-)	(1-)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)
Transpiración	(1-)	(1-)	(1-)	(1-)	(1-)	(0)	(1-)	(1-)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)
Evaporación	(1-)	(1-)	(1-)	(1-)	(1-)	(0)	(1-)	(2-)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)
Transporte y deposición de sedimentos	(1+)	(1+)	(1+)	(1+)	(2+)	(0)	(1+)	(2+)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)
Conectividad en la interfase agua-tierra	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)
Pulsos de Inundación	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)
Autodepuración	(0)	(1-)	(2-)	(1-)	(2-)	(0)	(1-)	(2-)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)
Dinámica de cuerpos de agua superficiales	(1-)	(1-)	(1-)	(1-)	(2-)	(0)	(1-)	(1-)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)
Dinámica de cuerpos de agua subterráneos	(1-)	(2-)	(2-)	(1-)	(2-)	(0)	(1-)	(1-)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)

TABLA 46. CALIFICACIÓN DE LA RELACIÓN ENTRE LOS MOTORES DE CAMBIO Y LOS COMPONENTES DEL CICLO HIDROLÓGICO EN LAS SUB ZONAS HIDROGRÁFICAS ANDINAS (ARAUCA, CASANARE, META)

SUBZONAS HIDROGRÁFICAS ANDINAS (ARAUCA, CASANARE, META)

FACTOR CLAVE: Dos o más intencionalidades de uso

RELACIÓN CON EL CICLO HIDROLÓGICO: 0 a 3, donde 0 es ninguno, 1 es bajo, 2 es medio y 3 es alto; + o -, donde + indica un aumento y - una disminución

COMPONENTES DEL CICLO HIDROLÓGICO	MOTORES DE CAMBIO												
	HIDROCARBUROS			MINERÍA			INFRAESTRUCTURA VIAL			HIDROELÉCTRICAS		LÍNEAS TRANSMISIÓN ELÉCTRICA	
	Exploración Sísmica	Perforación	Producción	Exploración	Explotación	Beneficio y Transformación	Instalación	Proceso constructivo	Operación	Construcción	Operación	Construcción	Operación
Precipitación	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)
Escorrentía superficial de tipo laminar	(1-)	(1-)	(1-)	(1+)	(2+)	(2+)	(1+)	(3+)	(2+)	(0)	(0)	(0)	(0)
Escorrentía superficial por cauces	(1-)	(1-)	(1-)	(1+)	(2+)	(2+)	(1+)	(2+)	(1+)	(0)	(0)	(0)	(0)
Escorrentía sub-superficial	(1+)	(1+)	(1+)	(1-)	(1-)	(1-)	(1-)	(2-)	(2-)	(0)	(0)	(0)	(0)
Infiltración	(1+)	(1+)	(1+)	(1+)	(2+)	(2+)	(1-)	(2-)	(3-)	(0)	(0)	(0)	(0)
Percolación	(1+)	(1+)	(1+)	(1+)	(2+)	(2+)	(1-)	(2-)	(3-)	(0)	(0)	(0)	(0)
Flujo y almacenamiento de agua superficial	(1-)	(1-)	(1-)	(1-)	(2-)	(2-)	(1-)	(2-)	(3-)	(0)	(0)	(0)	(0)
Flujo y almacenamiento de agua subterránea	(1-)	(2-)	(2-)	(1-)	(2-)	(2-)	(1-)	(1-)	(1-)	(0)	(0)	(0)	(0)
Almacenamiento de agua en los poros del suelo (sin saturación)	(1-)	(2-)	(2-)	(1-)	(2-)	(2-)	(1-)	(2-)	(2-)	(0)	(0)	(0)	(0)
Interceptación	(1-)	(1-)	(1-)	(1-)	(1-)	(1-)	(1-)	(1-)	(1-)	(0)	(0)	(0)	(0)
Transpiración	(1-)	(1-)	(1-)	(1-)	(1-)	(1-)	(1-)	(1-)	(1-)	(0)	(0)	(0)	(0)
Evaporación	(1-)	(1-)	(1-)	(1-)	(1-)	(1-)	(1-)	(3-)	(3-)	(0)	(0)	(0)	(0)
Transporte y deposición de sedimentos	(1+)	(1+)	(1+)	(1+)	(2+)	(2+)	(1+)	(3+)	(1+)	(0)	(0)	(0)	(0)
Conectividad en la interfase agua-tierra	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(1-)	(2-)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)
Pulsos de Inundación	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)
Autodepuración	(0)	(1-)	(2-)	(1-)	(2-)	(3-)	(1-)	(3-)	(1-)	(0)	(0)	(0)	(0)
Dinámica de cuerpos de agua superficiales	(1-)	(1-)	(1-)	(1-)	(2-)	(2-)	(1-)	(2-)	(3-)	(0)	(0)	(0)	(0)
Dinámica de cuerpos de agua subterráneos	(1-)	(2-)	(2-)	(1-)	(2-)	(2-)	(1-)	(1-)	(1-)	(0)	(0)	(0)	(0)

TABLA 47. CALIFICACIÓN DE LA RELACIÓN ENTRE LOS MOTORES DE CAMBIO Y LOS COMPONENTES DEL CICLO HIDROLÓGICO EN LAS SUB ZONAS HIDROGRÁFICAS GUAVIARE ALTO (INTERFLUVIO ARIARI – GUAYABERO)

SUBZONAS HIDROGRÁFICAS GUAVIARE ALTO (INTERFLUVIO ARIARI - GUAYABERO)

FACTOR CLAVE: Dos o más intencionalidades de uso

RELACIÓN CON EL CICLO HIDROLÓGICO: 0 a 3, donde 0 es ninguno, 1 es bajo, 2 es medio y 3 es alto; + o -, donde + indica un aumento y - una disminución

COMPONENTES DEL CICLO HIDROLÓGICO	MOTORES DE CAMBIO												
	HIDROCARBUROS			MINERÍA			INFRAESTRUCTURA VIAL			HIDROELÉCTRICAS		LÍNEAS TRANSMISIÓN ELÉCTRICA	
	Exploración Sísmica	Perforación	Producción	Exploración	Explotación	Beneficio y Transformación	Instalación	Proceso constructivo	Operación	Construcción	Operación	Construcción	Operación
Precipitación	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)
Escorrentía superficial de tipo laminar	(1-)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(1+)	(1+)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)
Escorrentía superficial por cauces	(1-)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(1+)	(1+)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)
Escorrentía sub-superficial	(1+)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(1-)	(1-)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)
Infiltración	(1+)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(1-)	(1-)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)
Percolación	(1+)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(1-)	(1-)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)
Flujo y almacenamiento de agua superficial	(1-)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(1-)	(1-)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)
Flujo y almacenamiento de agua subterránea	(1-)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(1-)	(1-)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)
Almacenamiento de agua en los poros del suelo (sin saturación)	(1-)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(1-)	(2-)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)
Interceptación	(1-)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(1-)	(1-)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)
Transpiración	(1-)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(1-)	(1-)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)
Evaporación	(1-)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(1-)	(2-)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)
Transporte y deposición de sedimentos	(1+)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(1+)	(2+)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)
Conectividad en la interfase agua-tierra	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)
Pulsos de Inundación	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)
Autodepuración	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(1-)	(2-)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)
Dinámica de cuerpos de agua superficiales	(1-)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(1-)	(1-)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)
Dinámica de cuerpos de agua subterráneos	(1-)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(1-)	(1-)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)

Como se observa en las tablas anteriores todos los componentes del ciclo hidrológico presentan afectaciones en las Sub Zonas Hidrográficas por encima de 1.000 msnm. En los otros cuatro grupos de Sub Zonas no se presentan afectaciones en dos o tres componentes que son: (i) Precipitación, (ii) Conectividad en la interfase agua-tierra, y (iii) Pulsos de inundación. La distribución de estas relaciones, se presenta en la tabla 48. El símbolo de color verde (X) indica que no hay relación o afectación y el símbolo de color rojo (✓) indica que si existe.

TABLA 48. COMPONENTES DEL CICLO HIDROLÓGICO AFECTADOS POR DOS O MÁS INTENCIONALIDADES DE USO EN LOS CINCO GRUPOS DE SUB ZONAS HIDROGRÁFICAS (MACROCUECNA DEL ORINOCO)

COMPONENTES DEL CICLO HIDROLÓGICO	>1.000 msnm	Directos al Orinoco	Bioma Amazónico	Andes	Alto Guaviare
Precipitación	✓	X	X	X	X
Escorrentía superficial de tipo laminar	✓	✓	✓	✓	✓
Escorrentía superficial por cauces	✓	✓	✓	✓	✓
Escorrentía sub-superficial	✓	✓	✓	✓	✓
Infiltración	✓	✓	✓	✓	✓
Percolación	✓	✓	✓	✓	✓
Flujo y almacenamiento de agua superficial	✓	✓	✓	✓	✓
Flujo y almacenamiento de agua subterránea	✓	✓	✓	✓	✓
Almacenamiento de agua en los poros del suelo (sin saturación)	✓	✓	✓	✓	✓
Interceptación	✓	✓	✓	✓	✓
Transpiración	✓	✓	✓	✓	✓
Evaporación	✓	✓	✓	✓	✓
Transporte y deposición de sedimentos	✓	✓	✓	✓	✓
Conectividad en la interfase agua-tierra	✓	✓	X	✓	X
Pulsos de Inundación	✓	X	X	X	X
Autodepuración	✓	✓	✓	✓	✓
Dinámica de cuerpos de agua superficiales	✓	✓	✓	✓	✓
Dinámica de cuerpos de agua subterráneos	✓	✓	✓	✓	✓

2.5. Identificación y Caracterización de los Principales Conflictos y Riesgos

La macrocuenca de la Orinoquia es conocida por ser la región hidrográfica Colombiana donde se ubican cinco de los once ríos de Colombia cuyos caudales son superiores a los 1.000 m³/seg: Guaviare, Inírida, Meta, Vichada (Correa, Ruiz y Arévalo, 2006). Por otra parte el 36% de los ríos Colombianos cuyo caudal es superior a los 10 m³/seg se ubican en esta cuenca. El área en lagos constituye el 3,57% del total nacional (1.128 millones de m³); los cursos de agua el 33,8% (21,634 millones de m³); el agua atmosférica el 33,53% (100,59 millones de m³) y el agua en pantanos el 71,08% (CIPAV, WWF-Colombia y Fundación Horizonte Verde 1998). Por lo mismo su riqueza

hídrica representa el 32.47% de las reservas de agua en el país. He de acá el papel vital de esta macrocuenca como área generadora de agua donde este elemento juega un papel fundamental para las condiciones de vida de las poblaciones silvestres de flora y fauna, el sustento humano, el avance agropecuario y el desarrollo del país. Por ende la cuenca tiene un papel fundamental en Colombia por ser fuente de bienestar de la población ya que solamente en la región del Chingaza aporta cerca del 80% del agua para el acueducto de Bogotá y 16 municipios de la sabana, lo cual puede representar el acceso al agua potable de por lo menos 9.000.000 de personas, que equivalen a cerca del 20% de la población en Colombia (Lora, 2009). Por eso la prioridad nacional de entender la dinámica hídrica, ecológica y social de esta macrocuenca con el fin de poder articular planes y políticas del manejo y el desarrollo sostenible de esta Macrocuena.

Por otra parte, en las últimas dos décadas con las políticas de desarrollo que se están enmarcando dentro de este territorio se ha creado un aumento poblacional sin precedentes en esta región. Esto ha conllevado que población proveniente de las zonas andinas migren a la macrocuenca buscando nuevas oportunidades de trabajo y creando un cambio poblacional que ha modificado la tendencia a la concentración urbana y a la urbanización del campo. Este flujo poblacional ha creado la gran necesidad de planear la ampliación de la infraestructura y los sistemas de servicios públicos domiciliarios en especial el abastecimiento del agua potable. Sumado a esto, el avance de los grandes proyectos auspiciados por las locomotoras del desarrollo en especial del sector agroindustrial, minero-energético y de hidrocarburos ha puesto en evidencia la degradación de los ecosistemas naturales. La baja efectividad de las políticas, programas y proyectos de conservación y desarrollo humano sostenible, la desarticulación de las organizaciones públicas en especial en la articulación de sus Planes de Ordenamiento Territorial – POT, Esquemas de Ordenamiento Territorial – EOT Planes de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas –POMCH, planes de acción trianuales de las Corporaciones Autónomas Regionales, planes de manejo de áreas protegidas, planes de manejo de paramo de impacto o manejo ambiental de las empresas de acueducto entre otros, el establecimiento de proyectos sin participación comunitaria y las limitaciones del arreglo institucional colombiano, han permitido identificar la comprensión integral del problema, como una de las necesidades prioritarias que busca aportar conceptual y metodológicamente a una toma de decisiones colectivas, que fortalezca la sostenibilidad del sistema de abastecimiento y a la vez funcione como eje para articular el desarrollo regional (Lora, 2009).

A su vez por su ubicación geográfica y su historia geológica, la macrocuenca es sometida constantemente a diversas pruebas de la naturaleza tanto de origen hidro-meteorológico, como geológico que ha afectado en muchas ocasiones de forma negativa la región produciendo grandes daños tanto a la población como a la economía, el medio ambiente, la infraestructura, entre otros. A modo de ejemplo vale la pena destacar, los fenómenos de remoción en masa ocurridos en la vía Bogotá – Villavicencio, en sectores como Quebradablanca y Guayabetal en 1974, las grandes inundaciones de la ola invernal del 2010 – 2011, los fuertes movimientos telúricos en el Meta en el 2008 y las situaciones de pánico que se ven sometidos algunas poblaciones rivereñas y de

piedemonte, por posibles avalanchas provocadas por desbordamientos de ríos y posibles daños en represas situadas en zonas altas, como las ocurridas en el 2011. Estos fenómenos naturales representan un peligro latente que bien puede considerarse como una amenaza para el desarrollo social y económico de esta macrocuenca.

Este capítulo presenta una descripción conceptual y metodológica de evaluación de riesgos ambientales (la amenaza, la vulnerabilidad y el riesgo). Reflexiona acerca del nivel de resolución o detalle que se debe tener en cuenta en la elaboración de instrumentos tales como mapas, como instrumento de caracterización de los conflictos y riesgos y de la toma de decisiones en la gestión del riesgo asociado al recurso hídrico, los cuales serán utilizados para la toma de decisiones dentro del proceso de planificación del territorio. Expone adicionalmente los principios operativos y cartográficos de cada una de las fases de la evaluación de riesgos ambientales; dada la necesidad de incorporar a nivel regional la gestión del riesgo. Consiste en desarrollar una comprensión de los fenómenos potencialmente peligrosos y los posibles efectos desastrosos que se puedan producir en su interacción con los sistemas de instalaciones y redes críticas (acueductos, infraestructura, transporte, etc.) importantes para la sociedad, que genere información necesaria para tomar decisiones sobre la implementación de acciones de mitigación, prevención y emergencia.

2.5.1. Definiciones

Un análisis de riesgo, es un instrumento de prevención dirigido a incorporar la planificación territorial en los planes estratégicos de desarrollo municipal (POT, EOT, POMCAS, etc.). Por lo tanto, se convierte en un documento orientado que debe ser concebido como una pauta en la toma de decisiones por parte del gobierno. Su conceptualización debe partir de un análisis de la realidad y contexto específico del área de estudio. Por ello, un análisis de riesgos asociados a fenómenos naturales parte de dos etapas fundamentales: a). Una evaluación de amenazas y b) una evaluación de vulnerabilidad.

2.5.1.1. Conflicto

Como conflicto se entiende aquella situación en la que dos o más intereses contrapuestos entran en una confrontación. Bajo este esquema y como ejemplo, desde el punto de vista de paisaje, el conflictos de uso de tierras, se define como aquella confrontación que existe entre la vocación de uso de la tierra acorde a la clasificación agrológica y el uso actual del territorio, lo que permite determinar y clasificar los nivel de confrontación a la que está sometido un territorio (CORPES de Occidente e Incoplan – Parsons, 1999).

2.5.1.2. Riesgo

Como riesgo entendemos el número de pérdidas humanas, heridos, daños a infraestructura y efectos sobre la actividad económica debido a la posible ocurrencia de un desastre, es decir el producto del riesgo específico y los elemento en riesgo. El análisis de este se entiende como la relación entre la AMENAZA y la VULNERABILIDAD de los sistemas expuestos, que nos permitan

determinar los posibles efectos y consecuencia sociales, económicas y ambientales asociados a uno o varios fenómenos. Es decir, ante una amenaza, el territorio presentará una cierta susceptibilidad al mismo.

Si esta zonificación presenta una vulnerabilidad asociada, entonces diremos que existe riesgo. El riesgo puede reducirse si se entiende como el resultado de relacionar la probabilidad de ocurrencia de un evento (amenaza), y la vulnerabilidad de los elementos expuestos, o factor interno de selectividad de la severidad de los efectos sobre dichos elementos.

La realización de preparativos para la atención de emergencias como medidas estructurales (e.g. desarrollo de obras de protección y la intervención de la vulnerabilidad de los elementos bajo riesgo) o no estructurales (e.g. la regulación de usos del suelo, la incorporación de aspectos preventivos en los presupuestos de inversión), pueden reducir las consecuencias de un evento sobre una región o una población.

2.5.1.3. Amenaza

La amenaza es la probabilidad de peligro u ocurrencia de un fenómeno que se origina de un evento natural, antrópico no intencional o social, que puede causar daños a la población y sus bienes, la infraestructura, el ambiente y la economía pública y privada. Por su parte, el decreto 1640 del 2012 establece que, es el “peligro latente de que un evento físico de origen natural, o causado, o inducido por la acción humana de manera accidental, se presente con una severidad suficiente para causar pérdida de vidas, lesiones u otros impactos en la salud, así como también daños y pérdidas en los bienes, la infraestructura, los medios de sustento, la prestación de servicios y los recursos ambientales”. La tabla 49 muestra los diferentes clases de amenazas que puede sufrir un territorio, cuya clasificación se basa en el marco conceptual definido por el FOPAE, 2012.

TABLA 49. TIPOS DE AMENAZAS A LAS QUE PUEDE SER SOMETIDO UN TERRITORIO (ADAPTADO DE: FOPAE, 2012).

* Las amenazas antrópicas no intencionales y sociales no son analizadas dentro de este marco conceptual.

NATURAL	ANTROPICOS NO INTENCIONALES*	SOCIAL*
Incendios forestales	Incendios (Estructurales, eléctricos por líquidos o gases inflamables, etc.)	Comportamientos no adaptativos por temor
Fenómenos de remoción en masa	Perdida de contención de materiales peligrosos (derrames, fugas, etc.)	Accidentes de vehículos
Movimiento sísmicos	Explosión (gases, polvos, fibras, etc.)	Accidentes personales
Eventos atmosféricos (vendavales, granizadas, tormentas eléctricas, etc.)	Inundación por deficiencias de la infraestructura hidráulica (redes de alcantarillado, acueducto, etc.)	Revueltas/asonadas
Eventos hidrológicos (Inundaciones o encharcamientos por desbordamiento de cuerpos de agua (ríos, quebradas, humedales, etc.)	Fallas en sistemas y equipos	Atentados terroristas
Avenidas torrenciales		Hurtos

Las amenazas naturales son definidas como el potencial de peligro u ocurrencia de un fenómeno que se origina de un evento natural. Este puede ser por:

Incendios forestales: Siniestro causado intencional, accidental o fortuitamente por el fuego que se presenta en áreas cubiertas de vegetación, árboles, pastizales, maleza, matorrales y, en general, cualesquiera de los diferentes tipos de asociaciones vegetales.

Fenómenos de remoción en masa: son procesos de transporte de material definidos como procesos de 'movilización lenta o rápida de determinado volumen de suelo, roca o ambos, en diversas proporciones, generados por una serie de factores' (Hauser, 1993). Estos movimientos tienen carácter descendente ya que están fundamentalmente controlados por la gravedad (Cruden, 1991). Estos se pueden clasificar en:

Deslizamiento de Tierras.- Que ocurren como resultado de cambios súbitos o graduales de la composición, estructura, hidrología o vegetación de un terreno en declive o pendiente:

Derrumbes.- Es la caída de una franja de terreno que pierde su estabilidad o la destrucción de una estructura construida por el hombre.

Aludes.- Masa de nieve que se desplaza pendiente abajo.

Aluviones.- Flujos de grandes volúmenes de lodo, agua, hielo, rocas, originados por la ruptura de una laguna o deslizamiento de un nevado.

Golpe de agua o Huaycos.- Desprendimientos de lodo y rocas debido a precipitaciones pluviales, se presenta como un golpe de agua lodosa que se desliza a gran velocidad por quebradas secas y de poco caudal arrastrando piedras y troncos.

Movimientos sísmicos: Los movimientos sísmicos son movimientos bruscos y cortos que se producen debido al acomodamiento de las placas que forman la corteza terrestre.

Eventos atmosféricos: Eventos generados por fenómenos meteorológicos, se pueden subdividir en:

Sequías.- Deficiencia de humedad en la atmósfera por precipitaciones pluviales irregulares o insuficientes, inadecuado uso de las aguas subterráneas, depósitos de agua o sistemas de irrigación.

Heladas.- Producidas por las bajas temperaturas, causando daño a las plantas y animales.

Tormentas.- Fenómenos atmosféricos producidos por descargas eléctricas en la atmósfera.

Granizadas.- Precipitación de agua en forma de gotas sólidas de hielo.

Tornados.- Vientos huracanados que se producen en forma giratoria a grandes velocidades.

Huracanes.- Son vientos que sobrepasan más 24 Km/h como consecuencia de la interacción del aire caliente y húmedo que viene del océano Pacífico con el aire frío.

Eventos hidrológicos: Eventos generados por fenómenos hidrológicos, se pueden subdividir en:

Inundación: Es la condición por la cual un área del suelo se cubre temporalmente de agua causado por el desborde de las corrientes de agua (caños, quebradas, ríos, etc.). En las partes más bajas de los ríos, como las planicies aluviales, las cuales son protegidas de las inundaciones por la construcción de grandes diques artificiales (jarillones), en épocas de fuertes lluvias cuando el río se encuentra muy próximo a desbordarse, las áreas cercanas al cauce son sobre saturadas mediante el ascenso capilar del nivel freático, localmente denominado “inundación por capilaridad” (IGAC, 2010).

Avenidas torrenciales: es la elevación del nivel de un curso de agua significativamente mayor que el flujo medio de éste. Durante la crecida, el caudal de un curso de agua aumenta en tales proporciones que el lecho del río puede resultar insuficiente para contenerlo. Entonces el agua lo desborda e invade el lecho mayor, también llamado llanura aluvial.

2.5.1.4. Vulnerabilidad

La vulnerabilidad es definida como la susceptibilidad o fragilidad física, económica, social, ambiental o institucional que tiene una comunidad de ser afectada o de sufrir efectos adversos en caso de que un evento físico peligroso se presente. Corresponde a la predisposición a sufrir pérdidas o danos de los seres humanos y sus medios de subsistencia, así como de sus sistemas físicos, sociales, económicos y de apoyo que pueden ser afectados por eventos físicos peligrosos (Decreto 1640, 2012).

2.5.2. Marco Conceptual

De acuerdo a la Ley 1523 de 2012, donde se adoptó la Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y estableció el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastre³, se establece que éste debe ser un proceso social orientado a la formulación, ejecución, seguimiento y evaluación de políticas, estrategias, planes, programas, regulaciones, instrumentos, medidas y acciones

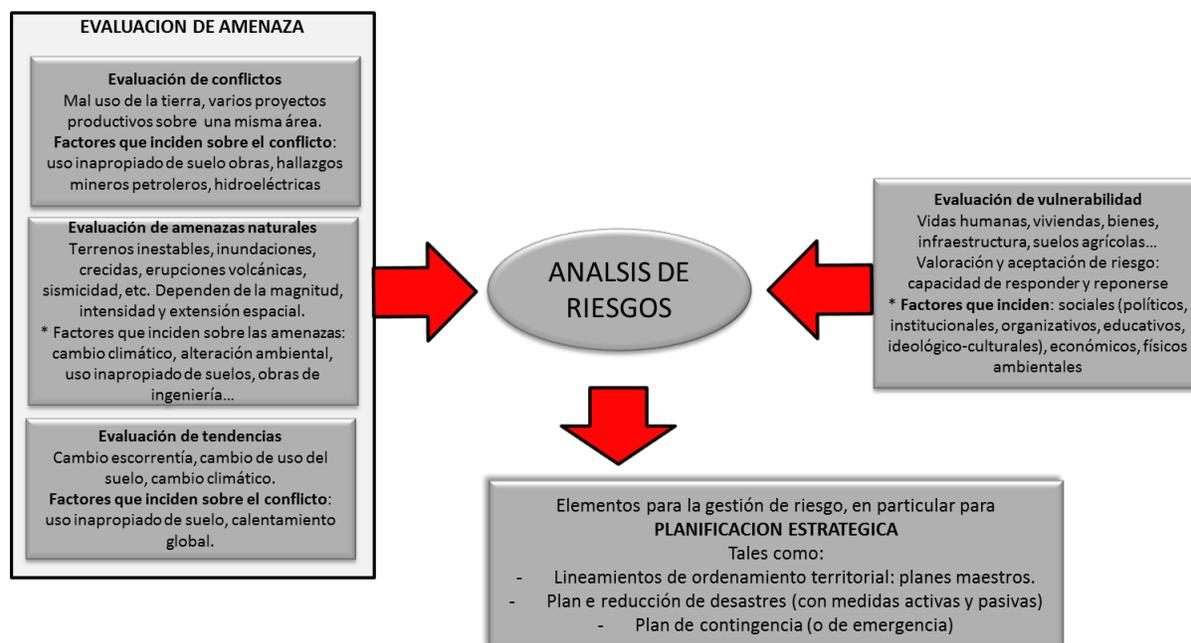
³ Gestión de riesgo de desastre: “es el proceso social de planeación, ejecución, seguimiento y evaluación de políticas y acciones permanentes para el conocimiento del riesgo y promoción de una mayor conciencia del mismo, impedir o evitar que se genere, reducirlo o controlarlo cuando ya existe y para prepararse y manejar las situaciones de desastre, así como para la posterior recuperación, entiéndase: rehabilitación y reconstrucción. Estas acciones tienen el propósito explícito de contribuir a la seguridad, el bienestar y calidad de vida de las personas y al desarrollo sostenible”. Decreto 1640 de 2012.

permanentes para el conocimiento y la reducción del riesgo y para el manejo de desastres, con el propósito explícito de contribuir a la seguridad, el bienestar, la calidad de vida de las personas y al desarrollo sostenible. De esta misma manera la gestión del riesgo se constituye en una política de desarrollo indispensable para asegurar la sostenibilidad, la seguridad territorial, los derechos e intereses colectivos, mejorar la calidad de vida de las poblaciones y las comunidades en riesgo y, por lo tanto, está intrínsecamente asociada con la planificación del desarrollo seguro, con la gestión ambiental territorial sostenible, en todos los niveles de gobierno y la efectiva participación de la población.

Por otra parte, se establece que el proceso de planificación territorial debe incorporar criterios de reducción de riesgos, especificando condiciones sostenibles y seguras de uso y ocupación, en armonía con los objetivos ambientales, sociales y económicos de la entidad territorial correspondiente. De esta forma, el análisis de riesgos se posiciona como uno de los insumos fundamentales que los planificadores deben incluir en la definición de los planes regionales de ordenamiento territorial. La previsión de los efectos adversos que los fenómenos naturales peligrosos pueden imponer sobre asentamientos humanos o elementos de infraestructura, permiten definir las zonas del territorio donde la ocupación y explotación es más segura. La inclusión de estos análisis en los procesos de ordenamiento territorial, derivan en la protección y mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes, y la protección económica, ambiental, social.

La figura 57 describe el marco conceptual para la identificación y caracterización de los principales conflictos y riesgos naturales relevantes por su potencial de modificación del recurso hídrico. Los criterios y lineamientos técnicos que sirven de guía para este marco conceptual toma los lineamientos propuestos por FOPAE (2012).

FIGURA 57- MARCO CONCEPTUAL PARA EL ANÁLISIS DE LA GESTIÓN DE RIESGO.

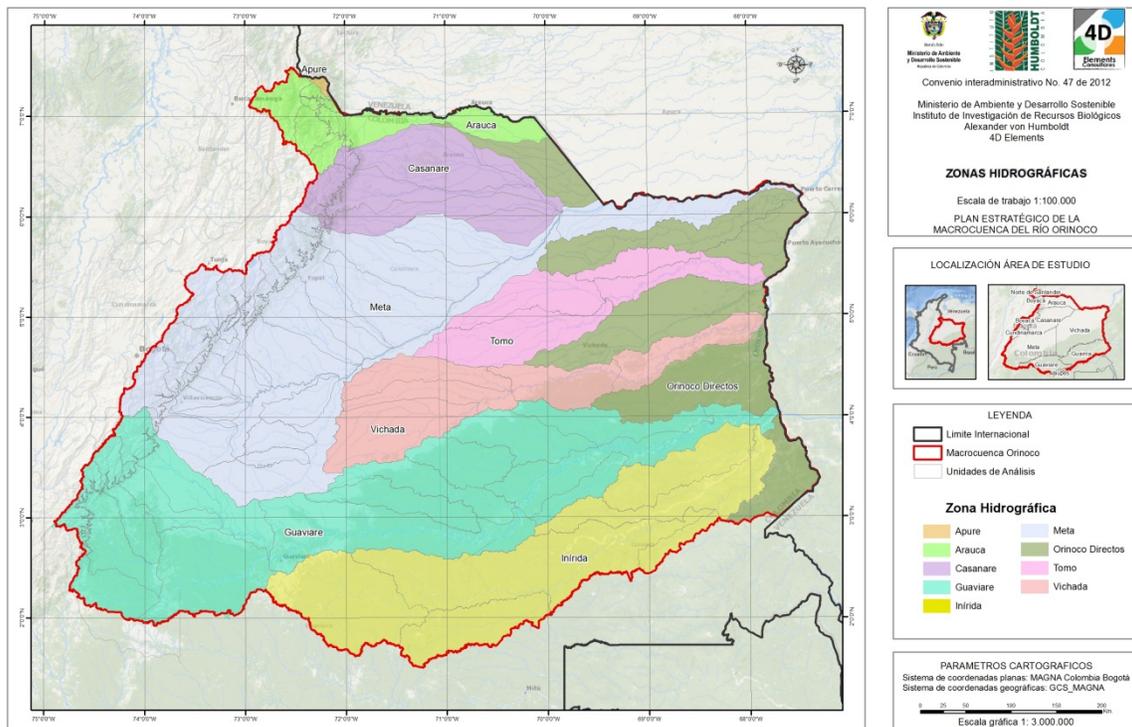


2.5.3. Ruta metodológica y criterios para la identificación de riesgos

2.5.3.1. Definición de las unidades de análisis

La definición de las unidades de análisis es una de las primeras actividades que se debe hacer para poder aplicar y analizar la metodología de conflictos y riesgos naturales. Conceptualmente para este estudio la definición de las unidades de análisis retoma el concepto cuencas⁴ y zonas hidrográficas desarrolladas por el IDEAM (2010). Las Unidades de Análisis (UA), fueron identificadas utilizando las 72 subcuencas y la cota altitudinal de 1000 metros (IGAC 2012), para separar las zonas planas y las zonas cordilleranas, en las 9 zonas hidrográficas de la macrocuenca.

MAPA 24. ZONAS HIDROGRÁFICAS Y SUS RESPECTIVAS UNIDADES DE ANÁLISIS



⁴ Entiéndase por cuenca u hoya hidrográfica el área de aguas superficiales o subterráneas que vierten a una red hidrográfica natural con uno o varios cauces naturales, de caudal continuo o intermitente, que confluyen en un curso mayor que, a su vez, puede desembocar en un río principal, en un depósito natural de aguas, en un pantano o directamente en el mar (decreto 1640 del 2012).

2.5.3.2. Definición de los principales variables para la identificación de amenazas y vulnerabilidad

Los factores e indicadores para la identificación y caracterización de los principales conflictos y riesgos naturales en la Macrocuenca de la Orinoquia, se resumen en la Tabla 50. Esta tabla hace una pequeña descripción de las variables a utilizar y los indicadores a medir para su implementación.

TABLA 50. CRITERIOS PARA LA IDENTIFICACIÓN DE CONFLICTOS, AMENAZAS, VULNERABILIDAD Y RIESGOS EN LA MACROCUENCA DE LA ORINOQUIA COLOMBIANA

	TIPO AMENAZA	FACTOR	INDICADOR
AMENAZA	CONFLICTO ANTRÓPICO	USO DEL SUELO	1. Áreas con conflicto de uso
			2. Áreas con dos o más intencionalidades de uso
			3. Acceso al recurso hídrico
			4. Nivel de servicios ecosistémicos
	AMENAZAS NATURALES	FENÓMENOS DE ORIGEN GEOLÓGICO Y DE SUELOS	1. Áreas con procesos de desertificación
			2. Susceptibilidad a la remoción o movimientos en masa
	EVENTOS ATMOSFÉRICOS E HIDROLÓGICOS	1. Áreas susceptibles a inundación	
		2. Áreas susceptibles a incendios	
	TENDENCIA	CAMBIOS DE COBERTURA	1. Tendencia de cambio de cobertura
VULNERABILIDAD		CENTROS POBLADOS	1. Cabeceras municipales 2. Otros centros poblacionales
		INFRAESTRUCTURA LINEA	1. Red vial
		REDES ELÉCTRICAS	1. Redes Eléctricas
		OLEODUCTOS Y GASODUCTOS	1. Oleoductos, poliductos
		RED EDUCATIVA	1. Establecimientos Educativos
		EMBALSES Y ACUEDUCTOS	1. Embalses 2. Acueductos
		DENSIDAD POBLACIONAL	1. Densidad poblacional
		SISTEMAS PRODUCTIVOS	1. Tipos de cultivo (CLC2007)

2.5.4. Amenazas

2.5.4.1. Evaluación de amenazas por conflicto

2.5.4.1.1. Por uso de la tierra

Definición: Como conflictos de uso de tierras se define como aquella confrontación que existe entre la vocación de uso de la tierra acorde a la clasificación agrológica y el uso actual del territorio, lo que permite determinar y clasificar los nivel de conflicto a los que está sometido un territorio (CORPES de Occidente e Incoplan – Parsons, 1999).

Importancia: El mapa de Conflictos de Uso de la Tierra que se produce parte del modelo conceptual planteado por el IGAC (2002) donde se identifica y establece la oferta biofísica de las tierras, en términos de sus principales características agroecológicas, las cuales en combinación e interactuando en un mismo espacio, le otorgan a las tierras de manera natural, potencialidades y limitaciones para los diversos usos rurales, incluidos aquellos para la recuperación o conservación integral de la base natural. También se pueden identificar y espacializar la demanda biofísica existente sobre las mismas, especialmente sobre las principales coberturas naturales y los usos predominantes que la población colombiana hace de ellos en el proceso de la ocupación del territorio.

Obtención información: Para obtener la información que permita calcular el índice de conflicto de uso se utilizan los siguientes parámetros:

1. **Vocación:** se refiere a la clase mayor de uso que una unidad de tierra está en capacidad natural de soportar con características de sostenibilidad, evaluada sobre una base biofísica, sin tener en cuenta las circunstancias socioeconómicas locales, propias de cada zona agroecológica (IGAC – CORPOICA, 2002).
2. **Cobertura y uso de la tierra:** Cobertura física de la tierra, generalmente se refiere a la cobertura vegetal o a la falta de esta. El término "cobertura de la tierra" está relacionado con "uso de las tierras" (ME, 2005).
3. **Áreas protegidas:** Es el área definida geográficamente, que haya sido designada, regulada y administrada a fin de alcanzar los objetivos específicos de conservación. Las áreas protegidas son de diversos tipos y deben corresponder a una categoría de manejo, conforme el nivel de biodiversidad que protejan, su estado de conservación, el tipo de gobernanza, la escala de gestión (nacional, regional o local) y las actividades que en ellas se permitan (www.parquesnacionales.gov.co).

Criterios de calificación: La tabla 51 muestra la fuente, criterios, calificación y descripción para obtener la información que permita calcular el índice de conflicto de uso de la tierra se realiza la siguiente clasificación

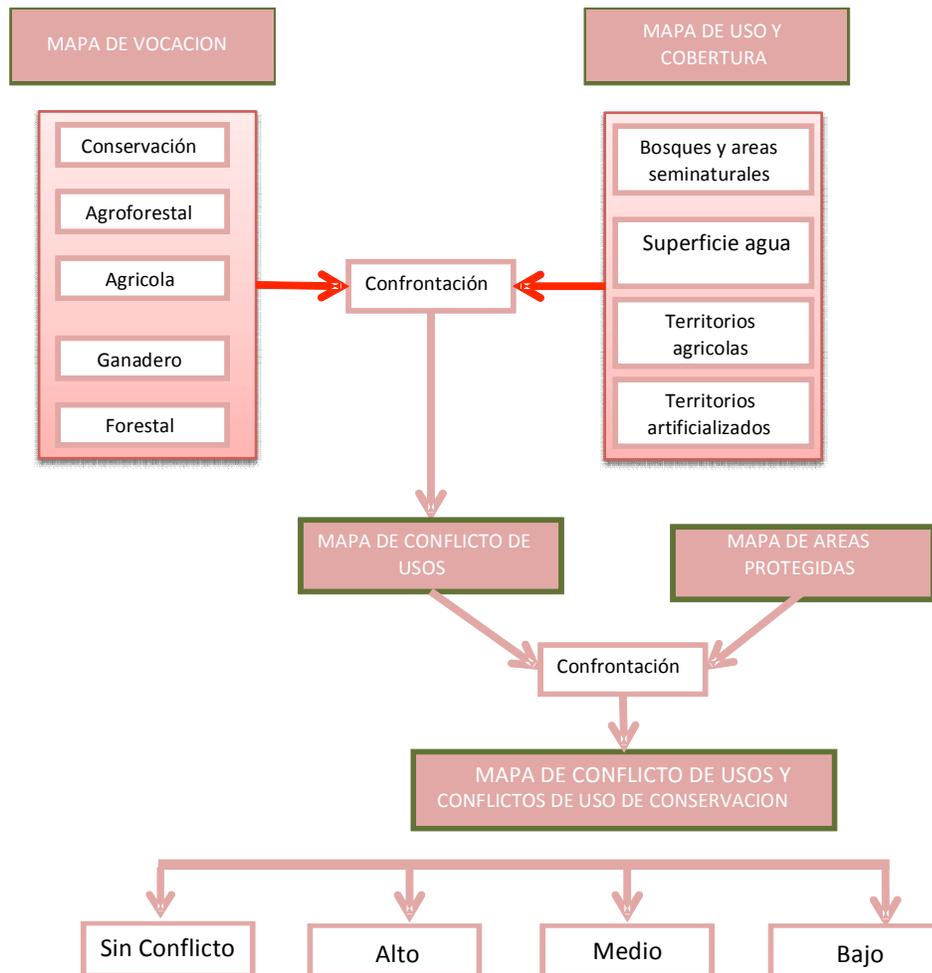
TABLA 51. CRITERIOS PARA LA IDENTIFICACIÓN DE CONFLICTO DE USO DE LA TIERRA

	FUENTE	CRITERIOS	DESCRIPCION
VOCACION	IGAC y CORPOICA (2002) (1:500.000)	Conservación	Tierras destinadas para protección de recursos hídricos e hidrobiológicos o forestales.
		Agroforestal	Tierras destinadas para la producción agrosilvopastoril o silvoagrícola
		Agrícola	Tierras destinada a cultivos transitorios semi-intensivos y permanentes semi-intensivos
		Ganadero	Tierras aptas para pastoreo extensivo, intensivo o semi-intensivo
		Forestal	Tierras destinadas a protección o producción forestal

	FUENTE	CRITERIOS	DESCRIPCION
AREAS PROTEGIDAS	UAESPNN, 2012; (ESCALA 1:100.000)	Áreas protegidas nacionales	Área definida geográficamente, que ha sido designada, regulada y administrada a fin de alcanzar los objetivos específicos de conservación a nivel nacional
	CI (2008), CARS (ESCALA 1:100.000)	Áreas protegidas municipales o departamentales	Área definida geográficamente, que ha sido designada, regulada y administrada a fin de alcanzar los objetivos específicos de conservación a nivel nacional
	SINAP (2012) (ESCALA 1:100.000)	Áreas protegidas dentro del Registro Único de Áreas Protegidas	Áreas de conservación geográficamente definida por autoridades regionales y las reservas privadas de la sociedad civil inscritas en la UAESPNN.
COBERTURA Y USO	CLC (IDEAM, 2002) (ESCALA 1:100.000)	Bosques y áreas semi-naturales	Comprende un grupo de coberturas vegetales de tipo boscoso, arbustivo y herbáceo, desarrolladas sobre diferentes sustratos y pisos altitudinales que son el resultado de procesos climáticos; también por aquellos territorios constituidos por suelos desnudos y afloramientos rocosos y arenosos, resultantes de la ocurrencia de procesos naturales o inducidos de degradación
		Superficies de agua	Son los cuerpos y cauces de aguas permanentes, intermitentes y estacionales, localizados en el interior del continente y los que bordean o se encuentran adyacentes a la línea de costa continental, como los mares
		Territorios agrícolas	Son los terrenos dedicados principalmente a la producción de alimentos, fibras y otras materias primas industriales, ya sea que se encuentren con cultivos, con pastos, en rotación y en descanso o barbecho. Comprende las áreas dedicadas a cultivos permanentes, transitorios, áreas de pastos y las zonas agrícolas heterogéneas.
		Territorios artificializados	Comprende las áreas de las ciudades y las poblaciones y, aquellas áreas periféricas que están siendo incorporadas a las zonas urbanas mediante un proceso gradual de urbanización o de cambio del uso del suelo hacia fines comerciales, industriales, de servicios y recreativos

Cálculo del indicador: Una vez con el mapa de vocación se realiza una confrontación con el mapa de coberturas y uso actual para determinar cuál es el uso adecuado o conflicto de uso de las tierras. Este mapa se confronta posteriormente con el mapa de áreas protegidas y se examina los conflictos que existen dentro de cada área. Finalmente se observa el uso adecuado, conflictos de uso de la tierra y conflictos en las áreas protegidas (IGAC, Corpoica, 2001). Este mapa produce las siguientes categorías las cuales se valoran como sin conflicto, conflicto moderado y conflicto severo.

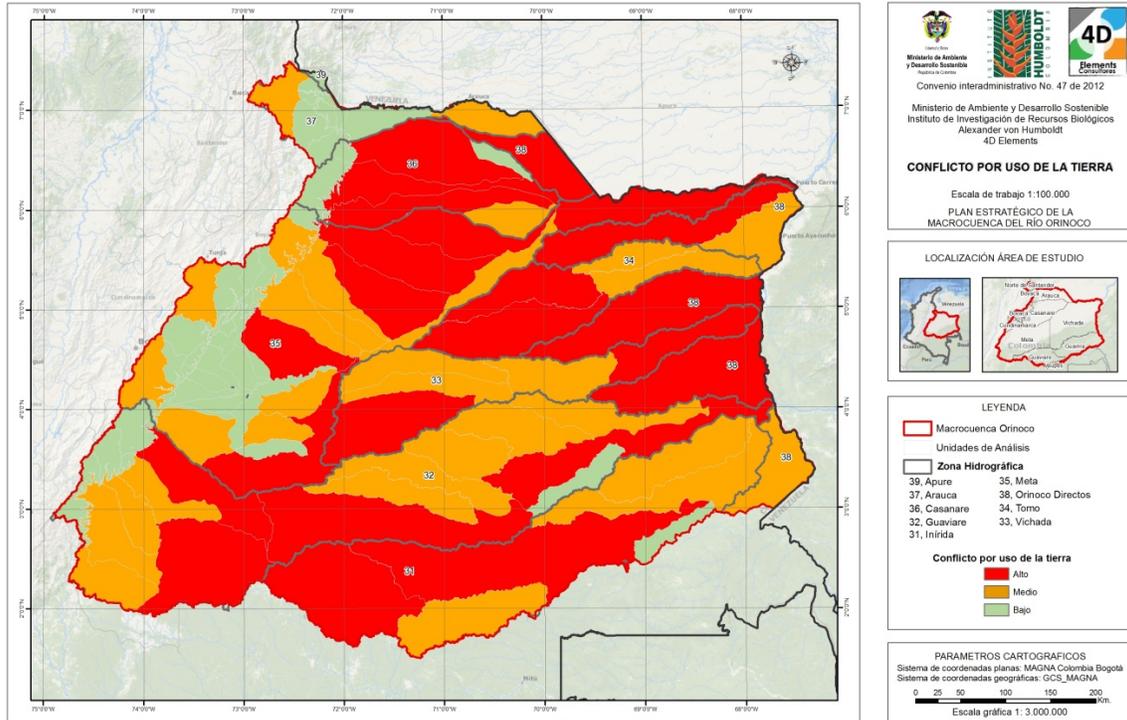
FIGURA 58. FLUJO CARTOGRÁFICO PARA LA IDENTIFICACIÓN DE CONFLICTOS.



Resultado: el mapa 25 y la tabla 52, muestran el resultado del análisis de conflicto por uso de la tierra. Como resultado de este análisis se encontró que para la zona hidrográfica del Apure, el conflicto por uso de tierra es bajo. Por su parte para la zona hidrográfica del Arauca, las unidades de análisis de la zona alta del río Chítaga y los directos del río Arauca presenta un conflicto medio mientras que las demás unidades de análisis tienen un conflicto bajo. Por su parte en la subzona hidrográfica del Casanare, las unidades de análisis río Cravo Norte; río Ariporo; río Casanare tienen un conflicto alto, mientras que el caño Aguaclarita tiene uno medio. Las demás unidades de análisis dentro de esta subzona tienen un conflicto bajo. Para la subzona del Guaviare el conflicto alto se encuentra en el alto, medio y bajo Guaviare; y río Ariari; en medio se encuentra la zona alta del río Lozada; río Siare; río Iteviare; alto y bajo río Uvá, caño Chupave, río Guayabero, río

Guape y río Guejar, las demás unidades se encuentran en conflicto bajo. La subzona hidrográfica del Inírida presenta un alto conflicto en el alto y medio río inirida y un medio conflicto en el río Papunaya, río Inírida (mi) bocas caño Bocón y r. Las Vinas y en bajo el caño Nabuquén.

MAPA 25. CONFLICTOS POR USO DE LA TIERRA POR UNIDADES DE ANÁLISIS.



Para la subzona hidrográfica del río Meta, en alto conflicto se encuentra el río Manacacías, caño Guanápalo; directos al río Meta (mi); directos bajo Meta; río Túa y río Pauto. En medio se encuentra las unidades río Yucao, río Melúa, Directos al Meta (mi) y (md); río Metica; zona alta del río Guayuriba; zona alta del Chivor; río Cusiana; zona alta y baja del río Cravo Sur. Las demás unidades de análisis se encuentran en conflicto bajo. Por otra parte en los subzona de los Orinoco directo se encuentra el río Vita, río Tuparro; río Cinaruco y directos río Orinoco y Caño Matavén con conflicto alto, mientras que los directos río Atabapo (mi) y directos Orinoco esta en medio. Para la subzona del río Tomo el alto río Tomo y río Elvita tienen un conflicto medio y el bajo río Tomo y Caño Lioni o Teracay son medio. Finalmente la subzona del Vichada presenta un conflicto alto en las unidades de análisis del alto y bajo Vichada y medio en los ríos Guarrojo, Muco y Directos Vichada son medio.

TABLA 52. PONDERACIÓN POR CONFLICTOS POR USO DE LA TIERRA.

ZH	SZH COD	Unidad Análisis	Alta	Media	Baja	**N/A	Pond*	Amenaza Uso
Arauca	3901	Zona alta del Alto Río Apure	0.0	0.0	0.0	100.0	100.00	Bajo
	3701	Zona alta del Río Chitaga	25.6	3.4	0.0	71.0	183.61	Medio
	3706	Directos Río Arauca	0.6	81.3	0.0	18.1	264.30	Medio

ZH	SZH COD	Unidad Análisis	Alta	Media	Baja	**N/A	Pond*	Amenaza Uso
	370201	Zona alta del Río Margua	10.8	8.2	0.0	81.0	148.72	Bajo
	370202	Río Margua	15.6	19.1	0.0	65.3	185.00	Bajo
	370301	Zona alta del Río Cobugón - Río Cobaría	5.7	2.4	0.0	92.0	121.71	Bajo
	370302	Río Cobugón - Río Cobaría	8.0	41.7	0.0	50.3	207.46	Bajo
	370401	Zona alta del Río Bojabá	7.0	1.7	0.0	91.3	124.52	Bajo
	370402	Río Bojabá	1.6	46.0	0.0	52.4	196.74	Bajo
	370501	Zona alta del Río Banadía y otros Directos al Río Arauca	0.0	2.4	0.0	97.6	104.72	Bajo
	370502	Río Banadía y otros Directos al Río Arauca	2.2	25.6	0.2	72.0	157.95	Bajo
Casanare	3604	Caño Samuco	0.2	82.8	0.0	17.0	266.16	Bajo
	3605	Caño Aguaclarita	0.0	60.8	0.0	39.2	221.72	Medio
	360101	Zona alta del Río Ariporo	0.6	77.4	0.0	22.0	256.58	Bajo
	360102	Río Ariporo	4.2	73.2	0.0	22.6	258.74	Alto
	360201	Zona alta del Río Casanare	2.1	15.0	0.0	82.9	136.32	Bajo
	360202	Río Casanare	3.0	69.5	0.1	27.4	248.09	Alto
	360301	Zona alta del Río Cravo Norte	1.1	0.0	0.0	98.9	103.19	Bajo
	360302	Río Cravo Norte	1.7	64.2	0.0	34.1	233.59	Alto
Guaviare	3203	Zona alta del Río Losada	44.7	5.4	0.0	49.9	244.90	Medio
	3204	Alto Guaviare	18.2	6.7	0.0	75.1	167.91	Alto
	3210	Medio Guaviare	2.3	44.2	0.0	53.5	195.30	Alto
	3212	Río Siare	3.7	6.2	0.0	90.1	123.45	Medio
	3213	Río Iteviare	1.2	40.1	0.0	58.7	183.83	Medio
	3214	Bajo Guaviare	0.2	61.2	0.0	38.6	222.97	Alto
	3215	Caño Minisiare	0.1	11.4	0.0	88.5	123.17	Bajo
	3216	Alto Río Uvá	0.6	24.7	0.0	74.7	151.08	Medio
	3217	Bajo Río Uvá	3.2	27.3	0.0	69.5	164.29	Medio
	3218	Caño Chupabe	1.6	49.6	0.0	48.8	203.92	Medio
	320101	Zona alta del Río Guayabero	4.8	0.9	0.0	94.2	116.18	Bajo
	320102	Río Guayabero	8.8	18.8	0.0	72.5	163.82	Medio
	320201	Zona alta del Río Guape	10.5	0.0	0.0	89.5	131.44	Bajo
	320202	Río Guape	6.3	12.7	0.0	81.1	144.18	Medio
	320601	Zona alta del Río Ariari	2.8	0.8	0.0	96.4	110.11	Bajo
	320602	Río Ariari	5.2	38.7	0.1	56.0	193.13	Alto
320701	Zona alta del Río Guejar	13.2	0.0	0.0	86.8	139.45	Bajo	
320702	Río Guejar	20.7	22.3	0.0	57.0	206.66	Medio	
Inírida	3101	Río Inírida Alto	9.8	5.5	0.0	84.7	140.33	Alto
	3104	Río Inírida Medio	0.3	10.2	0.0	89.5	121.21	Alto
	3105	Río Papunaya	0.2	7.4	0.0	92.5	115.26	Medio
	3107	Caño Nabuquén	0.0	1.9	0.0	98.1	103.81	Bajo
	3108	R. Inírida (mi), hasta bocas Caño Bocón, y R. Las Viñas	0.9	10.3	0.0	88.8	123.32	Medio
	3110	Caño Bocón	0.2	21.9	0.0	77.9	144.49	Medio
Meta	3510	Río Negro	0.4	9.7	0.0	89.8	120.72	Bajo
	3511	Directos Río Metica (md)	0.6	39.4	0.0	60.1	180.41	Bajo
	3512	Río Yucao	6.7	39.8	0.0	53.5	199.65	Medio
	3513	Río Melúa	3.2	55.5	0.0	41.3	220.54	Medio
	3514	Caño Cumaral	0.1	72.5	0.0	27.4	245.28	Bajo
	3515	Río Manacacías	1.5	72.6	0.0	25.9	249.82	Alto
	3520	Directos al Meta (mi)	0.3	85.7	0.0	14.0	272.36	Medio
	3522	Caño Guanápalo y otros directos al Meta	1.8	72.7	0.0	25.5	250.81	Alto
	3524	Directos al Río Meta (mi)	0.5	73.8	0.0	25.7	249.02	Alto
3525	Directos Bajo Meta	0.6	60.3	0.0	39.0	222.53	Alto	

ZH	SZH COD	Unidad Análisis	Alta	Media	Baja	**N/A	Pond*	Amenaza Uso
	3526	Directos al Río Meta (md)	4.0	61.1	0.0	34.8	234.32	Medio
	3527	Directos al Río Meta	0.6	28.0	0.0	71.4	157.70	Bajo
	350101	Zona alta del Río Metica (Guamal - Humadea)	0.3	19.4	0.0	80.3	139.71	Bajo
	350102	Río Metica (Guamal - Humadea)	1.0	23.7	0.0	75.4	150.24	Medio
	350201	Zona alta del Río Guayuriba	24.2	3.8	0.2	71.7	180.58	Medio
	350202	Río Guayuriba	14.3	13.8	0.0	71.9	170.52	Bajo
	350301	Zona alta del Río Guatiquía	13.8	0.9	0.0	85.4	143.04	Bajo
	350302	Río Guatiquía	8.7	14.7	0.2	76.4	155.69	Bajo
	350401	Zona alta del Río Guacavía	5.6	0.0	0.0	94.4	116.72	Bajo
	350402	Río Guacavía	16.9	11.3	0.0	71.8	173.25	Bajo
	350501	Zona alta del Río Humea	2.3	0.0	0.0	97.7	106.97	Bajo
	350502	Río Humea	24.4	11.3	0.0	64.3	195.79	Bajo
	350601	Zona alta del Embalse del Guavio	32.9	8.0	0.0	59.0	214.86	Bajo
	350602	Embalse del Guavio	60.8	0.7	0.0	38.5	283.80	Bajo
	350701	Zona alta del Chivor	36.0	7.2	0.3	56.3	222.49	Medio
	350702	Chivor	50.0	0.0	0.0	50.0	249.87	Bajo
	350801	Zona alta del Río Tunjita	31.4	9.3	0.0	56.9	210.62	Bajo
	350802	Río Tunjita	59.5	1.2	0.0	39.3	280.91	Bajo
	350901	Zona alta del Río Upía	24.8	15.3	0.0	59.1	204.49	Bajo
	350902	Río Upía	21.1	17.0	0.0	61.9	197.31	Bajo
	351801	Zona alta del Río Túa	8.8	65.8	0.0	25.3	258.16	Bajo
	351802	Río Túa	4.8	60.5	0.0	34.7	235.54	Alto
	351901	Zona alta del Río Cusiana	11.1	32.0	0.0	56.9	197.23	Bajo
	351902	Río Cusiana	14.2	43.3	0.0	42.6	229.02	Medio
	352101	Zona alta del Río Cravo Sur	19.8	21.5	0.0	58.7	202.37	Medio
	352102	Río Cravo Sur	12.1	49.9	0.0	38.0	236.10	Medio
	352301	Zona alta del Río Pauto	9.7	24.4	0.0	65.9	177.84	Bajo
	352302	Río Pauto	3.1	75.8	0.0	21.0	261.05	Alto
Orinoco Directos	3801	Río Vita	0.4	56.3	0.0	43.0	213.58	Alto
	3802	Río Tuparro	0.7	44.9	0.0	54.5	191.75	Alto
	3803	Caño Matavén	0.1	43.1	0.0	56.8	186.44	Alto
	3804	Directos Río Atabapo (mi)	0.2	3.7	0.0	96.1	108.14	Medio
	3805	Directos Orinoco	0.0	49.0	0.0	51.0	197.93	Medio
	3809	Río Cinaruco y Directos Río Orinoco	0.1	78.7	0.0	21.2	257.61	Alto
Tomo	3401	Alto Río Tomo	0.3	43.3	0.0	56.4	187.50	Alto
	3402	Río Elvita	4.5	55.7	0.0	39.8	224.87	Alto
	3403	Bajo Río Tomo	0.1	40.6	0.0	59.3	181.43	Medio
	3405	Caño Lioni o Terecay	0.1	66.1	0.0	33.8	232.58	Medio
Vichada	3301	Alto Vichada	0.0	97.0	0.0	3.0	294.09	Alto
	3302	Río Guarrojo	0.6	62.2	0.0	37.2	226.08	Medio
	3303	Río Muco	7.8	43.1	0.0	49.1	209.61	Medio
	3305	Directos Vichada Medio	0.5	24.6	0.0	74.9	150.70	Medio
	3306	Bajo Vichada	0.1	60.0	0.0	39.9	220.36	Alto
						Promedio	188.89	
						DS	51.09	
						Alto >	214.43	
						Bajo <	163.34	

*Pond: Ponderación =[(4*Alto)+(3*Medio)+(2*Bajo)+(Sin Conflicto)]

2.5.4.1.2. Conflicto por dos o más intencionalidades de uso

Definición: Se define como áreas con dos o más intencionalidades de uso aquella que presentan conflicto de uso por tener dos o más potencialidades de actividades agropecuarias, ambientales, mineras, energéticas o de hidrocarburos.

Importancia: La importancia de este criterio radica desde el punto de vista económico y político, ya que al interior de estas áreas se concentra diferentes actividades que impulsan a una región. Igualmente la demanda de bienes y servicios por el tipo de proyecto impacta directamente los recursos naturales así como la economía y la sociedad.

Obtención información: Para obtener la información que permita calcular el índice de conflicto de uso por dos o más intencionalidades utilizan los siguientes parámetros:

1. Prioridades de conservación. Las prioridades de conservación hace referencia a aquellas áreas que se han definido como áreas prioritarias para la conservación

2. Minería. Se refiere a las actividades relacionadas con la extracción de minerales y otros materiales de la corteza terrestre (IDEAM, 2011). Está compuesto por áreas que se han otorgado para su explotación minera y aquellas que están siendo solicitadas para su explotación. La importancia de este criterio radica en el impacto social y económico que esta actividad económica ha generado en el país y el cual puede producir efectos adversos en el mediano y largo plazo. Se relaciona con los conflictos ambientales y sociales que como cita Papamija, 2011 aunque la minería en general produce grandes riesgos, está sujeta a control legal y social; mientras que la ilegal, genera mayores conflictos por falta de control y problemas de orden social.

3. Territorios agrícolas. Se refiere a las actividades productivas tales como los cultivos agroindustriales y tradicionales, las actividades agropecuarias y ganaderas. La importancia de este indicador radica en que con los incrementos en la producción se hace un uso directo del suelo, agua, fertilizantes químicos, tecnología mecanizada que alteran las características propias del entorno ecológico y social del área. Esto puede traer como consecuencia, la baja capacidad de respuesta de un ecosistema a la presencia de plagas, contaminación del agua y degradación de suelos entre otros (IDEAM, 2011)

4. Mapa de hidrocarburos: Se refiere a las actividades relacionadas con la extracción e hidrocarburos. Está compuesto por aquellas áreas que se han definido en el mapa de tierras de las ANH en donde se clasifican como i). Áreas en exploración: son aquellos sobre los cuales se realizan trabajos de exploración; ii). Áreas en evaluación técnica: son aquellas sobre las cuales se realizan trabajos de evaluación asignados por la ANH; iii). Áreas en explotación: son aquellas en las cuales se adelantan labores de explotación de hidrocarburos; iv). Áreas disponibles: son aquellas áreas que no han sido objeto de asignación, de manera que sobre ellas no existe contrato vigente ni se ha adjudicado propuesta; áreas devueltas parcial o totalmente que se encuentran en estudio por parte de la ANH para definir el esquema de oferta pública; Áreas reservadas: Aquellas definidas por la ANH por razones de política

energética, de seguridad nacional o de orden público; por sus características geológicas, ambientales, sociales o por haber realizado estudios en ellas y tener proyectado o disponer de información exploratoria; Áreas para proceso competitivo: Son aquellas áreas para oferta pública definida y publicada en la página web de la ANH (www.anh.gov.co). La importancia de este criterio radica en la demanda que trae consigo en bienes y servicios que impactan directamente sobre los recursos naturales e hídricos; igualmente por su impacto económico, y social se convierten en un atractivo para la migración y aumento de la población de otras regiones del país.

5. Mapa de Infraestructura (energía, infraestructura vial, puertos): Se refiere a las actividades que permiten la generación de energía y comunicación en una región. Estas a su vez se dividen en a) Energía: Áreas con tendidos eléctricos; b). Infraestructura vial y portuaria: Áreas actuales y proyectadas. La importancia de este criterio radica en la demanda de bienes y servicios que impactan a cada una de las cuencas en las que se están desarrollando estas actividades. Por su parte tienen un alto impacto económico y social por los accesos a mercados y comunicaciones que permite el mejoramiento y ampliación de estos servicios a la población.

Criterios de calificación: La información que permite calcular el índice de áreas con dos o más intencionalidades de uso. Se asigna el valor de presencia o ausencia para cada uso. Los criterios utilizados fueron:

Parques Naturales Nacionales y Áreas prioritarias para la conservación (UAESPNN 2011)

Minería: Títulos y solicitudes mineras Ingeominas 2010 (1:500.000)

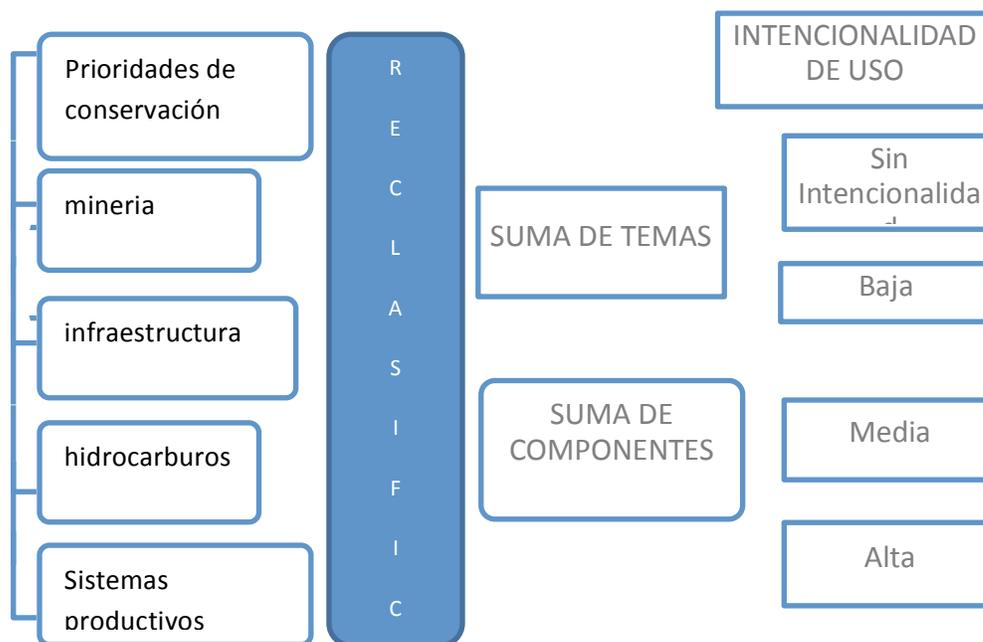
Infraestructura: UPME (2012); IGAC, (2012) (1:100.000)

Hidrocarburos: ANH, 2012 (1:500.000)

Sistemas productivos: *Corine Land Cover*. IDEAM, 1:100.000, 2007)

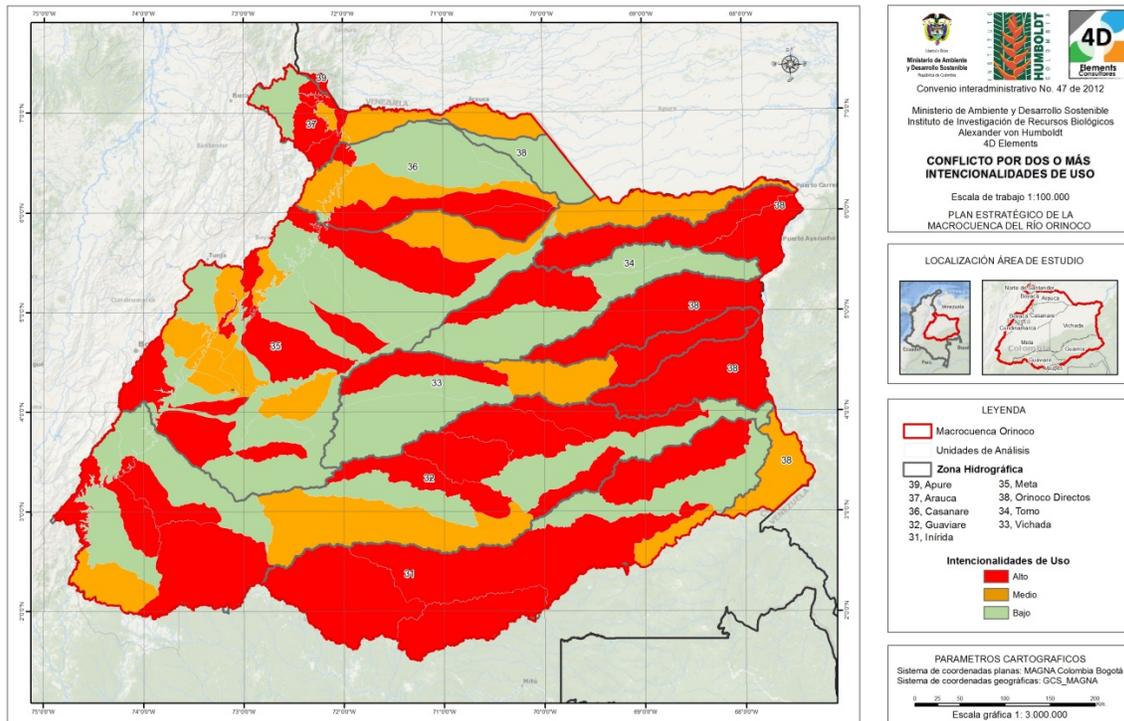
Calculo del indicador: Una vez categorizado cada uno de los mapas se realiza un cruce de los mapas. Se sumaron los mapas y se separaron las áreas con valores entre 0-1 y los valores mayores o iguales a 2. Se ponderó multiplicando por 2 aquellos que fueran mayores o iguales a dos y se sumó con la primera categoría. Luego se dividieron en 3 categorías: alta, media y baja.

FIGURA 59 FLUJO CARTOGRAFICO PARA LA IDENTIFICACION DE AREAS CON DOS O MAS INTENCIONALIDADES DE USO.



Resultados: el mapa 26 y la tabla 53 relacionan los resultados obtenidos para la identificación de áreas con dos o mas intencionalidades de uso. Como resultado de este analisis encontramos que la subzona hidrografica del Apure tiene una intencionalidad baja. Por otro lado en la subzona del Arauca, la zona alta del río Chítaga; directos río Arauca; zona alta del río Margua; zona alta del río Cobugón-río Cobaría y el río Bojabá tienen una intencionalidad media mientras que las demas unidades de analisis dentro de esta subzona es baja. Por su parte en la subzona del Casanare la unidad de la zona alta del río Cravo Norte tiene una alta intencionalidad, mientras que el caño Samuco tiene una baja. Las demas unidades tienen una intencionalidad media. Para la subzona del río Guaviare, la zona alta del río Lozada, el río Guayabero, la zona alta del río Guape, el río Guape; el río Ariari y el río Guajar tienen una alta intencionalidad; el alto Guaviare y la zona alta del río Ariari una media y las demas una baja intencionalidad. La subzona del Inírida tiene una intencionalidad baja en todas sus unidades de analisis exceptuando el río Inírida alto que tiene una intencionalidad alta.

MAPA 26. CONFLICTOS POR INTENCIONALIDAD DE USO DE LA TIERRA POR UNIDADES DE ANÁLISIS.



En el caso de la subzona del Meta encontramos que con alta intencionalidad se encuentran las unidades del río Negro, río Melúa; directos al río Meta, zona alta del río Metica; zona alta del río Guayuriba; zona alta del río Guacavía; zona alta del Emblase del Guavio, zona alta del Chivor, Chivor, Zona alta del río Tunjita; río Tunjita; Zona alta del río Upía; río Upía, río Cusiana, Zona alta del río Cravo Sur y la zona alta del río Pauto. En media intencionalidad dentro de esta subzona se encuentra los directos al Meta (mi); caño Guanápalo y otros directos al meta; río Metica; río Guayuriba; zona alta del río Guatiquía; Zona alta del río Humea; río Humea; embalse del Guavio; río Túa; río Cravo Sur y río Pauto; las demas se encuentran en baja. Para la subzona de los directos al Orinoco se encuentran las unidades de directos río Atabapo (mi) y río Cinaruco y directos río Orinoco con intencionalidad media y el resto de las unidades en baja. En la subzona del Tomo, la unidad del río Elvita tiene intencionalidad alta y las demas unidades es baja y en el Vichada la intencionalidad media se encuentra en la unidad río Guarrojo y las demas es baja.

TABLA 53. PONDERACIÓN POR CONFLICTOS POR DOS O MÁS INTENCIONALIDADES DE USO.

ZH	SZH COD	Unidad Análisis	0-1	≥ 2	Pond*	Amenaza Uso
Apure	3901	Zona alta del Alto Río Apure	99.9	0.1	100.0	Bajo
Arauca	3701	Zona alta del Río Chítaga	96.3	3.7	103.7	Medio
	3706	Directos Río Arauca	91.2	8.8	108.8	Medio
	370201	Zona alta del Río Margua	83.7	16.3	116.3	Medio
	370202	Río Margua	99.5	0.5	100.5	Bajo
	370301	Zona alta del Río Cobugón - Río Cobaría	92.8	7.2	107.2	Medio
	370302	Río Cobugón - Río Cobaría	98.7	1.3	101.3	Bajo
	370401	Zona alta del Río Bojabá	98.4	1.6	101.6	Bajo
	370402	Río Bojabá	89.0	11.0	111.0	Medio
	370501	Zona alta del Río Banadía y otros Directos al Río Arauca	99.7	0.3	100.3	Bajo
	370502	Río Banadía y otros Directos al Río Arauca	95.7	4.3	104.3	Medio
Casanare	3604	Caño Samuco	100.0	0.0	100.0	Bajo
	3605	Caño Aguaclarita	88.5	11.5	111.5	Medio
	360101	Zona alta del Río Ariporo	84.9	15.1	115.1	Medio
	360102	Río Ariporo	86.2	13.8	113.8	Medio
	360201	Zona alta del Río Casanare	83.3	16.7	116.7	Medio
	360202	Río Casanare	91.7	8.3	108.3	Medio
	360301	Zona alta del Río Cravo Norte	56.1	43.9	143.9	Alto
360302	Río Cravo Norte	88.1	11.9	111.9	Medio	
Guaviare	3203	Zona alta del Río Losada	11.4	88.6	188.6	Alto
	3204	Alto Guaviare	92.7	7.3	107.3	Medio
	3210	Medio Guaviare	97.5	2.5	102.5	Bajo
	3212	Río Siare	99.6	0.4	100.4	Bajo
	3213	Río Iteviare	99.9	0.1	100.1	Bajo
	3214	Bajo Guaviare	99.9	0.1	100.1	Bajo
	3215	Caño Minisiare	100.0	0.0	100.0	Bajo
	3216	Alto Río Uvá	99.9	0.1	100.1	Bajo
	3217	Bajo Río Uvá	99.7	0.3	100.3	Bajo
	3218	Caño Chupabe	99.6	0.4	100.4	Bajo
	320101	Zona alta del Río Guayabero	96.8	3.2	103.2	Bajo
	320102	Río Guayabero	79.8	20.2	120.2	Alto
	320201	Zona alta del Río Guape	76.0	24.0	124.0	Alto
	320202	Río Guape	80.8	19.2	119.2	Alto
	320601	Zona alta del Río Ariari	83.8	16.2	116.2	Medio
	320602	Río Ariari	79.6	20.4	120.3	Alto
	320701	Zona alta del Río Guejar	96.4	3.6	103.7	Bajo
320702	Río Guejar	81.3	18.7	118.7	Alto	
Inírida	3101	Río Inírida Alto	78.9	21.1	121.1	Alto
	3104	Río Inírida Medio	98.5	1.5	101.5	Bajo
	3105	Río Papunaya	100.0	0.0	100.0	Bajo
	3107	Caño Nabuquén	100.0	0.0	100	Bajo
	3108	R. Inírida (mi), hasta bocas Caño Bocón, y R. Las Viñas	99.1	0.9	100.9	Bajo
	3110	Caño Bocón	100.0	0.0	100.0	Bajo
Meta	3510	Río Negro	72.8	27.2	127.2	Alto
	3511	Directos Río Metica (md)	100.0	0.0	100	Bajo
	3512	Río Yucao	99.4	0.6	100.6	Bajo
	3513	Río Melúa	77.3	22.7	122.7	Alto
	3514	Caño Cumaral	99.9	0.1	100.1	Bajo
	3515	Río Manacacías	99.8	0.2	100.2	Bajo
	3520	Directos al Meta (mi)	95.2	4.8	104.8	Medio
	3522	Caño Guanápalo y otros directos al Meta	89.6	10.4	110.4	Medio

ZH	SZH COD	Unidad Análisis	0-1	≥ 2	Pond*	Amenaza Uso
	3524	Directos al Río Meta (mi)	96.7	3.3	103.3	Bajo
	3525	Directos Bajo Meta	99.9	0.1	100.1	Bajo
	3526	Directos al Río Meta (md)	99.4	0.6	100.6	Bajo
	3527	Directos al Río Meta	62.5	37.5	137.5	Alto
	350101	Zona alta del Río Metica (Guamal - Humadea)	55.3	44.7	144.7	Alto
	350102	Río Metica (Guamal - Humadea)	94.3	5.7	105.7	Medio
	350201	Zona alta del Río Guayuriba	79.8	20.2	120.2	Alto
	350202	Río Guayuriba	96.4	3.6	103.6	Medio
	350301	Zona alta del Río Guatiquía	87.2	12.8	112.8	Medio
	350302	Río Guatiquía	98.3	1.7	101.71	Bajo
	350401	Zona alta del Río Guacavía	81.3	18.7	118.7	Alto
	350402	Río Guacavía	99.3	0.7	100.6	Bajo
	350501	Zona alta del Río Humea	89.5	10.5	110.4	Medio
	350502	Río Humea	86.0	14.0	113.9	Medio
	350601	Zona alta del Embalse del Guavio	72.5	27.5	127.5	Alto
	350602	Embalse del Guavio	89.7	10.3	110.3	Medio
	350701	Zona alta del Chivor	79.0	21.0	120.9	Alto
	350702	Chivor	82.7	17.3	117.2	Alto
	350801	Zona alta del Río Tunjita	78.6	21.4	121.4	Alto
	350802	Río Tunjita	68.6	31.4	131.3	Alto
	350901	Zona alta del Río Upía	77.6	22.4	122.3	Alto
	350902	Río Upía	76.4	23.6	123.6	Alto
	351801	Zona alta del Río Túa	100.0	0.0	100.0	Bajo
	351802	Río Túa	88.9	11.1	111.1	Medio
	351901	Zona alta del Río Cusiana	98.0	2.0	101.9	Bajo
	351902	Río Cusiana	70.7	29.3	129.3	Alto
	352101	Zona alta del Río Cravo Sur	81.5	18.5	118.5	Alto
	352102	Río Cravo Sur	88.8	11.2	111.2	Medio
	352301	Zona alta del Río Pauto	82.6	17.4	117.4	Alto
	352302	Río Pauto	91.6	8.4	108.4	Medio
Orinoco Directos	3801	Río Vita	99.9	0.1	100.1	Bajo
	3802	Río Tuparro	100.0	0.0	100.0	Bajo
	3803	Caño Matavén	100.0	0.0	100.0	Bajo
	3804	Directos Río Atabapo (mi)	93.9	6.1	106.1	Medio
	3805	Directos Orinoco	100.0	0.0	100	Bajo
	3809	Río Cinaruco y Directos Río Orinoco	93.0	7.0	107.0	Medio
Tomo	3401	Alto Río Tomo	99.7	0.3	100.3	Bajo
	3402	Río Elvita	82.5	17.5	117.4	Alto
	3403	Bajo Río Tomo	99.9	0.1	100.0	Bajo
	3405	Caño Lioni o Terecay	99.8	0.2	100.1	Bajo
Vichada	3301	Alto Vichada	99.6	0.4	100.4	Bajo
	3302	Río Guarrojo	89.5	10.5	110.4	Medio
	3303	Río Muco	99.0	1.0	101.0	Bajo
	3305	Directos Vichada Medio	100.0	0.0	100.9	Bajo
	3306	Bajo Vichada	99.9	0.1	100.1	Bajo
				Promedio	110.2	
				DS	13.3	
				Alto >	116.9	
				Bajo <	103.6	

*Pond: Ponderación = [(≥ 2*2) + (0-1)]

2.5.4.2. Evaluación de Amenazas Naturales

2.5.4.2.1. Áreas susceptibles por inundación

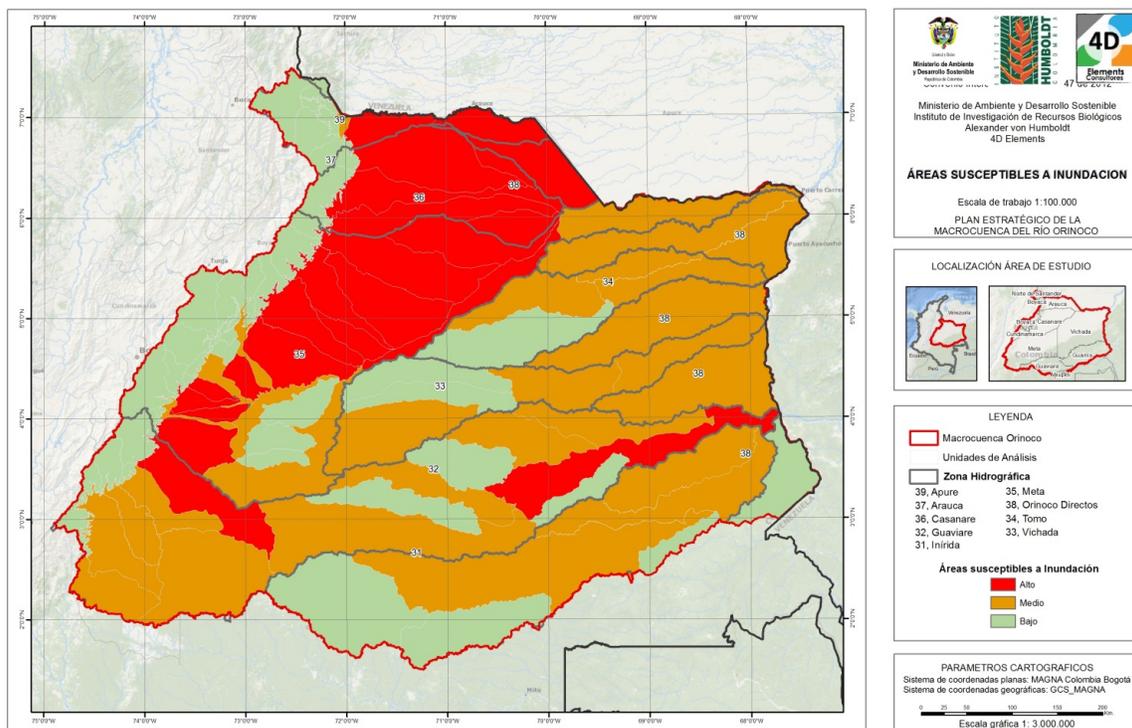
Definición: Áreas que por condiciones geomorfológicas y características intrínsecas del terreno que son propensas a la ocupación de aguas, ya sea por dinámica fluvial o saturación el suelo por efecto de lluvias.

Importancia: La importancia radica en que se va fijando la acción previendo la adopción de medidas encaminadas, no ya a paliar en la medida de lo posible los devastadores efectos de las inundaciones, sino a anticiparse prediciendo lo que puede llegar a ocurrir para lo que resulta capital una gestión eficaz de los riesgos de una posible inundación (Fortes, 2005).

Obtención de la Información: La capa de susceptibilidad a inundación fue obtenida del IDEAM.

Calculo del indicador: El porcentaje de inundación por unidad de análisis y se reclasifica en 3 categorías: alta, media y baja.

MAPA 27. SUSCEPTIBILIDAD A INUNDACIÓN POR UNIDADES DE ANÁLISIS.



Resultado: La tabla 54 y el mapa 27, muestran las áreas susceptibles por inundación después de su reclasificación. En ella podemos observar que para las unidades que se encuentran bajo de los mil metros de las subzonas del Apure, Arauca, Casanare y la margen derecha del río Meta tienen una susceptibilidad a la inundación alta. Otras unidades con susceptibilidad alta son el bajo Guaviare;

río Ariari (Guaviare); Río Cinaruco y directos río Orinoco (Orinoco Directo). En susceptibilidad media se encuentran la mayor parte de las unidades de análisis que se encuentran en la margen izquierda del río Meta, lo que corresponde a la altillanura así como las que están en las subzonas del Inírida y Guaviare. La susceptibilidad baja se encuentra en la subzonas que están arriba de los 1000 m.s.n.m. y río Siare; caño Minisiare, Alto río Uvá (Guaviare); río Inírida alto, río Papanaya, caño Nabuquén (Inírida); alto río Tomo (Tomo) y río Guarrojo, río Muco (Vichada).

TABLA 54. PONDERACIÓN POR SUSCEPTIBILIDAD DE INUNDACIÓN.

ZH	SZH COD	Unidad Análisis	Susceptibilidad Inundación	Amenaza Inundación
Apure	3901	Zona alta del Alto Río Apure	0.00	Bajo
Arauca	3701	Zona alta del Río Chítaga	0.00	Bajo
	3706	Directos Río Arauca	99.66	Alto
	370201	Zona alta del Río Margua	0.00	Bajo
	370202	Río Margua	1.23	Bajo
	370301	Zona alta del Río Cobugón - Río Cobaría	0.00	Bajo
	370302	Río Cobugón - Río Cobaría	0.00	Bajo
	370401	Zona alta del Río Bojabá	0.00	Bajo
	370402	Río Bojabá	28.45	Medio
	370501	Zona alta del Río Banadía y otros Directos al Río Arauca	0.00	Bajo
	370502	Río Banadía y otros Directos al Río Arauca	88.93	Alto
Casanare	3604	Caño Samuco	100.00	Alto
	3605	Caño Aguaclarita	100.00	Alto
	360101	Zona alta del Río Ariporo	0.00	Bajo
	360102	Río Ariporo	85.69	Alto
	360201	Zona alta del Río Casanare	0.00	Bajo
	360202	Río Casanare	83.18	Alto
	360301	Zona alta del Río Cravo Norte	0.09	Bajo
	360302	Río Cravo Norte	97.79	Alto
Guaviare	3203	Zona alta del Río Losada	17.39	Medio
	3204	Alto Guaviare	12.50	Medio
	3210	Medio Guaviare	27.26	Medio
	3212	Río Siare	6.16	Bajo
	3213	Río Iteviare	24.44	Medio
	3214	Bajo Guaviare	52.70	Alto
	3215	Caño Minisiare	6.51	Bajo
	3216	Alto Río Uvá	7.81	Bajo
	3217	Bajo Río Uvá	16.53	Medio
	3218	Caño Chupabe	23.81	Medio
	320101	Zona alta del Río Guayabero	0.00	Bajo
	320102	Río Guayabero	39.83	Medio
	320201	Zona alta del Río Guape	0.00	Bajo
	320202	Río Guape	20.01	Medio
	320601	Zona alta del Río Ariari	0.00	Bajo
	320602	Río Ariari	45.67	Alto
	320701	Zona alta del Río Guejar	0.74	Bajo
	320702	Río Guejar	31.87	Medio
Inírida	3101	Río Inírida Alto	3.47	Bajo
	3104	Río Inírida Medio	14.40	Medio
	3105	Río Papanaya	5.56	Bajo
	3107	Caño Nabuquén	2.42	Bajo
	3108	R. Inírida (mi), hasta bocas Caño Bocón, y R. Las Viñas	12.94	Medio

ZH	SZH COD	Unidad Análisis	Susceptibilidad Inundación	Amenaza Inundación
	3110	Caño Bocón	25.26	Medio
Meta	3510	Río Negro	52.52	Alto
	3511	Directos Río Metica (md)	29.34	Medio
	3512	Río Yucao	5.59	Bajo
	3513	Río Melúa	5.80	Bajo
	3514	Caño Cumaral	2.69	Bajo
	3515	Río Manacacías	22.61	Medio
	3520	Directos al Meta (mi)	100.00	Alto
	3522	Caño Guanápalo y otros directos al Meta	98.79	Alto
	3524	Directos al Río Meta (mi)	100.00	Alto
	3525	Directos Bajo Meta	28.13	Medio
	3526	Directos al Río Meta (md)	78.69	Alto
	3527	Directos al Río Meta	47.16	Alto
	350101	Zona alta del Río Metica (Guamal - Humadea)	0.00	Bajo
	350102	Río Metica (Guamal - Humadea)	77.98	Alto
	350201	Zona alta del Río Guayuriba	0.00	Bajo
	350202	Río Guayuriba	42.04	Medio
	350301	Zona alta del Río Guatiquía	0.00	Bajo
	350302	Río Guatiquía	68.71	Alto
	350401	Zona alta del Río Guacavía	0.00	Bajo
	350402	Río Guacavía	48.14	Alto
	350501	Zona alta del Río Humea	0.00	Bajo
	350502	Río Humea	21.91	Medio
	350601	Zona alta del Embalse del Guavio	0.00	Bajo
	350602	Embalse del Guavio	0.00	Bajo
	350701	Zona alta del Chivor	0.00	Bajo
	350702	Chivor	0.00	Bajo
	350801	Zona alta del Río Tunjita	0.00	Bajo
	350802	Río Tunjita	0.00	Bajo
	350901	Zona alta del Río Upía	0.00	Bajo
	350902	Río Upía	39.15	Medio
	351801	Zona alta del Río Túa	0.00	Bajo
	351802	Río Túa	87.74	Alto
	351901	Zona alta del Río Cusiana	0.00	Bajo
351902	Río Cusiana	70.65	Alto	
352101	Zona alta del Río Cravo Sur	0.00	Bajo	
352102	Río Cravo Sur	74.69	Alto	
352301	Zona alta del Río Pauto	0.00	Bajo	
352302	Río Pauto	91.78	Alto	
Orinoco Directos	3801	Río Vita	24.26	Medio
	3802	Río Tuparro	16.56	Medio
	3803	Caño Matavén	11.13	Medio
	3804	Directos Río Atabapo (mi)	3.42	Bajo
	3805	Directos Orinoco	27.22	Medio
	3809	Río Cinaruco y Directos Río Orinoco	99.25	Alto
Tomo	3401	Alto Río Tomo	5.76	Bajo
	3402	Río Elvita	27.34	Medio
	3403	Bajo Río Tomo	36.97	Medio
	3405	Caño Lioni o Terecay	25.29	Medio
Vichada	3301	Alto Vichada	12.34	Medio
	3302	Río Guarrojo	3.12	Bajo
	3303	Río Muco	0.18	Bajo

ZH	SZH COD	Unidad Análisis	Susceptibilidad Inundación	Amenaza Inundación
	3305	Directos Vichada Medio	12.31	Medio
	3306	Bajo Vichada	23.67	Medio
		Promedio	27.14	
		DS	33.38	
		Alto >	43.83	
		Bajo <	10.45	

2.5.4.2.2. Áreas susceptibles a incendios al 2009

Definición: La susceptibilidad de la vegetación frente a los incendios de la cobertura vegetal representa las características intrínsecas de la vegetación y los ecosistemas (carga de combustibles, disposición y grado de combustibilidad), que le brindan cierto grado de probabilidad tanto de sufrir daños, como de resistir y de recuperarse ante un incendio (Páramo, sin fecha).

Importancia: La importancia radica en que se va fijando la acción previendo la adopción de medidas encaminadas, no ya a paliar en la medida de lo posible los devastadores efectos de los incendios, sino a anticiparse prediciendo lo que puede llegar a ocurrir para lo que resulta capital una gestión eficaz de los riesgos de un posible incendio.

Obtención información: La información susceptibilidad a incendios proviene del Mapa del mismo nombre elaborado por el IDEAM (2008) a escala 1:500.000

Criterios de calificación: El mapa es categorizado por el IDEAM en 5 categorías el cual es asumido para este estudio correspondiendo a: Muy baja susceptibilidad a incendios 1; baja susceptibilidad a incendios 3; moderada susceptibilidad a incendios 5; alta susceptibilidad a incendios 7 y muy alta susceptibilidad a incendios 9.

Calculo del indicador: Se reclasifican en 3 categorías alto (muy alto y alto), medio (moderado), bajo (bajo y muy bajo). Luego se calcula el porcentaje de cada categoría por unidad de análisis y se agrupan por unidad de análisis en las mismas 3 categorías.

Resultados: el mapa 28 y la tabla 55, muestran los resultados obtenidos de la susceptibilidad a incendios después de la reclasificación. En términos generales se observa que la susceptibilidad es alta en las unidades que se ubican en zonas altitudinales menores a los 1000 msnm y en específico en la región que denominada “Llanos” que cubre las áreas de vegetación de sabanas de las zonas hidrográficas del Arauca, Casanare, Meta y Directos al Orinoco. En la zona alta únicamente la zona alta del río Chivor presenta una alta susceptibilidad. Como susceptibilidad a incendios media se encuentra la mayor parte de las unidades que se ubican en la que se encuentran en las zonas altas del Casanare y Arauca y las unidades de análisis de la zona alta del río Losada, río Guejar y río Iteviare (Guaviare) y los directos Vichada medio y bajo Vichada (Vichada). Se resalta que las zonas de baja susceptibilidad a incendios corresponden a aquellas subzonas hidrográficas que presentan baja cobertura vegetal natural, como son aquellas áreas de la subzona del Meta arriba de los 100

metros y las unidades de análisis de las zonas hidrográficas del Inírida y Guaviare que están cubiertas principalmente por la transición de bosques entre la sabanas de los “Llanos” y la Amazonia.

MAPA 28. SUSCEPTIBILIDAD A INCENDIOS POR UNIDADES DE ANÁLISIS

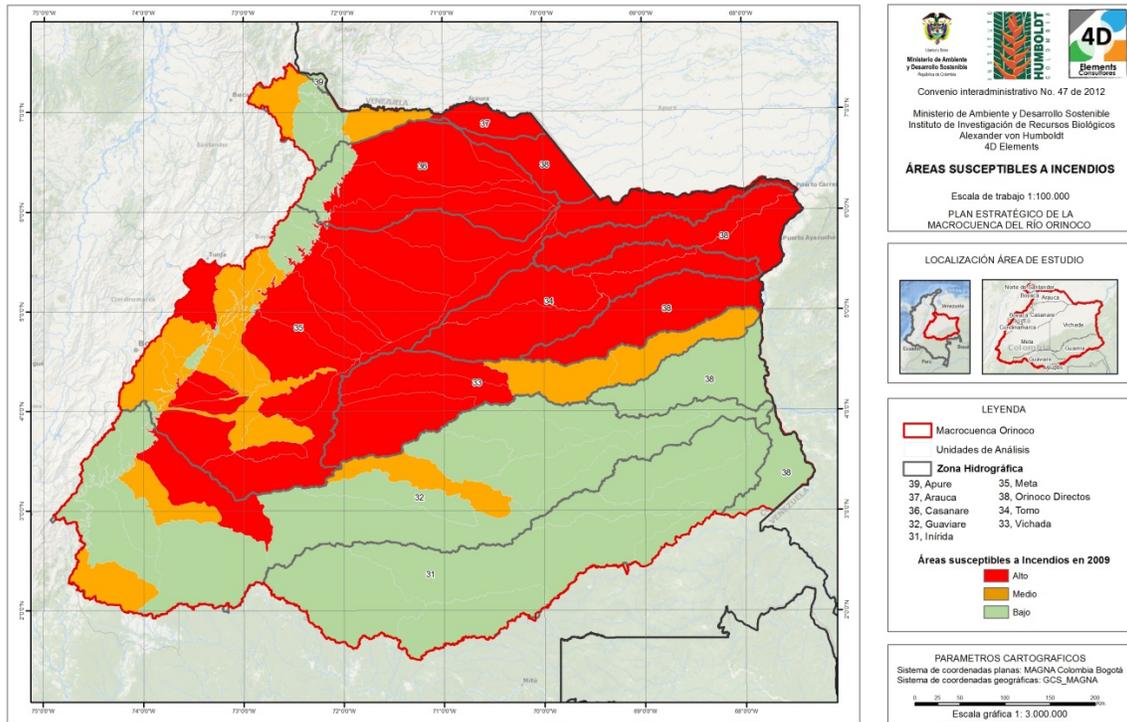


TABLA 55. PONDERACIÓN POR SUSCEPTIBILIDAD A INCENDIOS.

ZH	SZH COD	Unidad Análisis	Baja	Media	Alta	N/A	Pond*	Amenaza Incendios
Apure	3901	Zona alta del Alto Río Apure	78.45	5.81	0.08	15.66	90.31	Bajo
Arauca	3701	Zona alta del Río Chítaga	38.93	40.24	20.08	0.75	179.65	Medio
	3706	Directos Río Arauca	12.69	24.42	59.02	3.87	238.59	Alto
	370201	Zona alta del Río Margua	89.57	8.45	1.98	0.00	112.42	Bajo
	370202	Río Margua	97.05	1.39	0.23	1.32	100.53	Bajo
	370301	Zona alta del Río Cobugón - Río Cobaría	79.27	18.47	1.00	1.26	119.21	Bajo
	370302	Río Cobugón - Río Cobaría	97.75	1.54	0.72	0.00	102.97	Bajo
	370401	Zona alta del Río Bojabá	49.24	36.33	5.92	8.51	139.66	Bajo
	370402	Río Bojabá	90.80	4.12	0.00	5.08	99.04	Bajo
	370501	Zona alta del Río Banadía y otros Directos al Río Arauca	100.00	0.00	0.00	0.00	100.00	Bajo
370502	Río Banadía y otros Directos al Río Arauca	37.79	49.37	7.32	5.52	158.48	Medio	
Casanare	3604	Caño Samuco	6.94	17.91	75.15	0.00	268.21	Alto
	3605	Caño Aguaclarita	10.75	14.23	75.02	0.00	264.27	Alto
	360101	Zona alta del Río Ariporo	92.94	0.00	7.06	0.00	114.12	Bajo
	360102	Río Ariporo	24.14	18.00	57.86	0.00	233.72	Alto
	360201	Zona alta del Río Casanare	80.00	16.71	1.68	1.61	118.47	Bajo
	360202	Río Casanare	29.99	20.41	49.60	0.00	219.61	Alto
	360301	Zona alta del Río Cravo Norte	91.17	7.12	1.71	0.00	110.55	Bajo

ZH	SZH COD	Unidad Análisis	Baja	Media	Alta	N/A	Pond*	Amenaza Incendios
	360302	Río Cravo Norte	34.52	24.74	40.75	0.00	206.23	Alto
Guaviare	3203	Zona alta del Río Losada	78.08	0.80	20.72	0.40	141.84	Medio
	3204	Alto Guaviare	91.71	1.87	6.29	0.12	114.34	Bajo
	3210	Medio Guaviare	82.86	4.47	12.67	0.00	129.80	Bajo
	3212	Río Siare	91.46	3.85	4.70	0.00	113.24	Bajo
	3213	Río Iteviare	77.03	0.26	22.71	0.00	145.68	Medio
	3214	Bajo Guaviare	99.44	0.16	0.39	0.01	100.93	Bajo
	3215	Caño Minisiare	100.00	0.00	0.00	0.00	100.00	Bajo
	3216	Alto Río Uvá	92.80	0.14	7.06	0.00	114.26	Bajo
	3217	Bajo Río Uvá	88.12	0.48	11.40	0.00	123.28	Bajo
	3218	Caño Chupabe	98.17	0.00	1.83	0.00	103.65	Bajo
	320101	Zona alta del Río Guayabero	98.76	0.01	0.84	0.39	101.29	Bajo
	320102	Río Guayabero	99.05	0.07	0.87	0.00	101.82	Bajo
	320201	Zona alta del Río Guape	79.04	7.49	13.34	0.13	134.02	Bajo
	320202	Río Guape	96.86	0.16	2.98	0.00	106.12	Bajo
	320601	Zona alta del Río Ariari	75.87	9.37	14.69	0.06	138.69	Bajo
	320602	Río Ariari	28.26	15.07	56.68	0.00	228.42	Alto
320701	Zona alta del Río Guejar	96.93	0.10	2.97	0.00	106.05	Bajo	
320702	Río Guejar	48.75	2.65	48.60	0.00	199.85	Medio	
Inirida	3101	Río Inirida Alto	92.78	0.04	7.18	0.00	114.40	Bajo
	3104	Río Inirida Medio	99.72	0.00	0.05	0.24	99.86	Bajo
	3105	Río Papunaya	99.51	0.00	0.17	0.32	100.03	Bajo
	3107	Caño Nabuquén	99.99	0.00	0.00	0.01	99.99	Bajo
	3108	R. Inirida (mi), hasta bocas Caño Bocón, y R. Las Viñas	97.64	0.04	2.32	0.00	104.68	Bajo
	3110	Caño Bocón	99.70	0.00	0.30	0.00	100.59	Bajo
Meta	3510	Río Negro	8.28	19.83	71.89	0.00	263.61	Alto
	3511	Directos Río Metica (md)	66.46	20.01	13.52	0.00	147.06	Medio
	3512	Río Yucao	30.22	22.39	47.39	0.00	217.17	Alto
	3513	Río Melúa	50.37	5.93	43.70	0.00	193.33	Medio
	3514	Caño Cumaral	26.08	9.26	64.66	0.00	238.58	Alto
	3515	Río Manacacías	27.43	17.46	55.11	0.00	227.67	Alto
	3520	Directos al Meta (mi)	14.44	5.48	80.08	0.00	265.65	Alto
	3522	Caño Guanápalo y otros directos al Meta	15.11	17.44	67.45	0.00	252.34	Alto
	3524	Directos al Río Meta (mi)	15.32	15.56	69.12	0.00	253.80	Alto
	3525	Directos Bajo Meta	17.32	3.69	75.00	3.99	249.69	Alto
	3526	Directos al Río Meta (md)	24.36	14.86	60.79	0.00	236.43	Alto
	3527	Directos al Río Meta	62.59	9.48	27.93	0.00	165.34	Medio
	350101	Zona alta del Río Metica (Guamal - Humadea)	95.27	2.20	2.53	0.00	107.26	Bajo
	350102	Río Metica (Guamal - Humadea)	33.13	10.64	56.23	0.00	223.10	Alto
	350201	Zona alta del Río Guayuriba	48.39	22.53	28.81	0.27	179.88	Medio
	350202	Río Guayuriba	59.98	6.86	33.16	0.00	173.17	Medio
	350301	Zona alta del Río Guatiquía	66.84	19.89	13.27	0.00	146.42	Medio
	350302	Río Guatiquía	28.32	3.17	68.52	0.00	240.20	Alto
	350401	Zona alta del Río Guacavía	71.86	0.00	28.14	0.00	156.27	Medio
	350402	Río Guacavía	29.79	6.92	63.29	0.00	233.51	Alto
	350501	Zona alta del Río Humea	99.55	0.40	0.05	0.00	100.50	Bajo
	350502	Río Humea	51.34	6.90	41.76	0.00	190.42	Medio
	350601	Zona alta del Embalse del Guavio	56.18	28.64	15.18	0.00	159.00	Medio
	350602	Embalse del Guavio	78.78	0.32	20.90	0.00	142.11	Medio
	350701	Zona alta del Chivor	19.55	50.33	30.00	0.12	210.21	Alto
	350702	Chivor	90.45	1.18	8.37	0.00	117.92	Bajo

ZH	SZH COD	Unidad Análisis	Baja	Media	Alta	N/A	Pond*	Amenaza Incendios
	350801	Zona alta del Río Tunjita	46.59	12.83	40.58	0.00	193.99	Medio
	350802	Río Tunjita	72.42	1.48	26.10	0.00	153.68	Medio
	350901	Zona alta del Río Upía	60.04	21.22	18.71	0.03	158.60	Medio
	350902	Río Upía	68.73	3.03	28.24	0.00	159.50	Medio
	351801	Zona alta del Río Túa	87.64	0.30	12.06	0.00	124.42	Bajo
	351802	Río Túa	30.87	10.97	58.16	0.00	227.29	Alto
	351901	Zona alta del Río Cusiana	57.02	25.82	17.15	0.01	160.10	Medio
	351902	Río Cusiana	40.21	9.36	50.42	0.00	210.21	Alto
	352101	Zona alta del Río Cravo Sur	74.07	15.38	10.54	0.01	136.45	Bajo
	352102	Río Cravo Sur	25.67	10.23	64.10	0.00	238.44	Alto
	352301	Zona alta del Río Pauto	83.53	7.64	8.79	0.03	125.19	Bajo
	352302	Río Pauto	20.51	22.49	57.00	0.00	236.49	Alto
Orinoco Directos	3801	Río Vita	7.19	0.47	92.33	0.00	285.14	Alto
	3802	Río Tuparro	29.21	1.07	69.15	0.56	238.83	Alto
	3803	Caño Matavén	95.37	0.04	3.80	0.79	106.86	Bajo
	3804	Directos Río Atabapo (mi)	90.04	0.20	7.65	2.10	113.40	Bajo
	3805	Directos Orinoco	13.93	0.37	82.66	3.05	262.63	Alto
	3809	Río Cinaruco y Directos Río Orinoco	7.63	8.61	81.91	1.85	270.58	Alto
Tomo	3401	Alto Río Tomo	16.75	3.99	79.26	0.00	262.51	Alto
	3402	Río Elvita	5.03	1.30	93.67	0.00	288.65	Alto
	3403	Bajo Río Tomo	15.36	0.47	84.16	0.00	268.79	Alto
	3405	Caño Lioní o Terecay	3.42	0.44	96.14	0.00	292.72	Alto
Vichada	3301	Alto Vichada	18.25	1.75	80.00	0.00	261.76	Alto
	3302	Río Guarrojo	24.77	1.14	74.09	0.00	249.32	Alto
	3303	Río Muco	15.26	11.19	73.56	0.00	258.30	Alto
	3305	Directos Vichada Medio	73.83	0.28	25.88	0.00	152.05	Medio
	3306	Bajo Vichada	70.63	1.75	27.62	0.00	156.99	Medio
						Promedio	172.73	
						DS	62.21	
						Alto >	203.84	
						Bajo <	141.63	

2.5.4.2.3. Áreas susceptibles por desertificación

Definición: La Convención de las Naciones Unidas sobre la lucha contra la desertificación (UNCCD) define la degradación de tierras de las zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas como un proceso natural (variación climática) o una actividad humana que causan la incapacidad de la tierra para sostener adecuadamente las funciones económicas y/o las funciones ecológicas originales (ISO, 1996). Esta definición fue aprobada para Colombia en la Ley 461 de 1998.

Importancia: La erosión puede causar inundaciones desastrosas que amenazan la propiedad y la vida de los habitantes, determina largas sequías debido a la reducción de la capacidad del suelo de retener el agua, dando lugar, por último, a la aparición de desiertos, y hace que se sequen los manantiales y los cursos de creados por el hombre" (FAO, 1986).

Obtención información: La información sobre procesos de degradación o desertificación proviene del Mapa de degradación de suelos y tierras por desertificación producido por el IDEAM (2008).

Criterios de calificación: El mapa es categorizado por el IDEAM en 5 categorías el cual es asumido para este estudio correspondiendo a: No existe 0; baja, 1; moderada, 2; alta, 3.

Resultados: De acuerdo al IDEAM (2008), la susceptibilidad a la desertificación en la macrocuenca de la Orinoquia se presenta en su gran mayoría en la región que se denomina “Llanos” cuyas características son la presencia de vegetación herbácea de sabana. En este sentido se observa que la zona de la altillanura y las partes bajas de la subzona del Casanare y Arauca son las que presentan un alto grado de susceptibilidad a la erosión. Por su parte la unidad de análisis de directo río Arauca (Arauca); río Ariporo (Casanare); directos río Metica (md); directos al Meta (mi) y (md); río Yucao; río Túa; río Pauto (Meta); Alto río Tomo (Directos Orinoco), son los que presentan una susceptibilidad media. Finalmente las demás zonas incluidas la zona alta del Chivor y la zona alta del río Upía tienen una susceptibilidad a la erosión baja (Mapa 29, tabla 56).

MAPA 29. SUSCEPTIBILIDAD A DESERTIFICACIÓN POR UNIDADES DE ANÁLISIS.

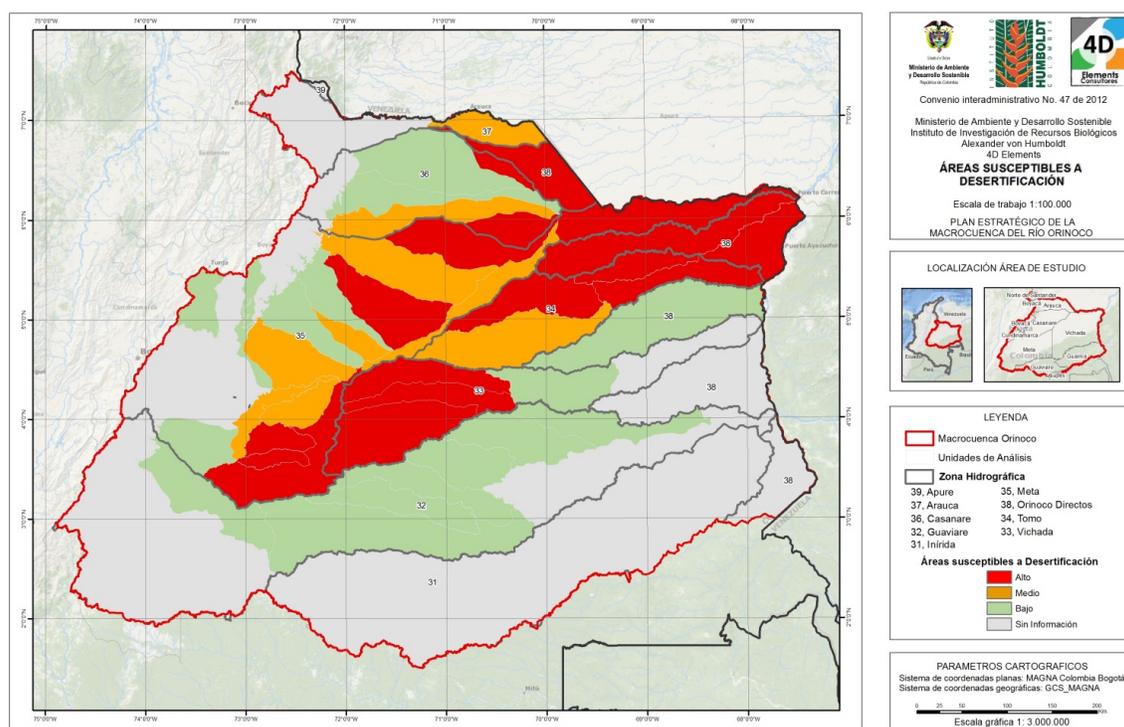


TABLA 56. PONDERACIÓN POR SUSCEPTIBILIDAD A DESERTIFICACIÓN.

ZH	SZH COD	Unidad Análisis	Alta	Media	Baja	**N/A	Pond*	Amenaza Desertif.
Apure	3901	Zona alta del Alto Río Apure	0.0	0.0	0.0	100.0		
Arauca	3701	Zona alta del Río Chítaga	0.0	0.0	0.0	100.0		
	3706	Directos Río Arauca	0.0	0.0	37.8	62.2	37.78	Media
	370201	Zona alta del Río Margua	0.0	0.0	0.0	100.0		
	370202	Río Margua	0.0	0.0	0.0	100.0		
	370301	Zona alta del Río Cobugón - Río Cobaría	0.0	0.0	0.0	100.0		
	370302	Río Cobugón - Río Cobaría	0.0	0.0	0.0	100.0		
	370401	Zona alta del Río Bojabá	0.0	0.0	0.0	100.0		

ZH	SZH COD	Unidad Análisis	Alta	Media	Baja	**N/A	Pond*	Amenaza Desertif.
	370402	Río Bojabá	0.0	0.0	0.0	100.0		
	370501	Zona alta del Río Banadía y otros Directos al Río Arauca	0.0	0.0	0.0	100.0		
	370502	Río Banadía y otros Directos al Río Arauca	0.0	0.0	0.0	100.0		
Casanare	3604	Caño Samuco	0.0	5.0	71.4	23.6	81.40	Alto
	3605	Caño Aguaclarita	0.0	17.4	48.5	34.1	83.22	Alto
	360101	Zona alta del Río Ariporo	0.0	0.0	0.0	100.0		
	360102	Río Ariporo	0.0	1.4	29.2	69.4	31.98	Media
	360201	Zona alta del Río Casanare	0.0	0.0	0.0	100.0		
	360202	Río Casanare	0.0	0.5	17.2	82.4	18.09	Bajo
	360301	Zona alta del Río Cravo Norte	0.0	0.0	0.0	100.0		
360302	Río Cravo Norte	0.0	0.2	13.7	86.2	13.99	Bajo	
Guaviare	3203	Zona alta del Río Losada	0.0	0.0	0.0	100.0		
	3204	Alto Guaviare	0.0	0.0	0.0	100.0		
	3210	Medio Guaviare	0.0	0.9	0.1	99.0	1.83	Bajo
	3212	Río Siare	0.0	0.2	0.1	99.7	0.48	Bajo
	3213	Río Iteviare	0.0	0.0	13.8	86.2	13.80	Bajo
	3214	Bajo Guaviare	0.0	0.0	0.0	100.0		
	3215	Caño Minisiare	0.0	0.0	0.0	100.0		
	3216	Alto Río Uvá	0.0	0.0	11.6	88.4	11.64	Bajo
	3217	Bajo Río Uvá	0.0	0.0	13.9	86.1	13.93	Bajo
	3218	Caño Chupabe	0.0	0.0	2.6	97.4	2.60	Bajo
	320101	Zona alta del Río Guayabero	0.0	0.0	0.0	100.0		
	320102	Río Guayabero	0.0	0.0	0.0	100.0		
	320201	Zona alta del Río Guape	0.0	0.0	0.0	100.0		
	320202	Río Guape	0.0	0.0	0.0	100.0		
	320601	Zona alta del Río Ariari	0.0	0.0	0.0	100.0		
	320602	Río Ariari	0.0	4.8	0.1	95.1	9.69	Bajo
	320701	Zona alta del Río Guejar	0.0	0.0	0.0	100.0		
320702	Río Guejar	0.0	0.0	0.0	100.0			
Inírida	3101	Río Inírida Alto	0.0	0.0	0.0	100.0		
	3104	Río Inírida Medio	0.0	0.0	0.0	100.0		
	3105	Río Papunaya	0.0	0.0	0.0	100.0		
	3107	Caño Nabuquén	0.0	0.0	0.0	100.0		
	3108	R. Inírida (mi), hasta bocas Caño Bocón, y R. Las Viñas	0.0	0.0	0.0	100.0		
	3110	Caño Bocón	0.0	0.0	0.0	100.0		
Meta	3510	Río Negro	0.0	0.0	0.0	100.0		
	3511	Directos Río Metica (md)	0.0	12.2	23.6	64.2	47.91	Media
	3512	Río Yucao	0.0	0.0	59.5	40.5	59.54	Media
	3513	Río Melúa	0.0	4.1	73.8	22.1	81.92	Alto
	3514	Caño Cumaral	0.0	0.7	74.7	24.7	76.00	Alto
	3515	Río Manacacías	0.0	39.3	38.5	22.2	117.06	Alto
	3520	Directos al Meta (mi)	0.0	3.7	38.3	58.1	45.63	Media
	3522	Caño Guanápalo y otros directos al Meta	0.0	19.5	33.4	47.1	72.35	Alto
	3524	Directos al Río Meta (mi)	0.0	14.6	37.6	47.8	66.84	Alto
	3525	Directos Bajo Meta	0.0	0.1	66.8	33.1	67.02	Alto
	3526	Directos al Río Meta (md)	0.0	7.2	41.2	51.6	55.56	Media
	3527	Directos al Río Meta	0.0	0.0	0.0	100.0		
	350101	Zona alta del Río Metica (Guamal - Humadea)	0.0	0.0	0.0	100.0		
	350102	Río Metica (Guamal - Humadea)	0.0	4.2	2.6	93.2	10.96	Bajo
	350201	Zona alta del Río Guayuriba	0.0	0.0	0.0	100.0		

ZH	SZH COD	Unidad Análisis	Alta	Media	Baja	**N/A	Pond*	Amenaza Desertif.
	350202	Río Guayuriba	0.0	0.0	0.0	100.0		
	350301	Zona alta del Río Guatiquía	0.0	0.0	0.0	100.0		
	350302	Río Guatiquía	0.0	0.0	0.0	100.0		
	350401	Zona alta del Río Guacavía	0.0	0.0	0.0	100.0		
	350402	Río Guacavía	0.0	0.0	0.0	100.0		
	350501	Zona alta del Río Humea	0.0	0.0	0.0	100.0		
	350502	Río Humea	0.0	0.0	0.0	100.0		
	350601	Zona alta del Embalse del Guavio	0.0	0.0	0.0	100.0		
	350602	Embalse del Guavio	0.0	0.0	0.0	100.0		
	350701	Zona alta del Chivor	0.0	1.2	5.3	93.5	7.75	Bajo
	350702	Chivor	0.0	0.0	0.0	100.0		
	350801	Zona alta del Río Tunjita	0.0	0.0	0.0	100.0		
	350802	Río Tunjita	0.0	0.0	0.0	100.0		
	350901	Zona alta del Río Upía	0.1	0.0	0.0	99.9	0.21	Bajo
	350902	Río Upía	0.0	1.9	0.5	97.5	4.40	Bajo
	351801	Zona alta del Río Túa	0.0	0.0	0.0	100.0		
	351802	Río Túa	0.0	0.8	30.1	69.2	31.57	Media
	351901	Zona alta del Río Cusiana	0.0	0.0	0.0	100.0		
	351902	Río Cusiana	0.0	0.0	16.3	83.7	16.32	Bajo
	352101	Zona alta del Río Cravo Sur	0.0	0.0	0.0	100.0		
	352102	Río Cravo Sur	0.0	0.3	6.8	92.9	7.43	Bajo
	352301	Zona alta del Río Pauto	0.0	0.0	0.0	100.0		
	352302	Río Pauto	0.0	16.2	20.7	63.1	53.12	Media
Orinoco Directos	3801	Río Vita	0.0	0.1	89.0	10.9	89.23	Alto
	3802	Río Tuparro	0.0	0.0	10.2	89.8	10.23	Bajo
	3803	Caño Matavén	0.0	0.0	0.0	100.0		
	3804	Directos Río Atabapo (mi)	0.0	0.0	0.0	100.0		
	3805	Directos Orinoco	0.0	0.0	87.7	12.3	87.65	Alto
	3809	Río Cinaruco y Directos Río Orinoco	0.0	0.0	70.4	29.6	70.38	Alto
Tomo	3401	Alto Río Tomo	0.0	0.0	47.2	52.8	47.17	Media
	3402	Río Elvita	0.0	3.0	83.7	13.3	89.73	Alto
	3403	Bajo Río Tomo	0.0	0.0	70.9	29.1	70.91	Alto
	3405	Caño Lioni o Terecay	0.0	0.0	86.8	13.2	86.76	Alto
Vichada	3301	Alto Vichada	0.0	0.0	80.3	19.7	80.28	Alto
	3302	Río Guarrojo	0.0	0.0	78.1	21.9	78.08	Alto
	3303	Río Muco	0.0	0.0	62.5	37.5	62.50	Alto
	3305	Directos Vichada Medio	0.0	0.0	8.7	91.3	8.73	Bajo
	3306	Bajo Vichada	0.0	0.0	0.0	100.0	N/A	
					Promedio	44.74		
					DS	33.41		
					Alto >	61.44		
					Bajo <	28.03		

*Ponderación =(alta*3)+(media*2)+(baja*1) **N/A: Sin Información

2.5.4.2.4. Áreas susceptibles por remoción en masa

Definición: Estos fenómenos hacen referencia a los movimientos de masa de suelo o rocas que se desplazan en dirección de la pendiente a consecuencias, en la mayoría de los casos, de un aumento en la presión de los poros en el talud, lo que debilita la resistencia del material del suelo.

Además, la ocurrencia de deslizamientos temporales está relacionada a períodos con alta acumulación de agua como consecuencia de períodos prolongados de lluvia o torrenciales aguaceros (Th. W. J Van Asch).

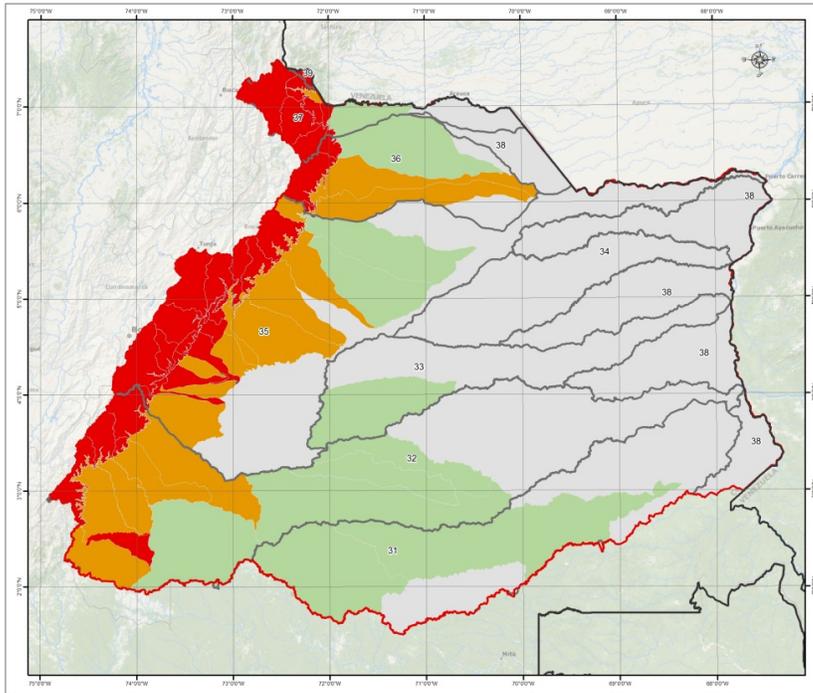
Importancia: La importancia de calcular este indicador radica en que permite relacionar los factores que favorecen la ocurrencia de deslizamientos como son las condiciones previas del material y el terreno, la resistencia del material a los movimientos, la fuerza de gravedad, la presión hidrostática, los terremotos y la intervención humana (Cordero, 2000). Esto se traduce en relacionar las condiciones climáticas como la precipitación, el tipo de cobertura, los suelos y la pendiente del terreno. De esta manera se va fijando la acción previendo la adopción de medidas encaminadas, no ya a paliar en la medida de lo posible los devastadores efectos de los deslizamientos, sino a anticiparse prediciendo lo que puede llegar a ocurrir para lo que resulta capital una gestión eficaz de los riesgos de una posible remoción en masa (Fortes, 2005).

Obtención de la Información: La cobertura de susceptibilidad de remoción en masa fue entregada por el IDEAM ya subdivido en 6 categorías (Muy Alta, Alta, Moderada, Baja, Muy Baja, No susceptible).

Criterios de calificación: Las divisiones realizadas por el IDEAM se agruparon en 4 categorías: Alta (alta y muy alta), Media (moderada), Baja (Baja y muy baja) y No susceptible.

Resultados: en el mapa 30 y la tabla 57, muestran los resultados ponderados del criterio de remoción en masa obtenidos después de la reclasificación del mapa del IDEAM. Se observa que está ligada principalmente a las zonas altas y de piedemonte de la cordillera oriental vertiente oriental. En este sentido encontramos que la mayor parte de las unidades de análisis que se ubican a nivel superior de los 1000 msnm tienen susceptibilidad a la remoción alta (excepto las unidades de río Margua (Arauca) y la zona alta del río Túa (Meta)).

MAPA 30. SUSCEPTIBILIDAD A REMOCIÓN EN MASA POR UNIDADES DE ANÁLISIS



Convenio interadministrativo No. 47 de 2012

 Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

 Instituto de Investigación de Recursos Biológicos

 Alexander von Humboldt

 4D Elements

SUSCEPTIBILIDAD POR REMOCIÓN EN MASA

 Escala de trabajo 1:100.000

 PLAN ESTRATÉGICO DE LA MACROCUENCA DEL RÍO ORINOCO

LOCALIZACIÓN ÁREA DE ESTUDIO

LEYENDA

Unidades de Análisis

 Zona Hidrográfica

 39, Apure 35, Meta

 37, Arauca 38, Orinoco Directos

 36, Casanare 34, Tomo

 32, Guaviare 33, Vichada

 31, Inírida

Áreas susceptibles a Remoción en Masa

 Alto

 Medio

 Bajo

 No susceptible

PARAMETROS CARTOGRAFICOS

 Sistema de coordenadas planas: MAGNA Colombia Bogotá

 Sistema de coordenadas geográficas: GCS_MAGNA

 Escala gráfica 1: 3.000.000

Para aquellas unidades de piedemonte por sus características topográficas se observa que la mayor parte de las mismas con riesgo medio; mientras que las zonas bajas presentan un riesgo bajo a la remoción en masa.

TABLA 57. PONDERACIÓN POR SUSCEPTIBILIDAD A REMOCIÓN EN MASA

ZH	SZH COD	Unidad Análisis	Alta	Media	Baja	**NS	Pond*	Amenaza Remoción
Apure	3901	Zona alta del Alto Río Apure	39.6	7.6	50.2	2.6	184.07	Alto
Arauca	3701	Zona alta del Río Chítaga	7.4	11.8	77.7	3.1	123.57	Alto
	3706	Directos Río Arauca	0.0	0.0	0.0	100.0	0.00	NS
	370201	Zona alta del Río Margua	6.7	31.3	60.4	1.7	143.01	Alto
	370202	Río Margua	7.5	13.8	36.0	42.7	86.02	Medio
	370301	Zona alta del Río Cobugón - Río Cobaría	7.0	21.0	49.3	22.6	112.53	Alto
	370302	Río Cobugón - Río Cobaría	18.9	3.8	38.6	38.7	103.08	Alto
	370401	Zona alta del Río Bojabá	10.4	27.8	28.9	32.9	115.60	Alto
	370402	Río Bojabá	5.6	17.6	51.3	25.5	103.29	Alto
	370501	Zona alta del Río Banadía y otros Directos al Río Arauca	32.0	12.9	49.4	5.8	170.99	Alto
	370502	Río Banadía y otros Directos al Río Arauca	2.0	2.1	14.3	81.6	24.59	Bajo
Casanare	3604	Caño Samuco	0.0	0.0	0.0	100.0	0.00	NS
	3605	Caño Aguaclarita	0.0	0.0	0.0	100.0	0.00	NS
	360101	Zona alta del Río Ariporo	8.9	10.7	68.8	11.7	116.83	Alto
	360102	Río Ariporo	11.6	0.9	8.2	79.4	44.67	Medio
	360201	Zona alta del Río Casanare	32.3	17.9	35.0	14.8	167.69	Alto
	360202	Río Casanare	13.5	5.1	6.5	74.9	57.14	Medio
	360301	Zona alta del Río Cravo Norte	14.4	17.6	58.2	9.8	136.61	Alto
	360302	Río Cravo Norte	2.7	1.3	1.0	95.0	11.76	Bajo
3203	Zona alta del Río Losada	8.1	1.4	3.9	86.6	30.93	Medio	

ZH	SZH COD	Unidad Análisis	Alta	Media	Baja	**NS	Pond*	Amenaza Remoción
	3204	Alto Guaviare	3.0	0.4	2.6	94.0	12.36	Bajo
	3210	Medio Guaviare	1.6	0.0	0.0	98.4	4.79	Bajo
	3212	Río Siare	0.0	0.0	0.1	99.9	0.17	Bajo
	3213	Río Iteviare	0.9	0.1	4.6	94.4	7.37	Bajo
	3214	Bajo Guaviare	0.0	0.0	0.0	100.0	0.00	NS
	3215	Caño Minisiare	0.0	0.0	0.0	100.0	0.00	NS
	3216	Alto Río Uvá	0.0	0.0	0.0	100.0	0.00	NS
	3217	Bajo Río Uvá	0.0	0.0	0.0	100.0	0.00	NS
	3218	Caño Chupabe	0.0	0.0	0.0	100.0	0.00	NS
	320101	Zona alta del Río Guayabero	25.6	18.6	6.0	49.9	119.80	Alto
	320102	Río Guayabero	11.7	2.3	10.9	75.1	50.69	Medio
	320201	Zona alta del Río Guape	40.3	17.6	29.3	12.8	185.41	Alto
	320202	Río Guape	15.2	2.3	3.8	78.8	53.80	Medio
	320601	Zona alta del Río Ariari	42.3	21.1	31.3	5.3	200.46	Alto
	320602	Río Ariari	7.7	6.0	7.2	79.1	42.35	Medio
	320701	Zona alta del Río Guejar	29.5	25.5	41.7	3.2	181.37	Alto
	320702	Río Guejar	15.6	2.2	15.1	67.1	66.32	Medio
Inírida	3101	Río Inírida Alto	0.0	0.0	0.0	100.0	0.01	Bajo
	3104	Río Inírida Medio	1.0	0.0	0.0	99.0	3.07	Bajo
	3105	Río Papunaya	0.0	0.0	0.0	100.0	0.00	NS
	3107	Caño Nabuquén	0.0	0.0	0.0	100.0	0.00	NS
	3108	R. Inírida (mi), hasta bocas Caño Bocón, y R. Las Viñas	0.0	0.0	0.0	100.0	0.00	NS
	3110	Caño Bocón	0.0	0.0	0.0	100.0	0.00	NS
Meta	3510	Río Negro	10.0	0.1	1.1	88.8	31.26	Medio
	3511	Directos Río Metica (md)	0.0	0.0	0.0	100.0	0.00	NS
	3512	Río Yucao	0.0	0.0	0.0	100.0	0.00	NS
	3513	Río Melúa	0.0	0.0	0.0	100.0	0.00	NS
	3514	Caño Cumaral	0.0	0.0	0.0	100.0	0.00	NS
	3515	Río Manacacías	0.0	0.0	0.0	100.0	0.00	NS
	3520	Directos al Meta (mi)	0.0	0.0	0.0	100.0	0.00	NS
	3522	Caño Guanápalo y otros directos al Meta	0.1	0.0	0.1	99.8	0.48	Bajo
	3524	Directos al Río Meta (mi)	0.0	0.0	0.0	100.0	0.00	NS
	3525	Directos Bajo Meta	0.0	0.0	0.0	100.0	0.00	NS
	3526	Directos al Río Meta (md)	0.0	0.0	0.0	100.0	0.00	NS
	3527	Directos al Río Meta	6.9	0.6	10.1	82.4	31.95	Medio
	350101	Zona alta del Río Metica (Guamal - Humadea)	53.4	5.0	40.7	0.8	211.05	Alto
	350102	Río Metica (Guamal - Humadea)	3.6	2.5	19.1	74.7	35.03	Medio
	350201	Zona alta del Río Guayuriba	32.1	38.7	20.1	9.1	193.78	Alto
	350202	Río Guayuriba	23.1	12.8	10.2	54.0	104.90	Alto
	350301	Zona alta del Río Guatiquía	29.6	27.0	23.4	20.0	166.30	Alto
	350302	Río Guatiquía	27.2	3.0	9.3	60.5	96.85	Alto
	350401	Zona alta del Río Guacavía	15.9	34.7	30.5	18.9	147.65	Alto
	350402	Río Guacavía	11.7	13.3	18.6	56.4	80.24	Medio
	350501	Zona alta del Río Humea	3.7	59.6	34.8	1.9	165.06	Alto
	350502	Río Humea	12.5	16.5	30.6	40.4	101.04	Alto
	350601	Zona alta del Embalse del Guavio	23.2	18.6	35.6	22.5	142.54	Alto
	350602	Embalse del Guavio	2.7	4.7	80.1	12.5	97.69	Alto
	350701	Zona alta del Chivor	16.3	9.8	65.0	8.8	133.61	Alto
	350702	Chivor	9.2	2.0	84.9	3.9	116.45	Alto
	350801	Zona alta del Río Tunjita	39.7	9.1	39.4	11.8	176.65	Alto
350802	Río Tunjita	8.9	4.6	77.2	9.3	113.11	Alto	

ZH	SZH COD	Unidad Análisis	Alta	Media	Baja	**NS	Pond*	Amenaza Remoción
	350901	Zona alta del Río Upía	28.1	6.7	48.9	16.3	146.55	Alto
	350902	Río Upía	7.9	1.4	14.4	76.2	40.98	Medio
	351801	Zona alta del Río Túa	6.6	21.8	14.7	56.9	78.08	Medio
	351802	Río Túa	6.9	1.1	2.8	89.2	25.78	Medio
	351901	Zona alta del Río Cusiana	23.0	26.2	41.3	9.5	162.60	Alto
	351902	Río Cusiana	20.7	1.6	12.9	64.8	78.08	Medio
	352101	Zona alta del Río Cravo Sur	35.7	20.4	25.4	18.5	173.27	Alto
	352102	Río Cravo Sur	11.8	3.8	1.9	82.4	45.16	Medio
	352301	Zona alta del Río Pauto	16.3	6.8	21.7	55.2	84.13	Medio
	352302	Río Pauto	2.6	0.5	4.2	92.7	12.92	Bajo
Orinoco Directos	3801	Río Vita	0.0	0.0	0.0	100.0	0.00	NS
	3802	Río Tuparro	0.0	0.0	0.0	100.0	0.00	NS
	3803	Caño Matavén	0.0	0.0	0.0	100.0	0.00	NS
	3804	Directos Río Atabapo (mi)	0.0	0.0	0.0	100.0	0.00	NS
	3805	Directos Orinoco	0.0	0.0	0.0	100.0	0.00	NS
	3809	Río Cinaruco y Directos Río Orinoco	0.0	0.0	0.0	100.0	0.00	NS
Tomo	3401	Alto Río Tomo	0.0	0.0	0.0	100.0	0.00	NS
	3402	Río Elvita	0.0	0.0	0.0	100.0	0.00	NS
	3403	Bajo Río Tomo	0.0	0.0	0.0	100.0	0.00	NS
	3405	Caño Lioni o Terecay	0.0	0.0	0.0	100.0	0.00	NS
Vichada	3301	Alto Vichada	0.0	0.0	0.0	99.9	0.15	Bajo
	3302	Río Guarrojo	0.0	0.0	0.0	100.0	0.00	NS
	3303	Río Muco	0.0	0.0	0.0	100.0	0.00	NS
	3305	Directos Vichada Medio	0.0	0.0	0.0	100.0	0.00	NS
	3306	Bajo Vichada	0.0	0.0	0.0	100.0	0.00	NS
			Promedio				58.89	
			DS				67.10	
			Alto >				92.44	
			Bajo <				25.34	

*Ponderación = (alta*3)+(media*2)+(baja*1) ** NS: No susceptible

2.5.5. Vulnerabilidad

2.5.5.1. Centros poblados

Definición: Se define como cabecera municipal a aquella población en la cual se ejerce la acción administrativa de un municipio y en la que se encuentra asentado el poder público municipal y tiene función de capital dentro de este territorio. Por otra parte otros centros poblados hacen referencia a aquellas poblaciones importantes dentro del municipio y que se constituyen cabeceras de veredas o inspecciones dentro de una región.

Importancia: La importancia de este criterio radica desde el punto de vista demográfico, económico y político, ya que al interior de estas áreas se concentra la infraestructura habitacional, económica y política de una región.

Obtención información La información de centros poblados proviene de la información base de IGAC (2012) y los mapas de susceptibilidad a inundaciones o remoción de masa de los mapas elaborados en el presente documento.

Criterios de calificación: Para obtener la información que permita calcular el índice de vulnerabilidad de los centros urbanos se sobrepone el mapa de los centros urbanos con las unidades de análisis. El resultado obtenido se cruza con los mapas de susceptibilidad a inundación y remoción de masa. De manera se crean dos mapas intermedios uno de riesgos de centros poblados por inundación (que incluye solamente los centros urbanos con riesgo de inundación) y otro para derrumbes (que incluye todos los centros urbanos con riesgo a derrumbe). Finalmente se calculan las estadísticas de área de centros urbanos bajo riesgo para cada unidad de análisis y se realiza el cálculo del índice de vulnerabilidad de centros urbanos de acuerdo a la siguiente formula:

$$CUV_{ij} = \left(2 * \sum_{j=1}^n \frac{cmv_{ij}}{A} \right) + \left(\sum_{j=1}^n \frac{ocuv_{ij}}{A} \right) * 100$$

Dónde:

CUV = Área total de centros urbanos vulnerables i por unidad de análisis j.

cmv_{ij} = área de cabeceras municipales vulnerables i por unidad de análisis j

ocuv_{ij} = área de otros centros urbanos vulnerables i por unidad de análisis j

A_j = Superficie total de la unidad de análisis j

Dada la magnitud del impacto que puede tener estos diferentes centros urbanos, a las cabeceras municipales se les da un doble peso. Una vez calculado estos dos porcentajes modificados son sumados y el resultado es multiplicado por 100. La unidad de medida de este indicador es en porcentaje el cual oscila entre 0 a 100. Para su normalización se extrae el valor máximo del porcentaje de cobertura que se presenta en todas las unidades de análisis. El valor de porcentaje encontrado por unidad de análisis se divide por este valor máximo y se obtiene un índice cuyo rango va de 0 a 1. Cuando el valor tiende hacia 0 indica que el área en centros urbanos con riesgo es baja y cuando esta tiende a 1 indica que el área de centros urbanos con riesgo es alta.

Resultados: Como resultado de los análisis de vulnerabilidad de los centros poblados encontramos que la mayor parte de los mismos se ubican en la zona alta y de piedemonte de la Macrocuenca del Orinoco. Las zonas bajas presentan muy baja densidad o ausencia de grandes centros poblados (mapa 31). En este sentido observamos que las unidades de análisis con alta vulnerabilidad en sus centros poblados son la subzona del Zona alta y baja del Río Tunjita, Río Guayuriba, Zona altas de los Ríos Guatiquía, Cusiana y Cravo sur (tabla 58).

MAPA 31. VULNERABILIDAD DE LOS CENTROS POBLADOS POR UNIDADES DE ANÁLISIS.

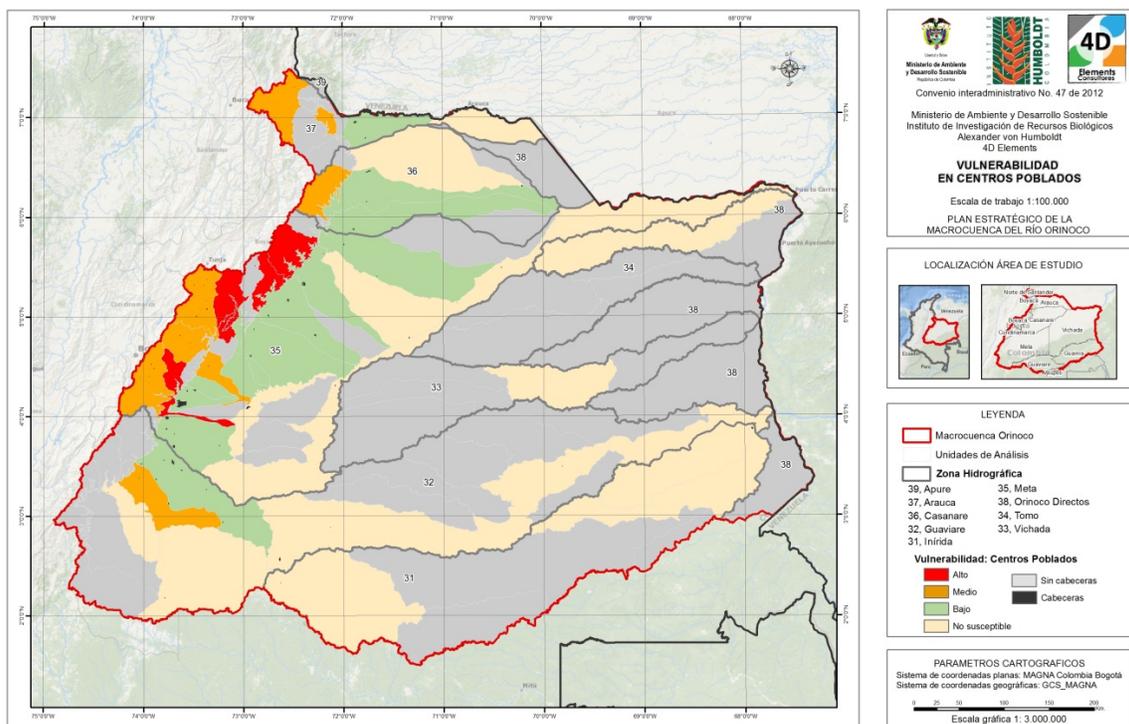


TABLA 58. PONDERACIÓN CON VULNERABILIDAD DE LOS CENTROS POBLADOS POR UNIDAD DE ANÁLISIS.

ZH	SZH COD	Unidad Análisis	Pond	Vulnerabilidad de Centros Poblados
Apure	3901	Zona alta del Alto Río Apure		
Arauca	3701	Zona alta del Río Chítaga	11.40	Medio
	3706	Directos Río Arauca	0.00	No Susceptible
	370201	Zona alta del Río Margua		
	370202	Río Margua		
	370301	Zona alta del Río Cobugón - Río Cobaría		
	370302	Río Cobugón - Río Cobaría	7.40	Medio
	370401	Zona alta del Río Bojabá		
	370402	Río Bojabá		
	370501	Zona alta del Río Banadía y otros Directos al Río Arauca		
	370502	Río Banadía y otros Directos al Río Arauca	0.02	Bajo
Casanare	3604	Caño Samuco		
	3605	Caño Aguaclarita		
	360101	Zona alta del Río Ariporo		
	360102	Río Ariporo		
	360201	Zona alta del Río Casanare		
	360202	Río Casanare		
	360301	Zona alta del Río Cravo Norte		
360302	Río Cravo Norte			
V i	3203	Zona alta del Río Losada		

ZH	SZH COD	Unidad Análisis	Pond	Vulnerabilidad de Centros Poblados
	3204	Alto Guaviare	0.00	No Susceptible
	3210	Medio Guaviare	0.00	No Susceptible
	3212	Río Siare		
	3213	Río Iteviare		
	3214	Bajo Guaviare	0.00	No Susceptible
	3215	Caño Minisiare		
	3216	Alto Río Uvá		
	3217	Bajo Río Uvá		
	3218	Caño Chupabe		
	320101	Zona alta del Río Guayabero		
	320102	Río Guayabero		
	320201	Zona alta del Río Guape		
	320202	Río Guape	0.00	No Susceptible
	320601	Zona alta del Río Ariari		
	320602	Río Ariari	0.62	Bajo
	320701	Zona alta del Río Guejar		
320702	Río Guejar	4.24	Medio	
Inirida	3101	Río Inirida Alto	0.00	No Susceptible
	3104	Río Inirida Medio		
	3105	Río Papunaya		
	3107	Caño Nabuquén		
	3108	R. Inirida (mi), hasta bocas Caño Bocón, y R. Las Viñas	0.00	No Susceptible
	3110	Caño Bocón	0.00	No Susceptible
Meta	3510	Río Negro		
	3511	Directos Río Metica (md)	0.00	No Susceptible
	3512	Río Yucao		
	3513	Río Melúa		
	3514	Caño Cumaral		
	3515	Río Manacacías	0.00	No Susceptible
	3520	Directos al Meta (mi)		
	3522	Caño Guanápalo y otros directos al Meta	0.00	No Susceptible
	3524	Directos al Río Meta (mi)		
	3525	Directos Bajo Meta	0.00	No Susceptible
	3526	Directos al Río Meta (md)	0.00	No Susceptible
	3527	Directos al Río Meta	0.00	No Susceptible
	350101	Zona alta del Río Metica (Guamal - Humadea)		
	350102	Río Metica (Guamal - Humadea)	1.16	Bajo
	350201	Zona alta del Río Guayuriba	8.44	Medio
	350202	Río Guayuriba	23.16	Alto
	350301	Zona alta del Río Guatiquía	28.07	Alto
	350302	Río Guatiquía	0.13	Bajo
	350401	Zona alta del Río Guacavía		
	350402	Río Guacavía	0.25	Bajo
	350501	Zona alta del Río Humea		
	350502	Río Humea	4.16	Medio
	350601	Zona alta del Embalse del Guavio	6.36	Medio
	350602	Embalse del Guavio		
	350701	Zona alta del Chivor	8.60	Medio
350702	Chivor	6.11	Medio	
350801	Zona alta del Río Tunjita	17.02	Alto	
350802	Río Tunjita	19.62	Alto	
350901	Zona alta del Río Upía			

ZH	SZH COD	Unidad Análisis	Pond	Vulnerabilidad de Centros Poblados
	350902	Río Upía	2.00	Bajo
	351801	Zona alta del Río Túa		
	351802	Río Túa	0.55	Bajo
	351901	Zona alta del Río Cusiana	47.81	Alto
	351902	Río Cusiana	0.40	Bajo
	352101	Zona alta del Río Cravo Sur	26.69	Alto
	352102	Río Cravo Sur	0.46	Bajo
	352301	Zona alta del Río Pauto		
	352302	Río Pauto	1.81	Bajo
Orinoco Directos	3801	Río Vita	0.00	No Susceptible
	3802	Río Tuparro		
	3803	Caño Matavén		
	3804	Directos Río Atabapo (mi)		
	3805	Directos Orinoco		
	3809	Río Cinaruco y Directos Río Orinoco		
Tomo	3401	Alto Río Tomo		
	3402	Río Elvita		
	3403	Bajo Río Tomo		
	3405	Caño Lioni o Terecay		
Vichada	3301	Alto Vichada		
	3302	Río Guarrojo		
	3303	Río Muco		
	3305	Directos Vichada Medio		
	3306	Bajo Vichada		
			Promedio	8.13
			DS	9.95
			Alto >	13.11
			Bajo <	3.16

Adicionalmente, se hizo una revisión de la vulnerabilidad por extensión para cada uno de los centros poblados por Unidad de análisis en los que encontramos que Villavicencio tiene la vulnerabilidad más alta (tabla 59).

TABLA 59. PONDERACIÓN CON VULNERABILIDAD DE LOS CENTROS POBLADOS.

ZH	SZH COD	Nombre Cabecera	Vul. CP
Arauca	3701	Cacota, Chitaga, Labateca, Silos, Toledo	Medio
	370302	Cubará	Medio
		Saravena	Bajo
Casanare	360102	Paz de Ariporo	Medio
	360201	Sácama, Hato Corozal, Tame	Medio
Guaviare	320602	El Castillo, El Dorado, Granada, Lejanías, San Juan de Arama	Medio
	320702	Mesetas	Medio
Meta	3527	Barranca de Upía	Bajo
	350102	Castilla La Nueva	Medio
	350201	Cáqueza	Bajo
	350202	Guayabetal	Medio
	350301	San Juanito	Medio
	350302	Cumaral	Bajo
	350502	Medina	Medio
350601	Gachalá	Medio	

ZH	SZH COD	Nombre Cabecera	Vul. CP
	350701	Boyaca	Medio
	350702	Santa Maria	Medio
	350801	Miraflores	Medio
	350802	Campohermoso	Medio
	351802	Monterrey	Medio
	351901	Chameza	Medio
	351902	Chameza	Bajo
	352101	Labranzagrande	Medio
	352102	Nunchía	Bajo
	352302	Pore	Bajo
		Villavicencio	Alto
		Fómeque, Ubalá, Garagoa, Nuevo Colón, Sabanalarga, Yopal	Bajo
		Guamal, San Luis de Cubarral, San Martin, Chipaque, Choachí, Fosca, Gutiérrez, Quetame, Ubaque, Une, Gachetá, Junín, Chinavita, Chivor, Ciénega, Guateque, Guayatá, Jenesano, La Capilla, Macanal, Machetá, Manta, Pachavita, Ramiriquí, Somondoco, Sutatenza, Tenza, Tibaná, Tibirita, Turmequé, Úmbita, Ventaquemada, Viracachá, Páez, Rondon, San Eduardo, Zetaquirá, San Luis de Gaceno, Pajarito, Tauramena, Pisba, Támara	Medio

2.5.5.2. Infraestructura vial

Definición: La red vial hace referencia al sistema de redes viales que comunican una población a otra y la cual está constituido por la red primaria (grandes troncales a cargo de la Nación); red secundaria (a cargo de departamentos y municipios) y red terciaria (constituida por carreteras terciarias o caminos vecinales, que son aquellos de penetración que comunican una cabecera municipal o población con una o varias veredas, o aquella que une varias veredas entre sí).

Importancia: La importancia de este criterio radica desde el punto de vista económico y social y cultural, ya que la red vial permite el intercambio de población, mercancía y al alrededor de estas áreas se distribuye una infraestructura estructural y poblacional de una región.

Obtención información: La información de clases de vías proviene de la información base de IGAC (2012) y los mapas de susceptibilidad a inundaciones o remoción de masa de los mapas elaborados en el presente documento.

Criterios de calificación: Para obtener la información que permita calcular la vulnerabilidad de la red vial se realiza un buffer de las vías usando 60m para las primarias, 45m para las secundarias y 30m para las vías de tercer grado y se superpone con las unidades de análisis. Posteriormente este mapa se superpone con los mapas de susceptibilidad a inundación y remoción de masa. De manera se crean dos mapas intermedios; uno para riesgo vial por inundación y otro de riesgo vial por deslizamientos. Estos dos mapas se unen y se les calcula la proporción del área de afectación en cada clase vial dentro de cada unidad de análisis que está bajo algún riesgo. Finalmente se realiza el cálculo del índice de vulnerabilidad de inundación y remoción con la siguiente formula:

$$DVV_{ij} = \left(3 * \sum_{j=1}^n \frac{cpv_{ij}}{A} \right) + \left(2 * \sum_{j=1}^n \frac{csv_{ij}}{A} \right) + \left(\sum_{j=1}^n \frac{ctv_{ij}}{A} \right) * 100$$

Dónde:

DVV = Densidad vial vulnerable *i* por unidad de análisis *j*.

cpv_{ij} = Densidad vial primaria vulnerable *i* por unidad de análisis *j*

csv_{ij} = Densidad vial secundaria vulnerable *i* por unidad de análisis *j*

ctv_{ij} = Densidad vial terciaria vulnerable *i* por unidad de análisis *j*

A_j = Superficie de la unidad de análisis *j*

De acuerdo al tipo de carretera se hace la asunción de dar más peso a las carreteras primarias. Por ende a la red vial primaria se le da un peso de 3; a las secundarias de 2 y a las terciarias no se les da ningún peso. Estos porcentajes modificados son sumados y el resultado multiplicado por 100. La unidad de medida de este indicador es en porcentaje el cual oscila entre 0 a 100. Para su normalización se extrae el valor máximo del porcentaje de cobertura que se presenta en todas las unidades de análisis. El valor de porcentaje encontrado por unidad de análisis se divide por este valor máximo y se obtiene un índice cuyo rango va de 0 a 1. Cuando el valor tiende hacia 0 indica que la densidad vial con riesgo es baja y cuando esta tiende a 1 indica que la densidad vial con riesgo es alta.

Resultados: el mapa 32 y tabla 60, muestran los resultados obtenidos del análisis de vulnerabilidad vial para la macrocuenca del Orinoco. En términos generales se puede definir que las zonas altas y de piedemonte; junto con las áreas de sabanas inundables del Arauca y Casanare son las que tienen vulnerabilidades altas y medias. Se resalta las unidades de análisis de zona alta del río Chítaga; directos río Arauca; río Bojabá y río Banadía y otros directos al río Arauca (Arauca); río Casanare (Casanare); río Ariari (Guaviare); río Negro; río Metica; zona alta del río Guayuriba; río Guayuriba; río Guatiquía; río Guacavía; río Humea; zona alta del embalse del Guavio, zona alta del Chivor, Chivor, río Tunjita; río Cusiana y río Cravo Sur (Meta), como las unidades de alta vulnerabilidad vial.

Por su parte en vulnerabilidad media se encuentran las unidades de análisis de zona alta del río Margua y río Cobugón – río Cobaría (Arauca); caño Samuco, río Ariporo, zona alta del río Casanare y río Cravo Norte (Casanare); río Guejar (Guaviare); Directos río Metica (md); directos al Meta (mi); caño Guanápalo y otros directos al Meta; Directos al río Meta (mi); directos al río Meta; zona alta del río Guatiquía; Embalse del Guavio; zona alta del río Tunjita; zona alta del río Upía, río Upía, río Túa, zona alta del río Cusiana, zona alta del río Pauta y río Pauto (Meta) como las de media susceptibilidad. Las zonas bajas en especial de las zonas hidrográficas del río Inírida y directos Orinoco y gran parte del Guaviare no presentan o su densidad es muy baja en términos viales.

MAPA 32. VULNERABILIDAD DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL POR UNIDADES DE ANÁLISIS

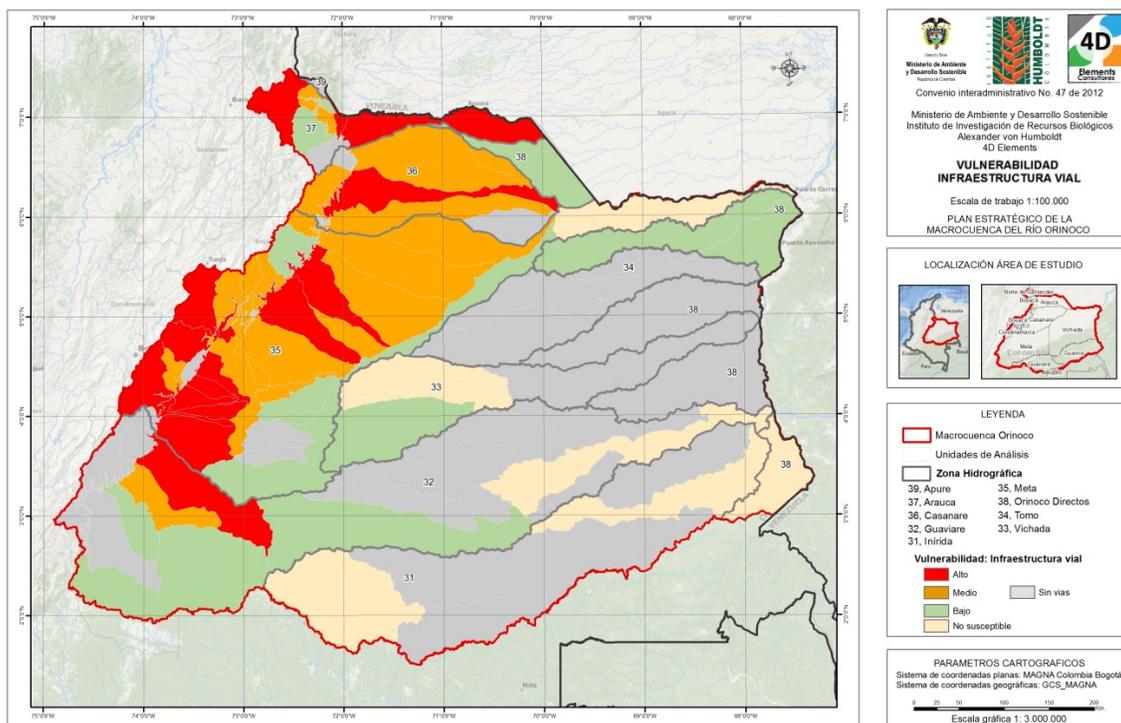


TABLA 60. PONDERACIÓN CON VULNERABILIDAD DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL.

ZH	SZH COD	Unidad Análisis	Pond*	Vul. Infraestructura
Apure	3901	Zona alta del Alto Río Apure	0.00	Sin Vías
Arauca	3701	Zona alta del Río Chítaga	1.28	Alto
	3706	Directos Río Arauca	0.72	Alto
	370201	Zona alta del Río Margua	0.29	Medio
	370202	Río Margua	0.02	Bajo
	370301	Zona alta del Río Cobugón - Río Cobaría	0.01	Bajo
	370302	Río Cobugón - Río Cobaría	0.26	Medio
	370401	Zona alta del Río Bojabá	0.00	Sin Vías
	370402	Río Bojabá	1.82	Alto
	370501	Zona alta del Río Banadía y otros Directos al Río Arauca	0.00	Sin Vías
	370502	Río Banadía y otros Directos al Río Arauca	1.45	Alto
Casanare	3604	Caño Samuco	0.20	Medio
	3605	Caño Aguaclarita	0.00	Sin Vías
	360101	Zona alta del Río Ariporo	0.00	Sin Vías
	360102	Río Ariporo	0.57	Medio
	360201	Zona alta del Río Casanare	0.12	Medio
	360202	Río Casanare	0.86	Alto

ZH	SZH COD	Unidad Análisis	Pond*	Vul. Infraestructura
	360301	Zona alta del Río Cravo Norte	0.00	Sin Vías
	360302	Río Cravo Norte	0.56	Medio
Guaviare	3203	Zona alta del Río Losada	0.01	Bajo
	3204	Alto Guaviare	0.00	Bajo
	3210	Medio Guaviare	0.03	Bajo
	3212	Río Siare	0.00	Sin Vías
	3213	Río Iteviare	0.00	Sin Vías
	3214	Bajo Guaviare	0.00	No susceptible
	3215	Caño Minisiare	0.00	Sin Vías
	3216	Alto Río Uvá	0.00	Sin Vías
	3217	Bajo Río Uvá	0.00	Sin Vías
	3218	Caño Chupabe	0.00	Sin Vías
	320101	Zona alta del Río Guayabero	0.00	Sin Vías
	320102	Río Guayabero	0.00	Sin Vías
	320201	Zona alta del Río Guape	0.00	Sin Vías
	320202	Río Guape	0.01	Bajo
	320601	Zona alta del Río Ariari	0.00	Sin Vías
	320602	Río Ariari	0.79	Alto
320701	Zona alta del Río Guejar	0.00	Sin Vías	
320702	Río Guejar	0.30	Medio	
Inírida	3101	Río Inírida Alto	0.00	No susceptible
	3104	Río Inírida Medio	0.00	Sin Vías
	3105	Río Papunaya	0.00	Sin Vías
	3107	Caño Nabuquén	0.00	Sin Vías
	3108	R. Inírida (mi), hasta bocas Caño Bocón, y R. Las Viñas	0.00	No susceptible
	3110	Caño Bocón	0.00	Sin Vías
Meta	3510	Río Negro	1.31	Alto
	3511	Directos Río Metica (md)	0.16	Medio
	3512	Río Yucao	0.01	Bajo
	3513	Río Melúa	0.00	Sin Vías
	3514	Caño Cumaral	0.00	Sin Vías
	3515	Río Manacacías	0.02	Bajo
	3520	Directos al Meta (mi)	0.14	Medio
	3522	Caño Guanápalo y otros directos al Meta	0.33	Medio
	3524	Directos al Río Meta (mi)	0.09	Medio
	3525	Directos Bajo Meta	0.00	No susceptible
	3526	Directos al Río Meta (md)	0.00	Bajo
	3527	Directos al Río Meta	0.32	Medio
	350101	Zona alta del Río Metica (Guamal - Humadea)	0.00	Sin Vías
	350102	Río Metica (Guamal - Humadea)	1.68	Alto
	350201	Zona alta del Río Guayuriba	1.08	Alto
	350202	Río Guayuriba	1.56	Alto
	350301	Zona alta del Río Guatiquía	0.40	Medio
	350302	Río Guatiquía	3.50	Alto
	350401	Zona alta del Río Guacavía	0.00	Sin Vías
	350402	Río Guacavía	0.82	Alto
	350501	Zona alta del Río Humea	0.00	Sin Vías
	350502	Río Humea	1.18	Alto
	350601	Zona alta del Embalse del Guavio	0.77	Alto
	350602	Embalse del Guavio	0.65	Medio
	350701	Zona alta del Chivor	1.87	Alto
	350702	Chivor	2.50	Alto

ZH	SZH COD	Unidad Análisis	Pond*	Vul. Infraestructura
	350801	Zona alta del Río Tunjita	0.63	Medio
	350802	Río Tunjita	1.46	Alto
	350901	Zona alta del Río Upía	0.22	Medio
	350902	Río Upía	0.32	Medio
	351801	Zona alta del Río Túa	0.00	Sin Vías
	351802	Río Túa	0.29	Medio
	351901	Zona alta del Río Cusiana	0.64	Medio
	351902	Río Cusiana	1.18	Alto
	352101	Zona alta del Río Cravo Sur	0.03	Bajo
	352102	Río Cravo Sur	0.66	Alto
	352301	Zona alta del Río Pauto	0.08	Medio
	352302	Río Pauto	0.38	Medio
Orinoco Directos	3801	Río Vita	0.00	Bajo
	3802	Río Tuparro	0.00	Sin Vías
	3803	Caño Matavén	0.00	Sin Vías
	3804	Directos Río Atabapo (mi)	0.00	No susceptible
	3805	Directos Orinoco	0.01	Bajo
	3809	Río Cinaruco y Directos Río Orinoco	0.00	Sin Vías
Tomo	3401	Alto Río Tomo	0.00	Sin Vías
	3402	Río Elvita	0.00	Sin Vías
	3403	Bajo Río Tomo	0.00	Sin Vías
	3405	Caño Lioni o Terecay	0.02	Bajo
Vichada	3301	Alto Vichada	0.00	No susceptible
	3302	Río Guarrojo	0.00	No susceptible
	3303	Río Muco	0.00	Sin Vías
	3305	Directos Vichada Medio	0.00	Sin Vías
	3306	Bajo Vichada	0.00	Sin Vías
		Promedio	0.35	
		DS	0.62	
		Alto >	0.66	
		Bajo <	0.04	

2.5.5.3. Redes eléctricas

Definición: Las redes eléctricas hacen referencia al sistema de interconexión eléctrica es la forma de transporte de energía eléctrica que permite que las poblaciones tengan acceso a energía.

Importancia: Las redes eléctricas establecen el enlace entre los centros de generación y los centros de consumo de energía en cualquier sistema eléctrico, contribuyendo así en un normal funcionamiento y crecimiento de la economía de un país y sus hábitos diarios de vida. El conocer el sistema eléctrico, sus componentes y entender el comportamiento ante ciertos fenómenos de amenaza permite realizar planeación de trabajos de mantenimiento y expansión de los mismos.

Obtención de información: Estas áreas son definidas en el mapa tendidos eléctricos de Colombia a escala 1:100.000 elaborado por la Unidad Minero Energética (UPME, 2012). La importancia de este

criterio radica desde el punto de vista económico, social y cultural, ya que la red permite el acceso a las comunicaciones, preparación de alimentos, laboral y recreación entre otros.

Criterios de calificación: Para obtener la información que permita calcular la índice de vulnerabilidad de las redes eléctricas se superpone el mapa de la red eléctrica con las unidades de análisis y se realiza un buffer según los kV de cada red (115kv 10,668m; 230kv 15,240m). Posteriormente a este mapa se le superpone los mapas de susceptibilidad a inundación y remoción de masa. De manera que se crean el mapa de redes eléctricas con riesgo de inundación y redes eléctricas con riesgo a derrumbes. Estos dos mapas se unen y se les calcula la longitud de clase vial dentro de cada unidad de análisis que está bajo algún riesgo. Finalmente se realiza el cálculo del índice de vulnerabilidad de inundación el cual se realiza bajo la siguiente formula:

$$DREV_{ij} = \left(\sum_{j=1}^n \frac{rev_{ij}}{A} \right) * 100$$

Dónde:

DREV = Densidad redes eléctricas vulnerable i por unidad de análisis j.

revij = Densidad redes eléctricas vulnerable i por unidad de análisis j

Aj = Superficie de la unidad de análisis j

La unidad de medida de este indicador es en porcentaje el cual oscila entre 0 a 100. Para su normalización se extrae el valor máximo del porcentaje de cobertura que se presenta en todas las unidades de análisis. El valor de porcentaje encontrado por unidad de análisis se divide por este valor máximo y se obtiene un índice cuyo rango va de 0 a 1. Cuando el valor tiende hacia 0 indica que la densidad de redes eléctricas con riesgo es baja y cuando esta tiende a 1 indica que la densidad de redes eléctricas con riesgo es alta.

Resultados: el mapa 33 y la tabla 61, muestran los resultados obtenidos del análisis de redes eléctricas. En el mismo se muestra que solamente las zonas hidrográficas de Arauca y Meta cuentan con redes eléctricas en sus partes altas. El resto de la macrocuenca no cuenta con redes eléctricas. De esta manera se encuentra una alta susceptibilidad en la zona del alto río Guacavía y Chivor en la subzona hidrográfica del Meta y una susceptibilidad media en la zona alta del Mergua; río Cubigon – Cobaría (Arauca); zona alta del río Guayuriba, río Guayuriba; río Guatiquía; zona alta del Embalse del Guavio, zona alta del Chivor; río Tunjita en la subzona del Meta.

MAPA 33. VULNERABILIDAD DE LAS REDES ELÉCTRICAS POR UNIDADES DE ANÁLISIS.

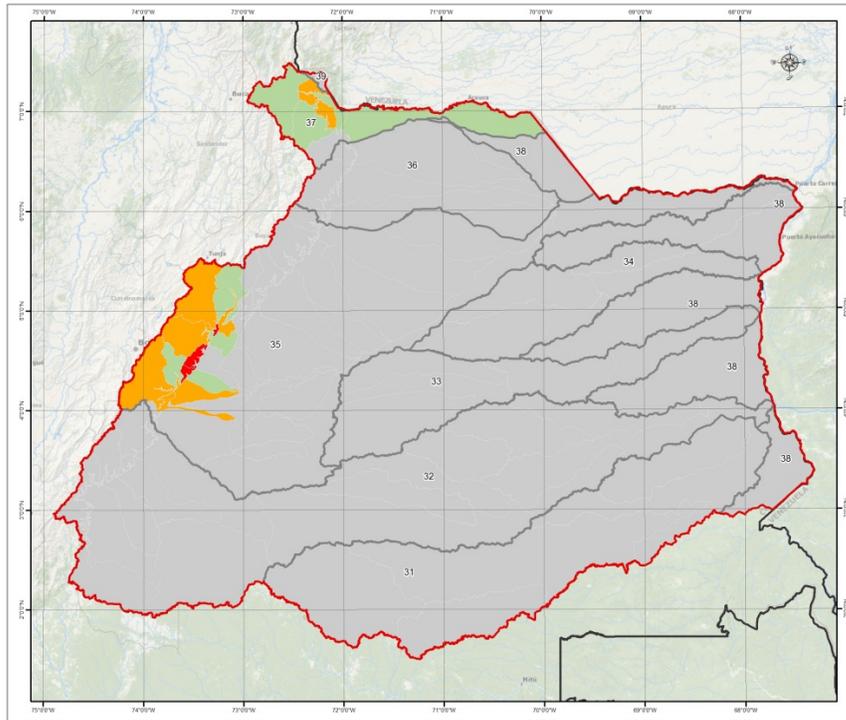


TABLA 61. PONDERACIÓN CON VULNERABILIDAD DE LAS REDES ELÉCTRICAS.

ZH	SZH COD	Unidad Análisis	Pond*	Vul. Redes Eléctricas
Arauca	3701	Zona alta del Río Chítaga	0.10	Bajo
	3706	Directos Río Arauca	0.00	Bajo
	370201	Zona alta del Río Margua	0.18	Medio
	370202	Río Margua	0.02	Bajo
	370301	Zona alta del Río Cobugón - Río Cobaría	0.02	Bajo
	370302	Río Cobugón - Río Cobaría	0.18	Medio
	370401	Zona alta del Río Bojabá	0.00	Sin Redes eléctricas
	370402	Río Bojabá	0.12	Bajo
	370501	Zona alta del Río Banadía y otros Directos al Río Arauca	0.00	Sin Redes eléctricas
370502	Río Banadía y otros Directos al Río Arauca	0.14	Bajo	
Meta	3510	Río Negro	0.00	Sin Redes eléctricas
	3511	Directos Río Metica (md)		
	3512	Río Yucao		
	3513	Río Melúa		
	3514	Caño Cumaral		
	3515	Río Manacacías		
	3520	Directos al Meta (mi)		
	3522	Caño Guanápalo y otros directos al Meta		
	3524	Directos al Río Meta (mi)		
	3525	Directos Bajo Meta		
	3526	Directos al Río Meta (md)		
	3527	Directos al Río Meta		
	350101	Zona alta del Río Metica (Guamal - Humadea)		
	350102	Río Metica (Guamal - Humadea)		
350201	Zona alta del Río Guayuriba	0.20	Medio	
350202	Río Guayuriba			

ZH	SZH COD	Unidad Análisis	Pond*	Vul. Redes Eléctricas		
	350301	Zona alta del Río Guatiquía	0.07	Bajo		
	350302	Río Guatiquía	0.27	Medio		
	350401	Zona alta del Río Guacavía	0.80	Alto		
	350402	Río Guacavía	0.03	Bajo		
	350501	Zona alta del Río Humea	0.93	Alto		
	350502	Río Humea	0.00	Sin Redes eléctricas		
	350601	Zona alta del Embalse del Guavio	0.34	Medio		
	350602	Embalse del Guavio	0.08	Bajo		
	350701	Zona alta del Chivor	0.17	Medio		
	350702	Chivor	0.76	Alto		
	350801	Zona alta del Río Tunjita	0.05	Bajo		
	350802	Río Tunjita	0.19	Medio		
	350901	Zona alta del Río Upía	0.00	Sin Redes eléctricas		
	350902	Río Upía				
	351801	Zona alta del Río Túa				
	351802	Río Túa				
	351901	Zona alta del Río Cusiana				
	351902	Río Cusiana				
	352101	Zona alta del Río Cravo Sur				
	352102	Río Cravo Sur				
	352301	Zona alta del Río Pauto				
	352302	Río Pauto				
		Promedio			0.25	
		DS			0.19	
		Alto >			0.34	
		Bajo <	0.15			

2.5.5.4. Oleoductos y Gasoductos

Definición: La red de oleoductos, poliductos y gasoductos hace referencia al sistema de redes de transporte de hidrocarburos y gas que se ha construido para la extracción de este recurso natural no renovable.

Importancia: La importancia de este criterio radica desde el punto de vista económico y social pues en algunas regiones gran parte de la economía de una región depende de los recursos naturales que se encuentran en su interior y este se constituye en esta área el renglón más importante de la economía regional.

Obtención de información: Estas áreas son definidas en el mapa de infraestructura petrolera de Colombia a escala 1:100.000 elaborado por la Unidad Minero Energética (UPME, 2012).

Criterios de calificación: Para obtener la información que permita calcular el índice de vulnerabilidad de la red petrolera se relaciona los mapas de infraestructura petrolera (oleoductos, gasoductos; buffer de 30m) y las unidades de análisis con el fin de obtener la proporción por clase de infraestructura petrolera en cada unidad de análisis. Posteriormente esta información se cruza con los mapas de susceptibilidad a inundación y remoción de masa. De manera que se crean dos

mapas intermedios que tienen la infraestructura petrolera con riesgo de inundación y la infraestructura petrolera con riesgo a deslizamientos categorizados en alto (3), medio (2) y bajo (1). Con estos datos se calcula el índice de vulnerabilidad de la infraestructura petrolera de acuerdo a la siguiente formula:

$$DIPV_{ij} = \left(3 * \sum_{j=1}^n \frac{dpv_{ij}}{A} \right) + \left(2 * \sum_{j=1}^n \frac{dpv_{ij}}{A} \right) + \left(\sum_{j=1}^n \frac{dpv_{ij}}{A} \right) * 100$$

Dónde:

DIPV = Densidad de infraestructura petrolera vulnerable *i* por unidad de análisis *j*.

dpv_{ij} = Densidad de oleoductos y gasoductos vulnerables *i* por unidad de análisis *j*

A_j = Superficie de la unidad de análisis *j*

Resultados: Solo las zonas hidrográficas de Arauca y Meta cuentan con oleoductos y gasoductos (mapa 34, tabla 62). Las unidades de análisis con alta vulnerabilidad se ubican en la zona hidrográfica del Meta en las unidades de la zona alta del río Guayuriba; zona alta del río Tunjita; río Túa y río Cusiana. Por su parte una vulnerabilidad media se presenta en las unidades de análisis de zona alta del río Margua; río Cubigon – río Cobaría (Arauca); directos al río Meta; río Metica; río Guatiquía; río Guacavía; río Humea; zona alta del Chivor; zona alta del río Upía; zona alta del río Cusiana; río Cravo Sur todos ellos en la subzona del Meta. En lo que respecta a la baja vulnerabilidad se presenta en la zona alta del río Chitaga; río Margua; zona alta del río Cobugón- Río Cobaría; río Banadía y otros directos al río Arauca y río Bojabá todos ellos inmersos en la subzona del Arauca y río Negro; caño Guanápalo y otros directos al Meta; río Guayuriba; río Upía y río Pauto inmersos en la subzona del Meta.

MAPA 34. VULNERABILIDAD DE LOS OLEODUCTOS Y GASODUCTOS POR UNIDADES DE ANÁLISIS.

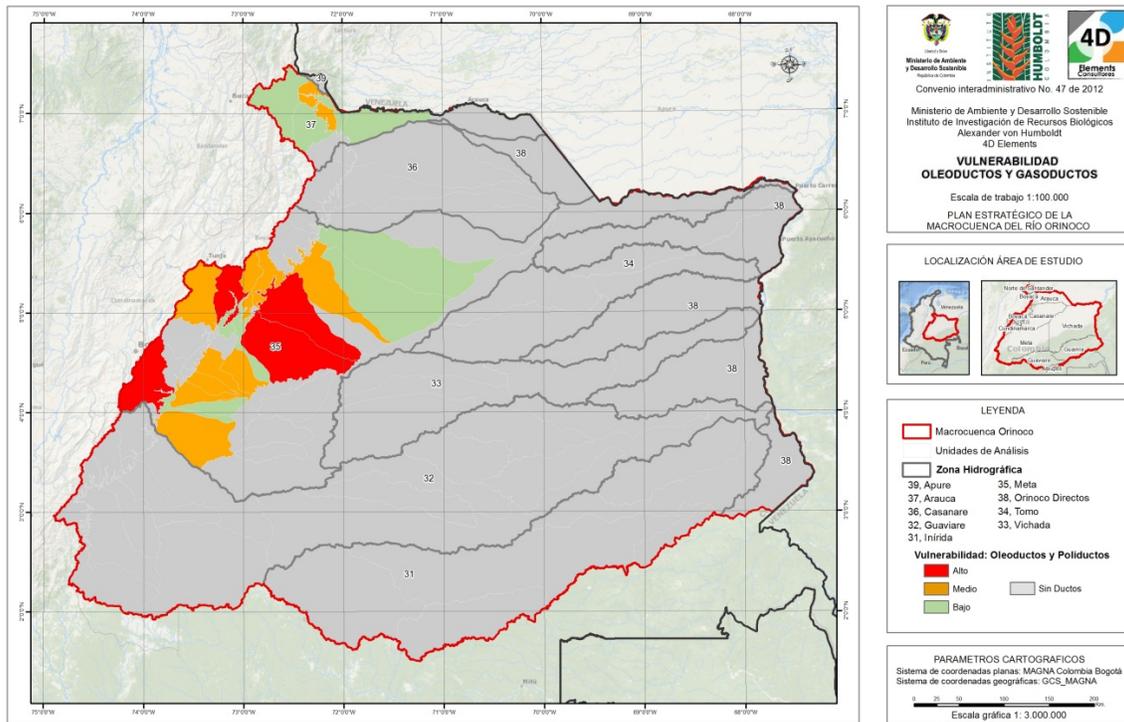


TABLA 62. PONDERACIÓN CON VULNERABILIDAD DE LOS OLEODUCTOS Y GASODUCTOS.

ZH	SZH COD	Unidad Análisis	Pond*	Vul. Ductos
Arauca	3701	Zona alta del Río Chitaga	10.77	Bajo
	3706	Directos Río Arauca	0.00	Sin Ductos
	370201	Zona alta del Río Margua	17.80	Medio
	370202	Río Margua	0.00	Bajo
	370301	Zona alta del Río Cobugón - Río Cobaría	0.65	Bajo
	370302	Río Cobugón - Río Cobaría	14.95	Medio
	370401	Zona alta del Río Bojabá	0.00	Sin Ductos
	370402	Río Bojabá	10.93	Bajo
	370501	Zona alta del Río Banadía y otros Directos al Río Arauca	0.00	Sin Ductos
370502	Río Banadía y otros Directos al Río Arauca	4.32	Bajo	
Meta	3510	Río Negro	3.15	Bajo
	3511	Directos Río Metica (md)	0.00	Sin Ductos
	3512	Río Yucao	0.00	Sin Ductos
	3513	Río Melúa	0.00	Sin Ductos
	3514	Caño Cumaral	0.00	Sin Ductos
	3515	Río Manacacías	0.00	Sin Ductos
	3520	Directos al Meta (mi)	0.00	Sin Ductos
	3522	Caño Guanápalo y otros directos al Meta	0.16	Bajo
	3524	Directos al Río Meta (mi)	0.00	Sin Ductos
	3525	Directos Bajo Meta	0.00	Sin Ductos
	3526	Directos al Río Meta (md)	0.00	Sin Ductos
	3527	Directos al Río Meta	35.24	Medio
	350101	Zona alta del Río Metica (Guamal - Humadea)	0.00	Sin Ductos
	350102	Río Metica (Guamal - Humadea)	12.82	Medio
350201	Zona alta del Río Guayuriba	45.62	Alto	
350202	Río Guayuriba	4.70	Bajo	

ZH	SZH COD	Unidad Análisis	Pond*	Vul. Ductos
	350301	Zona alta del Río Guatiquía	0.00	Sin Ductos
	350302	Río Guatiquía	33.73	Medio
	350401	Zona alta del Río Guacavía	0.00	Sin Ductos
	350402	Río Guacavía	35.38	Medio
	350501	Zona alta del Río Humea	0.00	Sin Ductos
	350502	Río Humea	36.30	Medio
	350601	Zona alta del Embalse del Guavio	0.00	Sin Ductos
	350602	Embalse del Guavio	0.00	Sin Ductos
	350701	Zona alta del Chivor	36.09	Medio
	350702	Chivor	0.00	Sin Ductos
	350801	Zona alta del Río Tunjita	85.02	Alto
	350802	Río Tunjita	0.75	Bajo
	350901	Zona alta del Río Upía	11.98	Medio
	350902	Río Upía	6.79	Bajo
	351801	Zona alta del Río Túa	0.00	Sin Ductos
	351802	Río Túa	57.77	Alto
	351901	Zona alta del Río Cusiana	14.05	Medio
	351902	Río Cusiana	100.07	Alto
	352101	Zona alta del Río Cravo Sur	0.00	Sin Ductos
	352102	Río Cravo Sur	27.08	Medio
	352301	Zona alta del Río Pauto	0.00	Sin Ductos
	352302	Río Pauto	0.11	Bajo
		Promedio	0.25	
		DS	0.19	
		Alto >	0.34	
		Bajo <	0.15	

2.5.5.5. Redes Educativas

Definición: La red educativa en Colombia se divide en educación preescolar, primaria, secundaria y superior.

Importancia: La importancia de este criterio radica desde el punto de vista social, ya que para su construcción casi siempre se utilizan los mismos materiales (hormigón, cemento), por lo que ofrecen más o menos la misma capacidad de resistencia ante deslizamientos o inundaciones aunque dependiendo el nivel de atención en el que se encuentre.

Obtención de la Información: Esta información fue extraída de la información generada por el Ministerio de Educación (MINSALUD, 2012) donde se encuentra la red educativa a nivel de establecimientos educativos por municipio, pero no hay división por el tipo de construcción, por lo tanto, todos los tipos de establecimientos no pudieron ser subdivididos.

Criterios de calificación: Para obtener la información que permita calcular el índice de vulnerabilidad de la red educativa se relaciona los establecimientos educativos y las unidades de análisis con el fin de obtener el número de establecimientos por en cada unidad de análisis. Posteriormente esta información se cruza con los mapas de susceptibilidad a inundación y remoción de masa. De manera que se crean dos mapas intermedios que tienen la información de

la longitud por tipo de infraestructura en riesgo; uno para inundación (que incluye solamente los establecimientos educativos con riesgo de inundación) y otro para derrumbes (que incluye los establecimientos educativos con riesgo a deslizamientos) según su categorías alta (3), media (2) y baja (1). Con estos datos se calcula el índice de vulnerabilidad de la red educativa de acuerdo a las categorías de riesgo en cada unidad de análisis siguiente fórmula:

$$VRE_{ij} = \left(3 * \sum_{j=1}^n suv_{ij} \right) + \left(2 * \sum_{j=1}^n suv_{ij} \right) + \left(\sum_{j=1}^n suv_{ij} \right)$$

Dónde:

VRE = Vulnerabilidad de red educativa *i* por unidad de análisis *j*.

suv_{ij} = Establecimientos educativos vulnerables *i* por unidad de análisis *j*

Resultados: el mapa 35 y la tabla 66, muestran los resultados obtenidos del análisis para Establecimientos Educativos. La vulnerabilidad alta la encontramos en las UA de zona baja, en las unidades de análisis de Caño Samuco, Caño Aguaclarita, Río Banadía y otros Directos al Río Arauca, Río Ariporo, Río Casanare, Río Cravo Norte, Alto Guaviare, Bajo Guaviare, Caño Minisiare, Río Guayabero, Río Ariari, Río Inírida Alto, Río Inírida Medio, Río Negro, Directos al Meta (mi), Caño Guanápalo y otros directos al Meta, Directos al Río Meta (mi), Directos Bajo Meta, Directos al Río Meta (md), Río Metica (Guamal - Humadea), Río Guayuriba, Río Guatiquía, Río Cusiana, Río Cravo Sur, Río Tuparro, Directos Río Atabapo (mi), Río Elvita, Bajo Río Tomo y Caño Lioni o Terecay.

MAPA 35. VULNERABILIDAD DE LOS ESTABLECIMIENTOS EDUCATIVOS POR UNIDADES DE ANÁLISIS.

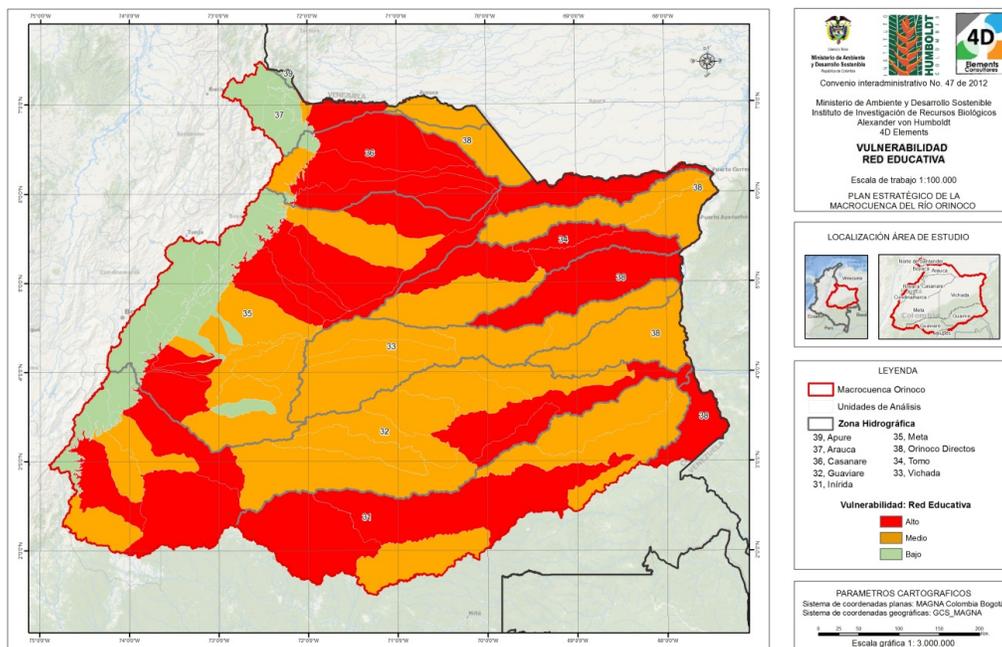


TABLA 63. PONDERACIÓN CON VULNERABILIDAD DE LOS ESTABLECIMIENTOS EDUCATIVOS.

ZH	SZH COD	Unidad Análisis	Pond*	Vu. Est. Educativos
Apure	3901	Zona alta del Alto Río Apure	3.57	Bajo
Arauca	3701	Zona alta del Río Chítaga	15.91	Bajo
	3706	Directos Río Arauca	60.00	Medio
	370201	Zona alta del Río Margua	11.18	Bajo
	370202	Río Margua	16.84	Bajo
	370301	Zona alta del Río Cobugón - Río Cobaría	11.74	Bajo
	370302	Río Cobugón - Río Cobaría	3.12	Bajo
	370401	Zona alta del Río Bojabá	7.69	Bajo
	370402	Río Bojabá	50.36	Medio
	370501	Zona alta del Río Banadía y otros Directos al Río Arauca	4.72	Bajo
	370502	Río Banadía y otros Directos al Río Arauca	64.16	Alto
	Casanare	3604	Caño Samuco	100.00
3605		Caño Aguaclarita	100.00	Alto
360101		Zona alta del Río Ariporo	0.26	Bajo
360102		Río Ariporo	70.60	Alto
360201		Zona alta del Río Casanare	36.46	Medio
360202		Río Casanare	110.65	Alto
360301		Zona alta del Río Cravo Norte	12.55	Bajo
360302		Río Cravo Norte	104.82	Alto
Guaviare		3203	Zona alta del Río Losada	40.43
	3204	Alto Guaviare	68.98	Alto
	3210	Medio Guaviare	47.63	Medio
	3212	Río Siare	50.94	Medio
	3213	Río Iteviare	53.19	Medio
	3214	Bajo Guaviare	65.16	Alto
	3215	Caño Minisiare	98.17	Alto
	3216	Alto Río Uvá	49.07	Medio
	3217	Bajo Río Uvá	33.75	Medio
	3218	Caño Chupabe	53.94	Medio
	320101	Zona alta del Río Guayabero	5.92	Bajo
	320102	Río Guayabero	64.81	Alto
	320201	Zona alta del Río Guape	11.02	Bajo
	320202	Río Guape	52.42	Medio
	320601	Zona alta del Río Ariari	11.02	Bajo
	320602	Río Ariari	80.56	Alto
	320701	Zona alta del Río Guejar	13.89	Bajo
	320702	Río Guejar	53.30	Medio
Inírida	3101	Río Inírida Alto	71.91	Alto
	3104	Río Inírida Medio	64.72	Alto
	3105	Río Papunaya	50.00	Medio
	3107	Caño Nabuquén	50.00	Medio
	3108	R. Inírida (mi), hasta bocas Caño Bocón, y R. Las Viñas	37.05	Medio
	3110	Caño Bocón	53.05	Medio
Meta	3510	Río Negro	62.94	Alto
	3511	Directos Río Metica (md)	59.84	Medio
	3512	Río Yucao	56.82	Medio
	3513	Río Melúa	57.14	Medio
	3514	Caño Cumaral	21.74	Bajo
	3515	Río Manacacías	52.58	Medio
	3520	Directos al Meta (mi)	100.00	Alto
	3522	Caño Guanápalo y otros directos al Meta	79.48	Alto

ZH	SZH COD	Unidad Análisis	Pond*	Vu. Est. Educativos
	3524	Directos al Río Meta (mi)	71.88	Alto
	3525	Directos Bajo Meta	68.73	Alto
	3526	Directos al Río Meta (md)	76.35	Alto
	3527	Directos al Río Meta	30.54	Medio
	350101	Zona alta del Río Metica (Guamal - Humadea)	4.84	Bajo
	350102	Río Metica (Guamal - Humadea)	82.35	Alto
	350201	Zona alta del Río Guayuriba	27.13	Bajo
	350202	Río Guayuriba	70.19	Alto
	350301	Zona alta del Río Guatiquía	16.15	Bajo
	350302	Río Guatiquía	155.75	Alto
	350401	Zona alta del Río Guacavía	1.62	Bajo
	350402	Río Guacavía	46.28	Medio
	350501	Zona alta del Río Humea	2.32	Bajo
	350502	Río Humea	24.50	Bajo
	350601	Zona alta del Embalse del Guavio	17.79	Bajo
	350602	Embalse del Guavio	3.90	Bajo
	350701	Zona alta del Chivor	22.76	Bajo
	350702	Chivor	0.00	Bajo
	350801	Zona alta del Río Tunjita	11.58	Bajo
	350802	Río Tunjita	2.30	Bajo
	350901	Zona alta del Río Upía	10.81	Bajo
	350902	Río Upía	26.08	Bajo
	351801	Zona alta del Río Túa	0.73	Bajo
	351802	Río Túa	59.17	Medio
	351901	Zona alta del Río Cusiana	11.93	Bajo
	351902	Río Cusiana	81.36	Alto
	352101	Zona alta del Río Cravo Sur	13.78	Bajo
	352102	Río Cravo Sur	83.40	Alto
	352301	Zona alta del Río Pauto	3.19	Bajo
	352302	Río Pauto	53.64	Medio
Orinoco Directos	3801	Río Vita	57.89	Medio
	3802	Río Tuparro	75.58	Alto
	3803	Caño Matavén	50.00	Medio
	3804	Directos Río Atabapo (mi)	89.96	Alto
	3805	Directos Orinoco	57.14	Medio
	3809	Río Cinaruco y Directos Río Orinoco	33.33	Medio
Tomo	3401	Alto Río Tomo	50.00	Medio
	3402	Río Elvita	86.57	Alto
	3403	Bajo Río Tomo	64.63	Alto
	3405	Caño Lioni o Terecay	65.63	Alto
Vichada	3301	Alto Vichada	53.41	Medio
	3302	Río Guarrojo	49.07	Medio
	3303	Río Muco	49.07	Medio
	3305	Directos Vichada Medio	50.00	Medio
	3306	Bajo Vichada	50.00	Medio
		Promedio	46.04	
		DS	31.52	
		Alto >	61.79	
		Bajo <	30.28	

2.5.5.6. Embalses y Acueductos

Definición: Se denomina embalse a la acumulación de agua producida por una obstrucción en el lecho de un río o arroyo que cierra parcial o totalmente su cauce. Básicamente un embalse creado por una presa, que interrumpe el cauce natural de un río, pone a disposición del operador del embalse un volumen de almacenamiento potencial que puede ser utilizado para fines eléctricos o de abastecimiento de acueductos. Los Acueductos son los puntos de toma de agua para el abastecimiento de las ciudades.

Importancia. La importancia de este criterio radica en su papel en la generación de energía, suministro de agua potable y de riego y regulación de avenidas de los ríos.

Obtención de la información. La información de los embalses fue extraída de la información de la *geodatabase* del IGAC (2012) y los POMCAS elaborados para la macrocuenca donde se relacionan estos cuerpos de agua.

Criterios de calificación: Para obtener la información que permita calcular el índice de vulnerabilidad de los embalses se relaciona los mapas de embalses, las áreas de influencia de la toma de agua de los acueductos y las unidades de análisis con el fin de obtener la vulnerabilidad de estos. Posteriormente esta información se cruza con los mapas de susceptibilidad a inundación y remoción de masa. De manera que se crean dos mapas intermedios que tienen la información de la longitud por tipo de infraestructura en riesgo; uno para inundación (que incluye solamente los embalses con riesgo de inundación) y otro para derrumbes (que incluye los embalses con riesgo a deslizamientos). Con estos datos se calcula el índice de vulnerabilidad de la red hospitalaria de acuerdo a la siguiente formula:

$$EV_{ij} = \left(\sum_{j=1}^n \frac{ev_{ij}}{A} \right) * 100$$

Dónde:

EV = Vulnerabilidad de embalses *i* por unidad de análisis *j*.

ev_{ij} = embalses y acueductos vulnerables *i* por unidad de análisis *j*

A_j = Superficie de la unidad de análisis *j*

El resultado de este indicador es multiplicado por 100. La unidad de medida de este indicador es en porcentaje el cual oscila entre 0 a 100. Para su normalización se extrae el valor máximo del porcentaje de cobertura que se presenta en todas las unidades de análisis.

Resultado: el mapa 36 y la tabla 64, muestran los resultados obtenidos del análisis para Embalses y acueductos. En vulnerabilidad alta encontramos las Zonas altas de los Ríos Guayuriba y Tunjita y en zona baja el Río Túa.

MAPA 36. UNIDADES DE ANÁLISIS CON VULNERABILIDAD DE LOS EMBALSES Y ACUEDUCTOS.

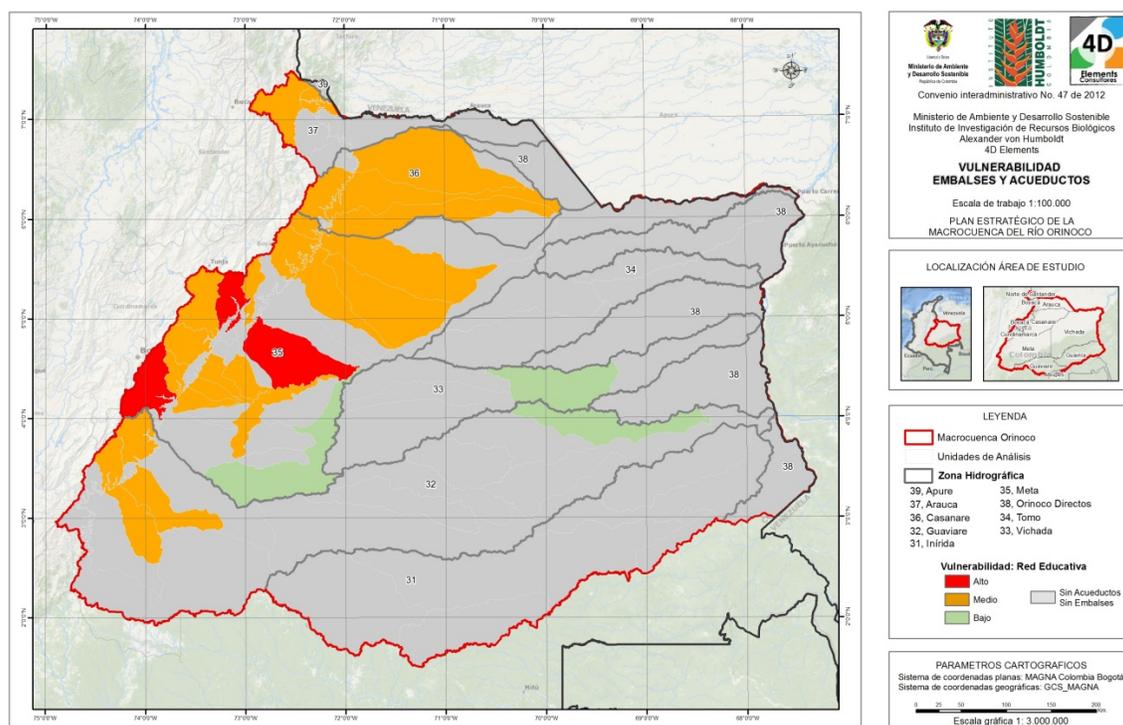


TABLA 64. PONDERACIÓN CON VULNERABILIDAD DE LOS EMBALSES Y ACUEDUCTOS.

ZH	SZH COD	Unidad Análisis	Pond*	Vu. Est. Educativos
Apure	3901	Zona alta del Alto Río Apure	0.00	Sin acueductos
Arauca	3701	Zona alta del Río Chitaga	117.09	Medio
	3706	Directos Río Arauca	0.00	Sin acueductos
	370201	Zona alta del Río Margua	203.28	Medio
	370202	Río Margua	41.99	Medio
	370301	Zona alta del Río Cobugón - Río Cobaría	0.00	Sin acueductos
	370302	Río Cobugón - Río Cobaría	0.00	Sin acueductos
	370401	Zona alta del Río Bojabá	0.00	Sin acueductos
	370402	Río Bojabá	0.00	Sin acueductos
	370501	Zona alta del Río Banadía y otros Directos al Río Arauca	0.00	Sin acueductos
370502	Río Banadía y otros Directos al Río Arauca	0.00	Sin acueductos	
Casanare	3604	Caño Samuco	0.00	Sin acueductos
	3605	Caño Aguaclarita	0.00	Sin acueductos
	360101	Zona alta del Río Ariporo	0.00	Sin acueductos
	360102	Río Ariporo	213.71	Medio
	360201	Zona alta del Río Casanare	79.45	Medio
	360202	Río Casanare	220.50	Medio
	360301	Zona alta del Río Cravo Norte	0.00	Sin acueductos
360302	Río Cravo Norte	103.35	Medio	
3203	Zona alta del Río Losada	0.00	Sin acueductos	

ZH	SZH COD	Unidad Análisis	Pond*	Vu. Est. Educativos
	3204	Alto Guaviare	0.00	Sin acueductos
	3210	Medio Guaviare	0.00	Sin acueductos
	3212	Río Siare	0.00	Sin acueductos
	3213	Río Iteviare	0.00	Sin acueductos
	3214	Bajo Guaviare	0.00	Sin acueductos
	3215	Caño Minisiare	0.00	Sin acueductos
	3216	Alto Río Uvá	0.00	Sin acueductos
	3217	Bajo Río Uvá	0.00	Sin acueductos
	3218	Caño Chupabe	23.81	Bajo
	320101	Zona alta del Río Guayabero	0.00	Sin acueductos
	320102	Río Guayabero	0.00	Sin acueductos
	320201	Zona alta del Río Guape	87.85	Medio
	320202	Río Guape	45.50	Medio
	320601	Zona alta del Río Ariari	94.99	Medio
	320602	Río Ariari	0.00	Sin acueductos
	320701	Zona alta del Río Guejar	0.00	Sin acueductos
	320702	Río Guejar	63.29	Medio
Inírida	3101	Río Inírida Alto	0.00	Sin acueductos
	3104	Río Inírida Medio	0.00	Sin acueductos
	3105	Río Papunaya	0.00	Sin acueductos
	3107	Caño Nabuquén	0.00	Sin acueductos
	3108	R. Inírida (mi), hasta bocas Caño Bocón, y R. Las Viñas	0.00	Sin acueductos
	3110	Caño Bocón	0.00	Sin acueductos
Meta	3510	Río Negro	0.00	Sin acueductos
	3511	Directos Río Metica (md)	88.01	Medio
	3512	Río Yucao	0.00	Sin acueductos
	3513	Río Melúa	0.00	Sin acueductos
	3514	Caño Cumaral	0.00	Sin acueductos
	3515	Río Manacacías	22.60	Bajo
	3520	Directos al Meta (mi)	0.00	Sin acueductos
	3522	Caño Guanápalo y otros directos al Meta	198.02	Medio
	3524	Directos al Río Meta (mi)	0.00	Sin acueductos
	3525	Directos Bajo Meta	0.00	Sin acueductos
	3526	Directos al Río Meta (md)	0.00	Sin acueductos
	3527	Directos al Río Meta	124.60	Medio
	350101	Zona alta del Río Metica (Guamal - Humadea)	0.00	Sin acueductos
	350102	Río Metica (Guamal - Humadea)	0.00	Sin acueductos
	350201	Zona alta del Río Guayuriba	2019.95	Alto
	350202	Río Guayuriba	0.00	Sin acueductos
	350301	Zona alta del Río Guatiquía	315.19	Medio
	350302	Río Guatiquía	343.78	Medio
	350401	Zona alta del Río Guacavía	0.00	Sin acueductos
	350402	Río Guacavía	86.15	Medio
	350501	Zona alta del Río Humea	0.00	Sin acueductos
	350502	Río Humea	69.78	Medio
	350601	Zona alta del Embalse del Guavio	202.61	Medio
	350602	Embalse del Guavio	0.00	Sin acueductos
	350701	Zona alta del Chivor	316.53	Medio
	350702	Chivor	0.00	Sin acueductos
	350801	Zona alta del Río Tunjita	418.51	Alto
	350802	Río Tunjita	0.00	Sin acueductos
350901	Zona alta del Río Upía	138.87	Medio	
350902	Río Upía	0.00	Sin acueductos	

ZH	SZH COD	Unidad Análisis	Pond*	Vu. Est. Educativos
	351801	Zona alta del Río Túa	0.00	Sin acueductos
	351802	Río Túa	499.77	Alto
	351901	Zona alta del Río Cusiana	0.00	Sin acueductos
	351902	Río Cusiana	0.00	Sin acueductos
	352101	Zona alta del Río Cravo Sur	164.20	Medio
	352102	Río Cravo Sur	96.08	Medio
	352301	Zona alta del Río Pauto	39.86	Medio
	352302	Río Pauto	97.89	Medio
Orinoco Directos	3801	Río Vita	0.00	Sin acueductos
	3802	Río Tuparro	0.00	Sin acueductos
	3803	Caño Matavén	0.00	Sin acueductos
	3804	Directos Río Atabapo (mi)	0.00	Sin acueductos
	3805	Directos Orinoco	0.00	Sin acueductos
	3809	Río Cinaruco y Directos Río Orinoco	0.00	Sin acueductos
Tomo	3401	Alto Río Tomo	0.00	Sin acueductos
	3402	Río Elvita	0.00	Sin acueductos
	3403	Bajo Río Tomo	0.00	Sin acueductos
	3405	Caño Lioni o Terecay	0.00	Sin acueductos
Vichada	3301	Alto Vichada	0.00	Sin acueductos
	3302	Río Guarrojo	0.00	Sin acueductos
	3303	Río Muco	0.00	Sin acueductos
	3305	Directos Vichada Medio	12.31	Bajo
	3306	Bajo Vichada	0.00	Sin acueductos
		Promedio	150.99	
		DS	122.24	
		Alto >	212.11	
		Bajo <	89.87	

2.5.5.7. Densidad Poblacional

Definición: La densidad de población, también denominada a veces formalmente población relativa (para diferenciarla de la absoluta, la cual simplemente equivale a una determinada cantidad de habitantes), se refiere al número promedio de habitantes de un área urbana o rural en relación a una unidad de superficie dada.

Importancia: La densidad poblacional es muy importante para el análisis de vulnerabilidad, dado que a mayor densidad poblacional mayor es la probabilidad de que las personas perezcan o sean lesionadas ante la ocurrencia de un evento de magnitud considerada

Obtención de la información: Fue obtenida de las bases de datos del DANE (2005) por municipio

Criterios de calificación: Para obtener la información que permita calcular el índice de vulnerabilidad de las densidades poblacionales en las Unidades de Análisis. Primero se relacionaron los mapas de densidad poblacional y Unidades de análisis el cual fue ajustado por los promedios de las densidades en cada UA. Posteriormente esta información se cruza con los mapas

de susceptibilidad a inundación y remoción de masa. De manera que se crean dos mapas intermedios que tienen la información en riesgo; uno para inundación y otro para derrumbes, que luego se combinan y son calificados en alto, medio y bajo.

Resultado: el mapa 37 y la tabla 65, muestran los resultados obtenidos del análisis de Densidad Poblacional. En Vulnerabilidad alta encontramos muchas de las UA que se encuentran en la zona de piedemonte como son las Zonas altas de los Ríos Chítaga, Banadía y otros Directos al Río Arauca, Casanare, Ariari, Guayuriba, Guatiquía, Río Guatiquía, Humea, Embalse del Guavio Chivor, Tunjita, Upía, Río Cusiana y Cravo Sur. En zona baja encontramos los Ríos Banadía y otros Directos al Río Arauca y el Guayuriba.

MAPA 37. VULNERABILIDAD DE LA DENSIDAD POBLACIONAL POR UNIDADES DE ANÁLISIS.

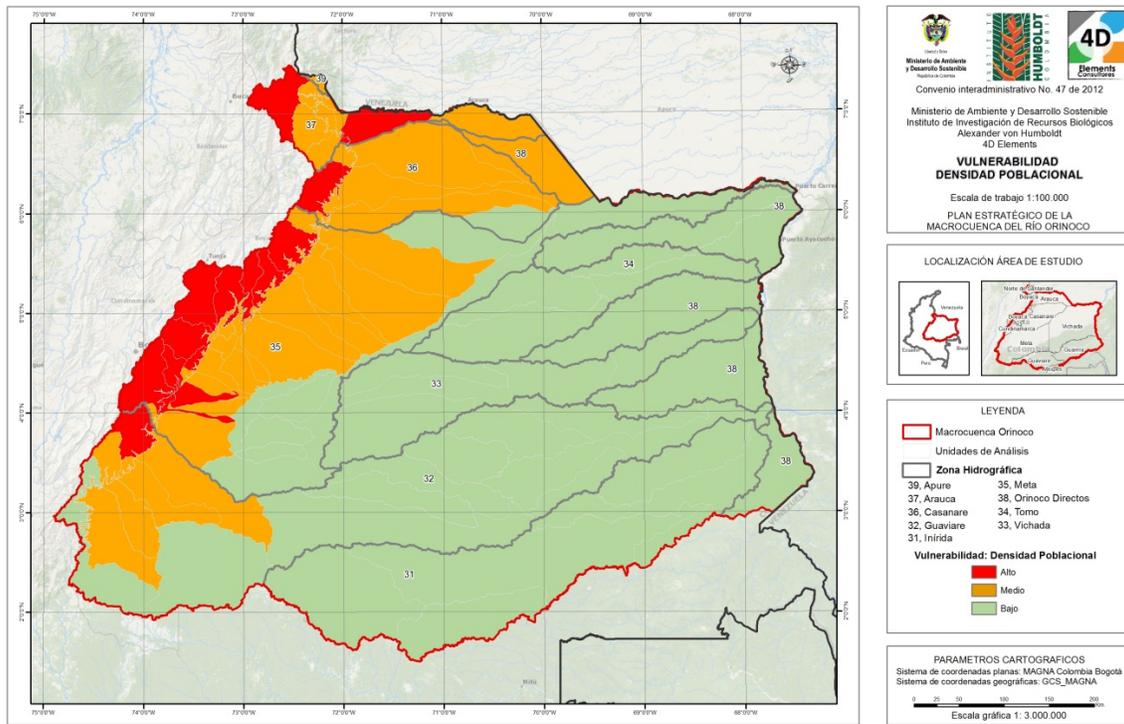


TABLA 65. PONDERACIÓN CON VULNERABILIDAD DE LA DENSIDAD POBLACIONAL.

ZH	SZH COD	Unidad Análisis	Pond*	Vul. Den Poblacional
Apure	3901	Zona alta del Alto Río Apure	3.72	Medio
Arauca	3701	Zona alta del Río Chítaga	100.00	Alto
	3706	Directos Río Arauca	1.03	Medio
	370201	Zona alta del Río Margua	2.39	Medio
	370202	Río Margua	1.32	Medio
	370301	Zona alta del Río Cobugón - Río Cobaría	1.91	Medio
	370302	Río Cobugón - Río Cobaría	1.35	Medio
	370401	Zona alta del Río Bojabá	2.40	Medio
	370402	Río Bojabá	3.71	Medio
	370501	Zona alta del Río Banadía y otros Directos al Río Arauca	5.48	Alto

ZH	SZH COD	Unidad Análisis	Pond*	Vul. Den Poblacional
	370502	Río Banadía y otros Directos al Río Arauca	5.21	Alto
Casanare	3604	Caño Samuco	0.57	Medio
	3605	Caño Aguaclarita	0.22	Bajo
	360101	Zona alta del Río Ariporo	0.83	Medio
	360102	Río Ariporo	0.91	Medio
	360201	Zona alta del Río Casanare	10.01	Alto
	360202	Río Casanare	1.27	Medio
	360301	Zona alta del Río Cravo Norte	2.70	Medio
	360302	Río Cravo Norte	2.29	Medio
Guaviare	3203	Zona alta del Río Losada	0.29	Bajo
	3204	Alto Guaviare	0.26	Bajo
	3210	Medio Guaviare	0.32	Bajo
	3212	Río Siare	0.02	Bajo
	3213	Río Iteviare	0.10	Bajo
	3214	Bajo Guaviare	0.10	Bajo
	3215	Caño Minisiare	0.01	Bajo
	3216	Alto Río Uvá	0.02	Bajo
	3217	Bajo Río Uvá	0.03	Bajo
	3218	Caño Chupabe	0.05	Bajo
	320101	Zona alta del Río Guayabero	0.16	Bajo
	320102	Río Guayabero	0.68	Medio
	320201	Zona alta del Río Guape	1.19	Medio
	320202	Río Guape	0.64	Medio
	320601	Zona alta del Río Ariari	4.42	Alto
	320602	Río Ariari	2.56	Medio
	320701	Zona alta del Río Guejar	2.18	Medio
	320702	Río Guejar	1.21	Medio
Inírida	3101	Río Inírida Alto	0.01	Bajo
	3104	Río Inírida Medio	0.04	Bajo
	3105	Río Papunaya	0.01	Bajo
	3107	Caño Nabuquén	0.00	Bajo
	3108	R. Inírida (mi), hasta bocas Caño Bocón, y R. Las Viñas	0.02	Bajo
	3110	Caño Bocón	0.05	Bajo
Meta	3510	Río Negro	2.49	Medio
	3511	Directos Río Metica (md)	0.29	Bajo
	3512	Río Yucao	0.03	Bajo
	3513	Río Melúa	0.03	Bajo
	3514	Caño Cumaral	0.01	Bajo
	3515	Río Manacacías	0.13	Bajo
	3520	Directos al Meta (mi)	1.04	Medio
	3522	Caño Guanápalo y otros directos al Meta	1.05	Medio
	3524	Directos al Río Meta (mi)	0.30	Bajo
	3525	Directos Bajo Meta	0.04	Bajo
	3526	Directos al Río Meta (md)	0.32	Bajo
	3527	Directos al Río Meta	1.12	Medio
	350101	Zona alta del Río Metica (Guamal - Humadea)	2.66	Medio
	350102	Río Metica (Guamal - Humadea)	2.37	Medio
	350201	Zona alta del Río Guayuriba	15.32	Alto
	350202	Río Guayuriba	5.05	Alto
	350301	Zona alta del Río Guatiquía	8.88	Alto
	350302	Río Guatiquía	5.92	Alto
350401	Zona alta del Río Guacavía	3.08	Medio	

ZH	SZH COD	Unidad Análisis	Pond*	Vul. Den Poblacional
	350402	Río Guacavía	3.43	Medio
	350501	Zona alta del Río Humea	5.12	Alto
	350502	Río Humea	3.62	Medio
	350601	Zona alta del Embalse del Guavio	8.25	Alto
	350602	Embalse del Guavio	3.64	Medio
	350701	Zona alta del Chivor	18.11	Alto
	350702	Chivor	3.87	Medio
	350801	Zona alta del Río Tunjita	7.48	Alto
	350802	Río Tunjita	2.68	Medio
	350901	Zona alta del Río Upía	12.50	Alto
	350902	Río Upía	1.40	Medio
	351801	Zona alta del Río Túa	0.76	Medio
	351802	Río Túa	1.48	Medio
	351901	Zona alta del Río Cusiana	11.05	Alto
	351902	Río Cusiana	2.42	Medio
	352101	Zona alta del Río Cravo Sur	16.09	Alto
	352102	Río Cravo Sur	2.90	Medio
	352301	Zona alta del Río Pauto	2.33	Medio
	352302	Río Pauto	1.38	Medio
Orinoco Directos	3801	Río Vita	0.03	Bajo
	3802	Río Tuparro	0.03	Bajo
	3803	Caño Matavén	0.02	Bajo
	3804	Directos Río Atabapo (mi)	0.01	Bajo
	3805	Directos Orinoco	0.03	Bajo
	3809	Río Cinaruco y Directos Río Orinoco	0.56	Medio
Tomo	3401	Alto Río Tomo	0.01	Bajo
	3402	Río Elvita	0.06	Bajo
	3403	Bajo Río Tomo	0.06	Bajo
	3405	Caño Lioni o Terecay	0.03	Bajo
Vichada	3301	Alto Vichada	0.03	Bajo
	3302	Río Guarrojo	0.01	Bajo
	3303	Río Muco	0.00	Bajo
	3305	Directos Vichada Medio	0.03	Bajo
	3306	Bajo Vichada	0.05	Bajo
		Promedio	2.33	
		DS	3.64	
		Alto >	4.15	
		Bajo <	0.51	

2.5.5.8. Sistemas productivos agropecuarios

Definición: Un sistema de producción agropecuario es definido como un conjunto de insumos, técnicas, mano de obra, tenencia de la tierra y organización e la población para producir uno o más productos agrícolas o pecuarios (Jouve, 1988).

Importancia: De acuerdo a la FAO (2001) caracterizar los sistemas de producción agropecuaria provee un marco en el cual se pueden definir tanto estrategias de desarrollo agrícola como intervenciones apropiadas; ya que, por definición, agrupan a los hogares agropecuarios con características y limitaciones similares.

Obtención de la información: La información de los sistemas productivos agropecuarios fue extraída de la información de la *geodatabase de Corine Land Cover (2007-2009)* elaborado por el IDEAM (2013) se relacionan las principales coberturas agrícolas en la macrocuenca de la Orinoquia.

Criterios de calificación: Primero se relacionaron los mapas de sistemas productivos y Unidades de análisis. Posteriormente esta información se cruza con los mapas de susceptibilidad a inundación y remoción de masa. De manera que se crean dos mapas intermedios que tienen la información en riesgo; uno para inundación y otro para derrumbes, que luego se combinan y son calificados en alto, medio y bajo

Resultados: En la macrocuenca la mayor concentración de sistemas productivos agropecuarios se concentra en las zonas altas y de piedemonte. Por ende se observa que el riesgo alto se asocia principalmente a las zonas de cultivos mixtos, pastos en las unidades que se ubican en las zonas altas, mientras que en las zonas de piedemonte se relacionan más con ganadería extensiva, grandes plantaciones forestales y palma. La zona baja, en la actualidad no presenta mayor concentración de sistemas productivos, aunque se conoce que su tendencia de cambio va ser alta en estas áreas (mapa 38 y tabla 66).

MAPA 38. VULNERABILIDAD DE LOS SISTEMAS PRODUCTIVOS POR UNIDADES DE ANÁLISIS.

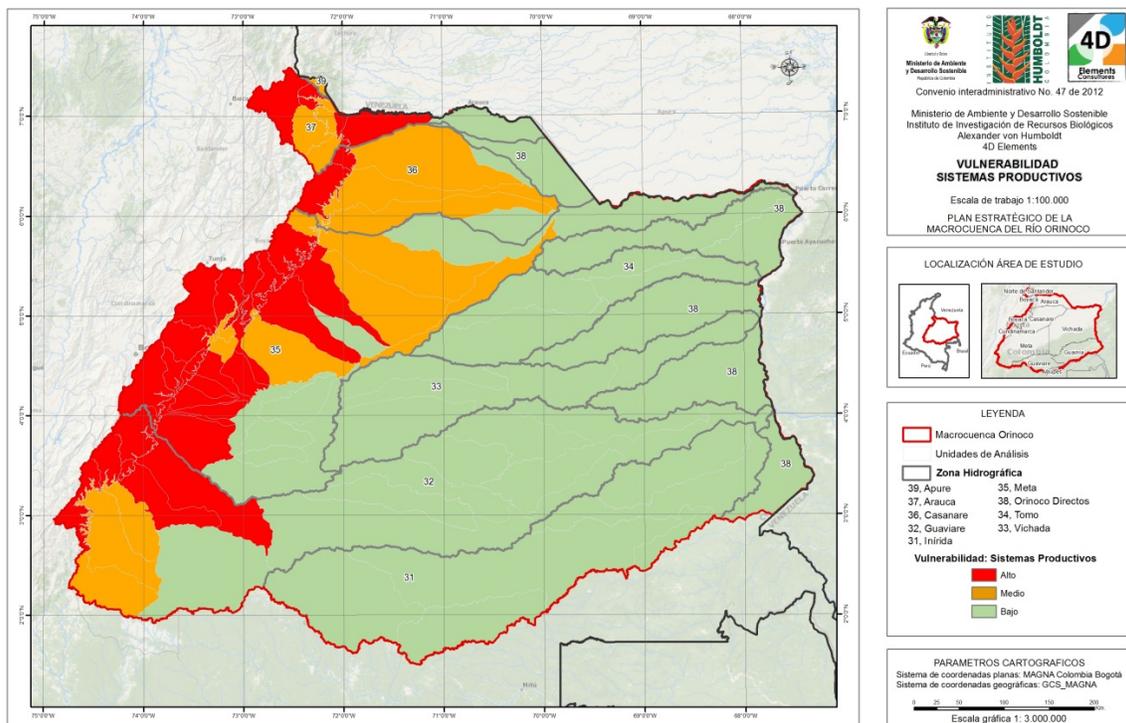


TABLA 66. PONDERACIÓN CON VULNERABILIDAD DE LOS SISTEMAS PRODUCTIVOS.

ZH	SZH COD	Unidad Análisis	Pond*	Vul. S. Productivos
Apure	3901	Zona alta del Alto Río Apure	34.27	Medio

ZH	SZH COD	Unidad Análisis	Pond*	Vul. S. Productivos
Arauca	3701	Zona alta del Río Chítaga	57.09	Alto
	3706	Directos Río Arauca	2.39	Bajo
	370201	Zona alta del Río Margua	67.35	Alto
	370202	Río Margua	40.87	Medio
	370301	Zona alta del Río Cobugón - Río Cobaría	54.38	Medio
	370302	Río Cobugón - Río Cobaría	48.84	Medio
	370401	Zona alta del Río Bojabá	54.97	Medio
	370402	Río Bojabá	73.33	Alto
	370501	Zona alta del Río Banadía y otros Directos al Río Arauca	81.03	Alto
	370502	Río Banadía y otros Directos al Río Arauca	105.38	Alto
Casanare	3604	Caño Samuco	0.10	Bajo
	3605	Caño Aguaclarita	0.12	Bajo
	360101	Zona alta del Río Ariporo	55.36	Medio
	360102	Río Ariporo	28.57	Medio
	360201	Zona alta del Río Casanare	79.61	Alto
	360202	Río Casanare	51.39	Medio
	360301	Zona alta del Río Cravo Norte	64.83	Alto
	360302	Río Cravo Norte	41.28	Medio
Guaviare	3203	Zona alta del Río Losada	29.92	Medio
	3204	Alto Guaviare	9.68	Bajo
	3210	Medio Guaviare	5.06	Bajo
	3212	Río Siare	0.87	Bajo
	3213	Río Iteviare	4.24	Bajo
	3214	Bajo Guaviare	1.28	Bajo
	3215	Caño Minisiare	0.18	Bajo
	3216	Alto Río Uvá	0.25	Bajo
	3217	Bajo Río Uvá	0.97	Bajo
	3218	Caño Chupabe	0.45	Bajo
	320101	Zona alta del Río Guayabero	60.52	Alto
	320102	Río Guayabero	34.04	Medio
	320201	Zona alta del Río Guape	88.44	Alto
	320202	Río Guape	38.35	Medio
	320601	Zona alta del Río Ariari	94.96	Alto
	320602	Río Ariari	72.11	Alto
320701	Zona alta del Río Guejar	88.59	Alto	
320702	Río Guejar	63.31	Alto	
Inírida	3101	Río Inírida Alto	0.77	Bajo
	3104	Río Inírida Medio	1.65	Bajo
	3105	Río Papunaya	0.08	Bajo
	3107	Caño Nabuquén	0.00	Bajo
	3108	R. Inírida (mi), hasta bocas Caño Bocón, y R. Las Viñas	0.28	Bajo
	3110	Caño Bocón	0.90	Bajo
Meta	3510	Río Negro	89.39	Alto
	3511	Directos Río Metica (md)	19.57	Bajo
	3512	Río Yucao	1.54	Bajo
	3513	Río Melúa	0.90	Bajo
	3514	Caño Cumaral	0.04	Bajo
	3515	Río Manacacías	1.18	Bajo
	3520	Directos al Meta (mi)	6.16	Bajo
	3522	Caño Guanápalo y otros directos al Meta	25.09	Medio
	3524	Directos al Río Meta (mi)	4.30	Bajo
	3525	Directos Bajo Meta	0.84	Bajo
3526	Directos al Río Meta (md)	26.20	Medio	

ZH	SZH COD	Unidad Análisis	Pond*	Vul. S. Productivos
	3527	Directos al Río Meta	60.30	Alto
	350101	Zona alta del Río Metica (Guamal - Humadea)	100.00	Alto
	350102	Río Metica (Guamal - Humadea)	116.60	Alto
	350201	Zona alta del Río Guayuriba	91.82	Alto
	350202	Río Guayuriba	98.06	Alto
	350301	Zona alta del Río Guatiquía	78.97	Alto
	350302	Río Guatiquía	135.09	Alto
	350401	Zona alta del Río Guacavía	69.96	Alto
	350402	Río Guacavía	103.22	Alto
	350501	Zona alta del Río Humea	78.21	Alto
	350502	Río Humea	74.84	Alto
	350601	Zona alta del Embalse del Guavio	68.18	Alto
	350602	Embalse del Guavio	46.29	Medio
	350701	Zona alta del Chivor	64.39	Alto
	350702	Chivor	55.18	Medio
	350801	Zona alta del Río Tunjita	83.82	Alto
	350802	Río Tunjita	53.61	Medio
	350901	Zona alta del Río Upía	69.57	Alto
	350902	Río Upía	68.63	Alto
	351801	Zona alta del Río Túa	38.18	Medio
	351802	Río Túa	51.69	Medio
	351901	Zona alta del Río Cusiana	77.05	Alto
	351902	Río Cusiana	82.85	Alto
	352101	Zona alta del Río Cravo Sur	82.10	Alto
	352102	Río Cravo Sur	60.96	Alto
	352301	Zona alta del Río Pauto	39.86	Medio
	352302	Río Pauto	20.12	Medio
Orinoco Directos	3801	Río Vita	1.55	Bajo
	3802	Río Tuparro	0.00	Bajo
	3803	Caño Matavén	0.18	Bajo
	3804	Directos Río Atabapo (mi)	0.03	Bajo
	3805	Directos Orinoco	0.00	Bajo
	3809	Río Cinaruco y Directos Río Orinoco	0.20	Bajo
Tomo	3401	Alto Río Tomo	0.18	Bajo
	3402	Río Elvita	7.63	Bajo
	3403	Bajo Río Tomo	0.02	Bajo
	3405	Caño Lioni o Terecay	0.11	Bajo
Vichada	3301	Alto Vichada	0.09	Bajo
	3302	Río Guarrojo	0.00	Bajo
	3303	Río Muco	0.00	Bajo
	3305	Directos Vichada Medio	0.00	Bajo
	3306	Bajo Vichada	0.02	Bajo
		Promedio	38.47	
		DS	36.94	
		Alto >	56.94	
		Bajo <	20.00	

2.5.6. Riesgos/Conflictos

El Riesgo es calculado de la sumatoria de las amenazas (naturales y antrópicas), la tendencia, el índice de escases de agua (WPI); nivel de servicios ecosistémicos y la vulnerabilidad de acuerdo a la siguiente formula:

$$R = (A + T + WPI + NSE + V)$$

Donde:

R = Riesgo

A= Amenaza

T = Tendencia de cambio de cobertura

WPI = Índice de escases de agua

NSE = Nivel de servicios ecosistémicos

V = Vulnerabilidad

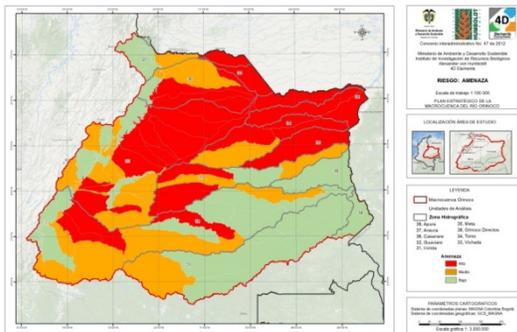
La Tabla 67 muestra las posibles combinaciones de las variables y sus posibles valores. El mapa final de riesgo se generó haciendo una sobre posición geográfica de los mapas de cada variables con la respectiva calificación. El mapa 39 se reclasifica ponderando las calificaciones de las cinco variables para generar finalmente 5 categorías: Muy alta (5), alta (4), moderada (3), baja (2) y muy baja (1).

TABLA 67. ANÁLISIS DEL RIESGO POR UNIDAD DE ANÁLISIS.

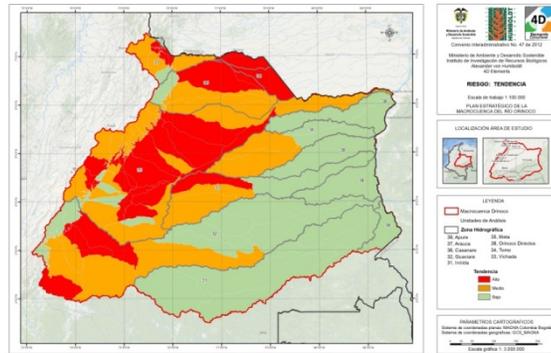
	Amenaza	Tendencia	WPI	Servicios Ecosistémicos	Vulnerabilidad
	Natural + Antrópica				
Riesgo	1. Bajo	1. Bajo	1. Bajo	1. Bajo	1. Bajo
	2. Medio	2. Medio	2. Medio	2. Medio	2. Medio
	3. Alto	3. Alto	3. Alto	3. Alto	3. Alto

MAPA 39. MAPAS DE RIESGO POR AMENAZA, TENDENCIA, WPI, VULNERABILIDAD Y SERVICIOS ECOSISTÉMICOS POR UNIDAD DE ANÁLISIS.

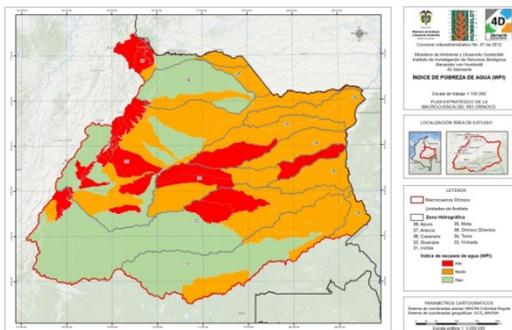
AMENAZA



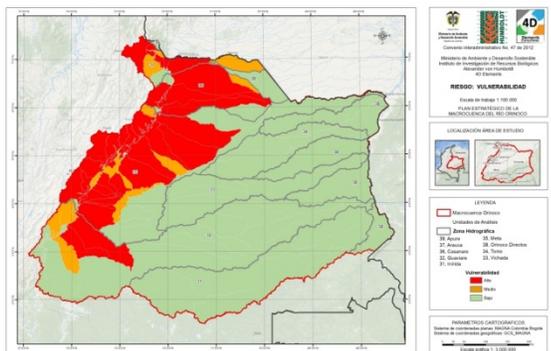
TENDENCIA



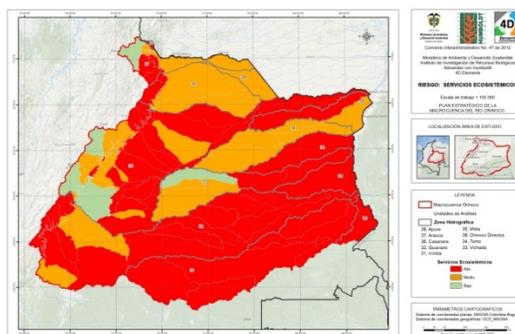
INDICE WPI



VULNERABILIDAD



NIVEL DE SERVICIOS ECOSISTÉMICOS



Resultado: el mapa 40 y la tabla 68 muestran el resultado del mapa de riesgo por unidad de análisis para la macrocuenca del Orinoco. Se puede concluir por subzona hidrográfica que:

Subzona del Apure: Esta zona presenta un riesgo bajo.

Subzona del Arauca: La unidad de análisis con muy alto riesgo es el río Cobigon-Río Cobaría; mientras que las de riesgo alto son los directos al río Arauca y la zona alta del río Margua. Como riesgo medio se encuentra el río Margua y la zona alta del río Cobugón-río Cobaría; y finalmente la zona alta del río Bojabá presenta un riesgo muy bajo..

Subzona del Casanare: la unidad de análisis del río Ariporo se encuentra en un riesgo alto mientras que las unidades de caño Samuco, río Ariporo, río Casanare y río Cravo Norte tienen un riesgo medio. Por su parte el caño Agua clarita, la zona alta del río Ariporo y la zona alta del río Casanare tienen un riesgo bajo y la zona alta del río Cravo Norte un riesgo muy bajo.

Subzona del Meta: Es en esta cuenca donde se ubican las unidades con muy alto riesgo los cuales se ubican principalmente en la margen izquierda del río Meta los cuales corresponden al río Túa, río Cusiana, río Cravo Sur, río Pauto, río Tunjita, Chivor y directos al río Meta. En riesgo alto se ubica los río Yucao; caño Guanápalo y otros directos al Meta; Directos al río Meta (md); zona alta del río Guatiquía; río Guatiquía; zona alta del río Upía; río Upía y zona alta del río Cravo Sur. En riesgo medio se encuentran las unidades de análisis de directos río Metica (md) y (mi); río Melúa; directos bajo Meta; río Metica (Guamal-Humadea); zona alta del río Cusiana; zona alta del río Pauto; zona alta del río Túa; embalse del Guavio; zona alta del embalse del guavio, río Humea; zona alta del río Humea; zona alta del río Guacavía y Cano Cumaral. En riesgo bajo se encuentran las unidades de río Negro; río Manacacías; zona alta del río Guayuriba; río Gaucavia; zona alta del Chivor y zona alta del río Tunjita. Finalmente en riesgo muy bajo dentro de esta subzona hidrográfica se encuentra río Guayuriba y zona alta del río Metica (Guamal-Humadea).

Subzona Inirida: las unidades de análisis contenidas en esta subzona se encuentran todas en un riesgo muy bajo.

Subzona del Guaviare: la unidad del río Ariari y río Guejar se encuentran en un riesgo alto; mientras que la zona alta del río Guejar; zona alta del río Ariari, río Guape tienen un riesgo medio. Por otra parte la zona alta del río Losada; alto, medio Guaviare; río Iteviare; alto y bajo río Uvá; río Chupave y la zona alta del río Guape tienen un riesgo bajo. Finalmente las unidades de análisis del río Siare, bajo Guaviare; caño Minisiare; zona alta del río Guayabero; río Guayabero tienen un riesgo muy bajo.

Subzona Directos Orinoco: En esta subzona no existe ninguna unidad de análisis con riesgo muy alto y alto. Las cuencas del río Cinaruco y directos Orinoco, el río vita y el río Tuparro tienen un riesgo medio, el directo Orinoco un riesgo bajo y el caño Matavén y directos río Atabapo (mi) muy bajo.

Subzona río Tomo: al igual que la subzona de directos Orinoco esta subzona no tiene riesgos muy altos y altos. El Alto río Tomo y el río Elvita tienen un riesgo medio mientras que el bajo río tomo y el caño Lioni o Teracay tienen un riesgo bajo.

Subzona Vichada: esta cuenca se encuentra principalmente en riesgo medio en lo que corresponde al Alto Vichada; río Guarrojo; río Muco y Bajo Vichada. En riesgo muy bajo se ubican los directos Vichada medio.

MAPA 40. RIESGO DIVIDIDO EN 5 CLASES POR UNIDADES DE ANÁLISIS (NATURAL BREAKS).

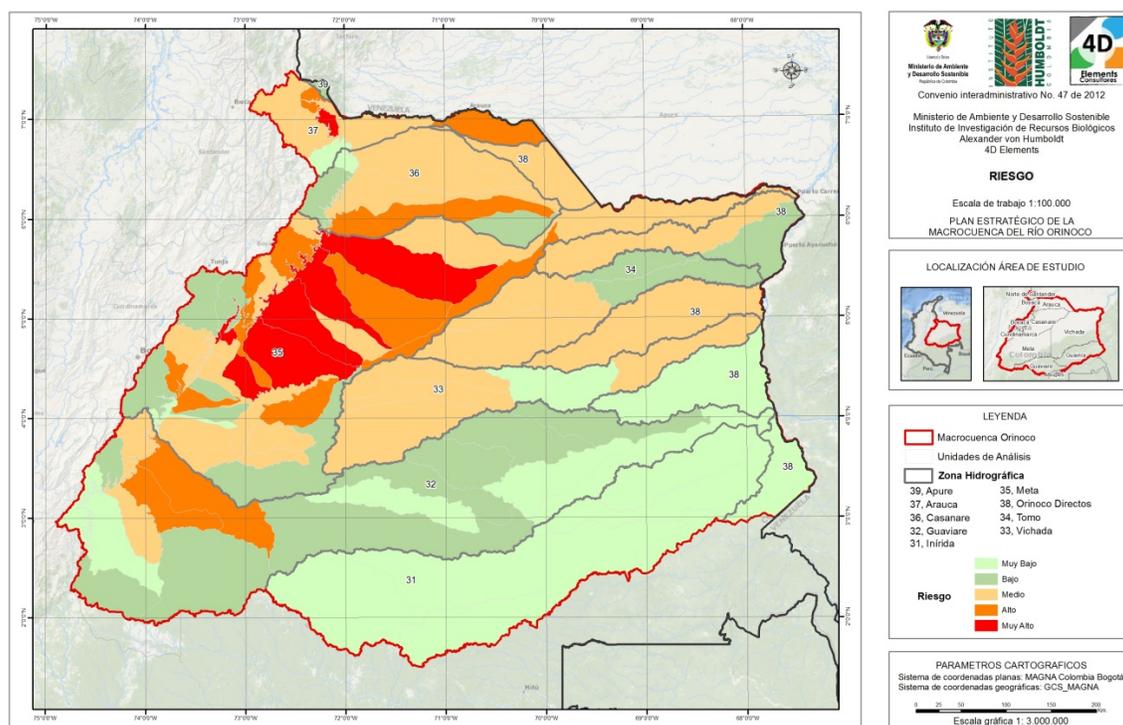


TABLA 68. RIESGO EN CADA UNIDAD DE ANÁLISIS.

ZH	SZH COD	Unidad Análisis	Amenaza	Vulnerabilidad	WPI	Tendencia	Serv. Ecosist.	Riesgo
Apure	3901	Zona alta del Alto Río Apure	1	1	3	1	3	9
Arauca	3701	Zona alta del Río Chítaga	1	3	3	2	1	10
	3706	Directos Río Arauca	3	2	2	3	2	12
	370201	Zona alta del Río Margua	1	3	3	3	2	12
	370202	Río Margua	1	2	3	3	2	11
	370301	Zona alta del Río Cobugón - Río Cobaría	1	2	3	2	3	11
	370302	Río Cobugón - Río Cobaría	1	3	3	3	3	13
	370401	Zona alta del Río Bojabá	1	1	2	1	3	8
	370402	Río Bojabá	2	3	1	3	2	11
	370501	Zona alta del Río Banadía y otros Directos al Río Arauca	1	1	1	2	3	8
370502	Río Banadía y otros Directos al Río Arauca	2	3	1	2	2	10	
Casanare	3604	Caño Samuco	3	2	1	3	2	11
	3605	Caño Aguaclarita	3	1	1	2	2	9
	360101	Zona alta del Río Ariporo	1	1	3	2	2	9
	360102	Río Ariporo	3	3	2	2	2	12
	360201	Zona alta del Río Casanare	1	3	1	1	3	9
	360202	Río Casanare	3	3	1	2	2	11
360301	Zona alta del Río Cravo Norte	2	1	1	1	3	8	

	360302	Río Cravo Norte	2	3	1	3	2	11
Guaviare	3203	Zona alta del Río Losada	2	1	1	3	2	9
	3204	Alto Guaviare	2	1	1	2	3	9
	3210	Medio Guaviare	2	1	1	2	3	9
	3212	Río Siare	1	1	1	1	3	7
	3213	Río Iteviare	3	1	1	1	3	9
	3214	Bajo Guaviare	1	1	2	1	3	8
	3215	Caño Minisiare	1	1	2	1	3	8
	3216	Alto Río Uvá	1	1	3	1	3	9
	3217	Bajo Río Uvá	1	1	3	1	3	9
	3218	Caño Chupabe	2	1	2	1	3	9
	320101	Zona alta del Río Guayabero	1	1	1	1	3	7
	320102	Río Guayabero	1	1	1	2	3	8
	320201	Zona alta del Río Guape	1	2	2	1	3	9
	320202	Río Guape	2	2	1	2	3	10
	320601	Zona alta del Río Ariari	1	2	3	1	3	10
	320602	Río Ariari	3	3	1	3	2	12
	320701	Zona alta del Río Guejar	2	1	3	3	2	11
320702	Río Guejar	3	3	1	3	2	12	
Inírida	3101	Río Inírida Alto	2	1	1	1	3	8
	3104	Río Inírida Medio	1	1	1	1	3	7
	3105	Río Papunaya	1	1	2	1	3	8
	3107	Caño Nabuquén	1	1	2	1	3	8
	3108	R. Inírida (mi), hasta bocas Caño Bocón, y R. Las Viñas	1	1	2	1	3	8
	3110	Caño Bocón	1	1	2	1	3	8
Meta	3510	Río Negro	3	3	1	1	1	9
	3511	Directos Río Metica (md)	1	2	2	3	3	11
	3512	Río Yucao	2	1	3	3	3	12
	3513	Río Melúa	2	1	2	3	3	11
	3514	Caño Cumaral	3	1	3	1	2	10
	3515	Río Manacacías	2	1	1	2	3	9
	3520	Directos al Meta (mi)	3	2	1	2	3	11
	3522	Caño Guanápalo y otros directos al Meta	3	3	1	3	2	12
	3524	Directos al Río Meta (mi)	3	1	2	2	3	11
	3525	Directos Bajo Meta	3	1	2	2	3	11
	3526	Directos al Río Meta (md)	3	1	2	3	3	12
	3527	Directos al Río Meta	2	3	2	3	3	13
	350101	Zona alta del Río Metica (Guamal - Humadea)	1	1	3	1	2	8
	350102	Río Metica (Guamal - Humadea)	3	3	2	2	1	11
	350201	Zona alta del Río Guayuriba	2	3	1	2	1	9
	350202	Río Guayuriba	2	3	1	1	1	8
	350301	Zona alta del Río Guatiquía	1	3	3	3	2	12
	350302	Río Guatiquía	3	3	3	2	1	12
	350401	Zona alta del Río Guacavía	1	2	3	3	1	10
	350402	Río Guacavía	2	3	1	1	2	9
	350501	Zona alta del Río Humea	1	2	3	1	3	10
	350502	Río Humea	2	3	1	2	2	10
	350601	Zona alta del Embalse del Guavio	1	3	1	3	2	10
	350602	Embalse del Guavio	1	2	3	2	2	10
	350701	Zona alta del Chivor	2	3	1	2	1	9
	350702	Chivor	1	3	3	3	3	13
	350801	Zona alta del Río Tunjita	1	3	1	2	2	9
350802	Río Tunjita	2	3	3	3	2	13	

	350901	Zona alta del Río Upía	2	3	3	2	2	12
	350902	Río Upía	2	2	3	3	2	12
	351801	Zona alta del Río Túa	1	1	3	2	3	10
	351802	Río Túa	3	3	3	3	3	15
	351901	Zona alta del Río Cusiana	1	3	3	2	2	11
	351902	Río Cusiana	3	3	2	3	3	14
	352101	Zona alta del Río Cravo Sur	1	3	3	2	3	12
	352102	Río Cravo Sur	3	3	2	3	3	14
	352301	Zona alta del Río Pauto	1	2	3	2	3	11
	352302	Río Pauto	3	3	2	3	3	14
Orinoco Directos	3801	Río Vita	3	1	2	1	3	10
	3802	Río Tuparro	3	1	2	1	3	10
	3803	Caño Matavén	1	1	2	1	3	8
	3804	Directos Río Atabapo (mi)	1	1	1	1	3	7
	3805	Directos Orinoco	3	1	2	1	2	9
	3809	Río Cinaruco y Directos Río Orinoco	3	1	2	3	2	11
Tomo	3401	Alto Río Tomo	2	1	3	2	2	10
	3402	Río Elvita	3	1	2	2	2	10
	3403	Bajo Río Tomo	3	1	2	1	2	9
	3405	Caño Lioni o Terecay	3	1	2	1	2	9
Vichada	3301	Alto Vichada	3	1	2	2	2	10
	3302	Río Guarrojo	2	1	3	2	2	10
	3303	Río Muco	3	1	3	3	1	11
	3305	Directos Vichada Medio	1	1	2	1	3	8
	3306	Bajo Vichada	2	1	3	1	3	10

2.6. Caracterización de Actores y Análisis de Gobernanza

2.6.1. Objetivos

Objetivo general: analizar las condiciones actuales de gobernanza a escala regional del recurso hídrico en la macrocuenca del río Orinoco. Los objetivos específicos planteados fueron:

Objetivo específico 1: Caracterización de los actores claves y las redes sociales en la Gobernanza del recurso hídrico en la macrocuenca del Río Orinoco.

- Cuáles son los actores claves que tienen relación con el manejo del recurso hídrico.
- Cuáles son las características de los actores claves?

Objetivo específico 2: Determinar las reglas formales y no formales

- Qué acuerdos, reglas formales y no formales existen para el uso, acceso, manejo y gestión del recurso hídrico?
- Cuál es la percepción que tienen los actores relacionados con el recurso hídrico sobre el marco legal, político e institucional de uso y manejo del mismo?

- Qué tipo de conflictos existen en la gobernanza del recurso hídrico?
- Qué estrategias se deberían implementar para mejorar la gobernanza del recurso hídrico?

Para efectos del presente documento, la Gestión Integral de recurso hídrico (GIRH), se define como un “proceso que promueve el manejo y desarrollo coordinado del agua, la tierra y los recursos relacionados, con el fin de maximizar el bienestar social y económico resultante de manera equitativa sin comprometer la sustentabilidad de los ecosistemas vitales” (Global Water Partnership, 2003).

2.6.2. Marco Referencial

La Gestión Integral de recurso hídrico (GIRH), se define como un “proceso que promueve el manejo y desarrollo coordinado del agua, la tierra y los recursos relacionados, con el fin de maximizar el bienestar social y económico resultante de manera equitativa sin comprometer la sustentabilidad de los ecosistemas vitales” (Global Water Partnership, 2003).

2.6.2.1. Principios

Los principios generales de la GIRH se mencionaron en la conferencia internacional del agua y medioambiente de Dublín en 1992 y se presentaron en la guía de principios de la GIRH, a saber:

- I. El agua dulce es un recurso vulnerable y finito, esencial para mantener la vida, el desarrollo y el medioambiente.
- II. El desarrollo y manejo de agua debe estar basado en un enfoque participativo, involucrando a usuarios, planificadores y realizadores de política a todo nivel.
- III. La mujer juega un papel central en la provisión, el manejo y la protección del agua.
- IV. El agua posee un valor económico en todos sus usos competitivos y debiera ser reconocido como un bien económico

La definición de políticas y planificación con el propósito de distribuir y manejar de manera eficiente y equitativa el recurso hídrico, necesita basarse en las siguientes consideraciones.

Las políticas y prioridades deben considerar la repercusión sobre los recursos hídricos, incluyendo la relación mutua existente entre las políticas macroeconómicas y el desarrollo, gestión y empleo del agua, para efectuar una integración intersectorial en el desarrollo de políticas. Las partes interesadas puedan implicarse en la planificación y gestión del agua, garantizando en especial la participación de mujeres y colectivos de pocos recursos. Las decisiones relacionadas con el agua, adoptadas a nivel local o en la cuenca hidrográfica no se deben contraponer con la consecución de objetivos nacionales más amplios. La planificación y estrategias en el ámbito hidrológico se deben integrar en objetivos sociales, económicos y ambientales más amplios.

2.6.2.2. La Gobernanza

La Comisión para la Gobernanza Global de la ONU, establecida en 1995, define la gobernanza global como “la suma de muchas formas en la que los individuos e instituciones, públicos y privados, gestionan sus asuntos comunes. Es un proceso continuo a través del cual intereses diversos o en conflicto, pueden ser acomodados y pueden adoptarse acciones cooperativas. Incluye instituciones formales y regímenes autorizados a imponer su cumplimiento, así como acuerdos no formales que personas e instituciones acuerdan o perciben según sus intereses”.

En el marco del análisis de la Gobernanza, se identificarán las reglas formales y no formales de interacción entre los actores, con relación al agua y en este sentido se analizará de manera cualitativa la efectividad de la aplicación las mismas. A su vez se estudiarán aquellos elementos que apoyan la toma de decisiones relacionada con la gestión y la buena gobernanza (García Perdomo & Jiménez, 2010).

La gobernanza: Es entendido como el ejercicio de la autoridad económica, política y administrativa en la gestión de los asuntos de un país en todos los planes. Esto incluye los mecanismos, procesos e instituciones mediante los cuales los ciudadanos expresan sus intereses, ejercen sus derechos, satisfacen sus obligaciones y resuelven sus diferencias (PNUD, 2012).

La gobernanza puede ser descrita como el medio a través del cual la sociedad define sus metas y prioridades y avanza en la cooperación, ya sea global, regional, nacional o local. Los sistemas de gobernanza se expresan a través de marcos políticos y jurídicos, estrategias y planes de acción (IUCN, 2004).

En lo que respecta a los recursos hídricos, el Global Water Partnership (GWP) se refiere a la gobernanza eficaz del agua y la define como el “rango de los sistemas políticos, sociales, económicos y administrativos que se establecen para desarrollar y manejar los recursos hídricos y el suministro de agua en los diferentes niveles de la sociedad” (Colom de Morán & Ballesteros, 2003).

Torres y Rodo, (2004) del Instituto Internacional de Gobernabilidad de Cataluña, definen la gobernanza como el proceso de toma de decisiones sobre asuntos colectivos, en donde se propone un sistema de gobierno innovador que toma en cuenta las reglas formales e informales, se establecen formas de interacción y cooperación entre actores involucrados (Torres & Rodó, 2004) .

La IUCN reconoce cuatro grandes tipos de gobernanza para las áreas protegidas que pueden relacionarse con las estrategias de gestión del agua: 1. La Gobernanza por parte del gobierno; 2. La Gobernanza compartida; 3. La Gobernanza privada y La Gobernanza por parte de pueblos indígenas y comunidades locales.

Principios de la buena Gobernanza de Bustamante y Palacios (Bustamante & Palacios, 2005), (2005):

- Participación: todos los ciudadanos, ambos mujeres y hombres, deben tener una voz directamente o a través de organizaciones intermediarias que representes sus intereses a lo largo de los procesos de formulación de políticas y toma de decisiones. Una amplia participación depende de que los gobiernos nacionales y locales sigan un enfoque inclusivo.
- Transparencia: la información debe fluir libremente dentro la sociedad. Los diferentes procesos y decisiones deben ser transparentes y abiertos al escrutinio público.
- Equidad: todos los grupos de la sociedad, ambos mujeres y hombres deben tener la oportunidad de mejorar su bienestar
- Responsabilidad: las organizaciones del gobierno, el sector privado y la sociedad civil deben ser responsables ante el público los intereses que representan.
- Coherencia: la creciente complejidad de las cuestiones vinculadas con los recursos hídricos, políticas apropiadas y acciones debe ser tomada en cuenta de forma que sean coherentes, consistentes y fácilmente entendibles.
- Sensibilidad: las instituciones y los procesos deben servir a todos los sectores de interés y responder apropiadamente a los cambios en las demandas y las preferencias, o cualquier nueva circunstancia.
- Integración: la gobernanza del agua debe comprometer y promover enfoques integrales y holísticos.
- Consideraciones éticas: la gobernanza del agua tiene que estar basada en los principios éticos de las sociedades en las que funciona, respetando los derechos de agua tradicionales.

2.6.2.3. La Gobernabilidad

Etimológicamente, gobernabilidad se refiere a la habilidad de gobernar y, por lo tanto, es una cualidad de la arquitectura de la gobernanza; denota la idea de una red compleja de relaciones. Sí entendemos a los gobiernos como redes de instituciones políticas, entonces gobernabilidad sería la capacidad de procesar y aplicar institucionalmente decisiones políticas (Barriga et ál. 2007).

La gobernabilidad tiene muchas dimensiones, pero algunas de las más básicas incluyen: legitimidad, efectividad, aceptación, integración y adaptación. Cada sociedad tiene valores y normas que legitiman al poder y a la autoridad. En la gobernabilidad democrática las elecciones limpias y transparentes suelen ser muy importantes para la legalidad y la legitimidad inicial. La

efectividad en lograr objetivos fundamentales es otra dimensión. La combinación de legitimidad y efectividad condicionan el nivel de aceptación de la población sobre el poder y la autoridad.

Una de las dos dimensiones puede compensar por debilidades en la otra a corto y mediano plazo, pero la sostenibilidad a largo plazo requiere tanto de legitimidad como efectividad (Jiménez 2008).

2.6.2.4. La Gobernanza del Recurso Hídrico

La noción de gobernanza de agua incluye la capacidad de diseñar políticas públicas y los marcos institucionales que socialmente son aceptados y movilizan recursos sociales en apoyo de ellos. La política del agua y el proceso para su formulación debe tener como su objetivo el desarrollo sostenible de recursos hídricos y hacer su implementación eficazmente, y que los actores claves/tomadores de decisiones estén involucrados en el proceso. La gobernanza sobrepone aspectos técnicos y económicos del agua, pero la gobernanza señala los elementos políticos y administrativos para solucionar un problema o aprovechar una oportunidad. La gobernanza del agua es un subconjunto de cuestión de la creación de una infraestructura nacional física e institucional y del todavía más general de cooperación social (Rogers y Hall 2003).

Algunas condiciones necesarias para establecer la gobernanza del agua son: fomentar la descentralización y dispersión de poder entre un grupo grande de instancias gubernamentales y cuasi-gubernamentales (Andrew y Goldsmith 1998); incrementar la participación social sin exclusiones y hasta niveles decisivos y con acuerdos vinculantes; compartir la responsabilidad de conservación del recurso; multiplicar el valor de la transparencia y comunicación en la red de actores y establecer un régimen regulatorio que incluya equitativamente las diversas necesidades e intereses sociales (Gentes, 2008).

La política internacional del agua, la necesidad de mejorar la gobernabilidad en relación con la gestión de recursos hídricos. La declaración Ministerial del segundo foro mundial del agua en la Haya, celebrado en el 2000, identificó a la inadecuada gestión del agua como el mayor obstáculo para la seguridad hídrica en el siglo XXI. La Conferencia Internacional sobre Agua Dulce de Bonn (2001), destacó que la cuestión principal era la necesidad de disposiciones de gestión más sólidas y con mejor resultados, advirtiendo que la responsabilidad de asegurar una gestión sostenible y equitativa de los recursos del agua reside en los gobiernos (PNUMA, 2007).

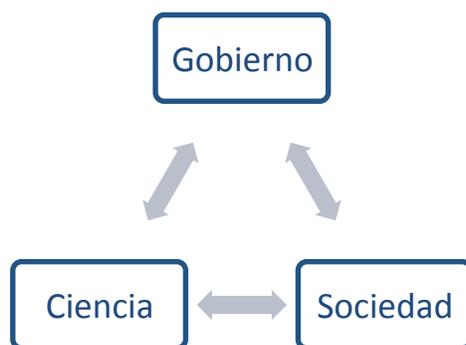
2.6.2.5. La Gobernanza un modelo triangular

Según Turton et ál (2007) la gobernanza como modelo triangular está estructurada alrededor de tres grupos de actores y las interacciones dinámicas y complejas entre los mismos: gobierno,

sociedad y ciencia. El modelo está influenciado por los sistemas políticos del país, la madurez y años de democracia, la cultura del gobierno departamental y las condiciones de la sociedad.

El contexto de la gobernanza como producto, buena gobernanza ocurre cuando la interface entre los tres grupos de actores que pueden ser llamados el triángulo efectivo (figura 60), se permite la apropiada retroalimentación continua e intercambio de información en los procesos de toma de decisión.

FIGURA 60. ESQUEMA DEL MODELO DEL TRIÁNGULO (AJUSTADO DE TURTON, HATTINGH, MAREE, & ROUX, 2007).



- Interfase Gobierno – Sociedad: es determinada por las necesidades y requerimiento de la sociedad, los procesos políticos y la permeabilidad del gobierno a las nuevas ideas de la sociedad civil y el mundo corporativo. La interface también representa el grado en el cual las necesidades de la sociedad son satisfechas por el gobierno.
- Interfase Gobierno – Ciencia: es determinada por la ciencia y la tecnología, que forman la base de la economía política y se extiende al conocimiento científico, informando en los procesos de toma de decisión, que son el centro de la función y salida del grupo actor gobierno. Las facilidades del gobierno en la aprobación de los procesos científicos a través de las iniciativas políticas, asignando recursos y todas las estrategias de dirección. Esta interface es crítica como la mayor implicación para la estabilidad social y crecimiento económico, haciendo la clave del asunto para una efectiva gobernanza en los países desarrollados y democracias jóvenes.
- Interfase Ciencia – Sociedad: puede ser pensada como la ciencia al servicio de la sociedad, incluyendo la forma en que el conocimiento científico es difundido dentro de la sociedad. En un país desarrollado con democracia madura, es visible como la tecnología es base de la economía, eventualmente manifestado como las desventajas comparativas en la economía global. En los países desarrollados y democracias jóvenes eso se refleja en la efectividad con la cual la ciencia y la tecnología base es armonizada con todas las necesidades de la sociedad.

2.6.2.6. Definición de actor y actor clave

Un actor es todo individuo que forma parte de un grupo, organización, entidad, corporativo o institución del sector público, social, privado, organización no gubernamental o agencia internacional que tenga relación directa o indirecta con el proyecto a ejecutar (SEMARNAT & CONAGUA., 2007). En el contexto del presente proyecto los actores relacionados hacen parte de entidades del gobierno Corporaciones Autónomas regionales, Parques Nacionales, Ministerios de Minas y Energía, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible, Gobernaciones). Representante de comunidades indígenas, ONGs, Academia, Sector Privado, usuarios del agua, organizaciones civiles.

Actores claves: Son aquellos individuos cuya participación es indispensable y obligada para el logro del propósito, objetivos y metas del proyecto en cuestión. Tienen el poder, la capacidad y los medios para decidir e influir en campos vitales que permitan o no el desarrollo del proyecto. En algunos casos pueden manifestar un interés directo, explícito y comprometido con los objetivos y propósito del mismo (SEMARNAT & CONAGUA, 2007). Los actores claves tiene las siguientes características:

- Forman parte de la sociedad asentada en el área de implementación del proyecto y representan intereses legítimos del grupo.
- Tienen funciones y atribuciones en relación directa con los objetivos del proyecto.
- Disponen de capacidades, habilidades, conocimiento, infraestructura y recursos para proponer, atender y solventar problemas científicos-técnicos.
- Cuentan con mecanismos de financiamiento o donación de recursos.
- Tienen capacidad de gestión y negociación con los diversos agentes y/o niveles gubernamentales que permiten construir consenso y acuerdos.
- Actores directos que están a favor del proyecto,
- Actores indirectos que están en oposición al proyecto pero es conveniente considerarlos debido a la dinámica propia de las localidades.
- Actores con posición neutral o indiferente debido a la carencia de información.

2.6.2.7. Características de los actores clave

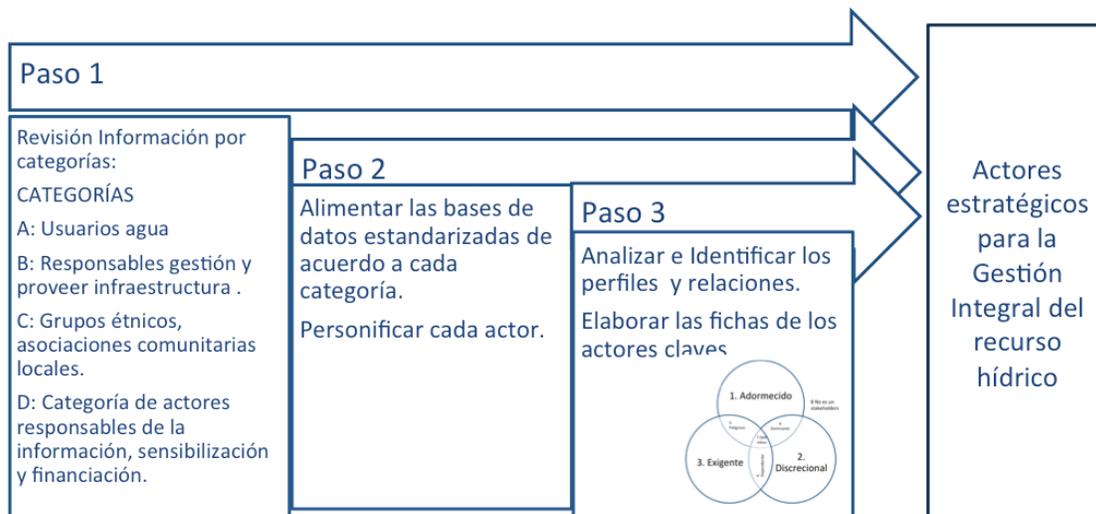
- Formar parte de la sociedad asentada en el área de implementación del proyecto y representan intereses legítimos del grupo.
- Tienen funciones y atribuciones en relación directa con los objetivos del proyecto.
- Disponen de capacidades, habilidades, conocimiento, infraestructura y recursos para proponer, atender y solventar problemas científicos-técnicos.
- Cuentan con mecanismos de financiamiento o donación de recursos.
- Tienen capacidad de gestión y negociación con los diversos agentes y/o niveles gubernamentales que permiten construir consenso y acuerdos.
- Actores directos que están a favor del proyecto,
- Actores indirectos que están en oposición al proyecto pero es conveniente considerarlos debido a la dinámica propia de las localidades.
- Actores con posición neutral o indiferente debido a la carencia de información.

2.6.3. Metodología

2.6.3.1. Identificación y caracterización de actores

El procedimiento seguido en la identificación de actores estratégicos para la gestión integral del recurso hídrico y la elaboración de las bases de datos sobre los mismos se presenta en la figura 61.

FIGURA 61. METODOLOGÍA SEGUIDA EN LA IDENTIFICACIÓN DE ACTORES ESTRATÉGICOS PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DEL RECURSO HÍDRICO EN LA MACROCUENCA DEL ORINOCO.



2.6.3.1.1. Paso 1: Identificación de actores

Se realizó una revisión de información secundaria de acuerdo al siguiente orden de categorías de actores:

Categoría A: usuarios del agua.

- Acueductos y alcantarillados: Agua para uso doméstico, tratamiento de aguas residuales.
- Hidrocarburos.
- Agricultura y ganadería: Palmicultores, ganaderos, porcicultores, pescadores, entre otros.
- Energía – Hidroeléctricas.
- Minería – Sector minero.
- Recreación, deporte y turismo.

Categoría B: Actores responsables en la elaboración de estrategias, planeación y formulación de políticas.

- Autoridades: Formuladores de políticas, asignación de presupuesto, gestión de recursos hídricos, administradores de áreas protegidas. (POMCAS, control de inundaciones y drenajes, protección ambiental, control de la calidad del agua). En este grupo se ubican los Ministerios, corporaciones Autónomas Regionales, Congreso de la República, los entes territoriales (Alcaldías y Gobernaciones), entre otros.

Categoría C: Grupos étnicos, asociaciones comunitarias locales:

- Asociaciones de Autoridades indígenas tradicionales representantes de resguardos.
- Organizaciones sociales locales.

Categoría D: Categoría de actores responsables en la información y financiación

- Investigación y monitoreo.
- Conciencia pública.
- Resolución de conflictos.
- Financiación.

En esta categoría se ubican las Universidades, Institutos y ONG, entre otros.

Las fuentes secundarias revisadas fueron:

- POMCAS de los ríos: Negro-Blanco Guayuriba, Guatiquía, Garagoa – Subcuenca río Macheta, Acaciñas y Ocoa. Cravo Sur, Cusiana, Guavio, Tacuya, Charte, Chitamena, Pauto, Tacuya, Tame y Unete.
- Información de licencias ambientales expedida por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales para los departamentos de la Macrocuenca del Orinoco.
- Antecedentes de estudios de actores: Base de datos del Proyecto Biodiversidad y Desarrollo en Ecorregiones Estratégicas de Colombia - Orinoquía Programa de Investigación en Política y Legislación Área de planes de Acción regionales en Biodiversidad (Batura, 2004). Caracterización de los Grupos Humanos Rurales de la Cuenca Hidrográfica del Orinoco en Colombia (Sánchez, 2007).
- Informes del DANE, INCODER, FAO.

2.6.3.1.2. Paso 2: Alimentación de las bases de datos siguiendo los siguientes estándares para cada actor

Se tuvieron en cuenta los siguientes estándares para cada actor.

- Información Espacial: Internacional, nacional y regional, departamental, municipal y local.
- Información de la naturaleza: Gubernamental, no gubernamental, entidades mixtas, privadas, comunidades locales.

- Nivel de involucramiento con el proyecto (Gestión Integral del Recurso Hídrico): Directa, incipiente, potencial, ninguna relación.
- Información ubicación geográfica: Departamento, municipio, cuenca, subcuenca, unidad de análisis.
- Personificación del actor: Misión, teléfono, dirección de contacto, página web, correo electrónico, logo, planes, proyectos, contratos, entre otros.
- Fuente de la información.
- Perfil del actor (se diligencia posterior al paso 3)

2.6.3.1.3. Paso 3: Identificación de perfiles y relaciones

A partir de los cuatro talleres realizados se identificaron los actores clave que se presentan en la tabla 69.

TABLA 69. ACTORES CLAVE IDENTIFICADOS EN LOS TALLERES LOCALES.

Localidad	Cuencas de la zona de análisis	Número asistentes	Instituciones
Arauca	Ríos Cravo Norte, Río Arauca, Río Casanare, Río Cinaruco, Río Bojabá, Caño Samuco los cuales se ubican en el departamento de Arauca; la zona norte del departamentos de Casanare y la vertiente oriental de la cordillera oriental de los departamentos del Norte de Santander y Boyacá.	22	Fedegan, Ecopetrol, Gobernación de Arauca, Universidad Nacional, Departamento de Prosperidad Social, IAVH, Alcaldía de Arauca, INCODER, ICA, Fedearroz, Asociación de Arroceros, Corponor, Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible, Parque Nacional Natural Cocuy.
Yopal	Caño Guanápalo y otros directos al Meta, chivor , zona alta del chivor, Directos al Río Meta, Embalse del Guavio, Zona alta del Embalse del Guavio, Directos Bajo Meta, Río Cravo Sur, Zona alta del Río Cravo Sur, Río Cusiana, Zona alta del Río Cusiana, Río Pauto, Zona alta del Río Pauto, Río Túa, Zona alta del Río Túa, Río Tunjita, Zona alta del Río Tunjita, Río Upía, Zona alta del Río Upía los cuales se ubican en los departamentos de Boyacá y Casanare	27	Fundación Demos Orinoquia, Unisangil, Horizonte Verde, Unitrópico, Petrominerales, Ecopetrol, Fund. Cunaguaro, Fedegan, Corpoboyacá, Corpochivor, Corporinoquia, IDEAM, Gobernación de Casanare, Fund. Matemonte, ABC, ICA, CORDEPAZ,
Villavicencio	Río Inírida Alto, Río Inírida Medio Río Papunaya, Caño Nabuquén, Río Inírida hasta bocas Caño Bocón y Río Las	50	WWF, Horizonte Verde, Universidad Nacional, Unillanos, Ecopetrol, Parques Nacionales, Parque Chingaza, Cormacarena, Alcaldía de

	Viñas, Caño Bocón, Río Guayabero, Zona alta del Río Guayabero, Río Guape, Zona alta del Río Guape, Zona alta del Río Losada, Alto Guaviare, Río Ariari, Zona alta del Río Ariari, Río Guejar, Zona alta del Río Guejar, Medio Guaviare, Río Siare, Río Iteviare, Bajo Guaviare, Caño Minisiare, Alto Río Uvá, Bajo Río Uvá, Caño Chupabe, Río Metica (Guamal - Humadea), Zona alta del Río Metica (Guamal - Humadea), Río Guayuriba, Zona alta del Río Guayuriba, Río Guatiquía, Zona alta del Río Guatiquía, Río Guacavía, Zona alta del Río Guacavía, Río Humea, Zona alta del Río Humea, Embalse del Guavio, Zona alta del Embalse del Guavio, Zona alta del Chivor, Río Upía, Río Negro, Directos Río Metica, Río Yucao, Río Melúa, Caño Cumaral, Río Manacacias, Río Túa, Directos al Río Meta, Directos Río Atabapo, los cuales se ubican en los departamentos de Cundinamarca, Guainía, Guaviare, Meta, Vaupés y Vichada.		Acacias, Gobernación del Meta, ANLA, Periódico del Llano para el Mundo, POT Norte, SENA, MADS, Red de Reservas de la Sociedad Civil, Asorinoquia, Fenalce, ANH, Secretaria del Medio Ambiente del Meta, EAAV ESP., Río Paila Castilla, IALL Unillanos, Ecopetrol, Gobernación Guaviare, Omacha, Defensoría, Universidad de los Andes, Fedegan, Gobernación del Meta, ICA.
Puerto Carreño	Alto Vichada, Río Guarrojo, Río Muco, Directos Vichada Medio, Bajo Vichada, Alto Río Tomo, Río Elvita, Bajo Río Tomo, Caño Lioni o Terecay, Directos Bajo Meta, Directos al Río Meta, Río Vita, Río Tuparro, Caño Matavén, Directos Orinoco, Río Manacacias los cuales se ubican en los departamentos de Arauca, Casanare, Meta y Vichada.	15	Gobernación de Vichada, Umata, Corporinoquia, Parque Nacional Natural Tuparro, IDEAM, Corporación Ambiental Pedregosa, Indupalma, Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible, SENA, OMACHA.

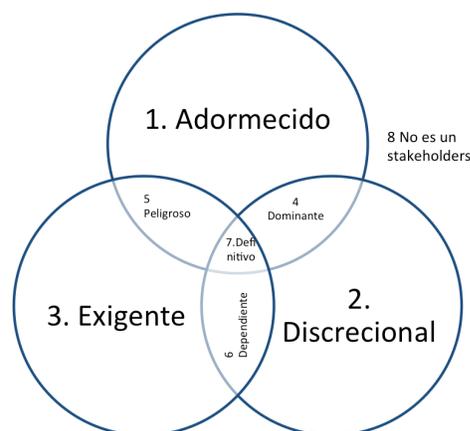
Con base en la información colectada en las bases de datos y los ejercicios en los talleres, se emplearon elementos de la metodología de análisis de stakeholders de Mitchell, et. al (Mitchell, Bradley, & Woo, Toward a theory of stakeholder identification and salience: defining the principle of who and what really counts, 1997; Mitchell, Bradley, & Woo, Toward a theory of stakeholder identification and salience: defining the principle of who and what really counts, 1997) y la metodología análisis social CLIP de (Chevalier, 2004) el cual permitió clasificar los actores en los siguientes perfiles (Figura 62):

- L: Legitimidad, es cuando otros actores reconocen, por ley o mediante las costumbres locales, sus derechos y responsabilidades y la determinación que se muestra cuando la ejerce. También puede ser entendida como la percepción generalizada de que las acciones de un actor social (persona, organización, marca, símbolo, etc.) son deseables o apropiadas dentro de ciertos sistemas socialmente construidos de normas, valores, creencias y definiciones (Suchman , 1995).
- U: Urgencia, Intereses hace referencia a las pérdidas o ganancias que el actor experimentará con base a los resultados de las acciones existentes o propuestas. Estas pérdidas y ganancias influyen en su acceso al poder, la legitimidad y las relaciones sociales. Los intereses de acuerdo a Mitchell et. al. 1997, está relacionado con la urgencia o el clamor de por una atención inmediata en función de diferentes grados de: a) sensibilidad temporal de no aceptación del atraso; y b) criticidad, equivalente a la importancia del clamor, teniendo en vista la posibilidad de daño a la propiedad, sentimiento, expectativa y exposición. La escala de evaluación de la urgencia considera así la sensibilidad temporal, definida como la aceptación o no del atraso, y la criticidad, referida en relación con la posibilidad de daño a la propiedad, sentimiento, expectativa y exposición. La urgencia se manifiesta, por ejemplo, en el interés de los ciudadanos, en tanto clientes de una organización gubernamental, de que ésta produ9bzca la mayor cantidad posible de recaudación, toda vez que hay carencias sociales urgentes que necesitan ser suplidas de inmediato, sin la cual tendría lugar un gran perjuicio en términos de bienestar (mortalidad, ignorancia, desamparo, etc.) (Mitchell , Bradley, & Woo, Toward a theory of stakeholder identification an salience: defining the principle of who and what really counts, 1997).
- P: Poder, es la habilidad para utilizar los recursos que controla para lograr sus objetivos. Estos recursos incluyen la riqueza económica la autoridad política, la habilidad para utilizar la fuerza o amenazar con utilizarla, el acceso a la información conocimiento y habilidades y los medios para comunicarse. De acuerdo a la definición de Mitchell, R. Et. al. 1997, el poder es definido como la posibilidad de obtención por un actor social - o alguna de las partes de recursos coercitivos (fuerza física, armas), recursos utilitarios (tecnología, dinero, conocimiento, logística, materias primas) y recursos simbólicos (prestigio, estima, carisma) para imponer su voluntad sobre otro(s) en una relación (Weber, 1947).

FIGURA 62. TIPOLOGÍA DE ACTORES SEGÚN MITCHELL, ET. AL. 1997.



Atributos de los actores claves



Las 7 categorías o perfiles de actores que pueden encontrarse.

Actores latentes:

No 1 Adormecido o inactivo: Son actores con poder pero sin legitimidad ni urgencia. El poder coercitivo del Estado, mucho dinero o la influencia de los medios, pueden no servir en absoluto si quienes cuentan con estos recursos no tienen urgencia y si su interés no es legítimo. Lo esencial para estos stakeholders es la posibilidad de que adquieran un segundo atributo (legitimidad o urgencia).

No 2 Exigente o marginado: La urgencia, sin poder ni legitimidad, hace que estos actores sólo sean barulleros e incómodos.

No 3 Discrecional o interesado: con legitimidad, pero sin urgencia y sin poder. La atención a esta categoría de actores depende del reconocimiento discrecional de la organización, lo que normalmente se da sobre bases filantrópicas.

Actores expectantes:

No 4 Dominante o influyente: son actores con poder y legitimidad, que forman parte de la coalición dominante en la organización. Por lo tanto, sus intereses y expectativas marcan una diferencia para la organización.

No 5 Peligroso o fuerte: tienen urgencia y poder sin legitimidad. Existe, en este caso, espacio para el uso de la coerción por parte de esta categoría de actor, bajo la forma de adquisiciones hostiles, sabotaje, huelga, terrorismo, etc.

No 6 Dependiente o vulnerable: urgencia y legitimidad sin poder hacen a esta categoría de actores dependientes del poder de otros actores, de adentro o de afuera de la organización, de modo de asegurar que sus intereses sean atendidos o no marginados.

Actores definitivos:

No 7 Definitivos: son los que poseen los tres atributos: son actores expectantes cuyos intereses, al incorporar el atributo que les faltaba, pasan a ser prioritarios sobre los demás.

2.6.3.1.4. Análisis de relaciones

Para el estudio de relaciones entre los actores priorizados en el diagrama de PLU (Figura 63), se construye una matriz de relaciones. Para esto, primero se ubican todos los actores de acuerdo a su categoría y el perfil identificado. Luego en un taller con los actores estratégicos para la gestión integral del recurso hídrico se identifican las relaciones que son de colaboración (línea verde), conflicto (línea roja), en proceso (línea amarilla). De esta manera las redes constituyen la herramienta principal para representar las interacciones entre los diferentes actores de una manera amigable (Figura 64).

FIGURA 63. PERFILES Y CATEGORÍAS DE LOS ACTORES.

PERFILES	CATEGORIAS									
	Comunidad	Sector productivo	Autoridades Nacionales	Autoridades Regionales	Entes Territoriales	ONG	Institutos	ACADEMIA	Prestadores de servicios públicos	Grupos armados al margen de la ley
PLU			C							
PL					D					
PU		B						E		
UL										
P										
L										
U	A									

FIGURA 64. PERFILES, CATEGORÍAS Y LAS RELACIONES ENTRE ACTORES.

PERFILES	CATEGORIAS									
	Comunidad	Sector productivo	Autoridades Nacionales	Autoridades Regionales	Entes Territoriales	ONG	Institutos	ACADEMIA	Prestadores de servicios públicos	Grupos armados al margen de la ley
PLU			C							
PL					D					
PU		B						E		
UL										
P										
L										
U	A									

El análisis de redes sociales es una herramienta que permite conocer las interacciones entre diferentes actores partiendo de datos de tipo cualitativo. Para analizar los niveles de las relaciones entre los actores se aplicó la metodología de análisis de redes sociales (Clark, 2006) y para su sistematización se empleó la herramienta UCINET, para lo cual se definieron los siguientes aspectos de la relación:

- Relaciones de colaboración: Intercambios de planificación y gestión, intercambios de capacitación y fortalecimiento de capacidades, intercambios de financiamiento y gestión financiera, intercambios de información.

- Relaciones de conflicto: corresponde a la respuesta frente a los instrumentos de control o regulación, bien por su aplicación o por su omisión, también corresponde a la incoherencia entre el discurso y las acciones entre otros.
- Relaciones en proceso: son relaciones que se encuentran en etapas iniciales de acercamiento y diálogos pero no hay un compromiso formal a más largo plazo entre las dos instituciones.

Elementos básicos de una red:

- Nodos o actores: son las personas o grupos de personas que se encuentran entorno a un objetivo en común y la suma de todos los nodos representan el tamaño de la red (Velázquez Álvarez & Aguilar Gallegos, 2005).
- Vínculos: son los lazos que existen entre dos o más nodos. Se representan con líneas.
- Flujo: Indica la dirección del vínculo.
- El empleo de la herramienta de UCINET permite identificar el grado de centralización o cuando un actor ejerce un papel central al estar altamente conectado en la red.

La estructura de una red se puede analizar a través de gráficos de redes e indicadores. El análisis visual de la gráfica de actores permite realizar las primeras hipótesis acerca del comportamiento y de cuáles son los nodos más importantes o centrales. Los indicadores se pueden analizar para cada nodo o para toda la red.

Tipo de indicadores:

TABLA 70. TIPO DE INDICADORES (VELÁZQUES ÁLVAREZ & AGUILAR GALLEGOS, 2005).

Tipo de indicador	Aplicación Nodo	Aplicación Toda la Red	Descripción
Densidad	Si	Si	Muestra el valor en porcentaje de la densidad de la red, es decir muestra la alta o baja conectividad de la red. Es el cociente entre el número de relaciones existentes con las posibles.
Centralidad	Si	No	El grado en que un actor está directamente unido
Centralización	No	Si	Es cuando un actor ejerce un papel claramente central al estar altamente conectado a la red
Intermediación	Si	Si	Posibilidad que tiene un nodo para intermediar las comunicaciones entre pares de nodos, se conocen como actores puentes.
Cercanía	Si	Si	Capacidad de un actor para alcanzar a todos los nodos de la red.

2.6.3.2. Gobernanza

En el marco del análisis de la Gobernanza, se identificarán las reglas formales y no formales de interacción entre los actores, con relación al agua y en este sentido se analizará de manera cualitativa la efectividad de la aplicación las mismas. A su vez se estudiarán aquellos elementos

que apoyan la toma de decisiones relacionada con la gestión y la buena gobernanza (García Perdomo & Jiménez, 2010).

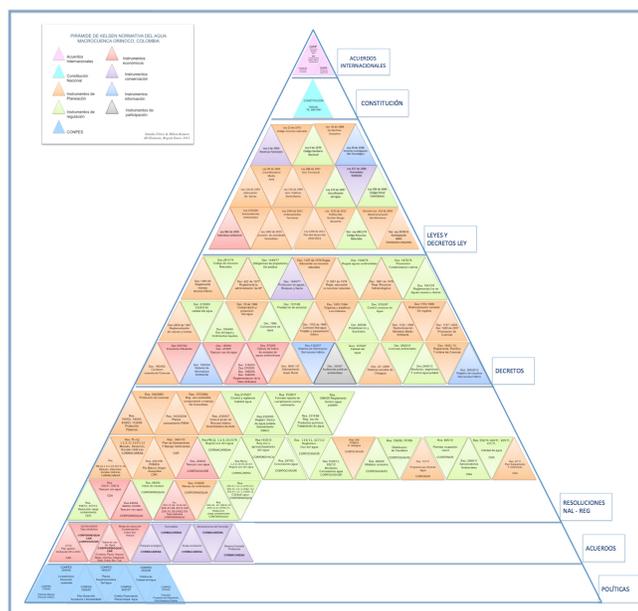
Determinar las reglas formales y no formales

1. Revisión de la documentación existente sobre la política de agua en Colombia y las reglas o políticas formales nacionales de recursos hídricos, leyes, decretos, normas y resoluciones, áreas protegidas, reglamentos grupos étnicos. Recopilación, organización y sistematización de la información en excel para continuar con los análisis y síntesis.

2. Las categorías de análisis de reglas formales o no formales con los actores claves son las siguientes (Figura 65):

- Marco político, legal e institucional vigente para el ámbito nacional.
- Las ordenanzas municipales.
- Las técnicas y prácticas escritas o no para manejar el agua en las comunidades.
- Se construirá una pirámide de Kelsen, la cual será la base de análisis para los talleres con expertos.

FIGURA 65. PIRÁMIDE DE KELSEN DEL AGUA



3. Talleres con actores estratégicos del recurso hídrico: a través del empleo de la pirámide de Kelsen se realizará un análisis del nivel de formalidad y la efectividad de las reglas formales y no formales con base en la metodología del manual de asistencia de recursos naturales y gobernanza

(Fischer, et. al.2004); donde la caracterización de las reglas se realiza de acuerdo a las siguientes características:

Tipos de reglas o normas	Nivel de Formalidad (formal o no formal)	Efectivo (si / no)	No es efectivo Por qué? Describe el conflicto

- a. El grado de formalidad de las reglas: ¿se trata de reglas formales y no formales?
- b. El grado de aplicación de las reglas: ¿verdaderamente se aplican las reglas o no se aplican; se puede confiar en su cumplimiento o no tienen ningún impacto?.
- c. El sentido de las reglas: ¿se percibe que las reglas tienen sentido desde el punto de vista de quienes la aplican?

4. Con base en la sistematización se determinaran las convergencias (relaciones coherentes y claras entre normas a favor de la GIRH), divergencias (disposiciones, normas o decisiones que son antagónicas, confusas o ambiguas en la GIRH) y vacíos (no existe una regulación), duplicidad (una misma función es desempeñadas por diferentes actores) entre las normas relacionadas con el recurso hídrico.

Preguntas de aspectos normativos e institucionales del agua para consumo humano:

¿Qué normativas existen o regulan la protección, conservación, uso y manejo del agua para consumo a nivel de la región o país?, ¿Qué instituciones tienen relación con la gobernanza del agua para consumo humano (función y cumplimiento)?, ¿Qué limitaciones o problemas, debilidades, fortaleza u oportunidades existen en el marco normativo de políticas para la GIRH para consumo humano?.

Preguntas sobre la gobernanza del agua para consumo humano:

¿Quiénes son y cuáles son sus funciones?, ¿Cuál es su perfil de poder, urgencia, legitimidad, colaboración y conflicto?, ¿Cuál es el grado de relacionamiento entre los actores que tienen relación con el agua para consumo humano?, ¿Qué Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas existen en la participación de actores en la gobernanza del agua para consumo humano?.

Preguntas para determinar algunas características de la demanda:

¿Cuál es la variedad de la demanda per cápita de agua en la cuenca?, ¿Cuáles son los principales usos?, ¿Cuál es el costo de los diferentes usos del agua?, ¿cuál es la continuidad frecuencia del servicio?, ¿cuál es la cobertura de acueductos y alcantarillados?

Los principios de una buena gobernanza

Los actores estratégicos participantes del taller reflexionan sobre las características de una buena gobernanza del agua, resultante de la implementación del plan estratégico de la macrocuenca del Río Orinoco. Al terminar la reflexión se comparan los principios establecidos en la política de la Gestión Integral del Recurso Hídrico y los identificados por los participantes.

Una vez identificados se realiza una relación de la pertinencia coherencia de los instrumentos de planificación, regulación-control, económicos, conservación, participación, entre otros para dar cumplimiento a los principios de una buena gobernanza.

2.6.4. Resultados

2.6.4.1. Identificación y caracterización de actores

2.6.4.1.1. Bases de datos de actores

Se registraron un total de 1.257 actores, siendo la categoría de usuarios el grupo más representativo, tal como se presenta en la tabla 71. Anexo 3.

TABLA 71. DISTRIBUCIÓN DE LOS ACTORES INCLUIDOS EN LA BASE DE DATOS DE ACUERDO A SU CATEGORÍA.

Categoría de actores	Total
Categoría A: usuarios del agua	962
Categoría B: Actores responsables legalmente de la elaboración de estrategias, planeación y formulación de políticas	178
Categoría C: Grupos étnicos, asociaciones comunitarias locales	27
Categoría D: actores responsables de la gestión de información y la financiación	90
TOTAL	1.257

- Base de datos de actores Categoría A: usuarios del agua.

En esta categoría priman los actores relacionados con el sector minero, cuya descripción se presenta a continuación y en la tabla 72.

El Ejército Nacional es la entidad que se encuentra más representada, cuenta con 11 permisos de explotación de materiales para construcción en los municipios de Mesetas (2) y en San Juan de Arama (9). Seguido por Sociedad Anónima Simplificada D.D.I. Mining S.A.S. con 10 permisos en tres municipios del Norte de Santander, Minergeticos S.A. tiene 9 permisos en Boyacá, Acerías Paz del Río tiene 9 permisos en Boyacá y Cundinamarca, Panderena E.U tiene 8 permisos en Norte de Santander, Cemex Colombia S.A. cuenta con 8 permisos en Cundinamarca y Meta y AngloGold

Ashanti Colombia S.A. con 8 permisos en Cundinamarca y Norte de Santander. Los productos mineros de mayor explotación son materiales de construcción, carbón y esmeraldas.

La empresa de Ecopetrol tiene 209 títulos mineros, siendo Santander el Departamento con el mayor número, seguido de Meta y Casanare.

BP Exploration Company, tienen 111 títulos, la gran mayoría se encuentran en el Meta, los municipios de Villavicencio y Aguazul son los que presentan mayor presencia.

TABLA 72. DISTRIBUCIÓN DE LOS ACTORES DE CATEGORÍA A, USUARIOS DEL AGUA, EN LOS DEPARTAMENTOS DE LA MACROCUECNA DEL ORINOCO.

Categoría A: usuarios del agua			
ACUEDUCTOS Y EMPRESAS DE SERVICIOS PÚBLICOS	Arauca	5	63
	Boyacá	7	
	Casanare	4	
	Cundinamarca	9	
	Meta	24	
	Norte de Santander	5	
	Santander	8	
	Vichada	1	
SECTOR HIDROCARBURO	Arauca	18	165
	Boyacá	12	
	Casanare	67	
	Cundinamarca	11	
	Guainía	2	
	Guaviare	3	
	Meta	34	
	Norte de Santander	4	
	Santander	2	
Vichada	12		
SECTOR MINERO	Arauca	24	649
	Boyacá	111	
	Casanare	93	
	Cundinamarca	82	
	Guaviare	8	
	Meta	212	
	Norte de Santander	91	
	Santander	15	
	Vichada	13	
SECTOR AGROPECUARIO	Agropecuario	72	78
	Sector Ganadero	2	
	Sector pesquero	4	
SECTOR ARTESANOS Y TURISMO	Artisanos	1	5
	Turismo	4	
TRANSPORTE	Transporte fluvial	2	2
TOTAL			962

- Base de datos de actores Categoría B: Actores responsables en la elaboración de estrategias, planeación y formulación de políticas.

Tal y como se presenta en la tabla 73, esta base de datos está conformada por:

122 entidades territoriales (Alcaldías y Gobernaciones), 24 Autoridades ambientales y 32 Autoridades de funciones diferentes. En el ámbito local se registran Alcaldías, Juntas Administradoras de agua y juntas de acción comunal. A nivel Nacional están los Ministerios, Parques Nacionales, Presidencias, Antinarcóticos, Contralorías, entre otros. A nivel regional se registran 11 Corporaciones Autónomas Regionales y 11 Gobernaciones. De acuerdo a la naturaleza se identifican 144 entidades Gubernamentales y 2 entidades comunitarias.

Siete (7) Corporaciones autónomas regionales de Cundinamarca, Chivor, Guavio, De la Frontera Nororiental, Boyacá, Meta y Orinoquia. Cuatro (4) corporaciones para el desarrollo sostenible la del Norte y el Oriente Amazónico, el área de manejo espacial de la Macarena y la del Sur de la Amazonia.

TABLA 73. DISTRIBUCIÓN DE LOS ACTORES DE CATEGORIA B, RESPONSABLES DE LA GESTIÓN, SEGÚN SU NIVEL DE COMPETENCIA.

Categoría B: Actores responsables de la gestión			
AUTORIDAD AMBIENTAL	Local	4	24
	Nacional	13	
	Regional	7	
AUTORIDADES	Nacional	23	32
	Regional	9	
ENTE TERRITORIAL	Local	112	122
	Regional	10	
TOTAL			178

- Base de datos de actores Categoría C: Grupos étnicos, asociaciones comunitarias locales.

Tal y como se presenta en la tabla 74, en esta base de datos se tienen registrados 134 Resguardos indígenas y 18 Asociaciones indígenas. La organización Nacional Indígena de Colombia - ONIC, es la entidad encargada en facilitar y gestionar la participación de los pueblos indígenas y sus representantes en los escenarios de decisión y ejecución de políticas públicas, propiciando y concertando su articulación en condiciones de equidad y desde su diversidad a los procesos de desarrollo económico y social del país. En el ámbito de la Macrocuenca está la Organización de Pueblos Indígenas de la Orinoquia Colombiana OPIOC, conformada en el 2005. Hay 14 organizaciones en Casanare, Guaviare, Meta, Vichada tiene 3 organizaciones, Guainía y Matavén.

TABLA 74. DISTRIBUCIÓN DE LOS ACTORES DE CATEGORIA C, GRUPOS ÉTNICOS Y ASOCIACIONES COMUNITARIAS.

Categoría C: Grupos étnicos, asociaciones comunitarias locales:			
ASOCIACIONES INDÍGENAS	Nacional	2	18
	Regional	16	
ORGANIZACIONES SOCIALES	Regional	9	9
TOTAL			27

- Base de datos de actores de Categoría D: responsables de la gestión de información, conciencia pública y resolución de conflictos.

Tal y como se presenta en la tabla 75, el grupo más representativo son las ONG, de las cuales 23 tienen jurisdicción regional y 15 Nacional. Tienen presencia de 13 instituciones Universitarias, la gran mayoría son grupos de investigación de Bogotá. De los 17 institutos que hacen presencia en el territorio, el 88% son de jurisdicción Nacional. Se identificaron 9 fuentes financiadoras 4 de las cuales son internacionales.

TABLA 75. DISTRIBUCIÓN DE LOS ACTORES DE CATEGORIA D, RESPONSABLES DE LA INFORMACIÓN Y LA FINANCIACIÓN.

Categoría D: Categoría de actores responsables en la información y financiación			
ACADEMIA NACIONAL	Arauca	2	13
	Boyacá	1	
	Cundinamarca	1	
	Meta	1	
	Bogotá	7	
	Medellín	1	
ACADEMIA REGIONAL	Arauca	1	8
	Meta	4	
	Villavicencio	1	
	Florencia	1	
	Ibague	1	
ONG	Local	4	43
	Regional	23	
	Nacional	14	
	Internacional	2	
INSTITUTOS	Nacional	15	17
	Regional	2	
FINANCIADORES	Nacional	5	9
	Internacional	4	
TOTAL			90

2.6.4.1.2. Actores claves para la gestión integral del recurso hídrico

Los actores claves identificados se dividen en tres grupos los de mayor incidencia en la gestión integral del recurso hídrico, incidencia leve y actores que por mandato legal deberían incidir.

Los actores con mayor incidencia: Son los actores que fueron seleccionados como definitivos en los talleres realizados en Arauca, Yopal, Puerto Carreño y Villavicencio. Retomando la explicación de Mitchell et.al. (1997), un actor definitivo es aquel que posee los atributos de poder, legitimidad

y urgencia frente a la gestión del recurso hídrico. A su vez son actores que fueron identificados como nodos claves de primer nivel de centralización en las redes de relaciones elaboradas en los mismos talleres.

Los actores con incidencia leve: son al igual que el anterior un actor definitivo o que posee los atributos de poder, legitimidad y urgencia frente a la gestión del recurso hídrico y a su vez son nodos de segundo o tercer nivel de la red de relaciones.

Los actores que por mandato legal deberían incidir sobre el recurso hídrico en la macrocuenca: Son aquellos actores que son responsables en la elaboración de estrategias, planeación y formulación de políticas, así como también de los encargados de proveer la infraestructura pública para proveer del servicio a los usuarios.

2.6.4.1.3. Análisis de actores definitivos o claves

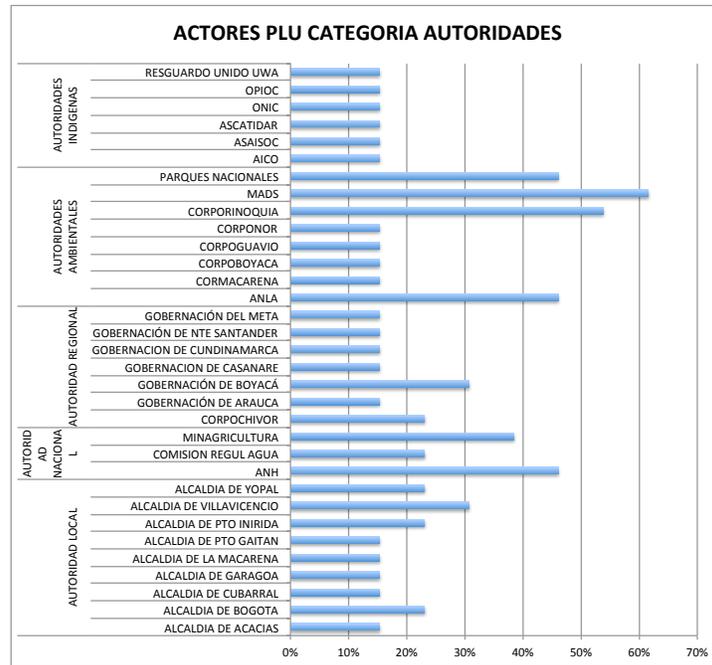
En cuanto al perfil del actor los actores claves identificados fueron:

Categoría de Autoridades y Entes Territoriales

TABLA 76. CLASIFICACIÓN DE AUTORIDADES Y ENTES TERRITORIALES - PODER, LEGITIMIDAD Y URGENCIA.

Jurisdicción	Categoría Poder + Legitimidad y Urgencia			
	Bajo <20%	Medio 20-40%	Alto 40-60%	Muy Alto >60
Autoridad Nacional		Comisión Nacional Reguladora del Agua Ministerio Agricultura	Parques Nacionales, ANLA, ANH	Ministerio del Ambiente y Desarrollo sostenible
Autoridades Regionales	Otras Corporaciones, Gobernaciones	Gobernación de Boyacá, Corpochivor	Corporinoquia	
Entes Territoriales	Otras Alcaldías	Alcaldía de Villavicencio, Yopal y Puerto Inírida, Bogotá		

FIGURA 66. ACTORES PLU CATEGORÍA DE AUTORIDADES.



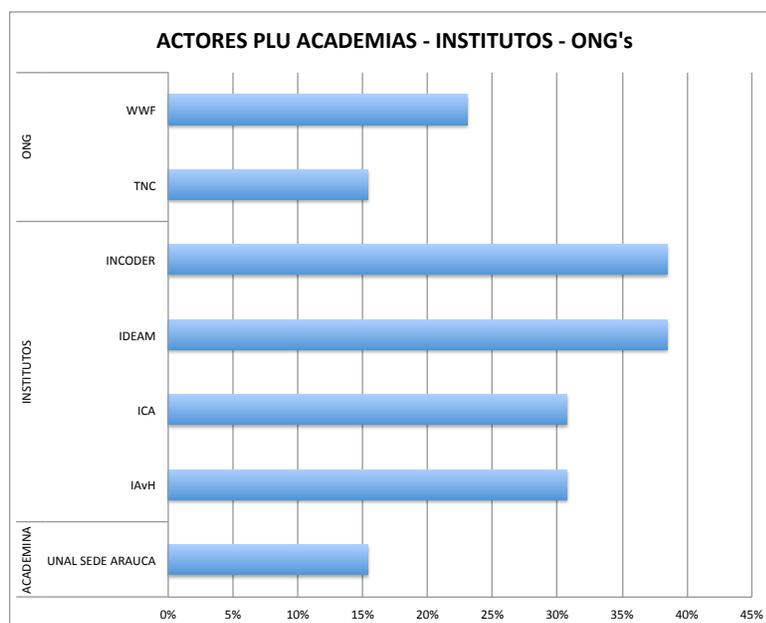
El Ministerio del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, Parques Nacionales Naturales, ANH ANLA y Corporinoquia, fueron los actores que fueron priorizados por todas las mesas de trabajo de los talleres como actores definitivos.

Categoría de institutos, academia y organizaciones no gubernamentales

TABLA 77. CLASIFICACIÓN INSTITUTOS ACADEMIAS Y ORGANIZACIONES NO GUBERNAMENTALES - PODER, LEGITIMIDAD Y URGENCIA.

Jurisdicción	Categoría Poder + Legitimidad y Urgencia			
	Bajo <16%	Medio 16-26%	Alto 26-36%	Muy Alto >36
ONG	TNC	WWF		
Academia	UNAL Sede Arauca			
Institutos			IAVH ,ICA	INCODER, IDEAM

FIGURA 67. ACTORES PLU CATEGORÍA ACADEMIAS, INSTITUTOS, ONG



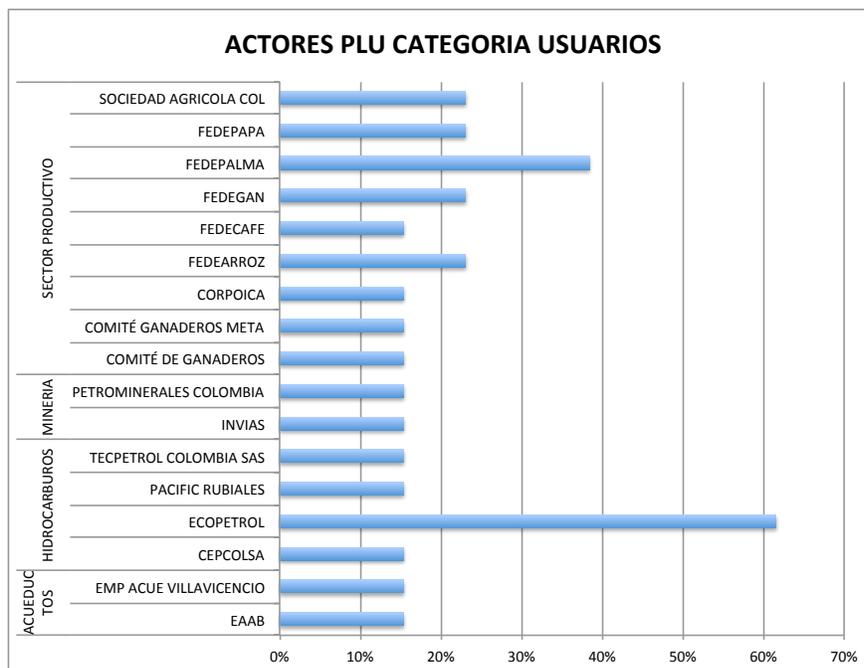
WWF fue la organización más reconocida en la zona, por sus trabajos adelantados en temas como la biodiversidad de la cuenca del Orinoco, estudio en el cual se realizó una clasificación de Humedales de la Cuenca el Orinoco (Lasso, Usme, Trujillo, & Rial, 2010).

Categoría del sector productivo

TABLA 78. CLASIFICACIÓN SECTOR PRODUCTIVO - PODER, LEGITIMIDAD Y URGENCIA

Tipo usuario	Categoría Poder + Legitimidad y Urgencia			
	Bajo <20%	Medio 20-40%	Alto 40-60%	Muy Alto >60
Hidrocarburos	Pacific Rubiaes, Cecolpsa, Tecpetrol			ECOPETROL
Agropecuario	Comité de Ganaderos, Fedecafe	FEDEPALMA, SAC, FEDEPAPA, FEDEGAN, FEDEARROZ		
Minería	Petrominerales			
Acueductos	EAAB, Acueducto de Villavicencio			

FIGURA 68. ACTORES PLU CATEGORÍA USUARIOS.



La política ambiental de Ecopetrol en los últimos dos años ha invertido más de \$1.3 billones, con el objetivo de ser una empresa que está comprometida con la conservación del medio ambiente y la extracción responsable de hidrocarburos. Para ello su estrategia es apoyarse en grupos de interés con misiones o políticas similares.

2.6.4.1.4. Análisis de relaciones

Se analizaron las diferentes interacciones que los participantes de los talleres resaltaron, al final se analizaron las relaciones existentes entre 190 actores. A través del empleo del programa UNICET para análisis de Redes se pudo evidenciar cuáles son los actores que funcionan como nodo central en las relaciones.

Nodos de colaboración en la gestión, financiación y planificación

Hay cuatro actores que son claves por su relación y colaboración en la planificación y gestión del recurso hídrico.

FIGURA 69. INTERCAMBIO DE COLABORACIÓN EN LA PLANIFICACIÓN Y GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO.

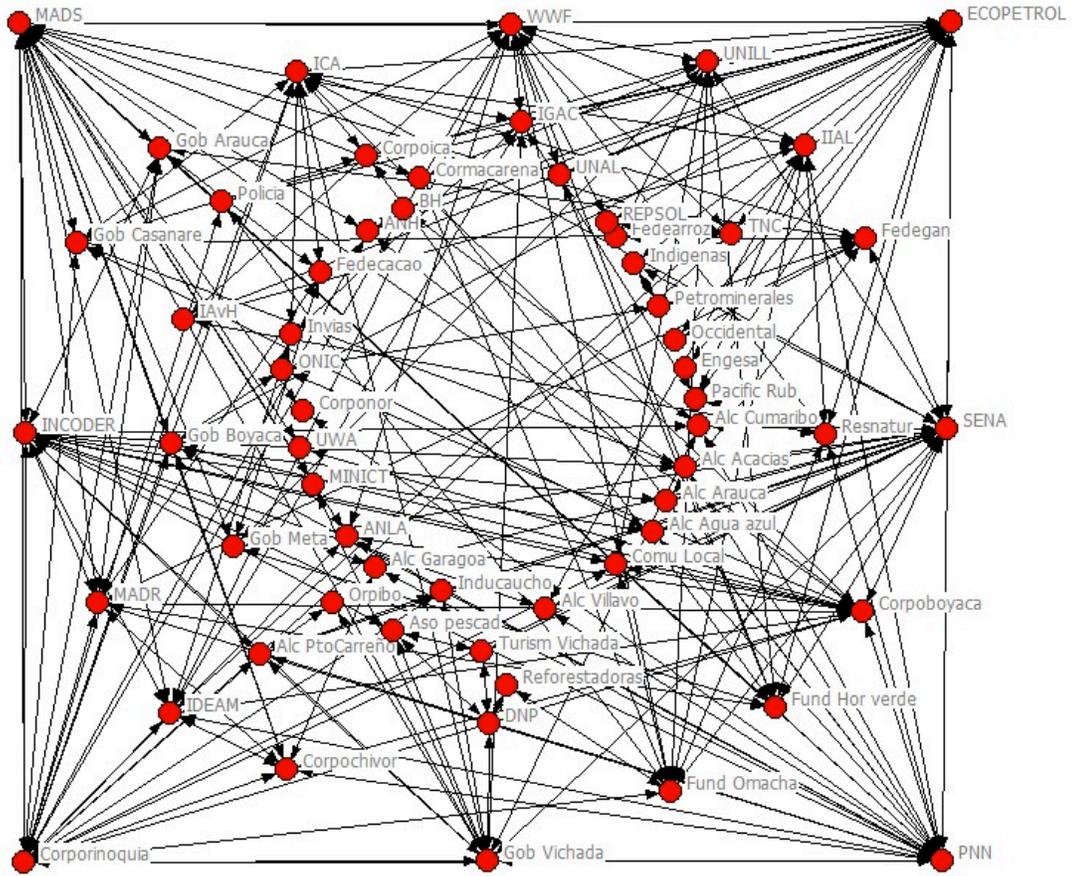


TABLA 79. ANÁLISIS DE REDES POR CATEGORÍA Y ORDEN.

CATEGORÍA	1er orden	2 orden	3 Orden	4 Orden
A Usuarios	Ecopetrol		Fedegan	
B Responsables legalmente de gestión	MADS, Corporinoquia Parques Nacionales	Gobernación Vichada	Gobernación Casanare y Arauca Ministerio Agricultura Corpochivor Corpoboyacá	Gobernación de Boyacá, Meta Alcaldías Puerto Carreño, Policía, Cormacarena.
C Comunidades locales				
D Información, educaciónn		SENA, Incoder, WWF	Unillanos, ICA, Fundación Omacha, IIAL, IDEAM, Fundación Horizonte verde	IGAC, Copoica, Resnatur, IAvH, TNC

Densidad de actores

El índice de densidad de toda la red es de 2%, esto muestra que existe una baja conexión y movilización institucionales.

TABLA 80. DENSIDAD DE ACTORES.

Red de actores	No relaciones existentes	No de relaciones posibles	Índice de densidad %
Red de colaboración	690	35910 (190x190-190)	2%

Grado de centralidad de la red de actores

Los resultados muestran que los actores con mayor número de relaciones son Ecopetrol tiene 41 relaciones, Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible 39, Parques Nacionales 30, Corporinoquia 29, el SENA 28, INCODER 26 Y WWF 19.

TABLA 81. GRADO DE CENTRALIDAD DE ACTORES.

	1 OutDegree	2 InDegree
ECOPETROL	41.000	41.000
MADS	39.000	39.000
PNN	30.000	30.000
Corporinoquia	29.000	29.000
SENA	28.000	28.000
INCODER	25.000	25.000
WWF	21.000	21.000
Gob Vichada	19.000	19.000
Corpoboyaca	16.000	16.000
Fedegan	16.000	16.000
ICA	15.000	15.000
UNILL	13.000	13.000
Fund Omacha	12.000	12.000
Corpochivor	12.000	12.000
MADR	12.000	12.000
Gob Arauca	11.000	11.000
Gob Casanare	11.000	11.000
IIAL	10.000	10.000
IDEAM	10.000	10.000
Fund Hor verde	9.000	9.000
IGAC	8.000	8.000
Resnatur	8.000	8.000

El grupo de actores con mayor número de relaciones, son actores con mayor iniciativa, son los más proactivos, ejercen mayor liderazgo y tienen interés en trabajar en alianzas. En conclusión son los actores con los cuales se sugieren tener en cuenta en la planificación y gestión del Plan estratégico de la Macrocuena, dado que por el prestigio, poder y liderazgo que ejercen en la red, tienen gran capacidad de iniciar relaciones con otros actores.

Grado de centralización de la red de actores

Los resultados indican que el grado de centralización es de 19.9%, son valores bajos, es decir no hay un actor central claramente definido, si no que se encuentra distribuida en varios actores. Una situación favorable para la gestión integral del recurso, por cuanto la gestión dependerá del trabajo en sinergia con otros. No obstante cuando el poder está distribuido en varios actores se requiere mayor compromiso de supervisión y monitoreo de las actividades realizadas por todos.

TABLA 82. GRADO DE CENTRALIZACIÓN DE LA RED DE ACTORES.

Network Centralization (Outdegree) = 19.982%
 Network Centralization (Indegree) = 19.982%

Grado de intermediación

Los resultados indican que Ecopetrol, el Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible, el SENA y Parques Nacionales Naturales son los actores con mayor poder de controlar los flujos de comunicaciones.

TABLA 83. GRADO DE INTERMEDIACIÓN DE ACTORES.

	1 Betweenness I
ECOPETROL	3165.707
MADS	2580.566
SENA	1605.847
PNN	1273.539
Corporinoquia	1254.030
INCODER	995.125
Gob Vichada	989.148
Fedegan	966.882
WWF	897.529
UNILL	888.860
ICA	613.169
Corpochivor	556.008
Gob Arauca	506.816
Corpoboyaca	367.281
MADR	293.644

2.6.4.2. Análisis de Gobernanza

2.6.4.2.1. Análisis de las reglas formales y no formales del recurso hídrico

Bajo la premisa que el manejo no sostenible de los recursos naturales se da por debilidades básicas de gobernanza, como la falta de definición de derechos de propiedad, la falta de regulaciones de acceso y uso de los recursos naturales, así como por la escasa aplicabilidad de las normas establecidas (Fischer, Petersen , & Huppert, 2004). El análisis de la gobernanza para la gran macrocuenca del Orinoco, parte de identificar las reglas formales y no formales que regulan

el comportamiento de las personas frente a la gestión del recurso hídrico y el análisis de la efectividad de las mismas.

Análisis histórico de las reglas formales

- 1928

El 21 de noviembre el Congreso de la República aprobó la Ley 113, por la cual se definen los estudios técnicos para aprovechar las corrientes y caídas de aguas principalmente para aprovechar su fuerza hidráulica. De alguna manera esta ley resalta el dominio del estado sobre las aguas; para ese entonces se dejaron a salvo las concesiones que ya habían sido otorgadas a los departamentos y municipios. En ese entonces el Gobierno estableció como plazo máximo 50 años para otorgar una licencia o concesión.

- 1940

El Congreso de la República bajo la presidencia de Eduardo Santos, se establece la normatividad sobre usos y aprovechamientos de aguas de dominio público, a través de los Decretos 1381 y 1382, los cuales tratan el aprovechamiento, conservación y distribución de aguas nacionales de uso público.

- 1950 – 1959

Para 1952 se expide el Decreto 541, bajo el mandato del presidente Roberto Urdaneta se reorganiza la División de Recursos Naturales del Ministerio de Agricultura. Para 1959 bajo el mandato de Alberto Lleras Camargo se expide la Ley 2 para la declaración de las reservas forestales como parte de la economía forestal de la nación y la conservación de los recursos.

- 1960-1969

Bajo la presidencia de Carlos Lleras, el Decreto 2420 de 1968 crea el INDERENA con el objetivo de ordenar el uso de los recursos naturales y se expide el Decreto 842 de 1969, a través del cual se aprueban los estatutos del INDERENA.

- 1970 a 1979

A través del Acuerdo 13 de 1971, se reserva y declara la zona Forestal Protectora y de interés General el Páramo de Chingaza, en el Municipio de Fómeque, Cundinamarca. En el mismo año a través del Acuerdo 20 se confieren permisos para extraer materiales de arrastre de lechos de Corrientes y depósitos de agua.

En 1973 se establece la Ley 23, por la cual se conceden facultades extraordinarias al Presidente de la República para expedir el Código de Recursos Naturales y protección al medio ambiente y se dictan otras disposiciones.

Para 1974 el Decreto Ley 2811 bajo la presidencia de Misael Pastrana se realiza el primer Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente. Instrumento que en los artículos: Art. 99: Establece la obligatoriedad de tramitar el respectivo permiso de explotación de material de arrastre. Art. 77 a 78 Clasificación de aguas. Art. 80 a 85: Dominio de las aguas y cauces. Art. 86 a 89: Derecho a uso del agua. Art.134 a 138: Prevención y control de contaminación. Art. 149: aguas subterráneas. Art.155: Administración de aguas y cauces. Es importante destacar que el presidente Misael Pastrana recibe el premio ambiental Sasakawa otorgado por la Organización de las Naciones Unidas con el Auspicio de la Fundación Nippon, por haber hecho el primer código de protección de recursos naturales.

En 1977 bajo la presidencia de Alfonso López Michelsen, el Decreto 622 reglamenta la administración de las áreas protegidas y el Decreto 1449 que establece las obligaciones de los propietarios de predios, en relación con la conservación, protección y aprovechamiento de las aguas, entre las cuales están: No incorporar en las aguas cuerpos o sustancias sólidas, líquidas o gaseosas, tales como basuras, desechos, desperdicios o cualquier sustancia tóxica, o lavar en ellas utensilios, empaques o envases que los contengan o hayan contenido. Observar las normas que establezcan el Inderena y el ICA para proteger la calidad de los recursos, en materia de aplicación de productos agroquímicos. No provocar la alteración del flujo natural de las aguas o el cambio de su lecho o cauce como resultado de la construcción o desarrollo de actividades no amparadas por permiso o concesión del Inderena, o de la violación de las previsiones contenidas en la resolución de concesión o permiso. Aprovechar las aguas con eficiencia y economía en el lugar y para el objeto previsto en la resolución de concesión. No utilizar mayor cantidad de agua que la otorgada en la concesión. Construir y mantener las instalaciones y obras hidráulicas en las condiciones adecuadas de acuerdo con la resolución de otorgamiento. Evitar que las aguas que deriven de una corriente o depósito se derramen o salgan de las obras que las deban obtener. Contribuir proporcionalmente a la conservación de las estructuras hidráulicas, caminos de vigilancia y demás obras e instalaciones comunes. Construir pozos sépticos para coleccionar y tratar las aguas negras producidas en el predio cuando no existan sistemas de alcantarillado al cual puedan conectarse. Conservar en buen estado de limpieza los cauces y depósitos de aguas naturales o artificiales que existan en sus predios, controlar los residuos de fertilizantes, con el fin de mantener el flujo normal de las aguas y evitar el crecimiento excesivo de la flora acuática

Para 1978, el Decreto 1337, se reglamenta "la inclusión en la programación curricular para los niveles pre-escolar, básica primaria, básica secundaria, media vocacional, intermedia profesional, educación no formal, y educación de adultos, los componentes sobre ecología, preservación ambiental y recursos naturales renovables". En el mismo año el Decreto 1541, se reglamenta la Parte III del Libro II del Decreto - Ley 2811 de 1974: "De las aguas no marítimas" y parcialmente la Ley 23 de 1973. Aguas continentales: Art. 44 a 53 Características de las concesiones, Art. 54 a 66 Procedimientos para otorgar concesiones de agua superficiales y subterráneas, Art. 87 a 97: Explotación de material de arrastre, Art. 104 a 106: Ocupación de cauces y permiso de ocupación de cauces, Art. 211 a 219: Control de vertimientos, Art. 220 a 224: Vertimiento por uso doméstico

y municipal, Art. 225: Vertimiento por uso agrícola, Art. 226 a 230: Vertimiento por uso industrial, Art. 231: Reglamentación de vertimientos. El Decreto 1681 de 1978, se reglamentan la Parte X del Libro II del Decreto - Ley 2811 de 1974 que trata de los recursos hidrobiológicos. Ley 09 de 1979, Código sanitario nacional. Art. 51 a 54: Control y prevención de las aguas para consumo humano. Art. 55 aguas superficiales. Art. 69 a 79: potabilización de agua.

- 1980 – 1989

En el marco de la presidencia de Julio César Turbay, en 1981 se dictan los Decretos 2857 y 2858 , Por el cual se reglamenta parcialmente el Artículo 56 del Decreto-Ley 2811 de 1974 y se modifica el Decreto 1541 de 1978, específicamente en lo relacionado con la reglamentación de las cuencas hidrográficas y se reglamentan el uso de las aguas de cauces y riberas.

En 1983 bajo el mandato del Presidente Belisario Betancur, el Ministerio de Salud a través del Decreto 2105 reglamenta la calidad de agua para consumo. En 1982 el Decreto 2024 se reglamenta parcialmente la Ley 56 de 1981. Y a través del Artículo 9, se resalta que entre las obras civiles están las centrales hidroeléctrica.

Para 1984 el Decreto 1594 se establecen las normas de vertimientos de residuos líquidos, ordenamiento del recurso agua, usos del agua, criterios de calidad de agua, vertimiento de residuos líquidos, tasas retributivas y el procedimiento para toma y análisis de muestras.

En 1986 el Decreto 2314 reglamenta las concesiones de agua. En 1988 la Ley 46 crea y organiza el Sistema Nacional para la Prevención y Atención de Desastres.

En 1989, bajo el mandato del presidente Virgilio Barco se establece a través del Decreto 1700 crea la Comisión Nacional de Agua Potable y Saneamiento Básico.

- 1990 - 1999

En la presidencia de César Gaviria, la Ley 13 establece el Estatuto General de Pesca y La ley 29 establece las disposiciones para el fomento de la investigación científica y el desarrollo tecnológico. El acontecimiento más importante es el reajuste a la Constitución Nacional en 1991, promulga en el Artículo 366 El bienestar general y el mejoramiento de la calidad de vida de la población son finalidades sociales del Estado. Será objetivo fundamental de su actividad la solución de las necesidades insatisfechas de salud, de educación, de saneamiento ambiental y de agua potable. Para tales efectos, en los planes y presupuestos de la Nación y de las entidades territoriales, el gasto público social tendrá prioridad sobre cualquier otra asignación.

En 1993, la Ley 99 crea el Ministerio del Medio Ambiente y se organiza el Sistema Nacional Ambiental – SINA. A través del Artículo 31 – decreta las contribuciones, tasas, derechos, tarifas y multas por concepto del uso y aprovechamiento de los recursos naturales renovables. Los Art. 10,11,24,29: Prevención y control de contaminación de las aguas. Tasas retributivas. La ley 41 regula la construcción de obras de adecuación de tierras como los sistemas de riego, con el fin de

mejorar y hacer más productivas las actividades agropecuarias, velando por la defensa y conservación de las cuencas hidrográficas.

En 1994 La Ley 141 crea el Fondo Nacional de Regalías, a través se regula el derecho del Estado a percibir regalías por la explotación de recursos naturales no renovables, se establecen las reglas para su liquidación y distribución y se dictan otras disposiciones. Para el mismo año se decreta la ley 142 se establece el régimen de los servicios públicos domiciliarios. En términos ambientales La Ley 165 aprueba el "Convenio sobre la Diversidad Biológica", hecho en Río de Janeiro el 5 de junio de 1992. En consecuencia se elabora el Decreto 1603 con el objetivo de organizar y establecer los Institutos de Investigación de Recursos Biológicos "Alexander von Humboldt", el Instituto Amazónico de Investigaciones "SINCHI" y el Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico "John von Neumann". En el mismo año el Decreto 1933 establece el destino de los recursos recibidos por las Corporaciones Autónomas Regionales.

- 2000 – 2009

Para esta década bajo la presidencia de Álvaro Uribe Vélez, surgen seis documentos CONPES, ocho Leyes, un Decreto Ley y 23 Decretos relacionados con la gestión del recurso hídrico. Los documentos CONPES (Consejo Nacional de Política Económica y Social) definen objetivos de política y articulan a las entidades en lo que concierne a las intervenciones necesarias para alcanzarlos (Departamento Nacional de Planeación, 2013). En este sentido en el 2005 se desarrolla el documento CONPES No 3343.

Para elaborar los lineamientos y estrategias de desarrollo sostenible para los sectores de agua, ambiente y desarrollo territorial. Para finales del mismo año se elabora el CONPES 3383 con el objetivo de establecer el Plan de Desarrollo del Sector de Acueducto y Alcantarillado. A mediados del 2005 el proyecto Ley 365 presentado a la Cámara de representantes del Congreso, buscaba establecer las medidas para orientar la planificación y administración del recurso hídrico en el territorio nacional "ley del agua". Después de un proceso de más de cinco años no fue aprobada por el congreso en el 2010, entre las razones fueron las acciones populares organizadas a través de referendos firmados por millones de personas. Para el 2005 la Ley 120 establece la sobretasa ambiental sobre los peajes de las vías próximas o situadas en áreas de conservación y protección municipal, sitios Ramsar o humedales.

En el 2005 se elabora el instrumento económico de tasas por uso de agua enmarcado en el Decreto 474. Para el mismo año el Decreto 1220 reglamenta las Licencias ambientales y el Decreto 4741 se reglamenta parcialmente la prevención y manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral.

A inicios del 2007 se elabora el CONPES 3463 con el objetivo de orientar el desarrollo de los Planes Departamentales de agua y saneamiento para el manejo empresarial de los servicios de acueductos, alcantarillado y aseo. Consecuente con los CONPES 3383 Y 3463 para finales de 2007 el CONPES 3497 tiene como objetivo la Garantía de la Nación a la Empresa Aguas del Oriente S.A.

E.S.P. para la contratación de una operación de crédito público externo con la banca multilateral hasta por US\$14.6 millones, o su equivalente en otras monedas, destinados a financiar el “Plan Departamental de Agua y Saneamiento para el Manejo Empresarial de los Servicios de Acueducto, Alcantarillado y Aseo” del departamento de Norte de Santander.

Para el 2007 se establece un instrumento para la participación denominado audiencias públicas ambientales a través del Decreto 330 del 2007. Los instrumentos de información asociados a la creación del Sistema de Información del Recurso Hídrico – Decreto 1323, el Registro de usuarios del recurso hídrico – Decreto 1324 y el Sistema para la Protección y Control de la calidad del agua para consumo humano Decreto 1575, se encuentran en etapa de desarrollo y adopción en el país.

En el 2008 el CONPES 3574 para contratar un empréstito externo con la Banca Multilateral Hasta US\$ 20 Millones de Dólares, destinado a financiar parcialmente el programa de disposición final de residuos sólidos y el 3574 tiene el propósito de elaborar los lineamientos para la formulación de la política integral de salud ambiental con énfasis en los componentes de calidad de aires, calidad de agua y seguridad química. Para este año el sistema Lacustre Chingaza; designado como humedal de importancia internacional – Decreto 23.

En el 2009 La Ley 1333 establece el procedimiento de sancionatorios ambientales y le da potestad sancionatoria a las Corporaciones Autónomas Regionales, las de Desarrollo Sostenible, las Unidades Ambientales de los grandes centros urbanos, los establecimientos públicos ambientales y Parques Nacionales Naturales de conformidad con las competencias establecidas por la ley y los reglamentos.

- 2010 – 2013

En la administración del Álvaro Uribe Vélez se expide la Ley 1382 de 2010, el cual es un instrumento de conservación que busca excluir de actividades mineras a los humedales RAMSAR.

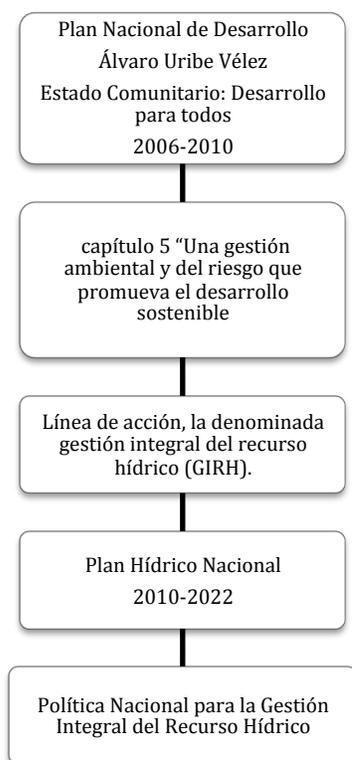
En el periodo administrativo del presidente Juan Manuel Santos, se elabora la Ley 1450 de 2001 del Plan Nacional de Desarrollo el en la cual se reglamente la delimitación y restricción de algunas actividades en humedales. Art. 212 en relación a las comisiones conjuntas que le corresponden al Ministerio del Ambiente integrar y presidir las comisiones conjuntas y la Ley 1454 de 2011 la cual define competencias en materia de ordenamiento territorial entre la Nación, las entidades territoriales y las áreas metropolitanas y establecer las normas generales para la organización territorial. Conpes 3700 del 2011 articulación de políticas y acciones en materia de cambio climático en Colombia.

Durante el 2012 se crea el Sistema Nacional de gestión del Riesgo de desastres y se continua en el proceso de aprobación del CONPES Altillanura el cual busca promover el desarrollo de la Altillanura generando riqueza y bienestar para las comunidades locales, los empresarios, los inversionistas y la nación, de manera sostenible ambientalmente.

Planes, políticas y programas

- Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico (GIRH)

La política es el marco mediante el cual se gestionará los recursos hídricos y su intención es promover la gestión integral del recurso, un desafío que implicará integrarse a las políticas económicas nacionales y políticas sectoriales. Dada la importancia del agua para el desarrollo la gestión del recurso afectará a casi todas las actividades de la sociedad y economía. En consecuencia una deficiente coordinación entre las diferentes políticas incidirá en conflictos de la oferta y demanda del recurso (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010).

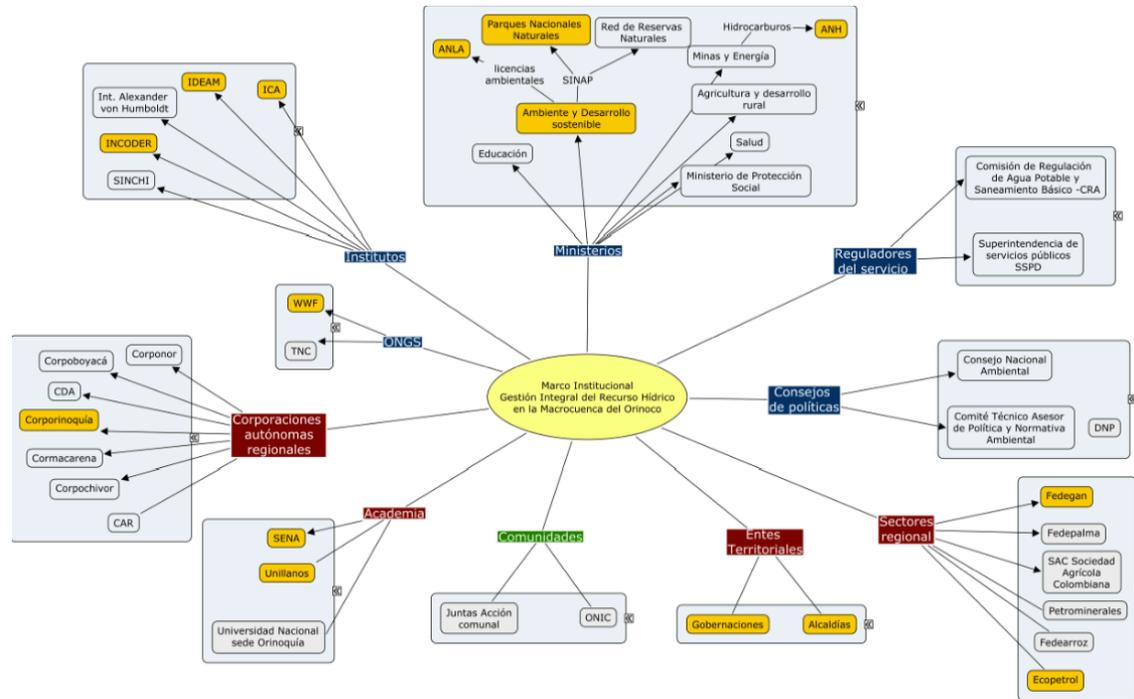


La política de la gestión integral del recurso está enmarcada en el plan nacional de desarrollo de Álvaro Uribe Vélez. Institucionalmente la política es un producto resultado del grupo de recurso hídrico del Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible, , el cual desarrollo la política y algunos instrumentos como el plan hídrico nacional, los lineamientos para el control de la contaminación hídrica, estudios de tasas por uso de agua y tasas retributivas, programa para el manejo e identificación de conflictos socioambientales asociados al agua (Ibid, 2010).

Los principales antecedentes de la política fueron los lineamientos de política para el manejo integral del agua y la Estrategia Nacional del agua elaborados por el Ministerio del Ambiente en 1996.

- Marco Institucional de la Gestión Integral del recurso hídrico:

FIGURA 70. MAPA CONCEPTUAL DIEZ GRUPOS DE INSTITUCIONES QUE INCIDEN EN LA GESTIÓN INTEGRAL DEL RECURSO HÍDRICO.



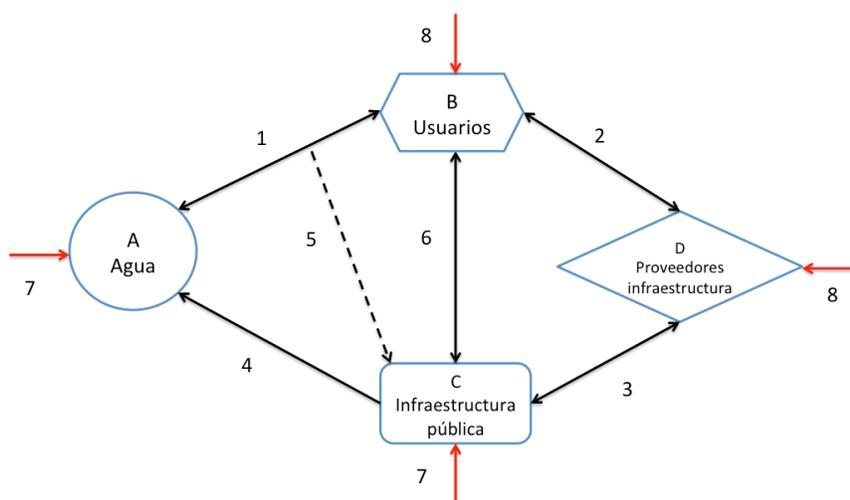
En el mapa conceptual de la figura 70 se puede observar diez grupos de instituciones que inciden en la gestión integral del recurso hídrico, en la parte superior están las instituciones de escala nacional, en rojo las de escala regional y en verde las de escala local. Los actores en amarillo son instituciones que en el desarrollo de análisis y caracterización de actores se identificaron como actores claves.

Usualmente las consecuencias del crecimiento de la población y el desarrollo industrial sobre el ambiente son percibidos como los problemas ambientales y las respuestas de manejo suelen abordarse a partir de comprender los procesos biológicos para definir cuál es la mejor estrategia para resolver los problemas. Sin embargo, bajo el desafío de la gestión integral del recurso hídrico, en donde el agua hace parte de un sistema socio-ecológico, siempre quedan muchas incertidumbres sociales, ecológicas y los complejos procesos de interacción. Frente a esto Andereis et. al, sugieren que en vez de preguntarse como la sociedad puede mejorar el manejo de los recursos ecológicos, debería preguntarse qué hace más robustos a los sistemas socio-ecológicos? (Andereis, Janssen, & Ostrom, 2004)

Bajo el contexto anterior, Andereis et. al.(2004), llaman la atención sobre el análisis de las configuraciones de las instituciones como una estrategia para hacer más robustos los sistemas socioecológicos, partiendo de la identificación de las vulnerabilidades potenciales del sistema socio-ecológico frente a las perturbaciones. Un motor determinante que afecta la solidez del sistema son las relaciones entre los usuarios y los proveedores de recursos de infraestructura pública (Andereis, Janssen, & Ostrom, 2004).

Tomando como referencia los postulados de Andereis et. al. (2004) para analizar cómo afecta la configuración institucional del país frente al sistema socio-ecológico de la gestión del recurso hídrico, se parte del análisis de los siguientes atributos claves (Figura 71).

FIGURA 71. MODELO CONCEPTUAL DEL SISTEMA SOCIOECOLÓGICO DEL RECURSO HÍDRICO.



A: El agua es empleado por numerosos y diversos usuarios

B y C: Son componente conformados por humanos, B los usuarios y C los proveedores de infraestructura pública.

D: La infraestructura pública, combina dos formas capital físico construido por el hombre y capital social. El primero incluye los trabajos de ingeniería como diques, canales de riego, embalses, represas, etc. Capital social las normas que regulan el uso.

Disturbios que afectan el sistema:

Flecha # 7: Incluye los disturbios externos que afectan el recurso hídrico (A) y la infraestructura (C), como son los terremotos, inundaciones, deslizamientos, cambio climático, etc. Factores que afectan a los proveedores de infraestructura pública (8) como cambios socioeconómicos, por ejemplo incremento en la población, cambios en la economía, depresión o inflación, cambios políticos drásticos que afectan en los usuarios (B) y a los proveedores de infraestructura (C).

Problemas potenciales identificados en los talleres con los actores estratégicos

TABLA 84. PROBLEMAS ASOCIADOS AL SISTEMA SOCIO-ECOLÓGICO GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO.

Componente del modelo sistema socio-ecológico del recurso hídrico	Escenarios de caso en la macrocuenca	Problemas potenciales identificados en los talleres con actores estratégicos de la macrocuenca.
A Recurso hídrico	Macrocuenca del Orinoco conformada por las zonas hidrográficas de los ríos Apure, Arauca, Casanare, Guaviare, Inírida, Meta, Tomo, Vichada y la zona de Director Orinoco conformada por los ríos Tuparro, Cinaruco, Vita, Atabapo, Caño Matavén.	Incertidumbre del valor de los servicios ambientales brindados Incertidumbre de la complejidad ecológica de los sistemas hídricos – cambios estacionales por ejemplo. Conocimiento de la dinámica de la oferta de aguas subterráneas y recursos hidrobiológicos.
B Usuarios del recurso	Uso del agua en los procesos de exploración y explotación de hidrocarburos y minerales. Usuarios de los distritos de riego para cultivos de palmas, arroz, algodón, plátano, cacao, etc. Asociaciones de pescadores, Grupos étnicos. Transportadores de las redes fluviales Acueductos de los servicios públicos de los municipios Beneficiaderos o mataderos de ganado. Producción de leche Prestadores de servicios turísticos	Robo del agua Contaminación del agua por el vertimiento directo de aguas residuales sin tratamiento a los cauces. Sobreexplotación de recursos hidrobiológicos. Falta claridad en la legalización y titulación de predios. Falta de alternativas para los cultivadores de arroz en época de verano. Falta de alternativas económicas para los pequeños productores ubicados en la cuenca alta.
C Proveedores de infraestructura pública	Dependencias de Servicios Públicos Municipales Diseño, ejecución, mantenimiento y administradores de los Distritos de riego. Alcaldías, Gobernaciones, Ministerios, Comisiones reguladoras del agua, corporaciones autónomas regionales.	Deficiencia de recursos económicos, humanos y de conocimiento de la normatividad por parte de algunas instituciones. Debilidad en la capacidad de las instituciones para ejercer un buen servicio. Fallas en el monitoreo y seguimiento de impactos. Problemas asociados a la desarticulación institucional.
D Infraestructura pública	Acueducto y alcantarillado Distritos de riego Embalses Hidroeléctricas Diques Puertos Estaciones de monitoreo	Falta de mantenimiento o rehabilitación de la infraestructura. Cobertura espacial y poblacional insuficiente

Componente del modelo sistema socio-ecológico del recurso hídrico	Escenarios de caso en la macrocuenca	Problemas potenciales identificados en los talleres con actores estratégicos de la macrocuenca.
Normas formales e informales	En la pirámide de Kelsen del agua se resumen las normas formales o no formales para Colombia, clasificadas de acuerdo a la razón de ser de cada instrumento, pueden ser para la planificación, regulación, conservación, participación, económico, educación, entre otros	<p>Fallas en la delimitación de rondas hídricas. Numerosas reglas pero poco eficientes o no se aplican.</p> <p>Faltan mecanismos de control para los proveedores de agroquímicos, específicamente en la recolección de empaques.</p> <p>Faltan instancias formales de participación asociadas al manejo del recurso hídrico.</p> <p>Faltan instrumentos para medir impactos de las políticas públicas.</p> <p>La mayoría de las leyes se hacen sin tener en cuenta quién las va a ejecutar y quiénes van a ser los afectados. Quién las va a hacer cumplir.</p> <p>Hay desconocimiento local en la elaboración de los instrumentos de política, en consecuencia muchas veces no se pueden aplicar por que simplemente no aplican en la región.</p> <p>Problemas asociados a la debilidad en el rigor de exigencia de la ley. Suelen dejar una brecha que depende del contexto y de quién se trate.</p>
Factores ambientales externos	<p>Demandas del mercado de biocombustibles.</p> <p>Deslizamientos en masa en la parte alta de la cuenca.</p> <p>Plan Nacional de Desarrollo “La locomotora del desarrollo”.</p> <p>Cambio climático</p>	<p>Cambios desfavorables en la salud de los ecosistemas de las zonas de recarga acuífera, ejemplo muertes de aves, frailejones, curíes en los Parques Nacionales Naturales Cocuy y Chingaza.</p> <p>Conflictos relacionados con factores culturales.</p>

Marco político y normativo del recurso hídrico de la macrocuenca del Orinoco

TABLA 85. NORMAS DEL RECURSO HÍDRICO DE LA MACROCUECA DEL ORINOCO.

NORMAS	No	No Derogados
Constitución Política Colombiana	1	
CONPES	7	
Decreto Ley	3	1
Ley	30	6
Decreto	54	21
Resolución	78	3
Acuerdo	44	
	217	31

En total se encontraron 217 normas formales, en escala de proporción son los Decretos y Resoluciones los de mayor proporción, llamando la atención el gran número de Decretos que han sido Derogados (ver Base de datos de normas Anexo 4)

Instrumentos de política

TABLA 86. TIPO DE INSTRUMENTO DEL RECURSO HÍDRICO DE LA MACROCUECA DEL ORINOCO.

TIPO DE INSTRUMENTOS	Número
Instrumentos de conservación	18
Instrumentos de información	5
Instrumentos de participación	2
Instrumentos de planificación	60
Instrumentos de regulación	85
Instrumentos económicos	47
	217

En orden dominan los instrumentos de regulación, los cuales buscan fijar condiciones ambientales, donde se incluyen normas de calidad ambiental, que se relacionan con la salud de la población humana como también las destinadas a proteger el medio ambiente, en este conjunto están las normas relacionadas con manejo de vertimientos, calidad de agua entre otros (Rodríguez Becerra & Espinoza, 2002).

Llama la atención que los instrumentos de información y participación son los de menor proporción, cuando una función de los instrumentos es cambiar el comportamiento de los usuarios del recurso, a través de impulsar procesos de prevención y concientización de los ciudadanos, por ejemplo llama la atención los instrumentos asociados a la articulación de temas ambientales al pensum educativo, se restringido a los PRAES, cuando eso es tan solo una parte pero probablemente hacen falta instrumentos que incidan en el cambio de comportamiento de los usuarios a través de planes de responsabilidad ambiental y social cumpliendo ciertos estándares. El gran número de instrumentos de planificación es un indicador de la búsqueda por mejorar la formulación de políticas ambientales, sin embargo hay vacíos en instrumentos formales de evaluación de política pública.

Composición general de los instrumentos identificados

Constitución Política Colombiana	Número	No Derogados
Instrumentos de planificación		
Decreto Ley	3	1
Instrumentos de planificación	2	1
Instrumentos de regulación	1	
Ley	30	6
Instrumentos de conservación	2	
Instrumentos de información	1	
Instrumentos de planificación	16	3
Instrumentos de regulación	7	1
Instrumentos económicos	3	1
CONPES	7	
Instrumentos de planificación	5	
Instrumentos económicos	2	
Decreto	53	21
Instrumentos de conservación	2	
Instrumentos de información	4	1
Instrumentos de participación	2	
Instrumentos de planificación	17	7
Instrumentos de regulación	20	9
Instrumentos económicos	7	4
Instrumentos de regulación	1	
Acuerdo	44	
Instrumentos de conservación	14	
Instrumentos de planificación	1	
Instrumentos de regulación	4	
Instrumentos económicos	25	
Resolución	67	3
Instrumentos de planificación	18	3
Instrumentos de regulación	39	
Instrumentos económicos	9	
Resolución	11	
Instrumentos de planificación	1	
Instrumentos de regulación	9	
Instrumentos económicos	1	

Pirámide de Kelsen

En la pirámide de Kelsen podrán observar la jerarquización de las normas y la temporalidad de la misma (Ver anexo 5).

Otras políticas que inciden en la gestión del recurso hídrico

a. Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus servicios ecosistémicos

Tiene como objetivo promover la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos (GIBSE) de manera que se mantenga y mejore la resiliencia de los sistemas socio-ecológicos, a escalas nacional, regional, local y transfronteriza, considerando escenarios de cambio a través de la acción conjunta, coordinada y concertada del Estado, el sector productivo y la sociedad civil (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2012).

b. El agua y la biodiversidad como sustento de servicios ecosistémicos y el bienestar humano

TABLA 87. MOTORES DIRECTOS DE CAMBIO DE LA BIODIVERSIDAD Y LOS POSIBLES EFECTOS SOBRE EL RECURSO HÍDRICO.

Motores directos de transformación y pérdida de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos	Efectos de los motores de cambio a escala nacional
Motor 1 Transformación y pérdida de ecosistemas y hábitat naturales	Represamientos y cambios en los curso del agua
Motor 2 Sobreexplotación	Pérdida de acuíferos, redes hídricas secas, reducción en el espejo de agua de lagos o lagunas. Escasez de agua en época de verano.
Motor 3 Invasiones biológicas	Introducción o trasplante de especies (recursos hidrobiológicos o plantas) en ecosistemas acuáticos, ocasionando cambios drásticos.
Motor 4 Contaminación	Contaminación orgánica y química del agua
Motor 5 Cambio climático	Prolongación de los periodos de sequía e inundaciones en algunas zonas.

c. Código minero Ley 685 de 2001

El Artículo 33 del código minero, establece las zonas de seguridad nacional, en las cuales el Gobierno podrá establecer zonas dentro de las cuales no podrán presentarse propuestas ni celebrarse contratos de concesión sobre todos o determinados minerales. No obstante el mismo código plantea que la reserva tendrá vigencia mientras, a juicio del Gobierno, subsistan las circunstancias que hubieren motivado su establecimiento. En caso de ser abolida o modificada dicha reserva, en el mismo acto se determinará la forma como los particulares, en igualdad de condiciones, pueden presentar propuestas para contratar la exploración y explotación de las áreas, bajo el régimen ordinario de concesión (Congreso de la República, 2013).

Siguiendo este orden el Artículo 34, plantea las zonas excluibles de la minería, en las cuales no podrán ejecutarse trabajos y obras de exploración y explotación mineras en zonas declaradas y delimitadas conforme a la normatividad vigente como de protección y desarrollo de los recursos naturales renovables o del ambiente y que, de acuerdo con las disposiciones legales sobre la materia, expresamente excluyan dichos trabajos y obras. Las zonas de exclusión mencionadas serán las áreas que integran el sistema de parques nacionales naturales, parques naturales de carácter regional y zonas de reserva forestales. Estas zonas para producir estos efectos, deberán ser delimitadas geográficamente por la autoridad ambiental con base en estudios técnicos, sociales y ambientales con la colaboración de la autoridad minera, en aquellas áreas de interés minero (Congreso de la República, 2013).

No obstante el mismo código menciona que para que puedan excluirse o restringirse trabajos y obras de exploración y explotación mineras en las zonas de protección y desarrollo de los recursos naturales renovables o de ambiente, el acto que las declare deberá estar expresamente motivado en estudios que determinen la incompatibilidad o restricción en relación con las actividades mineras. No obstante, la autoridad minera previo acto administrativo fundamentado de la autoridad ambiental que decreta la sustracción del área requerida, podrá autorizar que en las zonas mencionadas en el presente artículo, con excepción de los parques, puedan adelantarse actividades mineras en forma restringida o sólo por determinados métodos y sistemas de extracción que no afecten los objetivos de la zona de exclusión.

Respecto a las áreas de concesión, el código plantea en el Artículo 64. Que el área de concesión en corrientes de agua cuyo objeto sea la exploración y explotación de minerales en el cauce de una corriente de agua, estará determinada por un polígono de cualquier forma que dentro de sus linderos abarque dicho cauce continuo en un trayecto máximo de dos (2) kilómetros, medidos por una de sus márgenes. Por otro lado el área para explorar y explotar minerales en el cauce y las riberas de una corriente de agua, será de hasta cinco mil (5.000) hectáreas, delimitadas por un polígono de cualquier forma y dentro de cuyos linderos contenga un trayecto de hasta cinco (5) kilómetros, medidos por una de sus márgenes (Congreso de la República, 2013).

d. El proyecto de Ley de Tierras y Desarrollo Rural

Bajo un enfoque territorial el proyecto de Ley de tierras y Desarrollo Rural, promoverá un proceso de transformación productiva, institucional y social de los territorios rurales, en el cual los actores sociales locales tienen un papel preponderante y cuentan con el apoyo de las agencias públicas, privadas o de la sociedad civil, o unas u otras, con el objetivo de mejorar el bienestar de sus pobladores, con base en el uso sostenible de la biodiversidad, en particular los recursos naturales renovables y los servicios ecosistémicos. Como resultado de este proceso se debe llegar a corregir los desequilibrios regionales en niveles de desarrollo (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural & Incoder, 2012).

En este orden los beneficiarios del subsidio integral de tierras y acceso a la propiedad rural, deberán acatar las reglamentaciones sobre uso de suelo, aguas y servidumbres y uso racional, conservación y protección de los recursos naturales (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural & Incoder, 2012).

e. Plan estratégico de la ganadería Colombiana 2019:

Entre las principales problemáticas que aborda el plan estratégico son el manejo de las aguas servidas de más de 1440 plantas de sacrificio existentes, se estima que 1298 (90%) no realizan tratamiento de las aguas servidas y 616 (43%) las vierten directamente a los ríos, generando graves problemas de contaminación. A pesar de la expedición de normas relacionadas con el problema, la aplicación de las mismas ha sido nula (FEDEGAN, 2006).

El desarrollo de un modelo de calidad de la carne demanda de la existencia de un marco normativo que permita reducir la informalidad y elevar los estándares sanitarios. Un desafío que dependerá de actualizar la Ley 9 de 1979 del Código Sanitario Nacional y sus Decretos reglamentarios. Adicionalmente son necesarias las agendas de las autoridades sanitarias y ambientales, el desarrollo de guías y directrices o protocolos relativos a la aplicación de buenas prácticas (FEDEGAN, 2006).

2.6.5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

2.6.5.1. Conclusiones

1. Condiciones actuales de gobernanza a escala regional del recurso hídrico en la macrocuenca del río Orinoco:

Teniendo en cuenta la baja densidad de la red de relaciones, la centralización de relaciones en unos pocos nodos o actores, reflejan que la Gobernanza actual de la macrocuenca, no cuenta con una articulación e integración de acciones entorno a la Gestión integral del recurso hídrico.

El avance de la frontera agropecuaria en la parte alta de la cuenca ha ocasionado altos niveles de degradación del recurso, impactos que está relacionado en parte por una gobernanza débil. Bajo la premisa que el manejo no sostenible de los recursos naturales se da por debilidades básicas de gobernanza, como la falta de definición de derechos de propiedad, la falta de regulaciones de acceso y uso de los recursos naturales, así como por la escasa aplicabilidad de las normas establecidas (Fischer, Petersen , & Huppert, 2004).

La escasa aplicabilidad de la reglamentación en las zonas de páramos, se manifiesta con los conflictos de presencia de cultivos de papa, ganadería y minería en Páramo, conflictos que deben enfrentar las autoridades ambientales en la parte alta de la macrocuenca.

Los actores claves o con mayor incidencia para la gestión del recursos hídrico son aquellos que fueron identificados como actores definitivos en la aplicación de la metodología de Poder-Legitimidad-Urgencia y los que son nodos importantes para la red social. En este orden los que cumplen con las dos características son:

TABLA 88. ACTORES CLAVES PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DEL RECURSO HÍDRICO DE LA MACROCUECA DEL ORINOCO.

Categoría	Definitivos (PLU)	Nodos de la red social
A Sector Hidrocarburos	Ecopetrol	
A Sector agropecuario		Fedegan
B autoridades ambientales	Ministerio del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, Parques Nacionales Naturales, Corporinoquia	Ministerio del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, Parques Nacionales Naturales, Ministerio de Agricultura Corporinoquia Cormacarena, Corpochivor y Corpoboyaca DNP
B entes territoriales	Gobernación de Boyacá, Alcaldía Villavicencio, Yopal, Puerto Inirida y Bogotá.	Gobernaciones de Vichada, Casanare, Arauca, Meta Alcaldía de Puerto Carreño
B fuerza armadas		Policia
D institutos	INCODER, IDEAM	INCODER, IDEAM IIAL, ICA, Corpoica

D academias	Unal Sede Arauca	Unillanos, SENA
D ONG's	WWF	Fundación Omacha, Horizonte Verde, Resnatur

En la categoría de usuarios Ecopetrol en el sector de hidrocarburos y Fedegan desde el sector agropecuario, pueden jugar un papel clave en la medida que sus estrategias de sostenibilidad consisten en inversiones millonarias en sus planes de sostenibilidad y articulación con actores claves para la formulación, implementación y monitoreo de su gestión.

Fedegan en articulación con CIPAV, el Fondo para la Acción Ambiental y la Niñez, The Nature Conservancy, CATIE, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y el Ministerio del Medio ambiente, lideran la iniciativa denominada “Ganadería Colombiana Sostenible” (CIPAV, 2013).

La categoría de autoridades ambientales destaca el papel importante que desempeñan el Ministerio del Medio Ambiente, Parques Nacionales y Corporinoquia. No obstante una reflexión en común para todos los espacios es que para todas las corporaciones la gestión del recurso hídrico es un deber establecido legalmente, por consiguiente todas las corporaciones son actores claves.

La categoría de institutos, academia y ONG's, se destacan los institutos INCODER e IDEAM son actores de nivel con alta incidencia para la región. No obstante en el ejercicio de reflexiones surgieron el Instituto de Acuicultura de los Llanos, el Instituto Colombiano Agropecuario y Corpoica como actores nodos con numerosas articulaciones con otros actores. En cuanto al grupo de la academia fueron la Universidad Nacional y la Universidad de los Llanos las entidades claves para la gestión de información y conocimiento entorno a la gestión del recurso hídrico, de la mano con la ONG's WWF, Fundación Omacha y Resnatur.

Las características de las redes sociales asociadas a la Gobernanza del agua:

En la parte alta de la macrocuenca entidades como Parques Nacionales, Corpoboyaca y Corpochivor son los nodos de mayor importancia para promover articulación entre instituciones y controlar los flujos de comunicación con actores de la cuenca media y baja, de manera que se trabaje bajo un enfoque sistémico que aborde la planificación en varias escalas espacial-temporales y espaciales más amplias (Walker, Holling, Carpenter, & Kinzig, 2004).

Normales para el uso, acceso, manejo y gestión del recurso hídrico:

Han pasado más de 84 años desde que Colombia incorporó el tema de la gestión del recurso hídrico en el marco legal del país, más de 24 Leyes, 33 Decretos y 75 Resoluciones vigentes se han diseñado en función de ser instrumentos para apoyar la planeación, regulación, sostenibilidad económica, conservación, participación y educación, En la década del 2000 es el momento histórico en el cual se desarrollaron el mayor número de instrumentos para la gestión del recurso

hídrico, es de importancia resalta la elaboración de seis documentos CONPES que motivan la articulación de entidades en el marco de la gestión del recurso hídrico.

Conflictos identificados en la gobernanza del recurso:

Las normas o reglas formales no son conocidas por todos, los actores solo conocen las que están directamente relacionados con sus procesos, por ende no son aceptadas por todos y no están bien definidas en términos de responsables, los deberes y derechos. En este mismo sentido la mayoría de las leyes se hacen sin tener en cuenta quién las va a ejecutar y quiénes van a ser los afectados y quién las va a hacer cumplir, motivo por el cual dejan de ser operante y se quedan en el papel.

La aplicabilidad de las normas o la gobernabilidad está limitada debido a la deficiencia de recursos económicos, humanos y de conocimiento de la normatividad por parte de algunas instituciones y problemas asociados a la desarticulación institucional. Las reglas formales que no se supervisan y hacen cumplir a los actores involucrados, son ineficaces y por consiguiente no modifican el comportamiento que afecta de manera negativa el recurso (Ostrom, 2009).

Hay fallas en el monitoreo y seguimiento para evaluar el impacto de las políticas en materia de gestión integral del recurso hídrico.

Si bien más de 800 empresas cuentan con licencias o permisos ambientales para el uso del recurso hídrico, para la mayoría de los usos del recurso son públicos, y muchos actores se comportan como free-riding, es decir que muchos actores se benefician activamente del recurso y de la infraestructura pública del servicio, pero son pocas las que aportan a la conservación del recurso.

Las organizaciones sociales, las asociaciones de acueductos veredales, los pescadores, los prestadores de servicios de turismo, los grupos étnicos, en el análisis de perfiles se pudo identificar su condición de vulnerabilidad.

Para mejorar la Gobernanza es fundamental promover las relaciones de intercambio por medio de la construcción de arreglos, instituciones, alianzas y procesos de descentralización local.

Se realizó una revisión exhaustiva de las reglas formales y no formales entorno a la gestión del recurso hídrico, en conclusión se identificaron 217 normas o reglas formales. Se consolidó una base de datos en Excel de las normas y planes e gestión asociados al tema. La lección que vale la pena destacar es que no existe un conjunto único de reglas que sea igualmente efectivo para administrar el recurso hídrico.

Siguiendo el orden anterior el conjunto de reglas que funcionan de manera efectiva en una cuenca, funcione bien en otra cuenca, cuyo régimen de lluvias, usos económicos, suelos, culturas son diferentes.

2.6.5.2. Recomendaciones

1. Fortalecer la gestión de la definición de derechos de propiedad (agua bien común o bien privado), falta de regulaciones de acceso (formales y no formales)

Profundizar en la identificación de reglas no formales para la regulación de acceso, usualmente son perceptibles a escalas detalladas.

Diseñar estrategias para difundir, sensibilizar y adoptar las normas establecidas entorno al recurso hídrico en las instituciones y sus procesos de los actores relacionados con la gestión (tomar como referencia la base de datos de actores)

Elaborar una estrategia para monitorear y evaluar los impactos de la política pública frente a la gestión integral del recurso hídrico.

2. Analizar las estrategias de Ecopetrol y Fedegan para ser nodos claves en la red social, teniendo en cuenta el arreglo institucional y político, para abordar las estrategias ambientales e internalizar los costos ambientales de sus actividades. Con el fin de identificar patrones que pueda servir de modelo a seguir para los de más sectores.
3. Promover la realización de análisis de gobernanza a escala detallada, con el fin de no ver como un grupo homogéneo y vulnerable, al que conjunto de organizaciones sociales, asociaciones de acueductos veredales, pescadores, los prestadores de servicios de turismo y los grupos étnicos.
4. Para mejorar la Gobernanza es fundamental promover las relaciones de intercambio por medio de la construcción de arreglos, instituciones y alianzas entre las diferentes categorías de actores.
5. Por otro lado las instituciones deben innovar frente a los desafíos ambientales actuales, como el hecho de enfrentar problemas locales con causas globales.
6. Reducir la incertidumbre en la toma de decisiones de los planificadores o administradores del recurso hídrico.
7. Tener presente los principios para el diseño de instituciones para que puedan gobernar los recursos de manera sostenible (Andereis, Janssen, & Ostrom, 2004)
 - a. Definir Claramente los límites que tiene el recurso hídrico y sus ecosistemas asociados y la claridad de los derechos que tienen las personas o las familias sobre los mismos.

- b. Proporcionalidad entre costos y beneficios: las reglas que especifican la cantidad de recursos que se asigna a un usuario están relacionadas con las condiciones locales del recurso y las necesidades de insumos e ingresos de dinero del usuario.
- c. Elección colectiva de arreglos: Las personas afectadas por la explotación del recurso y las normas de protección, deben estar incluidas en el grupo que puede modificar estas reglas.
- d. Monitoreo, las personas que realizan el monitoreo de las condiciones biofísicas y el comportamiento de los usuarios, deben al menos incluir monitores que son los mismos responsables o son los propios usuarios.
- e. Sanciones graduables: Los usuarios que violen las reglas, es probable que reciban sanciones graduales (dependiendo de la gravedad y el contexto de la ofensa) de otros usuarios, de las entidades responsables legalmente o de ambos.
- f. Mecanismos de resolución de conflictos, propender por que los usuarios y los funcionarios cuenten con acceso rápido a bajo costo y en escenarios locales de mecanismos para resolver los conflictos entre los usuarios o entre usuarios y funcionarios.
- g. Reconocimiento mínimo de derechos para organizarse, el derecho de los usuarios a diseñar sus propias instituciones o reglas no deben ser cuestionadas por las autoridades gubernamentales y los usuarios tienen derecho a largo plazo del uso del recurso.
- h. Redes de entidades: Las entidades con apropiación, provisión, supervisión, ejecución, resolución de conflictos y actividades de gobernabilidad sobre el recurso se organizan en capas múltiples de entidades anidadas o en red.

2.6.5.3. LECCIONES APRENDIDAS

La diversidad y complejidad del recurso hídrico de la macrocuenca difieren entre cuencas y entre la parte alta, media y baja de la cuenca, por consiguiente para que un arreglo institucional logre que las personas protejan en forma sostenible un recurso en el largo plazo, las reglas deben ser diseñadas conforme a los atributos del recurso.

En este mismo sentido el conjunto de reglas que funcionan de manera efectiva en una cuenca, no necesariamente funcione bien en otra cuenca, cuyo régimen de lluvias, usos económicos, suelos, culturas son diferentes.

No es eficiente, estandarizar un único modelo de solución para la gestión integral del recurso en toda la macrocuenca y crear instituciones con mandatos impuestos desde arriba olvidando el contexto local.

La responsabilidad de la gobernanza para la gestión integral del recurso debe ser asumida por una red de heterogénea de entidades o actores fortalecidos.

2.6.6. BIBLIOGRAFÍA

Andereis, J., Janssen, M., & Ostrom, E. (2004). A Framework to Analyze the Robustness of social ecological systems from an Institutional perspectiva. *Ecology and Society* , 9 (1), 18.

Bustamante, R., & Palacios, P. (2005). *Gobernanza, gobernabilidad y agua en Los Andes*. Proyecto: “Construyendo la visión social del agua desde los Andes”. Versión borrador,. Retrieved 2013 from disponible en: <http://www.negowat.org/curso/Modulo%20II/Documentos/Visiones%20Gobernanza.pdf>.

CIPAV. (15 de 3 de 2013). CIPAV. Retrieved 15 de 3 de 2013 from http://www.cipav.org.co/areas_de_investigacion/Ganaderia_colombiana_sostenible_que_es.html

Chevalier, J. (2005). *El sistema de análisis social SAS*. . Ottawa, Canada: Centro Internacional de Investigación para el Desarrollo.

Colom de Morán, E., & Ballesteros, M. , M. (2003). *Gobernabilidad eficaz del agua: acciones conjuntas en Centro América, 2003*. Global Water Partnership,.

Congreso de la República. (13 de Mar de 2013). Ley 685 de 2001 Agosto 5 El Código de Minas . Retrieved 13 de Mar de 2013 from <http://www.simco.gov.co/Portals/0/ley685.pdf>: <http://www.simco.gov.co/Portals/0/ley685.pdf>

Departamento Nacional de Planeación. (13 de Marzo de 2013). https://www.dnp.gov.co/Portals/0/archivos/documentos/GCRP/Presentaciones_Escobar/AE_CONSEJO_NACIONAL_DE_POLITICA_ECONOMICA_Y_SOCIAL_Y_LA_PLANEACION_393N_EN_COLOMBIA.pdf. Retrieved 13 de Marzo de 2013 from Departamento de Planeación Nacional: <https://www.dnp.gov.co>

FEDEGAN. (2006). *Plan estratégico de la ganadería colombiana 2019*. Bogotá, Colombia: FEDEGAN.

Fischer, A., Petersen , L., & Huppert, W. (2004). *Manual de Recursos naturales y Gobernanza: Incentivos para el uso sostenible*. Edt. GTZ.

García Perdomo, D., & Jiménez, F. (2010). *Reglas formales y no formales de gobernanza del recurso hídrico en la subcuenca del río Ulí*. Nicaragua: CATIE.

IUCN. (2004). *International Environmental Governance*. (F. Burhenne-Guilmin, F., & J. Scanlon, Eds.) Gland, Switzerland: IUCN.

Lasso, C., Usme, J., Trujillo, F., & Rial, A. (2010). Biodiversidad en la Cuenca del Orinoco: Bases científicas para la identificación de áreas prioritarias de conservación y uso sostenible de la biodiversidad. Bogotá, D. C., Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, WWF Colombia, Fundación Omacha, Fundación La Salle e Instituto de Estudios de la Orinoquia (Universidad Nacional de Colombia).

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural & Incoder. (2012). Proyecto de Ley de Tierras y Desarrollo Rural. Bogotá, Colombia: Fondo Canadiense.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2012). Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos. Bogotá, Colombia: MAD.

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2010). Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico. Bogotá, Colombia: MAVDT.

Mitchell, R., Bradley, R., & Woo, D. (1997). Toward a theory of stakeholder identification and salience: defining the principle of who and what really counts. . *Academy of Management Review*, 22 (4), 853-856.

Ostrom, E. (2009). Las reglas que no se hacen cumplir son mera palabrería. *Revista de Economía Institucional*, 2 (21), 15-24.

PNUD. (2012). Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), Gobernabilidad y desarrollo sostenible. Colombia.

Suchman, M. (1995). Managing legitimacy: Strategic and institutional approaches. . *Academy of Management Review* (20), 571-610.

SEMARNAT & CONAGUA. (2007). Guía de identificación de actores clave. Serie: Planeación Hidráulica en México. Componente: Planeación Local, proyectos emblemáticos. México, México: SEMARNAT.

Rodríguez Becerra, M., & Espinoza, G. (2002). Cap:11 Instrumentos de gestión ambiental. In M.

Rodríguez Becerra, & G. Espinoza, *Gestión Ambiental en América Latina y el Caribe. Evolución Tendencias y Principales prácticas.* (pp. 175-224). Washington D.C., EE.UU.: Banco Interamericano de Desarrollo, Departamento de Desarrollo Sostenible.

Turton, A., Hattingh, H., Maree, G., & Roux, D. (2007). *Governance as a Dialogue: Government-Society-Science in Transition.* . Springer Verlag, 354 p.

Torres, P., & Rodó, J. (2004). *Gobernanza, pensamiento estratégico y sostenibilidad.* . Barcelona, España: Institut Internacional de Governabilitat de Catalunya.

Walker, B. (29 de Mayo de 2007). Stockholm Resilience Center. Retrieved 15 de Octubre de 2011 from <http://www.stockhomresiliencecenter.org/seminarandevents/seminarandeventvideos>

Walker, B., & Meyers, J. (2004). Threshold in ecological and social-ecological systems: a developing database. *Ecology and Society* , 9 (2), 3.

Walker, B., Holling, C., Carpenter, S., & Kinzig, A. (2004). Ecology and Society. Retrieved 20 de Febrero de 2012 from Resilience, adaptability and transformability in social–ecological systems: <http://www.ecologyandsociety.org/vol0/iss2/art5>

Weber, M. (1947). *The theory of social and economic organization*. Estados Unidos: New York: Free Press.

Velázquez Álvarez, A., & Aguilar Gallegos, N. (2005). *Manual Introductorio al análisis de redes sociales. Ejemplos prácticos con UCINET*. México.

3. SÍNTESIS DIAGNÓSTICA

Se elaboraron unas fichas técnicas por cada unidad de análisis para facilidad en el manejo de la información. Ver anexo 6.

3.1. WPI

El índice pobreza como su nombre lo indica trata de identificar la relación que existe entre el acceso de la población al agua potable y los índices de pobreza para una localidad en particular, por lo tanto permite visualizar un panorama más amplio del conflicto de uso del agua, dado que involucra otras variables que tienen que ver con aspectos sociales y administrativos del uso del recurso y no solo variables relacionada con la cantidad de agua y su calidad en términos de su ciclo de agua natural.

Aplicado a la Macrocuenca del Río Orinoco, los resultados del índice de pobreza del agua mostraron que aunque la oferta de agua es alta en la mayoría de unidades de análisis el componente Recursos se ve disminuido por el peso negativo de las cargas contaminantes, igualmente el componente Uso (U) es un determinante que disminuye el índice acercándolo a los niveles de alta pobreza de agua, mientras que los componentes E, A y C contribuyen a aumentar los valores del índice. Lo anterior muestra que aunque existen en algunos sectores problemas relacionados con, por ejemplo la contaminación del agua, a la vez, en estos también existen sistemas de abastecimiento y una capacidad de la gente para gestionar el accesos al agua que hacen que los componentes Acceso y capacidad tengan un alto peso. Otra variable importante es el Ambiente que le da un peso a sectores en los que los componentes R y U son muy bajos.

El índice de pobreza del agua evidenció una alta pobreza de agua en unidades de análisis localizadas en el piedemonte donde se concentra gran parte de la población y permite diferenciar la pobreza del agua aguas arriba y aguas debajo de la cota 1000 m.

De acuerdo con los resultados las unidades de análisis con más alta pobreza de agua en la Macrocuenca del Río Orinoco son: la Zona Alta del Río Chitagá, la Zona Alta del Río Apure, la Zona Alta del Río Magua, la Zona Alta del Río Cabigón y Río Cobaría, el Río Bojabá, la Zona Alta del Río Pauto, la Zona Alta del Río Cravo Sur, la Zona Alta del Río Cusiana, el Río Upía, el Río Tunjita, el Embalse del Guavio, la Zona Alta del Río Humea, el Río Guatiquía, la Zona Alta del Río Metica, la Zona Alta del Río Ariari, la Zona Alta del río Guejar, el Alto Río Tomo y el Bajo Vichada.

Es importante anotar que el cálculo del índice de pobreza está condicionado tanto al grupo de variables que se seleccionen para cada componente como al método que se utilice para la selección de los pesos. Los resultados del análisis en este trabajo muestran que el método de componentes principales es un método que brinda luces para identificar la relevancia de algunas variables sobre otras, eliminando la subjetividad de la escogencia de pesos arbitrarios; no obstante debe considerarse que igualmente el método está sujeto a la procedencia de los datos de origen y a la escogencia de la unidad de análisis. En este trabajo se trató en lo posible de conseguir el

mayor juego de información que permitiera calcular cada componente de la mejor manera, no obstante algunas variables de importancia no pudieron ser obtenidas, como por ejemplo datos sobre la relación de enfermedades de la población relacionadas con el consumo de agua o cargas contaminantes de procedencia de actividades por hidrocarburos o minería, entre otras, con las cuales el análisis puede dar un panorama aún más crítico.

TABLA 89. VALORES DE LOS COMPONENTES RECURSOS (R), ACCESO (A), CAPACIDAD (C), USO (U), AMBIENTE (E) Y DEL ÍNDICE WPI, OBTENIDOS PARA LAS UNIDADES DE ANÁLISIS DE LA MACROCUECNA DEL RÍO ORINOCO.

Zona hidrográfica	Unidad de Análisis	R	U	E	A	C	WPI	WPI_t
Inírida	Caño Bocón	9.29	-0.66	81.09	2.86	10.52	19.5	30.2
	Caño Nabuquén	2.42	-0.23	76.53	0.00	9.59	15.5	26.7
	R. Inírida (mi)	9.37	0.70	75.85	0.00	7.55	16.6	27.7
	Río Inírida Alto	11.84	0.84	33.40	48.64	13.84	30.6	39.8
	Río Inírida Medio	22.60	-1.13	15.70	19.48	13.81	20.7	31.2
	Río Papunaya	9.74	-0.34	12.54	19.37	9.67	15.0	26.3
Guaviare	Alto Guaviare	13.64	-3.95	53.33	70.04	13.28	41.3	49.2
	Alto Río Uvá	4.81	-0.83	45.25	4.29	9.37	13.0	24.6
	Bajo Guaviare	10.62	-0.93	75.15	2.15	12.95	19.6	30.3
	Bajo Río Uvá	5.81	-0.80	42.53	8.57	6.40	13.3	24.8
	Caño Chupabe	5.58	-0.71	81.64	4.29	10.55	19.0	29.8
	Caño Minisiare	2.65	-0.09	77.43	2.86	18.61	20.1	30.7
	Medio Guaviare	4.67	4.30	62.62	41.37	9.31	28.6	38.1
	Río Ariari	-12.84	-1.50	51.51	52.19	15.43	28.2	37.7
	Río Guape	2.53	-0.18	52.92	49.46	10.07	29.7	39.1
	Río Guayabero	4.17	-0.60	50.95	81.72	12.28	42.1	49.8
	Río Guejar	3.33	-1.19	22.34	37.93	10.34	21.5	31.9
	Río Iteviare	5.33	-1.04	47.31	23.64	10.16	20.6	31.1
	Río Siare	4.90	-0.79	52.63	49.98	9.74	30.4	39.7
	Zona alta del Río Losada	5.11	-0.79	36.96	81.72	7.66	38.5	46.8
	Zona alta del Río Ariari	-19.13	-0.45	36.88	29.05	3.02	11.4	23.2
	Zona alta del Río Guape	0.55	-0.09	33.52	24.05	2.16	14.4	25.7
Zona alta del Río Guayabero	3.26	-0.54	36.83	65.90	1.12	30.0	39.3	
Zona alta del Río Guejar	-0.72	-0.10	42.29	0.14	2.65	7.1	19.4	
Vichada	Alto Vichada	9.13	-2.62	64.78	4.29	10.25	17.4	28.4
	Bajo Vichada	6.46	-0.73	21.51	8.57	9.48	11.6	23.3
	Directos Vichada Medio	5.58	-0.73	72.52	8.57	9.48	18.8	29.6
	Río Guarrojo	4.17	-0.89	52.19	4.29	9.36	13.9	25.3
	Río Muco	5.04	-1.25	47.31	4.29	9.37	13.4	24.9
Tomo	Alto Río Tomo	8.41	-1.76	4.75	2.14	9.60	7.4	19.7
	Bajo Río Tomo	4.65	-0.89	68.95	2.86	12.25	17.1	28.1
	Caño Lioni o Terecay	2.77	-0.67	74.96	2.86	12.44	17.5	28.4
Meta	Río Elvita	5.60	-1.64	67.52	2.86	16.41	18.7	29.5
	Caño Cumaral	1.14	-3.55	73.35	0.00	4.12	12.7	24.2
	Caño Guanápalo y otros directos al Meta	6.67	-4.96	88.18	6.39	16.03	23.1	33.3
	Chivor	-16.27	0.32	7.17	3.25	0.01	-2.3	11.2
	Directos al Meta (mi)	1.89	-1.21	100.67	30.65	19.70	33.5	42.4
	Directos al Río Meta	0.62	-8.91	51.51	22.39	6.78	18.2	29.0
	Directos al Río Meta (md)	2.58	0.15	29.47	9.59	14.83	14.0	25.4
	Directos al Río Meta (mi)	5.03	-1.90	51.52	10.98	13.66	18.0	28.9
	Directos Bajo Meta	5.34	-0.15	73.67	8.23	13.03	20.1	30.7
	Directos Río Metica (md)	-3.90	-7.14	49.31	25.24	12.41	19.7	30.4
	Embalse del Guavio	-1.42	5.57	2.88	5.81	1.29	2.6	15.4
	Río Metica (Guamal - Humadea)	-29.23	27.63	38.38	28.45	17.54	14.1	25.5
	Río Cravo Sur	-30.10	43.35	63.01	28.62	19.87	18.4	29.2
	Río Cusiana	-7.53	11.02	59.29	19.51	18.26	20.3	30.9
	Río Guacavía	1.49	-7.19	22.72	39.77	8.92	21.1	31.6
	Río Guatiquía	-170.01	88.55	30.24	78.25	34.54	-2.6	11.0
	Río Guayuriba	-7.15	0.26	33.65	77.24	17.27	36.7	45.1
	Río Humea	0.19	-3.06	3.51	65.25	9.80	27.2	36.9
	Río Manacacias	5.83	-11.94	71.68	20.68	10.40	23.4	33.6
	Río Melúa	1.91	-7.95	69.12	0.00	10.91	14.8	26.1
	Río Negro	1.39	-10.37	21.81	121.30	15.90	52.3	58.7
	Río Pauto	5.07	-3.32	72.65	10.76	11.41	20.2	30.8
	Río Túa	-3.67	-4.32	42.07	6.14	14.53	12.8	24.3
	Río Tunjita	-3.74	1.12	3.29	26.23	1.48	9.2	21.3
	Río Upía	-0.49	-1.28	14.69	13.83	6.06	9.2	21.2
	Río Yucao	2.51	-11.76	60.13	0.00	10.92	13.7	25.1
	Zona alta del Chivor	-14.49	15.46	6.30	86.41	193.00	99.7	100.0
	Zona alta del Embalse del Guavio	-0.03	16.06	14.04	50.76	19.35	27.2	36.9
	Zona alta del Río Metica (Guamal - Humadea)	-34.63	1.51	38.13	20.96	0.99	3.7	16.4
	Zona alta del Río Cravo Sur	-31.95	24.39	19.08	21.39	9.45	5.0	17.5
	Zona alta del Río Cusiana	-11.91	3.20	22.16	24.21	3.98	10.0	21.9
	Zona alta del Río Guacavía	0.35	-1.31	24.81	26.46	0.43	13.2	24.7
	Zona alta del Río Guatiquía	-170.65	68.47	13.65	69.20	16.32	-15.2	0.0
	Zona alta del Río Guayuriba	-5.42	1.49	15.76	79.92	58.34	50.9	57.5
	Zona alta del Río Humea	-1.07	-0.85	5.66	10.06	0.96	4.4	17.1
	Zona alta del Río Pauto	-1.77	-0.33	25.97	5.97	0.74	5.7	18.2
	Zona alta del Río Túa	-10.44	-0.05	17.60	12.01	0.32	4.0	16.7
	Zona alta del Río Tunjita	-2.36	4.65	13.93	40.84	16.22	21.9	32.2
	Zona alta del Río Upía	-0.51	-1.52	18.21	11.31	5.38	8.5	20.7

Zona hidrográfica	Unidad de Análisis	R	U	E	A	C	WPI	WPI_t
Casanare	Caño Aguaclearita	2.43	-0.86	103.24	10.98	18.97	26.9	36.6
	Caño Samuco	1.04	-0.29	105.91	34.19	19.37	35.2	43.8
	Río Ariporo	2.67	1.58	54.60	6.75	13.58	16.3	27.4
	Río Casanare	0.77	19.96	59.01	13.74	21.94	22.0	32.3
	Río Cravo Norte	9.00	-5.79	47.58	34.60	24.45	30.9	40.1
	Zona alta del Río Ariporo	-3.19	0.04	26.20	0.05	0.05	3.0	15.8
	Zona alta del Río Casanare	-2.95	7.57	35.50	43.60	11.97	24.3	34.3
Arauca	Zona alta del Río Cravo Norte	-0.44	-0.34	75.25	56.96	3.43	32.3	41.3
	Directos Río Arauca	-14.22	36.72	30.70	42.14	12.27	20.0	30.6
	Río Banadía y otros Directos al Río Arauca	-10.82	30.54	44.18	50.36	14.85	26.8	36.5
	Río Bojabá	0.48	-0.24	42.40	35.92	10.19	22.9	33.1
	Río Cobugón - Río Cobaría	0.43	-0.16	13.81	4.62	0.64	4.0	16.7
	Río Margua	0.41	-0.20	37.05	6.91	3.23	9.2	21.2
	Zona alta del Río Banadía y otros Directos	-13.59	1.06	32.50	66.77	1.78	25.2	35.1
	Zona alta del Río Bojabá	1.11	-0.83	33.23	37.53	3.45	19.7	30.4
	Zona alta del Río Chitaga	-1.40	-1.00	22.73	15.12	9.08	11.7	23.4
	Zona alta del Río Cobugón - Río Cobaría	2.39	-0.61	33.03	2.53	2.37	7.3	19.6
Orinoco Directos	Zona alta del Río Margua	0.75	-0.50	24.47	-0.77	2.12	4.3	17.0
	Caño Matavén	13.66	-1.53	58.74	8.57	9.48	19.0	29.8
	Directos Orinoco	4.70	-1.19	73.80	0.00	10.83	16.2	27.4
	Directos Río Atabapo (mi)	6.53	-0.97	76.48	2.14	17.36	20.4	30.9
	Río Cinaruco y Directos Río Orinoco	4.17	-1.38	30.01	28.05	7.13	18.1	29.0
	Río Tuparro	12.75	-0.93	35.90	4.29	14.33	15.7	26.9
Apure	Río Vita	8.54	-2.21	70.60	0.00	10.97	16.9	27.9
	Zona alta del Alto Río Apure	0.31	-0.25	38.03	-1.55	0.68	5.4	17.9

3.2. Iniciativas sectoriales

Los Megaproyectos de Transporte, Minería, Hidrocarburos y Energía Eléctrica se ubican en 94 unidades de las 96 definidas para la formulación del Plan Estratégico de la Macrocuena del río Orinoco (tabla 90).

TABLA 90. UNIDADES DE ANÁLISIS CON INICIATIVAS DE TRANSPORTE, HIDROELÉCTRICAS, MINERÍA E HIDROCARBUROS.

#	Unidad de Análisis	Transporte	Hidroeléctricas	Interconexión eléctrica	Minería	Hidrocarburos
1	Zona alta del Río Chitaga	x			x	x
2	Zona alta del Alto Río Apure					
3	Zona alta del Chivor	x	x		x	x
4	Zona alta del Río Casanare				x	x
5	Zona alta del Río Cravo Norte				x	x
6	Zona alta del Río Ariporo					x
7	Zona alta del Río Pauto				x	x
8	Zona alta del Río Cravo Sur				x	x
9	Zona alta del Río Guatiquía				x	x
10	Zona alta del Río Humea				x	x
11	Zona alta del Río Guacavía				x	x
12	Zona alta del Embalse del Guavio		x		x	x
13	Zona alta del Río Guayuriba	x			x	x
14	Chivor	x	x		x	x
15	Caño Aguaclearita					x
16	Directos Orinoco			x	x	x
17	Directos Río Arauca	x			x	x

#	Unidad de Análisis	Transporte	Hidroeléctricas	Interconexión eléctrica	Minería	Hidrocarburos
18	Río Muco	x			x	x
19	Río Guarrojo				x	x
20	Río Cinaruco y Directos Río Orinoco	x			x	x
21	Río Casanare	x			x	x
22	Río Cravo Norte	x			x	x
23	Río Ariporo	x			x	x
24	Directos Bajo Meta	x			x	x
25	Río Pauto	x			x	x
26	Directos al Río Meta (md)	x		x	x	x
27	Bajo Río Tomo					x
28	Caño Lioni o Terecay					x
29	Río Vita				x	x
30	Río Tuparro					x
31	Río Elvita					x
32	Alto Río Tomo				x	x
33	Caño Guanápalo y otros directos al Meta	x			x	x
34	Directos Vichada Medio				x	x
35	Alto Vichada				x	x
36	Bajo Vichada					x
37	Caño Matavén					x
38	Caño Chupabe					x
39	Bajo Río Uvá				x	x
40	Río Cravo Sur	x	x		x	x
41	Directos al Meta (mi)					x
42	Río Yucao	x			x	x
43	Río Guatiquía	x			x	x
44	Río Humea	x			x	x
45	Río Guacavía	x			x	x
46	Embalse del Guavio		x		x	x
47	Río Guayuriba	x	x		x	x
48	Directos Río Metica (md)	x			x	x
49	Directos al Río Meta	x			x	x
50	Alto Río Uvá					x
51	Directos Río Atabapo (mi)					x
52	Río Melúa					x
53	Caño Cumaral					x
54	Río Manacacías	x			x	x
55	Río Iteviare				x	x
56	Bajo Guaviare	x			x	x
57	Río Siare					x
58	Alto Guaviare				x	x
59	Caño Bocón					x
60	Caño Minisiare					x
61	Río Inírida (mi) hasta bocas Caño Bocón y Río Las Viñas				x	x
62	Río Inírida Medio					
63	Medio Guaviare	x		x	x	x
64	Río Inírida Alto	x			x	x
65	Río Papunaya					
66	Caño Samuco					x
67	Directos al Río Meta (mi)					x
68	Caño Nabuquén					

#	Unidad de Análisis	Transporte	Hidroeléctricas	Interconexión eléctrica	Minería	Hidrocarburos
69	Río Negro	x			x	x
70	Zona alta del Río Guayabero	x				x
71	Zona alta del Río Metica (Guamal - Humadea)				x	x
72	Zona alta del Río Guejar					x
73	Río Ariari	x			x	x
74	Zona alta del Río Cobugón - Río Cobaría				x	x
75	Zona alta del Río Banadía y otros Directos al Río Arauca				x	x
76	Zona alta del Río Upía	x	x		x	x
77	Zona alta del Río Cusiana	x			x	x
78	Río Margua	x			x	x
79	Río Guayabero	x				x
80	Río Guape	x			x	x
81	Río Túa	x			x	x
82	Río Upía	x	x		x	x
83	Río Banadía y otros Directos al Río Arauca	x			x	x
84	Río Bojabá	x				x
85	Zona alta del Río Margua	x			x	x
86	Zona alta del Río Túa					x
87	Río Cusiana	x	x		x	x
88	Río Tunjita	x	x		x	x
89	Zona alta del Río Tunjita				x	x
90	Zona alta del Río Ariari				x	x
91	Río Metica (Guamal - Humadea)	x			x	x
92	Zona alta del Río Guape				x	
93	Río Guejar	x			x	x
94	Zona alta del Río Losada					x
95	Zona alta del Río Bojabá					x
96	Río Cobugón - Río Cobaría	x			x	x

3.2.1. Minería

- Se identificaron 959 títulos mineros en la Macrocuenca del Orinoco, otorgados por las autoridades mineras entre 1990 y 2010, los cuales abarcan una extensión de 280.024 hectáreas, menos del 1% de la macrocuenca. Estos se encuentran en 66 (69%) de las 96 unidades de análisis.
- Los títulos mineros concedidos en la macrocuenca del Orinoco son de nueve (9) modalidades: Contrato de concesión según la Ley 685 de 2001 (69%), Contrato de conceción según el Decreto 2655 de 1988 (11%), Autorización temporal (10%), Licencia de explotación (4%), Licencia de exploración (2%), Contrato en virtud de aporte (2%), Licencia Especial de Materiales de Construcción (1%), Registro minero de canteras (0,1%) y Solicitud de legalización (0,1%).
- Según el grupo de minerales para los cuales fueron concedidos los títulos mineros, estos se distribuyen de la siguiente manera: materiales de construcción (64%), carbón (19%),

esmeraldas (9%), minerales industriales (3%), minerales de hierro (3%), metales preciosos (2%).

- Las unidades de análisis con la mayor proporción de su territorio con títulos mineros son: Zona alta del Río Banadía y otros Directos al Río Arauca (59%), Chivor (23%), Río Guayuriba (23%), Río Cobugón – Río Cobaría (22%) y Río Margua (20%).
- Las unidades de análisis con las mayores extensiones de títulos mineros son: Zona alta del Río Chítaga (45.206 Ha), Zona alta de Chivor (38.257 Ha) y Zona alta del Embalse del Guavio (21.425 Ha).
- Entre 2006 y 2010 fueron concedidos el 75% de los títulos mineros en la Macrocuenca; el 25% restante fue concedido entre 1990 y 2005.

3.2.2. Hidrocarburos

- Según la información recopilada a partir del Mapa de Tierras de la Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH) correspondiente al mes de agosto de 2012, en la macrocuenca del Orinoco existen 296 bloques de hidrocarburos que abarcan 26.097.359 hectáreas, las cuales corresponden al 75% de su extensión. Se han delimitado bloques petroleros en 93 (98%) de las 96 unidades de análisis. Las tres unidades en donde no existen estos bloques son la Zona alta del Alto Río Apure, el Río Papunaya y el Caño Nabuquén.
- La extensión de bloques de hidrocarburos en la Macrocuenca no se modificó entre agosto de 2012 y enero de 2013. Durante este periodo hubo un total de cambios en 29 bloques: 10 fueron escindidos de áreas de mayor tamaño (8 fueron catalogadas como áreas en producción y 2 como áreas disponibles), 1 bloque pasó de área disponible a TEA y los 18 restantes pasaron de área disponible a área en exploración.
- Los bloques ubicados en la parte alta de la macrocuenca corresponden principalmente a áreas disponibles y áreas en producción; en la parte media la mayor parte son áreas en exploración y aquellas en producción; y en la parte baja predominan las áreas en evaluación técnica (TEA).
- Las unidades de análisis en donde se encuentran la mayor parte de los oleoductos, actuales y previstos, son: Río Cusiana, Río Túa y Río Upía.

3.2.3. Infraestructura para transporte

- Los megaproyectos de infraestructura para transporte con influencia actual y potencial en la macrocuenca del río Orinoco se enmarcan en las siguientes categorías: vías terrestres, vías férreas, vías fluviales, aeropuertos, puertos y pasos de frontera. Los proyectos para

infraestructura de transporte, actuales y previstos, se ubican en 49 (51%) de las 96 unidades de análisis. Aquellas que tienen el mayor número son las de los Río Ariari y Guatiquía con 7 cada una; y las de los Ríos Cusiana, Guayuriba, Negro y Directos Río Metica (md) con 5 cada una.

- Estos megaproyectos responden principalmente a los siguientes programas: la Iniciativa de Integración de Infraestructura Regional Suramericana (IIRSA); (ii) el programa Corredores Arteriales Complementarios para la Competitividad; (iii) Arterias del Llano y (iv) las Concesiones Viales de Cuarta Generación (4G).
- El Corredor Villavicencio – Yopal – Arauca que hace parte del Grupo Centro oriente de la cuarta generación (4G) de concesiones viales, es el que atraviesa el mayor número de unidades de análisis (15): Río Guatiquía, Río Guacavía, Río Humea, Directos al Río Meta, Río Upía, Río Túa, Río Cusiana, Río Cravo Sur, Caño Guanápalo y otros directos al Meta, Río Pauto, Río Ariporo, Río Casanare, Río Cravo Norte, Río Cinaruco y Directos Río Orinoco, y Directos Río Arauca. Este proyecto se encuentra en estructuración desde julio de 2012.
- No existe una base de datos que presente de manera unificada la información (documental y cartográfica) sobre los megaproyectos de infraestructura en Colombia. La información sobre este tipo de proyectos en la macrocuenca del Orinoco fue recopilada principalmente de las páginas de internet del Instituto Nacional de Vías (INVIAS), de la Agencia Nacional de Infraestructura (ANI), de la Iniciativa para la Integración de la Infraestructura Regional Suramericana (IIRSA), del Ministerio de Transporte, del Departamento Nacional de Planeación (DNP), del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), y del Banco Mundial (BM), entre otras.

3.2.4. Energía Eléctrica

- Actualmente existen 2 hidroeléctricas en funcionamiento (Chivor y El Guavio) y 7 previstas en la macrocuenca del Orinoco. Estas últimas se construirían en las siguientes unidades de análisis: Zona alta del Río Guayuriba (Central Hidroeléctrica de Guayuriba, Central Hidroeléctrica de Guayabetal, Proyecto Hidroeléctrico Minas), Zona alta del Río Upía (Proyecto Hidroeléctrico Guaicaramo, Proyecto Hidroeléctrico Chapasía), Zona alta del Río Cravo Sur (Aprovechamiento Río Cravo Sur) y Zona alta del Río Cusiana (Central Hidroeléctrica de Cusiana).

3.3. Amenazas y Riesgos

- La aproximación desde una perspectiva integradora de amenazas, tendencias, índices de pobreza de agua, servicios ecosistémicos y vulnerabilidad resulta ser un buen acercamiento

para identificar las áreas de muy alto, alto y medio riesgo dentro de la macrocuenca del Orinoco pues se identifican y priorizan cada una de las variables que podrían afectar un área.

- La Zona Hidrográfica del Meta es la que en general tiene el más alto riesgo. El 18% de sus UA en riesgo Muy Alto y el 21% y 39% en Alto y medio respectivamente.
- La mitad de las UA del Arauca, Orinoco Directos y Tomo tienen riesgo medio, comparado con la ZH del Vichada que cuenta con el 80% de sus UA en el mismo tipo de riesgo.
- El Inírida y el Apure son las ZH que en mejor estado se encuentran, el 100% de sus UA están en un riesgo muy bajo y bajo respectivamente.
- En términos generales la Macrocuenca del Orinoco tiene el 36% de sus UA en riesgo Medio, el 29% en riesgo bajo y el 24% en riesgo muy bajo. Comparado con el 3.7% en riesgo Muy alto y el 7.8 en riesgo alto.

3.4. Gobernanza

3.4.1. Condiciones actuales de gobernanza a escala regional del recurso hídrico en la macrocuenca del río Orinoco

Teniendo en cuenta la baja densidad de la red de relaciones, la centralización de relaciones en unos pocos nodos o actores, reflejan que la Gobernanza actual de la macrocuenca, no cuenta con una articulación e integración de acciones entorno a la Gestión integral del recurso hídrico.

El avance de la frontera agropecuaria en la parte alta de la cuenca ha ocasionado altos niveles de degradación del recurso, impactos que está relacionado en parte por una gobernanza débil. Bajo la premisa que el manejo no sostenible de los recursos naturales se da por debilidades básicas de gobernanza, como *la falta de definición de derechos de propiedad, la falta de regulaciones de acceso y uso de los recursos naturales, así como por la escasa aplicabilidad de las normas establecidas* (Fischer, Petersen , & Huppert, 2004).

La escasa aplicabilidad de la reglamentación en las zonas de páramos, se manifiesta con los conflictos de presencia de cultivos de papa, ganadería y minería en Páramo, conflictos que deben enfrentar las autoridades ambientales en la parte alta de la macrocuenca.

Los actores claves o con mayor incidencia para la gestión del recursos hídrico son aquellos que fueron identificados como actores definitivos en la aplicación de la metodología de Poder-Legitimidad-Urgencia y los que son nodos importantes para la red social. En este orden los que cumplen con las dos características son:

TABLA 91. ACTORES CLAVES PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DEL RECURSO HÍDRICO DE LA MACROCUCIENCA DEL ORINOCO

Categoría	Definitivos (PLU)	Nodos de la red social
A Sector Hidrocarburos	Ecopetrol	
A Sector agropecuario		Fedegan
B autoridades ambientales	Ministerio del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, Parques Nacionales Naturales, Corporinoquia	Ministerio del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, Parques Nacionales Naturales, Ministerio de Agricultura Corporinoquia Cormacarena, Corpochivor y Corpoboyaca DNP
B entes territoriales	Gobernación de Boyacá, Alcaldía Villavicencio, Yopal, Puerto Inírida y Bogotá.	Gobernaciones de Vichada, Casanare, Arauca, Meta Alcaldía de Puerto Carreño
B fuerza armadas		Policia
D institutos	INCODER, IDEAM	INCODER, IDEAM IIAL, ICA, Corpoica
D academias	Universidad Nacional Sede Arauca	Unillanos, SENA
D ONGs	WWF	Fundación Omacha, Horizonte Verde, Resnatur

En la categoría de usuarios Ecopetrol en el sector de hidrocarburos y Fedegan desde el sector agropecuario, pueden jugar un papel clave en la medida que sus estrategias de sostenibilidad consisten en inversiones millonarias en sus planes de sostenibilidad y articulación con actores claves para la formulación, implementación y monitoreo de su gestión.

FEDEGAN en articulación con CIPAV, el Fondo para la Acción Ambiental y la Niñez, The Nature Conservancy, CATIE, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y el Ministerio del Medio ambiente, lideran la iniciativa denominada “Ganadería Colombiana Sostenible” (CIPAV, 2013).

La categoría de autoridades ambientales destaca el papel importante que desempeñan el Ministerio del Medio Ambiente, Parques Nacionales y Corporinoquia. No obstante una reflexión en común para todos los espacios es que para todas las corporaciones la gestión del recurso hídrico es un deber establecido legalmente, por consiguiente todas las corporaciones son actores claves.

La categoría de institutos, academia y ONGs, se destacan los institutos INCODER e IDEAM son actores de nivel con alta incidencia para la región. No obstante en el ejercicio de reflexiones surgieron el Instituto de Acuicultura de los Llanos, el Instituto Colombiano Agropecuario y Corpoica como actores nodos con numerosas articulación con otros actores. En cuanto al grupo de la academia fueron la Universidad Nacional y la Universidad de los Llanos las entidades claves para la gestión de información y conocimiento entorno a la gestión del recurso hídrico, de la mano con la ONGs WWF, Fundación Omacha y Resnatur.

3.4.2. Las características de las redes sociales asociadas a la Gobernanza del agua

En la parte alta de la macrocuenca entidades como Parques Nacionales, Corpoboyaca y Corpochivor son los nodos de mayor importancia para promover articulación entre instituciones y controlar los flujos de comunicación con actores de la cuenca media y baja, de manera que se trabaje bajo un enfoque sistémico que aborde la planificación en varias escalas espacial temporales y espaciales más amplias (Walker, Holling, Carpenter, & Kinzig, 2004).

3.4.3. Normas para el uso, acceso, manejo y gestión del recurso hídrico

Han pasado más de 84 años desde que Colombia incorporó el tema de la gestión del recurso hídrico en el marco legal del país. En la década del 2000 es el momento histórico en el cual se desarrollaron el mayor número de instrumentos para la gestión del recurso hídrico, es de importancia incluyendo seis documentos CONPES que motivan la articulación de entidades en el marco de la gestión del recurso hídrico.

Sin embargo, casi la mitad de las 217 normas o reglas formales identificadas no son conocidas. Los actores solo conocen las que están directamente relacionadas con sus procesos o competencias, por ende no son aceptadas por todos y no están bien definidas en términos de responsables, los deberes y derechos. En este mismo sentido la mayoría de las leyes se hacen sin tener en cuenta quién las va a ejecutar y quiénes van a ser los afectados y quién las van hacer cumplir, motivo por el cual dejan de ser operante y se quedan en el papel.

La aplicabilidad de las normas o la gobernabilidad está limitada debido a la deficiencia de recursos económicos, humanos y de conocimiento de la normatividad por parte de algunas instituciones y problemas asociados a la desarticulación institucional. Las reglas formales que no se supervisan y hacen cumplir a los actores involucrados, son ineficaces y por consiguiente no modifican el comportamiento que afecta de manera negativa el recurso (Ostrom, 2009).

Hay fallas en el monitoreo y seguimiento para evaluar el impacto de las políticas en materia de gestión integral del recurso hídrico.

3.4.4. Conflictos identificados en la gobernanza del recurso

Las normas o reglas formales no son conocidas por todos, los actores solo conocen las que están directamente relacionados con sus procesos, por ende no son aceptadas por todos y no están bien definidas en términos de responsables, los deberes y derechos. En este mismo sentido la mayoría de las leyes se hacen sin tener en cuenta quién las va a ejecutar y quiénes van a ser los afectados y quién las va hacer cumplir, motivo por el cual dejan de ser operante y se quedan en el papel.

La aplicabilidad de las normas o la gobernabilidad está limitada debido a la deficiencia de recursos económicos, humanos y de conocimiento de la normatividad por parte de algunas instituciones y problemas asociados a la desarticulación institucional. Las reglas formales que no se supervisan y hacen cumplir a los actores involucrados, son ineficaces y por consiguiente no modifican el comportamiento que afecta de manera negativa el recurso (Ostrom, 2009).

Hay fallas en el monitoreo y seguimiento para evaluar el impacto de las políticas en materia de gestión integral del recurso hídrico.

Si bien más de 800 empresas cuentan con licencias o permisos ambientales para el uso del recurso hídrico, para la mayoría de los usos del recurso son públicos, y muchos actores se comportan como *free-riding*, es decir que muchos actores se benefician activamente del recurso y de la infraestructura pública del servicio, pero son pocas las que aportan a la conservación del recurso.

Las organizaciones sociales, las asociaciones de acueductos veredales, los pescadores, los prestadores de servicios de turismo, los grupos étnicos, en el análisis de perfiles se pudo identificar su condición de vulnerabilidad.

Para mejorar la Gobernanza es fundamental promover las relaciones de intercambio por medio de la construcción de arreglos, instituciones, alianzas y procesos de descentralización local.

Se realizó una revisión exhaustiva de las reglas formales y no formales entorno a la gestión del recurso hídrico, en conclusión se identificaron 217 normas o reglas formales. Se consolidó una base de datos en Excel de las normas y planes e gestión asociados al tema. La lección que vale la pena destacar es que no existe un conjunto único de reglas que sea igualmente efectivo para administrar el recurso hídrico.

Siguiendo el orden anterior el conjunto de reglas que funcionan de manera efectiva en una cuenca, funcione bien en otra cuenca, cuyo régimen de lluvias, usos económicos, suelos, culturas son diferentes.

4. LECCIONES APRENDIDAS/ RECOMENDACIONES

4.1. Lecciones aprendidas

4.1.1. Evolución y Tendencias

Para el periodo total analizado se puede observar una pérdida mayor para herbazal tierra firme, y bosque tierra firme, y después las zonas inundadas (bosque y herbazal) en seguido.

Las categorías no-naturales con mayor ganancia en área son Pastos, Mosaico de cultivos y pastos y bosque fragmentado, y también vegetación secundaria. Durante el periodo de 2000-2007 además se ve una ganancia para herbazal inundable debido a la dinámica natural entre las dos categorías de herbazales.

Durante el intervalo 1987-2000 se observa cambio en área entre categorías, pero intercambio mínimo, observando sobre todo ganancia de categorías no-naturales por pérdida de categorías naturales. Durante el intervalo 2000-2007, se observa tanto cambio en área como intercambio (cambio de localidad entre categorías) indicando mayor dinámica en el segundo intervalo.

Bosque Tierra Firme pierde sobre todo a categorías no-naturales en ambos intervalos. En el segundo intervalo se observa un cambio de BTF y HTF a sus categorías naturales correspondientes naturales pero inundables (BI y HI). HI pierde en el primer intervalo sobre todo por pastos, pero gana de varias categorías naturales y no-naturales en el segundo intervalo.

Palma gana el primer intervalo sobre todo de categorías naturales pero en el segundo intervalo sobre todo de pastos aunque continúa la ganancia sobre HTF y BI. Pastos gana en todo el periodo analizado de todas las categorías naturales, pero en el segundo periodo pierde área también a herbazal inundable. Arroz muestra ganancia en el primer intervalo sobre las categorías naturales de herbazal y bosque inundable, mientras en el segundo intervalo empieza a ser reemplazado por pastos, palma y herbazal tierra firme, mientras que gana de herbazal y bosque inundable. Cambios notables: Pastos a herbazal inundable y arroz a herbazal tierra firme, que posible es debido a áreas abandonados en ciertas zonas.

Para el intervalo 1987-2000, se identificaron transiciones sistemáticas (más grandes que lo que se esperaría por procesos aleatorios), de Bosque Tierra Firme hacia Pasto, Mosaico de pastos y cultivos, y Bosque Fragmentado, cómo también de BI a vegetación secundaria, en este caso probablemente una vegetación degradada, y una transición sistemática de Herbazal inundable hacia pastos, como también de Herbazal Tierra Firme a zonas quemadas (proceso natural de incendios de las sabanas). Herbazal inundable es más bien una categoría “evitada” ya que se observa menos cambios de lo que se esperaría por su ocupación espacial en el territorio.

Para el intervalo 2000-2007, se observa transiciones sistemáticas de Bosque Tierra Firme a Pastos, Mosaico de pastos y cultivos y bosque fragmentado, como indicación del uso del bosque tierra

firme para varios usos en la zona, más que otras categorías naturales. Las transiciones sistemáticas entre herbazales y bosques tanto de tierra firme como inundables, muestra la dinámica natural de la región entre zonas inundadas y tierra firme, que es de gran importancia en la consideración de mapas de cobertura de la zona, ya que esta extensión varía entre años.

El análisis de intensidad de intervalo muestra que el intervalo 2000-2007 fue un periodo de tiempo con una intensidad de cambios más rápida que el intervalo anterior de 1987-2000. Eso indica cambios más rápidos en este último periodo de tiempo.

El análisis de intensidad de categoría muestra que durante el primero intervalo sólo las categorías no naturales son las categorías activas por su intensidad de cambio. En el segundo intervalo casi todas las categorías son activas tanto en su intensidad de pérdidas como en ganancias. Categorías pasivas son los bosques y los herbazales de tierra firme.

En análisis de intensidad de transición para Pastos muestra que en el intervalo 1987-2000, las ganancias de esta categoría vienen sistemáticamente hacia áreas de Herbazal inundable, herbazal tierra firme y bosque tierra firme. En el segundo intervalo vienen en gran cantidad de áreas de mosaico de pastos y cultivos. Palmas y plantaciones forestales se establecen sistemáticamente en herbazal tierra firme e inundable, y bosque inundable, en el primero intervalo, mientras que en el segundo intervalo se ubican específicamente en áreas previamente de pastos. Herbazal inundable muestra una dinámica natural fuerte con las categorías de herbazal y bosque tierra firme en ambos intervalos, mientras que hay una conversión sistemática de pastos hacia HI en el segundo intervalo también.

Las zonas hidrográficas con mayores cambios de cobertura por pérdidas de cobertura natural hacia cobertura no-natural, son Arauca (22.2%), Casanare (21.9%), y Meta (20.2%).

Las zonas hidrográficas que muestran un rango medio de amenaza por pérdida de cobertura natural, son Tomo, Meta, Casanare, Arauca, y Vichada. Las de amenaza baja son Apure, Guaviare, Orinoco directos. La zona hidrográfica con mayor número de subzonas hidrográficas es un rango de amenaza alta, es Meta.

Las subzonas hidrográficas muestran una gran variedad de superficie transformado de natural a no-natural, con valores entre 0.4-47,6%.

4.1.2. Amenazas y Riesgos

En el marco de este convenio se pudo lograr la aplicación de un marco conceptual y metodológico novedoso para la región que permitió a una escala regional describir las variables relacionadas con el riesgo con miras a entender su relación con las variables relacionadas con la gestión integral del agua. Si bien este estudio no permite realizar un análisis detallado de cada una de las variables da una aproximación general de lo que ocurre en un territorio.

A pesar de ser esta una aproximación a nivel general sobre los eventos que ocurren en esta región, es necesario iniciar estudio a escala detallados donde se permita analizar puntualmente cada una de las variables analizadas al interior de cada unidad de análisis.

La organización de la información es un proceso dispendioso que generalmente involucra un tiempo largo en todo proyecto. La estructuración de la información permite que esta pueda analizarse en miras a establecer un sistema de monitoreo.

4.1.3. Gobernanza

La diversidad y complejidad del recurso hídrico de la macrocuenca difieren entre cuencas y entre la parte alta, media y baja de la cuenca, por consiguiente para que un arreglo institucional logre que las personas protejan en forma sostenible un recurso en el largo plazo, las reglas deben ser diseñadas conforme a los atributos del recurso.

En este mismo sentido el conjunto de reglas que funcionan de manera efectiva en una cuenca, no necesariamente funcione bien en otra cuenca, cuyo régimen de lluvias, usos económicos, suelos, culturas son diferentes.

No es eficiente, estandarizar un único modelo de solución para la gestión integral del recurso en toda la Macrocuena y crear instituciones con mandatos impuestos desde arriba olvidando el contexto local.

La responsabilidad de la gobernanza para la gestión integral del recurso debe ser asumida por una red de heterogénea de entidades o actores fortalecidos.

4.2. Recomendaciones para el Plan Estratégico de la Macrocuena del Orinoco

4.2.1. Gestión de Información y Bases de Datos

- En el desarrollo del Plan Estratégico no fue posible adquirir completo el Estudio Nacional del Agua elaborado por el IDEAM, se recomienda obtener los estudios completos para poder realizar análisis más detallados relacionados con la calidad, demanda y oferta de agua.
- Es necesario incorporar al estudio el tema de especies de libros rojos, para realizar una mejor caracterización de las subzonas hidrográficas en relación con especies amenazadas.
- La capa predial no está sino para un sector de la zona de estudio, parte del departamento de Arauca, la mayoría del departamento de Boyacá, parcialmente el departamento del Meta y

Vichada, el departamento del Casanare y el departamento de Cundinamarca. Se requeriría complementar esta información para el resto del área de estudio como lo es para los departamentos de Guainía, Guaviare, Vaupés, Norte de Santander, Santander, para analizar el tema de tenencia de la tierra de manera más detallada.

- A medida que se vaya avanzando en el Plan Estratégico se recomienda ir actualizando las capas que vayan saliendo, como las capas de tierras de la Agencia Nacional de Hidrocarburos y cobertura entre otros.
- Para la cartografía que se siga generando se recomienda que se mantenga el sistema de coordenadas proyectadas Magna_Colombia_Bogotá para poder ser incorporado a la Geodatabase generada.
- Para una toma de decisiones adecuada respecto a las obras de infraestructura el gobierno nacional debe implementar una base de datos unificada sobre los proyectos, realizados, en curso y previstos. La información sobre proyectos de infraestructura para transporte y para generación y transmisión de energía, no se encuentra centralizada en una base de datos única a nivel nacional o regional. Diferentes portales oficiales (INVIAS, ANI, Ministerio de Transporte, Superintendencia de Puertos y Transporte, ISA, Ministerio de Minas y Energía, UPME, Banco Mundial, Corporación Andina de Fomento, Banco Interamericano de Desarrollo, entre otras) tiene información al respecto, pero esta es fragmentaria o desactualizada y presenta valores diferentes sobre estados de avance de obra, montos invertidos o presupuestados, tiempos de ejecución , etc.

4.2.2. Gobernanza

- Fortalecer la gestión de la definición de derechos de propiedad (agua bien común o bien privado), a partir de regulaciones de acceso (formales y no formales).
 - Profundizar en la identificación de reglas no formales para la regulación de acceso, usualmente son perceptibles a escalas detalladas.
 - Diseñar estrategias para difundir, sensibilizar y adoptar las normas establecidas entorno al recurso hídrico en las instituciones y sus procesos de los actores relacionados con la gestión (tomar como referencia la base de datos de actores).
 - Elaborar una estrategia para monitorear y evaluar los impactos de la política pública frente a la gestión integral del recurso hídrico.
- Analizar las estrategias de Ecopetrol y FEDEGAN para ser nodos claves en la red social, teniendo en cuenta el arreglo institucional y político, para abordar las estrategias ambientales

e internalizar los costos ambientales de sus actividades. Con el fin de identificar patrones que pueda servir de modelo a seguir para los de más sectores.

- Promover la realización de análisis de gobernanza a escala detallada, con el fin de no ver como un grupo homogéneo y vulnerable, al que conjunto de organizaciones sociales, asociaciones de acueductos veredales, pescadores, los prestadores de servicios de turismo y los grupos étnicos.
- Para mejorar la Gobernanza es fundamental promover las relaciones de intercambio por medio de la construcción de arreglos, instituciones y alianzas entre las diferentes categorías de actores.
- Por otro lado las instituciones deben innovar frente a los desafíos ambientales actuales, como el hecho de enfrentar problemas locales con causas globales.
- Reducir la incertidumbre en la toma de decisiones de los planificadores o administradores del recurso hídrico.
- Tener presente los principios para el diseño de instituciones para que puedan gobernar los recursos de manera sostenible (Andereis, Janssen, & Ostrom, 2004)
 - Definir Claramente los límites que tiene el recurso hídrico y sus ecosistemas asociados y la claridad de los derechos que tienen las personas o las familias sobre los mismos.
 - Proporcionalidad entre costos y beneficios: las reglas que especifican la cantidad de recursos que se asigna a un usuario están relacionadas con las condiciones locales del recurso y las necesidades de insumos e ingresos de dinero del usuario.
 - Elección colectiva de arreglos: Las personas afectadas por la explotación del recurso y las normas de protección, deben estar incluidas en el grupo que puede modificar estas reglas.
 - Monitoreo, las personas que realizan el monitoreo de las condiciones biofísicas y el comportamiento de los usuarios, deben al menos incluir monitores que son los mismos responsables o son los propios usuarios.
 - Sanciones graduables: Los usuarios que violen las reglas, es probable que reciban sanciones graduales (dependiendo de la gravedad y el contexto de la ofensa) de otros usuarios, de las entidades responsables legalmente o de ambos.
 - Mecanismos de resolución de conflictos, propender por que los usuarios y los funcionarios cuenten con acceso rápido a bajo costo y en escenarios locales de mecanismos para resolver los conflictos entre los usuarios o entre usuarios y funcionarios.

- Reconocimiento mínimo de derechos para organizarse, el derecho de los usuarios a diseñar sus propias instituciones o reglas no deben ser cuestionadas por las autoridades gubernamentales y los usuarios tienen derecho a largo plazo del uso del recurso.
- Redes de entidades: Las entidades con apropiación, provisión, supervisión, ejecución, resolución de conflictos y actividades de gobernabilidad sobre el recurso se organizan en capas múltiples de entidades anidadas o en red.

4.2.3. Evolución y Tendencias

Es de gran importancia relacionar los cambios espaciales y las tendencias con factores socio-económicos. Ciertos cambios son relacionados a procesos demográficos y sociales que pueden ser mejor explicados cuando analizando cambios sociales que pueden haber sido causas sobre cambios de cobertura. En la publicación de Romero et al (2012) relacionan varios factores demográficos y económicos a cambios de cobertura pero sin datos cuantitativos por parte de los variables económicos y lo hacen específicamente para la región de los Llanos Orientales.

Durante el procesamiento de los mapas de coberturas, se encontraron varias inconsistencias de información que fue ajustada en el proceso, sin embargo, se recomienda continuar la consideración de mejoramiento de los mapas de cobertura para su próxima aplicación.

5. PRINCIPAL RELACION DE LA MACROCUENCA DEL ORINOCO CON SUS DOS CUENCAS ALEDANAS (MAGDALENA Y AMAZONAS)

Por su extensión y ubicación geográfica, la macrocuenca de la Orinoquia Colombiana juega un papel primordial en el recurso hídrico del país, ya que esta región cubre un 34% del país siendo considerada como el tercer sistema ribereño más importante por el volumen de descarga de agua hacia el Atlántico (descarga promedio de 36.000 m³/seg) (Correa et al, 2006). En su interior se ubican cuatro de los once ríos de Colombia con caudales superiores a 1.000 m³/seg: Guaviare, Inírida, Meta y Vichada, para los cuales las aguas procedentes de las cuencas altas de la cordillera Oriental, donde se calcula entre 6.200 m³/seg y 21.400 m³/seg para el río Orinoco. De la misma forma, el 36% de los ríos en Colombia con un caudal superior a los 10 m³/seg pertenecen a la Orinoquia, ubicándose el 38,7% de las microcuencas del país. El agua en lagos constituye el 3,57% del total nacional (1.128 millones de m³); los cursos de agua el 33,8% (21.638 millones de m³); el agua atmosférica el 33,53% (100,59 millones de m³) y el agua de pantanos el 71,08% (CIPAV, WWF, Fundación Horizonte Verde, 1998). Por lo mismo su riqueza hídrica representa el 32,47% de las reservas de agua del país.

Estas características hídricas, junto con su estratégica posición geográfica, y su estrecha relación con la macrocuencas del Magdalena y Amazonas, lo han puesto en los últimos años en la mira nacional debido a su gran potencial hidrológico que representa para la población y el bienestar humano. En su interior, se encuentran tres de los más importantes embalses que surten de agua y energía que suple las necesidades de la población que principalmente se asientan en la macrocuenca del Magdalena y en especial para la región cundiboyacence, en específico el área metropolitana de Bogotá y sus áreas de influencia que albergan cerca de 9.000.000 millones de habitantes que equivalen al 20% de la población del país (4D Elements – PNN Chingaza, 2013). Esta macrocuenca también juega un papel vital como corredor de biodiversidad entre los ecosistemas andinos, llaneros e incluso amazónicos. Por esto, la prioridad nacional de entender la dinámica hídrica, ecológica y social de estas cuencas con el fin de poder articular planes y políticas del manejo, y el desarrollo sostenible de esta región y en general de las dos grandes macrocuencas a las que se encuentran inmersos (Orinoquia y Amazonas) y aledaños (Orinoquia y Magdalena). Paralelamente dada la complejidad de sus ecosistemas los cuales comparten con sus macrocuencas aledañas se presentan las siguientes características que comparten con las mismas.

5.1. MACROCUENCA DEL MAGDALENA

La macrocuenca del Magdalena la cual se ubica al occidente de la macrocuenca del Orinoco, comparte con esta última gran parte de sus ecosistemas de paramos, altoandinos y andinos, convirtiéndose un importante corredor de flora y fauna entre estas dos regiones. De igual

manera, es en sus divisorias de aguas donde nacen importantes ríos que cruzan gran parte del norte de la geografía nacional y en la cual una serie de procesos culturales, sociales y biológicos son compartidos entre los mismos. Dada esta importancia se destaca:

5.1.1. PARAMOS

El sistema de paramos andinos que cubre los páramos de Sumapaz – Chingaza, Pisba y Cocuy ubicados en la cordillera oriental es compartido en toda su extensión con la cuenca del Magdalena. Se destaca el páramo de Sumapaz el cual es el de mayor extensión en el mundo con cerca de 266.250 ha. La importancia de este ecosistema para estas dos macrocuencas radica en que brindar dos de los más importantes servicios ambientales para la población como son la regulación y provisión hídrica, y el almacenamiento de carbono atmosférico. Estos complejos se llenan de agua, siendo ésta retenida por un periodo relativamente largo y liberada lenta y constantemente. Así, el páramo no debe considerarse un productor de agua, sino un recogedor de ella y un regulador de su flujo. El agua proviene de la lluvia, la neblina y los deshielos ciclos importantes para la regulación del agua en estas dos macrocuencas.

5.1.2. EMBALSES

Tres de los más grandes e importantes embalses de Colombia se encuentran ubicadas en la región del piedemonte Orinocense los cuales proveen energía y agua para gran parte de la población de la macrocuenca del Magdalena, estos son:

5.1.2.1. EMBALSE DEL GUAVIO

El embalse del Guavio, llenado en 1990 se localiza en la región noroccidental de la macrocuenca del Orinoco, en el Departamento de Cundinamarca, sobre el flanco oriental de la Cordillera Oriental, en las cabeceras de los ríos Guavio, Chivor y Batatas en los municipios de Ubala, Gachalá, Gacheta, Gama y Junín. El objeto básico del proyecto hidroeléctrico del Guavio ha sido la generación de electricidad a través del aprovechamiento del caudal de los ríos que la surten. Los caudales utilizados son restituidos al río Upia afluente del río Meta. La energía generada por este embalse es conducida a Bogotá a través de líneas de alta tensión y están en interconexión con todo el país, siendo capaz de generar hasta el 19% de la electricidad nacional. Se ubica a una altitud de 1630 metros y tiene una superficie de 15.000 ha, con una profundidad de 232 metros y un volumen máximo de 208 Mm³.

5.1.2.2. EMBALSE DE CHUZA

El sistema Chingaza, que empieza su funcionamiento en 1983 capta aproximadamente 14m³/seg., siendo abastecido principalmente por las cuencas de los ríos Chuza, La Playa y Frío, de los cuales capta, a través del embalse de Chuza 11.4m³/seg. y también se abastece de la cuenca del río Blanco donde capta aproximadamente 2.6 m³/seg. (García, 2003). Este embalse se ubica en el municipio de Fomeque en Cundinamarca a una altitud de 2.999 m.s.n.m. Presenta una superficie

total de 537 Ha y una profundidad de 94 metros. Tiene una capacidad de albergar un volumen máximo de 248 Mm³ y una longitud máxima de 4 Km.

Este embalse juega tal vez el papel más importante y fundamental en Colombia al ser fuente de bienestar de la población andina ya que solamente este embalse, junto con el túnel del Guatiquía que conduce el río La Playa al embalse y el sistema río Blanco que consta de cuatro pozos con cerca de 20 captaciones, aporta cerca del 80% del agua para el acueducto de Bogotá y 16 municipios de la sabana, lo cual puede representar el acceso al agua potable de por lo menos 9.000.000 de personas, que a su vez equivalen a cerca del 20% de la población en Colombia (Lora, 2009).

5.1.2.3. EMBALSE DE CHIVOR

Este embalse que inicia su operación en 1975 se ubica a 160 km al Nororiente de Bogotá, en el municipio de Santa María en Boyacá. Recoge aguas del río Batá y de las desviaciones de los ríos Tunjita, Negro y Sucio los cuales regulan la presa de La Esmeralda que forma un embalse con una capacidad de almacenamiento de 760 mm³. El caudal regulado del río Batá, se desvía por medio de dos túneles a la hoya del río Lengupá, donde se encuentra situada la casa de máquinas. Esto permite aprovechar una caída de 768 m. La capacidad instalada de la planta es de 1.000 MW, divididos en dos etapas similares, con cuatro unidades generadores cada una. Este embalse se ubica a una altitud de 1.200 msnm, tiene un área de 1.260 Ha, 130 m de profundidad y una capacidad de almacenamiento de 758 mm³ en una longitud máxima de 23 km. Para entregar la energía producida se emplea una subestación a 230 KV que permite conexiones con las subestaciones Paipa en Boyacá, Torca en Cundinamarca y Guavio en Boyacá.

5.2. MACROCUCENCA DEL AMAZONAS

Aunque la presencia poblacional, entre la frontera de estas dos macrocuencas es baja, la región ha comenzado a soportar un intenso flujo migratorio originado por las bonanzas económicas, la agudización del conflicto interno, el establecimiento de centros poblacionales y las políticas desarticuladas de los entes gubernamentales ha traído como consecuencia una tendencia de cambio a los recursos naturales que existe en la región y en especial de sus recursos naturales e hídricos. La mayor afectación ocurre en el influencia del área de manejo especial de la Macarena y en el eje de colonización entre San José del Guaviare – Miraflores que ha afectado la zona sur de la macrocuena del Orinoco y amenaza la integridad de la macrocuena del Amazonas. Esta se ve reflejada en el área de piedemonte en el departamento del Meta área de vital importancia para la integración de las tres macrocuencas (Orinoco – Amazonas – Magdalena). De ahí la realizar una intervención conjunta en esta dos áreas que se basen en acuerdos entre las dos macrocuencas que permitan dejar claramente establecidos los objetivos e intereses que se tienen para el manejo conjunto de estas dos áreas (UAESPNN, 2005).

La macrocuenca del Amazonas que conforman el sistema fluvial más grande del mundo, con cuencas hidrográficas que abarcan más de seis millones de kilómetros cuadrados (Neill et al, 2006) ha iniciado a perder la continuidad de las fuentes hídricas y la calidad de sus aguas las cuales mantienen y conservación gran diversidad de especies de peces endémicos importantes para la vida. Estas selvas son fundamentales para la regulación hídrica y de la humedad mesoclimática. De ahí áreas la importancia de conservar y manejar áreas de gran importancia para las dos macrocuencas como es la Estrella Fluvial de Inírida zona que pertenece a la subregión de selva de transición que une la Orinoquia con la Amazonia y que a su vez hace parte de la región geográfica de la formación geológica del Escudo Guayanés. Esta área es irrigada por los ríos Inírida, Guaviare y Atabapo, que a su vez drenan sus aguas hacia la cuenca del Orinoco en la zona fronteriza colombo-venezolana, en los alrededores del municipio colombiano de Puerto Inírida (Ferrer et al, 2009).

5.3. BIBLIOGRAFIA

CIPAV, WWF Colombia y Fundación Horizonte Verde. 1998. Informe técnico: Diagnostico y definición de prioridades para la conservación y manejo de la biodiversidad en la Orinoquia colombiana. Cipav. Bogotá Colombia

Correa, H. D. Ruiz, S.LO. y Arevalo L.M. (eds). 2006. Plan de acción en biodiversidad de la cuenca del Orinoco – Colombia /2005 – 2015. Propuesta Técnica. Bogotá D.C. Corporinoquia, Cormacarena, IAvH, Unitropico, Fundación Omacha, Fundación Horizonte Verde, Universidad Javeriana, Unillanos, WWF – Colombia GTZ Colombia, Bogotá, D.C. 330 pg.

4D Elements – PNN Chingaza. 2013. Plan de manejo desde una visión de servicios ecosistémicos del PNN Chingaza

García, M, 2003. Informe de implementación del acuerdo y/o convenio del manejo de recursos generados por el uso del agua en el PNN Chingaza. Programa Estrategia para la Consolidación y Fortalecimiento del Sistema de Parques Nacionales Naturales de Colombia.

Ferrer A., M. Beltrán y C. Lasso. 2009. Mamíferos de la Estrella Fluvial de Inírida: Ríos Inírida, Guaviare, Atabapo y Orinoco (Colombia). Biota Colombiana, vol 10 No. 1-2. Pp 209-218.

Lora C. A. 2009. El Agua como eje del desarrollo regional. Estudio de Caso: Región Abastecida por el Páramo de Chingaza. Universidad de los Andes. Centro Interdisciplinario de Estudios Regionales CIDER, Maestría en Planificación y Administración del Desarrollo Regional, Bogotá, D.C.

Neill, C., Deegan, L. A., Thomas, S. M., Hauptert, C. L., Krusche, A. V., Ballester, V. M., & Victoria, R. L. (2006). Deforestation alters the hydraulic and biogeochemical characteristics of small lowland Amazonian streams. *Hydrological Processes*, 2580(12), 2563-2580. John Wiley & Sons. Retrieved from <http://doi.wiley.com/10.1002/hyp.6216>

UAESPNN., 2005. Plan de manejo básico. Parque Nacional Natural Sierra de la Macarena.