

**PROYECTO: ESTRUCTURACIÓN DE LINEAMIENTOS ESTRATÉGICOS
PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DEL AGUA Y PARA GESTIONAR
ACUERDOS CON ACTORES CLAVE PARA EL PLAN ESTRATÉGICO DE LA
MACROCUENCA DEL AMAZONAS**

**CONVENIO 351/2015 SUSCRITO ENTRE EL MINISTERIO DE AMBIENTE Y
DESARROLLO SOSTENIBLE Y EL INSTITUTO AMAZÓNICO DE
INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS -SINCHI**

PRODUCTO No. 3: VERSIÓN FINAL MEJORADA (Version 04)

**Resultados y Análisis de la Fase IV:
Gestión de Acuerdos con Actores Clave**

JULIO - 2016



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax
(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuenca Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH)-SINCHI



EQUIPO TÉCNICO DEL CONVENIO No. 351

Dr. Juan Carlos Alonso González
Supervisión y Coordinación General

Dr. Guillermo Rueda Delgado
Coordinación Académica y Técnica

M.Sc. Lyda Amparo Cruz Méndez
Secretaria Técnica

Esp. Natalí Acosta Barón
Profesional de Apoyo 1. en Bases de Datos y GeoDataBase

M.Sc. Olga Lucía Pulido Méndez
Profesional Análisis Hidrológicos

M. Sc. Juan Fernando Tobón Pérez
Profesional de Apoyo 2. en Biodiversidad y Ecosistemas

M.Sc. William López Bohórquez
Profesional en Calidad de Aguas

Pg. Jorge Amando Cuartas Ricaurte
Profesional en Economía 1.

M.Sc. Alexander Perdomo Vanegas
Especialista en Sistemas de Información Geográfica-SIG

Dr. Camilo Torres Sanabria
Experto en Análisis Macroeconómicos

M.Sc. Jaime Andrés Carmona Ramírez
Experto en Análisis Hidroclimáticos

M.Sc. Brigitte Dimelsa Gil Manrique
Experta Análisis Modelo Sistémico

Dra. María del Pilar García Pachón
Especialista Legal



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax (8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuenca Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH)-SINCHI



Contenido

	Pág.
INTRODUCCIÓN: GESTIÓN DE ACUERDOS CON ACTORES CLAVE	29
1 ANÁLISIS DE TENDENCIAS Y PROYECCIONES AL 2050 DEL PEMA.....	31
1.1 TENDENCIAS MACROECONÓMICAS DE LOS SECTORES PRODUCTIVOS PRESENTES EN LA MACROCUENCA DEL AMAZONAS.	31
1.1.1 ANÁLISIS MACROECONÓMICO INICIAL DE LOS SERVICIOS PRIORIZADOS PARA LOS RECURSOS HÍDRICOS DE LA MACROCUENCA DEL AMAZONAS COLOMBIANO EN EL CONTEXTO NACIONAL, REGIONAL Y MUNDIAL. 35	
1.1.2 EVALUACIÓN FINANCIERA DE LA POLÍTICA NACIONAL DE GESTIÓN INTEGRAL DEL RECURSO HÍDRICO PARA LA AMAZONIA COLOMBIANA.....	88
1.2 TENDENCIAS ECONÓMICAS DE CAMBIOS DE USO DEL SUELO, AFECTACIÓN SOBRE LOS RECURSOS HÍDRICOS Y CONFLICTOS: PROYECCIONES POBLACIONALES y de los sectores productivos.....	94
1.2.1 METODOLOGÍA	96
1.2.2 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	101
1.2.3 CONCLUSIONES	121



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax (8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co

1.3	TENDENCIAS HIDROLÓGICAS EN LA MACROCUENA PARA LOS SEIS PRINCIPALES DEPARTAMENTOS DE LA MACROCUENA.....	125
1.3.1	METODOLOGÍA.....	126
1.3.2	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	127
1.3.3	CONCLUSIONES	138
1.4	TENDENCIAS Y RIESGOS SOBRE LA CALIDAD DEL AGUA EN RELACIÓN CON LOS USOS DEL SUELO.....	139
1.5	TENDENCIAS SOBRE LA ADMINISTRACIÓN DEL AGUA EN LA MACROCUENA PARA LOS SEIS DEPARTAMENTOS PRINCIPALES (AMAZONAS, CAQUETÁ, PUTUMAYO, GUAVIARE, VAUPÉS Y VICHADA).....	145
1.6	TENDENCIAS HIDROCLIMATOLÓGICAS	149
1.6.1	REVISIÓN DE INFORMACIÓN HIDROCLIMATOLÓGICA Y ANTECEDENTES.....	149
1.6.2	ANÁLISIS HIDROCLIMATOLÓGICO PRELIMINAR.....	163
1.6.3	ANÁLISIS DE LA VARIACIÓN DE LLUVIA EN LAS FASES DEL ENSO 180	
1.6.4	DIAGNÓSTICO HIDROCLIMATOLÓGICO ACTUAL	186
1.6.5	PROYECCIONES HIDROCLIMÁTICAS	218
1.6.6	PROYECCIONES DE DEFORESTACIÓN	299
2	LINEAMIENTOS ESTRATÉGICOS PARA IMPLEMENTAR POR PARTE DE LOS PRINCIPALES ACTORES CLAVE	314



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co

2.1	LINEAMIENTOS ESTRATÉGICOS PROPUESTOS POR EL EQUIPO TÉCNICO	314
2.1.1	ARGUMENTACIÓN DE LINEAMIENTOS ESTRATÉGICOS PROPUESTOS POR EL EQUIPO TÉCNICO PARA EL PEMA	317
2.2	LINEAMIENTOS ESTRATÉGICOS PRIORIZADOS POR LOS ACTORES CLAVE.	338
2.2.1	METODOLOGÍA	338
2.2.2	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	341
2.3	ACCIONES A IMPLEMENTAR, PROPUESTAS POR EL EQUIPO TÉCNICO PEMA	346
2.4	ACCIONES PRIORIZADAS EN TALLERES REGIONALES	355
2.4.1	METODOLOGÍA	355
2.4.2	RESULTADOS	359
2.5	ACCIONES PRIORIZADAS POR EL EQUIPO TÉCNICO PEMA	362
3	ESTRATEGIA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LOS LINEAMIENTOS	368
3.1	RELACIÓN DE LOS LINEAMIENTOS ESTRATÉGICOS CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN DEL (Decreto 1640/2012)	371
3.1.1	LA FORMULACIÓN DE LOS NUEVOS PLANES DE ORDENACIÓN Y MANEJO DE CUENCAS (POMCA) AL INTERIOR DE LA MACROCUENCA, ASÍ COMO, PARA EL AJUSTE DE LOS QUE YA HAN SIDO FORMULADOS	371

3.1.2	LA FORMULACIÓN DE LOS PLANES DE MANEJO AMBIENTAL DE LAS MICROCUENCAS Y ACUÍFEROS, ASÍ COMO, PARA EL AJUSTE DE LOS QUE YA HAN SIDO FORMULADOS.....	375
3.1.3	ESTRUCTURACIÓN DE LA RED NACIONAL DE MONITOREO DEL RECURSO HÍDRICO	376
3.1.4	LA FORMULACIÓN DE POLÍTICAS PÚBLICAS SECTORIALES DE CARÁCTER REGIONAL Y/O LOCAL.....	379
3.1.5	LA FORMULACIÓN DE LOS NUEVOS PLANES DE ACCIÓN CUATRIENAL DE LAS AUTORIDADES AMBIENTALES REGIONALES, EN CONCORDANCIA CON LO ESTIPULADO EN EL DECRETO 1200 DE 2004 Y DEMÁS NORMAS REGLAMENTARIAS	384
3.1.6	ESTABLECER CRITERIOS Y LINEAMIENTOS DE MANEJO HIDROLÓGICO DE LOS PRINCIPALES RÍOS DE LAS MACROCUENCAS POR PARTE DE LAS AUTORIDADES AMBIENTALES, EN TÉRMINOS DE CANTIDAD Y CALIDAD, AL IGUAL QUE LOS USOS DEL AGUA A NIVEL DE MACROCUENCA	386
3.1.7	ESTRATEGIAS Y ACCIONES PARA MEJORAR LA GOBERNABILIDAD DEL RECURSO HÍDRICO Y DE LOS DEMÁS RECURSOS NATURALES EN LAS MACROCUENCAS.	389
4	CONEXIÓN DE LA MACROCUENCA DEL AMAZONAS CON LAS OTRAS MACROCUENCAS.....	392



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuenca Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH)-SINCHI



5 MODELO SISTÉMICO TEÓRICO PARA LA MACROCUENCA DEL AMAZONAS.399

5.1 DISEÑO Y ESTRUCTURACIÓN DEL MODELO SISTÉMICO.399

5.1.1 REUNIONES TÉCNICAS PARA EVALUACIÓN DE VARIABLES .. 404

5.1.2 METODOLOGÍA 432

5.1.3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN 438

5.1.4 CONCLUSIONES 451

5.2 DESARROLLO DEL MODELO SISTÉMICO TEÓRICO PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DEL RECURSO HÍDRICO DE LA MACROCUENCA AMAZONAS Y EJEMPLO ILUSTRATIVO455

5.2.1 METODOLOGÍA 458

5.2.2 RESULTADOS Y DISCUSIÓN 466

5.2.3 CONCLUSIONES 470

5.2.4 RECOMENDACIONES 470

5.3 CAPACITACIÓN AL PERSONAL DE MADS471

6 CONCEPTO DE RIESGO, RELACIONADO CON EL MANEJO Y GESTIÓN DE RECURSOS HÍDRICOS, Y SU APLICACIÓN EN LA AMAZONIA COLOMBIANA 474

6.1 RIESGOS FRENTE A CANTIDAD Y CALIDAD DE RECURSO HÍDRICO AMAZÓNICO476

6.2 RIESGOS FRENTE A FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA479

6.3 RIESGOS FRENTE A INUNDACIONES480

Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana



Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co

6.4	RIESGOS FRENTE A INCENDIOS	481
6.5	RIESGOS FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO	481
7	INFORMACIÓN POLÍTICA Y NORMATIVA NECESARIA PARA CONSTRUIR EL ANÁLISIS CRÍTICO PARA EL PEMA.	483
7.1	NORMATIVIDAD APLICABLE.....	483
7.1.1	NORMATIVIDAD INTERNACIONAL.....	484
7.1.2	NORMATIVIDAD NACIONAL.....	490
7.1.3	NORMATIVIDAD REGIONAL	498
7.2	INSTRUMENTOS DE POLÍTICA.	500
7.3	OTRA INFORMACIÓN RELEVANTE	501
7.4	ANÁLISIS DE LOS INSTRUMENTOS NORMATIVOS Y DE POLÍTICA.	502
7.4.1	ANÁLISIS DE LA FASE III DEL PEMA.....	503
7.4.2	MATRIZ DOFA. “PLAN ESTRATÉGICO DE MACROCUENCA DE LA AMAZONIA (PEMA)”	529
7.4.3	ANÁLISIS DE TEMAS CLAVES DEFINIDOS PARA ESTRUCTURAR LINEAMIENTOS ESTRATÉGICOS, DE ACUERDO A LOS INSTRUMENTOS NORMATIVOS Y DE POLÍTICA.....	540
7.5	CONCLUSIONES.....	555
8	CARACTERIZACIÓN DE LOS TEMAS, VARIABLES CLAVE, O CONFLICTOS RELACIONADOS CON LA GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO PARA MANEJAR EN EL CARMAC 560	

8.1	DESDE LA PERSPECTIVA SOCIO-ECONÓMICA	560
8.1.1	VARIABLES CLAVE	573
8.2	DESDE LA PERSPECTIVA AMBIENTAL	575
8.3	RELACIÓN ENTRE LOS LINEAMIENTOS PROPUESTOS POR EL OTCA PARA LA GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO Y LOS PROPUESTOS PARA EL PLAN ESTRATÉGICO DE LA MACROCUENCA DEL AMAZONAS – PEMA.....	592
9	ACTUALIZACIÓN DE GEODATABASE Y CARTOGRAFÍA DE LA FASE VI DEL PEMA.....	596
9.1	INFORMACIÓN MEJORADA.....	596
9.2	INFORMACIÓN ACTUALIZADA	597
10	PROPUESTA PARA DESARROLLAR EL EVENTO FINAL DE SOCIALIZACIÓN DE RESULTADOS DEL PEMA A ACTORES CLAVE Y DE CONFORMACIÓN DEL CONSEJO AMBIENTAL REGIONAL DE LA MACROCUENCA (CARMAC-AMAZONAS).....	599
10.1	PRESENTACIÓN RESULTADOS FINALES DE LAS FASES I – IV DEL PEMA..	599
10.2	LECCIONES APRENDIDAS EN EL DESARROLLO DEL CONVENIO	600
10.3	PROPUESTA DE ACTORES CLAVE A SER CONVOCADOS A SER PARTE DEL CARMAC.....	601
11	BIBLIOGRAFÍA.....	608
12	ANEXOS.....	634



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuenca Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH)-SINCHI



Lista de figuras

	Pág.
Figura 1. Clasificación de los servicios ecosistémicos del Recurso Hídrico e Hidrobiológico de la Región Amazónica Colombiana. Elaboración Propia.	39
Figura 2. Dimensiones de gobernabilidad del agua en la macrocuenca de la Amazonia. Adaptado de Tropp (2005).....	46
Figura 3. Crecimiento poblacional por departamentos en la región del Amazonas para el periodo 2005 - 2010. Construida a partir de estadísticas DANE, 2015.....	53
Figura 4. Comportamiento del PIB real Colombiano periodo 2005-2014. Construida a partir de estadísticas DANE, 2015.....	55
Figura 5. Comportamiento del PIB real regional periodo 2005-2014. Miles de millones de pesos, precios constantes (año base 2014). Construida a partir de estadísticas DANE, 2015.....	55
Figura 6. PIB Departamental para el año 2014, Expresado en miles de millones de pesos a precios constantes con año base 2014. Construida a partir de estadísticas DANE, 2015.....	59
Figura 7. Histórico población ganado bovino por departamentos periodo 2005-2015. Construida a partir de estadísticas FEDEGAN, 2015.	63
Figura 8. Área sembrada de cultivos diferentes al café por departamentos en el periodo de 2007-2014. Construida a partir de estadísticas EVA, 2015.	65
Figura 9. Área sembrada de café en los departamentos de Caquetá y Putumayo para el periodo de 2007-2014 (Ha). Construida a partir de estadísticas EVA, 2015.....	67
Figura 10. Comportamiento del PIB departamental de la región en el periodo 2005-2008. Precios constantes por encadenamiento 2005 expresado en miles de millones de pesos – Año base 2014. Construida a partir de estadísticas DANE, 2015.....	69
Figura 11. Sector comercio, reparación, restaurantes y Hoteles por departamento para el periodo de 2005-2014. Precios constantes por	



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH)-SINCHI



encadenamiento 2005 expresado en miles de millones de pesos – Año base 2014. Construida a partir de estadísticas DANE, 2015..... 71

Figura 12. Producción anual de barriles de petróleo en el Departamento de Putumayo periodo 2013-2015. Construida a partir de estadísticas ANH, 2015 74

Figura 13. Proyección poblacional regional: 2015-2050. Modificado del DANE, 2016..... 103

Figura 14. Demanda anual actual (2015) per-cápita. Modificado del DANE, 2016; IDEAM, 2014. 104

Figura 15. Demanda de agua futura total para el consumo humano ($m^3 \times 10^3$). Modificado del DANE, 2016; IDEAM, 2014..... 106

Figura 16. Demanda actual anual (2015) de agua en actividades ganaderas ($m^3 \times 10^3$). Modificado de Minagricultura, 2015; ICA, 2014; FEDEGAN 2014; FAO, 2014..... 110

Figura 17. Demanda futura de agua en actividades ganaderas ($m^3 \times 10^3$). Modificado de Minagricultura 2015; ICA, 2014; FEDEGAN 2014; FAO, 2014; Planes de desarrollo departamentales 2016-2020. 111

Figura 18. Demanda promedio actual de agua en actividades agrícolas ($m^3 \times 10^3$ /Ha/Año). Modificado de Minagricultura 2015; ICA 2014; IDEAM, 2014; Planes de desarrollo departamentales 2016-2020. 114

Figura 19. Demanda futura de agua en actividades agrícolas ($m^3 \times 10^3$). Modificado de Minagricultura 2015; ICA 2014; IDEAM, 2014; Planes de desarrollo departamentales 2016-2020..... 115

Figura 20 . Producción anual de petróleo en el departamento de Putumayo (Barriles). Modificación de la base anual de la Agencia Nacional de Hidrocarburos, 2015. 117

Figura 21 . Demanda anual de agua para la extracción petrolera en el departamento de Putumayo (m^3). Modificación de la base anual de la Agencia Nacional de Hidrocarburos, 2015; IDEAM, 2014. 118

Figura 22. Proyección del consumo de agua en la producción anual de petróleo en el departamento de Putumayo ($m^3 \times 10^3$). Modificación de la base anual de la Agencia Nacional de Hidrocarburos, 2015. 120

Figura 23. Escorrentía proyectada (2020-2050) para los principales departamentos de la Macrocuena del Amazonas bajo el escenario optimista..... 128

Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana



Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH)-SINCHI



Figura 24. Escorrentía proyectada (2020-2050) para los principales departamentos de la Macrocuena del Amazonas bajo el escenario pesimista. 128

Figura 25. Tendencia de la escorrentía para el periodo 2020 – 2050 en el departamento de Amazonas entre escenarios optimista y pesimista. 132

Figura 26. Tendencia de la escorrentía para el periodo 2020 – 2050 en el departamento de Caquetá entre escenarios optimista y pesimista. 133

Figura 27. Tendencia de la escorrentía para el periodo 2020 – 2050 en el departamento de Guainía entre escenarios optimista y pesimista. 134

Figura 28. Tendencia de la escorrentía para el periodo 2020 – 2050 en el departamento de Guaviare entre escenarios optimista y pesimista. 135

Figura 29. Tendencia de la escorrentía para el periodo 2020 – 2050 en el departamento de Putumayo entre escenarios optimista y pesimista. 136

Figura 30. Tendencia de la escorrentía para el periodo 2020 – 2050 en el departamento de Vaupés entre escenarios optimista y pesimista. 137

Figura 31. Tendencia de la escorrentía para el periodo 2020 – 2050 en el departamento de Vichada entre escenarios optimista y pesimista. 138

Figura 32. Distribución de coberturas vegetales en la macrocuena Amazonas para el año 2014. Izquierda todas las coberturas (%), derecha solamente las coberturas inundables (ha)..... 140

Figura 33. Porcentaje de deforestación actual y proyectada en las coberturas vegetales inundables asociadas a las clases de aguas en la macrocuena del Amazonas 142

Figura 34. Extensión (ha) de deforestación por subzonas hidrográficas en la macrocuena del amazonas. Izquierda actual (2014), derecha proyectado a 2030 143

Figura 35. Extensión (ha) de deforestación actual y proyectada por departamentos en la macrocuena del Amazonas 144

Figura 36. Localización de las estaciones hidrometeorológicas (HM) obtenidas de SHI & OTCA, 2015..... 157

Figura 37. Localización de las estaciones hidrometeorológicas (HM) obtenidas de Meteocolombia S.A.S & SINCHI, 2013. 159

Figura 38. Localización de las estaciones hidrometeorológicas consolidadas 162



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuenca Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH)-SINCHI



Figura 39. Estaciones hidrometeorológicas consideradas para el diagnóstico hidroclimatológico de la zona. 165

Figura 40. Estaciones con registro de precipitación total en la zona de estudio hidroclimatológico. 166

Figura 41. Estaciones con registro de evaporación en la zona de estudio hidroclimatológico..... 167

Figura 42. Estaciones con registro de temperatura media en la zona de estudio hidroclimatológico. 168

Figura 43. Estaciones con registro de caudal medio en la zona de estudio hidroclimatológico..... 169

Figura 44. Ciclo anual de precipitación para estaciones en diferentes zonas de la Amazonía Colombiana..... 171

Figura 45. Ciclo anual de precipitación para estaciones en la zona norte de la ZH del Putumayo..... 172

Figura 46. Ciclo anual de precipitación para estaciones en la zona sur de la ZH del Putumayo. 173

Figura 47. Régimen temporal multianual de los caudales del río Putumayo. 175

Figura 48. Régimen temporal multianual de los caudales del río Caquetá. 177

Figura 49. Ciclo anual de caudal medio diario de la estación PITUNA (corriente Cuduyari, Zona hidrográfica Vaupés). 179

Figura 50. Ciclo anual de caudal medio diario en el río Amazonas a la altura de Leticia..... 180

Figura 51. Localización de las estaciones utilizadas para el análisis de influencia del fenómeno ENSO. 182

Figura 52. Ventana temporal de ocurrencia del fenómeno ENSO a partir del índice ONI (rojo: fase El Niño, azul: fase La Niña, negro: fase Normal). <http://www.cpc.ncep.noaa.gov>. 183

Figura 53. Efectos del ENSO sobre los registros de precipitación. 185

Figura 54. Porcentaje de variación de la precipitación con respecto a la fase normal de las época El Niño y La Niña del fenómeno ENSO). 186

Figura 55. Localización de los registros de precipitación utilizados para la generación del mapa de precipitación de la Amazonía colombiana. 193

Figura 56. Esquema del balance hidrológico sobre una cuenca. 198

Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana



Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH)-SINCHI



Figura 57. Variograma omnidireccional experimental de los datos de precipitación en la macrocuena amazónica colombiana. 201

Figura 58. Variograma teórico ajustado - Precipitación (efecto pepita + esférico). 201

Figura 59. Distribución de estaciones de precipitación usadas para la obtención del campo de lluvia. 202

Figura 60. Ciclo anual de precipitaciones en diferentes subzonas de la macrocuena amazónica colombiana. 206

Figura 61. Detalle a ciclos anuales que reflejan la variación de la estacionalidad de la lluvia en la macrocuena amazónica colombiana.. 207

Figura 62. Distribución espacial de la precipitación total anual en la macrocuena amazónica colombiana – promedio multianual histórico.. 209

Figura 63. Ciclo anual de temperatura media en diferentes subzonas de la macrocuena amazónica colombiana. 210

Figura 64. Distribución espacial de la temperatura media anual en la macrocuena amazónica colombiana – promedio multianual histórico.. 212

Figura 65. Ciclo anual de evaporación en tres subzonas de la macrocuena amazónica colombiana. 213

Figura 66. Distribución espacial de la evapotranspiración real total anual en la macrocuena amazónica colombiana – promedio multianual histórico. 215

Figura 67. Distribución espacial de la escorrentía total anual en la macrocuena amazónica colombiana – promedio multianual histórico.. 217

Figura 68. Esquema para el desarrollo de escenarios de cambio climático, elaborado a partir de (CMNUCC, 2008). 222

Figura 69. Evolución de la concentración de GEI en la atmósfera y calentamiento superficial mundial para diferentes escenarios dados por el IPCC en el AR4 a 2000 – 2100 (IPCC, 2007). 224

Figura 70. Evolución de la concentración de GEI en la atmósfera y de forzamiento radiativo para diferentes escenarios dados por el IPCC en el AR5 para el periodo 2000 – 2100 (IPCC, 2014). 226

Figura 71. Representación de la tierra en un GCM por medio de sistemas de mallas horizontales y verticales sobre las cuales se aplican las ecuaciones que gobiernan la física del clima (modificado de CMNUCC, 2008). 228



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co

Figura 72. Climatología de referencia 1950 -2000 para la Amazonía colombiana – datos procesados a partir de WordClim para temperatura media anual y precipitación total media anual.....	235
Figura 73. Principales variables hidroclimáticas proyectadas a 2020 bajo el modelo global MPI – ECHAM5 y el escenario SRES B1 (optimista).....	237
Figura 74. Principales variables hidroclimáticas proyectadas a 2020 bajo el modelo global MPI – ECHAM5 y el escenario SRES A2 (pesimista).	238
Figura 75. Principales variables hidroclimáticas proyectadas a 2020 bajo el modelo global UKMO – HadCM3 y el escenario SRES B1 (optimista).....	239
Figura 76. Principales variables hidroclimáticas proyectadas a 2020 bajo el modelo global UKMO – HadCM3 y el escenario SRES A2 (pesimista).	240
Figura 77. Anomalías de precipitación media anual [%] para 2020 respecto a la climatología observada para los diferentes modelos y escenarios contemplados.....	241
Figura 78. Anomalías de temperatura media anual [°C] para 2020 respecto a la climatología observada para los diferentes modelos y escenarios contemplados.....	243
Figura 79. Principales variables hidroclimáticas proyectadas a 2030 bajo el modelo global MPI – ECHAM5 y el escenario SRES B1 (optimista).....	245
Figura 80. Principales variables hidroclimáticas proyectadas a 2030 bajo el modelo global MPI – ECHAM5 y el escenario SRES A2 (pesimista).	246
Figura 81. Principales variables hidroclimáticas proyectadas a 2030 bajo el modelo global UKMO – HadCM3 y el escenario SRES B1 (optimista).....	247
Figura 82. Principales variables hidroclimáticas proyectadas a 2030 bajo el modelo global UKMO – HadCM3 y el escenario SRES A2 (pesimista).	248
Figura 83. Anomalías de precipitación media anual [%] para 2030 respecto a la climatología observada para los diferentes modelos y escenarios contemplados.....	249
Figura 84. Anomalías de temperatura media anual [°C] para 2030 respecto a la climatología observada para los diferentes modelos y escenarios contemplados.....	252
Figura 85. Principales variables hidroclimáticas proyectadas a 2040 bajo el modelo global MPI – ECHAM5 y el escenario SRES B1 (optimista).....	254
Figura 86. Principales variables hidroclimáticas proyectadas a 2040 bajo el modelo global MPI – ECHAM5 y el escenario SRES A2 (pesimista).	255

Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana



Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuenca Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH)-SINCHI



Figura 87. Principales variables hidroclimáticas proyectadas a 2040 bajo el modelo global UKMO – HadCM3 y el escenario SRES B1 (optimista). 256

Figura 88. Principales variables hidroclimáticas proyectadas a 2040 bajo el modelo global UKMO – HadCM3 y el escenario SRES A2 (pesimista). 257

Figura 89. Anomalías de precipitación media anual [%] para 2040 respecto a la climatología observada para los diferentes modelos y escenarios contemplados..... 258

Figura 90. Anomalías de temperatura media anual [°C] para 2040 respecto a la climatología observada para los diferentes modelos y escenarios contemplados..... 260

Figura 91. Principales variables hidroclimáticas proyectadas a 2050 bajo el modelo global MPI – ECHAM5 y el escenario SRES B1 (optimista). 262

Figura 92. Principales variables hidroclimáticas proyectadas a 2050 bajo el modelo global MPI – ECHAM5 y el escenario SRES A2 (pesimista). 263

Figura 93. Principales variables hidroclimáticas proyectadas a 2050 bajo el modelo global UKMO - HadCM3 y el escenario SRES B1 (optimista). 264

Figura 94. Principales variables hidroclimáticas proyectadas a 2050 bajo el modelo global UKMO - HadCM3 y el escenario SRES A2 (pesimista). 265

Figura 95. Anomalías de precipitación media anual [%] para 2050 respecto a la climatología observada para los diferentes modelos y escenarios contemplados..... 266

Figura 96. Anomalías de temperatura media anual [°C] para 2050 respecto a la climatología observada para los diferentes modelos y escenarios contemplados..... 268

Figura 97. Proyección de precipitación media anual bajo el modelo global MPI – ECHAM5 y el escenario SRES B1 (optimista). 273

Figura 98. Proyección de anomalías de precipitación media anual bajo el modelo global MPI – ECHAM5 y el escenario SRES B1 (optimista). 274

Figura 99. Proyección de precipitación media anual bajo el modelo global UKMO - HadCM3 y el escenario SRES B1 (optimista). 275

Figura 100. Proyección de anomalías de precipitación media anual bajo el modelo global UKMO - HadCM3 y el escenario SRES B1 (optimista). 276

Figura 101. Proyección de precipitación media anual bajo el modelo global MPI – ECHAM5 y el escenario SRES A2 (pesimista). 277



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuenca Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH)-SINCHI



Figura 102. Proyección de anomalías de precipitación media anual bajo el modelo global MPI – ECHAM5 y el escenario SRES A2 (pesimista). 278

Figura 103. Proyección de precipitación media anual bajo el modelo global UKMO - HadCM3 y el escenario SRES A2 (pesimista). 279

Figura 104. Proyección de anomalías de precipitación media anual bajo el modelo global UKMO - HadCM3 y el escenario SRES A2 (pesimista). 280

Figura 105. Proyección de temperatura media anual bajo el modelo global MPI – ECHAM5 y el escenario SRES B1 (optimista). 281

Figura 106. Proyección de anomalías de temperatura media anual bajo el modelo global MPI – ECHAM5 y el escenario SRES B1 (optimista). 282

Figura 107. Proyección de temperatura media anual bajo el modelo global UKMO - HadCM3 y el escenario SRES B1 (optimista). 283

Figura 108. Proyección de anomalías de temperatura media anual bajo el modelo global UKMO - HadCM3 y el escenario SRES B1 (optimista). 284

Figura 109. Proyección de temperatura media anual bajo el modelo global MPI – ECHAM5 y el escenario SRES A2 (pesimista). 285

Figura 110. Proyección de anomalías de temperatura media anual bajo el modelo global MPI – ECHAM5 y el escenario SRES A2 (pesimista). 286

Figura 111. Proyección de temperatura media anual bajo el modelo global UKMO - HadCM3 y el escenario SRES A2 (pesimista). 287

Figura 112. Proyección de anomalías de temperatura media anual bajo el modelo global UKMO - HadCM3 y el escenario SRES A2 (pesimista). 288

Figura 113. Ciclo anual de precipitación (línea base, promedio histórico y GCMs) en estaciones representativas de la zona de estudio. 293

Figura 114. Ciclo anual promedio de precipitación (línea base, promedio histórico y GCMs) en estaciones representativas de la zona de estudio. 294

Figura 115. Configuración de la grilla global usada por OLAM y el refinamiento obtenido por el anidamiento de grillas sucesivas de mayor resolución espacial (Walko & Avissar, 2008). 297

Figura 116. Coberturas de la tierra y deforestación proyectada para el año 2020. 303

Figura 117. Coberturas de la tierra y deforestación proyectada para el año 2030 304

Figura 118. Coberturas de la tierra y deforestación proyectada para el año 2040. 305

Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana



Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH)-SINCHI



Figura 119. Coberturas de la tierra y deforestación proyectada para el año 2050. 306

Figura 120. Proyecciones de las coberturas terrestres para los años 2020, 2030, 2040, 2050. 309

Figura 121. PIB *per cápita* regional. Macrocuena del Amazonas. 319

Figura 122. Porcentaje de población con Necesidades Básicas Insatisfechas, 2011, en la Macrocuena del Amazonas..... 320

Figura 123. Porcentaje de personas con labios secos cuando sufrieron de diarrea en las dos semanas antes de la encuesta (ENDS, 2010). 326

Figura 124. Estrategia para la Implementación de los Lineamientos Estratégicos del Plan Estratégico para la Macrocuena del Amazonas-PEMA. El proceso incluye tres etapas, las cuales impulsarán la adecuada gestión local, regional y nacional de los recursos hídricos e hidrobiológicos de la Amazonia colombiana. 370

Figura 125. Movimiento anual regular de la Zona de Confluencia Intertropical (ITCZ) en el planeta 393

Figura 126 Emisión y movimiento del vapor de agua oceánico y la evapotranspiración continental. a) efecto de succión del océano desde una zona desértica, b y c) leve efecto de zonas de plantaciones de palma y pastizales en regiones asiáticas monzónicas, d) zona de confluencia intertropical (ITCZ) oceánica e) efecto de “bomba biótica” de succión del vapor de agua oceánica hacia el continente por la evapotranspiración constante del Bosque Tropical intracontinental y masivo aporte de vapor de agua hacia la ITCZ. 395

Figura 127 Disminución exponencial de lluvias en cuencas deforestadas del mundo (Makarieva et al 2006)..... 397

Figura 128. Pasos necesarios para la construcción de un modelo 402

Figura 129. Esquema establecido para el desarrollo del modelo sistémico teórico de la Macrocuena Amazónica con el número de variables que se trabajaron en el taller más las adicionadas por los expertos como necesarias de incluir en la propuesta. 403

Figura 130. Registro fotográfico: Asistentes al taller “Aportes Técnicos al Modelo Integral del Agua en la Macrocuena del Amazonas” se realizó el 18 de mayo de 2016. 407



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH)-SINCHI



Figura 131. Diagramas de integración de los cinco aspectos fundamentales presentes en la PGIRH, en el desarrollo del modelo sistémico teórico. .. 421

Figura 132. Esquema establecido para el desarrollo del modelo sistémico teórico de la Macrocuena Amazónica con el número de variables que se trabajaron en el taller más las adicionadas por los expertos como necesarias de incluir en la propuesta. 423

Figura 133. Pasos necesarios para la construcción de un modelo 425

Figura 134. Variables de balance hídrico validadas, necesarias en la implementación del modelo sistémico teórico de la Macrocuena del Amazonas, se especifica la escala espacial y temporal a la cual deberían obtener la información (verde: variables planteadas en el taller; naranja agregadas por los expertos en el taller). 441

Figura 135. Variables de Calidad validadas, necesarias en la implementación del modelo sistémico teórico de la Macrocuena del Amazonas, se especifica la escala espacial y temporal a la cual deberían obtener la información (violeta: variables planteadas en el taller; naranja agregadas por los expertos)..... 445

Figura 136. Esquema de las calificaciones IGO (Importancia vs Gobernabilidad) utilizadas para priorizar las variables como: estratégicas, retos, corto plazo y de menor importancia. 446

Figura 137. Variables de Gobernanza validadas, necesarias en la implementación del modelo sistémico teórico de la Macrocuena del Amazonas, se especifica las variables estratégicas (rojo) y los retos (amarillo) priorizadas en el taller..... 450

Figura 138. Interacción de las variables base validadas para la implementación del modelo sistémico para la Amazonia colombiana, en donde se agrupan los cinco aspectos establecidos por la PNGIRH. 454

Figura 139. Sub-modelo de balance hídrico en la zona hidrográfica del Putumayo 460

Figura 140. Sub-modelos de DBO en la cuenca y de calidad del agua 462

Figura 141. Caudal registrado en la estación Ipiranga Novo de la Agencia Nacional de Aguas de Brasil y caudal modelado entre los años 2002 a 2005 467



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH)-SINCHI



Figura 142. Simulación del caudal de la zona hidrográfica del Putumayo para los años 2002 a 2005 y bajo escenarios de cambio climático y deforestación para los años 2002 y 2005 469

Figura 143. Presentación desarrollada para la capacitación del modelo sistémico teórico desarrollado para la Amazonia colombiana. 473

Figura 144. Acceso doméstico al agua, las 24 horas del día, los 7 días a la semana. – Departamento de Amazonas. Construida a partir de los datos de la ENCV 2013 563

Figura 145. Acceso doméstico al agua, las 24 horas del día, los 7 días a la semana – Departamento de Caquetá. Construida a partir de los datos de la ENCV 2013 563

Figura 146. Acceso doméstico al agua, las 24 horas del día, los 7 días a la semana – Departamento de Putumayo. Construida a partir de los datos del ENCV 2013..... 564

Figura 147. Tiempo de desplazamiento a la fuente de agua ante la ausencia del servicio en el hogar. Construida a partir de los datos de la ENDS 2010 565

Figura 148. Fuentes de agua en el departamento de Caquetá en 2013 Construida a partir de los datos de la ENDS 2010..... 566

Figura 149. Fuentes de agua en el departamento de Putumayo en 2013 Construida a partir de los datos de la ENDS, 2010..... 567

Figura 150. Diagnóstico general diarrea en la Amazonía colombiana. Construida a partir de los datos de la ENDS, 2010..... 569

Figura 151. Tratamiento dado al agua para hacerla potable (porcentaje de personas por departamento). ENCV 2013..... 571

Figura 152. Representación porcentual de los principales órdenes de peces registrados en la amazonia colombiana. Britski et al 1999 en Lasso et al. 2011. 577

Figura 153. Especies aprovechadas por cuenca. Tomado de (Merino et al.2013) 578

Figura 154. Modelo de probabilidad métrica de precipitación en la amazonia entre 1980-1999 y 2080-2099. A). Reducción >0%; B) Reducción en precipitación >20%; C) reducción en precipitación > a 50%. Columna Izquierda (Diciembre enero y febrero); columna derecha (Junio, Julio y agosto). Tomado de Malhi et al. 2008 585

Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana



Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuenca Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH)-SINCHI



Figura 155. Proyección de la población para el año 2020 por Corporación autónoma regional. 597

Figura 156. Tiempo gastado para acceder a agua potable por departamento. 598

Figura 157. Feature dataset Calidad Faselll. 645



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax (8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuenca Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH)-SINCHI



Lista de tablas

	Pág.
Tabla 1. Servicios Ecosistémicos priorizados asociados al Recurso Hídrico e Hidrobiológico de la Región Amazónica Colombiana. Elaboración Autor, 2013. Fase I y II del PEMA.	40
Tabla 2: VET del recurso hídrico por los servicios ambientales que presta. Elaboración Autor, 2013. Fase I y II del PEMA.	42
Tabla 3: valores de uso directo por departamento. Elaboración Autor, 2013. Fase I y II del PEMA.	43
Tabla 4. Valor económico total por servicio del recurso hídrico en la región Amazónica (pesos constantes del 2016)*. Elaboración Autor, 2016. Fase I y II del PEMA.	44
Tabla 5. Dinámica poblacional por departamento 2005 – 2015 región del Amazonas. Número de Habitantes. Construida a partir de estadísticas DANE, 2015. Elaboración Autor, 2016. Modificado del DANE, 2016.	50
Tabla 6. Número de cabezas de ganado bovino por departamento 2005 – 2015 región del Amazonas. Construida a partir de estadísticas FEDEGAN, 2015.	62
Tabla 7. Área sembrada por otros cultivos en la región del Amazonas para el periodo 2007-2014 (Ha). Modificado del DANE, 2016 y MinAgricultura, 2015.	64
Tabla 8. Área sembrada del café amazónico del periodo 2007-2014. Modificado del DANE, 2016. Cenicafé, 2014. Minagricultura, 2014.	66
Tabla 9. Aporte del sector industria por departamento y región al PIB nacional. Precios constantes por encadenamiento 2005 expresado en millones de pesos – Año base 2014. Construida a partir de estadísticas DANE, 2015.	68
Tabla 10. Aporte del sector servicios por departamento. Precios constantes por encadenamiento 2005 expresado en millones de pesos – Año base 2014. Construida a partir de estadísticas DANE, 2015.	70
Tabla 11. Longitud navegable de los ríos pertenecientes a la región de la Amazonia. Construido a partir de estadísticas Supertransporte, 2016. ...	72



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuenca Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH)-SINCHI



Tabla 12. Empresas de transporte fluvial de la región Amazónica 2010. Construido a partir de estadísticas Supertransporte, 2016..... 73

Tabla 13. Proyección poblacional regional: 2015-2050. Modificado del DANE, 2016..... 101

Tabla 14. Demanda de agua actual anual (2015) per-cápita para el consumo humano (m3). Modificado del DANE, 2016; IDEAM, 2014. 103

Tabla 15. Demanda de agua futura total para el consumo humano (m³X10³). Modificado del DANE, 2016; IDEAM, 2014..... 105

Tabla 16. Descripción productiva actual de la actividad ganadera actual (2015). Modificado de Minagricultura 2015; ICA, 2014; FEDEGAN 2014; FAO, 2014..... 108

Tabla 17. Demanda futura de agua en actividades ganaderas (m³X10³). Modificado de Minagricultura, 2015; ICA, 2014; FEDEGAN, 2014; FAO, 2014; Planes de desarrollo departamentales 2016-2020. 110

Tabla 18. Demanda actual de agua en actividades agrícolas. Modificado de Minagricultura 2015; ICA 2014; IDEAM, 2014; Planes de desarrollo departamentales 2016-2020..... 112

Tabla 19. Demanda futura de agua en actividades agrícolas (m³X10³). Modificado de Minagricultura 2015; ICA 2014; IDEAM, 2014; Planes de desarrollo departamentales 2016-2020..... 114

Tabla 20. Producción anual de petróleo en el departamento de Putumayo y consumo de agua. Modificación de la base anual de la Agencia Nacional de Hidrocarburos, 2015; IDEAM, 2014..... 116

Tabla 21. Proyección del consumo de agua (m³) en la producción anual de petróleo en el departamento de Putumayo. Modificación de la base anual de la Agencia Nacional de Hidrocarburos, 2015. 119

Tabla 22. Escorrentía proyectada 2020 – 2050 por departamento bajo los escenarios optimista y pesimista..... 129

Tabla 23. Resultados de la evaluación hídrica sobre administración del agua por autoridad ambiental con jurisdicción en la Macrocuenca del Amazonas. 145

Tabla 24. Estudios hidroclimatológicos amazónicos consultados para adelantar modelación hidroclimatológica para el Plan Estratégico de la Macrocuenca del Amazonas..... 150



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuenca Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH)-SINCHI



Tabla 25. Resumen de la información hidrometeorológica obtenida de SHI & OTCA, 2015. 156

Tabla 26. Resumen de la información hidrometeorológica obtenida de Meteocolombia S.A.S & SINCHI, 2013. 158

Tabla 27. Consolidado de la estaciones hidrometeorológicas disponibles actualmente para la zona de estudio (SHI & OTCA, 2015), (Meteocolombia S.A.S & SINCHI, 2013). 161

Tabla 28. Consolidado de la información hidrometeorológica disponible actualmente para la zona de estudio (SHI y OTCA, 2015 y Meteocolombia S.A.S y SINCHI, 2013). 161

Tabla 29. Variables utilizadas en el análisis preliminar. 163

Tabla 30. Estaciones con registros de precipitación utilizadas para análisis ENSO. 181

Tabla 31. Estaciones hidrometeorológicas disponibles en la zona de estudio. 188

Tabla 32. Cantidad de registros obtenidos por variables hidroclimatológicas en la zona de estudio. 189

Tabla 33. Características de los datos de simulación de los GCMs a evaluar. 290

Tabla 34. Área [km²] de cada tipo de cobertura dentro de las zonas deforestadas proyectadas para cada año de análisis. 307

Tabla 35. Cobertura de sabana proyectada para la Amazonia colombiana (km²). 308

Tabla 36. Temas clave propuestos por el equipo técnico PEMA a los actores clave de la macrocuenca del Amazonas. 315

Tabla 37. PIB y PIB per cápita regional (2014). DANE, 2014. 318

Tabla 38. Valor económico total por departamento (Miles de dólares constantes – Promedio año 2015) 321

Tabla 39. Valor económico total de los servicios ecosistémicos en la región amazónica (Dólares constantes – Promedio año 2015). 324

Tabla 40. Valor económico total (VET) 325

Tabla 41. Lineamientos Estratégicos con mayor calificación. Taller Florencia, Caquetá. 342

Tabla 42. Lineamientos Estratégicos con menor calificación. Taller Florencia, Caquetá. 343

Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana



Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH)-SINCHI



Tabla 43. Lineamientos Estratégicos con mayor calificación. Taller San José del Guaviare, Guaviare. 344

Tabla 44. Lineamientos Estratégicos con menor calificación. Taller San José del Guaviare, Guaviare. 345

Tabla 45. Temas clave (9), lineamientos ajustados (15) según algunas sugerencias hechas por actores clave participantes de los talleres de Florencia y San José del Guaviare; y acciones** (74) planteadas para el Plan Estratégico de la Macrocuena del Amazonas (**Como las acciones recogen la opinión y expectativas de los actores clave locales, resulta importante en una fase posterior, realizar su análisis desde el punto de vista jurídico).. 347

Tabla 46. 10 Acciones priorizadas en los talleres de Leticia y Mocoa por los actores clave de la región. Resultados obtenidos de 10 Instituciones asistentes, 11 matrices diligenciadas, en Leticia; y 12 Instituciones asistentes, 12 matrices diligenciadas, en Mocoa. El primer número indica el tema clave, el segundo número el lineamiento y el tercero la acción asociada a cada uno de los anteriores. En verde se resaltan las acciones que se priorizaron en las dos ciudades. 360

Tabla 47. Acciones priorizadas por el equipo técnico del PEMA, acciones priorizadas por dimensión tratada en el proyecto..... 364

Tabla 48. Invitados al taller de elementos prospectivos para la evaluación de las variables a utilizar en el modelo sistémico teórico..... 405

Tabla 49. Puntaje de las variables de Balance hídrico evaluadas por los expertos para el modelo sistémico teórico 409

Tabla 50. Variables definidas como estratégicas para Balance Hídrico, obtenidas por la valoración de Importancia y gobernabilidad, comparado con los retos necesarios de información requeridos para el desarrollo del modelo..... 411

Tabla 51. Puntaje de las variables de calidad de agua evaluadas por los expertos para el modelo sistémico teórico (Variables 23 a 27 agregadas en el taller)..... 413

Tabla 52. Variables definidas como estratégicas para Calidad de agua, obtenidas por la valoración de Importancia y gobernabilidad, comparado con los retos necesarios de información requeridos para el desarrollo del modelo..... 415

Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana



Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co

Tabla 53. Variables definidas como estratégicas para Gobernanza, obtenidas por la valoración de Importancia y gobernabilidad requerida para el desarrollo del modelo.	417
Tabla 54. Variables determinadas para el balance hídrico a utilizar para el desarrollo del modelo sistémico teórico.	433
Tabla 55. Variables determinadas para calidad de agua a utilizar para el desarrollo del modelo sistémico teórico.	434
Tabla 56. Variables definidas para la gobernanza a utilizar en el modelo sistémico teórico	435
Tabla 57. Variables estratégicas para Balance Hídrico, valoración comparado con los retos necesarios de información requeridos para el desarrollo del modelo.....	439
Tabla 58. Variables estratégicas para Calidad de agua, comparada con los retos de información requeridos para el desarrollo del modelo.....	444
Tabla 59. Variables definidas como estratégicas para Gobernanza, obtenidas por las valoraciones de Importancia y gobernabilidad requeridas para el desarrollo del modelo.	447
Tabla 60. Coberturas Corine Land Cover discriminadas como bosques conservados, bosques degradados o pastizales.....	461
Tabla 61. Variables del modelo, unidades y fuentes.	463
Tabla 62. Normatividad Internacional Amazónica.	485
Tabla 63. Declaraciones de Jefes de Estado OTCA.	487
Tabla 64. Tratados y Acuerdos Bilaterales	488
Tabla 65. Normas constitucionales	491
Tabla 66. Leyes aplicables.	492
Tabla 67. D. 1076 de 2015, artículos pertinentes.....	494
Tabla 68. Resoluciones aplicables.....	496
Tabla 69. Normatividad regional.....	499
Tabla 70. Planes de escala nacional.	500
Tabla 71. Análisis TCA.....	509
Tabla 72. Análisis Protocolo de enmienda.	513
Tabla 73. Principios de la PNGIRH	526
Tabla 74. Estructura General de la Matriz DOFA	530
Tabla 75. Matriz DOFA.....	534
Tabla 76. Variables clave para el CARMAC.....	573

Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co





Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuenca Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH)-SINCHI



Tabla 77. Reportes de las comunidades acuáticas por departamento en la Macrocuenca del Amazonas. SIB, 2015.....	576
Tabla 78. Lista de actores clave propuestos para hacer parte del Consejo Ambiental Regional de la Macrocuenca (CARMAC-Amazonas).	602
Tabla 79. Salidas Gráficas	683



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuenca Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH)-SINCHI



Lista de anexos

	Pág.
Anexo 1. Datos de inundación sobre la zona interpretada de imágenes hasta el 6 de junio de 2011. Modificado de IDEAM, 2011.	634
Anexo 2. Mapa de distribución espacial de los movimientos en masa reportados para el periodo, 2001-2011. Modificado de Guerrero, 2013	635
Anexo 3. Zonificación de Riesgos a incendios en condiciones normales de precipitación y temperatura. Disponible en http://www.ideam.gov.co/web/ecosistemas/zonificacion-del-riesgo-a-incendios	636
Anexo 5. Nuevos escenarios de cambio climático para principales departamentos en la amazonia colombiana. 2011-2100. Modificado de IDEAM et al. 2015.....	637



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuenca Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH)-SINCHI



INTRODUCCIÓN: GESTIÓN DE ACUERDOS CON ACTORES CLAVE

A lo largo de este documento se presentan los resultados de las actividades desarrolladas por el equipo técnico del Convenio No. 351-2015 MADS (DGIRH) – SINCHI, para lograr los objetivos de la Fase IV del Plan Estratégico para la Amazonia – PEMA, el cual compila los aspectos de análisis de tendencias de cambio referentes a la relación oferta, demanda y calidad a partir de los cuales se han formulado los Temas, Lineamientos y Acciones que se han acordado con los actores clave regionales.

Es importante resaltar que gracias a las actividades coordinadas que se programaron en conjunto con la supervisión de la DGIRH del MADS, los acuerdos y desacuerdos suscritos mediante actas o documentos equivalentes que representen el efectivo compromiso de los actores claves, se concretaron mediante los cuatro talleres regionales, siendo que las memorias de cada taller, así como las firmas de quienes participaron de los mismos hacen parte de los documentos equivalentes que soportan los acuerdos. En este sentido, los acuerdos han sido fruto de un proceso de discusión con los actores locales sobre los Temas Clave, Lineamientos Estratégicos y Acciones, mediante los cuales a partir de su cualificación y cuantificación se lograron acuerdos de priorización local y regional.



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuenca Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH)-SINCHI



Por último, a lo largo del documento se va informando donde se ubican los archivos digitales anexos donde se encontrarán las bases de datos, informaciones y análisis elaborados por equipo técnico para la Fase IV del PEMA (*ver DVD adjunto*).



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax (8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH)-SINCHI



1 ANÁLISIS DE TENDENCIAS Y PROYECCIONES AL 2050 DEL PEMA

A continuación se presentan la integración de las informaciones y análisis realizados respecto a las Fases III y IV del Plan Estratégico de la Macrocuena del Amazonas, análisis de proyecciones 2020 a 2050, lineamientos estratégicos propuestos por el equipo técnico y aquellos priorizados durante los talleres regionales, así como las acciones priorizadas por los actores clave; actividades enmarcadas dentro de la Gestión de Acuerdos con Actores Clave del Plan Estratégico de la Macrocuena del Amazonas (PEMA).

1.1 TENDENCIAS MACROECONÓMICAS DE LOS SECTORES PRODUCTIVOS PRESENTES EN LA MACROCUENA DEL AMAZONAS.

Para el diseño de los lineamientos de política que abordan la gestión integral del recurso hídrico de la Amazonia colombiana, fue necesario fundamentar los instrumentos normativos en un análisis económico regional, en función del aporte económico que sustenta los diferentes usos del agua. Para concretar estos análisis se consideraron las diferentes unidades departamentales y conjuntos sectoriales.

Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana



Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuenca Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH)-SINCHI



Para generar los insumos económicos básicos, se partió del principio de equidad y responsabilidad de las políticas públicas considerando los aportes a las cuentas nacionales de los diferentes sectores y departamentos de la región. Así como el uso del agua es diferenciado, así mismo deberían ser los lineamientos políticos de uso, para lo cual las estimaciones iniciales se basaron en el análisis comparativo del Producto Interno Bruto – PIB real (año base: 2014), lo que permitió comparar la serie de tiempo trabajada y el reflejar los diferentes sectores económicos que fundamentan su producción en el uso del agua.

Reconociendo lo que se actualizó durante la Fase III del proyecto, que la macrocuenca Amazonas presenta una sobre oferta en el recurso hídrico, el cual es usufructuado por los diferentes agentes en la economía, se hace la salvedad de que los aportes macroeconómicos no alcanzan valores significativos para la economía del país, lo que genera una subvaloración de este importante recurso y a su vez, limita los alcances normativos de una política integral de la gestión hídrica para esta región. Teniendo en cuenta las anteriores consideraciones, los departamentos que se analizaron fueron trabajados de acuerdo a la disponibilidad de datos y consistencia entre las fuentes suministradas. Estos son:

1. Amazonas
2. Caquetá
3. Guainía
4. Guaviare



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH)-SINCHI



5. Putumayo
6. Vaupés

De forma paralela, se analizaron los indicadores macroeconómicos de los sectores que tienen una dependencia directa con el uso del agua. Estos son:

1. Consumo doméstico.
2. Agropecuario (Ganadería, agricultura y cultivos especiales).
3. Industria y servicios.
4. Transporte (Fluvial).
5. Minero – energético.

Como ya se mencionó, sabiendo que el uso del agua es diferenciado, así mismo deben ser sus lineamientos normativos. Partiendo de este principio, se estructura este primer análisis descriptivo de los diferentes usuarios del recurso hídrico en la representación económica más explícita, la cual es el aporte al PIB real en función del crecimiento y contribución a la economía de los diferentes sectores empresariales. De esta forma, a lo largo de esta sección se presenta los principales resultados obtenidos en la Fase I y Fase II del presente proyecto, articulando los bienes y servicios ambientales identificados en la macrocuena y considerando la importancia en los ámbitos micro y macroeconómicos. También se expone la dinámica poblacional de los diferentes departamentos considerando la relevancia que tiene el consumo de agua en la población humana para el desarrollo de sus actividades diarias; se describen los aportes de los diferentes sectores y departamentos al PIB nacional, considerando la dependencia productiva hacia el uso del agua; y se analiza el uso del agua en las actividades del

Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana



Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH)-SINCHI



sector agropecuario y su aporte al PIB real del país. De igual manera, se muestran los aportes económicos del sector de industria, servicios, transporte fluvial, y el sector minero energético, considerando las actividades petroleras como dependientes de su crecimiento en el uso del agua. Así mismo, se enumeran los instrumentos económicos extraídos de los lineamientos de la Organización del Tratado de Cooperación Amazónica – OTCA, y para finalizar el análisis, se dan las orientaciones que permitieron la conformación de los lineamientos estratégicos en función de la diferenciación del crecimiento económico de los departamentos y sectores que basan sus aportes a las cuentas nacionales en el uso del agua.

Por lo expuesto anteriormente, en esta sección se pretende dar una primera visión económica del contexto de la macrocuena que fundamenta su crecimiento económico en recurso hídrico, partiendo de la subestimación de la importancia del agua, en el caso donde solo se expone que la macrocuena aporta menos del 1% al PIB nacional (DANE, 2014). Esta visión se contrasta con la mayor sobreoferta hídrica del país de la Amazonia colombiana, región en la cual se concentra en el 43% del territorio nacional (Gutiérrez R, Acosta M, & Salazar C, 2004).



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH)-SINCHI



1.1.1 ANÁLISIS MACROECONÓMICO INICIAL DE LOS SERVICIOS PRIORIZADOS PARA LOS RECURSOS HÍDRICOS DE LA MACROCUENCA DEL AMAZONAS COLOMBIANO EN EL CONTEXTO NACIONAL, REGIONAL Y MUNDIAL.

Dentro de las actividades desarrolladas en las Fases I y II de la Formulación de la Política de Gestión Integrada del Recurso Hídrico, como Plan Estratégico de la Macrocuena del Amazonas (PEMA), se establecieron los beneficios netos generados por el conjunto de bienes y servicios ambientales ofertados por la cuenca hidrográfica de la Amazonia colombiana. Así mismo, se aproximaron por medio de varios conceptos microeconómicos (excedente del consumidor y valoración económica ambiental) la base para medir los beneficios económicos netos por el uso del conjunto de bienes y servicios ambientales, tanto mercadeables como no mercadeables. En esas fases iniciales se expuso una aproximación al bienestar general que prestan los servicios ecosistémicos de la cuenca Amazónica, considerando la heterogeneidad en el uso del recurso hídrico y las enormes diferencias en los factores socioeconómicos de las poblaciones en las diferentes sub-regiones amazónicas.



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH)-SINCHI



IDENTIFICACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE BIENES Y SERVICIOS AMBIENTALES

El presente enunciado se articula con el desarrollo de los resultados económico más relevantes obtenidos en el año 2013 (Fase I y II), estableciendo la identificación de los bienes y servicios ambientales de la macrocuena amazónica, considerando la importancia del recurso hídrico en el desarrollo económico local. Este recurso hídrico (como gran parte de los recursos que ofrece el medio ambiente) se considera dentro de este análisis como un elemento finito, abordando su importancia en la identificación de las diferentes forma de uso de este recurso, no sólo para satisfacer nuestras las necesidades y preferencias inmediatas, sino también para garantizar el sostenimiento del recurso para generaciones futuras.

La valoración ambiental desde la ciencia económica puede servir como complemento en otros tipos de valoración para justificar y definir políticas, acciones y prioridades para proteger y/o recuperar el medio ambiente y sus servicios. El objetivo de la valoración ambiental desde la economía es medir la ganancia o pérdida en el bienestar de los individuos que se causa por una mejora o daño en un activo ambiental, al igual que enfrentar el problema de la escases de los recursos garantizando una asignación eficiente en un sentido más equitativo.



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuenca Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH)-SINCHI



Dentro de la ciencia económica el bienestar social hace referencia a aquello que los individuos de una sociedad valoran porque puede incrementar su calidad de vida. Los recursos que ofrece el medio ambiente pueden aumentar el bienestar de los individuos y de la sociedad por diversas razones. Por lo anterior es que el valor de un bien o servicio que presta un ecosistema suele medirse por medio de la importancia que los mismos tienen para las personas, no solo en términos monetarios, sino en términos de importancia de existencia, legado y potencial uso a futuro. Mientras más importancia conjunta tenga un bien o servicio ambiental para las personas, tanto más valor tendrá para ellas (Haab & McConnell, 1997).

Para que sea posible calcular el valor económico total de un ecosistema, se hace necesario diferenciar los distintos valores del mismo considerando los diferentes escenarios macro-regionales. Esta clasificación se hace teniendo en cuenta la forma en que los humanos interactúan y se benefician de los bienes y servicios del entorno y el diferencial en los usos de cada región. Los valores considerados en los ecosistemas acuáticos insertos en la cuenca hidrográfica de la Amazonia Colombiana se pueden describir de manera general clasificándolos de la siguiente forma:

1. Valores de uso: De acuerdo con Mendieta (2000) son aquellos que resultan de la interacción humana directa mediante la extracción de bienes y el uso directo de los servicios ambientales y se pueden clasificar de acuerdo a su acceso. Estos se dividen en valores de uso directo y valores de uso indirecto.



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co

2. Valores de no uso: Son aquellos valores intrínsecos del ecosistema que se derivan del conocimiento que se tiene de un recurso (biodiversidad, patrimonio cultural o religioso, significado social o de legado). Este valor no se deriva de la utilización directa de los recursos naturales, pero hace parte esencial en la generación de bienestar en las comunidades locales, e incluso genera bienestar por la existencia o conservación (Mendieta, 2000). Estos se dividen en valores de opción, de existencia y de legado.

El agua es considerada un recurso público, pero para ciertas actividades se utiliza para producción o consumo privado, y se obtiene mediante un mercado (hay un precio por el agua). Con esto los valores del recurso hídrico pueden catalogarse igualmente dependiendo de si su uso se da en un contexto privado o público:

1. Bienes privados: se dividen en bienes de producción y bienes de consumo. Los bienes de producción hacen referencia al uso del recurso en la producción agrícola, producción industrial o en industrias fluviales (energía hidráulica, transporte u otros); los bienes de consumo se refieren al suministro residencial de agua y al saneamiento residencial (Arcilla, 2010).
2. Bienes públicos: Son aquellos que no tienen un mercado. Se pueden dividir en valores de uso, entre los que están la reducción de efectos adversos como la contaminación, los servicios ecosistémicos, la recreación y el servir como hábitat de fauna y flora, y valores de no uso (existencia/legado), hacen referencia básicamente a la protección de los ecosistemas y las especies (Arcilla, 2010).

A continuación se presentarán de forma resumida los principales servicios ambientales que presta el recurso hídrico y que determinan el valor económico total del mismo (Figura 1).

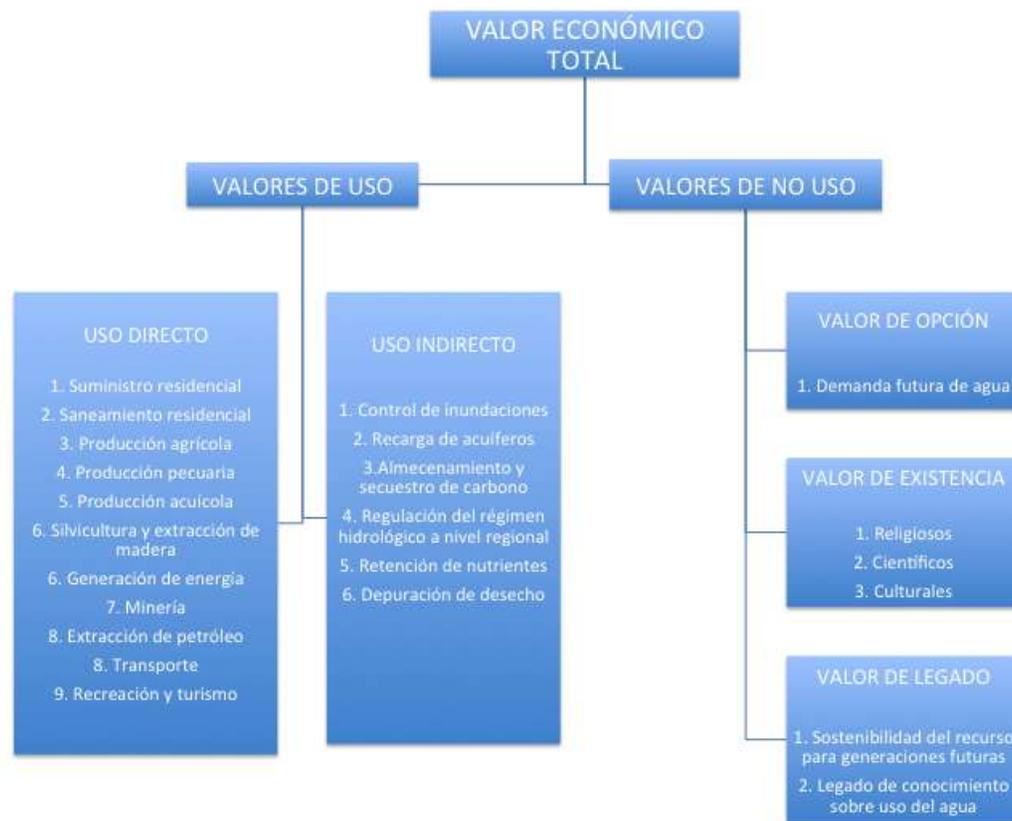


Figura 1. Clasificación de los servicios ecosistémicos del Recurso Hídrico e Hidrobiológico de la Región Amazónica Colombiana. Elaboración Propia.

La Región Amazónica Colombiana desde su perspectiva territorial –macro regiones, cuencas y departamentos - cuenta con diferentes servicios **Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana**



Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co

ecosistémicos asociados al recurso hídrico e hidrobiológico. Estos se clasifican de acuerdo a sus valores de uso directo, indirecto, de opción y de existencia¹ como se detalla en la **Tabla 1**.

Tabla 1. Servicios Ecosistémicos priorizados asociados al Recurso Hídrico e Hidrobiológico de la Región Amazónica Colombiana. Elaboración Autor, 2013. Fase I y II del PEMA.

Tipo de Uso	Servicio Ecosistémico	Macro Región	Cuenca	Departamento
Directo	Cantidad de Agua	✓	✓	✓
Indirecto	Ciclo del Agua	✓	✓	
	Regulación de la escorrentía.	✓	✓	✓
	Control de sedimentos.	✓	✓	✓
	Regulación de las Inundaciones.	✓	✓	✓
	Hábitat de poblaciones de peces	✓	✓	✓
Existencia	Valores Culturales	✓	✓	✓
	Valores Estéticos	✓	✓	✓

¹ Una ampliación del concepto de servicios ecosistémicos para la Región Amazónica puede ser visto en Torres (2012) y Reyes (2012)



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuenca Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH)-SINCHI



En el desarrollo de esta sección se plantea la siguiente pregunta: ¿Por qué es tan importante el agua y el valorarla adecuadamente desde una perspectiva económica? (considerando exclusivamente al ser humano e ignorando por un momento otras razones fundamentales relacionadas con los ecosistemas). La respuesta se basa en los postulados de Turner, et al. (2004) Conjuntamente con Van Der Zaag y Savenije (2006), los cuales afirman que los ejercicios de valoración económica ambiental del recurso hídrico son vitales porque:

1. El agua es esencial para la vida.
2. No tiene ningún sustituto.
3. Enfrenta una creciente demanda e intensificación de uso.
4. Tiene límites de uso determinados (es escasa).

A esto se le debe agregar el hecho de que el agua no cuenta con un *mercado*, y que por ser un *bien público* regularmente no se internaliza en los precios de mercado de los bienes que la usan o la contaminan. Lo anterior lleva a que exista una brecha entre el precio de mercado y el valor económico real del agua, generando así una falla e impidiendo al mercado enviar señales correctas a los agentes (Turner, et al., 2004), lo cual no permite considerar fenómenos como el de la escases, la existencia de externalidades o las mismas preferencias de los consumidores. Esto ha llevado a un uso ineficiente y a la contaminación del recurso hasta el punto



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co

en el cual muchos piensan que puede presentarse una crisis del agua (si es que ya no la hay).

Así mismo, se identificaron los bienes y servicios ambientales tendrán así un valor para el hombre, y dependiendo de cómo sean usados pueden clasificarse (Pagiola, Von Ritter, & Bishop, 2004). La Tabla 2 resume cómo los principales servicios que presta el recurso hídrico en la Amazonía determinan su Valor Económico Total (VET).

Tabla 2: VET del recurso hídrico por los servicios ambientales que presta. Elaboración Autor, 2013. Fase I y II del PEMA.

Valor Económico Total (VET)				
Valores de uso		Valores no uso		
Directo	Indirecto	De opción	De existencia	De legado
Suministro residencial	Incremento de oferta hídrica Regulación hídrica Disminución Sedimentación	Demanda futura de agua	Religiosos	Sostenibilidad del recurso para generaciones futuras
Saneamiento residencial			Científicos	
Producción agrícola			Culturales	
Producción pecuaria				
Producción acuícola				
Minería, Extracción de petróleo				

Transporte				
Recreación y turismo				

Con respecto a los valores de uso directo, es claro que algunas regiones no tienen, por ejemplo, actividad petrolera, por lo cual estos valores estarán determinados por las actividades económicas de cada departamento. La Tabla 3 resume las particularidades de los servicios prestados por el recurso hídrico por departamento

Tabla 3: valores de uso directo por departamento. Elaboración Autor, 2013. Fase I y II del PEMA.

	Amazonas	Caquetá	Guainía	Guaviare	Putumayo	Vaupés	Vichada
S.Residencia I	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
P. Agrícola	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Pecuaria		✓	✓	✓	✓		
P.Piscícola	✓	✓	✓		✓		✓
Minería		✓	✓	✓	✓	✓	✓
E.Petróleo					✓		✓
Transporte	✓	✓	✓	✓	✓		

Con base en la información presentada anteriormente, se estimó el valor económico total del agua por departamento y por servicio ambiental La **Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana**



Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co

Tabla 4 muestra el valor total para la región amazónica por servicio (de mayor a menor). Para dicha estimación se ignoraron los valores del agua por recreación y turismo y por valores de no uso (existencia y legado), por lo cual los resultados presentados son un límite inferior del valor real del recurso hídrico. De hecho, es de esperarse que el valor que le dan los individuos a la existencia del agua (y lo todo lo que esto implica para la vida en la tierra) y dejar un legado a sus hijos o a futuras generaciones puede ser muy elevado, pero para encontrar dicho valor sería necesario llevar una serie de encuestas a través de todo el territorio amazónico que resultarían imposibles por tiempo y presupuesto.

Tabla 4. Valor económico total por servicio del recurso hídrico en la región Amazónica (pesos constantes del 2016)*. Elaboración Autor, 2016. Fase I y II del PEMA.

Servicio	Valor – Año base 2013	Valor – Año base 2016
Incremento oferta hídrica	\$404.043.945.155	\$ 430.306.801.590
Regulación hídrica	\$52.102.172.628	\$ 55.488.813.849
Doméstico	\$1.489.476.933	\$ 1.586.292.934
Disminución sedimentación	\$1.277.343.587	\$ 1.360.370.920
Pecuario	\$145.714.286	\$ 155.185.715
Pesca y Piscicultura	\$35.428.571	\$ 37.731.428
Agrícola	\$32.340.000	\$ 34.442.100

Industria	\$19.731.429	\$ 21.013.972
Energético	\$9.542.857	\$ 10.163.143
Transporte	\$8.714.286	\$ 9.280.715
Total	\$459.164.409.732	\$ 489.010.096.365

* Se actualizaron los valores de acuerdo al Índice de Precios al Consumidor (IPC) acumulado a octubre del 2016 (6,5%) considerando las variaciones desde el año 2013 - DANE, 2016.

Es fundamental recalcar que: El valor económico total del recurso hídrico en la región es mucho mayor de lo que a continuación se presenta (de hecho es un valor tan alto que no tendría sentido ponerlo en término monetarios).

El recurso hídrico de la región amazónica tiene un valor económico total anual que superior a los \$489 mil millones (pesos constantes al 2016), donde los servicios que más aportan son 1) incremento de oferta hídrica (\$ 430 mil millones), 2) regulación hídrica (\$55 mil millones), 3) suministro de agua a los hogares (\$1.5869 millones) y 4) disminución sedimentación (\$1.360 millones). Por otra parte, el aporte del valor que se le da al recurso hídrico por parte de los sectores productivos es de \$267 millones aproximadamente, lo cual es una cifra importante pero muy inferior al valor asignado por los otros servicios ecosistémicos.

Por otro lado, los elementos que establecen esa gobernanza del agua se enmarcan en dimensiones que orientan la Gestión Integral del Recurso Hídrico en la Macrocuena del Amazonas. Al interior de cada corchete se



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co

presentan los Servicios priorizados y las Principales amenazas que se deben gestionar para la Amazonia colombiana desde cada una de las correspondientes dimensiones (Figura 2).

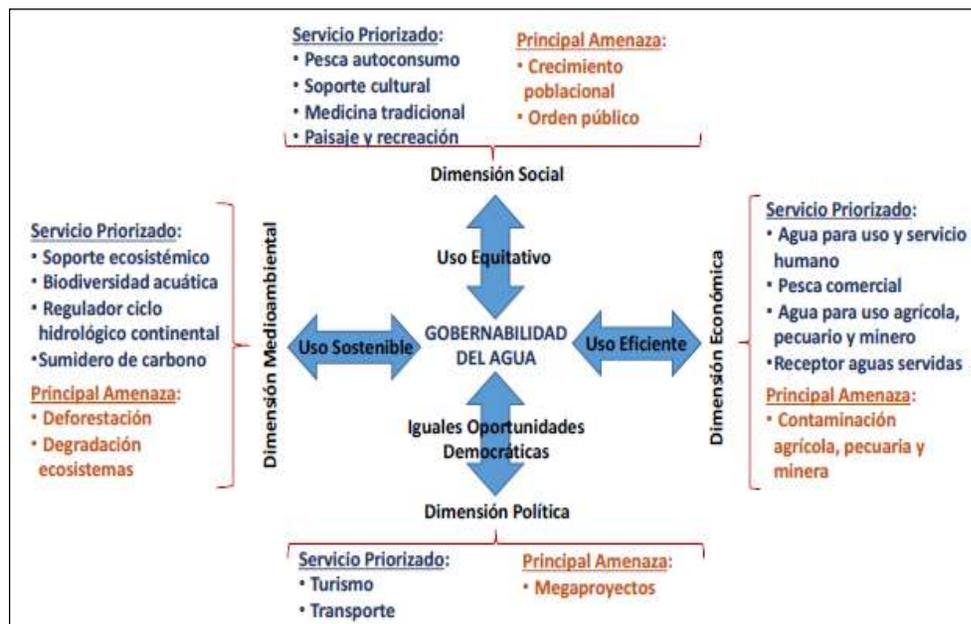


Figura 2. Dimensiones de gobernabilidad del agua en la macrocuenca de la Amazonia. Adaptado de Tropp (2005).

La anterior figura se articula con los bienes y servicios identificados a partir de las presiones que estos se afrontarán a partir del crecimiento tanto de la población como de los sectores económicos. En este informe se enmarcan en la dinámica temporal compilada para una serie de tiempo desde 2005 hasta el 2015.

METODOLOGÍA

El proceso metodológico para abordar la dinámica temporal de los sectores que fueron priorizados en la Fase I y II del PEMA, se fundamentan en el análisis de la base de datos del DANE (2016) considerando la dinámica temporal de la última década. A continuación se resumen los procesos metodológicos para cada elemento desarrollado.

- ***Dinámica poblacional***

El DANE (2016) consolida la información reportada en su portal de estadísticas (<http://www.dane.gov.co/>), registrando el crecimiento de la población en los departamentos de la macrocuena amazónica, tanto en las cabeceras municipales como en las áreas rurales. Con esta información se realizaron los análisis descriptivos de esa dinámica demográfica y la literatura específica que aborda este tema.

- ***Aporte de la región a las cuentas nacionales***

Con relación al análisis de las cuentas nacionales se abordaron las bases de datos del DANE (2016), del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural en su portal de Agronet (<http://agronet.gov.co/>), y el análisis conjunto de la dinámica del PIB en los diferentes departamentos y sectores publicada por

Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana



Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuenca Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH)-SINCHI



el Banco de la Republica en su reporte anual macroeconómico (2015). Así mismo se integraron datos referidos en la temporalidad de la serie analizada provenientes de FEDEGAN y el Fondo Nacional de Ganado. En el análisis del sector petrolero se cruzaron las bases de datos reportados por la Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH) en función de la producción temporal de los últimos 10 años (2005 - 2015), con los reportes de crecimiento económico reportados por el DANE (2016).

- ***Análisis macroeconómico a partir de lineamientos de gestión hídrica en el contexto de la organización del tratado de cooperación amazónica – otca***

El método de abordar este análisis se fundamentó en la extracción de los documentos de lineamientos establecidos por la Organización del Tratado de Cooperación Amazónica (OTCA). Estos documentos se fundamentan en los derechos y principios de los pueblos amazónicos en función de propender por su identidad y soberanía de sus territorios y recursos naturales (como es el agua). En este sentido pretende promover la preservación del patrimonio natural de la Amazonia a través de una visión de sostenibilidad tanto ambiental, como social, cultural y económica (OTCA, 2010). A partir de lo anterior, la OTCA generó la agenda estratégica de cooperación amazónica la cual reafirma la soberanía de los países amazónicos sobre los recursos naturales, institucionalizando los lineamientos de política de acceso y uso de los mismos, orientando el



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co

proceso de cooperación regional entre los países integrantes o miembros (Bolivia, Brasil, Colombia, Ecuador, Guyana, Perú, Surinam y Venezuela.) y los pueblos indígenas transnacionales.

- ***Comparación macroeconómica internacional***

La conformación económica de los diferentes países frente a la gestión hídrica se diferencia a partir de los planes de desarrollo de los diferentes países (Bolivia, Brasil, Colombia, Ecuador, Guyana, Perú, Surinam y Venezuela).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las bases de datos del análisis macroeconómico presentado, se presentan organizadas en el Anexo Digital 1 (*ver archivo magnético*).

- ***Dinámica poblacional***

La población humana depende intrínsecamente del acceso y uso de las fuentes hídricas, tanto para desarrollar sus economías locales, como para atender sus necesidades básicas; esta dependencia se evidenció en la priorización del agua para consumo humano como servicio ecosistémico

prestado por la macrocuenca del Amazonas en las primeras dos fases del Plan Estratégico de la Macrocuenca del Amazonas.

La dinámica poblacional de la región se ha mantenido en un crecimiento constante durante el periodo de estudio 2005 – 2015. Según el DANE, la población en la Amazonia mantenía un crecimiento continuo² que se mantenía para el periodo 2005 – 2010 en 24,81%, y para 2010 – 2015 en 21,43% respectivamente (DANE, 2005). Si bien, esta dinámica puede ser el resultado de múltiples factores relacionados con salud, pobreza, dinámicas socioeconómicas entre otras, es necesario estudios concienzudos sobre el tema debido a la complejidad del tema.

Esta dinámica como se puede ver en la Tabla 5. Acá se muestra como se ha mantenido el crecimiento en la región y la forma como se abordará en el siguiente capítulo, donde se podrá observar si la dinámica va acorde con su crecimiento económico. Así mismo, se entenderá la forma de este crecimiento en términos de las afectaciones los requerimientos y usos del recurso hídrico en la zona de estudio.

Tabla 5. Dinámica poblacional por departamento 2005 – 2015 región del Amazonas. Número de Habitantes. Construida a partir de estadísticas DANE, 2015. Elaboración Autor, 2016. Modificado del DANE, 2016.

² Según el DANE el crecimiento natural se refiere al incremento o disminución del tamaño de una población, experimentado por el efecto del balance entre los nacimientos y las defunciones (aumento natural en cifras relativas). DANE indicadores demográficos según departamento 1985-2020.

Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana



Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co

	Amazonas	Caquetá	Guainía	Guaviare	Putumayo	Vaupés	Total Región
2005	67.726	420.337	35.230	95.551	310.132	39.279	968.255
2006	68.613	425.590	35.846	97.135	313.126	39.741	980.051
2007	69.474	430.960	36.464	98.688	316.209	40.198	991.993
2008	70.313	436.443	37.084	100.208	319.390	40.649	1.004.087
2009	71.167	442.033	37.705	101.759	322.681	41.094	1.016.439
2010	72.017	447.723	38.328	103.307	326.093	41.534	1.029.002
2011	72.858	453.562	38.949	104.846	329.598	41.965	1.041.778
2012	73.699	459.484	39.574	106.386	333.247	42.392	1.054.782
2013	74.541	465.477	40.203	107.934	337.054	42.817	1.068.026
2014	75.388	471.527	40.839	109.490	341.034	43.240	1.081.518
2015	76.243	477.619	41.482	111.060	345.204	43.665	1.095.273

La margen sur occidente de la región muestra una dinámica mayor en crecimiento poblacional, allí se encuentran los departamentos del Caquetá con 477.619 habitantes para el año 2015 y Putumayo con 345.204 habitantes para el mismo año (Gutiérrez R, Acosta M, & Salazar C, 2004). Como se muestra en la anterior tabla su crecimiento constante aporta más del 50% de la población con respecto al total de la región (Arcilla, 2010). Esto concuerda con la dinámica poblacional y el fenómeno de



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH)-SINCHI



asentamientos humanas que se han estudiado a lo largo de las últimas dos décadas (Riaño U & Salazar C, 2009).

Así mismo, en la región se han hecho otros estudios que muestran la necesidad de hacer una regulación del recurso hídrico mediante políticas de crecimiento poblacional (Pérez, 2006), considerando la explosión de la población en regiones donde no se han realizado estudios suficientes de consumo per cápita, los cuales puedan contrastar la dinámica poblacional con los recursos del territorio (URL & IIA, 2004, pág. 257). En el caso de la Amazonia se puede evidenciar el gran número de factores que dificultan establecer con certeza el crecimiento poblacional, debido a la alta dispersión de las poblaciones urbanas, y una gran disminución de densidad poblacional en las zonas rurales. La Figura 3 captura el crecimiento poblacional numérico de los departamentos de la macro-cuenca.

En este sentido, los departamentos con menos crecimiento poblacional se encuentran en la parte oriental de la región, siendo Guainía el de menor aporte registrando una población de 41.482 habitantes para el año 2015. En segundo lugar se encuentra el departamento de Vaupés, con 44.665 habitantes para el mismo periodo de tiempo.



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co

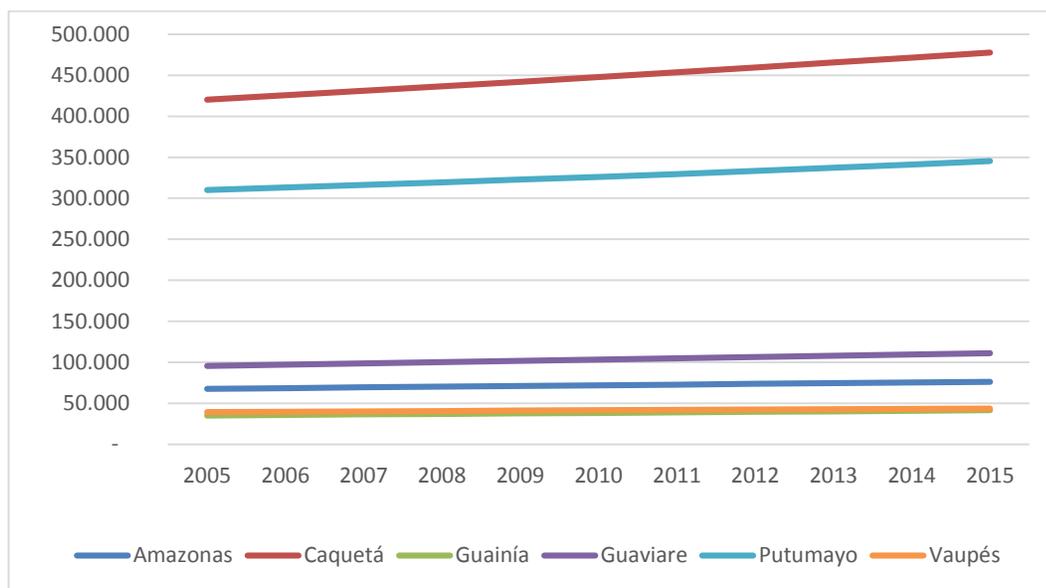


Figura 3. Crecimiento poblacional por departamentos en la región del Amazonas para el periodo 2005 - 2010. Construida a partir de estadísticas DANE, 2015.

En general, la tasa de crecimiento de la región se ha establecido en 7% y el índice de envejecimiento en 14% (Ministerio de Salud y Protección Social, 2013). Por las características de la región, el índice de envejecimiento³ es el menor en el total país, y en este mismo sentido aumentándose el nivel de fecundidad de la población.

³ Según el Ministerio de Salud y en general el gobierno Nacional, establece a los departamentos de Amazonas, Guaviare, Guainía, Vaupés y Vichada como departamentos jóvenes, por tal motivo es recurrente encontrar datos consolidados y no por departamento (Ministerio de Salud y Protección Social, 2013).

Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana



Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co

- ***Aporte de la región a las cuentas nacionales***

La economía nacional ha tenido un comportamiento poco estable y ha demostrado tener altibajos importantes en el corto plazo. Según datos del banco mundial⁴, el crecimiento del PIB en Colombia fue del 4,5% en el año 2014, en esta línea, como se muestra en la anterior tabla, la variación del crecimiento económico colombiano no ha sido constante a lo largo de la última década (BANCO MUNDIAL, 2016). Esto refleja una inestabilidad de la relación establecida entre la renta y el gasto nacional en cada uno de los sectores que componen la economía. En la Figura 4 se puede evidenciar el efecto de la recesión establecida en el año 2009, a razón de los procesos inflacionarios que reflejó el PIB real, considerando una disminución en la producción en un escenario de aumento de precios de consumo.

A diferencia del comportamiento nacional, la región Amazónica ha tenido un crecimiento constante en el periodo de 2005-2015 como se puede observar en la Figura 5.

⁴ Tasa de crecimiento anual porcentual del PIB a precios de mercado en moneda local, a precios constantes. Los agregados están expresados en dólares de los Estados Unidos a precios constantes del año 2005.

Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana



Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co

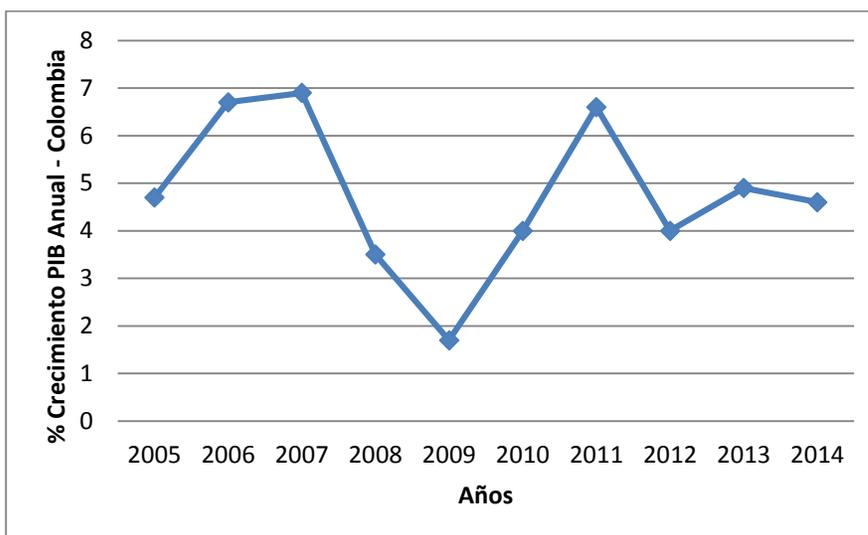


Figura 4. Comportamiento del PIB real Colombiano periodo 2005-2014. Construida a partir de estadísticas DANE, 2015.

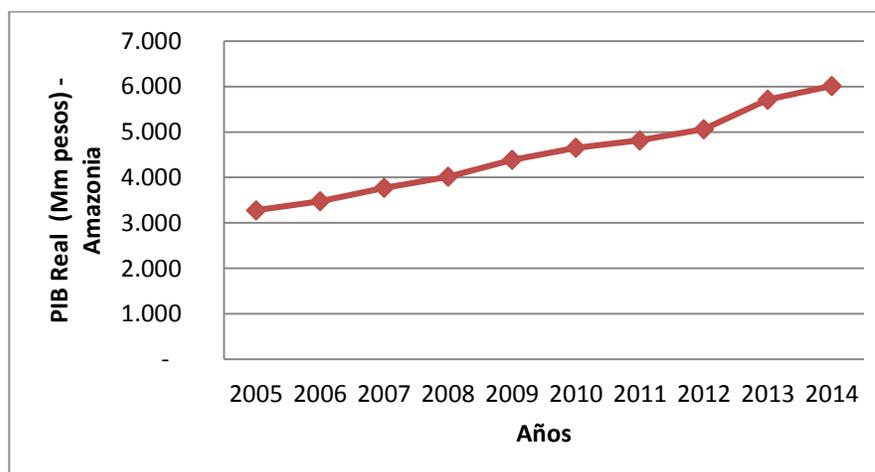


Figura 5. Comportamiento del PIB real regional periodo 2005-2014. Miles de millones de pesos, precios constantes (año base 2014). Construida a partir de estadísticas DANE, 2015.



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax (8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH)-SINCHI



Lo anterior muestra un crecimiento al PIB real de los diferentes sectores económicos que desarrollan en la macro-cuenca. Sin embargo, se puede contrastar con el aporte total de la región al crecimiento económico del país, el cual no alcanza el 1% de aporte real de la macrocuena a la economía colombiana.

Descripción de sectores por departamento

La región tiene un comportamiento dinámico en los sectores económicos que aportan al PIB regional, que son altamente demandantes del agua y a su vez, son de importancia para las actividades económicas regionales. En todos los departamentos, la agricultura marca una importancia relativa en actividades económicas, así mismo, se evidencia la relevancia que tienen sectores como el comercial y el de transporte, los cuales son renglones importantes en la economía y desarrollo regional.

El impulso económico del departamento del Amazonas se muestra a partir del renglón más importante, el cual es el comercial, agrupado en la prestación de servicios de restaurantes e infraestructura hotelera (principalmente en el departamento de Amazonas). Ese crecimiento regional es seguido por el aporte al PIB del sector transporte. El tercer sector relevante es la agricultura. Para el año 2014 el PIB departamental fue de \$333.000.000 de pesos a partir de la sumatoria de estos tres renglones



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH)-SINCHI



mencionados anteriormente, los cuales aportan casi el 44% del total de esta cifra para la macrocuena. En resumen podemos exponer lo siguiente:

El departamento del Putumayo es el que mayor importancia refleja en las cuentas nacionales para la macrocuena. Para el año 2014 su aporte al PIB real llegó a la cifra de \$2.603 mil millones, y se destaca que es el departamento que tiene una importancia relativa en el sector minero energético. Este sector aportó para el año 2014 la cifra de \$1.330 mil millones de pesos, lo cual es relevante tanto para el departamento como para el país en general.

El departamento del Caquetá es, sin duda, el segundo departamento que impacta de manera positiva el aporte al PIB real regional, en donde el sector ganadero impulsa el crecimiento económico. En segundo lugar para este departamento, cobra importancia el sector industrial, seguido por la construcción y el comercio.

Los departamentos de Guainía, Guaviare Y Vaupés son lo que menos aportan al PIB regional, y se destaca que el sector agropecuario es de los que menos importancia refleja en las cuentas regionales, en contraste con el sector comercial, el cual es el que representa mayor importancia en los aportes a las cuantas nacionales.



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuenca Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH)-SINCHI



PIB por sector

El sector agropecuario se destaca en el aporte al PIB regional, los departamentos del Caquetá y Putumayo son los de mayor envergadura dentro del PIB real. Dentro de este sector cobran relevancia los cultivos de Maíz, Plátano y Yuca. Estos sistemas productivos son los que tienen mayor área sembrada en estos dos departamentos, y en donde el cultivo del Café también aparece en las cuentas nacionales de forma importante. Se destaca la ganadería de razas Cebuinas de manera extensiva en toda la macrocuenca (FEDEGAN, 2016).

El sector petrolero toma relativa importancia en el departamento del Putumayo, quien aporta cifras significativas al PIB regional, seguido del departamento del Caquetá, el cual aporta en una pequeña proporción al sector minero – energético.

El sector comercio se destaca en todos los departamentos y es una de las actividades económicas más importantes, para el año 2014 la suma de todos los departamentos en este sector llegó a la cifra de \$596 mil millones de pesos. Este sector está fortalecido por el turismo, el cual se fundamenta en el acceso a las amenidades ofertadas por la oferta hídrica de la región (DANE, 2014).



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co

PIB por Departamento

Los departamentos que generan mayor relevancia en el PIB regional son el Caquetá y Putumayo, seguidos del Amazonas y el Guaviare y en las últimas posiciones están Guainía y Vaupés, Figura 6.

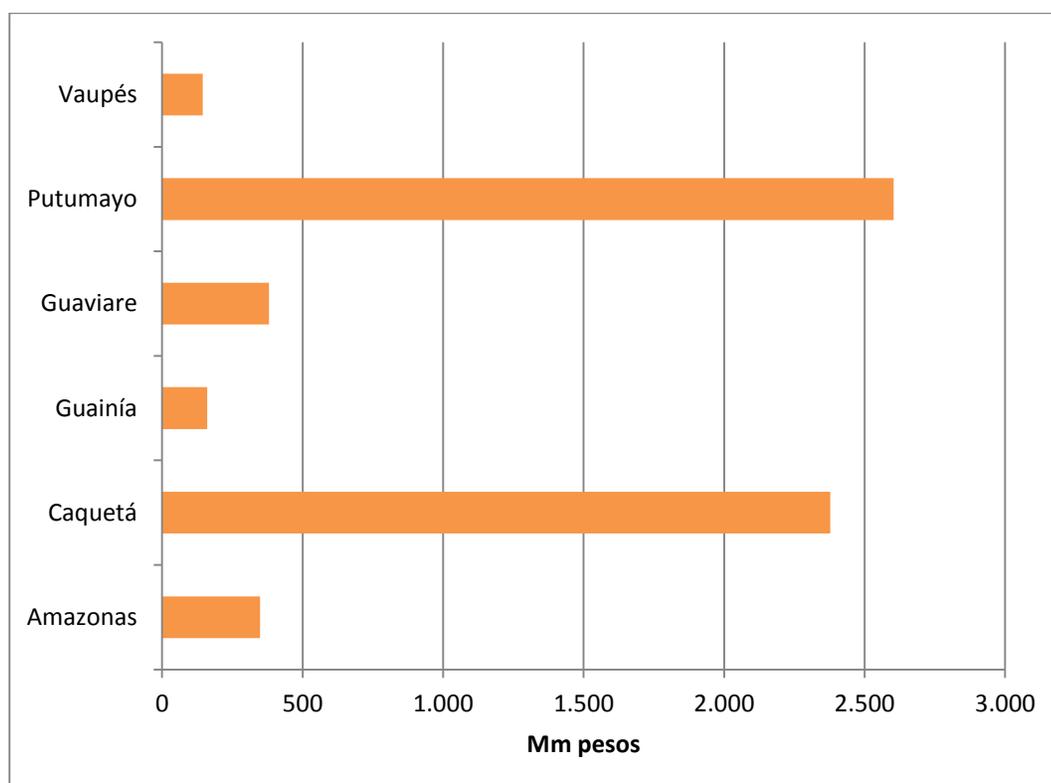


Figura 6. PIB Departamental para el año 2014, Expresado en miles de millones de pesos a precios constantes con año base 2014. Construida a partir de estadísticas DANE, 2015.



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH)-SINCHI



Lo anterior evidencia la desigualdad en los aportes sectoriales de los diferentes departamentos en el crecimiento económico de la macro-cuenca.

a. Actividades Agropecuarias

Las actividades agropecuarias son el sustento de la alimentación de la población presente no solo en la región sino en el país en general. Sin duda, la agricultura toma importancia dadas las características y la fuerte vocación que tiene este sector en la economía nacional (PNUD, 2011). A pesar de esto, la región no cuenta con un sector agrícola fuerte y a nivel nacional su producción no se destaca (Peña-Venegas, Mazorra V, Acosta M, & Pérez R, 2009). Sin embargo, los datos y registros del sub-sector agrícola, abordados en el presente análisis, involucran tanto el autoconsumo como los excedentes que se insertan en los mercados regionales y nacionales. Estas actividades agrícolas son altamente dependientes de la oferta hídrica de la región.

El análisis regional se caracteriza por evidenciar explotaciones agropecuarias extensivas y sin alta adopción tecnológica que es casi inexistente en la macrocuena. Solo algunos procesos de innovación tecnológica se evidencian en el departamento de Caquetá. Esto limita el abastecimiento de recursos para el desarrollo de actividades agrícolas intensivas. El aporte del sector agrícola para la región en términos del PIB



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co

real para el año 2014 fue de \$467.000.000⁵ pesos, representando el 1,47% de la producción total nacional para dicho periodo (DANE, 2014).

b. Ganadería

La ganadería ha sido históricamente una de las actividades más importantes de desarrollo económico y productivo en el país. Si bien, la región no ha sido ajena a esta situación, existe una marcada diferencia entre departamentos en el desarrollo de dicha actividad. Tradicionalmente se han establecido sistemas de producción de pastoreos extensivos, enmarcados en una baja productividad si se analiza la relación existente entre el número de cabezas por el área expresada en hectáreas. Es constante la falta de manejo en la adecuación y tratamiento de suelos, así mismo es deficiente la generación de cultivos con destino a la alimentación animal (FEDEGAN, 2016).

En la región se destaca la producción ganadera del departamento del Caquetá, la cual aportó para el año 2014 el 73% de las cabezas de ganado bovino de la macrocuenca. Esto se puede ver en la Tabla 6. Es importante destacar que este departamento registró para este mismo periodo un poco más de 1,7 millones de cabezas de ganado, siendo el departamento que

⁵Valor estimado basado en estadísticas DANE, 2014. Se registran 467 mil millones de pesos a precios constantes por encadenamiento a 2014.

aporta el 7,8% del inventario total del país, en donde las razas Cebuinas son las de mayor importancia en dichas explotaciones (MADR, 2009).

Tabla 6. Número de cabezas de ganado bovino por departamento 2005 – 2015 región del Amazonas. Construida a partir de estadísticas FEDEGAN, 2015.

AÑO	Amazonas	Caquetá	Guainía	Guaviare	Putumayo	Vaupés	Total Cuenca
2005	2.935	1.181.152	2.530	166.000	129.637	760	1.483.014
2006	2.935	1.201.281	2.530	168.400	136.648	760	1.512.554
2007	2.935	1.206.156	2.530	172.500	137.274	760	1.522.155
2008	3.552	1.199.437	2.530	199.525	131.326	760	1.537.130
2009	3.552	1.194.580	2.530	223.980	143.083	760	1.568.485
2010	3.552	1.265.574	2.530	243.310	162.604	760	1.678.330
2011	3.552	1.341.012	2.530	280.817	181.336	760	1.810.007
2012	3.552	1.339.828	2.530	270.570	188.272	760	1.805.512
2013	1.491	1.317.282	3.820	269.930	190.337	760	1.783.620
2014	1.373	1.294.718	4.193	278.072	188.066	1.043	1.767.465
2015	1.442	1.304.403	5.000	279.000	192.165	1.400	1.783.410

El comportamiento de los departamentos de la macrocuena ha tenido un crecimiento constante a partir de una tasa relativamente baja dentro de la población bovina nacional. Como se mencionó antes, el departamento del

Caquetá tiene la mayor proporción de ganado bovino, seguido de lejos por el departamento de Guaviare y Putumayo. En los departamentos de Amazonas, Guainía y Vaupés la actividad ganadera es insignificante y casi inexistente (FEDEGAN, 2016). Esta dinámica se puede observar en la Figura 7 observando la proporción de la producción ganadera entre departamentos.

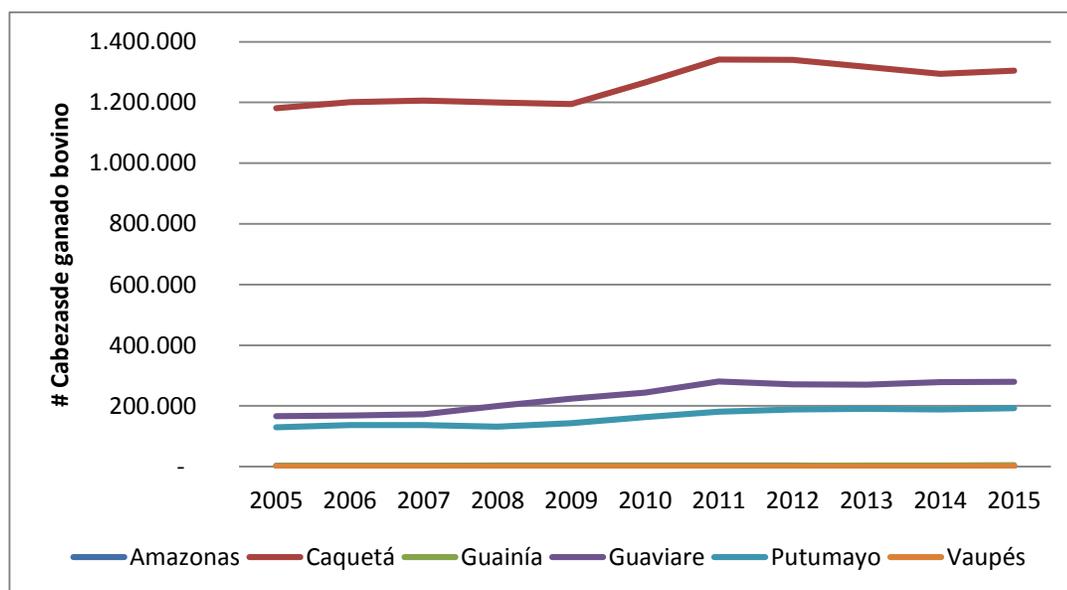


Figura 7. Histórico población ganado bovino por departamentos periodo 2005-2015. Construida a partir de estadísticas FEDEGAN, 2015.

Una característica de las explotaciones de la región se refiere al consumo del recurso hídrico de los animales de levante y cría, quienes deben buscar

y acceder al recurso según disponibilidad de los predios, lo cual dificulta su identificación, medición y registro (FEDEGAN, 2016).

c. Agricultura

A nivel nacional la región no es un importante productor de alimentos con destino al consumo humano, según EVA⁶ las producciones más importantes de la región en número de hectáreas sembradas son el Maíz, Yuca y Plátano⁷. Como se muestra en la Tabla 7, el área sembrada de estos cultivos para el año 2014 era de 31.429 hectáreas siendo los departamentos de Guaviare y Putumayo los que se destacan en la producción agropecuaria.

Tabla 7. Área sembrada por otros cultivos en la región del Amazonas para el periodo 2007-2014 (Ha). Modificado del DANE, 2016 y MinAgricultura, 2015.

	Amazonas	Caquetá	Guainía	Guaviare	Putumayo	Vaupés	Total Cuenca
2007	3.149	2.788	2.557	15.742	23.967	429	48.632
2008	4.259	2.787	3.898	11.503	21.348	651	44.446
2009	1.485	2.776	2.744	13.581	21.184	385	42.155
2010	1.420	3.059	2.972	12.829	18.996	320	39.596
2011	1.500	3.506	1.649	9.635	19.624	489	36.403
2012	673	3.608	1.980	11.815	15.116	698	33.890
2013	680	4.084	2.677	14.030	12.522	1.317	35.310
2014	622	3.989	2.444	11.230	11.724	1.420	31.429

⁶ Evaluaciones Agropecuarias Municipales: “El Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural – MADR implementó desde 1972 las Evaluaciones Agropecuarias para poder conocer la oferta agropecuaria del país. El objetivo de las evaluaciones es obtener información agropecuaria para los diferentes cultivos transitorios y permanentes, estimando las variables de área, producción y rendimiento y de igual forma obtener información pecuaria y piscícola” (AGRONET, 2016).

⁷ Se destacan con menor importancia en el departamento de Caquetá el cultivo del caucho, en el departamento del Guainía el Cacao y en el departamento del Putumayo el Banano.

Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana



Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co

Las características de la región ofrecen una clara disponibilidad de factores para este tipo de cultivos que son resistentes a la escases del recurso hídrico, sin embargo se evidencia una clara inexistencia de la infraestructura básica para desarrollar actividades agrícolas intensivas. Considerando lo anterior, se muestra en la Figura 8 que la producción agrícola de este tipo de cultivos ha decrecido de manera significativa en la región.

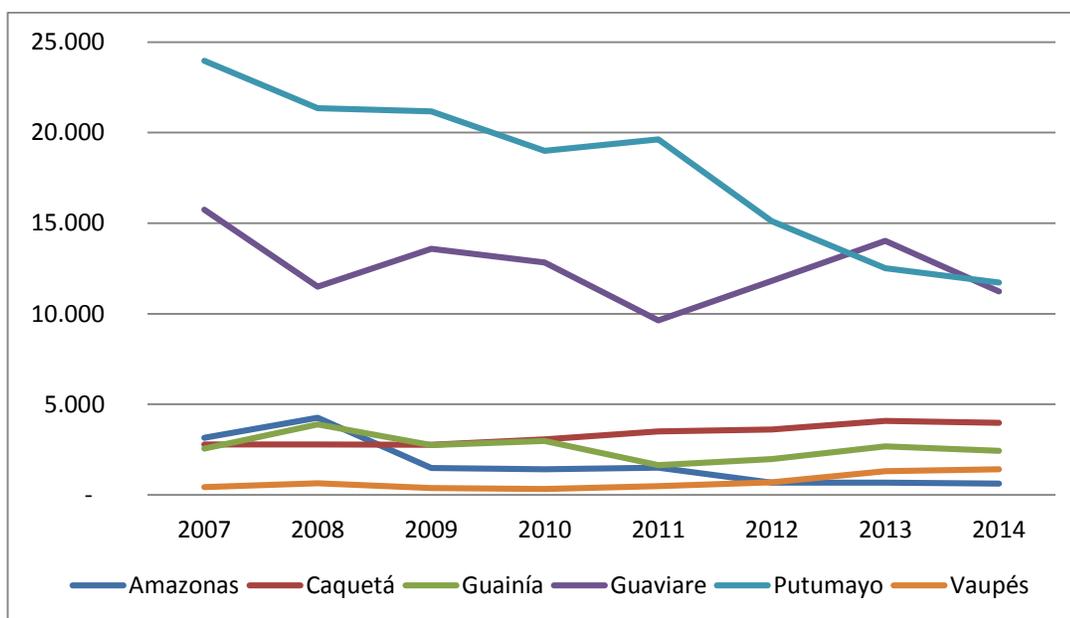


Figura 8. Área sembrada de cultivos diferentes al café por departamentos en el periodo de 2007-2014. Construida a partir de estadísticas EVA, 2015.

d. Cultivos Especiales – Café

La importancia del cultivo del café ha sido evidenciada a través del desarrollo económico agrícola, a pesar que no se considera como una actividad fuerte durante las últimas décadas para esta región, sin embargo este cultivo ha migrado de las zonas productoras tradicionales a algunos espacios de la amazonia colombiana. Las características de la región permiten el desarrollo del cultivo del café amazónico principalmente con la variedad caturra, las cuales se adecuan mejor a las condiciones edafoclimáticas de la región. Por esta razón, el desarrollo del café amazónico ha tenido un incremento significativo durante la última década en la región, tal cual como se muestra en la Tabla 8.

Tabla 8. Área sembrada del café amazónico del periodo 2007-2014. Modificado del DANE, 2016. Cenicafé, 2014. Minagricultura, 2014.

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Amazonas	-	-	-	-	-	-	-	-
Caquetá	2.788	2.787	2.776	3.059	3.506	3.608	4.084	3.989
Guainía	-	-	-	-	-	-	-	-
Guaviare	-	-	-	-	-	-	-	-
Putumayo	23	35	40	41	56	42	85	189
Vaupés	-	-	-	-	-	-	-	-
Total Cuenca	2.811	2.822	2.816	3.100	3.562	3.650	4.169	4.178

Se destaca el departamento del Caquetá con un área sembrada de 3.989 hectáreas de café amazónico para el año 2014, y se refleja el crecimiento en área sembrada en el departamento del Putumayo pasando de 23 hectáreas en el año 2007 a 189 en el año 2014 (MADR, 2014). En la Figura 9 se muestra la tendencia por departamento en el incremento del área sembrada del cultivo durante la última década en los dos departamentos que registran cifras.

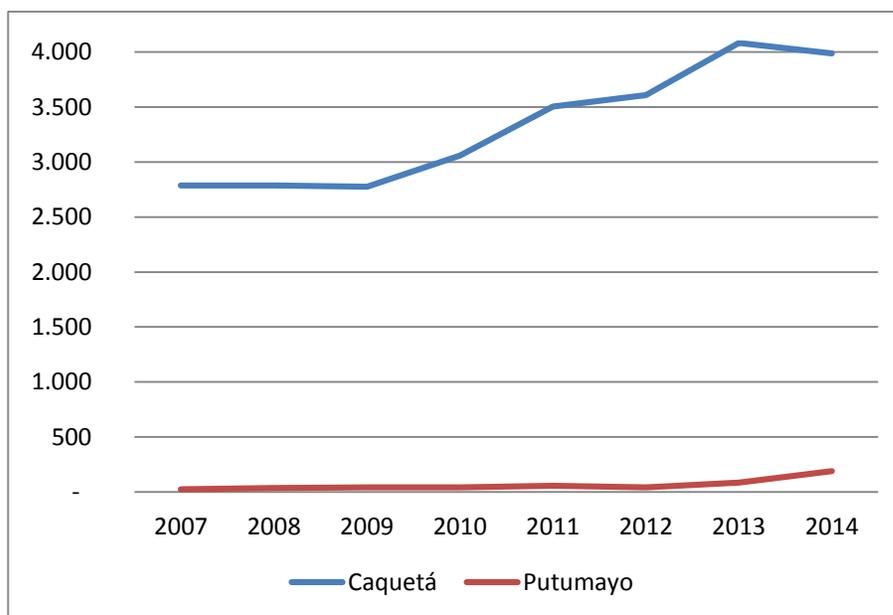


Figura 9. Área sembrada de café en los departamentos de Caquetá y Putumayo para el periodo de 2007-2014 (Ha). Construida a partir de estadísticas EVA, 2015.

e. Industria y Servicios

El sector Industria es uno de los sectores más importantes de la región, específicamente en el sub-sector del turismo. En este eslabón se registran participaciones de todos los departamentos, los cuales hacen parte de esta actividad económica. El departamento del Caquetá el más importante en el sector comercial, seguido de Putumayo (Tabla 9). El total del aporte de la región al PIB real nacional llego a la cifra de \$113.000 millones de pesos a precios constante. Otro elemento que se destaca es el departamento de menor aporte (Vaupés), el cual a pesar de ser bajo, en comparación a los demás departamentos de la macrocuena, genera aportes relevantes para este departamento. En esta misma línea se muestra como el departamento del Guaviare ha generado un crecimiento estable en este sector.

Tabla 9. Aporte del sector industria por departamento y región al PIB nacional. Precios constantes por encadenamiento 2005 expresado en millones de pesos – Año base 2014. Construida a partir de estadísticas DANE, 2015.

	Amazonas	Caquetá	Guainía	Guaviare	Putumayo	Vaupés	Total Cuenca
2005	5.000	65.000	3.000	8.000	24.000	1.000	106.000
2006	5.000	69.000	3.000	8.000	24.000	1.000	110.000
2007	6.000	72.000	3.000	8.000	27.000	1.000	117.000
2008	5.000	74.000	3.000	8.000	24.000	1.000	115.000
2009	5.000	75.000	4.000	8.000	27.000	1.000	120.000

2010	6.000	66.000	4.000	10.000	29.000	1.000	116.000
2011	6.000	71.000	4.000	10.000	25.000	1.000	117.000
2012	6.000	74.000	4.000	10.000	25.000	1.000	120.000
2013	6.000	71.000	3.000	10.000	22.000	1.000	113.000
2014	6.000	73.000	3.000	10.000	20.000	1.000	113.000

Como se muestra en la Figura 10, el comportamiento del sector comercial del departamento del Caquetá el más importante.

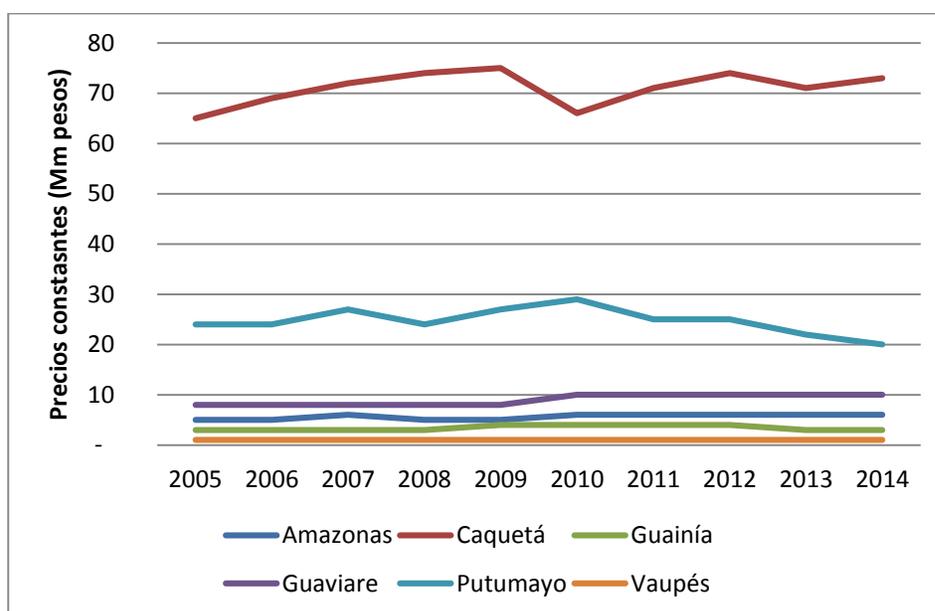


Figura 10. Comportamiento del PIB departamental de la región en el periodo 2005-2008. Precios constantes por encadenamiento 2005 expresado en miles de millones de pesos – Año base 2014. Construida a partir de estadísticas DANE, 2015.

El sector de servicios es también uno de los más importantes y representa un importante renglón dentro de cada uno de los departamentos. En el análisis expuesto se muestra en la relevancia de este sector en cada departamento. Los departamentos del Caquetá y el Putumayo son los del mayor aporte al PIB regional y aunque los departamentos de Vaupés y Guainía son los de menor aporte, se ve claramente en una tendencia creciente y sostenida en los últimos años.

Tabla 10. Aporte del sector servicios por departamento. Precios constantes por encadenamiento 2005 expresado en millones de pesos - Año base 2014. Construida a partir de estadísticas DANE, 2015.

	Amazonas	Caquetá	Guainía	Guaviare	Putumayo	Vaupés	Total Cuenca
2005	46.000	177.000	11.000	42.000	97.000	11.000	384.000
2006	51.000	187.000	12.000	52.000	113.000	13.000	428.000
2007	57.000	197.000	14.000	64.000	132.000	17.000	481.000
2008	58.000	202.000	15.000	64.000	137.000	18.000	494.000
2009	57.000	204.000	15.000	61.000	140.000	19.000	496.000
2010	58.000	209.000	15.000	63.000	139.000	20.000	504.000
2011	62.000	218.000	15.486	68.071	145.656	19.684	528.897
2012	65.000	224.000	15.486	69.584	149.961	20.472	544.502
2013	69.000	238.000	16.081	71.049	156.777	21.230	572.137
2014	72.000	248.000	17.191	74.497	162.537	21.937	596.162

Como se ve en la Figura 11, se observa el comportamiento del sector de servicios dentro de cada departamento de la región Amazónica, especialmente se evidencia la relevancia del sector turístico que basa sus

economías en la oferta de las amenidades generadas por el uso al recurso hídrico.

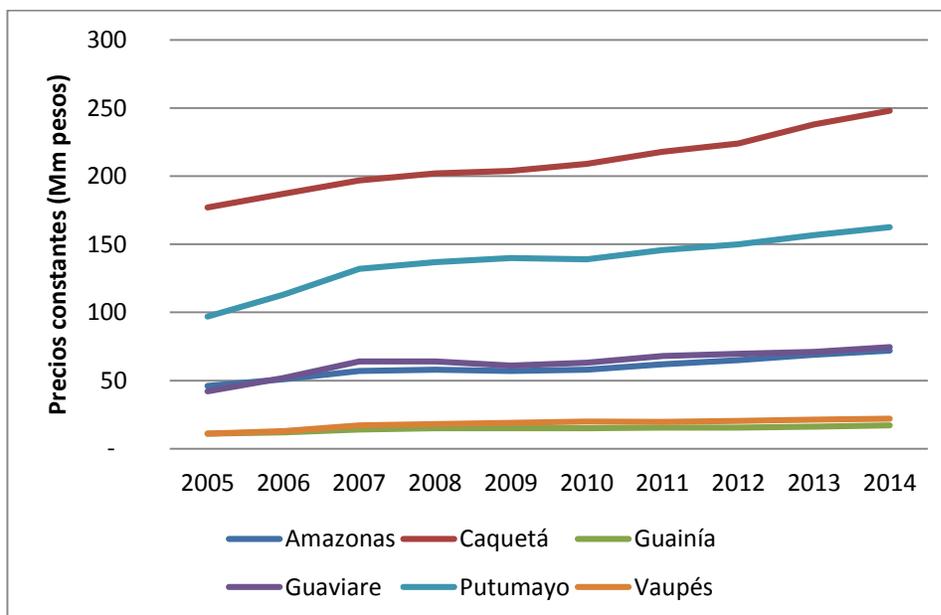


Figura 11. Sector comercio, reparación, restaurantes y Hoteles por departamento para el periodo de 2005-2014. Precios constantes por encadenamiento 2005 expresado en miles de millones de pesos – Año base 2014. Construida a partir de estadísticas DANE, 2015.

f. Transporte

Como bien se sabe, las carretas de la macrocuena amazónica son los ríos y fuentes de agua que comunican los diferentes núcleos urbanos de la región. El sector transporte representa un importante renglón en la economía regional, en donde este sector representó para el año 2014 un

total de 421 mil millones de pesos para la región Amazónica. La infraestructura vial amazónica es precaria y en malas condiciones, por lo que se convierte la navegación fluvial en una de las vías de comunicación más importantes en la región.

La macrocuenca cuenta con una gran cantidad de fuentes hidrográficas navegables, según la superintendencia de transporte, para el año 2010 la región contaba con 5.642 Kilómetros de longitud navegable (Superintendencia de Puertos y Transporte, 2016), siendo los principales ríos Amazonas, Putumayo, Caquetá así como los afluentes y tributarios de estos grandes ríos. Los principales ríos navegables se muestran en la Tabla 11.

Tabla 11. Longitud navegable de los ríos pertenecientes a la región de la Amazonia. Construido a partir de estadísticas Supertransporte, 2016.

Río	Longitud Navegable Km
Amazonas	116
Putumayo	1.600
Caquetá	1.200
Otros	2.376

Tradicionalmente el servicio de transporte fluvial se ha prestado de manera no supervisada, informal y sin registros que puedan evidenciar un aporte al

Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana



Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co

crecimiento económico de los departamentos. Para el año 2010 existían 25 empresas de transporte fluvial en la macrocuenca, las cuales han estado vigiladas por el ministerio de Transporte. Estas empresas se relacionan con la capacidad de navegación de los principales afluentes (Tabla 12), y se reportan en este estudio ya que están legalmente constituidas y prestan un servicio regulado en calidad y tarifas.

Tabla 12. Empresas de transporte fluvial de la región Amazónica 2010. Construido a partir de estadísticas Supertransporte, 2016.

	Nombre	Municipio	Departamento
1	BETANCURT GOMEZ ALVARO	LETICIA	AMAZONAS
2	COOP DE MOTORISTAS AL TURISMO DEL AMAZONAS. "	LETICIA	AMAZONAS
3	EXPRESSOS UNIDOS TRES FRONTERAS E.U.	LETICIA	AMAZONAS
4	LINEAS AMAZONAS II	LETICIA	AMAZONAS
5	SELVATRANS LTDA	LETICIA	AMAZONAS
6	TRANSPORTE ANDINO MULTIMODAL DE LA AMAZONIA LTDA	LETICIA	AMAZONAS
7	Transportes Amazonicos E.U..	LETICIA	AMAZONAS
8	ASOCIACIÓN ASOTAXI DEL CAGUAN	CARTAGENA DEL CHAIRA	CAQUETA
9	ASOCIACIÓN DE DUEÑOS DE BOTES DE CARTAGENA DEL CHAIRA	CARTAGENA DEL CHAIRA	CAQUETA
10	BERMEO ROJAS LUIS ORLANDO	FLORENCIA	CAQUETA
11	MICROEMPRESA DE TRANSP FLUVIAL PROPIETARIOS DE CANOAS DE CARGA Y PASAJEROS	CARTAGENA DEL CHAIRA	CAQUETA
12	Transfluviales del Sur LTDA	FLORENCIA	CAQUETA
13	TRANSPORTES FLUVIAL LA SIRENA LIMITADA	FLORENCIA	CAQUETA
14	TRANSPORTE FLUVIAL ORINOQUIA E.U	PTO INIRIDA	GUAINIA
15	ASOCIACIÓN DE TRANSPORTADORES FLUVIALES DE CALAMAR. "	CALAMAR	GUAVIARE
16	Suggey Marcela Celis Marentes	SAN JOSE G/ARE	GUAVIARE
17	COOP DE TRANSPORTADORES FLUVIALES DE PIÑUÑA NEGRO PUTUMAYO LTDA	PTO ASIS	PUTUMAYO
18	Carlos Enrique Martínez E.	PTO ASIS	PUTUMAYO
19	COOP TRANSAMAZONICA DE TRANSPORTADORES FLUVIALES LTDA	PTO ASIS	PUTUMAYO
20	COOP DE TRANSPORTADORES KILILI LIMITADA	PTO. ASIS	PUTUMAYO
21	COOP MULTIACTIVA DE TRANSPORTADORES FLUVIALES LA FRONTERA	PUERTO ASIS	PUTUMAYO
22	Empresa de Transporte Fluvial Los Delfines El Muelle LTDA	Puerto Guzmán	PUTUMAYO
23	EMPRESA DETRANSPORTES FLUVIAL DEL PUTUMAYO LIMITADA	PTO ASIS	PUTUMAYO
24	Expreso Libertador LTDA	PTO. GUZMAN	PUTUMAYO
25	COOTRANSAMAZONICA LTDA	Puerto Asis	PUTUMAYO

g. Minero – Energético

En el sector minero – energético, específicamente en la actividad petrolera, se destaca la producción del hidrocarburos el departamento de Putumayo, el cual ocupa el tercer lugar en el listado de productores de petróleo en el país (Fedesarrollo, 2015). El departamento cuenta con unas reservas probadas para el año 2014 de 105.699.511 barriles de petróleo (ANH, 2014), lo cual se puede observar gráficamente en la Figura 12. Acá se muestra como ha sido la producción anual de petróleo en el departamento.

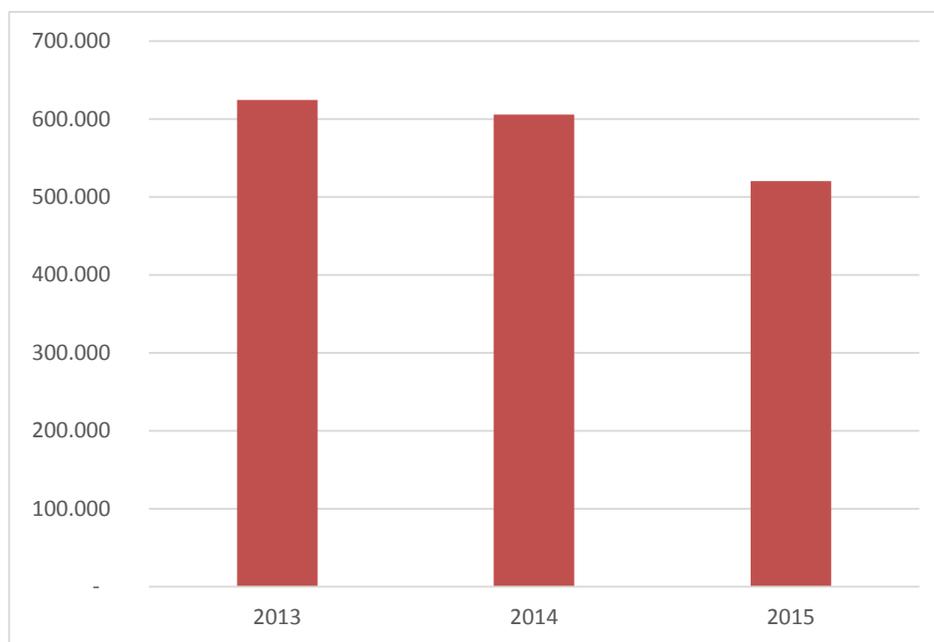


Figura 12. Producción anual de barriles de petróleo en el Departamento de Putumayo periodo 2013-2015. Construida a partir de estadísticas ANH, 2015



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co

Los demás departamentos de la macrocuenca no registran producción de petróleo.

- ***Análisis macroeconómico a partir de lineamientos de gestión hídrica en el contexto de la organización del tratado de cooperación amazónica – otca***

La Organización del Tratado de Cooperación Amazónica (OTCA) se fundamenta en los derechos y principios de los pueblos amazónicos en función de propender por su identidad y soberanía de sus territorios y recursos naturales (como es el agua). En este sentido pretende promover la preservación del patrimonio natural de la Amazonia a través de una visión de sostenibilidad tanto ambiental, como social, cultural y económica (OTCA, 2010). A partir de lo anterior, la OTCA generó la agenda estratégica de cooperación amazónica la cual reafirma la soberanía de los países amazónicos sobre los recursos naturales, institucionalizando los lineamientos de política de acceso y uso de los mismos, orientando el proceso de cooperación regional entre los países integrantes o miembros (Bolivia, Brasil, Colombia, Ecuador, Guyana, Perú, Surinam y Venezuela.) y los pueblos indígenas transnacionales.

La agenda de cooperación tiene como objetivo central el apoyar la construcción y difusión de un marco de referencia para la gestión eficiente, integrada e integral de los recursos hídricos, para promover un mayor

Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co





Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuenca Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH)-SINCHI



acceso de la población al recurso agua, a sus servicios, especialmente al saneamiento como medida que contribuya a mejorar la calidad de vida de las poblaciones amazónicas. Las actividades al corto plazo son:

1. Promover la adopción de un enfoque integrado e integral de la gestión de los recursos hídricos (adaptación al cambio climático, suelos, participación de la sociedad civil en la gestión).
2. Promover acciones tendientes a facilitar el acceso equitativo, en la medida de lo posible, de aguas de calidad para la sociedad civil en su conjunto, con énfasis en las poblaciones vulnerables, los pueblos indígenas y otras comunidades tribales.
3. Promover la discusión de problemáticas particulares del manejo de cuencas en áreas de frontera.
4. Estimular la participación de las poblaciones vulnerables, pueblos indígenas y otras comunidades tribales en debates sobre los recursos hídricos.

Las actividades a mediano plazo son:

1. Promover espacios de discusión comunes para establecer políticas de control de las actividades mineras que generan la contaminación de las aguas.
2. Promover la adopción de criterios comunes para la evaluación y el monitoreo del uso de recursos hídricos respetando las particularidades nacionales en el manejo.
3. Promover acciones y mecanismos para el ordenamiento territorial regional y la zonificación para manejo de cuencas y micro-cuencas.
4. Implementar un modelo de gestión integral y sostenible de los recursos hídricos de la Amazonía continental.



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuenca Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH)-SINCHI



La actividad al largo plazo es:

1. Promover acciones y mecanismos para el ordenamiento territorial regional y la zonificación ambiental para manejo de cuencas y micro-cuencas.

De acuerdo a las acciones y políticas definidas en el tema de la gestión hídrica de la Amazonia, se puede afirmar que el crecimiento económico de los países miembros de la OTCA está ligado a la gestión integral de su oferta hídrica, fundamentado en la diferenciación de los usos sectoriales, escalonamiento tarifario, limitaciones de acceso, cuotas de compensación, tasas de renovación en calidad ambiental, programas de mitigación y corrección, fortalecimiento local en instrumentos políticos de gobernanza, co-manejo y colectividad, entre otros programas que van de la mano con los lineamientos que deben ser planteados para la política de la gestión hídrica integral de la Amazonia colombiana.

- ***Comparación macroeconómica internacional de la amazonia***

A continuación se contextualiza la visión de cada país en función de la gestión del agua en los planes de desarrollo, política internacional y articulación frente a la OTCA:



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuenca Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH)-SINCHI



Colombia:

El Plan de desarrollo 2014 - 2018 expone a la región como la “tierra de oportunidades y paz: desarrollo del campo y conservación ambiental”. Esto se expresa como un espacio prioritario para la conservación del capital natural, el control a la deforestación, la gobernanza ambiental y la protección de ecosistemas en las regiones del Macizo y la Amazonía son importantes. En Llano la conservación, la gobernanza ambiental y el manejo eficiente del recurso hídrico y el uso del suelo de acuerdo a su vocación resultan primordiales. Sin embargo, las economías de las zonas geográficas de transición amazónica y de la Amazonía contribuyen menos del 1% del PIB nacional (DANE, 2016). Por otro lado, se evidencia la heterogeneidad de las poblaciones y el bajo desarrollo de los sectores económicos. En esta región habitan 62 pueblos indígenas con un total de 112.317 habitantes, distribuidos en 192 resguardos y que ocupan 51 % del territorio amazónico (SINCHI, 2014). En este mismo orden, el 46 % del PIB regional corresponde a comercio y servicios, el 5,2 % a la industria manufacturera, el 18,1 % a la minería, el 11,1 % al sector silvo-agropecuario y el 15,1 % al sector de la construcción (DANE, 2016).

De acuerdo a la OTCA, el crecimiento económico de la región amazónica colombiana se debe fundamentar en la responsabilidad y diferenciación del uso del agua en la Amazonía colombiana, parte esencial de la Actividad del



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH)-SINCHI



Proyecto GEF Amazonas, con el fin de fomentar el manejo de los recursos hídricos en la región de la Amazonía Colombiana. Los objetivos son de esta iniciativa de la OTCA en función del agua son: (Identificar los desarrollos socioeconómicos de la región / Conocer el manejo de los recursos hídricos de la región / Establecer la relación y percepciones en torno al medio ambiente de la región / Determinar las principales percepciones de cara al cambio climático de la región).

Brasil:

Las inversiones de la seguridad del agua ganaron escala sin precedentes en los últimos tres años en Brasil, donde más de R\$ 32 mil millones se invirtieron en obras para garantizar el suministro de agua en cantidad y calidad para las personas que viven en la Amazonia (OTCA, 2015). Los principales usos del agua en la amazonia se orientan hacia la hidroelectricidad, pesca, navegación, agricultura, turismo y recreación, lo cual le aporta el 3,5% del PIB a la economía nacional (Plano do governo do Brasil, 2014). Los sectores económicos han generado unos impactos significativos en la cuenca amazónica los cuales han incentivado conflictos en las siguientes áreas:

1. El uso del agua para la agricultura y el abastecimiento de agua en áreas urbanas.



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co

2. El aumento en la producción agroindustrial y la deforestación que han afectado el abastecimiento público del agua, que a su vez ha alterado las áreas de recarga de los acuíferos y la calidad del agua en las fuentes.
3. El aumento de los desechos sólidos no tratados de origen urbano y la calidad de las aguas superficiales y subterráneas.
4. El incremento del impacto de las plantas hidroeléctricas en los afluentes del río Amazonas y la interrupción del ciclo hidrosocial.
5. La fuerte contaminación por metales tóxicos, eutrofización, uso excesivo de fertilizantes en la agricultura, descarga de agua de origen doméstico sin tratamiento y los costos del tratamiento del agua.
6. El aumento en el costo del tratamiento del agua debido a la degradación de las fuentes, la deforestación y la contaminación de acuíferos.
7. El impacto del agua degradada en la salud humana, principalmente en regiones urbanas y metropolitanas.

Con todo lo anterior se desarrolló la estimación de uso del agua de los diferentes sectores económicos amazónicos, donde el 26% se centraliza en el consumo humano, el 47% en lo rural, y el 17% en la industria (IIEGA/PMSP, 2009).



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuenca Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH)-SINCHI



Ecuador:

En el año de 2014 se creó la Ley de Recursos Hídricos Usos y Aprovechamiento del Agua en Ecuador, la cual garantiza el derecho humano al agua como el derecho de todas las personas a disponer de agua limpia, suficiente, salubre, aceptable, accesible y asequible para uso personal y doméstico en cantidad, calidad, continuidad y cobertura, entre otros aspectos. También prohíbe toda clase de privatización del agua, por su trascendencia para la vida, la economía y el ambiente, por tanto, no puede ser objeto de ningún acuerdo comercial, con gobierno, entidad multilateral, o empresa privada nacional o extranjera. Se gestión será exclusivamente pública o comunitaria (Ley de recursos hídricos, II suplemento 303, 2014).

La entidad por velar en la gestión del recurso hídrico en este país es la Secretaria del Agua (<http://www.agua.gob.ec/>), la cual tiene como principal objetivo el Incrementar el acceso permanente a agua de calidad y su buen uso para todas las formas de aprovechamiento del recurso hídrico. Así mismo fomenta la recuperación, conservación y protección de las cuencas hidrográficas generadoras de agua, a través de un manejo integrado y sustentable. Son los encargados de establecer los lineamientos de política en función del uso y la asignación de este recurso. En términos poblacionales, la amazonia ecuatoriana comprende la mitad del territorio continental (131.000 Km²), siendo la región menos poblada del país



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH)-SINCHI



(750.000 habitantes en el 2001), pero la más densamente poblada de los países de la cuenca amazónica (5,7 hab/km²), lo cual la diferencia de los demás países de la región (Torres V,H, 2007). Las presiones sobre la enorme riqueza hídrica de la vertiente oriental (que concentra el 90% del agua dulce del país), no provienen tanto de la población local, cuanto de la contaminación provocada por el sector extractivo hidrocarburífero (en el Norte) y minero (en el Sur), así como por proyectos multipropósito y de generación hidroeléctrica, en la parte alta de la vertiente oriental amazónica.

Por otro lado, se puede decir que las actuales políticas estatales de conservación referidas al recurso hídrico y al potencial hidroenergético de la alta Amazonía, lucen más que declarativas, marcadamente utilitaristas, ya que se orientan a fortalecer el sector generador de energía distorsionando las medidas económicas del PIB para el país. En otras palabras, el cálculo del PIB que le aporta la región amazónica a Ecuador es indeterminado, ya que se generaliza por todo el sector energético.

Perú:

La Amazonía Peruana presenta la menor densidad de población e infraestructuras del país, cubriendo la mitad del territorio peruano. Esto fue el eje fundamental de la Política y Estrategia Nacional de Recursos Hídricos del Perú en el año 2009, donde se priorizó por zonas el desarrollo



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuenca Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH)-SINCHI



económico de los diferentes sectores de la amazonia peruana, dentro de la gran vertiente del atlántico hasta la hoya del lago Titicaca. Esta zona tiene fronteras con Ecuador y Colombia, hasta las fronteras con Brasil y Bolivia. Ocupa el 74,6% de la superficie del territorio nacional; en el cual se distribuye el 97,7% del volumen promedio anual de los recursos hídricos que dispone el Perú, a través del sistema fluvial Ucayali-Marañón Amazonas, caracterizados por sus grandes caudales; siendo los más importantes los ríos Ucayali, Marañón, Putumayo, Yavari y Huallaga (). Esta región del territorio peruano, por razones de demarcación política internacional, comparte 32 cuencas fronterizas con los países vecinos con los cuales limita, siendo los casos más importantes los de Ecuador y Bolivia, aparte del caso de Brasil, con el que comparte la gran cuenca hidrográfica del Río Amazonas; y con Colombia con el que comparte el río fronterizo de Putumayo (MEM - Ministerio de Energía y Minas, 2015).

El principal objetivo de la política peruana en temas trasfronterizos es el de posibilitar el incremento de la cooperación con los países vecinos, particularmente en lo que se refiere a gestión de recursos hídricos transfronterizos superficiales y subterráneos, esto es con el fin de prevenir los conflictos, gestionar los existentes y solucionar las controversias formales que pudieran surgir entre los países y el uso del agua (OTCA, 2010).



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH)-SINCHI



En términos generales, la cuenca amazónica peruana tiene un área de 958.500 kilómetros cuadrados con una disponibilidad hídrica de 1.998.752 de miles de metros cúbicos al año, con una oferta de consumo que supe a más del 97,7% de la población la cual supera los 8.579.112 habitantes (cerca del 30% de la población total peruana), con un consumo de 232 metros cúbicos per cápita por año (ANA - Autoridad Nacional del Agua, 2009).

La economía de la cuenca amazónica peruana y el uso del agua se desarrollan en función del enorme potencial del sector agropecuario. En el municipio de Bagua, la agricultura está muy desarrollada en el caso de los sembríos de arroz, complementada con la producción de tubérculos, maíz, café y caña de azúcar, sin embargo el consumo de pescado ocupa un renglón económico importante en la región (OTCA, 2010).

De acuerdo al último reporte del Banco Central de Reserva (BCR), para el año 2010 el PIB peruano de la amazonia registró US\$3.973 millones lo que equivale al 28% del PIB nacional (ARA- Articulación Regional Amazónica, 2011), lo que constituye de gran importancia si lo comparamos con los demás países fronterizos con Colombia.

CONCLUSIONES

A continuación las principales conclusiones obtenidas del análisis macroeconómico de la macrocuena Amazonas::



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co

- Los departamentos que se analizaron en el presente capítulo son: Amazonas, Caquetá, Guainía, Guaviare, Putumayo y Vaupés.
- La población humana es demandante del recurso hídrico tanto para el consumo como para la generación de bienestar a partir del acceso a servicios ofertados por el agua. La población amazónica ha venido creciendo la última década en un 7% en forma constante. Entre mayor sea el crecimiento poblacional, es mayor la demanda del recurso hídrico.
- La macrocuena del Amazonas le aporta menos del 1% al PIB nacional, lo cual refleja un mínimo aporte al crecimiento económico del país; sin embargo, la oferta hídrica es abundante y los sectores económicos que se desarrollan en la región, son altamente dependientes del acceso y uso al recurso hídrico.
- Los sectores económicos que registran un aporte cuantificable a las cuentas nacionales y que dependen intrínsecamente del acceso y uso del agua son: Agropecuario (Pecuario, agrícola y cultivos especiales), industrial y servicios, Transporte (fluvial) y minero – energético (petróleo).
- El departamento de Putumayo es el que refleja el mayor aporte al PIB real de la región, considerando la actividad petrolera como la más significativa (para el año 2014 la cifra es de \$1.330 mil millones de pesos).

- El departamento del Caquetá es sin duda el segundo departamento que impacta de manera positiva el aporte al PIB real regional, en donde el sector ganadero impulsa el crecimiento económico. En segundo lugar para este departamento, cobra importancia el sector industrial, seguido por la construcción y el comercio.
- Los departamentos de Guainía, Guaviare y Vaupés son lo que menos aportan al PIB regional y se destaca que el sector agropecuario es de los que menos importancia refleja en las cuentas regionales, en contraste con el sector comercial, el cual es el que representa mayor importancia en los aportes a las cuentas nacionales.
- El sector comercio se destaca en todos los departamentos y es una de las actividades económicas más importantes, para el año 2014 la suma de todos los departamentos en este sector llego a la cifra de \$596 mil millones de pesos.
- El aporte del sector agrícola para la región en términos del PIB real para el año 2014 fue de \$467.000.000 pesos, representando el 1.47% de la producción total nacional para dicho periodo.
- Caquetá aportó para el año 2014 el 73% de las cabezas de ganado bovino de la macro-cuenca.
- Los cafés amazónicos han generado una participación importante en este sector aumentando las áreas productivas en los departamentos de Caquetá y Putumayo, pasando de 2.788 a 3.989 ha, y de 23 a 189 ha entre los años 2007 y 2014, respectivamente.



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuenca Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH)-SINCHI



- El total del aporte de la región al PIB real nacional del sector industrial y de servicios llegó a la cifra de \$113.000 millones de pesos a precios constante para el años 2014. Estos servicios están ligados a las amenidades resultantes del uso del recurso hídrico, especialmente en la industria turística.
- El transporte amazónico se basa en el uso a las carreteras fluviales. Este sector es de carácter informal, sin embargo, el dato del crecimiento económico a partir de esta actividad representó para el año 2014 un total de 421 mil millones de pesos.
- El departamento de Putumayo cuenta con unas reservas probadas para el año 2014 de 105.699.511 barriles de petróleo, lo que equivale a un uso intensivo del agua.
- La OTCA viene generando lineamientos estratégicos que van de la mano con el crecimiento económico de los países miembros. Se fundamentan en la diferenciación de uso, políticas de integración y formulación de instrumentos de empoderamiento local.



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuenca Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH)-SINCHI



1.1.2 EVALUACIÓN FINANCIERA DE LA POLÍTICA NACIONAL DE GESTIÓN INTEGRAL DEL RECURSO HÍDRICO PARA LA AMAZONIA COLOMBIANA

METODOLOGÍA

La Política Nacional de Gestión Integral del Recurso Hídrico (PNGIRH) se establece como el marco normativo que establece los lineamientos de gestión, saneamiento y uso del recurso hídrico en Colombia. En este sentido se presenta el análisis que puede identificar la viabilidad financiera de la PNGIRH para la Amazonia, considerando como el período de su implementación los años que van desde el 2015 hasta el 2022) considerando la estrategia a seguir. Para esto, se tomó como principal insumo el informe realizado por el Departamento de Planeación Nacional – DNP en el marco del Contrato DNP-OR-054-2014 (*“Diseñar una estrategia de sostenibilidad financiera para la implementación de la Política Nacional de Gestión Integral del Recurso Hídrico - PNGIRH”*).

De acuerdo a lo anterior, se llegó a la conclusión que con los insumos desarrollados en dicho documento no permiten segregar o separar las estimaciones financieras por departamento, considerando el escenario de implementación de la política a partir de cada departamento. La razón es que las cifras de implementación se expresan a nivel nacional. Sin embargo,

Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana



Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co

se desarrolla un análisis de la perspectiva de implementación financiera de la política en la región y sus departamentos. Esta aproximación se fundamenta en relaciones causales de los indicadores macroeconómicos disponibles para cada departamento.

RESULTADOS

Tal como se expuso en la sesión metodológica del presente documento, no es posible desarrollar un análisis financiero de la implementación de la PNGIRH debido a la falta de especificidad e imposibilidad de segregación de datos financieros de viabilidad por departamentos. En este sentido, se presenta una perspectiva financiera de la política para su implementación en la región. Según el informe final realizado en el marco del contrato DNP-OR-054-2014 (“*Diseñar una estrategia de sostenibilidad financiera para la implementación de la Política Nacional de Gestión Integral del Recurso Hídrico - PNGIRH*”) se expone que:

“La proyección de costos de funcionamiento para el 2015 se divide en un 46% en funcionamiento asociado a las Empresas de Servicios Públicos, en un 49% a las Autoridades Ambientales y en un 5% a entidades del orden Nacional tales como Ministerio de Medio Ambiente y de Vivienda e IDEAM. Sin embargo, como se indicó anteriormente, la composición de costos de



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH)-SINCHI



funcionamiento y operación se modifica hacia el final del periodo incrementando la participación de los costos de las Empresas de Servicios Públicos, representando el 64% del total de costos de funcionamiento proyectados, mientras que aquella de las Autoridades Ambientales disminuye a 33% así como la de entidades del orden nacional, que pasa a representar tan sólo el 3%”.

De acuerdo a lo anterior, se puede partir de las proporciones en promedio del aporte de recursos para cada departamento, tomando el porcentaje de los montos asignados de inversión para la fase de implementación de la política. Bajo este planteamiento, se distribuyen los porcentajes de implementación de las siguientes corporaciones autónomas regionales:

- **CORPOAMAZONIA**

Se puede decir que Corpoamazonia tiene una asignación de recursos para la implementación y ejecución de la política en su primera fase la cual debe equivaler al 19% de su presupuesto anual. Esto equivale a \$475 mil millones de pesos, sin embargo se estima un déficit de casi \$120 mil millones de pesos más, en referencia a los requerimientos de saneamiento básico que requieren los departamentos que tienen jurisdicción con esta corporación. Esta entidad es la que tiene una mayor jurisdicción en la macrocuena, sin



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH)-SINCHI



embargo los recursos y la gestión de los mismos es deficitaria, ya que el aporte del Sistema Nacional de Regalías y el Fondo de Adaptación de la Presidencia de la Republica son insuficientes para su aplicación al mediano plazo (año 2020).

- **Corporación para el Desarrollo Sostenible del Norte y el Oriente Amazónico - CDA**

La jurisdicción de la CDA en la macrocuena es del 36%. La asignación de recursos económicos por parte del gobierno central para la implementación de la política es de \$56,6 mil millones de pesos anuales. No obstante, se expone una estimación de implementación de \$104,1 mil millones de pesos. Lo anterior implica un déficit para la implementación del 84%. Por otro lado, los ingresos de la CDA que pueden financiar la implementación de la política provienen de la asignación de concesiones, sistema nacional de regalías, permisos de uso del suelo y tasas retributivas, sin embargo, los recursos que se pueden gestionar por esta vía hasta el año 2020 no serían suficientes, considerando una inviabilidad financiera de aplicación de la política en esta jurisdicción.

- ***Corporación Autónoma Regional Del Cauca - CRC***



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH)-SINCHI



Aunque solo se establece una jurisdicción del 1% de la macrocuena de la amazonia, la asignación de los recursos para la política es de \$272 mil millones de pesos, y de forma paralela, la CRC recibe recursos de la inversión presupuestada por Fondo de Adaptación de la Presidencia de la Republica. Así mismo, por tener una baja jurisdicción en área de la macrocuena, la asignación de los recursos de la CRC se orientará hacia la implementación de la política en macrocuena del Magdalena – Cauca.

- **Corporación Autónoma Regional de Nariño - CORPONARIÑO**

Los recursos económicos que requiere la corporación para la implementación de la política en toda su jurisdicción es de \$734 mil millones de pesos, considerando que la participación en la gestión del recurso hídrico en la macrocuena de la Amazonia es minima, por el área de jurisdicción. Así mismo, el déficit de implementación es de \$128 mil millones de pesos, lo cual será priorizado para la gran área de jurisdicción de la corporación. Lo anterior implica que para la amazonia se establecen acciones marginales de implementación en la región.



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH)-SINCHI



- ***Corporación para el Desarrollo Sostenible del Área de Manejo Especial de La Macarena - CORMACARENA***

La mayoría del área de jurisdicción de la corporación es en la macrocuena del Orinoco. En total, la entidad requiere para la implementación de la política \$846 mil millones de pesos, en donde se expone que en un escenario optimista se puede alcanzar la totalidad de estos recursos por la asignación del Fondo de Adaptación y el Sistema Nacional de Regalías. Así mismo, la entidad podría desarrollar las estrategias planteadas para la implementación de la política hasta el año 2020 abarcando los propósitos para la Amazonia. Esto le daría viabilidad financiera al momento de la implementación.

- ***Corporación Autónoma Regional de la Orinoquía – CORPOORINOQUIA***

La jurisdicción de esta entidad en la macrocuena de la amazonia es mínima, sin embargo, la influencia de las actividades es significativa en la zona norte de transición amazónica. Los recursos necesarios para la implementación de la política en toda la jurisdicción de la entidad son de \$661 mil millones de pesos presentando un déficit para la implementación de \$140 mil millones de pesos. Esto implica un poco viabilidad financiera



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH)-SINCHI



de aplicación para la implementación de la política, y más aún, poca efectividad en los efectos de acción en la amazonia.

CONCLUSIONES

Se puede exponer que la implementación de la política de gestión integral de recurso hídrico presenta un gran déficit financiero para su implementación (Según el informe final realizado en el marco del contrato DNP-OR-054-2014). Donde las corporaciones autónomas regionales con jurisdicción en la Macrocuena del Amazonas, deberán gestionar recursos por diversas vías para su implementación y ejecución.

1.2 TENDENCIAS ECONÓMICAS DE CAMBIOS DE USO DEL SUELO, AFECTACIÓN SOBRE LOS RECURSOS HÍDRICOS Y CONFLICTOS: PROYECCIONES POBLACIONALES Y DE LOS SECTORES PRODUCTIVOS

La tendencia creciente de la población mundial y la industrialización de las economías ha traído consigo consecuencias sobre el medio ambiente y



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuenca Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH)-SINCHI



sobre el recurso hídrico a nivel mundial. En particular, en países en desarrollo, hay una gran dependencia de actividades como la ganadería, la minería y la extracción de petróleo (Cano, 2008), que generan una serie de efectos negativos no deseados sobre el recurso hídrico. Estas consecuencias, conocidas como externalidades, son efectos no planeados en el proceso productivo, que afectan adversamente el bienestar de otros individuos mediante generación de costos sociales elevados (por ejemplo mediante la contaminación de recursos de uso común).

Particularmente sobre la Amazonía, la evidencia empírica señala que el aumento de la deforestación, polución, y la actividad de los sectores productivos ha generado un creciente impacto sobre los recursos hídricos en la región, poniendo en riesgo la conservación del recurso y su sostenibilidad para futuras generaciones (Castello et al., 2013; Ochoa et al., 2011). Esto resulta preocupante en el caso de la Amazonía Colombiana, donde, ya se ha presentado un crecimiento importante en la actividad petrolera, minera, ganadera y agrícola.

En esta sección se discuten escenarios futuros de demanda de agua para considerar en el PEMA. En particular, se adelantan proyecciones poblacionales y de sectores productivos clave en la región Amazónica, para así estimar demandas futuras de agua que den cuenta no sólo del crecimiento de la demanda sino también de mayores presiones sobre el



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH)-SINCHI



recurso. Con base en dichas proyecciones, se analizan recomendaciones de política para la gestión integral del recurso hídrico.

Las bases de datos para este análisis de proyección pueden consultadas en el Anexo Digital 1 (*ver archivo magnético*).

1.2.1 METODOLOGÍA

PROYECCIONES POBLACIONALES

Para proyectar la población de la región amazónica, se parte de la base de datos del DANE (2015) sobre proyecciones poblacionales con base en el censo nacional del 2005. Esta base ofrece información del crecimiento poblacional hasta el año 2020, por lo cual se realizaron estimaciones para proyectar la población hasta el año 2050.

Para las proyecciones se utilizaron tablas de vida por cohortes, que es la misma metodología que sigue el DANE. Estas tablas consideran un tipo de crecimiento geométrico simplificado. No obstante, en la región amazónica hay un comportamiento poblacional muy particular y diferenciado del resto del país (Viveros de Castro, 2002), por lo que se consideran factores específicos para ajustar el crecimiento.



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co

En particular, para las proyecciones se consideran índices de natalidad, de mortalidad y de supervivencia de la población regional, al igual que el tamaño de las cohortes por hogar e intervalos de edad por cohorte (i.e., población por cohorte). Adicionalmente, el crecimiento poblacional se proyecta enmarcado por las estacionalidades climáticas y disponibilidad de recursos naturales.

Por último, considerando la heterogeneidad de la Amazonía, que también se presenta en cuanto a demografía, se considera un crecimiento diferenciado por departamentos. En particular, se considera un crecimiento geométrico para los departamentos de Caquetá y Putumayo, que sigue la estructura planteada en la Ecuación 1.

$$r = \left(\frac{2}{K}\right) * \frac{p^{t+1}-p^t}{p^{t+1}+p^t} \quad (1)$$

En la Ecuación 1 r es la tasa de crecimiento poblacional (en porcentaje), K es el tamaño máximo registrado de la población, P el tamaño de la población en cada cohorte, y t el periodo anual. Para realizar la proyección se sigue un proceso iterativo secuencial para cada cohorte.

Por otra parte, para los departamentos de Amazonas, Guainía, Guaviare y Vaupés se estima una tasa de crecimiento geométrico simplificado, en el cual se utilizan los mismos parámetros y se incluye un factor de ajuste α , como lo muestra la Ecuación 2.



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co

$$r = \left(\frac{P^{t+1}}{P^t} \right)^{1/\alpha} - 1 \quad (2)$$

Con base en el ejercicio de proyección poblacional, se utilizan los datos de demanda anual de agua del IDEAM (2014) para consumo humano, para así, utilizando el crecimiento proyectado de la población, llegar a una aproximación de la demanda futura total de agua para el consumo humano por departamento y por año hasta el 2050.

PROYECCIONES DE LOS SECTORES PRODUCTIVOS CLAVE

Por otra parte, considerando los análisis para la fase III del PEMA, se priorizan unos sectores productivos a analizar en los ejercicios de proyecciones hasta el año 2050. En particular, se eligen los sectores (i) ganadería, (ii) agrícola, y (iii) de hidrocarburos. Se usaron dos criterios de elección para estos: en primer lugar, son los sectores para los cuales se cuenta con más información, ya que para los demás no hay datos detallados que permitan adelantar el ejercicio de proyecciones. En segundo lugar, estos sectores tienen un valor agregado muy importante dentro del PIB regional, y son causantes de externalidades negativas que imponen fuertes presiones sobre el recurso hídrico y el bienestar de la población, por lo cual resulta primordial analizar su comportamiento a futuro para guiar decisiones de política.



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuenca Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH)-SINCHI



La información de los sectores se obtuvo principalmente de las cuentas departamentales del DANE (2015), que contienen información histórica sobre el PIB regional, y el valor agregado por grandes sectores económicos. El DANE también ofrece proyecciones económicas de los sectores hasta el año 2020. Por otra parte, se consultó información de Agronet (2016), que incluye reportes del Ministerio de Agricultura y el ICA. También se consideraron bases de datos de TradeMap, FEDEGAN (2014), FAO (2014), la Agencia Nacional de Hidrocarburos (2015) y la Autoridad Nacional Ambiental (2015).

Las proyecciones se hicieron de forma diferenciada por departamento y por sector económico, considerando que los sectores crecen con base en el uso directo de sus factores de producción, en particular de su uso de agua (FAO, 2010; Panayotou, 2004). Para la proyección, entonces, se utiliza la serie de tiempo histórica del PIB regional y de los sectores productivos desde el año 2002, con el supuesto de que el consumo de agua es constante en la proyección.

Adicionalmente, siguiendo la teoría económica, se considera que los sectores económicos crecen a partir de las dinámicas de los precios de los factores de producción, dado eso, se recolecta información sobre factores productivos, productividad, y precios de materias primas para los sectores



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co

de interés. En particular, se utilizan, para el sector ganadero, número de cabezas, número de predios y hectáreas utilizadas, para el agrícola hectáreas, precios de mercado, producción total y precios de factores, y para el de hidrocarburos los volúmenes autorizados y la producción en número de barriles.

Con base en dichas informaciones, se plantea un modelo econométrico de relaciones, que tiene como objetivo estima el crecimiento del PIB regional y de cada sector productivo con base en los factores de producción y de un componente aleatorio. El modelo se presenta en la Ecuación 3

$$\text{Log}(\text{PIB}_t) = \beta_t(\text{FP}_t) + e_t \quad (3)$$

Este modelo permite utilizar la serie de tiempo del PIB regional y del valor agregado sectorial para considerar la tendencia histórica que ha tenido y su sensibilidad a cambios en los factores productivos. En particular, se regresa el PIB o valor agregado en el momento t como una función de los factores de producción particulares que utiliza cada sector (FP) y de un componente aleatorio (e). Este ejercicio arroja unos parámetros estimados (β_t) que permiten proyectar el comportamiento de cada sector analizado, en particular, los resultados indican que el PIB o valor agregado crecerá en β cuando un FP aumenta en una unidad.

1.2.2 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En esta sección se discuten los principales resultados de la estimación de los modelos econométricos, con los cuales se pueden calcular crecimientos proyectados. En particular, se presentan proyecciones de crecimiento para la población y su demanda de agua, y el crecimiento de algunos sectores económicos clave con la demanda de agua que tendrán para el 2020, 2030 y 2050.

CRECIMIENTO POBLACIONAL

La Tabla 13 presenta la población total de los departamentos de Amazonas, Caquetá, Guainía, Guaviare, Putumayo y Vaupés en el 2015, al igual que las proyecciones de la población regional para los años 2020, 2030 y 2050. También se presentan estos resultados gráficamente en la Figura 13.

Tabla 13. Proyección poblacional regional: 2015-2050. Modificado del DANE, 2016.

Año	Amazonas	Caquetá	Guainía	Guaviare	Putumayo	Vaupés
2015	76.243	477.642	41.482	111.060	345.204	43.665
2020	80.682	508.517	44.844	119.214	369.332	45.822
2030	90.274	576.587	52.341	137.292	417.661	50.504



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuenca Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH)-SINCHI



2050	113.016	741.281	71.303	182.089	534.119	61.353
------	---------	---------	--------	---------	---------	--------

Lo primero que se puede notar es que Caquetá y Putumayo son los departamentos más poblados tanto para el 2015 como 2050, sin embargo, en el 2015 el departamento menos poblado es Guainía, mientras para el 2050 resulta ser Vaupés por la ralentización que presentará el crecimiento de su población.

Estas proyecciones también hacen evidente la tendencia creciente que tendrá la población en la región del Amazonas, no obstante, los diferentes departamentos tendrán tasas de crecimiento diferentes. Según las estimaciones, los departamentos que tendrán un menor crecimiento poblacional entre el 2015 y 2050 son Vaupés y Amazonas, mientras se espera que Guaviare y, particularmente, Guainía tengan la mayor tasa de crecimiento.

El tamaño de la población resulta importante en la medida en que una mayor población tenderá a demandar una mayor cantidad de agua en términos agregados. Lo que resulta interesante es que como lo indica la Tabla 14 y la Figura 14 los departamentos más poblados en el 2015 (Caquetá y Putumayo), también cuentan con el mayor consumo per cápita de agua, mientras el departamento menos poblado (Guainía) tiene la menor demanda per cápita.



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co

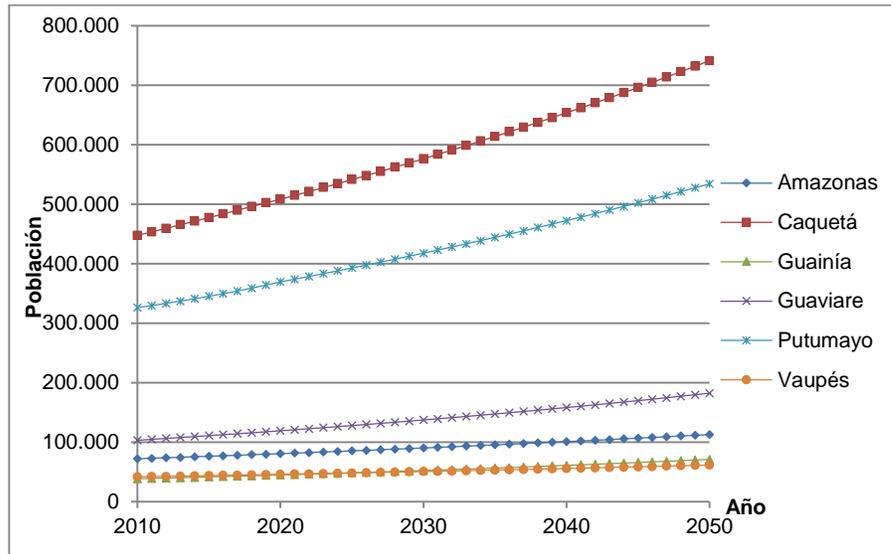


Figura 13. Proyección poblacional regional: 2015-2050. Modificado del DANE, 2016.

Tabla 14. Demanda de agua actual anual (2015) per-cápita para el consumo humano (m3). Modificado del DANE, 2016; IDEAM, 2014.

Departamento	Población	Consumo per cápita actual (m3)
Amazonas	76.243	211
Caquetá	477.619	163
Guainía	41.482	38

Guaviare	111.060	41
Putumayo	345.204	164
Vaupés	43.665	213

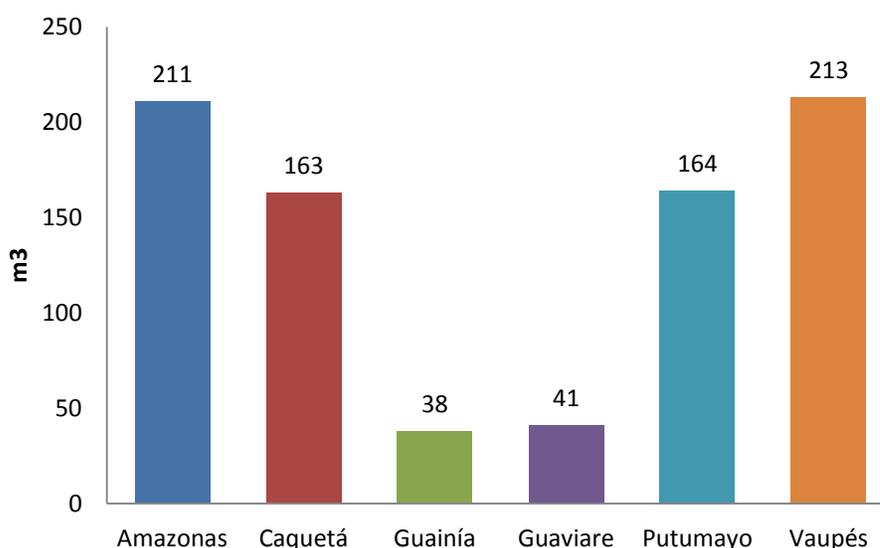


Figura 14. Demanda anual actual (2015) per-cápita. Modificado del DANE, 2016; IDEAM, 2014.

Por su parte, en la Tabla 15 se presenta la demanda total de agua, en metros cúbicos, para los departamentos de la región, al igual que su proyección de crecimiento hasta el año 2050, que también se presenta gráficamente en la Figura 15. Nótese que la tendencia de la demanda continúa hasta el 2050, siendo Caquetá y Putumayo los departamentos con más consumo total (lo

cual se explica por qué son los departamentos con más población). En particular, la demanda de agua llega a ser cercana a los 121.000.000 m³ en Caquetá para el 2050, mientras la del Putumayo alcanza los 87.000.000 m³.

Tabla 15. Demanda de agua futura total para el consumo humano (m³X10³). Modificado del DANE, 2016; IDEAM, 2014.

Año	Amazonas	Caquetá	Guainía	Guaviare	Putumayo	Vaupés
2015	16.087	77.856	1.576	4.553	56.613	9.301
2020	17.024	82.888	1.704	4.888	60.570	9.760
2030	19.048	93.984	1.989	5.629	68.496	10.757
2050	23.846	120.829	2.710	7.466	87.596	13.068

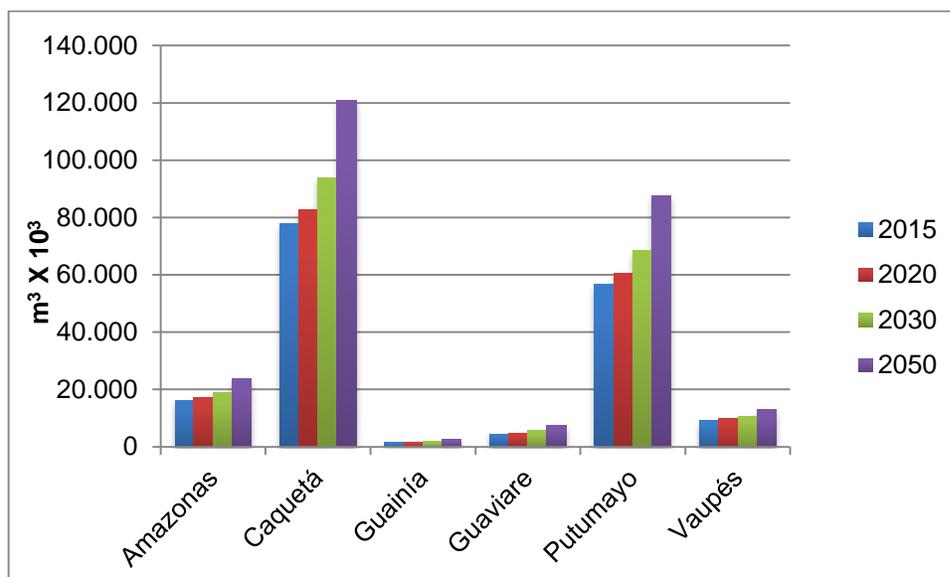


Figura 15. Demanda de agua futura total para el consumo humano ($m^3 \times 10^3$). Modificado del DANE, 2016; IDEAM, 2014.

Los resultados indican que el crecimiento poblacional que experimentará la región amazónica traerá consigo un incremento sustancial en la demanda de agua por consumo humano. Esto tiene dos implicaciones fundamentales: primero, la política pública debe garantizar suministro de agua potable para una población creciente, garantizando así su bienestar económico. Segundo, una mayor demanda generará a su vez una creciente presión sobre el recurso, que debe ser manejada adecuadamente para garantizar su sostenibilidad en el largo plazo.



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuenca Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH)-SINCHI



SECTORES PRODUCTIVOS

Fuera del crecimiento poblacional, es importante conocer el crecimiento de los sectores productivos, que no sólo demandan agua sino también son potenciales generadores de externalidades negativas que impactan la cantidad y calidad del recurso. En esta sección se presentan las proyecciones de crecimiento de sectores clave y de su respectiva demanda de agua para adelantar discusiones y recomendaciones de política.

- **Sector ganadero**

El primer sector que se analiza es el ganadero. Este sector es de gran interés por dos razones principales: Primero, evidencia empírica señala que en la producción de carne, y en general en la ganadería, se generan una serie de externalidades negativas que hacen de dicha actividad una de las que más contribuyen a la contaminación del recurso hídrico y a la huella hídrica (Gerbens-Leenes, et al., 2013; Mekonnen & Hoekstra, 2012). Como se observa en lo que resta de esta sección, de los sectores analizados es la ganadería la que tiene una mayor demanda anual de agua en la región del Amazonas. En segundo lugar, la actividad ganadera genera elevados costos de oportunidad por demandar terrenos extensos que podría usarse para actividad alternas muy productivas como la agricultura (que, además, tienen una menor demanda de agua).



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co

En la Tabla 16 y Figura 16 se presenta información sobre ganadería en Colombia para el 2015, particularmente la producción de cabezas de ganado, áreas dedicadas a la ganadería, y consumo total de agua en la producción de dicho sector. Se presenta la información para los departamentos de Amazonas, Caquetá, Guainía, Guaviare, Putumayo, Vaupés y el agregado para la región Amazónica.

Con esta información se observa que en el departamento de Caquetá es donde se concentra la mayor producción y donde a su vez se demanda la mayor cantidad de agua por actividades asociadas a la ganadería, representando más de un 75% de la demanda total de agua de la región de dicho sector. Esto también resulta preocupante considerando que el departamento hay una escases de agua en los hogares, donde cerca del 64% de los mismos no tiene acceso al agua 24 horas los 7 días de la semana (ENCV, 2013).

Tabla 16. Descripción productiva actual de la actividad ganadera actual (2015). Modificado de Minagricultura 2015; ICA, 2014; FEDEGAN 2014; FAO, 2014.

Depto.	Cabezas de Ganado	Área dedicadas a la Ganadería (Ha)	Consumo total de agua producción ganadera (m ³ x 10 ³)
--------	-------------------	------------------------------------	---



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax (8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co

Amazonas	1.442	212.371	84.969
Caquetá	1.304.403	2.409.000	982.644
Guainía	5.000	5.000	2.073
Guaviare	279.000	429.650	175.933
Putumayo	192.165	126.085	53.240
Vaupés	1.400	1.663	686
Total	1.783.410	3.183.769	1.299.545
Región			

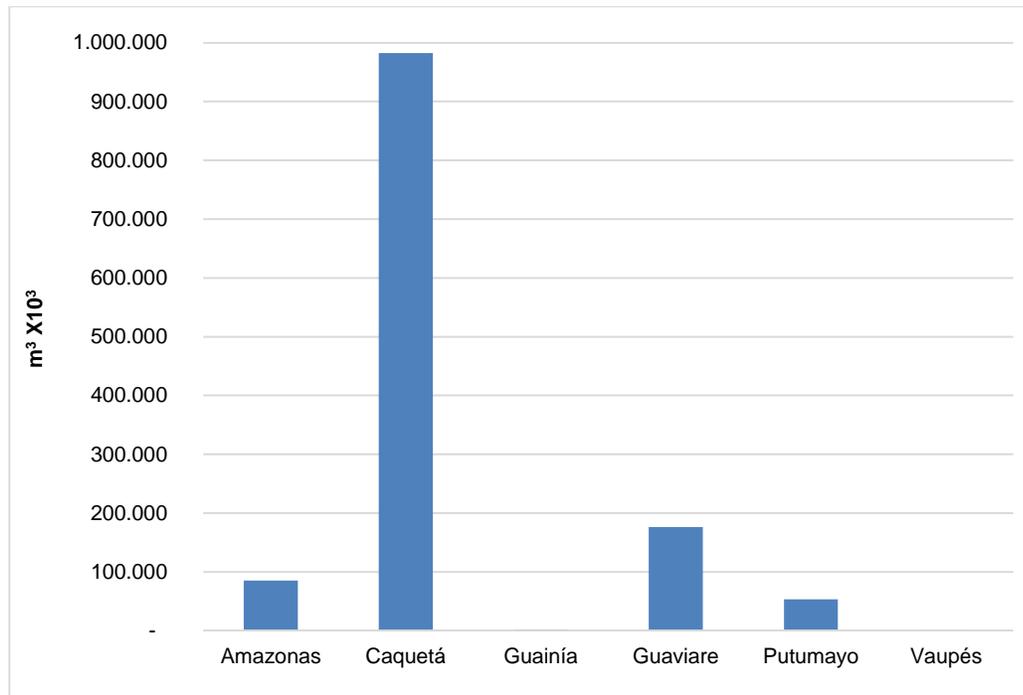


Figura 16. Demanda actual anual (2015) de agua en actividades ganaderas ($m^3 \times 10^3$). Modificado de Minagricultura, 2015; ICA, 2014; FEDEGAN 2014; FAO, 2014.

Por otra parte, en la Tabla 17 y

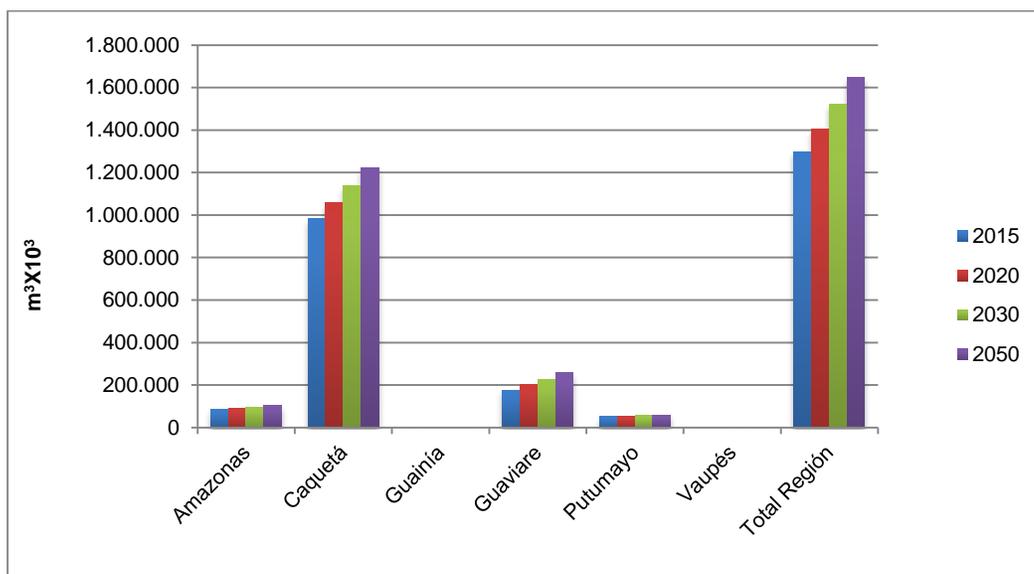


Figura 17 se presentan las proyecciones de crecimiento para la demanda de agua en actividades ganaderas. Es posible observar que si bien hay un crecimiento importante el departamento de Guaviare, el Caquetá tendrá el mayor crecimiento en la demanda de agua por actividades ganaderas, mientras se estima que la demanda en los departamentos de Amazonas, Guainía, Putumayo y Vaupés no crecerá de forma sustancial.

Tabla 17. Demanda futura de agua en actividades ganaderas ($m^3 \times 10^3$). Modificado de Minagricultura, 2015; ICA, 2014; FEDEGAN, 2014; FAO, 2014; Planes de desarrollo departamentales 2016-2020.

Año	Amazonas	Caquetá	Guainía	Guaviare	Putumayo	Vaupés	Total Región
2015	84.969	982.644	2.073	175.933	53.240	686	1.299.545
2020	90.637	1.056.996	2.076	199.675	55.348	686	1.405.419
2030	96.683	1.136.973	2.080	226.621	57.540	687	1.520.584
2050	103.132	1.223.003	2.083	257.204	59.819	687	1.645.927

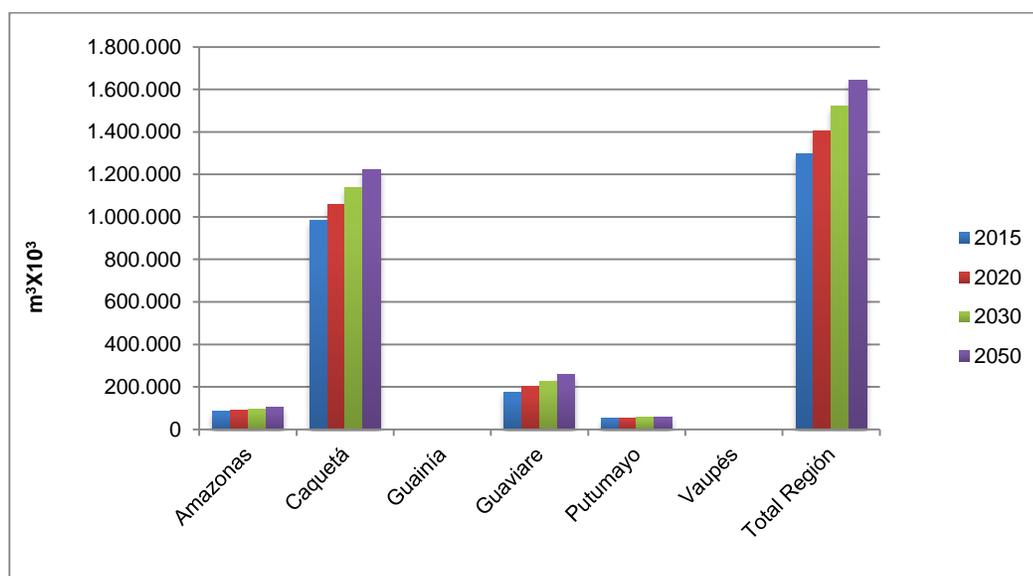


Figura 17. Demanda futura de agua en actividades ganaderas ($m^3 \times 10^3$). Modificado de Minagricultura 2015; ICA, 2014; FEDEGAN 2014; FAO, 2014; Planes de desarrollo departamentales 2016-2020.

- **Sector agrícola**



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuenca Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH)-SINCHI



El segundo sector que se analiza es el agrícola. Este sector es de importancia por tener una participación sustancial en el PIB departamental de Caquetá y Putumayo, y por ser el sustento para el autoconsumo y la seguridad alimentaria de comunidades indígenas y otros actores clave de la región. Adicionalmente, la agricultura es una actividad que también puede generar externalidades negativas que pueden impactar la calidad del agua, perjudicando así directamente el bienestar de consumidores de dicho recurso (FAO, 2013).

En la Tabla 18 se presenta el área sembrada (Ha) para el 2014, el consumo promedio anual de agua, y el consumo total anual de agua del sector agrícola. En primer lugar, es posible notar que en el Caquetá está la mayor cantidad de hectáreas sembradas, pero no es donde se presenta el mayor consumo anual de agua. Después de éste, están Guaviare y Putumayo como los departamentos con mayor área sembrada y más consumo de agua. En particular, en el departamento de Putumayo es donde más se demanda agua de acuerdo con los datos consultados. Por último, el departamento de Amazonas es donde hay menos área sembrada y donde la demanda de agua es menor en la región. La Figura 18 presenta el consumo promedio anual de agua para los seis departamentos.

Tabla 18. Demanda actual de agua en actividades agrícolas. Modificado de Minagricultura 2015; ICA 2014; IDEAM, 2014; Planes de desarrollo departamentales 2016-2020.



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

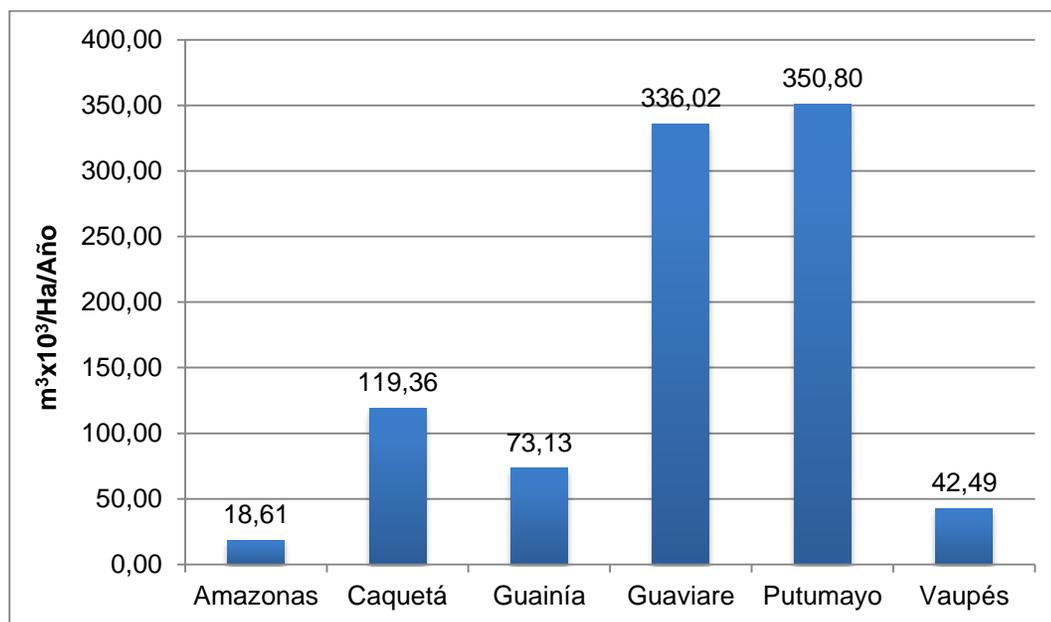
Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co

Departamentos	Área sembrada 2014 (Ha)	Consumo promedio anual de agua ($m^3 \times 10^3 / Ha$)	Consumo total anual de agua ($m^3 \times 10^3$)
Amazonas	622	18,61	11.576
Caquetá	3.989,15	119,36	476.150
Guainía	2.444	73,13	178.725
Guaviare	11.230	336,02	3.773.487
Putumayo	11.724	350,80	4.112.775
Vaupés	1.420	42,49	60.333



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana



Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax (8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co

Figura 18. Demanda promedio actual de agua en actividades agrícolas ($m^3 \times 10^3 / Ha / Año$). Modificado de Minagricultura 2015; ICA 2014; IDEAM, 2014; Planes de desarrollo departamentales 2016-2020.

Por otra parte, en la Tabla 19 y **Figura 19** se presentan los resultados de proyectar la demanda de agua en actividades agrícolas para el 2020, 2030 y 2050. De este ejercicio puede observarse que para el 2050 los departamentos de Putumayo y Guaviare tendrán la mayor demanda de agua, seguidos lejanamente por Caquetá y Guainía. Por otra parte, se espera que el crecimiento en la demanda de agua en los departamentos de Amazonas y Vaupés no sea muy acelerado, lo cual se debe en parte a la baja participación que tiene la actividad agrícola en su PIB departamental.

Tabla 19. Demanda futura de agua en actividades agrícolas ($m^3 \times 10^3$). Modificado de Minagricultura 2015; ICA 2014; IDEAM, 2014; Planes de desarrollo departamentales 2016-2020.

Año	Amazonas	Caquetá	Guainía	Guaviare	Putumayo	Vaupés	Total Región
2014	11.576	476.150	178.725	3.773.487	4.112.775	60.334	8.613.048
2020	11.805	482.194	192.623	3.908.318	4.266.194	63.060	8.924.194
2030	12.039	488.314	207.602	4.047.967	4.425.336	65.909	9.247.166
2050	12.277	494.512	223.746	4.192.606	4.590.414	68.887	9.582.441

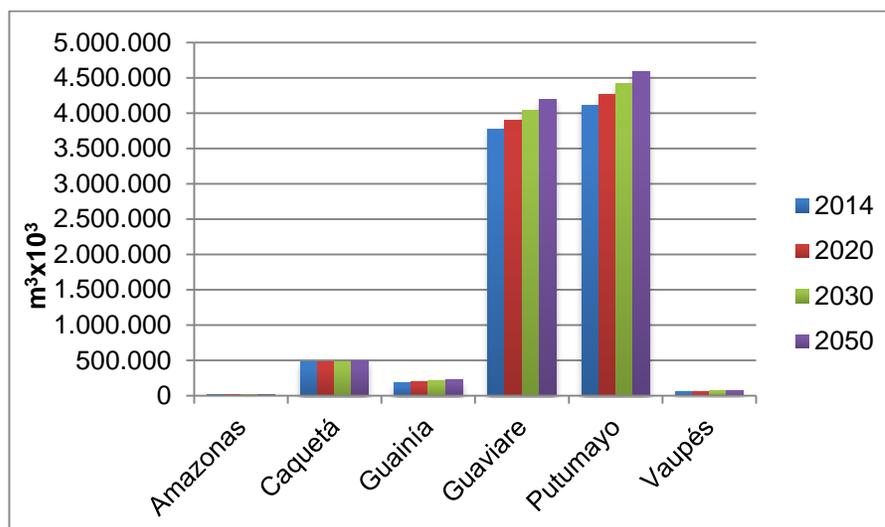


Figura 19. Demanda futura de agua en actividades agrícolas ($m^3 \times 10^3$). Modificado de Minagricultura 2015; ICA 2014; IDEAM, 2014; Planes de desarrollo departamentales 2016-2020.

• Sector hidrocarburos

El último sector a analizar es el de hidrocarburos. Este sector es de especial importancia por ser uno de los mayores generadores de externalidades negativas que impactan la cantidad del recurso, su calidad, y el bienestar de las comunidades que sufren de falta de acceso a agua limpia y, por ende, de más enfermedades (EPA, 2015; Gay et al., 2010; Osborn et al., 2011). Como se discutió anteriormente, el sector de hidrocarburos es el primer motor de crecimiento económico del Putumayo, y es prácticamente el sector

que más aporta al PIB de toda la región Amazónica, siendo una actividad casi exclusiva del departamento ya mencionado. Dado esto, centramos el análisis en el sector de hidrocarburos del departamento de Putumayo.

Lo primero que se observa con los datos (Tabla 20), es que a pesar de ser considerado un motor de desarrollo en el actual gobierno, la producción petrolera ha disminuido sustancialmente entre los años 2013 y 2015, pasando de 624.254 barriles en el 2013 a 520.296 en el 2015 (

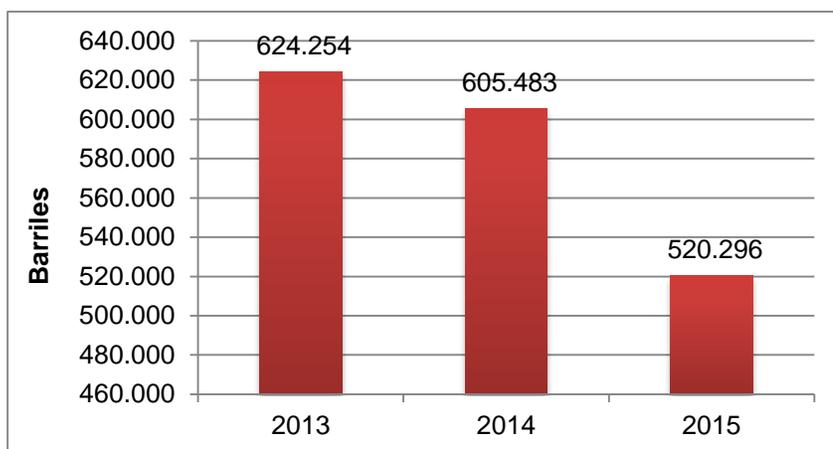


Figura 20). Esto ha generado también una disminución en la demanda que el sector ejerce sobre el recurso hídrico, como lo muestra la Figura 21.

Tabla 20. Producción anual de petróleo en el departamento de Putumayo y consumo de agua. Modificación de la base anual de la Agencia Nacional de Hidrocarburos, 2015; IDEAM, 2014.

Años	2013	2014	2015
------	------	------	------



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co

Producción petrolera (Barriles)	624.254	605.483	520.296
Producción petrolera (m3)	99.249	96.265	82.721
Consumo de agua (m3)	172.693	167.501	143.935

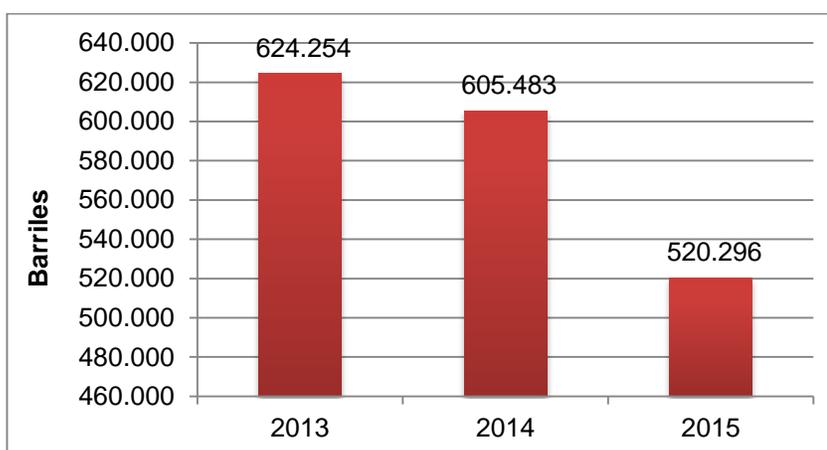


Figura 20 . Producción anual de petróleo en el departamento de Putumayo (Barriles). Modificación de la base anual de la Agencia Nacional de Hidrocarburos, 2015.

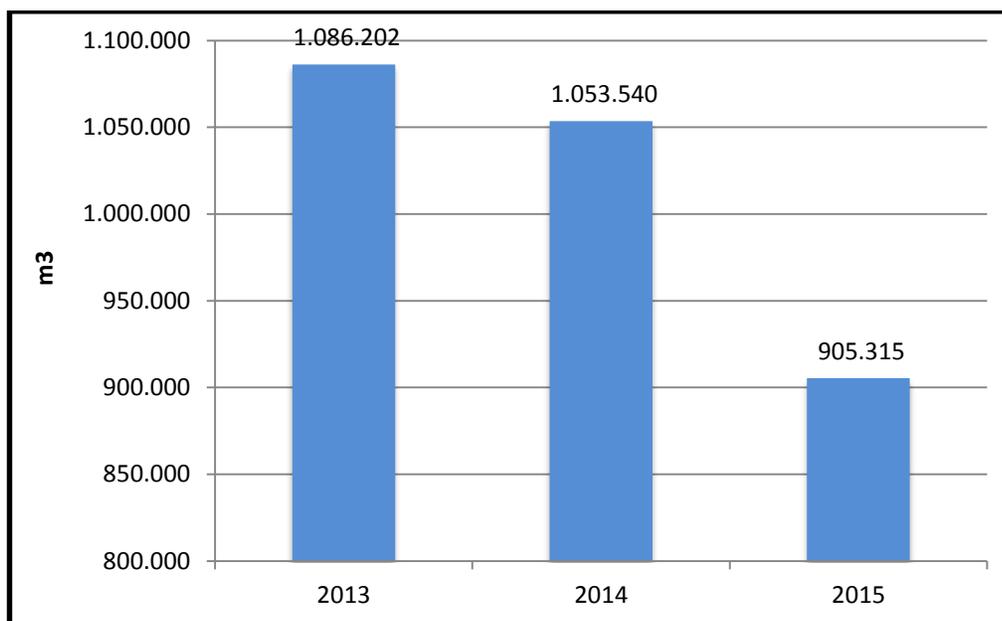


Figura 21 . Demanda anual de agua para la extracción petrolera en el departamento de Putumayo (m³). Modificación de la base anual de la Agencia Nacional de Hidrocarburos, 2015; IDEAM, 2014.

Dada la naturaleza fluctuante de la producción petrolera, se proyectó la demanda de agua del sector considerando tres escenarios posibles: uno que sigue la tendencia, uno optimista para el sector (donde hay un crecimiento de 3.01%) y uno pesimista para el sector (donde hay un decrecimiento de 14.07%). Con base en estos escenarios, se estimó la demanda de agua para el 2020, 2030, 2040 y 2050. En la Tabla 21 y Figura 22 se presentan los resultados de este ejercicio.

Tabla 21. Proyección del consumo de agua (m³) en la producción anual de petróleo en el departamento de Putumayo. Modificación de la base anual de la Agencia Nacional de Hidrocarburos, 2015.

		Años				
Escenarios		2015	2020	2030	2040	2050
Consumo de agua (m ³ X10 ³)	Constante (Promedio anual)		944.451	1.027.870	1.118.658	1.217.464
	Optimista para el sector (+3,0%)	905.315	1.049.508	1.410.451	1.895.529	2.547.432
	Pesimista para el sector (-14%)		425.885	94.249	20.857	4.616

De los resultados, se puede observar que en los escenarios que sigue la tendencia y optimista (para el sector), la demanda de agua tiene una tendencia creciente hasta el año 2050 (siendo mucho mayor el crecimiento del consumo de agua en el escenario optimista). Por su parte, en el escenario pesimista hay una caída importante en la demanda de agua, pasando 905.315 m³X10³ en el 2015 a 4.616 m³X10³ en el 2050. No obstante, en el escenario más probable, donde el crecimiento sigue su tendencia histórica, la demanda llega a ser de 1.217.464 m³X10³ para el año 2050.

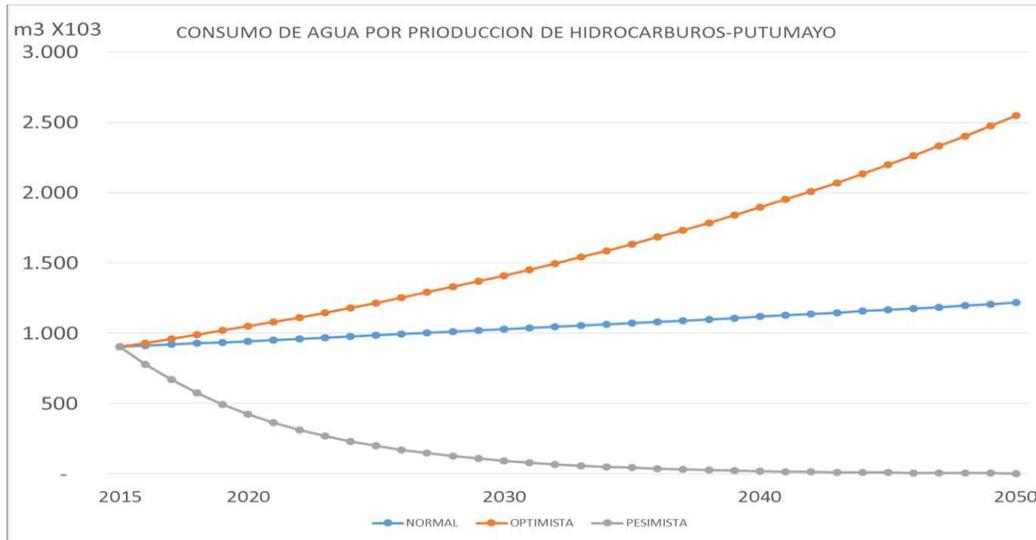


Figura 22. Proyección del consumo de agua en la producción anual de petróleo en el departamento de Putumayo ($m^3 \times 10^3$). Modificación de la base anual de la Agencia Nacional de Hidrocarburos, 2015.

• *Otros sectores*

El presente ejercicio se realizó para los sectores productivos que más aportan al PIB regional y que a su vez generan el mayor número de externalidades negativas, imponiendo así fuertes presiones sobre el recurso hídrico. Adicionalmente, fue imposible realizar el análisis para otros sectores productivos por carencia de información.



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuenca Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH)-SINCHI



1.2.3 CONCLUSIONES

En esta sección se utilizó una metodología de tablas de vida y de relaciones con un modelo econométrico de series de tiempo para estimar el crecimiento poblacional y de sectores productivos clave, para así determinar escenarios futuros de demanda de agua.

Los resultados indican que tanto la población como la producción del sector ganadero, de agricultura e hidrocarburos, tendrán una tendencia creciente hasta el 2050. Lo anterior no resulta sorprendente, en la medida que Colombia es un país en desarrollo que ha experimentado una tendencia de crecimiento económico positiva desde que inició un proceso lento de industrialización en el siglo pasado (Kalmanovitz, 2010).

Dicho crecimiento, que muchas veces se considera positivo por generar más empleos y “bienestar” económico, genera a su vez consecuencias no esperadas que pueden poner en riesgo el bienestar a largo plazo de las economías locales.

Los resultados indican que dicho crecimiento irá acompañado de una mayor presión sobre el recurso hídrico. Esta posibilidad resulta problemática en la medida en que con las condiciones actuales la población de la región sufre de carencia de agua potable y de enfermedades asociadas a mala calidad



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuenca Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH)-SINCHI



del recurso. Escenarios futuros, donde exista una población creciente que demande más agua, puede empeorar la situación si no se toman medidas a tiempo.

Desde la teoría económica han surgido múltiples estrategias para enfrentar la presencia de externalidades negativas y generar un buen uso de recursos comunes. Por ejemplo, pueden imponerse tasas retributivas para reducir niveles de producción y generar un equilibrio que considere no sólo los costos privados de producción sino también los costos sociales por el impacto ambiental de la actividad productiva (Vetter, 2013). También pueden incentivarse desarrollos tecnológicos que reduzcan las externalidades. Por otra parte, identificar el valor económico que una población da a un recurso natural, e identificar su disponibilidad a pagar o a renunciar (a una ganancia determinada) por ciertos servicios ecosistémicos, puede conducir a mejores políticas públicas (Cárdenas, 2009).

La proyección de tiempo desarrollada en el análisis macroeconómico es al largo plazo, lo cual conlleva al diseño e implementación de políticas escalonadas en el tiempo, en función del crecimiento poblacional, el crecimiento de los sectores productivos y la dinámica del recurso hídrico. Los resultados indican que el crecimiento poblacional que experimentará la región amazónica traerá consigo un incremento sustancial en la demanda



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuenca Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH)-SINCHI



de agua por consumo humano. Esto tiene dos implicaciones fundamentales: Primero, la política pública debe garantizar suministro de agua potable para una población creciente (pero diferenciada), garantizando así su bienestar económico. Segundo, una mayor demanda generará a su vez una creciente presión sobre el recurso, que debe ser manejada adecuadamente para garantizar su sostenibilidad en el largo plazo. En referencia a los resultados expuesto, se puede decir que las tendencias formuladas a partir de series de tiempo (más aún, cuando las series son construidas individualmente) son un instrumento útil en proyección sectorial, sin embargo pueden estar sesgadas por acontecimientos muy particulares, lo cual podría generar sub o sobre estimación en las proyecciones, y más aún, en estimaciones al largo plazo.

La dinámica en el crecimiento de los diferentes sectores están estrechamente ligadas a los históricos reconstruidos en la serie de tiempo analizada, en donde la demanda en el uso del agua es diferenciada tanto por sector como por departamento. En este sentido, podemos evidenciar que algunas tendencias son variables y dependientes de los factores de referencia, considerando la conversión en el consumo del agua y la variabilidad del uso, tendencias macroeconómicas, planes de desarrollo y alineación fronteriza, de acuerdo con los lineamientos estratégicos de la Organización del Tratado de Cooperación Amazónica – OTCA.



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuenca Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH)-SINCHI



En los departamentos donde la actividad ganadera es ampliada se puede observar una tendencia generalizada al crecimiento (a pesar de la diferencia de los parámetros estimados de progresión anual), los cuales exponen en la simulación diferentes formas funcionales de crecimiento. La vocación ganadera de Caquetá y Putumayo son diferenciadas pero requieren una estimación detallada de las demandas futuras de agua, consecuencia de esta actividad productiva. Esto debe generar restricciones diferenciadas, tarifas sectoriales y planes de compensación ambiental.

La industria petrolera en Putumayo muestra una tendencia en el crecimiento de la demanda y consumo de agua. Lo cual es consecuente con el otorgamiento de licencias ambientales por parte de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales – ANLA, y es basada en la concesión de aprovechamiento del recurso hídrico. Para el año 2050 se espera una demanda creciente de agua para estas actividades de producción petrolera donde se llegaran a demandas cercanas a los 181 millones de m³ para este departamento. Tanto la Agencia Nacional de Hidrocarburos (2016) como Fedesarrollo (2015), exponen esta tendencia creciente en el departamento, a pesar de la pausa productiva del año 2015 y 2016 resultado de la baja del precio mundial del petróleo.



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co

1.3 TENDENCIAS HIDROLÓGICAS EN LA MACROCUENCA PARA LOS SEIS PRINCIPALES DEPARTAMENTOS DE LA MACROCUENCA

En este apartado, se presentan los resultados de los análisis que permitan visibilizar las tendencias generadas desde los recursos hídricos, variables hidrológicas y/o determinación de la variabilidad del agua de acuerdo con los factores de presión que modifican las condiciones naturales del recurso con sus proyecciones al 2050. Específicamente, los análisis se enfocan en la determinación de las tendencias hidrológicas de la macrocuenca para los departamentos de Amazonas, Caquetá, Putumayo, Guainía, Guaviare, Vaupés y Vichada. Vale la pena mencionar que no se realizaron análisis para determinar las tendencias hidrológicas en función de posibles cambios de uso del suelo, de afectación sobre los recursos hídricos y de conflictos, dado que no se cuenta con información de uso del suelo proyectada para el periodo 2030-2050, que permita ser relacionada con las ofertas hídricas proyectadas.



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuenca Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH)-SINCHI



1.3.1 METODOLOGÍA

Para determinar las tendencias hidrológicas en la macrocuenca para los departamentos de Amazonas, Caquetá, Putumayo, Guaviare, Vaupés, Vichada y Guainía, se emplearon los resultados generados por el profesional hidroclimatológico del PEMA. Específicamente, se trabajó el modelo global de circulación atmosférica ECHAM5 del MPI - Instituto Max Plank de Meteorología (Alemania), bajo los escenarios: *i*) pesimista, escenario de emisiones de gases de efecto invernadero descritos por el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC) en el cuarto informe de evaluación (AR4) y de mayor crecimiento en la concentración de emisiones de la atmosfera y *ii*) optimista: escenarios de reducción de la concentración de emisiones de la atmosfera.

Los mencionados datos corresponden a la escorrentía proyectada por decenios, generada originalmente en formato ráster; dichos datos, fueron convertidos a vector para efectuar las sumatorias de la escorrentía por departamentos. El análisis de los datos consistió entonces en la construcción de gráficas comparativas de la escorrentía por decenios entre departamentos para los escenarios optimista y pesimista, así como la comparación entre escenarios. Las gráficas fueron construidas en el software RWizard (Guisande *et al*, 2014).



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuenca Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH)-SINCHI



1.3.2 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Figura 23 se muestran las tendencias hidrológicas por departamento respecto a la esorrentía (mm/año), para los decenios 2020-2050 bajo el escenario optimista. Se observa que solamente para el departamento del Amazonas la esorrentía tiende a un leve aumento gradual de la oferta hídrica; mientras que para los demás departamentos, por el contrario, la tendencia es que dicha oferta disminuye, siendo el 2020 el año con mayor esorrentía respecto a los demás decenios; para Putumayo, Vichada y Guaviare, se observa que la esorrentía se mantiene casi constante para 2030, 2040 y 2050.

En general, los tres departamentos con mayor esorrentía son Amazonas, Caquetá y Guainía. De manera similar, en la Figura 24 se muestran las tendencias hidrológicas por departamento respecto a la esorrentía (mm/año), para los decenios 2020-2050 bajo el escenario pesimista. Se observa que bajo este escenario, los departamentos de Amazonas y Vaupés presentan una esorrentía que aumenta gradualmente, teniendo, para el caso de Amazonas, una tendencia similar a la mostrada en el escenario optimista; en los demás departamentos, por el contrario, la tendencia es que dicha oferta disminuye, siendo el 2020 el año con mayor esorrentía respecto a los demás decenios. En la Tabla 22 se reportan los valores de



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co

escorrentía para cada uno de los departamentos, bajo los dos escenarios considerados, para los decenios 2020-2050.

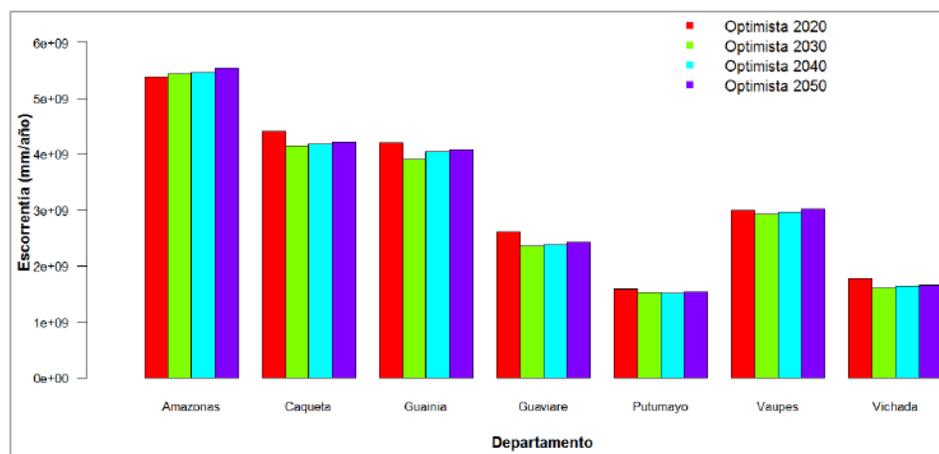


Figura 23. Escorrentía proyectada (2020-2050) para los principales departamentos de la Macrocuena del Amazonas bajo el escenario optimista.

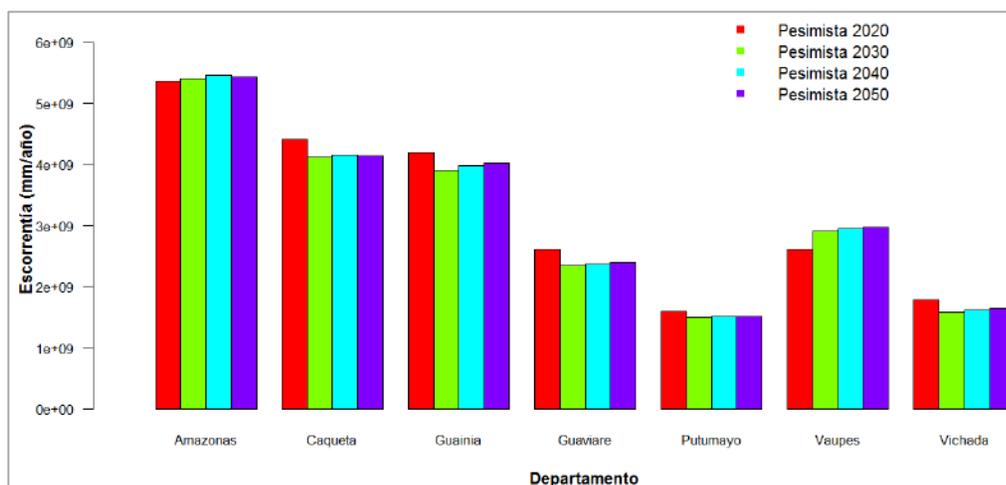


Figura 24. Escorrentía proyectada (2020-2050) para los principales departamentos de la Macrocuena del Amazonas bajo el escenario pesimista.

Para Putumayo, se observa que la escorrentía se mantiene casi constante en los decenios 2030, 2040 y 2050, lo cual se asemeja a la tendencia mostrada bajo el escenario optimista. En Caquetá, Guainía, Guaviare y Vichada, a partir del decenio 2030, la escorrentía muestra un sutil incremento.

Tabla 22. Escorrentía proyectada 2020 - 2050 por departamento bajo los escenarios optimista y pesimista.

Departamento	Decenio	Escenario Optimista Escorrentía (mm/año)	Escenario Pesimista Escorrentía (mm/año)
Amazonas	2020	5369245208	5368400512
	2030	5432402854	5410964873
	2040	5463493563	5463262843
	2050	5541300972	5432752851
Caquetá	2020	4407874276	4407326140
	2030	4152343718	4123031142
	2040	4174367290	4151466672
	2050	4219367982	4143844830
Guainía	2020	4197091550	4196264799
	2030	3909625175	3898779936
	2040	4040501887	3987282751
	2050	4080117004	4018485703
Guaviare	2020	2613034830	2612675094
	2030	2356943794	2349732551
	2040	2378357592	2373093120
	2050	2424494918	2393779926
Putumayo	2020	1588430732	1588019326
	2030	1515297948	1494706511
	2040	1507679441	1507545576
	2050	1529206683	1508462138
Vaupés	2020	2995930070	2613034830

Departamento	Decenio	Escenario Optimista Escurrientía (mm/año)	Escenario Pesimista Escurrientía (mm/año)
	2030	2921727322	2906768471
	2040	2969883254	2955020747
	2050	3011808967	2973270476
Vichada	2020	1781573689	1781364776
	2030	1594999504	1582882795
	2040	1640860160	1624293448
	2050	1650722562	1646101801

Es importante mencionar que los modelos empleados en la definición de los escenarios se concentran especialmente en lo relacionado con la gestión frente a los Gases de Efecto Invernadero y por tanto, otros aspectos clave en la estimación de las tendencias hidrológicas por departamento, como las demandas del recurso hídrico, no fueron consideradas y pueden ser determinantes en la disponibilidad real del mismo. La razón por la cual no fueron relacionados datos proyectados de oferta se debe a que solo fue posible obtener una estimación, bajo varios supuestos, para los sectores doméstico y agrícola. En ese sentido, al no contar con suficiente información para estimar las demandas para los demás sectores, se optó por no relacionar oferta - demanda proyectada, ya que se reportaría una demanda subestimada.



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuenca Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH)-SINCHI



AMAZONAS

Al comparar los resultados de la escorrentía entre escenarios, se observa que para el departamento del Amazonas los decenios 2020 y 2040 no muestran diferencia alguna (**Figura 25**), mientras que para el 2030 la oferta hídrica como escorrentía en el escenario optimista es levemente superior a la del escenario pesimista. Sin embargo, esta diferencia es mucho más notoria en el 2050, dado que hay una importante caída en la tendencia creciente que hasta ese decenio había mostrado el escenario pesimista, lo que sumado a que, para el mismo decenio en el escenario optimista, la escorrentía crece más de lo mostrado entre los anteriores decenios, haciendo que la brecha entre escenarios al 2050 sea evidente. En ese sentido, podría interpretarse que los efectos de la gestión del recurso hídrico asociados a políticas de reducción en las concentraciones de gases de efecto invernadero y su efecto sobre la oferta de agua como escorrentía solo serían visibles a largo plazo.



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax (8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co

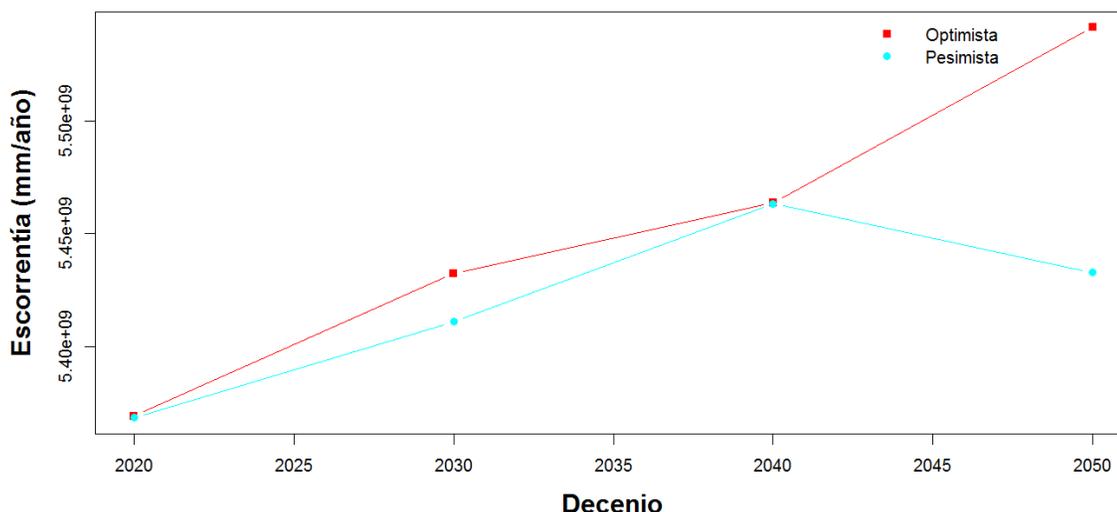


Figura 25. Tendencia de la escorrentía para el periodo 2020 – 2050 en el departamento de Amazonas entre escenarios optimista y pesimista.

CAQUETÁ

En el departamento del Caquetá la tendencia proyectada para la escorrentía indica que ésta disminuye (Figura 26), principalmente entre 2020-2030 y sin diferencias entre escenarios, a partir de este último decenio, la escorrentía se mantiene con un sutil incremento entre 2030-2050 en el escenario optimista; el escenario pesimista, por el contrario, muestra una disminución de 2040-2050. A diferencia del departamento del Amazonas, el Caquetá muestra cambios en la oferta hídrica en el corto plazo.

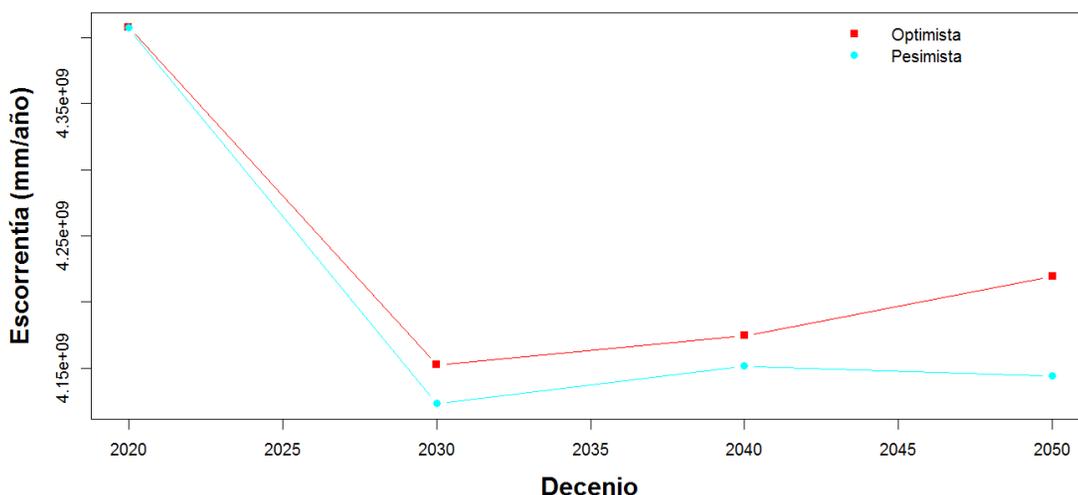


Figura 26. Tendencia de la escorrentía para el periodo 2020 - 2050 en el departamento de Caquetá entre escenarios optimista y pesimista.

GUAINÍA

Los resultados obtenidos para Guainía son muy similares a los encontrados en el departamento del Caquetá, donde la escorrentía muestra una importante disminución entre el 2020 y el 2030. A partir del 2030, el escenario optimista muestra un leve incremento en la escorrentía, mientras que para el escenario pesimista la tendencia es decreciente (Figura 27).

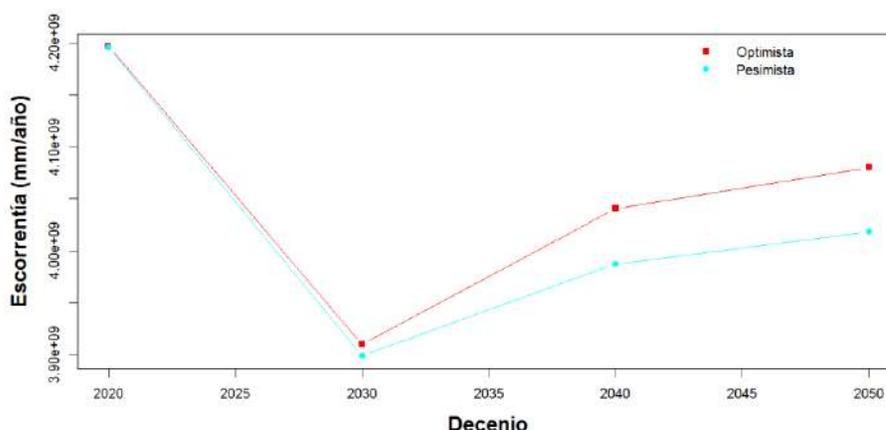


Figura 27. Tendencia de la escorrentía para el periodo 2020 - 2050 en el departamento de Guainía entre escenarios optimista y pesimista.

GUAVIARE

En general, la tendencia de la escorrentía es decreciente, siendo esta más evidente de 2020 a 2030. No se observan diferencias entre escenarios para los decenios 2020, 2030 y 2040, solo hasta 2050 el escenario optimista muestra una oferta hídrica un poco mayor respecto al escenario pesimista (Figura 28), lo cual puede ser explicado porque el escenario optimista tiene en cuenta el efecto de la disminución de las concentraciones de los gases de efecto invernadero, lo cual engloba por ejemplo medidas respecto a la disminución en las tasas de deforestación, que a su vez tienen claros efectos en la sostenibilidad de los ecosistemas.

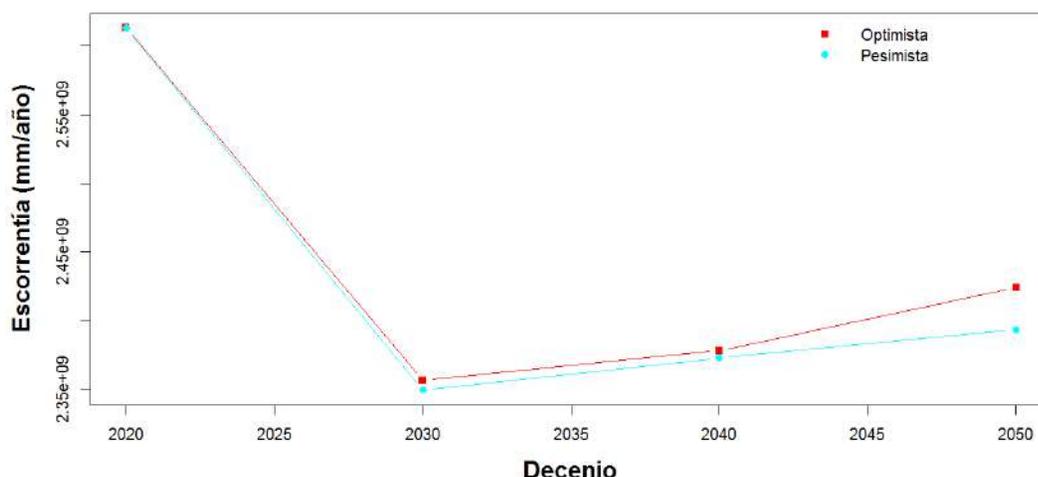


Figura 28. Tendencia de la escorrentía para el periodo 2020 - 2050 en el departamento de Guaviare entre escenarios optimista y pesimista.

PUTUMAYO

En general, la escorrentía para el departamento del Putumayo es decreciente y no se observan diferencias entre las proyecciones de los dos escenarios comparados, para los decenios 2020 y 2040; para 2030 y 2050 el escenario optimista muestra una mayor escorrentía en comparación con el escenario pesimista (Figura 29).

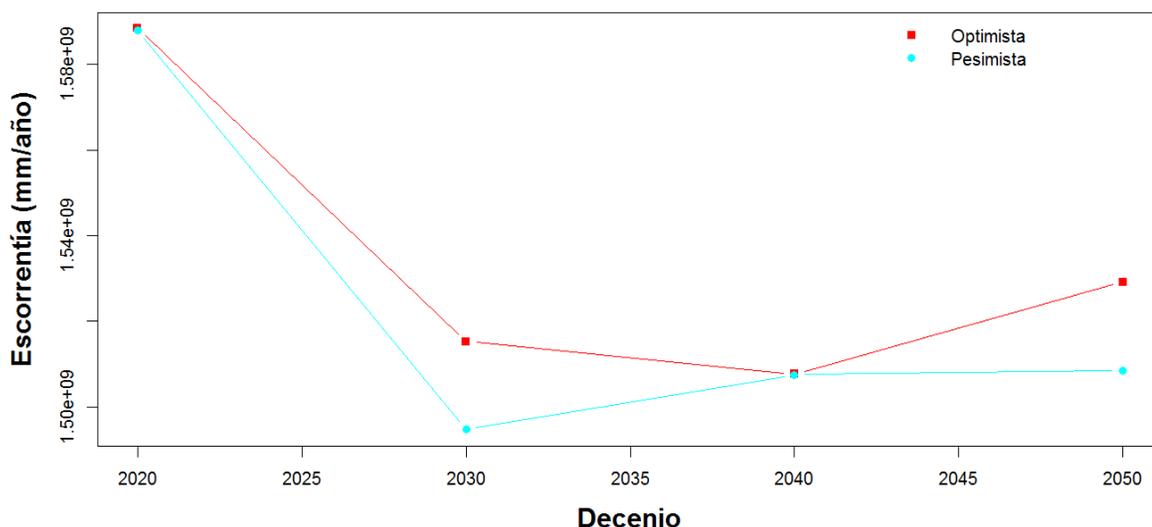


Figura 29. Tendencia de la escorrentía para el periodo 2020 - 2050 en el departamento de Putumayo entre escenarios optimista y pesimista.

VAUPÉS

La tendencia para la escorrentía proyectada del departamento del Vaupés es particularmente interesante, dado que es el único departamento en el que en general, el escenario pesimista muestra unas condiciones más favorables respecto al optimista, pues se observa que la escorrentía aumenta de 2020-2030 de manera importante y luego se mantiene creciente sutilmente. El escenario optimista muestra para todos los decenios mayores valores de escorrentía en comparación con el escenario pesimista, pero la tendencia de 2020 a 2030 es decreciente y luego se mantiene con un leve incremento (Figura 30).



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co

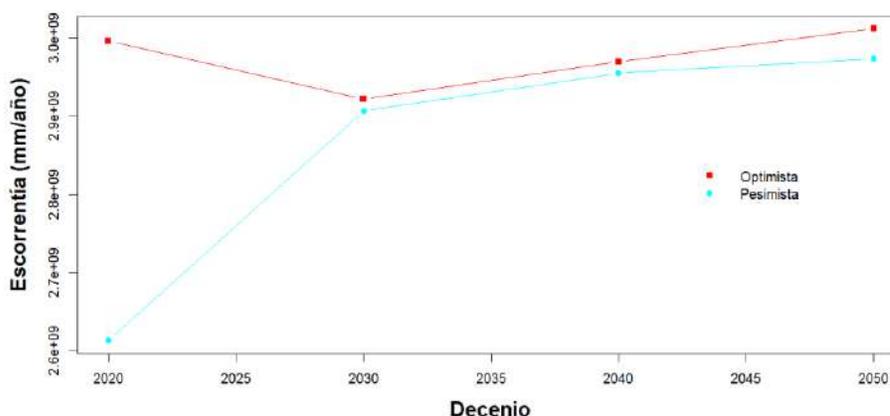


Figura 30. Tendencia de la escorrentía para el periodo 2020 - 2050 en el departamento de Vaupés entre escenarios optimista y pesimista.

VICHADA

Para el departamento del Vichada no se observa importantes diferencias entre escenarios para la escorrentía proyectada. Para 2020-2030 hay una disminución de la oferta hídrica, la cual se empieza a incrementar levemente a partir de 2030 (Figura 31).

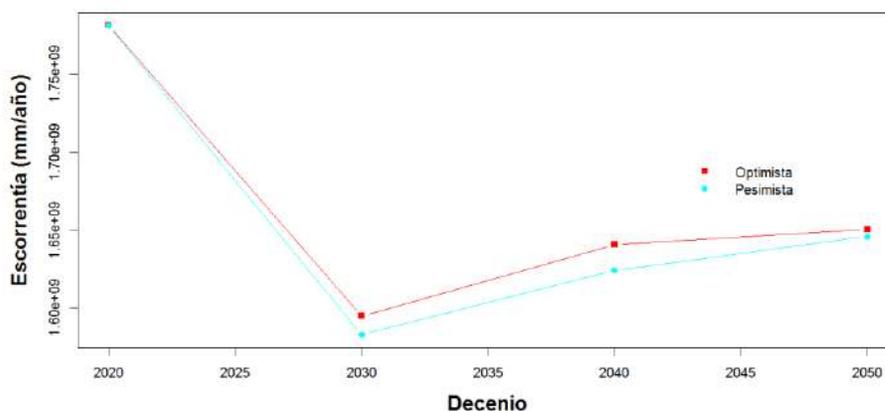


Figura 31. Tendencia de la escorrentía para el periodo 2020 – 2050 en el departamento de Vichada entre escenarios optimista y pesimista.

1.3.3 CONCLUSIONES

Los tres departamentos con mayor escorrentía proyectada son Amazonas, Caquetá y Guainía. En general, las proyecciones de la oferta hídrica muestran que para los departamentos de Caquetá, Guainía, Guaviare, Putumayo y Vichada, la escorrentía disminuye, siendo más evidente en el marco del escenario pesimista; mientras que para los departamentos de Amazonas y Vichada, la escorrentía aumenta. Es notorio el efecto sobre la oferta hídrica de la inclusión de políticas respecto a la gestión para disminuir las concentraciones de gases de efecto invernadero, donde para casi todos los departamentos el escenario optimista muestra mayores valores de escorrentía. No obstante, el Vichada es el único departamento en

donde paradójicamente el escenario pesimista muestra una mejor tendencia (aumento) en la esorrentía respecto al escenario optimista.

1.4 TENDENCIAS Y RIESGOS SOBRE LA CALIDAD DEL AGUA EN RELACIÓN CON LOS USOS DEL SUELO

Debido a que no existe suficiente información sistemáticamente levantada a lo largo de los diferentes cursos de agua de la macrocuena, que permita establecer o identificar tendencias de cambio espaciales o temporales, para inferir las tendencias de calidad de calidad del agua, se consideraron dos principales variables de afectación, la deforestación y el consumo de agua, analizadas sobre la condición actual de estas dos variables en los diferentes tipos de aguas o ecosistemas acuáticos identificados por SINCHI en 2014.

La cobertura vegetal natural actual en la macrocuena cubre una extensión del orden de 48 218 939 ha. De estas, cerca del 13% corresponde a coberturas vegetales de tipo inundable, asociadas a cualquiera de los tipos de aguas identificados para la macrocuena del Amazonas por SINCHI (2014) en las que se encuentran:

- Aguas barrosas de origen andino (aguas blancas)
- Aguas oscuras de origen amazónico (aguas negras)

- Aguas claras de origen amazónico
- Aguas claras/oscuras de origen amazónico
- Claras, oscuras o barrosas de origen andino/amazónico

Teniendo en cuenta solamente las coberturas vegetales inundables, las asociadas a aguas negras alcanzan los 43%, seguidas por coberturas asociadas a aguas blancas con el 29% y aguas claras y oscuras con el 13%. Con el 9% están las coberturas asociadas con aguas claras de y con el 6% las otras, que se definen como claras, oscuras o barrosas de origen andino o amazónico (Figura 32).

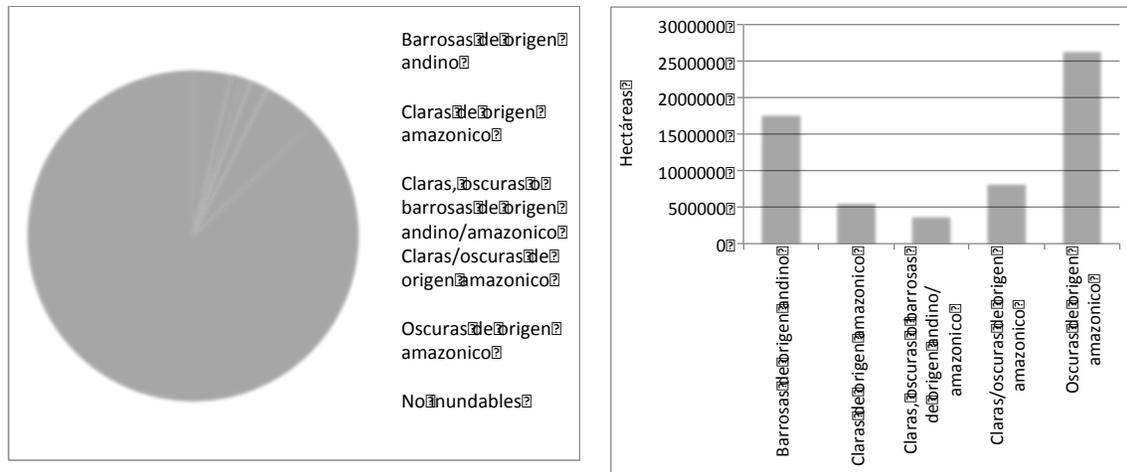


Figura 32. Distribución de coberturas vegetales en la macrocuenca Amazonas para el año 2014. Izquierda todas las coberturas (%), derecha solamente las coberturas inundables (ha)



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuenca Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH)-SINCHI



Actualmente las coberturas vegetales asociadas a aguas blancas, es decir los ecosistemas de Várzea, son las que mayor deforestación o pérdida de vegetación naturales presentan, alcanzando cerca del 12% de la extensión actual. Para las otras coberturas vegetales se estiman zonas deforestadas en extensiones menores al 1% (Figura 33).

Las proyecciones de deforestación para el año 2030 (Figura 33) son bastante preocupantes a la luz de los cambios en la calidad de las aguas, pues se estima la pérdida de la vegetación natural en más del 70% de las extensiones de cobertura de cada tipo de agua indicadas en la Figura 32, alcanzándose casi el 100% de la deforestación en las aguas claras de origen amazónico, entendiéndose estas y las aguas negras las más vulnerables a cambios en la calidad del agua asociados con deforestación o pérdida de vegetación.



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co

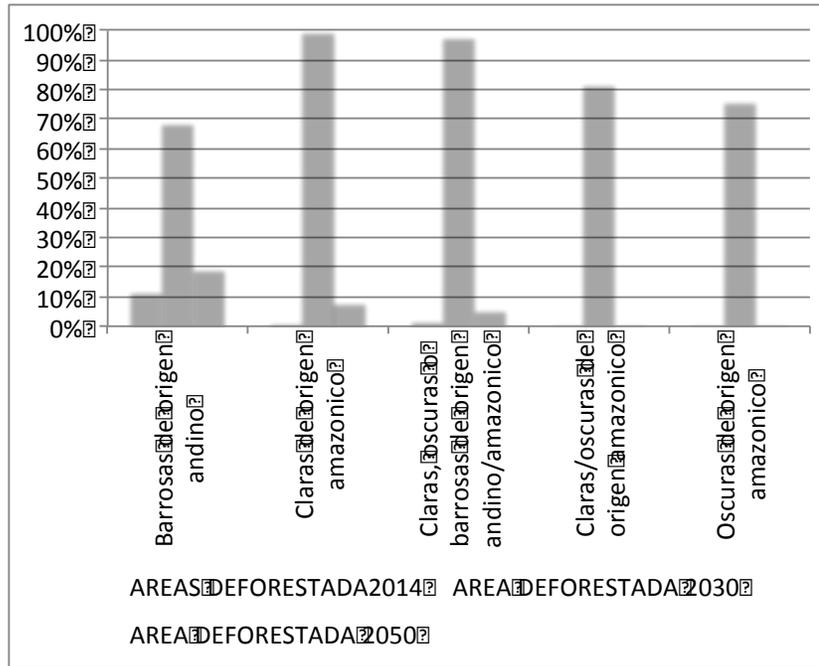


Figura 33. Porcentaje de deforestación actual y proyectada en las coberturas vegetales inundables asociadas a las clases de aguas en la macrocuenca del Amazonas

Para el año 2050 el área deforestada se reduce notablemente, cuyo mayor extensión corresponde a las aguas blancas con cerca del 20% de la extensión actual. Para el año 2050, la suma total de las áreas deforestadas será superior al 100% de la cobertura actual para las aguas blancas y las aguas claras, cerca del 77% para las coberturas de aguas negras y el 83% para las aguas claras/oscuras de origen amazónico.

En relación con las condiciones esperables para cada una de las zonas hidrográficas, bajo la condición actual como la esperable para el 2030, la subzona hidrográfica del río Caquetá es la que mayor presión por deforestación presenta, fenómeno que al ser asociado con deterioro en la calidad del agua por la pérdida directa de vegetación en las áreas inundables, entonces el mayor deterioro de calidad del agua natural para el año 2030 estaría asociado con las subzonas de los ríos Caquetá, Putumayo, Inírida y Apaporis (Figura 34).

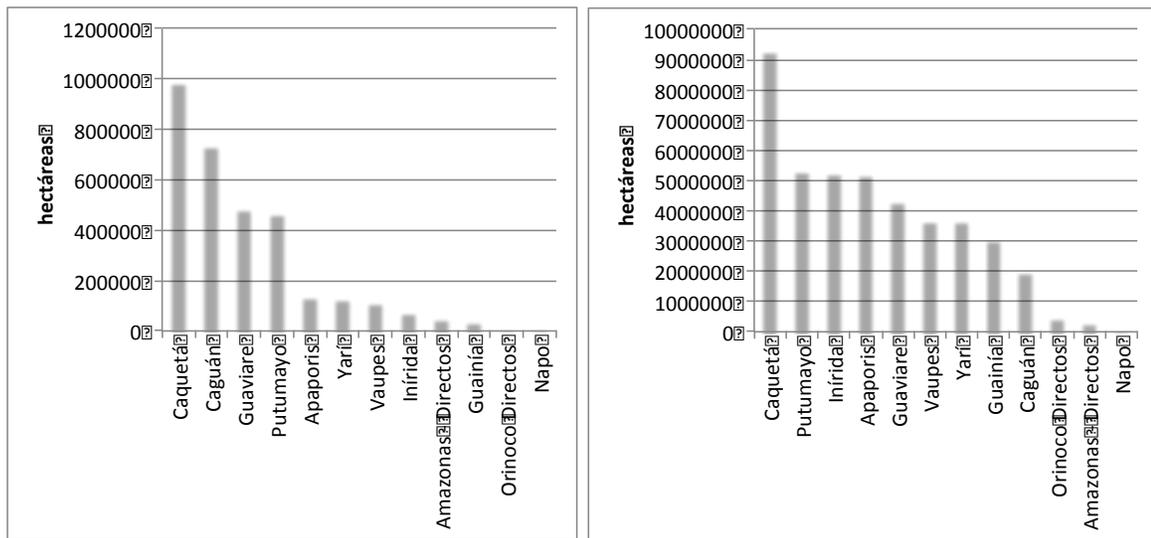


Figura 34. Extensión (ha) de deforestación por subzonas hidrográficas en la macrocuenca del Amazonas. Izquierda actual (2014), derecha proyectado a 2030

Como se observa en la Figura 35, para el año 2014 el departamento que presenta mayor deforestación es Caquetá, mientras que para las proyecciones del año 2030 este primer lugar será ocupado por el departamento del Amazonas seguido por el departamento de Caquetá. Considerando estos dos departamentos como los de mayor pérdida de vegetación asociada a ecosistemas inundables, se infiere un mayor deterioro en la calidad del agua para estos dos departamentos.

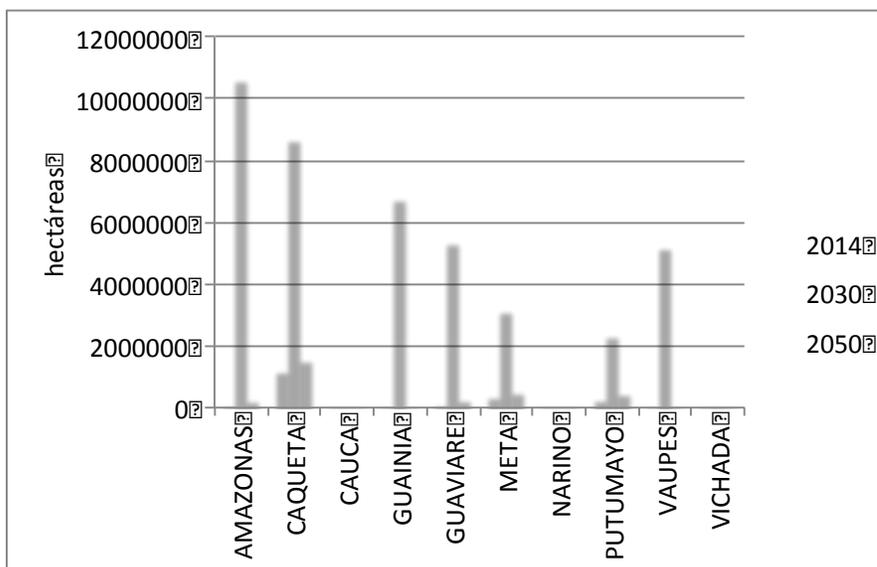


Figura 35. Extensión (ha) de deforestación actual y proyectada por departamentos en la macrocuena del Amazonas

En relación con las jurisdicciones de las corporaciones autónomas regionales, tanto en el 2014 como en las proyecciones de 2030 y 2050, en



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co

la jurisdicción de Corpoamazonia es en la que mayor deforestación se presenta,

1.5 TENDENCIAS SOBRE LA ADMINISTRACIÓN DEL AGUA EN LA MACROCUENCA PARA LOS SEIS DEPARTAMENTOS PRINCIPALES (AMAZONAS, CAQUETÁ, PUTUMAYO, GUAVIARE, VAUPÉS Y VICHADA).

En relación a las tendencias sobre la administración del agua en la macrocuenca no es posible establecer proyecciones al respecto, entendiendo que la evaluación actual sobre administración del agua por parte de las autoridades ambientales que se realizó durante el PEMA (Tabla 23), permitió visibilizar los enormes vacíos en cuanto a la información que manejan las autoridades ambientales del uso del recurso hídrico en sus respectivas jurisdicciones.

Tabla 23. Resultados de la evaluación hídrica sobre administración del agua por autoridad ambiental con jurisdicción en la Macrocuenca del Amazonas.

Criterio	CDA	CORMACARENA	CORPO-AMAZONÍA	CORPORINOQUÍA	CORPO-NARIÑO	CRC
Oferta y demanda hídrica según ENA 2014.						
Volumen de agua concesionada.						

Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana



Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co

Criterio	CDA	CORMACARENA	CORPO-AMAZONÍA	CORPORINOQUÍA	CORPO-NARIÑO	CRC
Número total de usuarios legales y no legales que usan el recurso hídrico.						
Número de concesiones de agua otorgadas y volumen medio de agua autorizado.		190	163	4	29	2
Número de permisos de vertimiento de aguas otorgado y volumen medio de agua autorizado a verter.		4	131			
Número de POMCAS formulados y/o aprobados en la jurisdicción.	6		15 formulados 12 por aprobar			
Número de PSMV presentados y/o aprobados con el volumen de agua residual que cubren.			20			
Número de PORH elaborados y/o aprobados.						
Número de usuarios que pagan Tasa por Uso de Agua y Tasa Retributiva.						
Planes de Adaptación al Cambio Climático elaborados en el marco del PNACC.						

Las celdas en rojo indican que no se tiene información para el criterio evaluado; las celdas en verde indican los criterios para los que se tiene información y en qué cantidad.

Los principales hallazgos a este respecto tienen que ver con que muy pocas autoridades ambientales generan reportes de información sobre el uso del agua (concesiones, permisos de vertimiento, número de usuarios, etc.) consolidados en el Sistema de Información del Recurso Hídrico (SIRH). De manera similar, la información reportada por dichas entidades en sus páginas web es muy escasa para la mayoría de ellas, por lo que se hace



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH)-SINCHI



necesario que se avance en la consolidación y respectivo reporte de dicha información, de tal manera que la herramienta cumpla con el objetivo para el cual fue creada, de facilitar la estructuración de información y constituirse en insumo para el cálculo de los indicadores requeridos en las Evaluaciones Regionales del Agua.

En ese contexto, generar tendencias sobre una información de base inexistente no es posible; sin embargo, se esperaría que una vez el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas sea implementado, muchos de los vacíos actuales de información sean saneados y en esa medida, puedan implementarse sistemas de seguimiento y evaluación de la gestión de las autoridades ambientales en cuanto a la administración del recurso hídrico.

Por otra parte, desde el análisis microeconómico, en el caso de la administración del agua en la macrocuena para los seis departamentos principales (Amazonas, Caquetá, Putumayos, Guaviare, Vaupés y Vichada), en el cual se consultaron los informes financieros de las principales corporaciones autónomas regionales con jurisdicción en la macrocuena del Amazonas, publicados en sus páginas oficiales, con datos actualizados para el 2015; así como información sobre concesiones, permisos de vertimientos, POMCAs, planes de saneamiento y tasas de uso del agua y retributiva; y el trabajo adelantado por el DNP (2015), del cual se obtuvo información sobre el nivel rentístico de cada corporación, al igual que su



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuenca Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH)-SINCHI



balance fiscal y el balance fiscal de la macrocuenca, se concluye que es imposible adelantar el ejercicio de tendencias futuras sobre la administración del agua en la macrocuenca, debido a que hay poca información y la calidad de la misma no es la mejor para adelantar los ejercicios necesarios.

Para poder estimar las tendencias futuras de una variable determinada sobre la administración del agua en la macrocuenca es necesario: (i) o bien contar con información histórica sobre su comportamiento, es decir, una serie de tiempo de mínimo 30 observaciones, (ii) o conocer muy bien los determinantes de dicha variable, y poder predecir el comportamiento de dichos determinantes en los periodos futuros de interés. Estas condiciones son necesarias para poder predecir (i) o bien el comportamiento futuro de la variable, dada su tendencia histórica y un componente estocástico, (ii) o el comportamiento futuro de la variable dados cambios en sus determinantes en los periodos de interés; información con la que no se cuenta para la fecha del presente proyecto.



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co

1.6 TENDENCIAS HIDROCLIMATOLÓGICAS

1.6.1 REVISIÓN DE INFORMACIÓN HIDROCLIMATOLÓGICA Y ANTECEDENTES

Este informe incluye un diagnóstico de la información cartográfica, hidroclimatológica y de coberturas y deforestación disponible, así como un análisis preliminar de los campos climáticos, ciclos anuales y relación con el fenómeno ENSO (El Niño Southern Oscillation). Posteriormente, este análisis se complementará utilizando la información hidroclimatológica que suministre el IDEAM en respuesta a las solicitudes realizadas hasta el momento en el marco del presente estudio.

METODOLOGÍA

- ***Zona de estudio***

La zona de estudio para el presente proyecto es constituida por la macrocuena de la Amazonía colombiana, conformada por las zonas hidrográficas definidas por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM en el Estudio Nacional de Aguas de Colombia actualizado a 2014 (ENA) y que se encuentran en los territorios jurisdicción de las corporaciones autónomas regionales de la región amazónica. La



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax
(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH)-SINCHI



macrocuena se encuentra dividida en doce (12) zonas hidrográficas principales (IDEAM, 2014).

Es importante mencionar que nueve (9) de las zonas pertenecen al área hidrográfica Amazonas, mientras que las otras tres (3) pertenecen al área hidrográfica Orinoco.

• **Antecedentes**

La cuenca amazónica en su totalidad ha sido objeto de diversos estudios e investigaciones relacionadas con el ciclo hidrológico, el comportamiento hidrometeorológico y el efecto de la variabilidad, y el cambio climático; dichos estudios han contemplado la totalidad de la cuenca o subzonas específicas de la misma en los diversos países que la conforman. Para el caso de la Amazonía colombiana, se han encontrado tres estudios específicos relacionados con el análisis y modelamiento hidroclimático que contemplan escenarios futuros de variabilidad y cambio climático, dichos estudios se enuncian en la Tabla 24 y se describen brevemente a continuación.

Tabla 24. Estudios hidroclimáticos amazónicos consultados para adelantar modelación hidroclimática para el Plan Estratégico de la Macrocuena del Amazonas.



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co

NOMBRE	ABREVIATURA	AUTOR	AÑO
Informe Final del Contrato No.20 celebrado entre el Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI y Meteocolombia S.A.S.	Meteocolombia S.A.S & SINCHI	Meteocolombia S.A.S para Instituto Amazónico de Investigaciones científicas - SINCHI.	2013
Informe técnico final con la totalidad de los análisis morfológicos e hidrológicos acordados donde se identifiquen patrones y tendencias frente a los fenómenos de El Niño, La Niña y del cambio climático.	Análisis morfológicos e hidrológicos en la macrocuena de la Amazonia Colombiana	Patricia Téllez para Instituto Amazónico de Investigaciones científicas - SINCHI.	2013
GEF Amazonas – Evaluación de los Sistemas Acuíferos de la Región de Leticia – Colombia.	GEF Amazonas	Servicios Hidrogeológicos Integrales S.A.S para Organización del Tratado de Cooperación Amazónica – OTCA.	2015

METEOCOLOMBIA S.A.S. & SINCHI, 2013

Investigación enfocada al modelamiento de las condiciones hidroclimatológicas en la macrocuena de la Amazonia colombiana, contemplando escenarios de cambio climático acoplados con proyecciones de zonas de deforestación y usos del suelo. Dicho estudio utilizó 151 estaciones hidrometeorológicas del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia – IDEAM, para definir la línea base de las



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuenca Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH)-SINCHI



condiciones presentes (a 2013) de precipitación, temperatura, humedad relativa, evaporación y escorrentía, con una ventana temporal de análisis de 11 años (2001 a 2011).

Se realizaron simulaciones de escenarios históricos (para comparar con los registros) y escenarios futuros de las principales variables hidroclimatológicas en la cuenca de interés, para lo cual se utilizó el modelo atmosférico regional WRF (Weather Research and Forecasting) bajo las condiciones atmosféricas del modelo global ECHAM5 (Instituto Max Planck – Alemania), considerando un escenario de cambio climático pesimista (Escenario A2) en función de las proyecciones de emisión de gases de efecto invernadero – GEI adoptadas y validadas por el IPCC (Panel Intergubernamental de Cambio Climático). El modelo atmosférico fue acoplado con proyecciones de deforestación en la cuenca y cambios futuros de uso del suelo a 2030, las proyecciones de deforestación se realizaron bajo escenarios pesimistas (BAU) y optimistas (GOV). El modelo mostró en general anomalías positivas de la precipitación y escorrentía en la mayor parte de la cuenca de estudio para el 2030.



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH)-SINCHI



Análisis morfológicos e hidrológicos en la macrocuena de la Amazonia colombiana (SINCHI & Téllez, 2013)

Estudio que presenta la división por zonas hidrográficas de la macrocuena de la Amazonia colombiana definidas por el IDEAM en el Estudio Nacional de Aguas 2010 (IDEAM, 2010), ajustando las subzonas hidrográficas de la macrocuena a un total de 85, definidas a partir de criterio morfométrico. Se definen los parámetros morfológicos de cada subzona y se presenta un análisis hidrológico por componentes a partir de las series históricas de registros de caudales diarios (ventana de tiempo: 2001-2010) en las corrientes principales de la cuenca, se analizaron 37 series en total.

Se presenta una caracterización del régimen natural de flujo y un análisis del componente de caudal ecológico de las corrientes principales, adicionalmente se muestra el cálculo del índice de pobreza de agua (WPI) por municipio en la macrocuena amazónica colombiana. Se incluye el análisis de las anomalías de la escurrentía en los cauces principales durante las fases históricas (en consenso para Colombia) del ENSO: Niño, Niña y fase normal.

GEF AMAZONAS (SHI & OTCA, 2015)

Estudio que entre sus objetivos evalúa la vulnerabilidad de los sistemas acuíferos de la región de Leticia – Amazonas ante los efectos de la variabilidad y el cambio climático.



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuenca Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH)-SINCHI



Se consultaron 170 estaciones hidroclimatológicas localizadas en un radio de 500 km alrededor del punto de coordenadas de la ciudad de Leticia, dichas estaciones se localizan en la Amazonia colombiana, peruana y brasilera.

Se utilizaron 15 modelos globales acoplados océano – atmosfera para las proyecciones climatológicas en el área de estudio (Amazonia: escala regional) preparados para el IPCC/AR4 y forzados bajo escenarios de proyecciones de emisión de gases de efecto invernadero GEI, en un escenario pesimista (A2) y uno optimista (B2), también se utilizaron los modelos en escala regional resultado de la implementación del CREAS (Cenários Regionais de Mudança Climática para América do Sul). Las variables precipitación y temperatura se proyectaron en tres periodos de tiempo (2010-2039, 2040-2069 y 2070-2099), en general la mayoría de los modelos evaluados presentan consenso en anomalías positivas de precipitación y temperatura en los periodos evaluados.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

- *Información hidrometeorológica*

A partir de los archivos presentados en el Anexo Digital 2 (*ver archivo magnético*), de los estudios antecedentes mencionados anteriormente, se



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuenca Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH)-SINCHI



consolida la información hidrometeorológica disponible actualmente. Con base en esta se realiza el análisis hidroclimatológico preliminar en la macrocuenca amazónica colombiana.

La información de estaciones obtenida de SHI & OTCA, 2015 abarca la zona trifronteriza amazónica, entre Colombia, Perú y Brasil con centro de coordenadas en Leticia – Colombia. Las estaciones identificadas en Colombia, Brasil y Perú, son operadas por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), Agencia Nacional de Aguas (ANA) y el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SEMANHI) respectivamente. Dichas entidades constituyen la fuente directa de información (SHI & OTCA, 2015).

De SHI & OTCA, 2015, se cuenta con registro actualizado a 2014 de 172 estaciones, cuyas variables hidroclimatológicas registradas se reportan en la Tabla 25. El periodo de registro de estas estaciones es variable, existiendo estaciones con registros extensos de hasta 40 años, mientras que otras poseen registros cortos de 5 a 10 años.



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co

Tabla 25. Resumen de la información hidrometeorológica obtenida de SHI & OTCA, 2015.

FUENTE	VARIABLE	RESOLUCIÓN TEMPORAL	# DE REGISTROS (ESTACIONES)
IDEAM (Colombia)	Precipitación total	Diaria	31
	Caudal medio	Diario	12
	Caudal mínimo	Mensual	4
	Caudal máximo	Mensual	4
	Nivel medio	Diario	5
	Evaporación	Mensual	3
	Humedad relativa	Mensual	4
	Temperatura media	Mensual	4
	Temperatura mínima	Mensual	4
	Temperatura máxima	Mensual	3
	Velocidad del viento	Diaria	1
ANA (Brasil)	Precipitación total	Diaria	20
	Caudal medio	Diario	40
	Nivel medio	Diario	1
	Evaporación	Diaria	1
	Humedad relativa	Diaria	1
	Temperatura mínima	Diaria	1
	Temperatura máxima	Diaria	1
	Carga de sedimentos	Trimestral	1
SENAMHI (Perú)	Precipitación total	Diaria	20
	Caudal medio	Diario	8
	Humedad relativa	Diaria	2
	Temperatura mínima	Mensual	1
	Temperatura máxima	Mensual	1

Los registros de estaciones localizadas por fuera de la Amazonia colombiana constituyen condiciones de frontera para las variables climatológicas como precipitación, temperatura, humedad relativa y evaporación; cuyo comportamiento y distribución espacial no es discreto sino continuo.

En la Figura 36 se presenta la localización de las estaciones con registro obtenidas de SHI & OTCA, 2015.

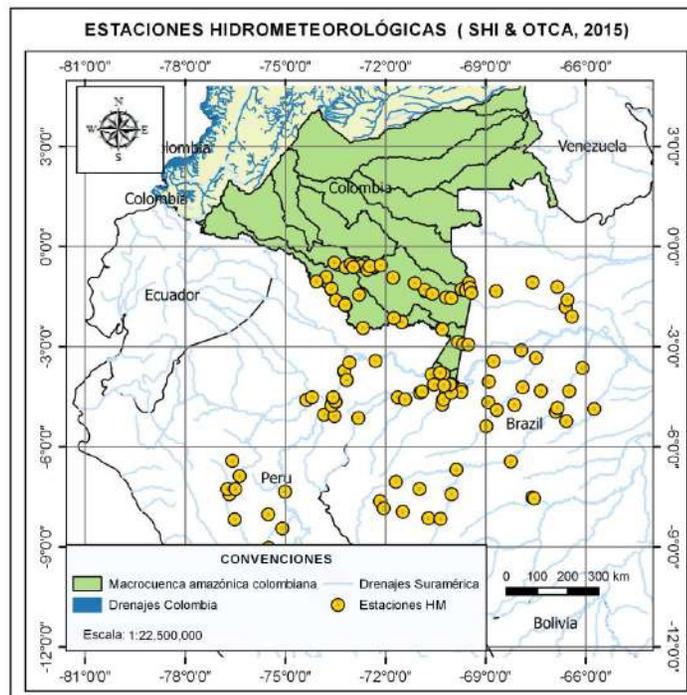


Figura 36. Localización de las estaciones hidrometeorológicas (HM) obtenidas de SHI & OTCA, 2015.

Las estaciones hidrometeorológicas utilizadas por Meteocolombia S.A.S & SINCHI, 2013, corresponden a estaciones limnimétricas, limnigráficas, pluviométricas, pluviográficas y climatológicas localizadas en la Amazonia colombiana y operadas por el IDEAM, se cuenta con series temporales de 128 estaciones, con longitud de registro limitado a la ventana temporal 2001 - 2011 (máximo tiempo de registro: 11 años), en la Figura 37 se presenta su respectiva localización. Los registros por variables hidroclimatológicas obtenidos de Meteocolombia S.A.S & SINCHI, 2013 se listan en la Tabla 26.

Tabla 26. Resumen de la información hidrometeorológica obtenida de Meteocolombia S.A.S & SINCHI, 2013.

FUENTE	VARIABLE	RESOLUCIÓN TEMPORAL	# DE REGISTROS (ESTACIONES)
IDEAM (Colombia)	Precipitación total	Diaria	71
	Caudal medio	Diaria	32
	Nivel medio	Diaria	57
	Humedad relativa	Diaria	18
	Temperatura media	Diaria	19
	Evaporación	Diaria	1

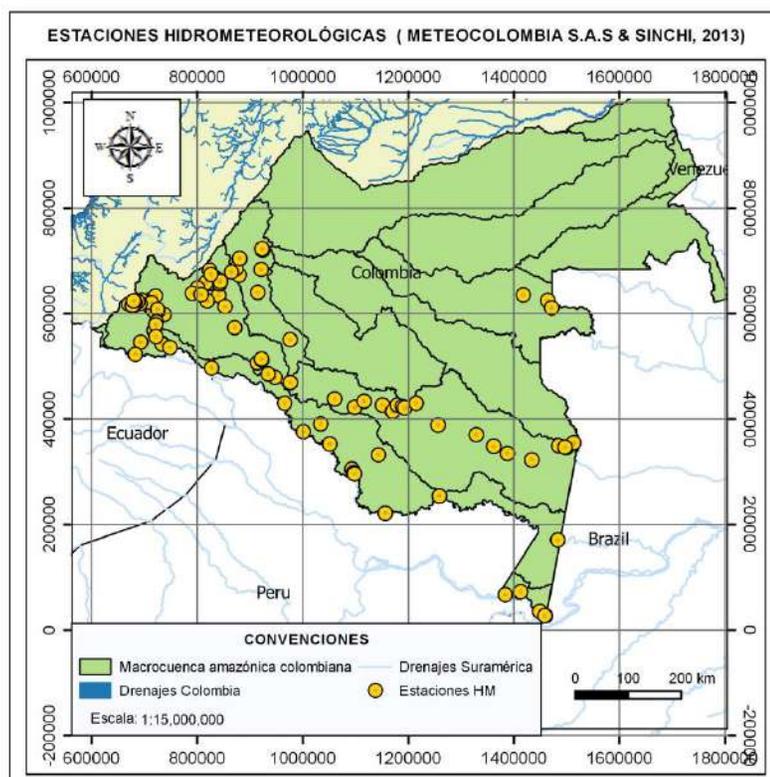


Figura 37. Localización de las estaciones hidrometeorológicas (HM) obtenidas de Meteocolombia S.A.S & SINCHI, 2013.

Las estaciones utilizadas en SINCHI & Téllez, 2013, fueron limnimétricas y limnigráficas, para un total de 37 series analizadas, las cuales se localizan en la red de drenaje de la macrocuena de la Amazonia colombiana, dichas estaciones corresponden con las utilizadas por Meteocolombia S.A.S & SINCHI, 2013.



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuenca Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH)-SINCHI



Como se presentó antes, existen diversas estaciones hidrometeorológicas utilizadas en los dos estudios de referencia, Meteocolombia S.A.S & SINCHI, 2013 y SHI & OTCA, 2015, las cuales se localizan principalmente en la región del sur de la Amazonía (Departamento de Amazonas). Para estas estaciones coincidentes, se prefiere conservar las series de las variables hidrometeorológicas con mayor longitud de registros, las cuales corresponden a las estaciones de SHI & OTCA, 2015.

En la Tabla 27 se presenta el total de estaciones hidrometeorológicas con registros disponibles, y en la Tabla 28 el resumen consolidado de la información hidrometeorológica disponible por variable y cantidad de registros. En la Figura 38, se presenta la ubicación de todas las estaciones de referencia consolidadas, las cuales suman un total de 243 (descartando estaciones coincidentes).

El análisis de la calidad de las series de tiempo (consistencia, homogeneidad, persistencia, datos faltantes y llenado de datos faltantes) se puede consultar en el estudio SHI & OTCA (2015) en donde se presentan las limitaciones de la información existente.



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co

Tabla 27. Consolidado de la estaciones hidrometeorológicas disponibles actualmente para la zona de estudio (SHI & OTCA, 2015), (Meteocolombia S.A.S & SINCHI, 2013).

POR FUENTE		POR TIPO	
Fuente	# Estaciones	Tipo	# Estaciones
IDEAM (Colombia)	145	Climatológicas	33
SENAMHI (Perú)	24	Limnimétricas y Limnigráficas	123
ANA (Brasil)	72	Pluviométricas y Pluviográficas	85

Tabla 28. Consolidado de la información hidrometeorológica disponible actualmente para la zona de estudio (SHI y OTCA, 2015 y Meteocolombia S.A.S y SINCHI, 2013).

VARIABLE	RESOLUCIÓN TEMPORAL	# REGISTROS
Precipitación total	Diaria	116
Caudal medio	Diaria	82
Nivel medio	Diaria	32
Caudal máximo	Mensual	4
Caudal Mínimo	Mensual	4
Humedad relativa	Diaria	4
Humedad relativa	Mensual	20
Temperatura media	Diaria	17
Temperatura media	Mensual	4
Temperatura máxima	Diaria	1
Temperatura máxima	Mensual	4
Temperatura mínima	Diaria	1
Temperatura mínima	Mensual	5
Evaporación	Diaria	2
Evaporación	Mensual	3

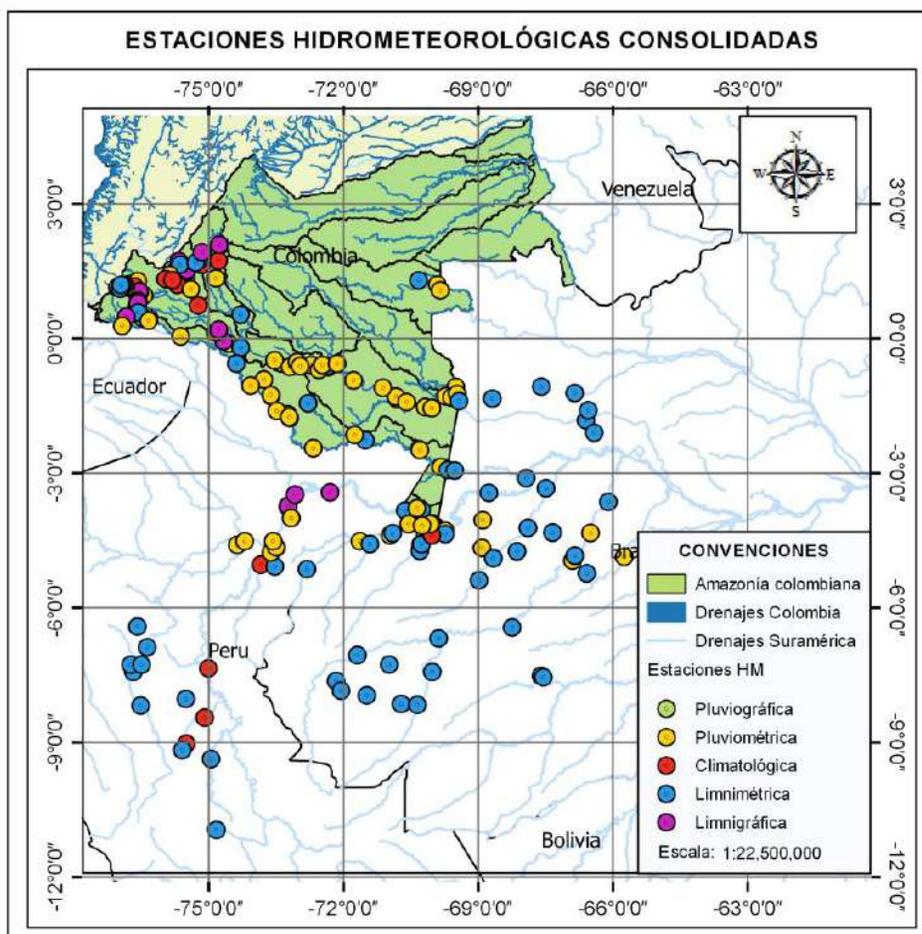


Figura 38. Localización de las estaciones hidrometeorológicas consolidadas

1.6.2 ANÁLISIS HIDROCLIMATOLÓGICO PRELIMINAR ZONA DE ESTUDIO

Como se mencionó anteriormente la zona de estudio corresponde a la macrocuenca de la Amazonía colombiana a nivel de las zonas y subzonas hidrográficas definidas por el IDEAM.

INFORMACIÓN HIDROCLIMATOLÓGICA

En la Tabla 29 se muestra el consolidado de estaciones hidrometeorológicas con las cuales se realizó el análisis preliminar; en total se tienen estaciones de tres fuentes distintas: IDEAM (Colombia), SENAMHI (Perú) y ANA (Brasil), todas estas constituyen fuentes de información que se puede actualizar y ampliar.

Tabla 29. Variables utilizadas en el análisis preliminar.

VARIABLE	RESOLUCIÓN	# REGISTROS
Precipitación total	Diaria	111
Caudal medio	Diaria	63
Humedad relativa	Diaria	4
Humedad relativa	Mensual	20
Temperatura media	Diaria	17
Temperatura media	Mensual	4
Evaporación	Mensual	3



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuenca Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGI RH) -SINCHI



El diagnóstico preliminar de esta información se centra en la distribución espacial de las estaciones de cada variable y los ciclos anuales, con el fin de observar las variaciones espacio-temporales en toda la macrocuenca. En la Figura 39 se presenta la distribución espacial de las estaciones hidroclimatológicas y se anota que la información disponible solamente se encuentra en las zonas hidrográficas del Putumayo, Caguán, Caquetá, directos del Amazonas y en una proporción menor en la del Vaupés; mientras que las zonas hidrográficas de Yarí, Apaporis, Guainía, Napo, Guaviare, Inírida y Orinoco Directos no cuentan con información hasta el momento; la información faltante y la actualización de la información existente fue solicitada al IDEAM con el fin de complementar la base de datos (Anexo Digital 2, *ver archivo magnético*)



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co

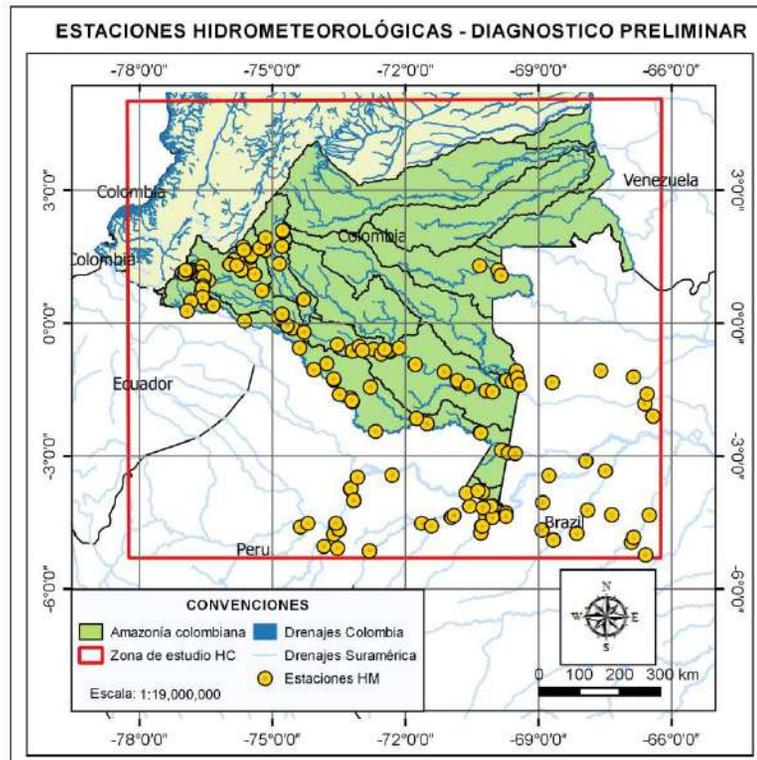


Figura 39. Estaciones hidrometeorológicas consideradas para el diagnóstico hidroclimatológico de la zona.

En la Figura 40 se muestra la distribución espacial de las estaciones de precipitación, observando que existen diversas zonas hidrográficas completas sin registros de precipitación (zona norte de la macrocuena): Este vacío de información constituye un déficit importante en la información disponible, toda vez que al tratarse de zonas muy extensas y muy complejas

desde el punto de vista hidroclimatológico, se espera que existan variaciones importantes en la distribución espacial de la precipitación. Cabe anotar que se solicitó información de las estaciones existentes en dichas zonas (Anexo Digital 2, *ver archivo magnético*).

En cuanto a la evaporación sólo existen 5 series para toda la macrocuenca (3 a resolución mensual y 2 a resolución diaria), de modo que los registros de esta variable son escasos y, como se puede observar en la Figura 41, con mala distribución espacial.



Figura 40. Estaciones con registro de precipitación total en la zona de estudio hidroclimatológico.

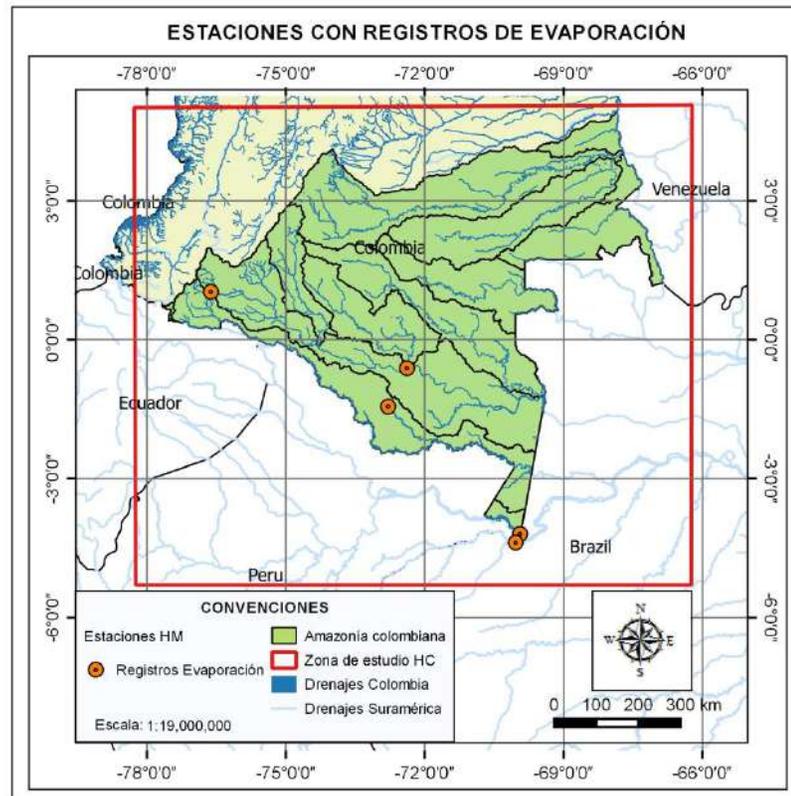


Figura 41. Estaciones con registro de evaporación en la zona de estudio hidroclimatólogico.

Respecto a las estaciones con registro de temperatura media son más numerosas (17 series); sin embargo, se concentran en la zona del piedemonte amazónico como se muestra en la Figura 42.

Finalmente las estaciones con registro de caudal (63 en total) se encuentran mejor distribuidas en la zona de estudio, tal como se muestra en la Figura

43, aunque siguiendo con el déficit de información en la zona norte de la macrocuenca.

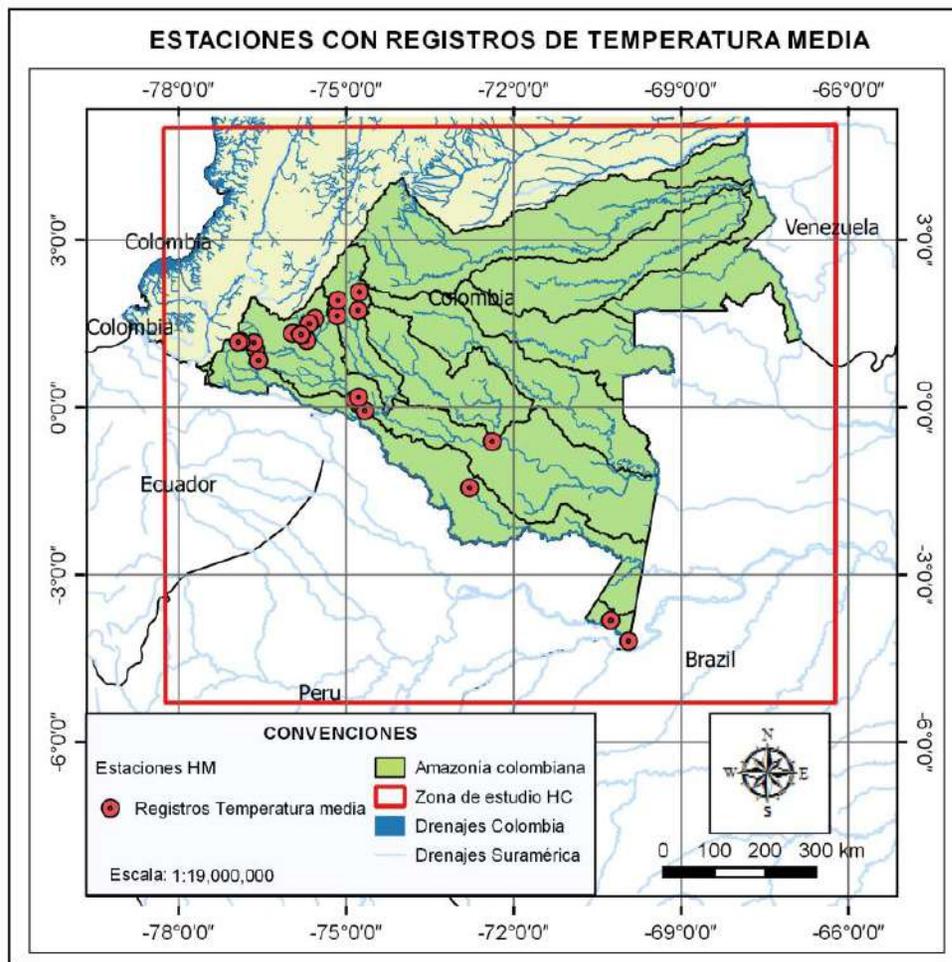


Figura 42. Estaciones con registro de temperatura media en la zona de estudio hidroclimatológico.

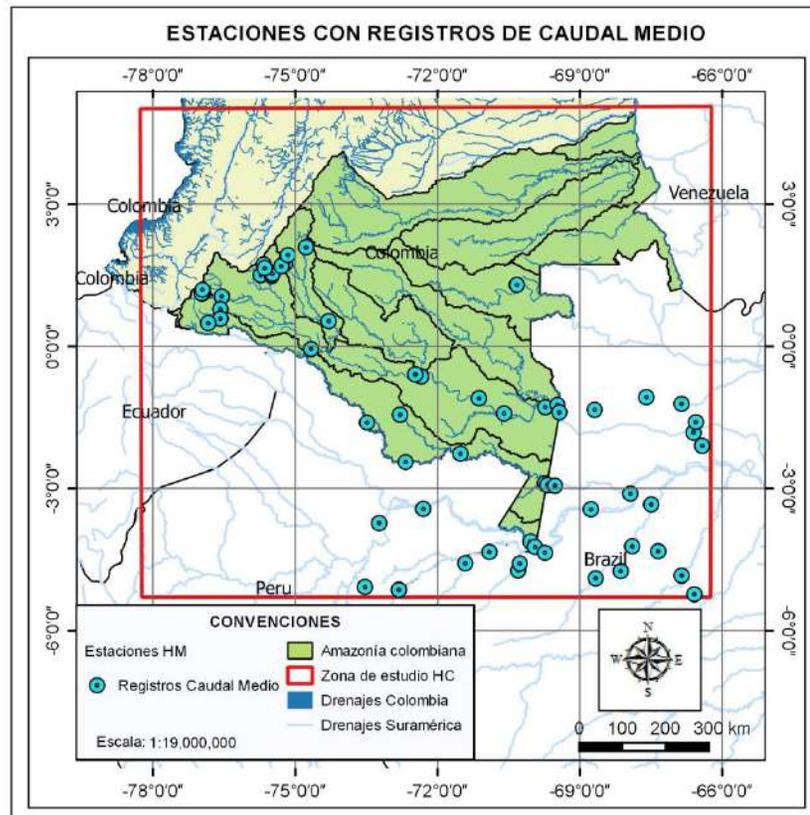


Figura 43. Estaciones con registro de caudal medio en la zona de estudio hidroclimatológico.

CICLO ANUAL DE PRECIPITACIÓN

En la Figura 44 se muestra el ciclo anual de precipitaciones para ocho (8) de las estaciones que registran esta variable en la macrocuena, y que se han



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuenca Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



considerado representativas. Cada una de las estaciones está ubicada en una zona hidrográfica distinta, y en el caso de zonas muy extensas se tomó una estación en la zona norte, y otra en la zona sur para el análisis. Una inspección inicial de los ciclos, muestra que existen dos comportamientos tipo a nivel temporal entre estaciones, por un lado se tiene la estación Parque Amacayacu, ubicada en el sur de la zona de estudio, dentro de la zona hidrográfica de Amazonas Directos, que muestra un comportamiento marcadamente diferente a las demás estaciones, con un ciclo más uniforme (menores variaciones de épocas secas a épocas húmedas) donde las mayores precipitaciones se presentan de octubre a marzo; mientras que las demás estaciones muestran mayores precipitaciones para el periodo marzo a junio y cambios más apreciables entre época seca y época húmeda.



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co

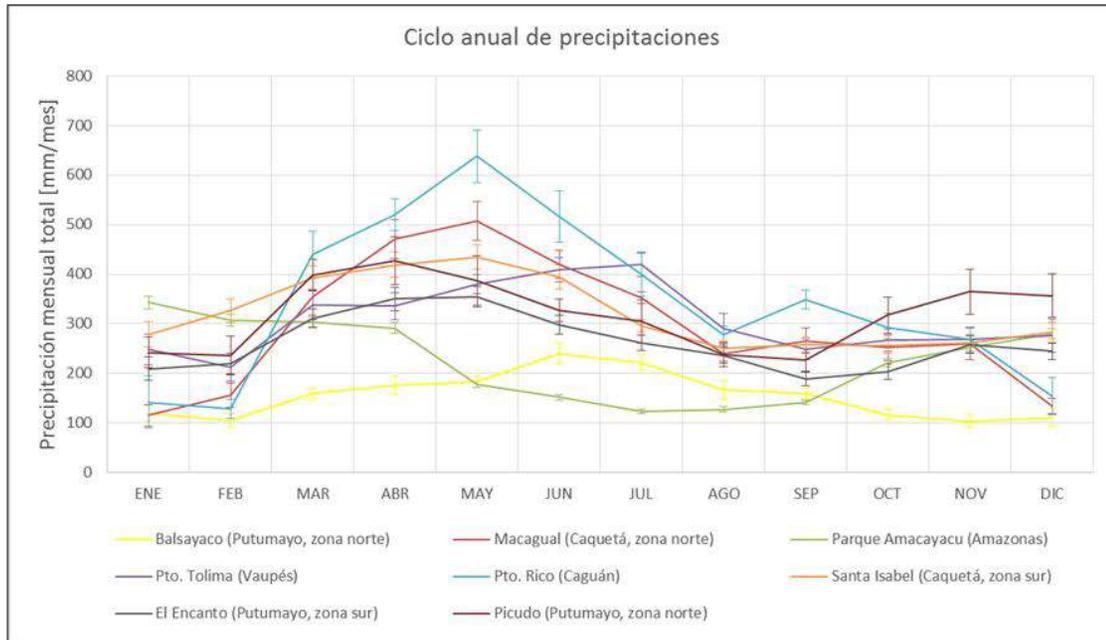


Figura 44. Ciclo anual de precipitación para estaciones en diferentes zonas de la Amazonía Colombiana.

Se tiene un caso especial con la estación Balsayaco, ubicada en la parte norte de la zona hidrográfica de Putumayo, que muestra pocas variaciones de época lluviosa a época seca, y un leve desplazamiento en su pico; por este motivo se hace un análisis más profundo para la zona hidrográfica del Putumayo; en la Figura 45 se muestra el ciclo anual para cinco estaciones ubicadas en la zona norte, y en la Figura 46 el correspondiente a tres estaciones ubicadas más hacia al sur; en lo que respecta a la zona norte, se evidencian dos comportamientos diferentes, por un lado las estaciones El

Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co

Picudo y Puerto Asís muestran unos valores de lluvia más altos y un pico en la precipitación en los meses de abril, mientras que las demás lo presentan hacia junio, la diferencia en este comportamiento se da por la diferencia de altura de las estaciones, donde las dos primeras se ubican en las zonas bajas y las segundas en la parte alta del piedemonte Amazónico. Para la zona sur, alejada del piedemonte, no se presentan mayores diferencias en el comportamiento del ciclo anual para diferentes estaciones, de modo que la variabilidad espacial de la precipitación en esta zona es menor.

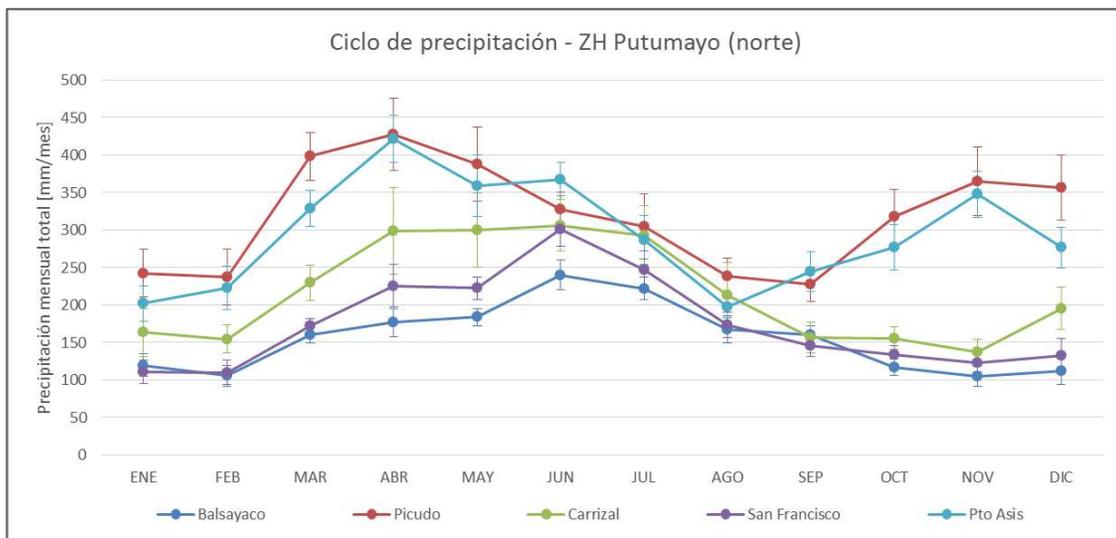


Figura 45. Ciclo anual de precipitación para estaciones en la zona norte de la ZH del Putumayo.

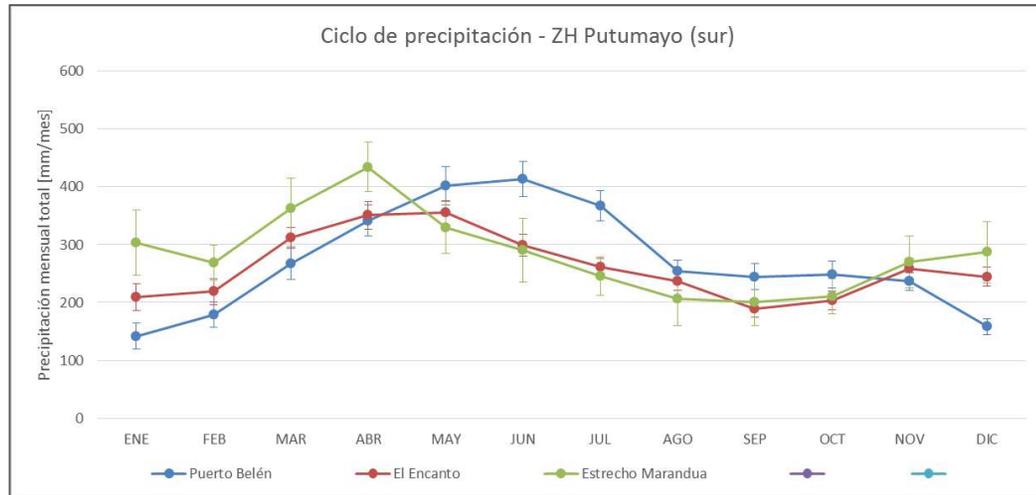


Figura 46. Ciclo anual de precipitación para estaciones en la zona sur de la ZH del Putumayo.

CICLO ANUAL DE CAUDALES EN LAS PRINCIPALES CORRIENTES

El análisis del comportamiento temporal de los caudales se realiza a nivel de las principales corrientes que definen las zonas hidrográficas de la macrocuenca amazónica colombiana, y donde se dispone registro de esta variable (Figura 43).



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



• *Zona hidrográfica putumayo*

La zona hidrográfica Putumayo se caracteriza por ser una cuenca alargada, que atraviesa la región amazónica de occidente a oriente, desde el nacimiento del río Putumayo en el Nudo de los Pastos, hasta su desembocadura en el río Amazonas en territorio brasilero donde se le denomina río Içá.

Se cuenta con seis (6) estaciones de registro de caudal (limnimétricas y/o limnigráficas) en la parte alta de la cuenca, cuatro (4) en la parte media y dos (2) en la parte baja. En la Figura 47 se presenta la distribución de dichas estaciones con los respectivos ciclos anuales representativos de caudal medio diario.



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co

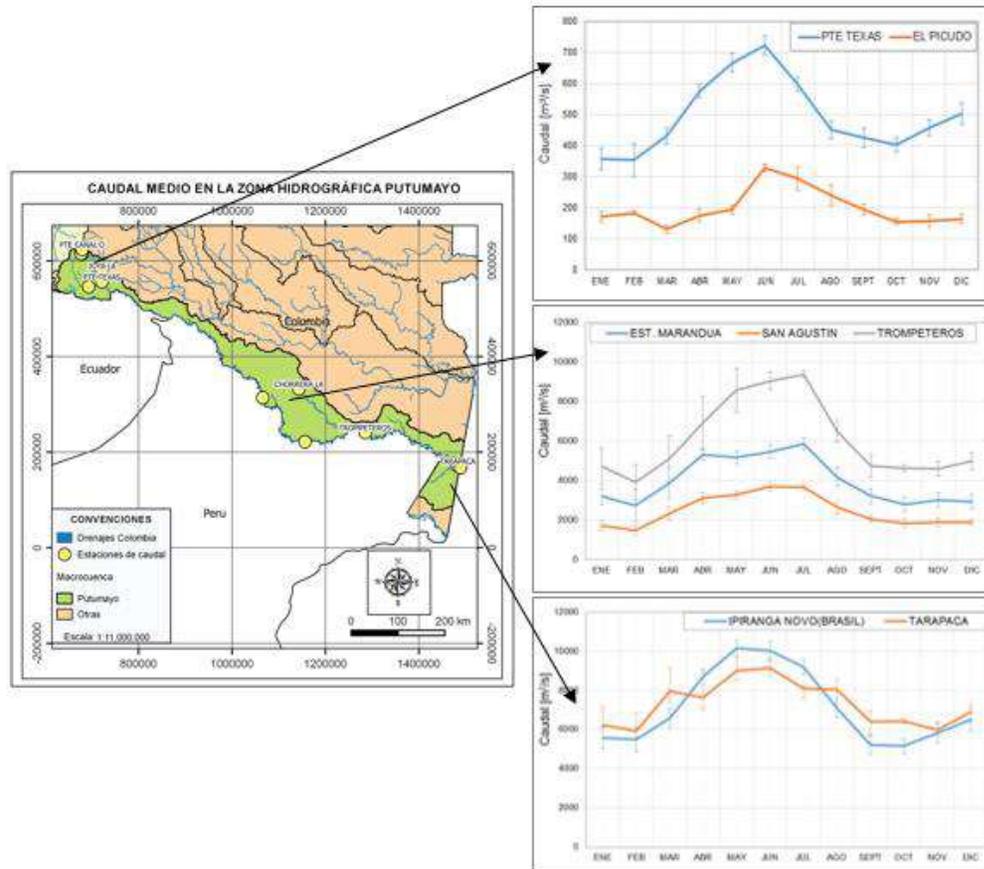


Figura 47. Régimen temporal multianual de los caudales del río Putumayo.

Se observa un régimen unimodal en los caudales medios. En la zona alta de la cuenca, el caudal promedio mayor (dado por uno de los afluentes) es de 494 m³/s y el promedio menor es de 194 m³/s, la temporada donde se presenta el caudal pico en toda la cuenca es entre abril y agosto, que en la



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuenca Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



zona alta llega a ser alrededor de 750 m³/s, mientras que aguas abajo en la zona media llega a 9.000 m³/s, finalmente en la salida de cuenca, cuando el río traspasa la frontera con Brasil, la descarga promedio corresponde a 7.100 m³/s con un caudal pico de 10.000 m³/s.

- ***Zona hidrográfica caquetá***

La zona hidrográfica Caquetá también presenta una morfología alargada, pero de mayor ancho que la zona hidrográfica Putumayo, atraviesa la región amazónica de occidente a oriente, desde el nacimiento del río Caquetá en el Páramo de las Papas, hasta su desembocadura en el río Amazonas en territorio brasilero donde se le conoce como río Japurá.

Se cuenta con ocho (8) estaciones de registro de caudal (limnimétricas y/o limnigráficas) en la parte alta de la cuenca, cuatro (4) en la parte media y cuatro (4) en la parte baja. En la Figura 48 se presenta la distribución de dichas estaciones con los respectivos ciclos anuales representativos de caudal medio diario.



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co

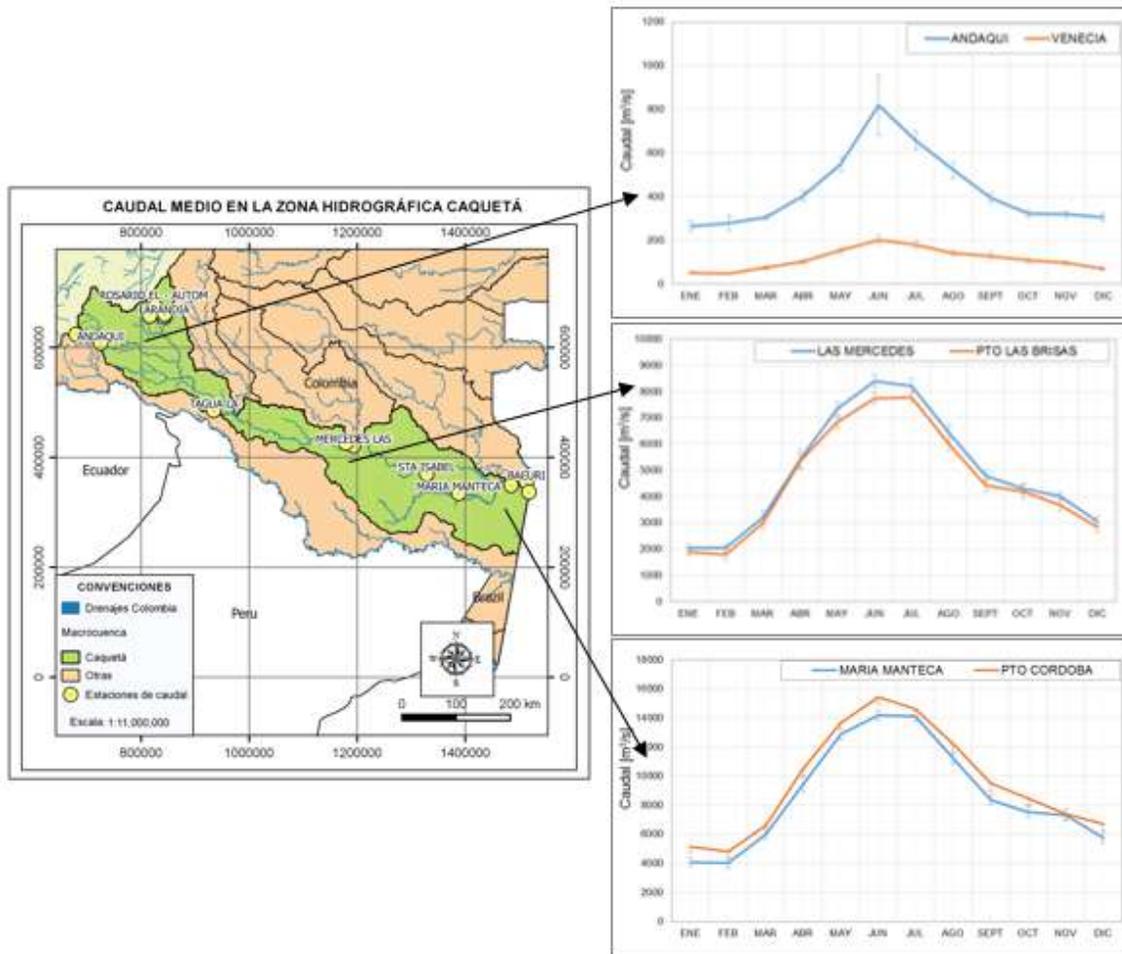


Figura 48. Régimen temporal multianual de los caudales del río Caquetá.

Al igual que en el río Putumayo, el régimen de caudales medios del río Caquetá es claramente unimodal, exhibiendo un pico amplio entre los

meses de abril y agosto. El caudal medio en la zona alta de la cuenca llega a ser máximo de 800 m³/s, el caudal promedio en dicha zona es de 428 m³/s, mientras que en la zona media de la cuenca el caudal promedio oscila alrededor de los 4.800 m³/s, con un pico máximo de 8.400 m³/s. A la salida de la cuenca, cuando el río atraviesa hacia Brasil, su descarga promedio es de 9.500 m³/s con un máximo de 15.400 m³/s. Claramente la descarga del río Caquetá hacia territorio brasileño es mayor que la descarga del río Putumayo.

• *Zona hidrográfica vaupés*

Esta zona hidrográfica es determinada por la cuenca del río Vaupés, su morfología es un poco alargada, pero claramente más pequeña que las zonas Putumayo y Caquetá, para esta zona solo se cuenta con el registro de la estación PITUNA operada por el IDEAM y que se localiza aguas abajo de la cuenca, pero no sobre el río Vaupés, sino sobre el río Cuduyari, afluente del Vaupés.

El ciclo anual que se presenta en la Figura 49 permite observar el régimen de la esorrentía en esta zona hidrográfica, que al igual que en las analizadas anteriormente se caracteriza por un régimen unimodal con un pico amplio entre abril y agosto.

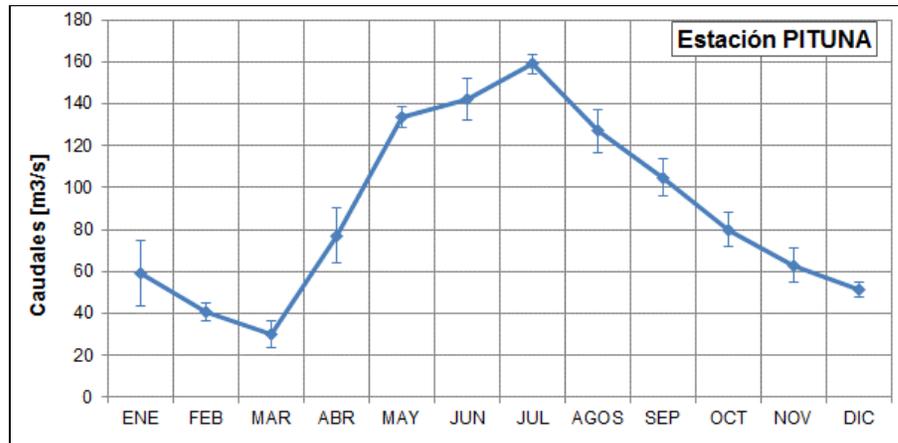


Figura 49. Ciclo anual de caudal medio diario de la estación PITUNA (corriente Cuduyari, Zona hidrográfica Vaupés).

- **Zona hidrográfica Amazonas directos**

Esta zona corresponde con los afluentes directos del río Amazonas en territorio colombiano, los cuales se localizan en el departamento del Amazonas, el área de esta zona hidrográfica es muy pequeña en comparación con las otras que conforman la macrocuena.

Las estaciones NAZARETH (Colombia) y TABATINGA (Brasil) se localizan sobre el río Amazonas, en la Figura 50 se presenta el ciclo anual de caudales medios de dichas estaciones. Se observa un claro régimen unimodal, pero a diferencia de la dinámica temporal de las otras zonas hidrográficas

analizadas, el pico de escorrentía se desarrolla antes, entre marzo y junio, esto se debe a que la dinámica hidroclimática en dicha zona y en el río Amazonas está influenciada por los eventos de lluvia - escorrentía que acontecen en la parte alta de la cuenca amazónica, es decir en Perú y Ecuador.

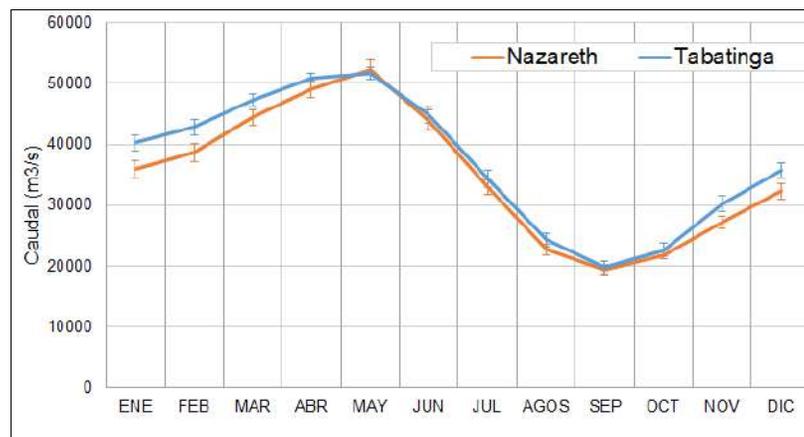


Figura 50. Ciclo anual de caudal medio diario en el río Amazonas a la altura de Leticia

1.6.3 ANÁLISIS DE LA VARIACIÓN DE LLUVIA EN LAS FASES DEL ENSO

Debido a la importancia del fenómeno ENSO en la hidrología de Colombia, se reconstruyen los ciclos anuales de precipitación para cada estación,



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co

clasificando los años hidrológicos (comprendidos entre junio del año 0 y mayo del año +1) de acuerdo a las tres fases del fenómeno ENSO: El Niño, La Niña y la fase normal, teniendo como indicador el índice macro climático ONI (Oceanic Niño Index); cuyo registro histórico puede ser consultado en <http://www.cpc.ncep.noaa.gov>. En la Tabla 30 se presenta el resumen de los periodos analizados para cada estación y el porcentaje de faltantes de promedios mensuales. La localización de las estaciones utilizadas para este análisis se presenta en la Figura 51, y en la Figura 52 se muestra la ventana temporal de análisis del fenómeno ENSO a partir del Índice ONI.

Tabla 30. Estaciones con registros de precipitación utilizadas para análisis ENSO.

Estación	Longitud de registro [años]	Inicio	Final	% Faltantes
MACAGUAL	11	2001	2011	4,8
PARQUE AMACAYACU	19	1993	2011	22,6
PTO TOLIMA	11	2001	2011	0,0
STA ISABEL	28	1984	2011	7,0
ENCANTO EL	25	1987	2011	6,1
BALSAYACO	11	2001	2011	0,0

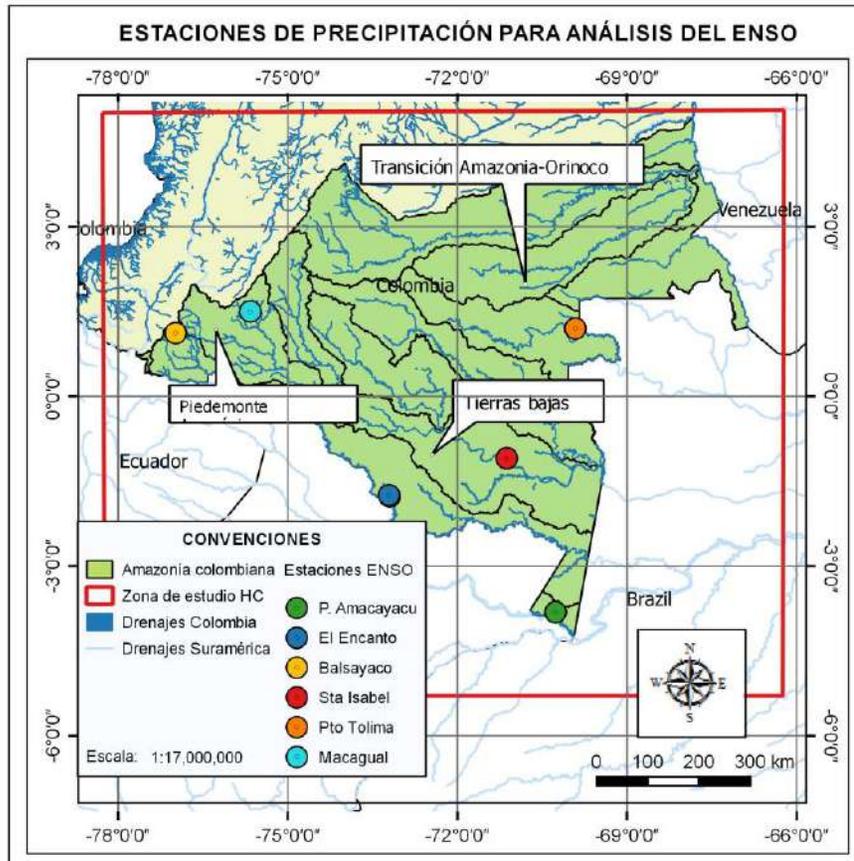
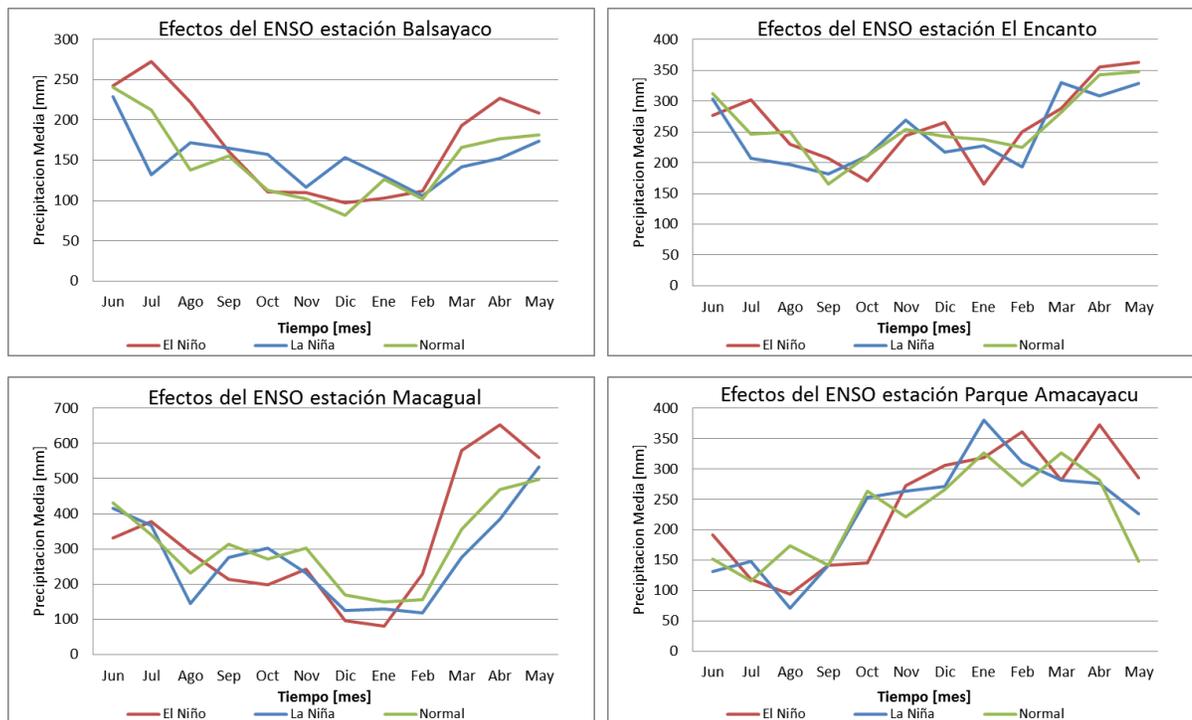


Figura 51. Localización de las estaciones utilizadas para el análisis de influencia del fenómeno ENSO.

Year	DJF	JFM	FMA	MAM	AMJ	MJJ	JJA	JAS	ASO	SON	OND	NDJ
1980	0.6	0.5	0.3	0.4	0.5	0.5	0.3	0.2	0	0.1	0.1	0
1981	-0.2	-0.4	-0.4	-0.3	-0.2	-0.3	-0.3	-0.3	-0.2	-0.1	-0.1	0
1982	0	0.1	0.2	0.5	0.6	0.7	0.8	1.0	1.5	1.9	2.1	2.1
1983	2.1	1.8	1.5	1.2	1.0	0.7	0.3	0	-0.3	-0.6	-0.8	-0.8
1984	-0.5	-0.3	-0.3	-0.4	-0.4	-0.4	-0.3	-0.2	-0.3	-0.6	-0.9	-1.1
1985	-0.9	-0.7	-0.7	-0.7	-0.7	-0.6	-0.4	-0.4	-0.4	-0.3	-0.2	-0.3
1986	-0.4	-0.4	-0.3	-0.2	-0.1	0	0.2	0.4	0.7	0.9	1.0	1.1
1987	1.1	1.2	1.1	1.0	0.9	1.1	1.4	1.6	1.6	1.4	1.2	1.1
1988	0.8	0.5	0.1	-0.3	-0.8	-1.2	-1.2	-1.1	-1.2	-1.4	-1.7	-1.8
1989	-1.6	-1.4	-1.1	-0.9	-0.6	-0.4	-0.3	-0.3	-0.3	-0.3	-0.2	-0.1
1990	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.4	0.3	0.4	0.4
1991	0.4	0.3	0.2	0.2	0.4	0.6	0.7	0.7	0.7	0.8	1.2	1.4
1992	1.6	1.5	1.4	1.2	1.0	0.8	0.5	0.2	0	-0.1	-0.1	0
1993	0.2	0.3	0.5	0.7	0.8	0.6	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1
1994	0.1	0.1	0.2	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.6	0.9	1.0
1995	0.9	0.7	0.5	0.3	0.2	0	-0.2	-0.5	-0.7	-0.9	-1.0	-0.9
1996	-0.9	-0.7	-0.6	-0.4	-0.2	-0.2	-0.2	-0.3	-0.3	-0.4	-0.4	-0.5
1997	-0.5	-0.4	-0.2	0.1	0.6	1.0	1.4	1.7	2.0	2.2	2.3	2.3
1998	2.1	1.8	1.4	1.0	0.5	-0.1	-0.7	-1.0	-1.2	-1.2	-1.3	-1.4
1999	-1.4	-1.2	-1.0	-0.9	-0.9	-1.0	-1.0	-1.0	-1.1	-1.2	-1.4	-1.6
2000	-1.6	-1.4	-1.1	-0.9	-0.7	-0.7	-0.6	-0.5	-0.6	-0.7	-0.8	-0.8
2001	-0.7	-0.6	-0.5	-0.3	-0.2	-0.1	0	-0.1	-0.1	-0.2	-0.3	-0.3
2002	-0.2	-0.1	0.1	0.2	0.4	0.7	0.8	0.9	1.0	1.2	1.3	1.1
2003	0.9	0.6	0.4	0	-0.2	-0.1	0.1	0.2	0.3	0.4	0.4	0.4
2004	0.3	0.2	0.1	0.1	0.2	0.3	0.5	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
2005	0.6	0.6	0.5	0.5	0.4	0.2	0.1	0	0	-0.1	-0.4	-0.7
2006	-0.7	-0.6	-0.4	-0.2	0.0	0.1	0.2	0.3	0.5	0.8	0.9	1.0
2007	0.7	0.3	0	-0.1	-0.2	-0.2	-0.3	-0.6	-0.8	-1.1	-1.2	-1.3
2008	-1.4	-1.3	-1.1	-0.9	-0.7	-0.5	-0.3	-0.2	-0.2	-0.3	-0.5	-0.7
2009	-0.8	-0.7	-0.4	-0.1	0.2	0.4	0.5	0.6	0.7	1.0	1.2	1.3
2010	1.3	1.1	0.8	0.5	0	-0.4	-0.8	-1.1	-1.3	-1.4	-1.3	-1.4
2011	-1.3	-1.1	-0.8	-0.6	-0.3	-0.2	-0.3	-0.5	-0.7	-0.9	-0.9	-0.8
2012	-0.7	-0.6	-0.5	-0.4	-0.3	-0.1	0.1	0.3	0.4	0.4	0.2	-0.2
2013	-0.4	-0.5	-0.3	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.3
2014	-0.5	-0.6	-0.4	-0.2	0	0	0	0	0.2	0.4	0.6	0.6
2015	0.5	0.4	0.5	0.7	0.9	1.0	1.2	1.5	1.8	2.1	2.2	2.3
2016	2.2	2.0										

Figura 52. Ventana temporal de ocurrencia del fenómeno ENSO a partir del índice ONI (rojo: fase El Niño, azul: fase La Niña, negro: fase Normal).
<http://www.cpc.ncep.noaa.gov>.

Los ciclos obtenidos se muestran en la Figura 53. Dado que la finalidad es determinar los efectos del fenómeno macroclimático ENSO sobre el régimen de precipitaciones en la zona, el análisis de estos ciclos se hace estimando la variación porcentual mes a mes de los valores promedio en fase El Niño y La Niña con respecto al promedio de los meses en que se presentaba la fase normal, como se muestra en la Figura 54.



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana



Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co

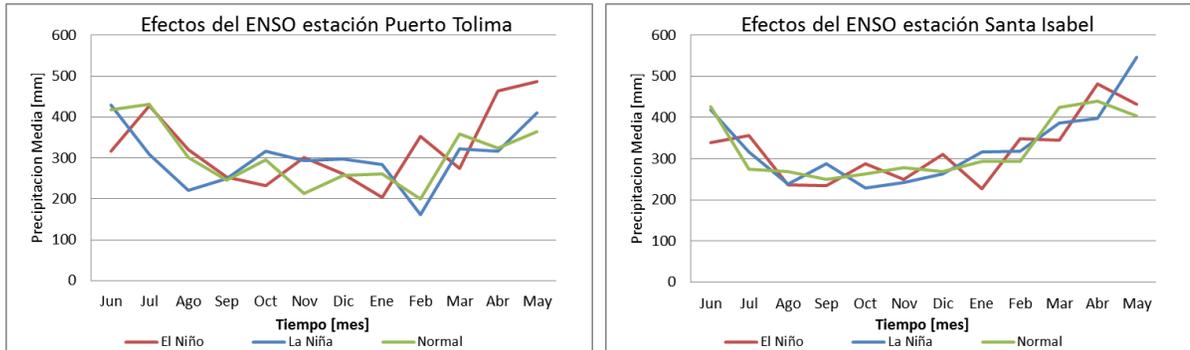
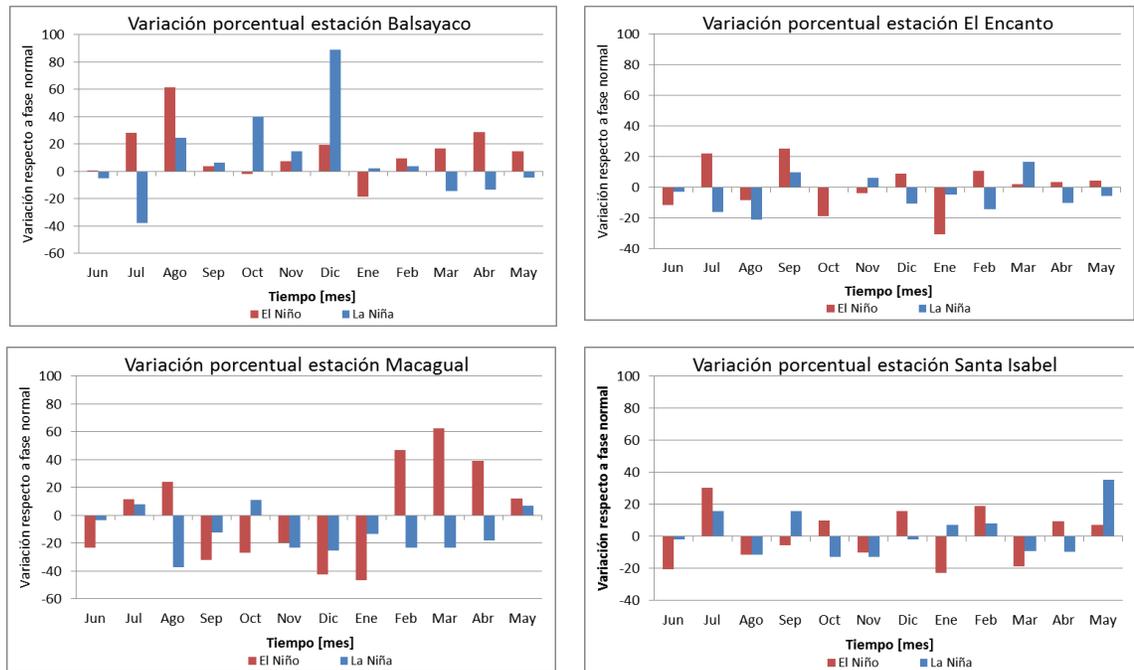


Figura 53. Efectos del ENSO sobre los registros de precipitación.



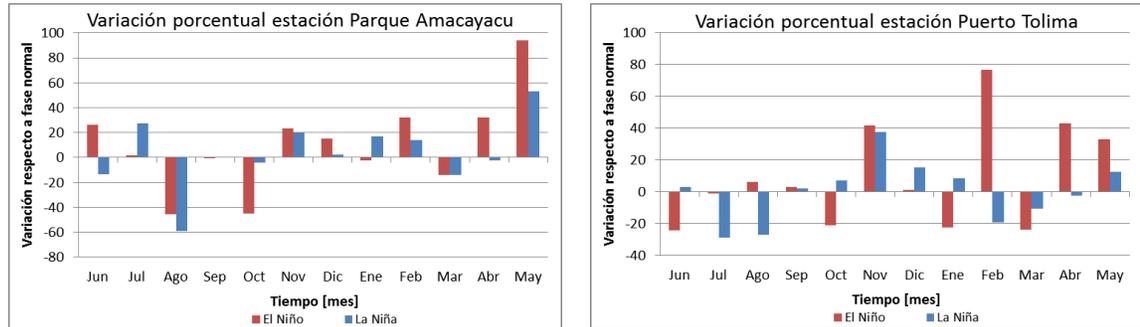


Figura 54. Porcentaje de variación de la precipitación con respecto a la fase normal de las épocas El Niño y La Niña del fenómeno ENSO).

De los resultados obtenidos no es posible realizar conclusiones contundentes, se observan variaciones poco consistentes a lo largo de todo el ciclo, esto se debe a que la longitud de registros para el análisis es demasiado corta. Por lo cual no es posible realizar una estadística sólida que permita determinar la influencia del ENSO en los eventos de precipitación en la zona.

1.6.4 DIAGNÓSTICO HIDROCLIMATOLÓGICO ACTUAL

Dentro del proyecto “Estructuración de Lineamientos Estratégicos para la Gestión Integral del Agua y Para Gestionar Acuerdos con Actores Clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena del Amazonas”, se deben ejecutar los análisis del clima amazónico actual y futuro, generando escenarios de



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGI RH) -SINCHI



precipitación y oferta hídrica de las diferentes cuencas de la Amazonía colombiana para las décadas del 2010 al 2050.

En este aparte se muestran los resultados del análisis de distribución temporal y espacial de las principales variables hidroclimatológicas en la macrocuena amazónica colombiana, así como la metodología implementada para la obtención de las condiciones futuras de clima (precipitación, temperatura media, evaporación y escorrentía) y deforestación bajo diferentes escenarios posibles para las décadas 2020, 2030, 2040 y 2050 y sus respectivos resultados.

Para esta etapa del proyecto y para el análisis de la hidroclimatología promedio histórica en la región amazónica colombiana, se ha actualizado la base de datos de estaciones hidroclimatológicas. La actualización efectuada consistió en la inclusión de nuevas estaciones de forma tal que se densificara la información en la zona de estudio y la actualización al año presente (2016) de las estaciones anteriormente disponibles.

Con el objetivo de tener la mayor representatividad espacial y temporal de las variables a analizar, principalmente de la temperatura y precipitación, se realizó la actualización de información de las estaciones tanto en el área de Colombia, a través del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios ambientales – IDEAM, como en las zonas frontera de Brasil y Perú, a través

Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana



Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co

de la Agencia Nacional de Aguas – ANA y el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología – SENAMHI respectivamente. Vale la pena aclarar que estas dos últimas entidades disponen de manera libre los datos hidrometeorológicos a través de sus geoportales en la web.

La base de datos de series hidroclimáticas que se adjunta a este informe constituye una importante herramienta para análisis futuros y monitoreo de las condiciones climáticas en la cuenca amazónica colombiana, puede y debe ser actualizada periódicamente.

En la Tabla 31 se resume la cantidad de estaciones por fuente que constituyen la red de monitoreo hidroclimática actualizada para la Amazonia colombiana, considerando condiciones de frontera y solo aquellas estaciones dentro del polígono de estudio hidrometeorológico preliminar.

Tabla 31. Estaciones hidrometeorológicas disponibles en la zona de estudio.

POR FUENTE		POR TIPO	
Fuente	# Estaciones	Tipo	# Estaciones
IDEAM (Colombia)	123	Climatológicas	32
SENAMHI (Perú)	24	Limnimétricas y Limnigráficas	42
ANA (Brasil)	80	Pluviométricas y Pluviográficas	153

En la Tabla 32 se presenta el resumen de la cantidad de registros obtenidos por cada variable hidroclimática para la Amazonia colombiana.



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax
(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co

Tabla 32. Cantidad de registros obtenidos por variables hidroclimatológicas en la zona de estudio.

VARIABLE	RESOLUCIÓN TEMPORAL	# REGISTROS
Precipitación total	Diaria	173
Caudal medio	Diaria	82
Nivel medio	Diaria	32
Caudal máximo	Mensual	4
Caudal Mínimo	Mensual	4
Humedad relativa	Diaria	6
Humedad relativa	Mensual	20
Temperatura media	Diaria	17
Temperatura media	Mensual	4
Temperatura máxima	Diaria	1
Temperatura máxima	Mensual	4
Temperatura mínima	Diaria	1
Temperatura mínima	Mensual	5
Evaporación	Diaria	4
Evaporación	Mensual	3

Cabe mencionar que la gestión de actualización de registros se hizo para la gran mayoría de estaciones (excluyendo limnimétricas y limnigráficas fuera de Colombia) sin embargo no todas datan hasta 2015 o 2016 ya que algunas salieron de operación, suspendieron mediciones temporalmente o no se obtuvo respuesta en el trámite de solicitud de información (caso de algunas estaciones del IDEAM).

Los registros actualizados de las estaciones constituyen la herramienta base para la elaboración del diagnóstico hidroclimatológico actual de la macrocuena amazónica colombiana.



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuenca Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGI RH) -SINCHI



METODOLOGÍA

- ***Distribución temporal de variables hidroclimatológicas***

Las principales variables analizadas fueron: precipitación total, temperatura media y evaporación total. El análisis se realizó para algunas estaciones en la zona de estudio, seleccionando las más representativas a nivel de distribución espacial y calidad de registro.

El análisis que se presenta es del ciclo anual de cada variable mencionada, dicho ciclo representa la distribución mensual promedio de la variable, considerando así su estacionalidad anual. }

- ***Distribución espacial de variables hidroclimatológicas***

En este apartado se describe la metodología aplicada para la obtención de los campos climáticos de la precipitación, temperatura y evapotranspiración real dentro de la macrocuenca de la Amazonía colombiana, así como los resultados obtenidos para cada variable.



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuenca Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGI RH) -SINCHI



Campo de temperatura

Para conocer la variabilidad espacial de la temperatura se recurrió a la estimación indirecta mediante la ecuación propuesta por Cenicafé (Chávez y Jaramillo, 1998). En esta metodología se regionalizó esta variable a partir de registros de temperatura media mensual en superficie para diferentes regiones geográficas en el país. La ecuación utilizada pertenece a la región oriental, que comprende la Orinoquía y la Amazonia, la cual se enuncia a continuación.

$$T_{media} = 27,37 - 0,0057 H$$

Donde, T_{media} es la temperatura media anual en (°C) y H es la altura sobre el nivel medio del mar en (m). La configuración topográfica de la zona de estudio se define a partir del Modelo de Elevación Digital (MED) que se obtiene de la información satelital de la misión SRTM-2 (Shuttle Radar Topography Mission), que posee resolución de pixel de 30,6 m (CGIAR-CSI, 2004).

Campo de precipitación

La precipitación hace parte del sistema de las aguas atmosféricas, incluye la lluvia, la nieve y todo proceso en el que el agua cae a la superficie terrestre. La precipitación constituye la entrada principal de un sistema

Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana



Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuenca Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGI RH) -SINCHI



hidrológico, y es la variable fundamental que controla la hidrología en una región (Chow, 1993), (Poveda, 2012).

El entendimiento de la variabilidad espacial de la precipitación dentro de la zona de estudio, debe estar enmarcado en un contexto coherente con la hidrología regional, teniendo en cuenta los fenómenos climáticos y los patrones de circulación atmosférica que influyen en esta distribución espacial, es por esto que el mapa de precipitación se construye a escala regional, considerando el máximo de registros disponibles a esta escala. Dado el déficit importante de información de lluvia en la zona norte de la macrocuenca amazónica, se ha considerado la información de precipitación obtenida del estudio realizado por Hurtado, 2009, donde se compiló series diarias de lluvia de todo Colombia y las zonas limítrofes para la construcción de un mapa de precipitación de todo el país, se seleccionó un total de 182 estaciones de dicho estudio (Hurtado, 2009), cuyos valores de precipitación media anual se acoplaron con los obtenidos de las 74 estaciones consolidadas en el actual proyecto (Sinchi, 2016).

En total para la obtención del mapa de precipitación se utilizaron 256 estaciones cuya distribución espacial se muestra en la Figura 55.



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co

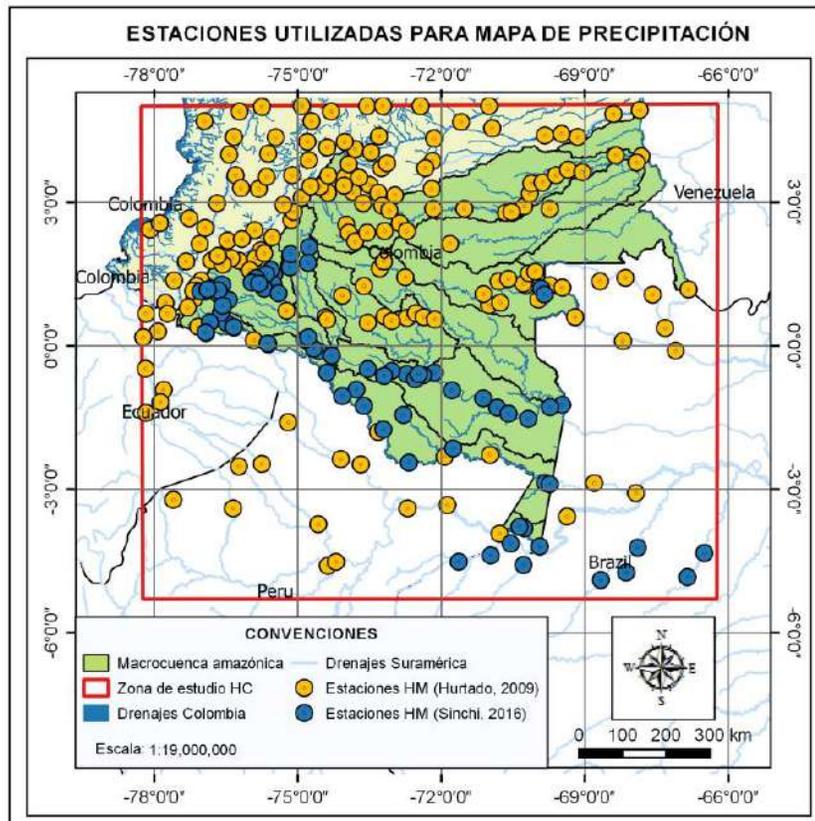


Figura 55. Localización de los registros de precipitación utilizados para la generación del mapa de precipitación de la Amazonía colombiana.

Para los registros consolidados (SINCHI, 2016) se utilizó un periodo común de análisis, correspondiente a 11 años, entre 2001 y 2011; dado que esta fue la longitud máxima de registro que se encontró en la información hidrometeorológica obtenida de Meteocolombia S.A.S & SINCHI, 2013.



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuenca Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGI RH) -SINCHI



Mientras que para los registros de Hurtado, 2009 se utilizó la lluvia promedio multinaual, dado que dichas estaciones consideran periodos amplios de análisis (mayores a 10 años).

Se implementó la metodología de interpolación por Kriging con deriva externa, tal como fue definida por Álvarez, 2007 y programada en HidroSIG Java. Esta metodología permite la ejecución de un análisis estadístico espacial detallado, El método de interpolación se basa en el uso de un variograma omni o bi - direccional generado a partir del análisis estructural de la información puntual de precipitación media anual de las estaciones y un mapa de deriva para definir la tendencia de la variable a interpolar. La metodología considera el uso de un variograma experimental que depende de la distribución espacial de las estaciones de precipitación, del análisis de sensibilidad de la distancia de muestreo (lag), y finalmente del ajuste del variograma experimental a un variograma teórico siguiendo un modelo de ajuste tipo efecto pepita más esférico.



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax (8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuenca Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGI RH) -SINCHI



Campo de evapotranspiración

La evapotranspiración es uno de los componentes más importantes del balance hídrico, y se define como la suma de la evaporación física de agua desde la superficie y la transpiración de las plantas y los seres vivos. El balance de masas representa la cantidad de agua saliente del volumen de control hacia la atmósfera en forma de vapor de agua.

La dinámica de la evapotranspiración está condicionada por tres factores fundamentales: disponibilidad de agua, disponibilidad de energía para el cambio de estado del agua y condiciones atmosféricas propicias para el almacenamiento y transporte de vapor de agua. La disponibilidad de agua en una zona es determinada por la precipitación dado que a largo plazo ésta es la responsable del suministro de agua a los acuíferos por infiltración manteniendo el flujo base de las corrientes. El suministro de agua en la zona vadosa va directamente a las plantas, y junto con el agua interceptada por las mismas conforma el volumen disponible para la evapotranspiración.

Una de las formulaciones más utilizadas para la estimación de la evapotranspiración es la dada por Turc, que está basada en un balance de masas, en función de elementos meteorológicos simples como la temperatura y la precipitación de la cuenca.



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co

$$\begin{aligned} \text{Si } P/L > 0,316 & \quad ETR = \frac{P}{\sqrt{0,9 + \frac{P^2}{L^2}}} \\ \text{Si } P/L < 0,316 & \quad ETR = P \end{aligned}$$

Donde, ETR es la evapotranspiración real (mm/año), P es la precipitación media en la cuenca (mm/año), T la temperatura promedio anual en °C y L es un parámetro heliotérmico en función de la temperatura y se expresa como se muestra en la ecuación.

$$L = 300 + 25T + 0,05T^3$$

Finalmente la evapotranspiración real se obtiene al aplicar las ecuaciones definidas anteriormente, considerando como entradas los campos de temperatura y precipitación utilizando herramientas de algebra de mapas (operaciones raster).

Campo de escorrentía

Una vez el agua se precipita, una pequeña porción de ella es interceptada por el follaje de la vegetación, el remanente entra en contacto con la superficie y toma dos caminos posibles: se infiltra a través de los poros del suelo o se escurre formando un flujo en láminas y se direcciona de acuerdo



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuenca Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGI RH) -SINCHI



a las condiciones del terreno, hasta llegar a verter en un canal cercano, al segundo evento se le denomina escorrentía superficial (Chow, 1993).

Para la estimación de la escorrentía superficial total en el área de estudio se utilizó la metodología del balance hidrológico de largo plazo. Esta metodología aplica las ecuaciones de conservación de masa de agua en un sistema o volumen de control (Poveda et al, 2007). En este caso, el volumen de control considerado está conformado por las columnas atmosféricas y de suelo, donde la frontera horizontal está definida por la divisoria de la macrocuenca; el borde inferior de la columna de suelo es un estrato impermeable y el borde superior de la columna atmosférica es su tapa.

En la Figura 56 se presenta un esquema del volumen de control donde se indican las variables del sistema. Las variables P, E, F y R tienen dimensiones de longitud por unidad de tiempo, o caudal por unidad de área; mientras que W y S tienen dimensiones de longitud, o sea, volumen por unidad de área.



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co

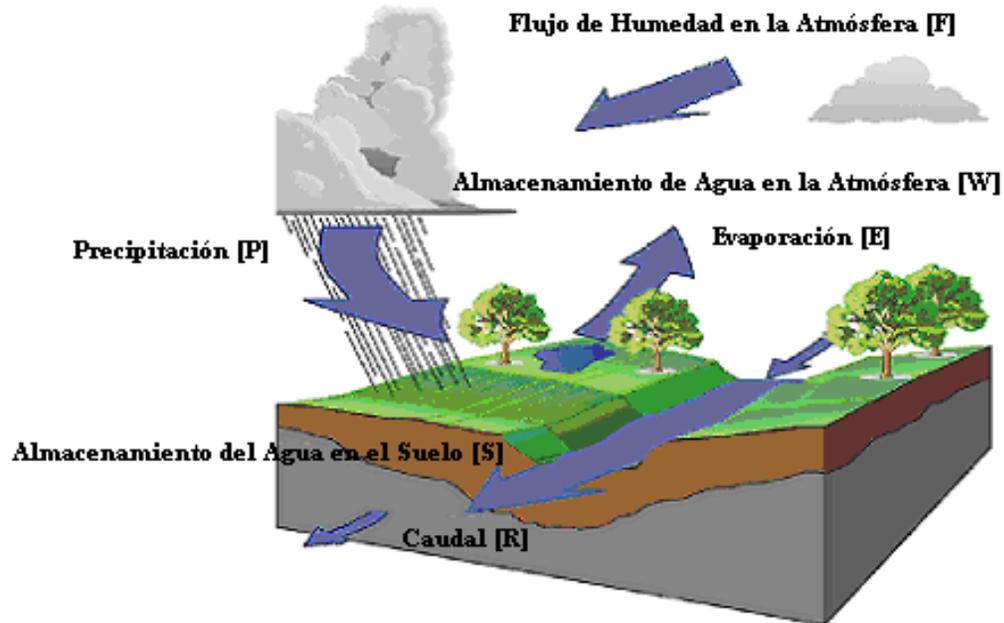


Figura 56. Esquema del balance hidrológico sobre una cuenca.

El balance de agua para la columna atmosférica está dado por siguiente ecuación

$$\frac{dS(t)}{dt} = P(t) - E(t) - R(t)$$

Donde $S(t)$ es el almacenamiento de agua en el suelo; $P(t)$ y $E(t)$ la precipitación y evapotranspiración promedio en la cuenca y $R(t)$ la escorrentía superficial en la cuenca.

Integrando la ecuación anterior a largo plazo para un tiempo T , se obtiene:

$$\frac{1}{T}[S(T) - S(0)] = \frac{1}{T} \int_0^T [P(t) - E(t) - R(t)] dt = \bar{P} - \bar{E} - \bar{R}$$

$$\bar{R} = \bar{P} - \bar{E}$$

Donde \bar{P} , \bar{E} y \bar{R} representan los valores medio a largo plazo para la precipitación, evapotranspiración y escorrentía respectivamente para la macrocuena. Considerando que a largo plazo, la aproximación de la ecuación es:

$$\frac{1}{T}[S(T) - S(0)] = 0$$

Una suposición adicional que se puede hacer es identificar a R con el promedio de escorrentía superficial, la cual es justificada por la imposibilidad de observar, medir o estimar la componente subterránea. En algunas zonas, esta suposición puede llevar a errores importantes.

Finalmente, del balance hídrico se concluye que en el largo plazo la escorrentía superficial total es equivalente al remanente de la precipitación cuando se ha descontado la evapotranspiración real en el volumen de control considerado.



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuenca Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGI RH) -SINCHI



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

• Campo de precipitación

Se elaboró el mapa de precipitación media anual (mm/año) para la región amazónica colombiana, a partir de la aplicación del método de interpolación de Kriging con deriva externa (Álvarez, 2007). Para este diagnóstico se considera la precipitación media anual de 95 estaciones del estudio de Hurtado (Hurtado, 2009) y de 128 estaciones de la base de datos hidroclimatológicos actualizada del presente proyecto, para un total de 223 estaciones consideradas, vale recalcar el incremento considerable en registros actualizados que se alcanzó en esta etapa, incrementándose en un 73% respecto al número de registros del diagnóstico preliminar. La deriva externa (campo de forzamiento tendencial) es la misma que se utilizó en el diagnóstico preliminar: mapa de precipitación de Colombia de Álvarez, 2007 a resolución de pixel original de 1,9 km y remuestreado por el método bilineal a 200 m.

El semivariograma experimental de los datos de precipitación y el ajuste teórico del variograma considerado para la interpolación del campo se presentan en las Figura 57 y Figura 58 respectivamente. En la Figura 59 se presenta la distribución espacial de los registros de precipitación considerados para la elaboración del campo.



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co

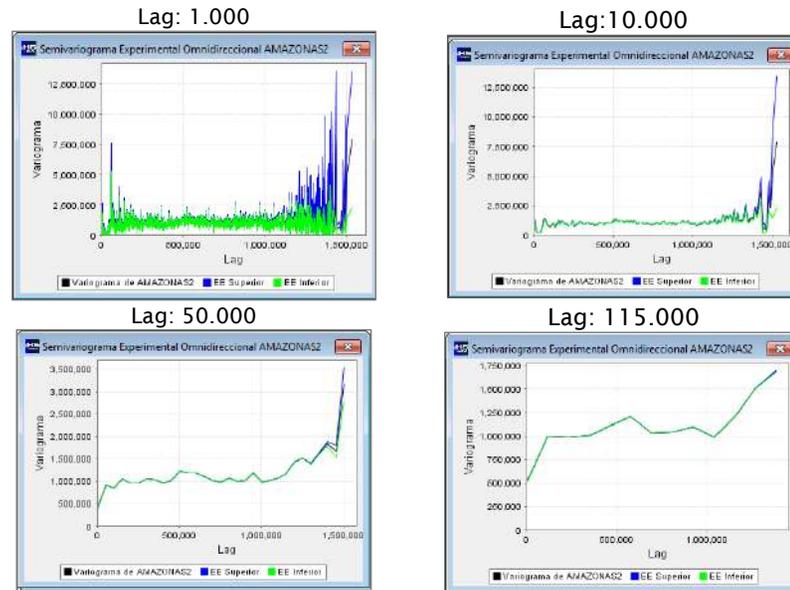


Figura 57. Variograma omnidireccional experimental de los datos de precipitación en la macrocuena amazónica colombiana.

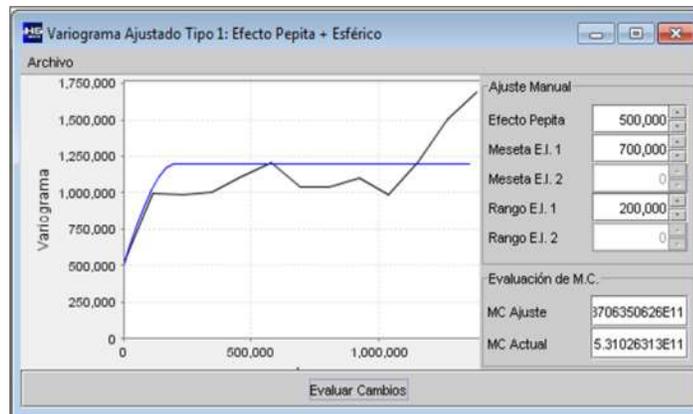


Figura 58. Variograma teórico ajustado - Precipitación (efecto pepita + esférico).

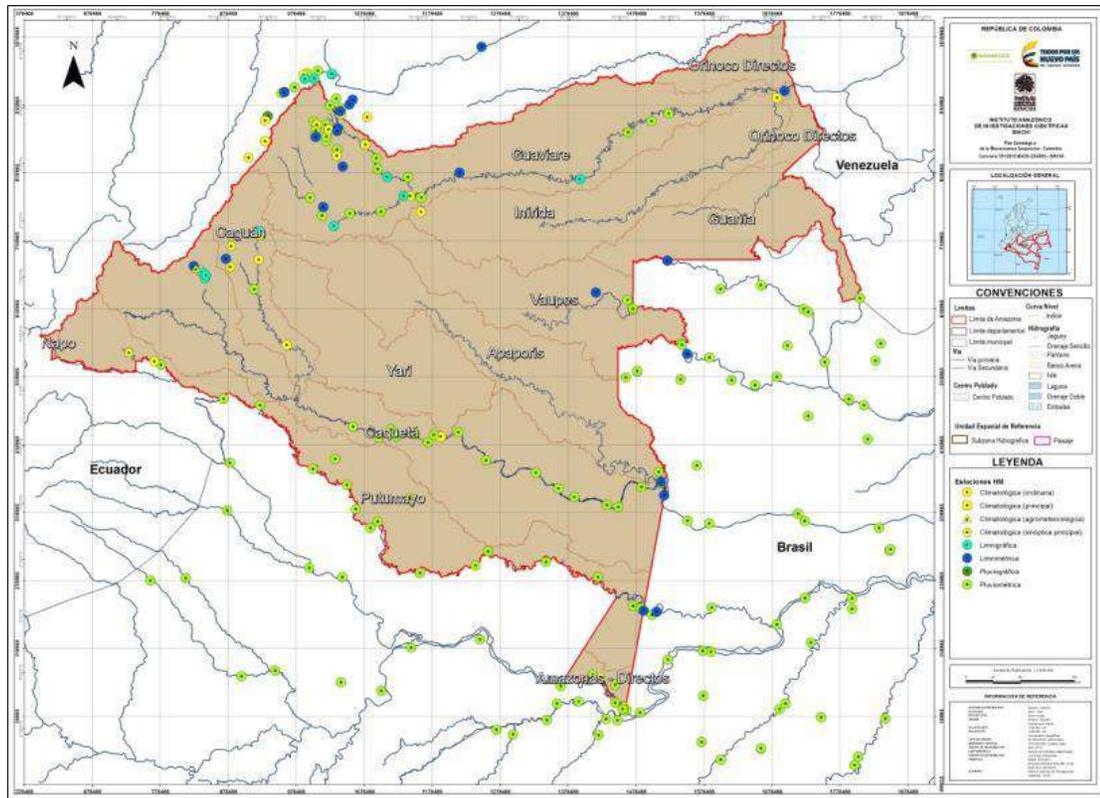


Figura 59. Distribución de estaciones de precipitación usadas para la obtención del campo de lluvia.

- **Campo de temperatura**

Se elaboró el mapa de temperatura media anual (°C) para la región amazónica colombiana, a partir de la aplicación del método de interpolación de Kriging con deriva externa (Álvarez, 2007). Para este diagnóstico se



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co

considera la temperatura media anual de 26 estaciones de la base de datos hidroclimatológicos actualizada del presente proyecto. La deriva externa (campo de forzamiento tendencial) utilizada corresponde al mapa de temperatura estimado en el diagnóstico preliminar por el método de Cenicafé a resolución original de pixel de 30 m y remuestreado por el método bilineal a 200 m.

Dado el bajo número de registros de temperatura en la zona y que su distribución se presenta principalmente en la región de piedemonte y andina – amazónica, el ajuste del semivariograma teórico se considera lineal y no se alcanza a desarrollar un efecto pepita. En la se presenta la distribución espacial de los registros de temperatura considerados para la estimación del campo.

- ***Campo de evapotranspiración***

Se estimó a partir del campo de precipitación y temperatura aplicando el método de Turc como se explicó anteriormente.

- ***Campo de escorrentía***

Se estimó a partir del campo de precipitación y evapotranspiración aplicando balance hídrico a largo plazo como se explicó anteriormente.

Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana



Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



De manera práctica a continuación se presenta en conjunto el análisis de distribución espacial y temporal de cada variable hidroclimatológica considerada:

- ***Precipitación total***

Se escogieron diez (10) estaciones con registro de precipitación diaria distribuidas en la zona de estudio con registro anual confiable (superior a 10 años), el ciclo anual de precipitación para dichas estaciones se presenta en la Figura 60, así como su respectiva localización.

Se puede apreciar diferencias marcadas en la estacionalidad de la lluvia en la macrocuena amazónica, pese a que todas las estaciones registran un régimen unimodal de lluvias, aquellas que se acercan a la zona de transición andino – amazónica exhiben la tendencia a un segundo pico de lluvias alrededor de octubre – noviembre (precedido del pico de mayo), comportamiento típico del régimen pluviométrico de la zona andina.

El régimen pluviométrico de la zona suroriental de la macrocuena presenta un periodo típicamente seco entre los meses de junio y septiembre y un periodo típicamente húmedo entre noviembre y abril, los meses de mayo y octubre se presentan como periodos de transición.



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGI RH) -SINCHI



Mientras la zona norte de la macrocuena presenta un periodo típicamente seco entre octubre y febrero (contrario al suroriente) y un periodo típicamente húmedo entre abril y septiembre (con un pequeño valle en julio –agosto para el noroccidente).

En la Figura 61 se presenta el detalle de los ciclos anuales de las estaciones 48015010 (Aeropuerto Vásquez Cobo) en Leticia, suroriente de la macrocuena amazónica y 32060020 (Mesa de Yamanes) en el Meta, noroccidente la macrocuena, donde se puede apreciar claramente la inversión en la estacionalidad de la lluvia, así mientras en diciembre –enero en el noroccidente de la macrocuena y en general en la zona andina de Colombia se registran las menores lluvias del año, en el suroriente se registran altos niveles de precipitación.

El efecto de inversión del ciclo de precipitaciones en los dos extremos mencionados se debe a la posición latitudinal de las respectivas regiones y al desplazamiento latitudinal de la Zona de Convergencia Intertropical – ZCIT alrededor de la zona ecuatorial siguiendo la posición del sol (SHI & OTCA, 2015).



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co

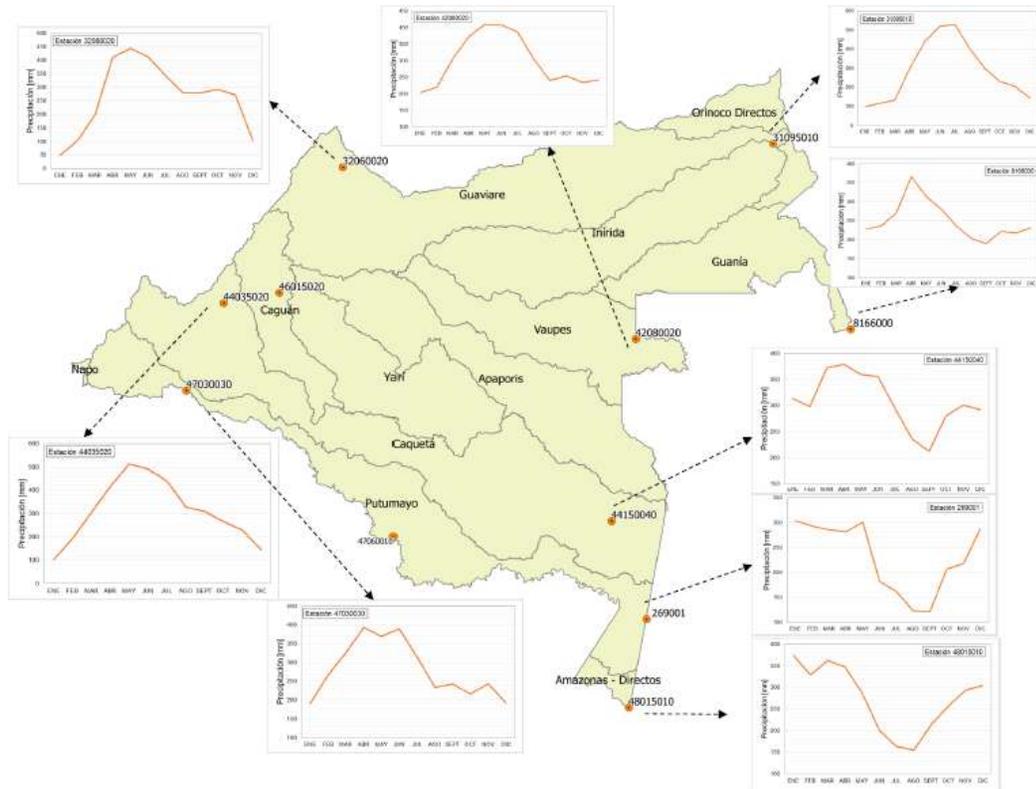


Figura 60. Ciclo anual de precipitaciones en diferentes subzonas de la macrocuenca amazónica colombiana.

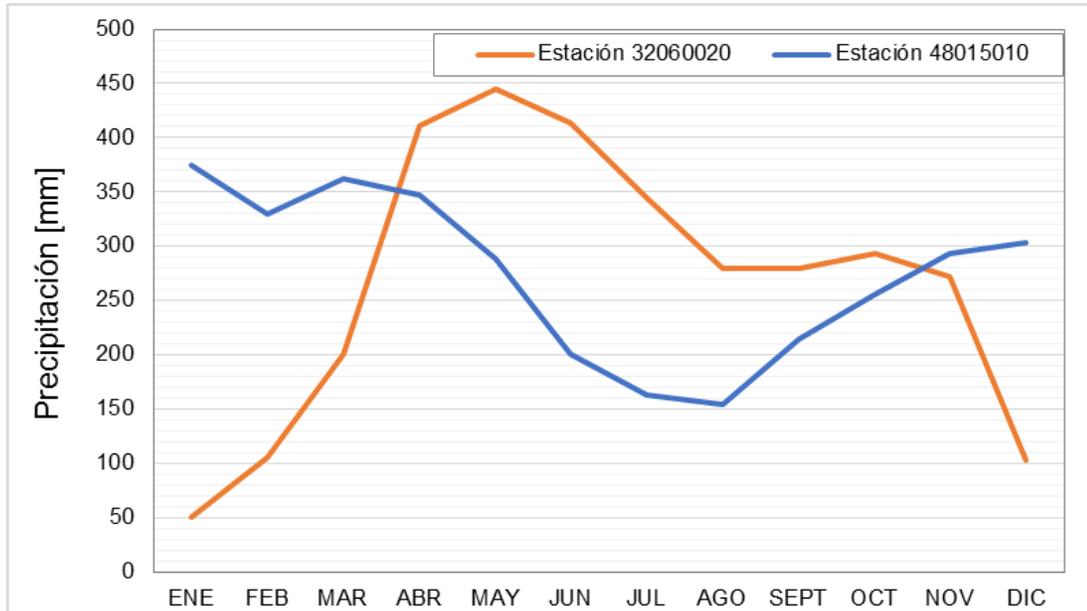


Figura 61. Detalle a ciclos anuales que reflejan la variación de la estacionalidad de la lluvia en la macrocuenca amazónica colombiana.

En la Figura 62 se presenta el campo de precipitación total media anual estimado para la macrocuenca amazónica colombiana. Respecto a la distribución espacial de la lluvia, también se observan zonas de mayor y menor pluviosidad, siendo la zona de piedemonte amazónico la que presenta los niveles más altos, entre 5.500 y 6700 mm/año, esto dado el efecto de lluvia orográfica. Por el mismo efecto, la zona de menores lluvias (800 a 1.000 mm/año) corresponde con las áreas andino - amazónicas localizadas en el extremo occidental de la macrocuenca. En la zona de



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuenca Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGI RH) -SINCHI



transición piedemonte amazónico a paisaje andino se presenta la mayor variabilidad de la lluvia y en áreas reducidas en comparación con toda la macrocuenca, pudiéndose afirmar que el gradiente pluviométrico en dicha zona es elevado.

En general el comportamiento espacial de la lluvia es similar al presentado en el mapa de precipitación del diagnóstico preliminar, aunque en términos absolutos el mapa actualizado de la Figura 62, exhibe zonas de mayores precipitaciones, donde se distingue claramente la zona centro - oriente de la macrocuenca como la de mayor precipitación después de la zona de transición del piedemonte amazónico. La lluvia promedio multianual en toda la macrocuenca amazónica colombiana es del orden de 3284 mm/año, mostrando así el predominio de las altas precipitaciones en la región.



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co

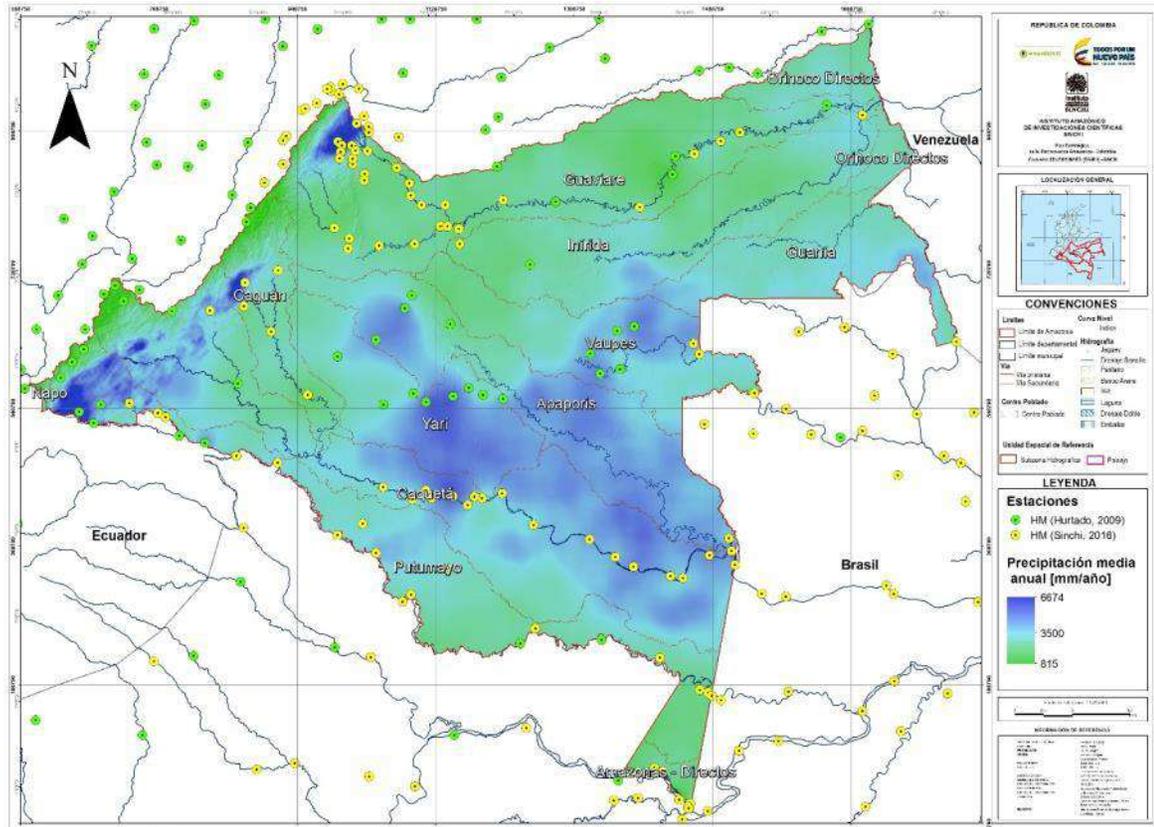


Figura 62. Distribución espacial de la precipitación total anual en la macrocuena amazónica colombiana – promedio multianual histórico.

• *Temperatura media*

Se escogieron cinco (5) estaciones con registro de temperatura media diaria distribuidas en la zona de estudio con registro anual confiable (superior a

10 años), el ciclo anual de la temperatura media para dichas estaciones se presenta en la Figura 63, así como su respectiva localización.

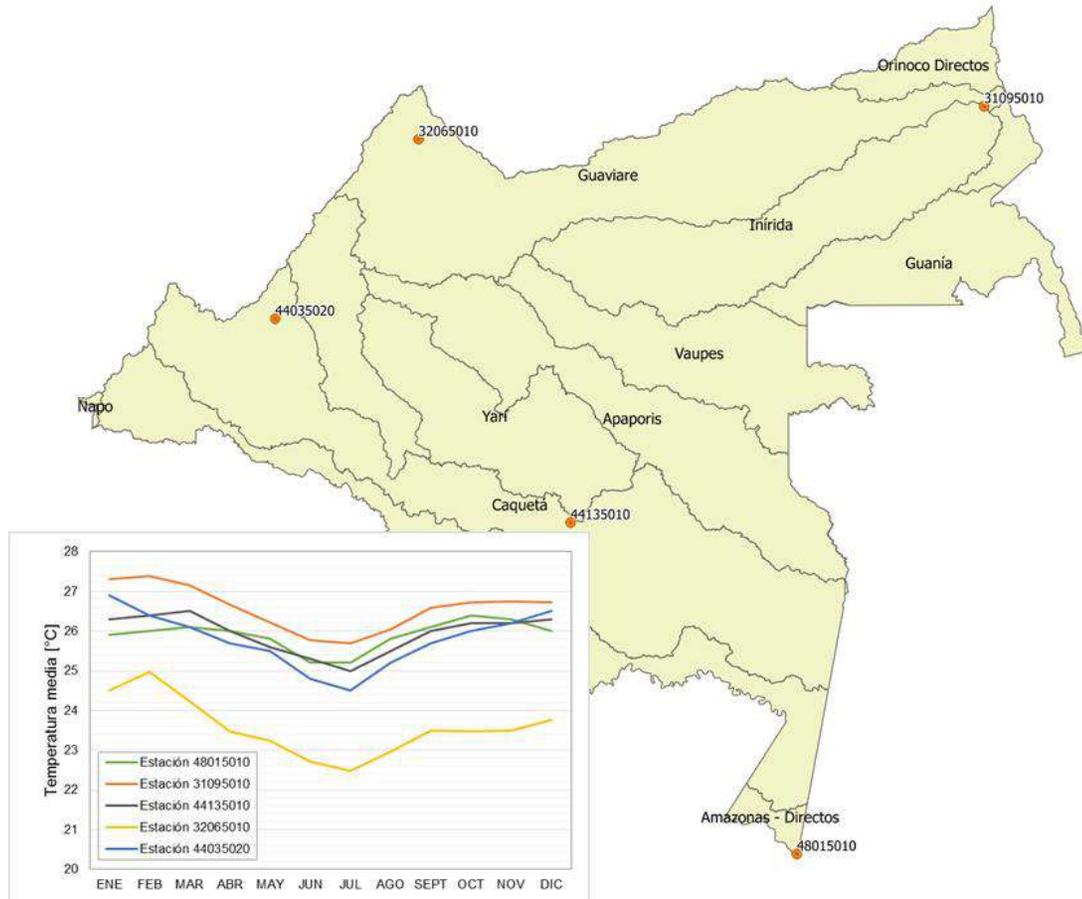


Figura 63. Ciclo anual de temperatura media en diferentes subzonas de la macrocuenca amazónica colombiana.



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuenca Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGI RH) -SINCHI



Se observa un régimen de distribución mensual muy homogéneo entre estaciones, donde las variaciones mensuales máximas se encuentran entre 2 y 3° C, las mayores temperaturas se registran entre octubre y abril, mientras que las menores entre junio y agosto, los meses de mayo y agosto se presentan como periodos de transición.

El ciclo anual que reproduce las menores temperaturas es el correspondiente a la estación 32065010 (Lejanías) en el Meta, que se localiza en la zona noroccidental de la macrocuenca, muy próximo a la zona andina, donde las temperaturas disminuyen como se observa en el mapa de temperatura (Figura 64), mientras que el ciclo de mayores temperaturas corresponde con la estación 31095010 (Puerto Inírida) en la vertiente del Orinoco, en el extremo nororiental de la macrocuenca amazónica colombiana.

En la Figura 64 se presenta el mapa de temperatura obtenido a partir de interpolación de kriging con deriva externa, se observa que la temperatura se distribuye espacialmente siguiendo la configuración del relieve, presentando zonas muy homogéneas de planicies y tierras bajas donde la temperatura media oscila entre 25 y 27.4 °C, mientras que la zona andino – amazónica presenta las temperaturas más bajas asociados a su relieve de alta montaña, oscilando entre 7 y 13 °C, y en las zonas más elevadas temperaturas menores de 7 °C. En general el comportamiento evidenciado

Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana



Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co

es similar al del mapa de temperatura del diagnóstico preliminar, esto dado que es el relieve el principal factor que define esta variable.

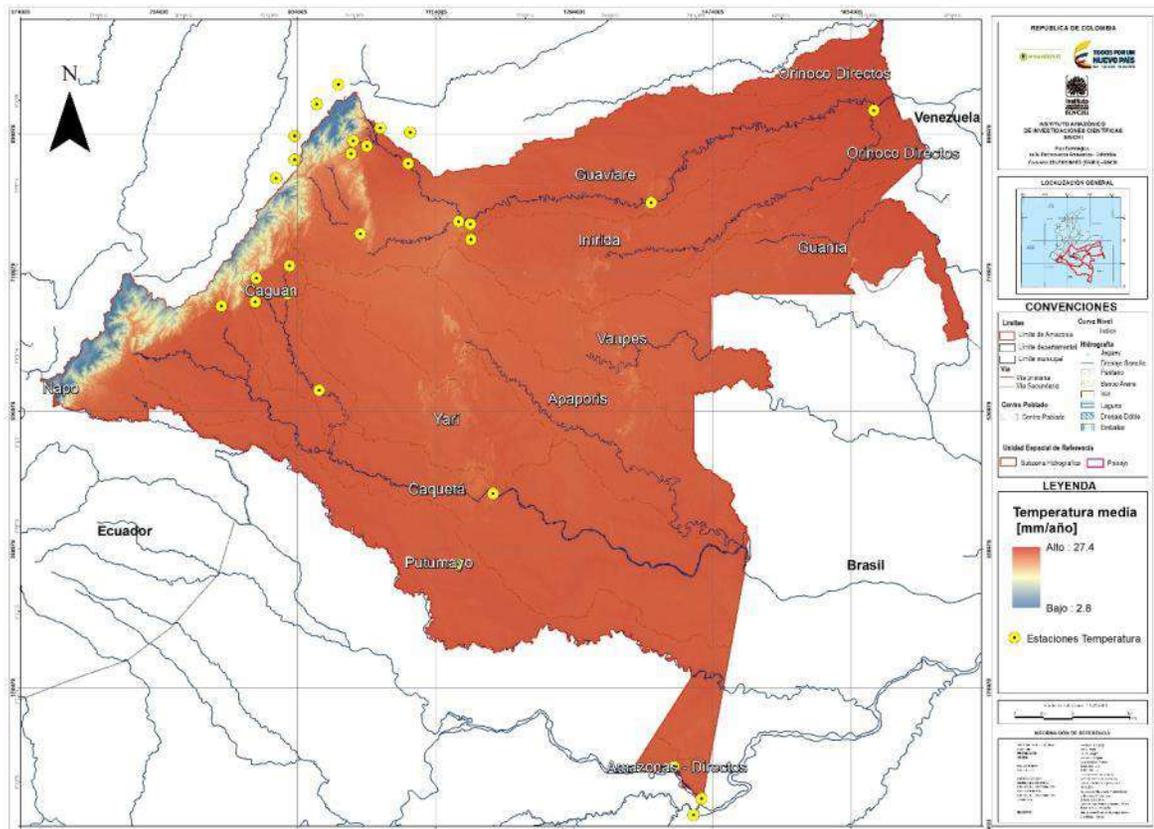


Figura 64. Distribución espacial de la temperatura media anual en la macrocuena amazónica colombiana – promedio multianual histórico.

- **Evaporación y evapotranspiración real**

Se escogieron tres (3) estaciones climatológicas en la zona de estudio con registro de evaporación diaria representativo, los ciclos anuales de evaporación de dichas estaciones se presenta en la Figura 65.

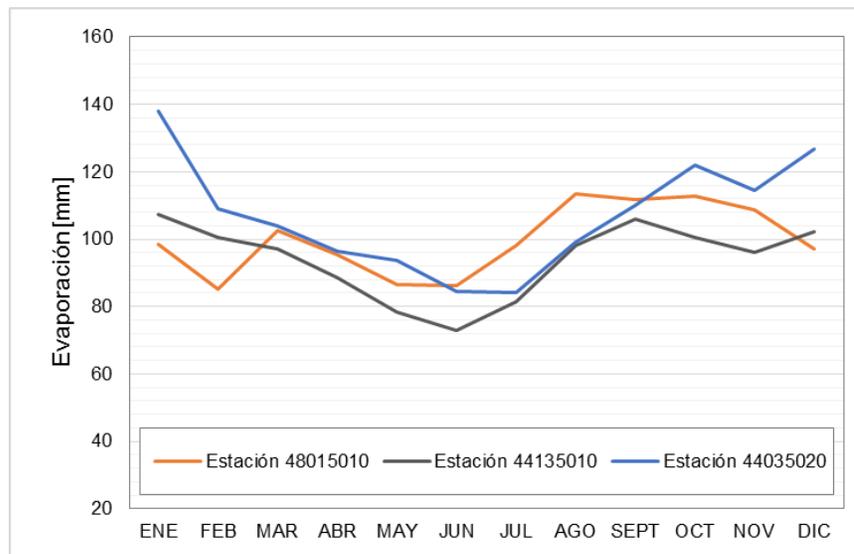


Figura 65. Ciclo anual de evaporación en tres subzonas de la macrocuena amazónica colombiana.

Se observa un ciclo anual similar entre las tres estaciones, registrando el mínimo nivel de evaporación entre los meses de mayo y agosto, coincidiendo con el periodo de menor temperatura medias para la región.



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGI RH) -SINCHI



En términos generales la estacionalidad de evaporación sigue la tendencia de la temperatura media, esto dado que la temperatura es un indicador de la energía disponible para que se genere el proceso de evaporación desde la superficie hacia la atmósfera.

En promedio la evaporación registrada por las tres estaciones oscila entre 1.130 y 1.280 mm/año, es importante mencionar que los valores presentados en los ciclos corresponden con la evaporación de tanque (instrumental), considerándose una aproximación a evapotranspiración real cuando se afecta por un factor de tanque, que en promedio puede oscilar entre 0,7 y 0,8 (dependiendo de la vegetación circundante), así la evapotranspiración real anual para las estaciones consideradas aproximadamente varía entre 900 y 1.000 mm/año, hecho que coincide con las estimaciones realizadas en la distribución espacial de evapotranspiración real por el método de Turc (Figura 66).

En la Figura 66 se presenta el campo de evapotranspiración real estimado para la macrocuena amazónica colombiana.



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co

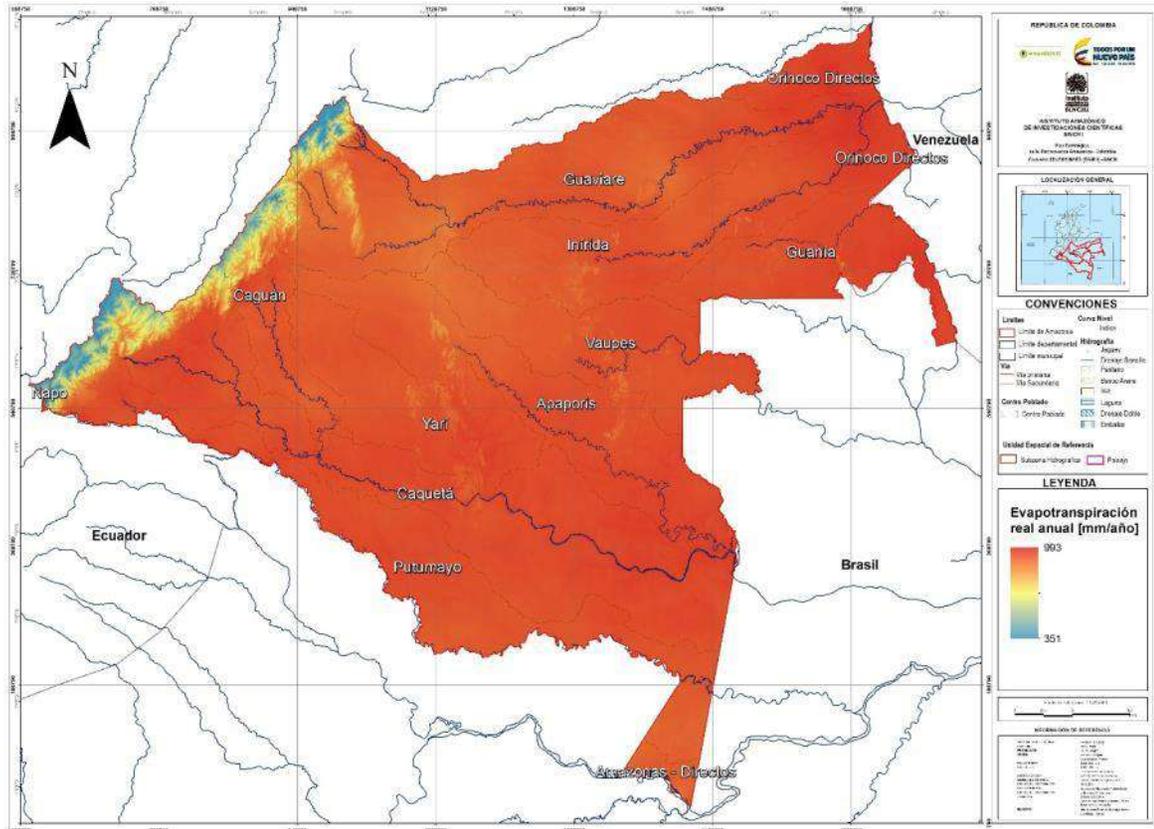


Figura 66. Distribución espacial de la evapotranspiración real total anual en la macrocuena amazónica colombiana – promedio multianual histórico.

En general la evapotranspiración se distribuye de manera homogénea en las zonas de planicies y tierras bajas, oscilando entre 850 y 993 mm/año, mientras que en la zona andino - amazónica se presentan los niveles más bajos de evapotranspiración oscilando alrededor de 400 mm/año.



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGI RH) -SINCHI



- **Escorrentía total**

En la Figura 67 se presenta el mapa de escorrentía superficial total para la macrocuena amazónica colombiana, obtenido a partir de la estimación del balance hídrico a largo plazo en la de estudio, la escorrentía presenta una distribución espacial muy similar a la precipitación, lo cual es esperable dado que la evapotranspiración (la contraparte de la lluvia) presenta una distribución muy homogénea en la zona de estudio, así el mapa de escorrentía imprimirá prácticamente la variabilidad de la precipitación estimada.

Dado que en la mayoría de áreas de la macrocuena la precipitación supera a la evapotranspiración, la cantidad de escorrentía que se genera es apreciable concentrándose en sus niveles más altos en la zona de piedemonte amazónico, con valores entre 5.000 y 6.000 mm/año, seguido de la zona centro -oriental con niveles entre los 4.000 y 5.000 mm/año, coincidiendo con zonas de alta precipitación y con zonas de descarga de varios ríos andino - amazónicos, destacándose las zonas hidrográficas Caquetá, Vaupés, Apaporis y Yari.

Las cuencas del sur y suroriente (Putumayo y Amazonas directos) presentan niveles de escorrentía superficial similares a las del nororiente de la macrocuena (Guaviare e Inírida), oscilando entre 1.500 y 2.500 mm/año.



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co

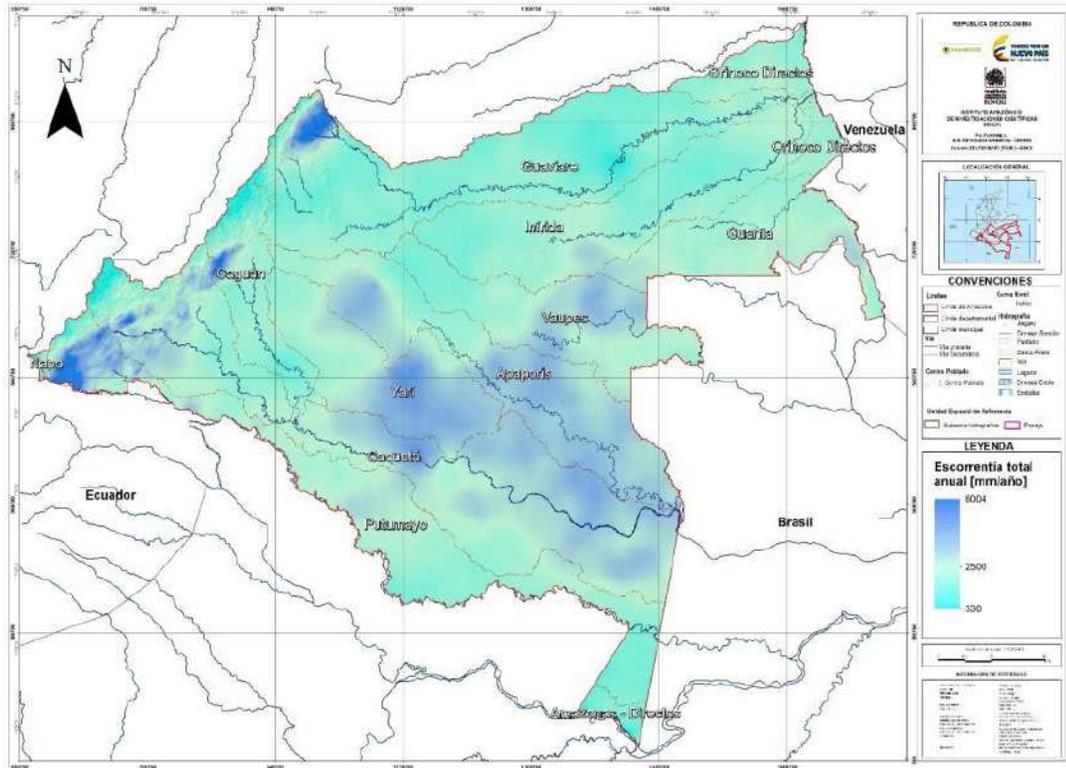


Figura 67. Distribución espacial de la escorrentía total anual en la macrocuenca amazónica colombiana – promedio multianual histórico.



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuenca Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



1.6.5 PROYECCIONES HIDROCLIMÁTICAS

El cambio climático se define como la variación de las condiciones climáticas medias de largo plazo y/o la variabilidad de sus propiedades: Dichas variaciones deben ser identificables (p. ej. a través de pruebas estadísticas) y persistentes en periodos extendidos de tiempo, típicamente decenios o periodos mayores (IPCC, 2014).

Los motores de los cambios mencionados pueden ser procesos naturales internos y procesos de forzamiento externo: erupciones volcánicas, modulación del ciclo solar o cambios antropogénicos persistentes que se reflejan en cambio en el uso del suelo y la composición de la atmósfera.

Según la Convención Marco de Cambio Climático de las Naciones Unidas (CMNUCC) el cambio climático se define como “cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera global y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables”, así; la CMNUCC diferencia entre el cambio de la composición atmosférica influenciada por la actividad antropogénica como Cambio Climático y el cambio de la composición atmosférica dada por condiciones naturales como variabilidad climática (UNFCCC, 1992; IPCC, 2007; IPCC, 2014).



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuenca Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGI RH) -SINCHI



Los patrones de circulación atmosférica y oceánica que definen el clima de la región amazónica colombiana pueden verse afectados por las modificaciones antropogénicas del entorno, como lo es el incremento de la emisión de gases de efecto invernadero en la atmósfera y las modificaciones de las coberturas del suelo por crecimiento de áreas deforestadas (Giraldo, 2002; IDEAM, 2005; Arango C. et al, 2012).

Actualmente siendo el cambio climático global una realidad latente, identificado en distintas observaciones a nivel mundial (Stott et al. 2004 y Jones et al., 2004), representa una de las mayores preocupaciones de la humanidad para el desarrollo socioeconómico y ambiental sostenible en el presente y futuro.

Por dichos motivos la comunidad científica mundial ha aunado esfuerzos de manera importante y permanente, para desarrollar metodologías de evaluación y proyección del clima en escenarios futuros bajo condiciones esperadas de efectos antropogénicos, siendo los más estudiados y aplicados, los escenarios de emisiones de gases de efecto invernadero a la atmósfera (GEI). Dichas metodologías derivan en la formulación de modelos matemáticos (globales y regionales) de representación del sistema climático y sus proyecciones en el tiempo y escenarios de cambio climático que son constantemente evaluados, ajustados y mejorados.



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGI RH) -SINCHI



Actualmente los modelos climáticos son la mejor herramienta disponible para simular el sistema climático futuro y obtener información espacial y temporal de las variables hidroclimáticas que interactúan en el sistema. Adicionalmente son la única herramienta que capta la complejidad de los efectos antropogénicos: emisión de gases de efecto invernadero y cambios en las coberturas del suelo (CMNUCC, 2008).

METODOLOGÍA

Para la obtención de las proyecciones de las variables hidroclimáticas principales (precipitación, temperatura media, evapotranspiración y escorrentía) en la región amazónica colombiana, se tomaron las salidas de los modelos climáticos globales (GCM) que han sido estudiados y validados para Colombia, la Amazonia colombiana y la cuenca amazónica en su totalidad en estudios meteorológicos previos.

La aplicación de GCM para obtener las proyecciones hidroclimáticas en la Amazonía colombiana se sustenta en los siguientes motivos:

- **Influencia de efectos atmosféricos – oceánicos en la zona de estudio:** el comportamiento climático en la región amazónica colombiana se ve influenciado por efectos de circulación océano – atmósfera – biosfera en escala sinóptica, que considera la dinámica particular de la cuenca

Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana



Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuenca Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGI RH) -SINCHI



amazónica (p.ej. reciclaje de precipitación), los efectos de la temperatura del Océano Atlántico y la advección de aire proveniente del Océano Pacífico, por lo cual resulta conveniente y recomendable considerar los efectos climáticos globales en el funcionamiento de un sistema climático tan amplio y complejo.

- **Escala temporal de las proyecciones:** las proyecciones requeridas para el presente proyecto contemplan periodos temporales amplios (proyección a cinco décadas), que en inicio limitarían la implementación de un modelo regional o de alta resolución para la zona de estudio.
- **Esquema sistemático de proyecciones de cambio climático:** según las metodologías y esquemas propuestos para generar escenarios futuros de cambio climático por la Convención Macro de Cambio Climático de las Naciones Unidas (CMNUCC, 2008) a nivel internacional y a nivel local por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM, 2010), éstos se pueden obtener implementando las salidas de los modelos climáticos (sencillos, globales o regionales), siguiendo un orden jerárquico como el que se presenta en la Figura 68.



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co

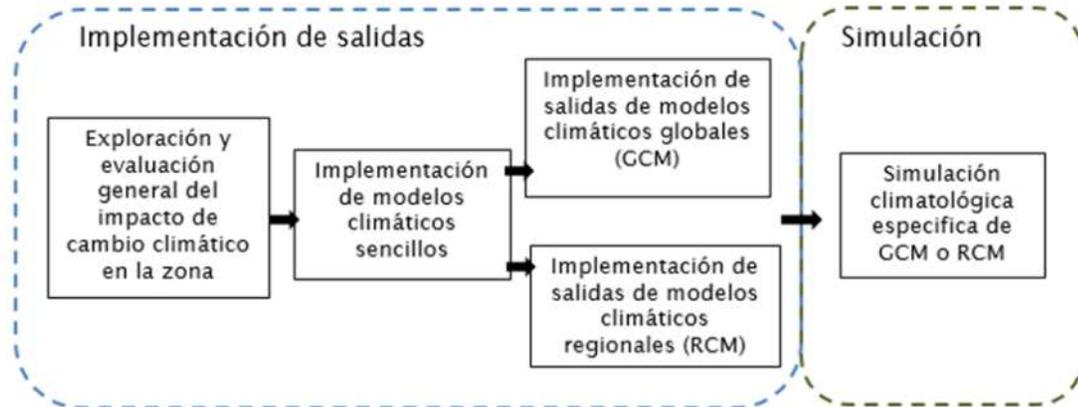


Figura 68. Esquema para el desarrollo de escenarios de cambio climático, elaborado a partir de (CMNUCC, 2008).

Con base en estas consideraciones se utilizaron los resultados de modelos climáticos globales y la simulación a escala regional a partir de análisis estadísticos para generar los escenarios de cambio climáticos en la macrocuena amazónica.

• *Escenarios de cambio climático*

Los modelos climáticos globales consideran las condiciones de concentración de gases de efecto invernadero (GEI) en la atmósfera, por lo cual las proyecciones hidroclimáticas dependerán en gran manera del escenario de emisiones de GEI considerado.



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuenca Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGI RH) -SINCHI



Un escenario de cambio climático es una herramienta desarrollada por la comunidad científica para entender las complejas interacciones del sistema climático terrestre, las actividades humanas y los ecosistemas, de tal forma que se plantea una imagen de la condición futura a partir de un análisis de línea base (comportamiento histórico soportado) y supuestos de acciones antropogénicas futuras. Un conjunto de escenarios de cambio climático permite analizar una franja de variación en la concentración de gases de efecto invernadero en la atmósfera y cada escenario está dado para unas condiciones futuras específicas de factores externos socioeconómicos y tecnológicos esperados (IPCC, 2014; IDEAM, 2014).

El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC), se ha encargado de definir los escenarios de cambio climático de emisión de gases de efecto invernadero de referencia. El IPCC en su cuarto informe de evaluación (AR4) definió seis escenarios que representan un umbral de desarrollo socioeconómico y sus emisiones asociadas (OTCA & SHI, 2015). La evolución de la concentración de GEI en la atmósfera y el calentamiento mundial en superficie bajo los escenarios presentados se muestra en la Figura 69.



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co

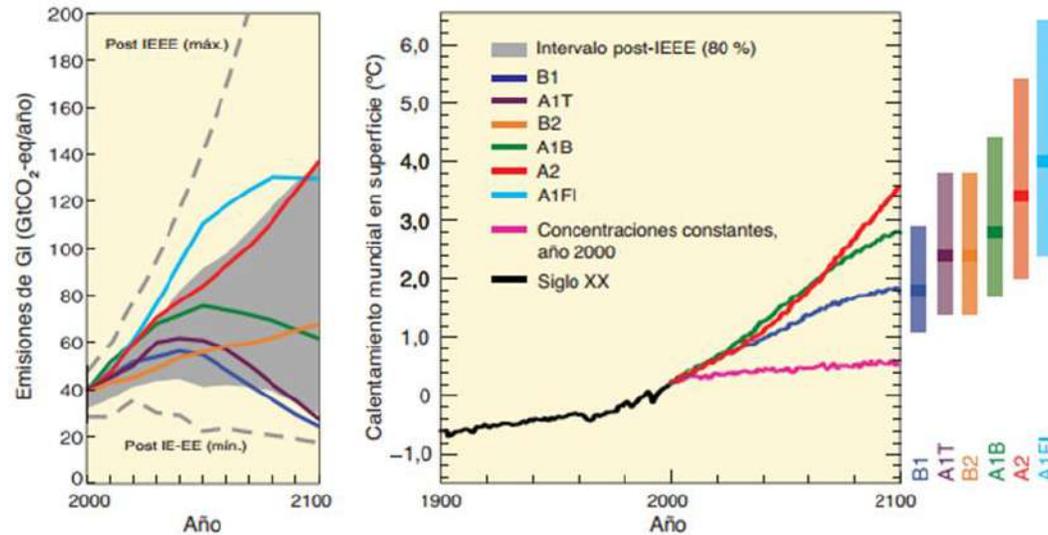


Figura 69. Evolución de la concentración de GEI en la atmósfera y calentamiento superficial mundial para diferentes escenarios dados por el IPCC en el AR4 a 2000 – 2100 (IPCC, 2007).

Los modelos climáticos se ven forzados por estos escenarios, que se consideran condiciones de contorno en las operaciones internas que representan la física de los modelos (para mayor información de los escenarios ver IPCC/AR4 informe de evaluación, 2007).

Para el presente proyecto se consideran los escenarios de emisiones de GEI B1 y A2, los cuales representan los escenarios límites y opuestos; el escenario B1 representa una condición optimista de emisión (menor concentración) y el escenario A2 representa una condición pesimista de emisión (mayor concentración).

Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana



Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuenca Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGRH)-SINCHI



Escenario SRES B1: representa un mundo muy homogéneo, con un pico de crecimiento de la población mundial en mitad de siglo XXI y cambios rápidos en las estructuras económicas hacia una economía de servicios y la información. Implica reducciones en el consumo de materiales y recursos y la introducción de tecnologías limpias y eficientes.

Escenario SRES A2: representa un mundo heterogéneo, con una población en aumento progresivo. El crecimiento económico y tecnológico es más lento y fragmentado que en otros escenarios.

El IPCC en su más reciente informe de evaluación AR5, presenta nuevos escenarios de emisiones de GEI y forzamiento radiactivo (cambio en el balance energético en la tierra) denominados Caminos Representativos de Concentración (RCPs por sus siglas en inglés), los cuales no solo tienen en cuenta la magnitud de las concentraciones de GEI en la atmósfera, sino también la trayectoria en el tiempo para llegar a dicho resultado (IPCC, 2014; IDEAM, 2015).

En la Figura 70 se presenta la evolución de concentración de GEI en la atmósfera y del forzamiento radiativo para cada RCP propuesto por el IPCC. Estos escenarios no fueron contemplados para este proyecto por limitantes de tiempo y de información disponible, ya que requieren mucho más tiempo de recursos y de procesamiento. Para trabajos futuros se recomienda el

Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana



Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co

análisis de los escenarios presentados en la tercera comunicación nacional de cambio climático (IDEAM, 2015).

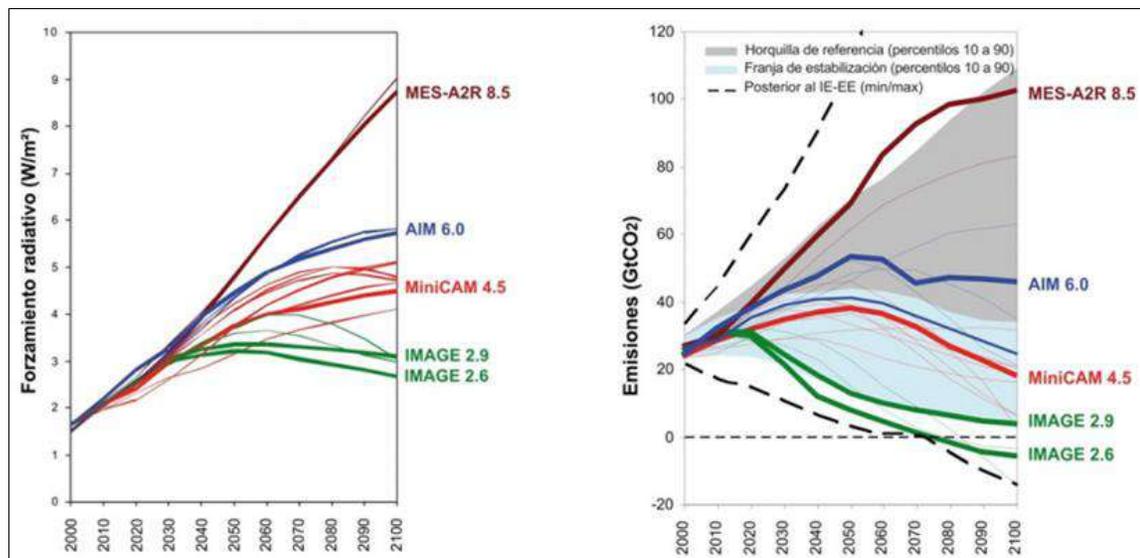


Figura 70. Evolución de la concentración de GEI en la atmósfera y de forzamiento radiativo para diferentes escenarios dados por el IPCC en el AR5 para el periodo 2000 - 2100 (IPCC, 2014).

• Modelos climáticos globales

Un modelo climático global es una representación tridimensional del sistema climático, que reproduce a partir de formulaciones matemáticas los procesos físicos temporales y espaciales que tienen lugar bajo condiciones



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuenca Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGI RH) -SINCHI



de forzamiento específico (escenarios). Un modelo climático es capaz de incorporar a su funcionamiento principios físicos, químicos y biológicos a través de planteamientos matemáticos, cuya resolución es totalmente computacional.

Estos modelos representan la herramienta más avanzada actualmente para evaluación de escenarios de cambio climático, permitiendo reproducir los procesos de circulación atmosférica acoplados o no a las diferentes condiciones del entorno que influyen en la dinámica climática como la circulación oceánica, cambios en la coberturas del suelo, entre otros (IDEAM, 2010).

Un GCM representa la tierra en un sistema de mallas horizontales y verticales regularmente espaciadas (Figura 71), que representan diferentes módulos geográficos (atmósfera, océano, subsuelo) sobre los cuales se aplican las ecuaciones definidas por leyes básicas de la física, dinámica de fluidos y química atmosférica.



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co

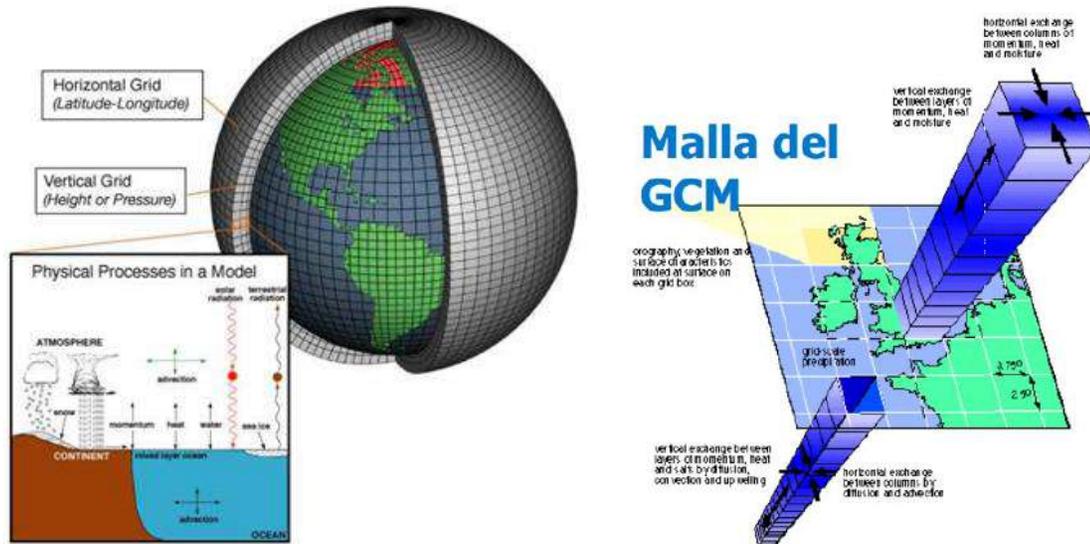


Figura 71. Representación de la tierra en un GCM por medio de sistemas de mallas horizontales y verticales sobre las cuales se aplican las ecuaciones que gobiernan la física del clima (modificado de CMNUCC, 2008)

En la actualidad existe una gran cantidad de modelos climáticos globales, algunos de mayor complejidad que otros, desarrollados alrededor del mundo por diferentes centros especializados de investigación y desarrollo en ciencias atmosféricas y meteorología. A continuación se describen los modelos elegidos para las proyecciones climáticas en la Amazonia colombiana.



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGI RH) -SINCHI



• *Elección de los GCM y reducción de escala*

Los modelos escogidos para las proyecciones de las variables hidroclimáticas en el presente estudio son MPI – ECHAM5 y UKMO – HadCM3. Estos modelos han sido seleccionados por su habilidad para describir el comportamiento climático, tanto espacial como temporal histórico en el territorio colombiano y en la cuenca amazónica (territorial Suramérica), tal como se ha evidenciado y constatado en evaluaciones estadísticas realizadas en diversos estudios, tales como:

- Rodríguez, Andrea – IDEAM. evaluación de las simulaciones de precipitación y temperatura de los modelos climáticos globales del proyecto cmip5 con el clima presente en Colombia, Bogotá D.C. 2012.
- Arango, C. et al, -IDEAM. cambio climático más probable para Colombia a lo largo del siglo XXI respecto al clima presente. Bogotá D.C. 2012
- Meteocolombia S.A.S & SINCHI, Bogotá D.C. 2013.
- OTCA & SHI S.AS, Evaluación de los sistemas acuíferos de la región de Leticia – Colombia. Medellín. 2015.
- Acevedo L y Poveda G. Comparación de las series de precipitación con los GCM CCSM3, ECHAM5, HADGEM1, MIROC 3.2 HIRES para el siglo XX en Colombia. Medellín 2008.



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuenca Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



- Acevedo, L. A., Estimación hidrológica bajo escenarios de cambio climático en Colombia, Universidad Nacional de Colombia, Medellín. 2009.

Adicionalmente, estos GCMs han sido incluidos en los informes de evaluación AR4 y AR5 del IPCC, como modelos de adecuada representación del sistema climático global. Las características de los modelos se presentan a continuación.

Modelo MPI – ECHAM5: Modelo climático global de circulación general atmósfera – océano desarrollado por el Instituto de Meteorología Max Planck de Alemania (MPI), ECHAM5 es un modelo espectral de truncamiento T63, es decir resolución de 1,8° aproximadamente latitud/longitud en el componente atmosférico (IPCC, 2014; MPI, 2003).

Modelo UKMO –HadCM3: Modelo climático global de circulación general atmósfera – océano desarrollado por el Centro Hadley para la Predicción e Investigación Climática - Oficina Meteorológica de Reino Unido. Dispone de 19 niveles para la resolución atmosférica y 20 para el océano en una malla de 2,5° de latitud por 3,75° de longitud para el componente atmosférico (IPCC, 2014; MPI, 2003).



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuenca Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGI RH) -SINCHI



Finalmente, estos modelos también se han incluido como condiciones de forzamiento climático en modelos regionales (RCM) de alta resolución, como es el caso del modelo de pronóstico del clima WRF que trabaja bajo el esquema global climático de ECHAM5 y diversos modelos regionales para América del Sur que trabajan bajo condiciones de contorno del modelo HadCM3 (SHI & OTCA, 2015).

Como se ha visto el uso de los GCM tienen una limitante para analizar sistemas climáticos específicos, dada la baja resolución espacial de los modelos, que para ECHAM5 (siendo entre los dos el de mejor resolución), representa un tamaño de celda de aproximadamente 210 km.

Dicha resolución no es adecuada para fines de elaborar escenarios de cambio climático futuros en la región amazónica colombiana, por lo cual se implementaron las salidas climáticas de los análisis de reducción de escala –“downscaling” obtenidos por el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT por sus siglas en inglés) a través del programa de investigación CCAFS – Cambio Climático, Agricultura y Seguridad Alimentaria, para los GCM: ECHAM5 y HadCM3 (datos de acceso público).

La metodología de “downscaling” implementada por el programa CCAFS ha sido la estadística con el método Delta (Navarro, 2014) para llegar a una resolución horizontal en tamaño de pixel de 30 segundos de arco,

Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana



Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGI RH) -SINCHI



aproximadamente 900 m (CGIAR & CIAT, 2016). Se menciona que es posible obtener una reducción de escala por métodos dinámicos, lo cual se logra a partir de la implementación de modelos climáticos regionales (área limitada) como PRECIS, WRF o GCMs de alta resolución como OLAM, los cuales no son objeto del presente proyecto.

El método estadístico Delta de reducción de escala (statiscal downscaling), es un método de regionalización de los GCM para obtener distribución de variables climáticas en alta resolución y se basa en la suma de anomalías interpoladas para superficies de alta resolución climática mensual. Dichas anomalías se aplican a las superficies climáticas de referencia, bajo dos supuestos: 1. Los cambios en el clima sólo se aplican para largas distancias, 2. Relaciones climáticas entre variables de línea base podrían mantenerse hacia el futuro.

Los supuestos aplicados por el método Delta pueden conducir a errores importantes en áreas de topografías altamente variables, sin embargo para zonas homogéneas, como la cuenca amazónica colombiana el método otorga resultados confiables (Navarro, 2014).



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuenca Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGRH) -SINCHI



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

• Línea base climatológica de datos observados

El entendimiento de las proyecciones climáticas y el análisis de las mismas bajo modelos y escenarios de cambio climático, se realiza principalmente a partir de las anomalías de temperatura media y precipitación para la zona de interés. Dichas anomalías se estiman con relación a una línea base de datos climáticos observados, cuya confiabilidad es alta y representa la tendencia histórica del comportamiento temporal y espacial del clima de la región de análisis (Villegas J. R y Jarvis A., 2010), (AndesPlus, 2012).

Dado lo anterior y considerando que según la Organización Meteorológica Mundial (OMM) el clima se define como las condiciones promedio o la media de las variables meteorológicas para un periodo robusto, generalmente de 30 años, se implementaron datos de línea base de WordClim (Hijmans et al., 2005) como climatología observada para el presente proyecto.

Se ha escogido dicho conjunto de datos, dado que representan un periodo de observaciones de 50 años; 1950 – 2000 y presenta una resolución espacial adecuada para los fines del proyecto, adicionalmente se ha evaluado respecto a las condiciones medias de precipitación estimadas en



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGI RH) -SINCHI



este proyecto (apartado □) y se ha encontrado un ajuste estacional adecuado (ciclo anual).

Los datos disponibles de climatología observada en el Global Climate Data – WordClim han sido obtenidos de interpolaciones de rigor a 1 km² de observaciones in situ (estaciones HM) de diversos programas, entidades y fuentes de datos; tales como: Global Historical Climatology Network – GHCN, Word Meteorological Organization –WMO, International Center for Tropical Agriculture – CIAT, entro muchos más (Navarro, 2014).

En la Figura 72 se presenta la climatología observada (línea base) para la macrocuena amazónica colombiana, en el periodo 1950 -2000. Los campos de precipitación total media anual y temperatura media anual fueron procesados a partir de la línea base de WordClim (datos de acceso público) mientras que los campos de evapotranspiración real y escorrentía superficial total fueron calculados a partir de las metodologías aplicadas para el diagnóstico hidroclimatológico del presente proyecto.



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax
(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co

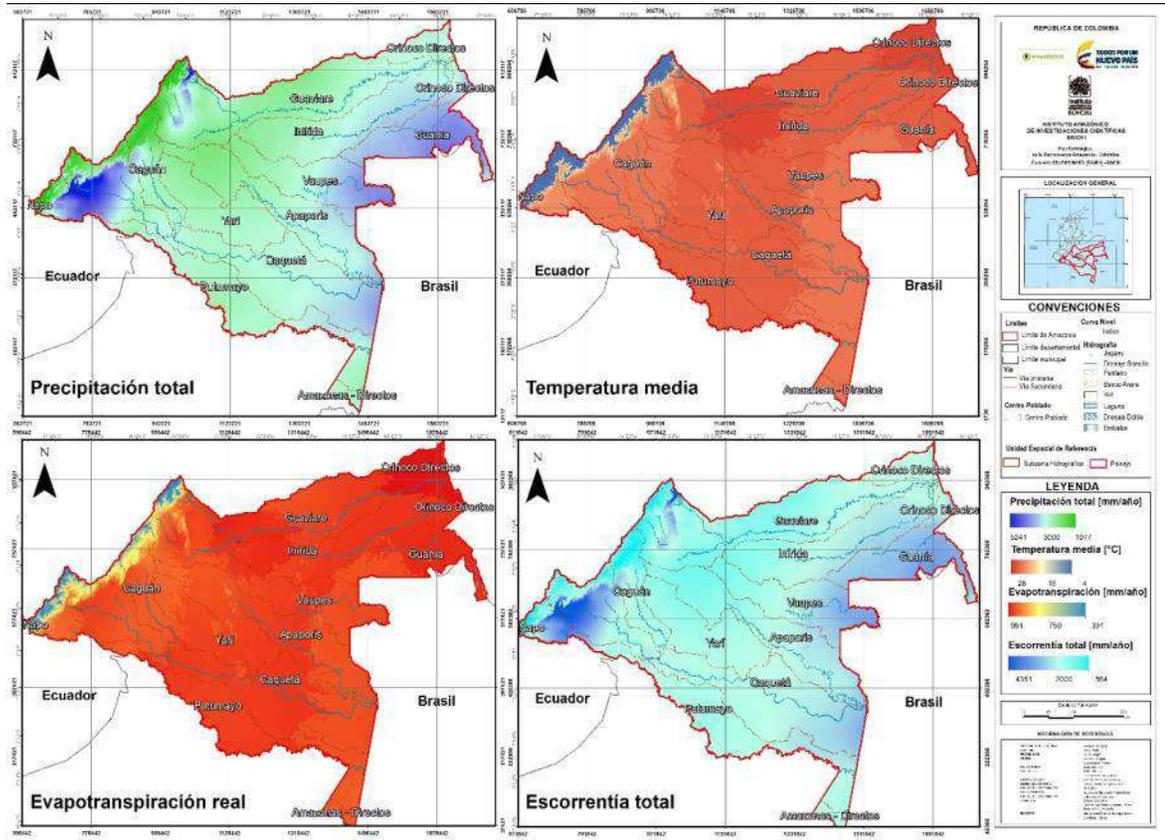


Figura 72. Climatología de referencia 1950 -2000 para la Amazonía colombiana – datos procesados a partir de WordClim para temperatura media anual y precipitación total media anual.



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuenca Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGI RH) -SINCHI



- ***Proyección del clima a partir de modelos climáticos globales – CGM y escenarios EGEI***

A continuación se presentan las proyecciones a 2020, 2030, 2040 y 2050 de las principales variables climáticas: precipitación total, temperatura media, evapotranspiración real y escurrimiento total para la macrocuenca amazónica colombiana, obtenidas a partir de la implementación en la zona de estudio de las salidas mensuales de precipitación y temperatura media de los modelos globales de circulación atmósfera – océano: MPI – ECHAM5 y UKMO – HadCM3 considerando dos escenarios de emisiones de gases de efecto invernadero (descritos con anterioridad).

Las proyecciones de evapotranspiración real y escurrimiento superficial en la zona de interés se efectuaron aplicando el método de Turc y balance hídrico a partir de las proyecciones de temperatura media y precipitación total.

El análisis de variación de las condiciones climáticas se realiza a partir de las anomalías calculadas de las proyecciones de temperatura media y precipitación total respecto a la línea base. Las anomalías de precipitación son relativas (%) respecto a la línea base y las anomalías de temperatura son absolutas (°C) respecto a la línea base.



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co

Proyecciones a 2020

De Figura 73 a la Figura 76 se presentan las proyecciones de las variables hidroclimatológicas de interés en la macrocuena amazónica colombiana para cada modelo y escenario de cambio climático para 2020. Se observa que los modelos conservan la coherencia y distribución espacial de los datos observados en los anteriores apartes. A partir de estos mapas se realizó el análisis de anomalías que permite visualizar en forma clara los cambios proyectados.

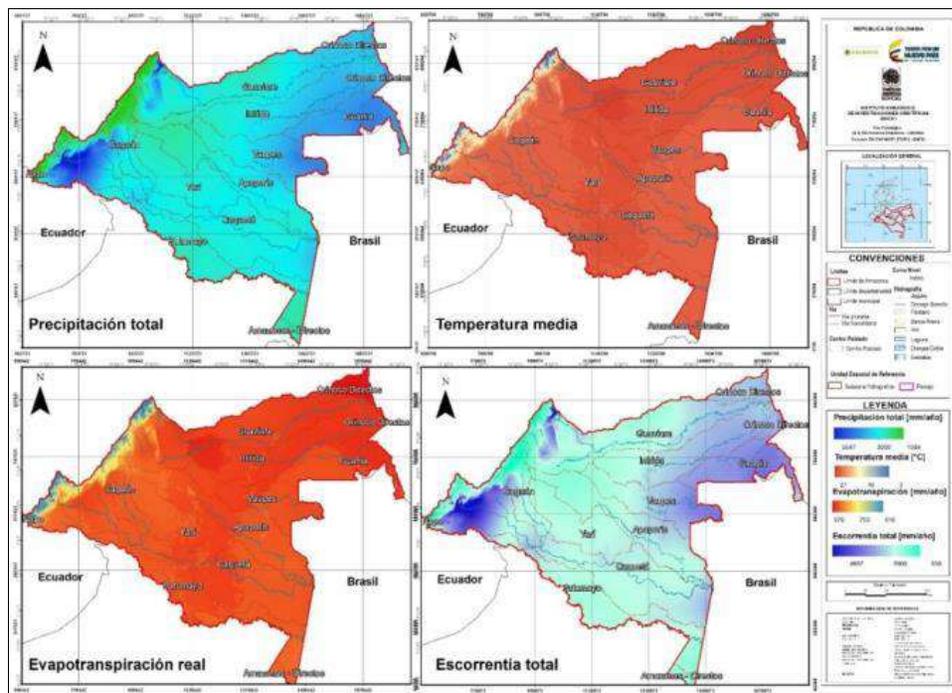


Figura 73. Principales variables hidroclimáticas proyectadas a 2020 bajo el modelo global MPI – ECHAM5 y el escenario SRES B1 (optimista).

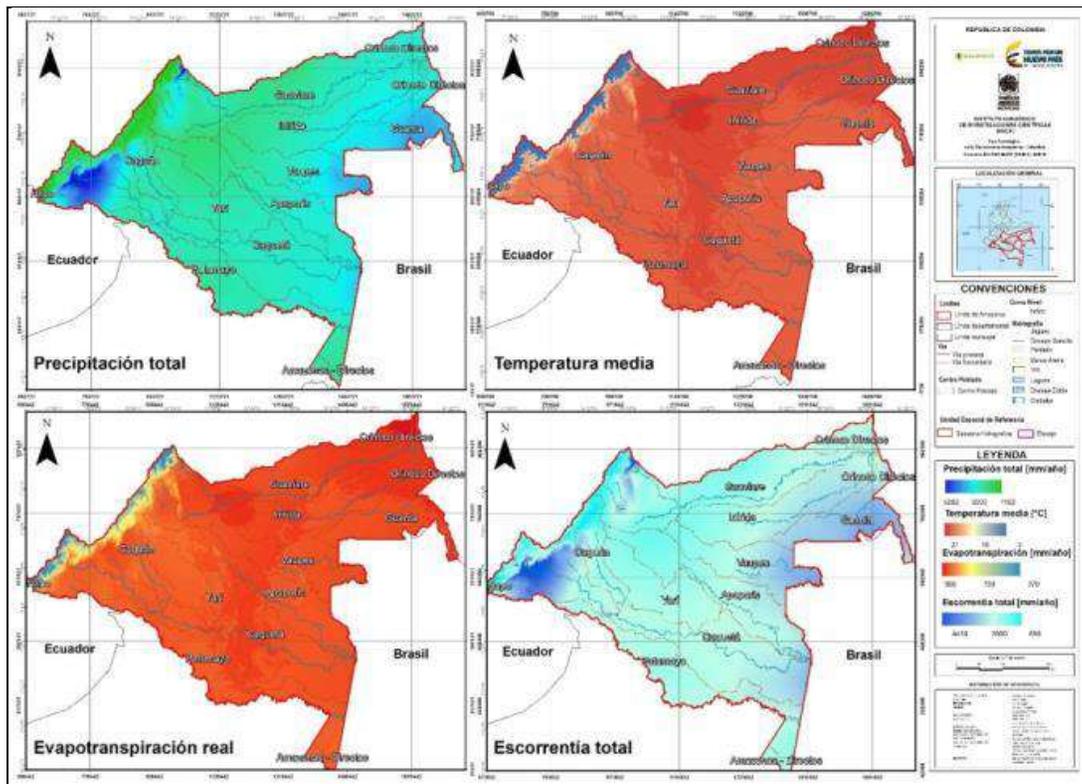


Figura 74. Principales variables hidroclimáticas proyectadas a 2020 bajo el modelo global MPI - ECHAM5 y el escenario SRES A2 (pesimista).

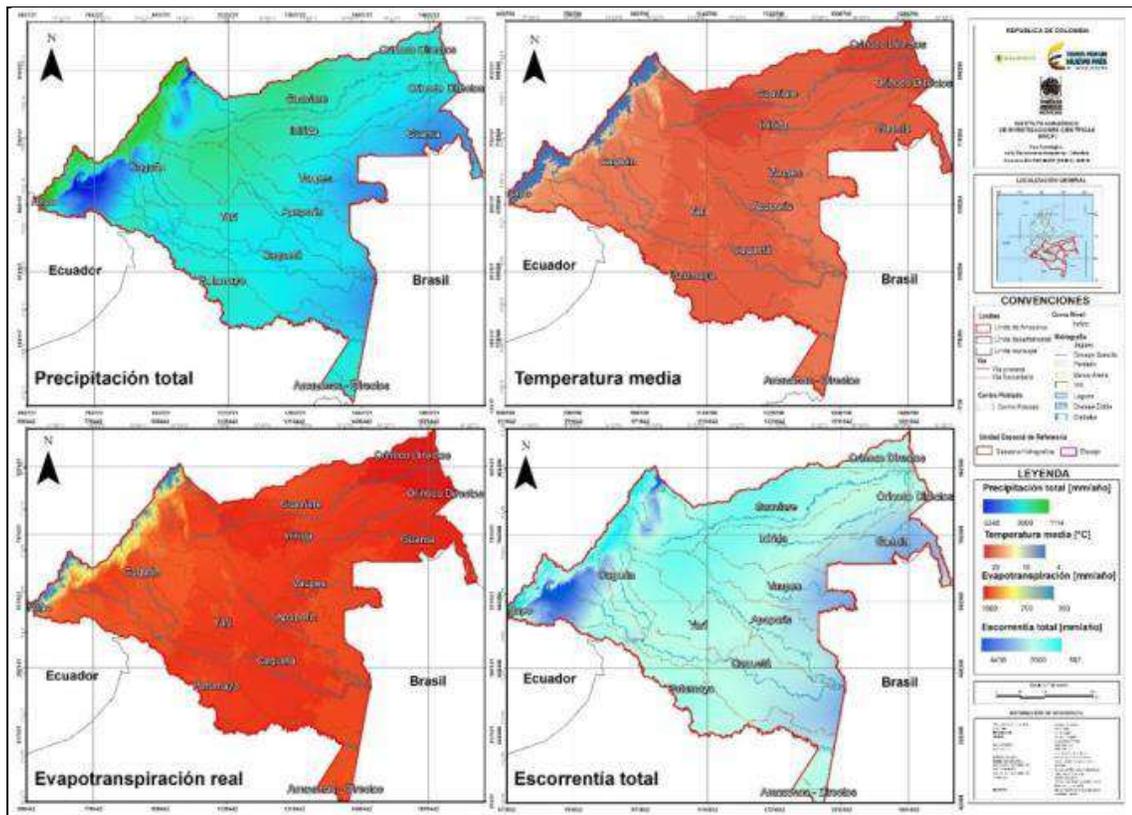


Figura 75. Principales variables hidroclimáticas proyectadas a 2020 bajo el modelo global UKMO - HadCM3 y el escenario SRES B1 (optimista).

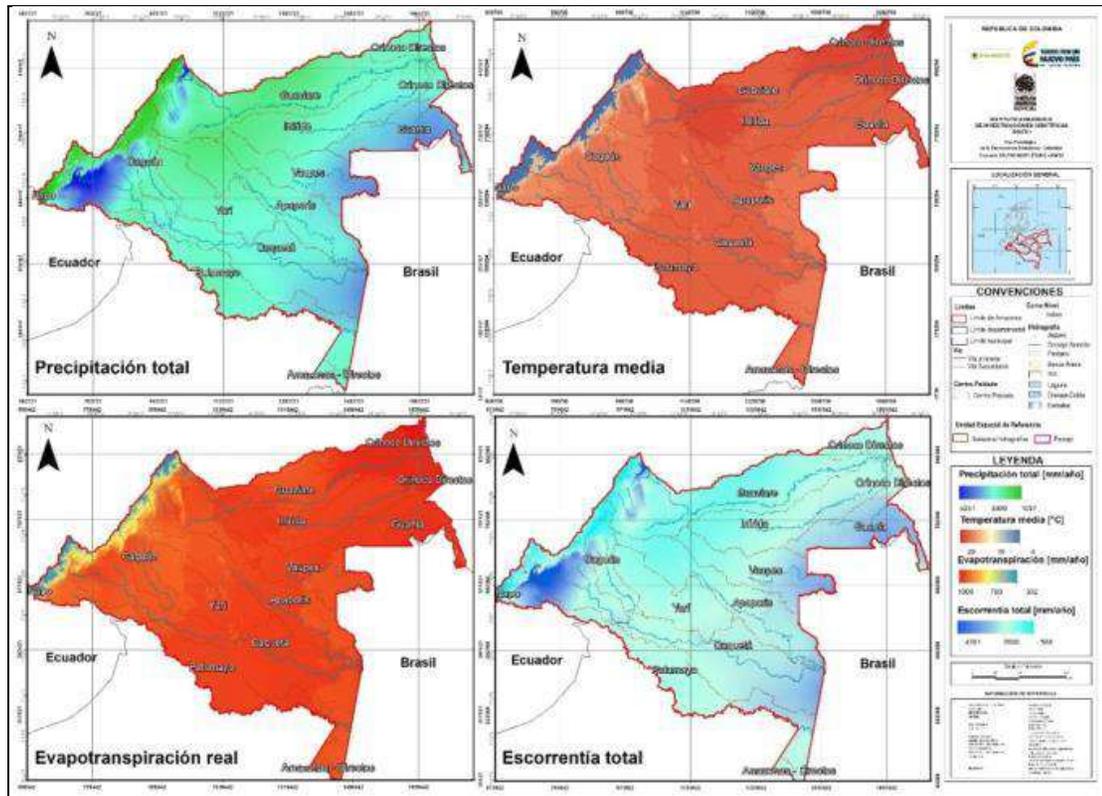


Figura 76. Principales variables hidroclimáticas proyectadas a 2020 bajo el modelo global UKMO - HadCM3 y el escenario SRES A2 (pesimista).

En la Figura 77 se presentan las anomalías calculadas de precipitación total media anual en la zona de estudio, bajo escenarios optimista - SRES B1 y pesimista - SRES A2 para los modelos UKMO - HadCM3 y MPI - ECHAM5 proyectados a 2020.

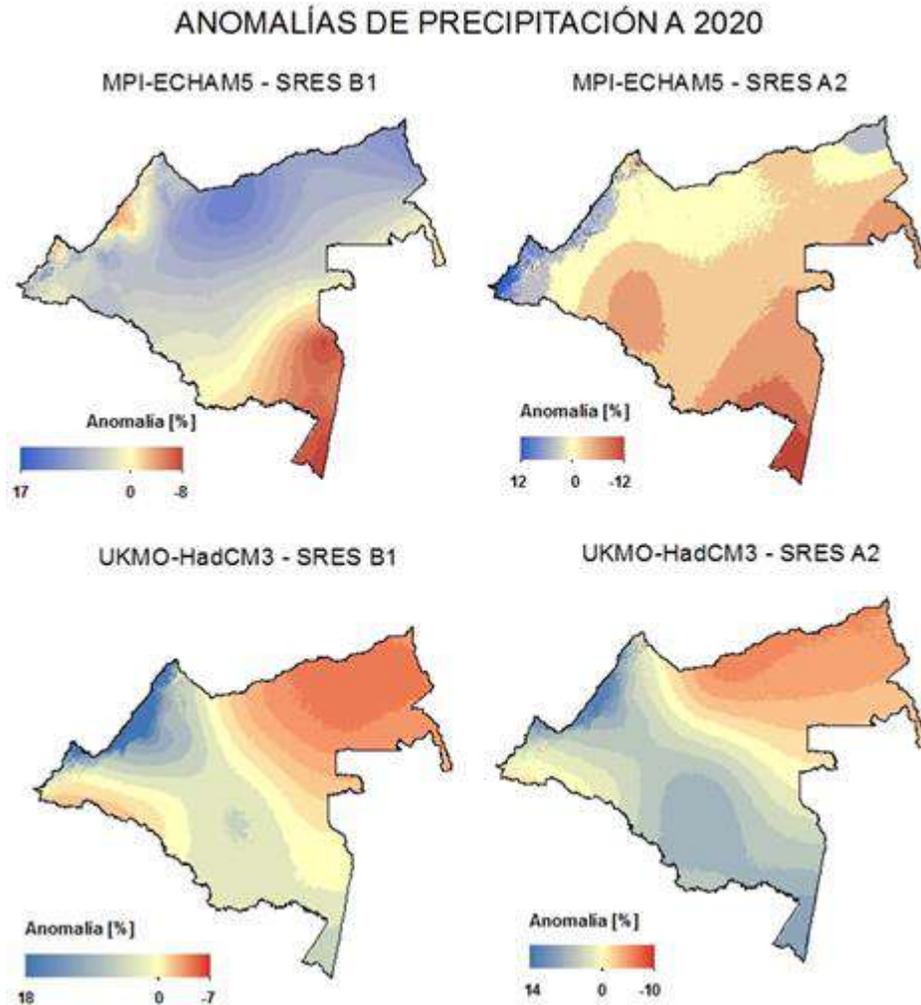


Figura 77. Anomalías de precipitación media anual [%] para 2020 respecto a la climatología observada para los diferentes modelos y escenarios contemplados.



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGI RH) -SINCHI



Para el modelo MPI – ECHAM5 en un escenario optimista (B1) se evidencia anomalías positivas (incremento de precipitación) de hasta 17% en gran parte la zona norte de la macrocuena amazónica, de manera relevante en la vertiente del Orinoco y con anomalías negativas en la región andino – amazónica, mientras que la región suroriental exhibe una reducción de precipitación (anomalía negativa) del 8%.

El escenario pesimista (A2) para el mismo modelo, muestra una tendencia semejante para la región suroriente, con anomalías negativas de hasta -12%, mientras que las anomalías positivas se exhiben únicamente en la región andino -amazónica y en una pequeña fracción de la vertiente Orinoco.

Mientras el modelo UKMO – HadCM3 exhibe una distribución espacial similar de las anomalías de precipitación en la macrocuena para los dos escenarios (B1 y A2) difiriendo en las magnitudes de las mismas. En general la vertiente del Orinoco presentaría anomalías negativas, entre -7% (B1) y -12% (A2), mientras que la zona andino – amazónica, piedemonte amazónico y la región suroriental presentarían incrementos en la precipitación entre el 10% y el 18%, la zona centro de la macrocuena no experimentaría cambios significativos.

En la Figura 78 se presentan las anomalías calculadas de temperatura media anual en la zona de estudio, bajo escenarios optimista - SRES B1 y pesimista



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co

- SRES A2 para los modelos UKMO – HadCM3 y MPI – ECHAM5 proyectados a 2020.

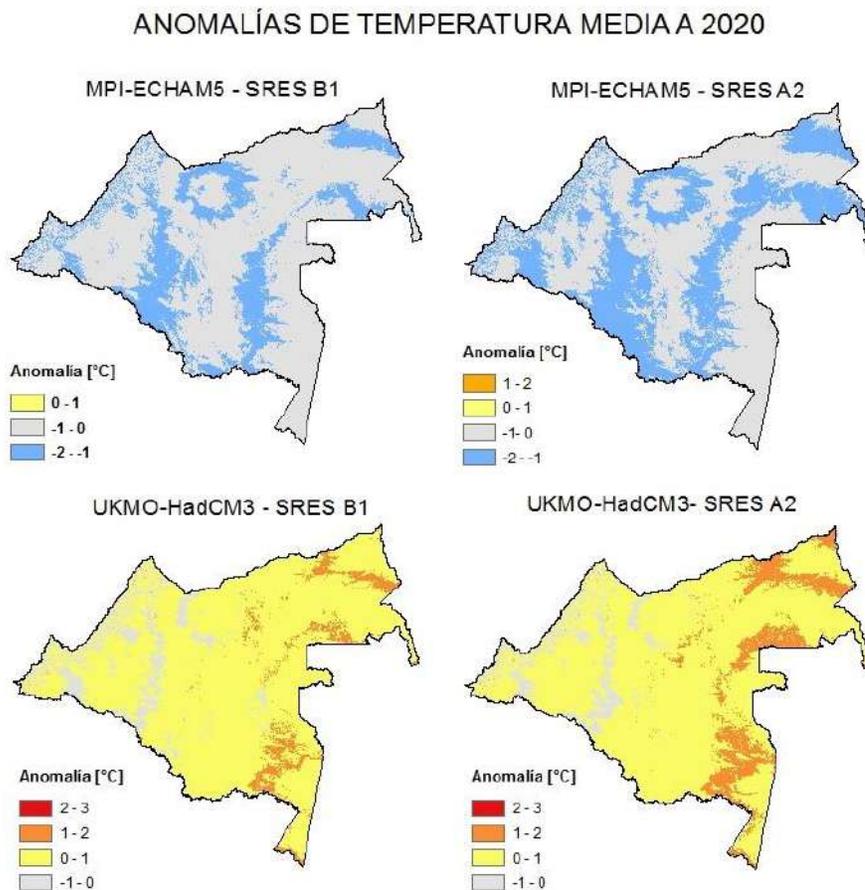


Figura 78. Anomalías de temperatura media anual [°C] para 2020 respecto a la climatología observada para los diferentes modelos y escenarios contemplados.

El modelo MPI – ECHAM5 exhibe una especialización similar de las anomalías de temperatura media en la macrocuena para los dos escenarios



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuenca Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGI RH) -SINCHI



de EGEI (B1 y A2), predominando las anomalías negativas en toda el área de estudio, es decir disminución de temperatura entre 0° C a 1° C y 1° C a 2° C. En el escenario pesimista SRES A2 se extienden las áreas de anomalías de -1° C a -2 °C.

De otro lado el modelo UKMO – HadCM3 exhibe un comportamiento en las anomalías de temperatura totalmente contrario al modelo MPI – ECHAM5, predominando las anomalías positivas en ambos escenarios de EGEI (B1 y A2). El mayor incremento de temperatura se da entre 1 y 2°C y se presenta principalmente en la margen oriental de la macrocuenca, siendo más relevante en el escenario SRES A2; de igual forma se presentan fracciones de áreas entre el piedemonte amazónico, la zona centro y la región andino – amazónica donde se presenta disminuciones leves de temperatura entre 0° C y 1° C (color gris) para ambos escenarios, en general en las demás zonas predomina las anomalías positivas entre 0°C y 1°C.



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co

Proyecciones a 2030

De la Figura 79 a la Figura 82 se presentan las proyecciones de las variables hidroclimatológicas de interés en la macrocuena amazónica colombiana para cada modelo y escenario de cambio climático para 2030.

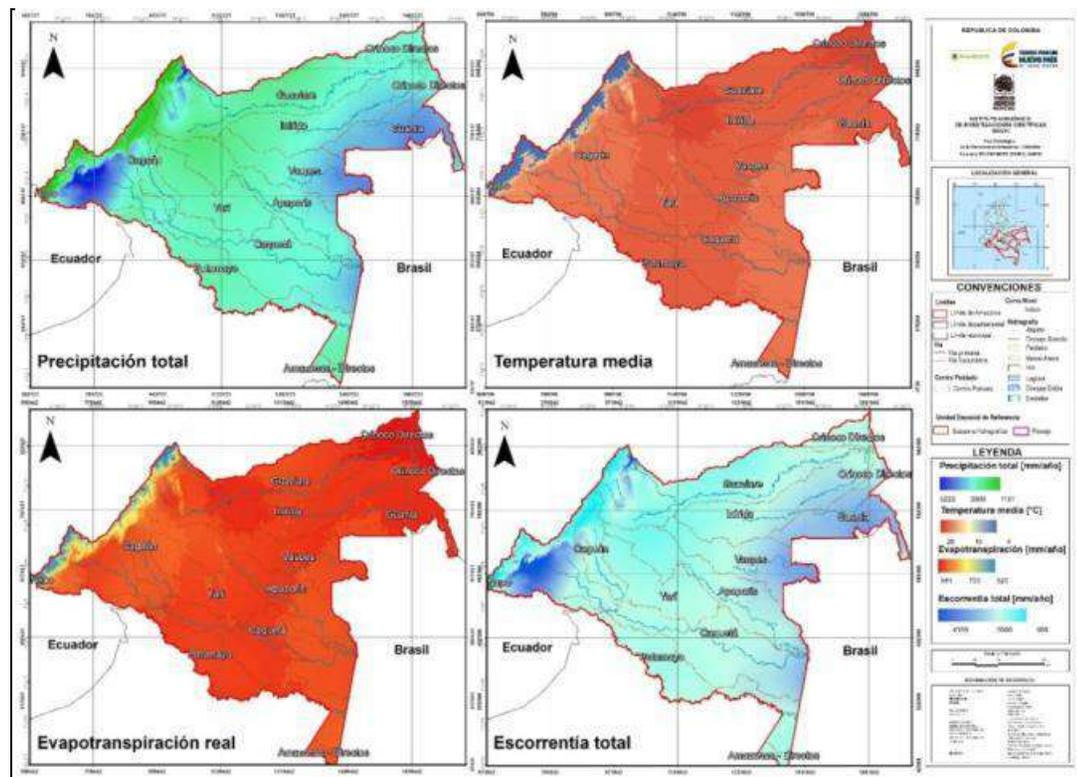


Figura 79. Principales variables hidroclimáticas proyectadas a 2030 bajo el modelo global MPI – ECHAM5 y el escenario SRES B1 (optimista).

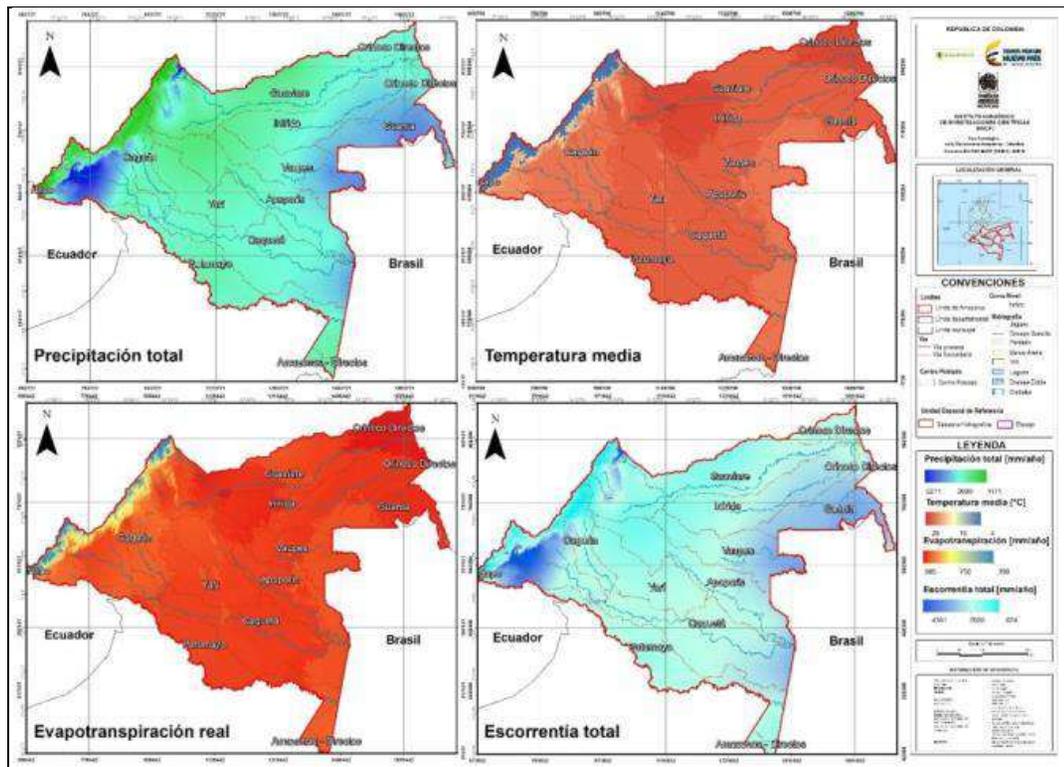


Figura 80. Principales variables hidroclimáticas proyectadas a 2030 bajo el modelo global MPI – ECHAM5 y el escenario SRES A2 (pesimista).

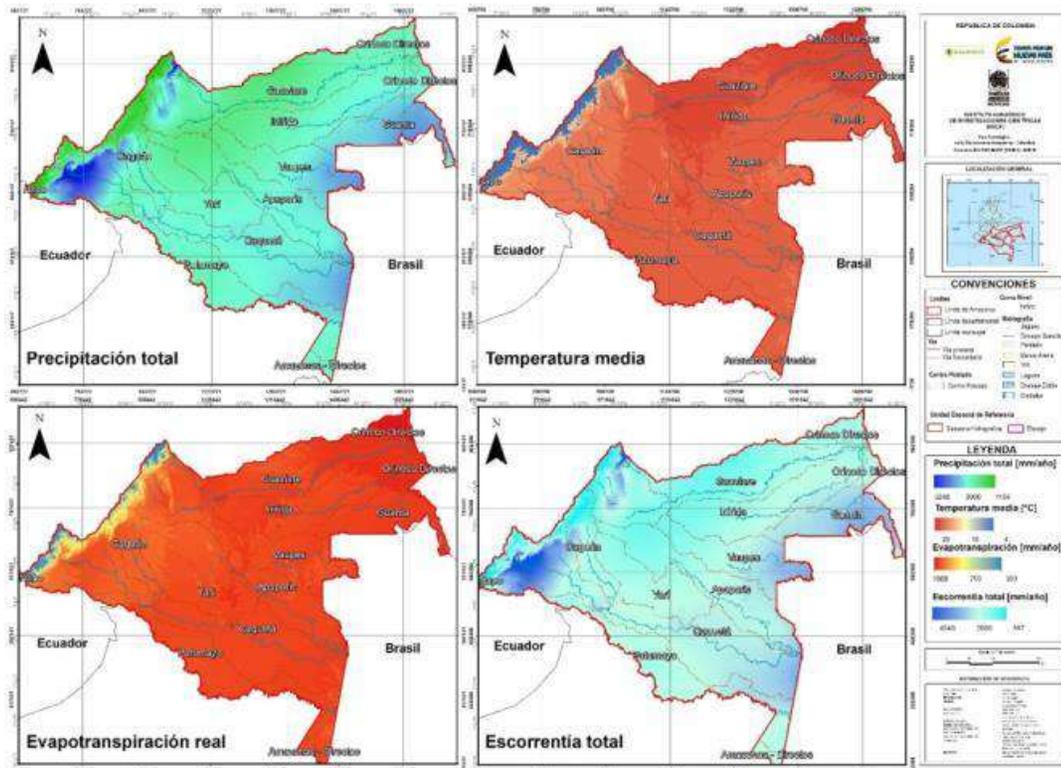


Figura 81. Principales variables hidroclimáticas proyectadas a 2030 bajo el modelo global UKMO - HadCM3 y el escenario SRES B1 (optimista).

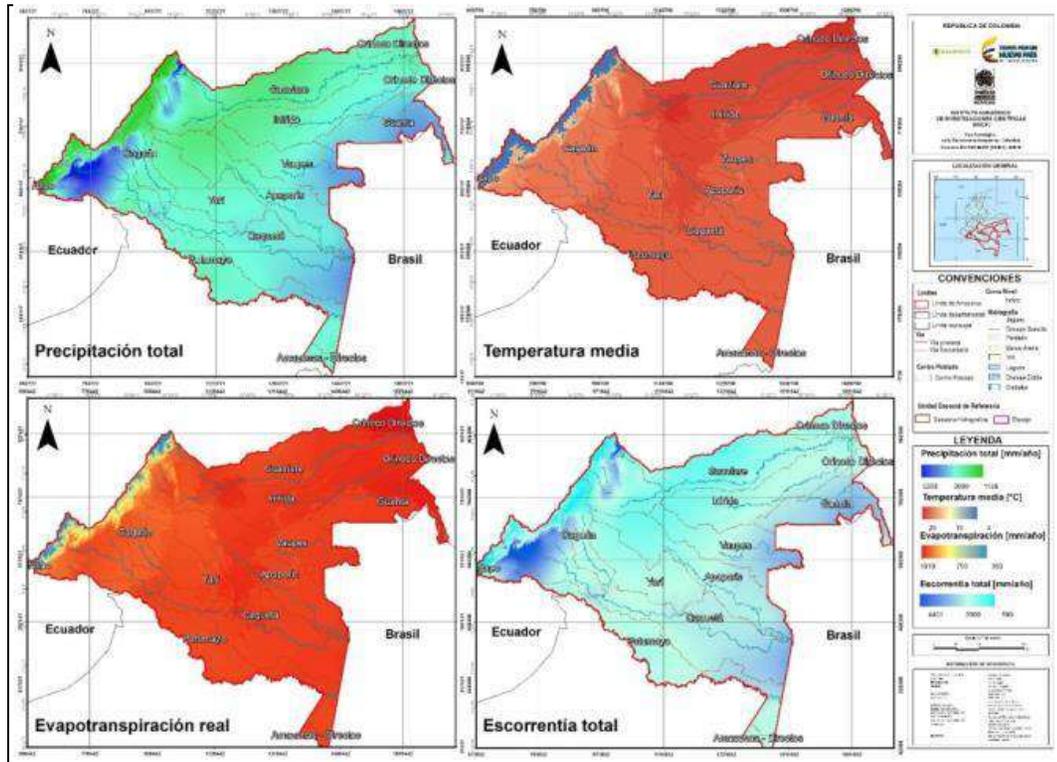


Figura 82. Principales variables hidroclimáticas proyectadas a 2030 bajo el modelo global UKMO - HadCM3 y el escenario SRES A2 (pesimista).

En la Figura 83 se presentan las anomalías calculadas de precipitación total media anual en la zona de estudio, bajo escenarios optimista - SRES B1 y pesimista - SRES A2 para los modelos UKMO - HadCM3 y MPI - ECHAM5 proyectados a 2030.

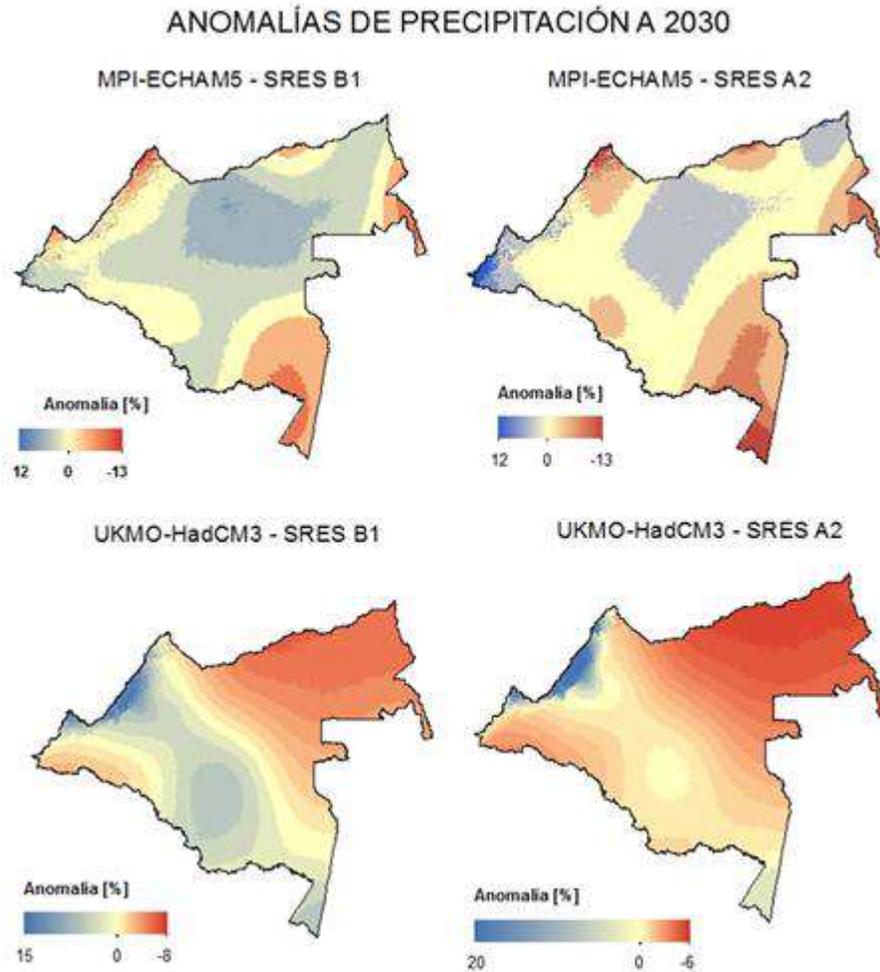


Figura 83. Anomalías de precipitación media anual [%] para 2030 respecto a la climatología observada para los diferentes modelos y escenarios contemplados.



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuenca Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGI RH) -SINCHI



Para el modelo MPI – ECHAM5 en los dos escenarios SRES A2 y SRES B1 se observa un incremento de la precipitación en la zona norte – centro de la macrocuenca amazónica, alrededor de la zona del departamento de Guaviare con anomalías positivas entre 2 y 5%, mientras que para la región suroriente se presentan anomalías negativas, alrededor de -7% bajo B1 y de -12% bajo A2; en esta última zona la tendencia a 2020 y 2030 se mantiene, apuntando a anomalías negativas. Para la zona de Guainía la precipitación también apunta a anomalías negativas de menor magnitud en las décadas 2020 y 2030.

El modelo UKMO – HadCM3 conserva ciertas tendencias espaciales de las anomalías de 2020 a 2030, presentando disminución de lluvias en la región nororiente para los dos escenarios: SRES B1 y SRES A2, siendo mayor en B1 con una disminución máxima del 8% mientras que en A2 es del 6%. Se observa que las áreas de anomalías negativas se expanden, extendiéndose desde oriente hacia occidente. De otro lado las anomalías positivas se presentan en la zona andino –amazónica con incrementos importantes (hasta 20% para el escenario B1 y 25% para el escenario A2) y la región suroriental en menor magnitud, oscilando entre 0% y 5%.

En la Figura 84 se presentan las anomalías calculadas de temperatura media anual en la zona de estudio, bajo escenarios optimista - SRES B1 y pesimista



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuenca Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGI RH) -SINCHI



- SRES A2 para los modelos UKMO – HadCM3 y MPI – ECHAM5 proyectados a 2030.

El modelo MPI – ECHAM5 exhibe una especialización similar de las anomalías a las mostradas para el año 2020, presentando disminución de temperatura en la mayor parte de la zona de estudio entre -1°C y 0°C . Se observan algunas zonas de anomalías positivas que no sobrepasan 1°C , las cuales aumentan en extensión para el escenario A2, en especial hacia el costado oriental de la macrocuenca amazónica.



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax (8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co

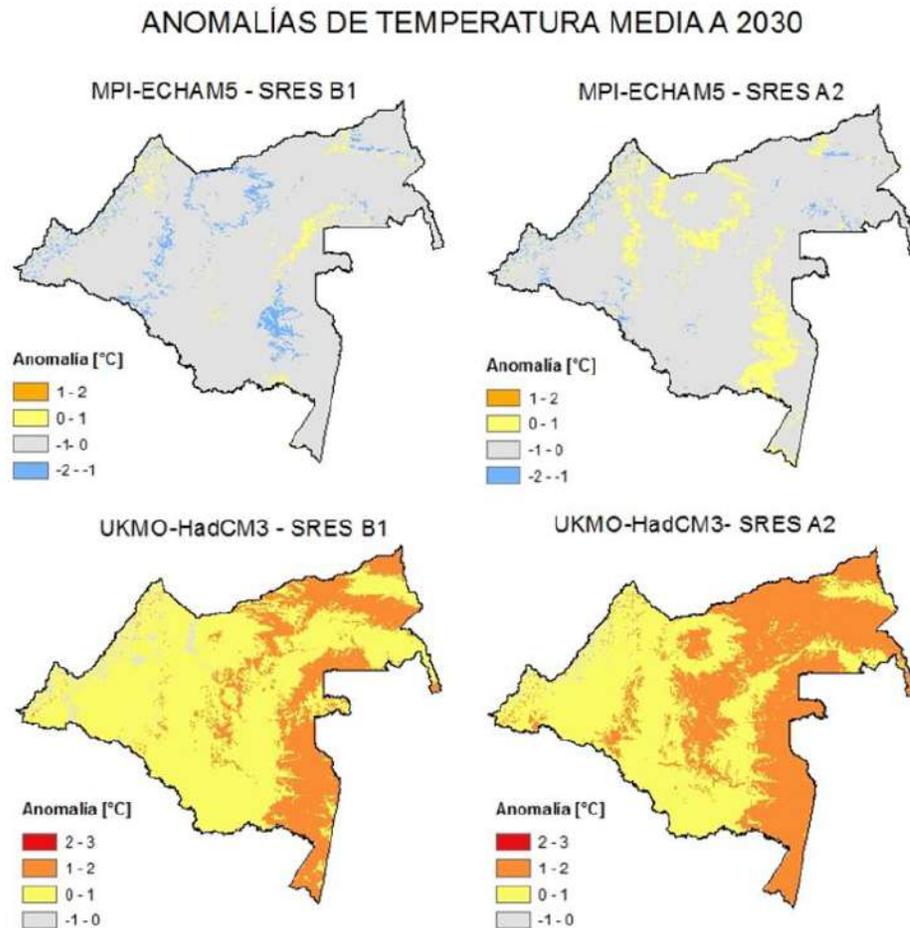


Figura 84. Anomalías de temperatura media anual [°C] para 2030 respecto a la climatología observada para los diferentes modelos y escenarios contemplados.



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuenca Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



El modelo UKMO – HadCM3 presenta un comportamiento tendencial de incremento en la temperatura desde el este y extendiéndose hacia áreas mayores en el occidente. Dichas anomalías son del orden de 1°C a 2°C en toda la margen oriental y extendiéndose de manera amplia hasta el centro de la macrocuenca bajo el escenario SRES A2. Sólo se registran una pocas áreas de anomalías negativas leves (entre -1°C y 0°C) en el piedemonte y zona andino – amazónica bajo el escenario SRES B1.

A este punto tanto el modelo MPI - ECHAM5 COMO UKMO -HadCM3 presentan tendencias hacia el incremento de temperatura, con la diferencia de que el modelo UKMO - HadCM3 arroja zonas de mayor área y mayores magnitudes en las anomalías positivas.

Proyecciones a 2040

De la Figura 85 a la Figura 88 se presentan las proyecciones de las variables hidroclimatológicas de interés en la macrocuenca amazónica colombiana para cada modelo y escenario de cambio climático para 2040.



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co

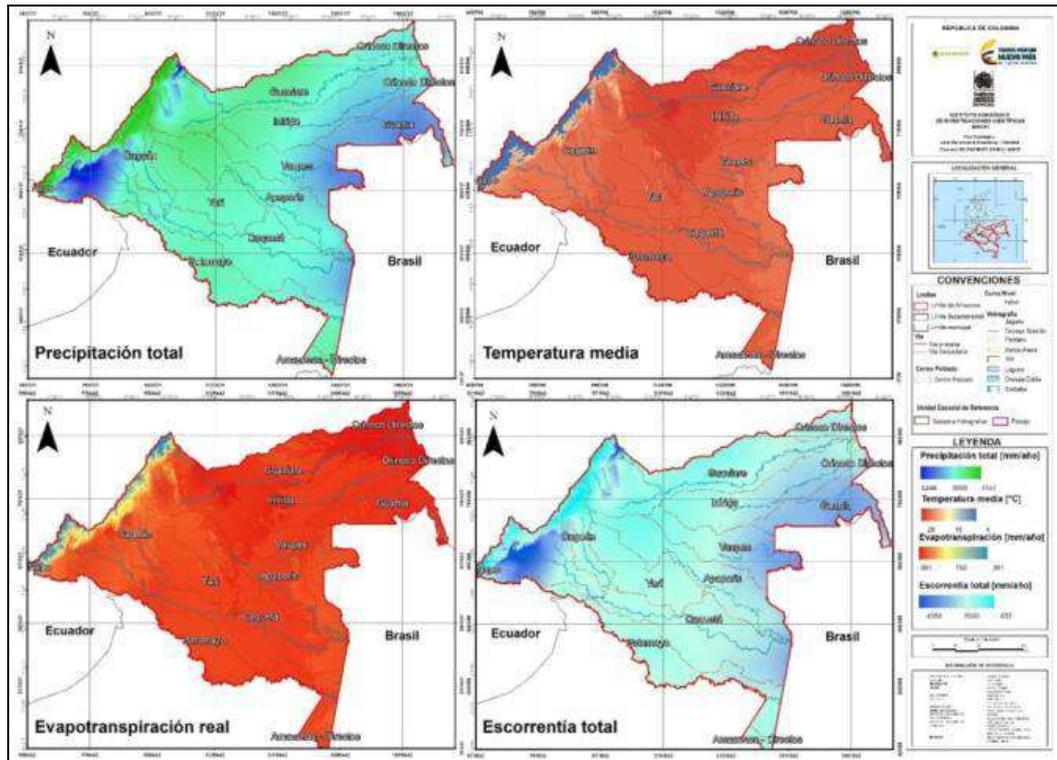


Figura 85. Principales variables hidroclimáticas proyectadas a 2040 bajo el modelo global MPI – ECHAM5 y el escenario SRES B1 (optimista).

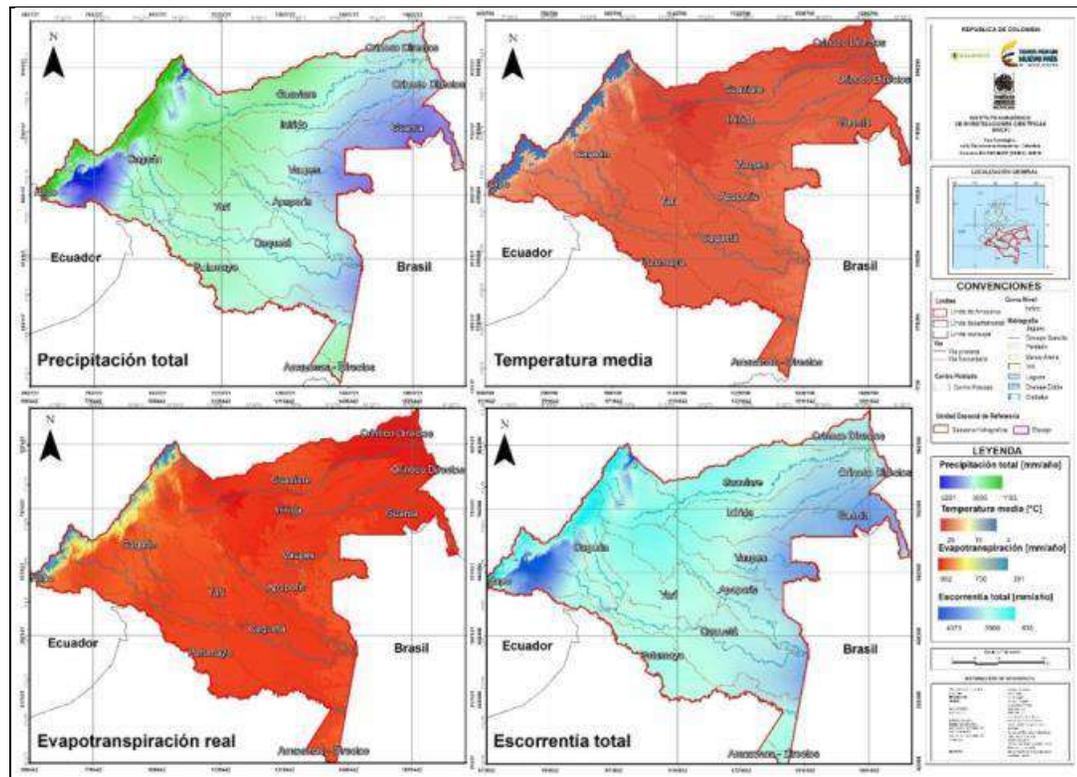


Figura 86. Principales variables hidroclimáticas proyectadas a 2040 bajo el modelo global MPI – ECHAM5 y el escenario SRES A2 (pesimista).

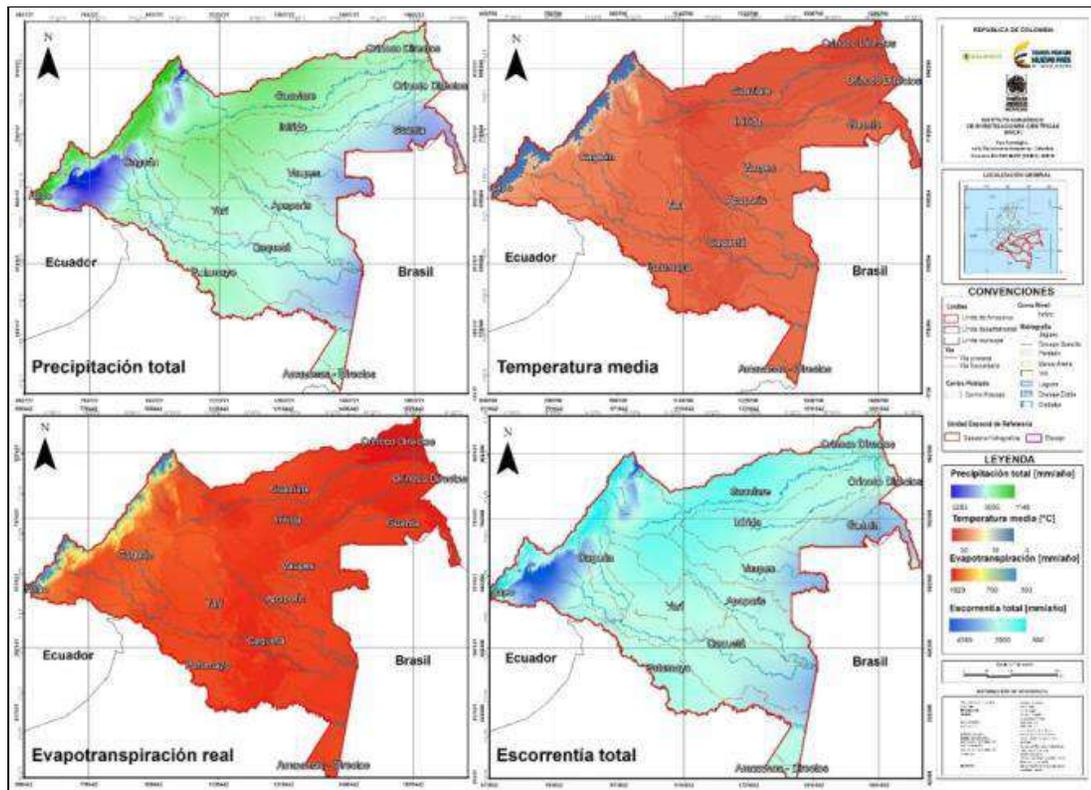


Figura 87. Principales variables hidroclimáticas proyectadas a 2040 bajo el modelo global UKMO - HadCM3 y el escenario SRES B1 (optimista).

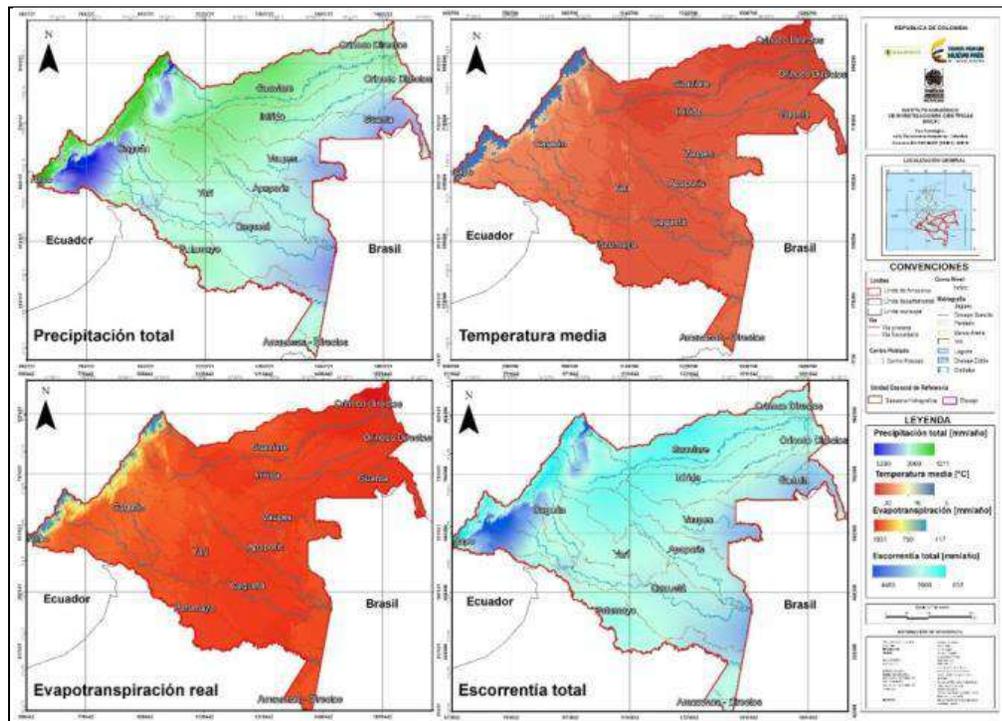


Figura 88. Principales variables hidroclimáticas proyectadas a 2040 bajo el modelo global UKMO - HadCM3 y el escenario SRES A2 (pesimista).

En la Figura 89 se presentan las anomalías calculadas de precipitación total media anual en la zona de estudio, bajo escenarios optimista - SRES B1 y pesimista - SRES A2 para los modelos UKMO - HadCM3 y MPI - ECHAM5 proyectados al año 2040.

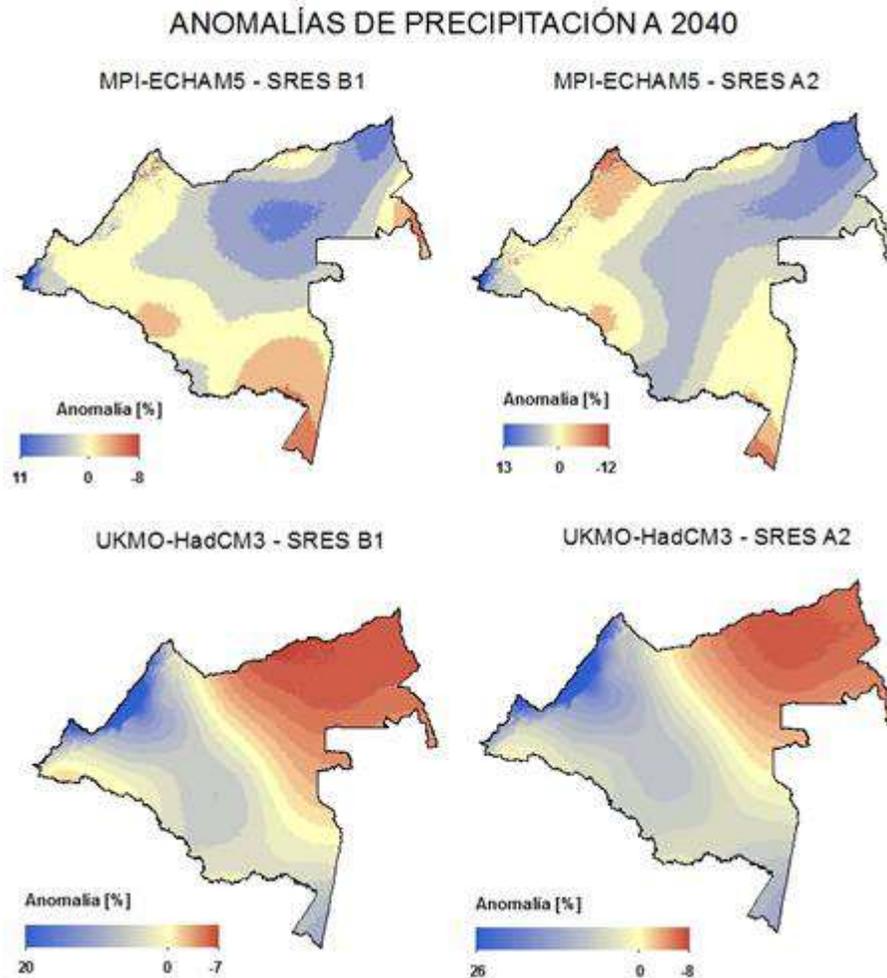


Figura 89. Anomalías de precipitación media anual [%] para 2040 respecto a la climatología observada para los diferentes modelos y escenarios contemplados.



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuenca Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGI RH) -SINCHI



Para el modelo MPI – ECHAM5 en los dos escenarios SRES A2 y SRES B1 se observa un comportamiento espacial de las anomalías similar; en las zonas hidrográficas Guaviare y Guainía se presentan anomalías positivas que varían entre el 5 y 13%, mientras que para la región suroriente se siguen presentando anomalías negativas, alrededor de -8% para ambos escenarios, aunque en esta década el área del suroriente de anomalías negativas se redujo en comparación a las décadas anteriores. En la zona andino – amazónica se presentan condiciones neutras y algunas anomalías negativas leves.

El modelo UKMO – HadCM3 conserva tendencias espaciales de las anomalías de 2020 y 2030 a 2040, presentando disminución de lluvias en la región nororiente para los dos escenarios: SRES B1 y SRES A2 con magnitudes similares a las presentadas en 2030. Sin embargo en esta década, se reducen las áreas de anomalías negativas en el centro y occidente de la cuenca, apuntando a anomalías positivas que varían entre 5 y 15% en ambos escenarios. La tendencia en la zona andino – amazónica sigue siendo de anomalías positivas, incrementando en área y magnitud con un máximo de 20% en SRES B1 y hasta 26% en SRES A2.

En la Figura 90 se presentan las anomalías calculadas de temperatura media anual en la zona de estudio, bajo escenarios optimista - SRES B1 y pesimista



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co

- SRES A2 para los modelos UKMO – HadCM3 y MPI – ECHAM5 proyectados a 2040.

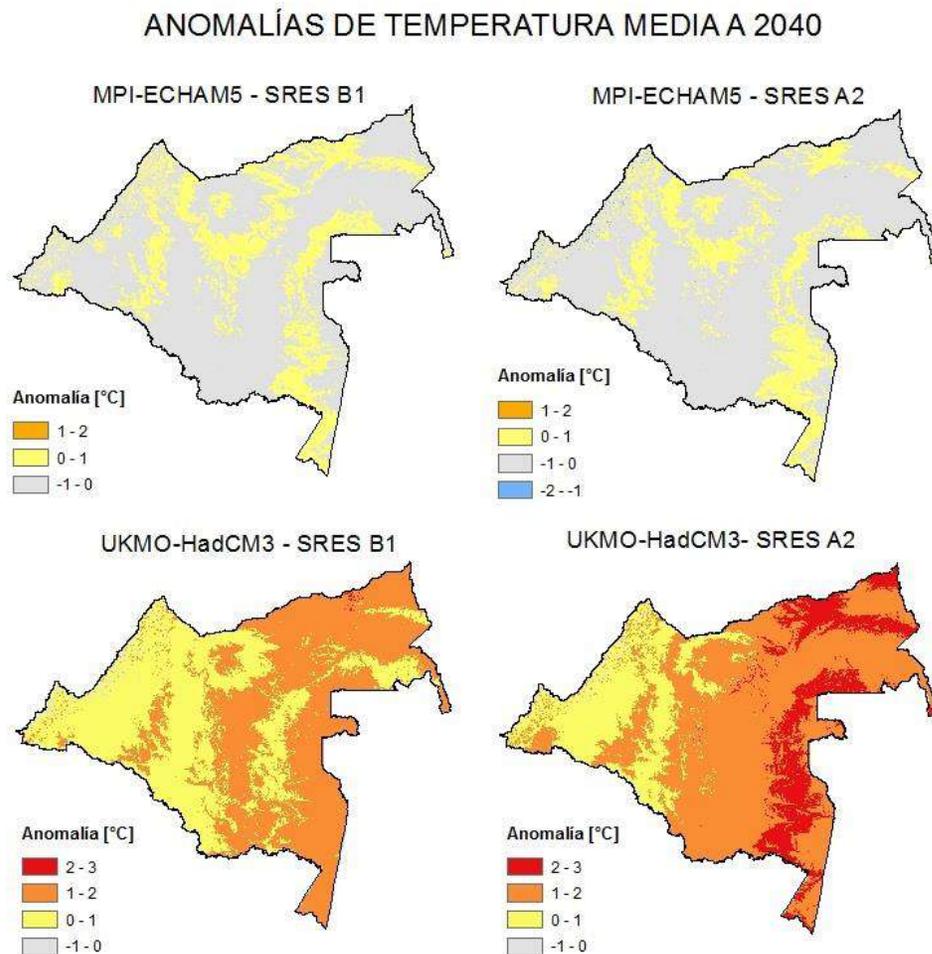


Figura 90. Anomalías de temperatura media anual [°C] para 2040 respecto a la climatología observada para los diferentes modelos y escenarios contemplados.



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuenca Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGI RH) -SINCHI



El modelo MPI – ECHAM5 exhibe una espacialización similar de las anomalías a las presentadas en 2020 y 2030 y bajo ambos escenarios de EGEI (B1 y A2), siguiendo la tendencia evidenciada en 2030, al aumento de zonas de anomalías positivas. Aunque las anomalías dominantes en toda la zona de estudio siguen siendo negativas leves (-1°C a 0°C), las zonas de anomalías positivas (entre 0°C y 1°C) se extienden a lo largo de áreas mayores respecto al año 2030. Esto indica que el modelo apunta a propagar los incrementos de temperatura en toda la zona de estudio de una manera progresiva.

El modelo UKMO – HadCM3 continua con la tendencia hacia el incremento de anomalías positivas provenientes desde el este y extendiéndose hacia el oeste. Para este año y bajo el escenario pesimista SRES A2 las anomalías positivas presentan una magnitud mayor, entre 2°C y 3°C sobre margen oriental de la macrocuenca, mientras que las anomalías entre 1°C a 2°C se han extendido de hasta el centro de la macrocuenca en ambos escenarios. De otro lado la zona occidental, es decir región andino - amazónica, piedemonte amazónico y algunas fracciones del centro presenta anomalías positivas menores (entre 0°C y 1°C) y ninguna zona presenta anomalías negativas.



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co

Proyecciones a 2050

De la Figura 91 a la Figura 94 se presentan las proyecciones de las variables hidroclimatológicas de interés en la macrocuena amazónica colombiana para cada modelo y escenario de cambio climático para 2050.

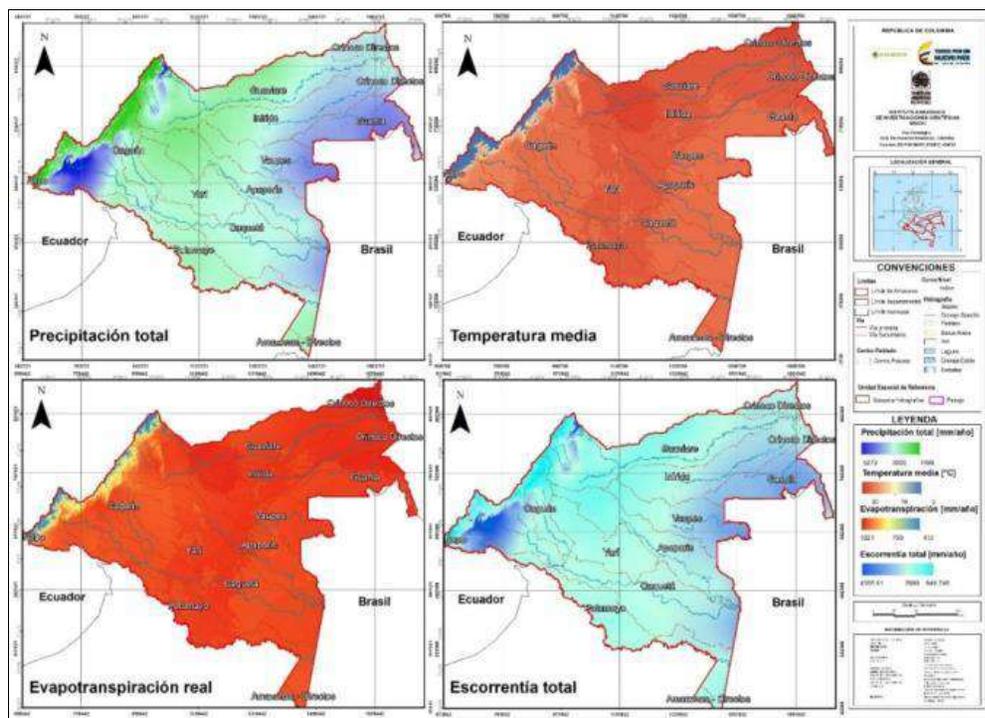


Figura 91. Principales variables hidroclimáticas proyectadas a 2050 bajo el modelo global MPI – ECHAM5 y el escenario SRES B1 (optimista).

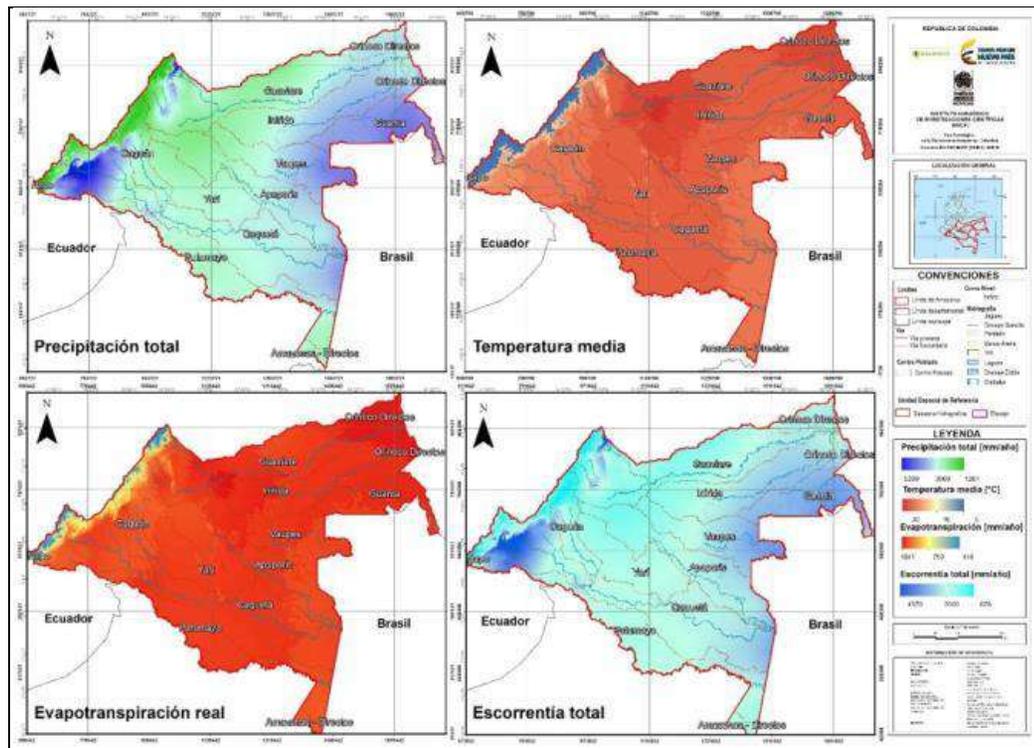


Figura 92. Principales variables hidroclimáticas proyectadas a 2050 bajo el modelo global MPI – ECHAM5 y el escenario SRES A2 (pesimista).

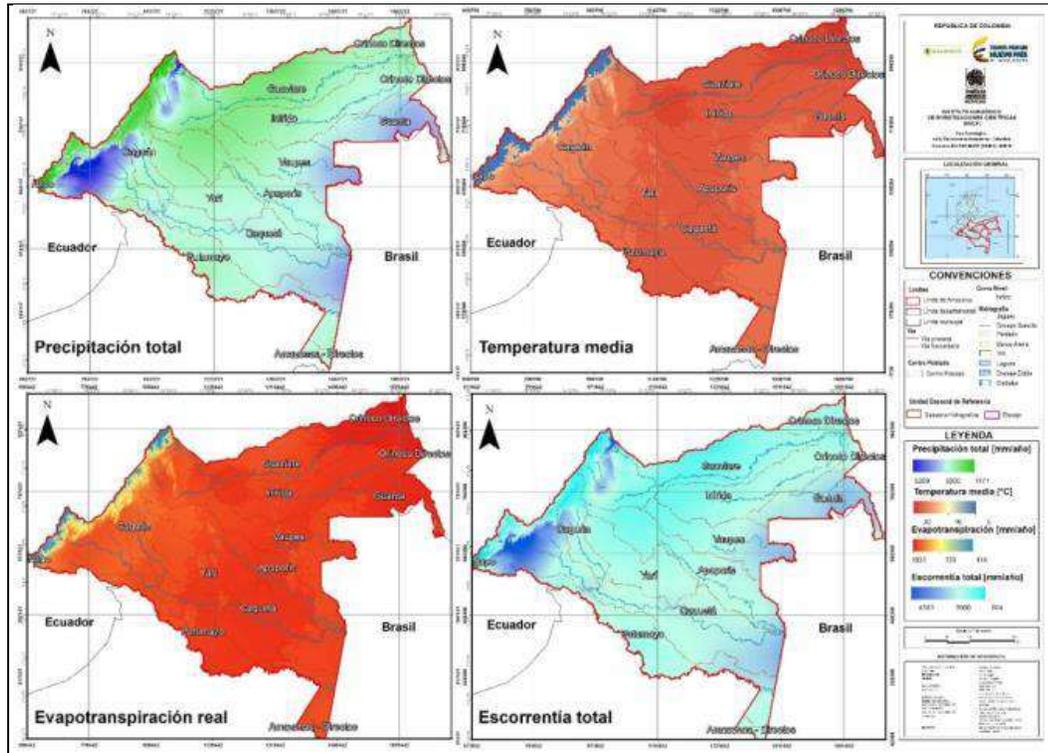


Figura 93. Principales variables hidroclimáticas proyectadas a 2050 bajo el modelo global UKMO - HadCM3 y el escenario SRES B1 (optimista).

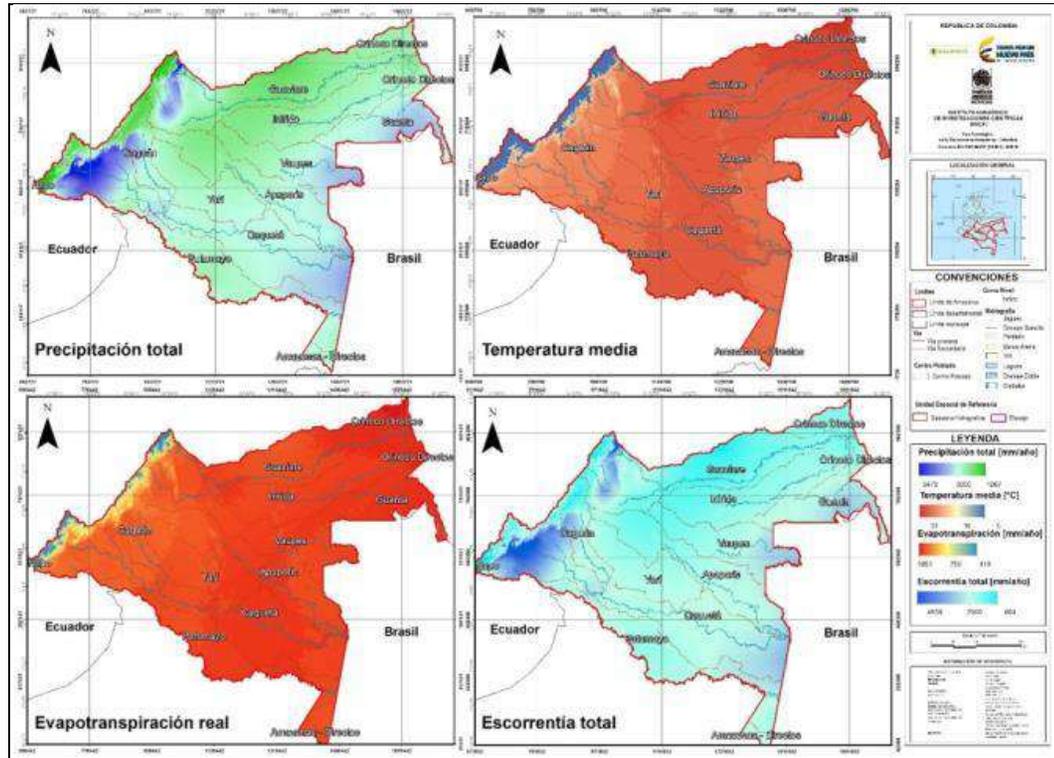


Figura 94. Principales variables hidroclimáticas proyectadas a 2050 bajo el modelo global UKMO - HadCM3 y el escenario SRES A2 (pesimista).

En la Figura 95 se presentan las anomalías calculadas de precipitación total media anual en la zona de estudio, bajo escenarios optimista - SRES B1 y pesimista - SRES A2 para los modelos UKMO - HadCM3 y MPI - ECHAM5 proyectados a 2050.

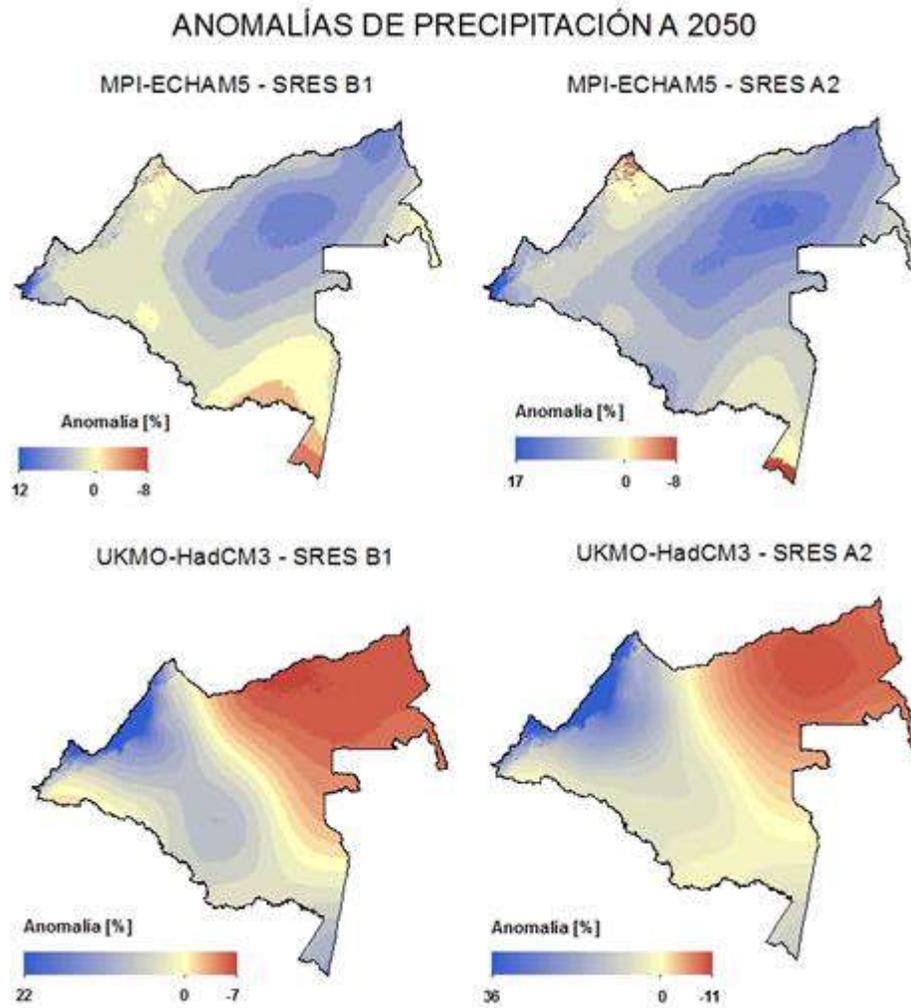


Figura 95. Anomalías de precipitación media anual [%] para 2050 respecto a la climatología observada para los diferentes modelos y escenarios contemplados.



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuenca Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGI RH) -SINCHI



Para el modelo MPI – ECHAM5 en los dos escenarios SRES A2 y SRES B1 se observa un comportamiento espacial de las anomalías muy similar, desde el costado suroccidental (zona hidrográfica Putumayo – parte alta y media) hasta el costado nororiental (zona hidrográfica Orinoco directos) presenta tendencia hacia anomalías positivas, variando desde 2% en cercanías de la ZH Putumayo hasta 15% de incremento en la precipitación en cercanías a la ZH Orinoco directos. En la zona andino – amazónica se conserva la tendencia de anomalías entre neutras a positivas (de no más de 5% de aumento en la precipitación), mientras que para la región suroriente se siguen presentando anomalías negativas, alrededor de -8% para ambos escenarios, pero ahora comprende áreas relativamente pequeñas, aproximadamente la ZH Amazonas directos.

El modelo UKMO – HadCM3 conserva tendencias espaciales de las anomalías de las anteriores décadas, exhibiendo anomalías negativas en la región nororiente para los dos escenarios: SRES B1 y SRES A2 con magnitudes similares a las presentadas en 2040. La tendencia en la zona andino – amazónica sigue siendo de anomalías positivas, incrementando su área y la magnitud con un máximo de 22% en SRES B1 y hasta 36% en SRES A2. (Comportamiento muy similar a década 2040).

En la Figura 96 se presentan las anomalías calculadas de temperatura media anual en la zona de estudio, bajo escenarios optimista - SRES B1 y pesimista



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co

- SRES A2 para los modelos UKMO - HadCM3 y MPI - ECHAM5 proyectados a 2050.

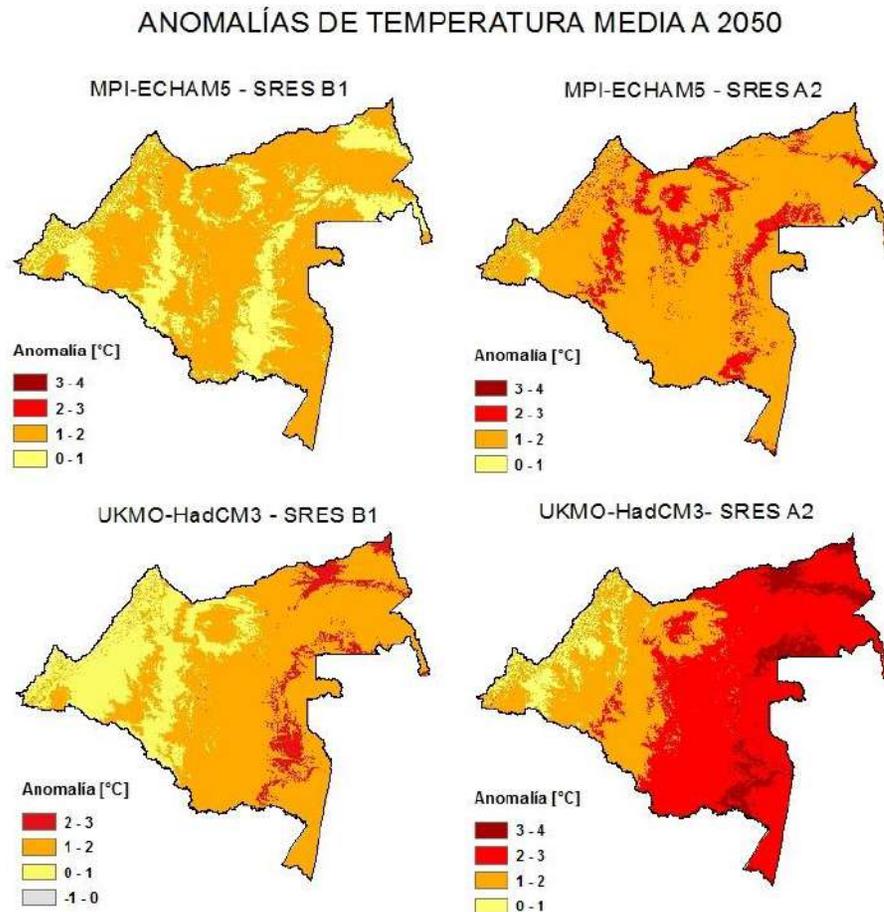


Figura 96. Anomalías de temperatura media anual [°C] para 2050 respecto a la climatología observada para los diferentes modelos y escenarios contemplados.



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuenca Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGI RH) -SINCHI



El modelo MPI – ECHAM5 exhibe una distribución espacial similar de anomalías a las presentadas en las anteriores décadas y bajo ambos escenarios de EGEI (B1 y A2), siguiendo la tendencia al aumento de zonas de anomalías positivas. Para esta década se presentan anomalías positivas para toda la zona de estudio, siendo las de menor magnitud las comprendidas entre 0°C y 1°C, mientras que las mayores áreas de la zona de estudio presentan anomalías entre 1°C y 2 °C en ambos escenarios y para el escenario SRES A2 se presentan áreas importantes de anomalías entre 2°C y 3° C. finalmente el modelo apunta a incrementos máximos de 3°C a 2050 en zonas de la macrocuenca correspondientes al departamento del Guaviare y Caquetá, zonas de piedemonte amazónico y regiones de la zona oriental.

El modelo UKMO – HadCM3 exhibe los rangos máximos de anomalías positivas esperadas bajo el escenario SRES A2 y que predominan en toda la zona oriental y se extienden hasta el centro de la macrocuenca; dichas anomalías de temperatura media esperada serían típicamente entre 2°C y 3°C, con sectores que alcanzan un incremento de hasta 4°C a 2050. La zona andina amazónica sería la de menor amenaza por incrementos de temperatura en este sentido, dado que presentaría anomalías máximas de temperatura media entre 0 y 1°C. Sin embargo corresponde a una zona de alta vulnerabilidad al cambio climático, dado que en ella se presentan los nacimientos de diversas fuentes naturales de agua de gran importancia para toda la macrocuenca amazónica colombiana.



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuenca Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGI RH) -SINCHI



• *Resumen de proyección de las variables climáticas*

De la Figura 97 a la Figura 112 se presentan las proyecciones de precipitación y temperatura obtenidas mediante el análisis de los dos modelos seleccionados para los escenarios de emisiones B1 (optimista) y A2 (pesimista). De igual forma se presenta la evolución decadal de las anomalías de precipitación y temperatura para cada una de las condiciones planteadas; las figuras de las anomalías de lluvias presentan las condiciones de menor precipitación en color rojo y de mayor precipitación en color azul mientras que las figuras de anomalías de temperatura presentan condiciones más frías en color azul y más cálidas en color rojo.

Del análisis presentado anteriormente y las figuras resumen se concluye que el modelo ECHAM5 presenta una evolución temporal de anomalías, tanto de lluvias como de temperatura, que oscilan entre anomalías positivas y negativas sin mostrar una tendencia clara de cambio climático, tanto para el escenario optimista (B1 como para el pesimista (A2).

Las proyecciones de precipitación con el modelo ECHAM5 muestran al 2020 aumento de lluvia sobre la mayor parte de la zona de estudio, con excepción de la parte baja de las zonas hidrográficas Putumayo, Caquetá, Apaporis y Amazonas directos y de parte del piedemonte amazónico. Esta tendencia de

Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana



Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH)-SINCHI



anomalías positivas de lluvias se revierte en las décadas 2030 y 2040 para las cuales se presentaría déficit de precipitación en la mayor parte de área de estudio, con excepción de algunas regiones puntuales en las zonas hidrográficas Inírida, Guaviare y Orinoco directos. Sin embargo esta tendencia no se sostiene y al año 2050 el modelo arroja nuevamente aumento de precipitación sobre las zonas hidrográficas de Inírida, Vaupés, Orinoco directos y parte alta del Apaporis.

En relación a la temperatura el modelo ECHAM5 apunta a una tendencia negativa para el año 2020 en toda el área de estudio, la cual se revierte para la década de 2030 durante la cual aparecen algunas regiones con tendencia de anomalías positivas, las cuales se mantienen durante años siguientes; para el año 2050 el modelo arroja anomalías positivas de temperatura entre 1°C y 2°C para la mayor parte de la cuenca.

De otro lado los resultados obtenidos a partir modelo HadCM3 para lluvia y temperatura presentan tendencias muy claras que se mantienen entre los años 2020 y 2050 y que muestran mayor consistencia con las señales de cambio climático. Según los resultados de este modelo las lluvias tienden a disminuir en la zona noreste de la cuenca amazónica sobre las zonas hidrográficas Guaviare, Orinoco directos, Guainía, Inírida y Vaupés mientras la zona del piedemonte amazónico muestra tendencia al aumento de lluvias; las zonas hidrográficas de Putumayo, Caquetá, Apaporis y Yarí son las zonas

Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana



Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGI RH) -SINCHI



que presentan menor afectación. Este comportamiento se observa para todos los periodos modelados

Respecto a las proyecciones de temperatura media anual, los resultados del modelo HadCM3 muestran una tendencia creciente de anomalías, alcanzando valores de 4°C por encima de los valores medios del periodo de registro en la zona este para el escenarios pesimista (A2). Las zonas hidrográficas de mayor afectación corresponden a Orinoco directos, Guainía, Guaviare, Vaupés, Apaporis y Caquetá mientras que las zonas de menor afectación (aumento de temperatura entre 1°C y 2°C) se ubica en el piedemonte amazónico.



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co

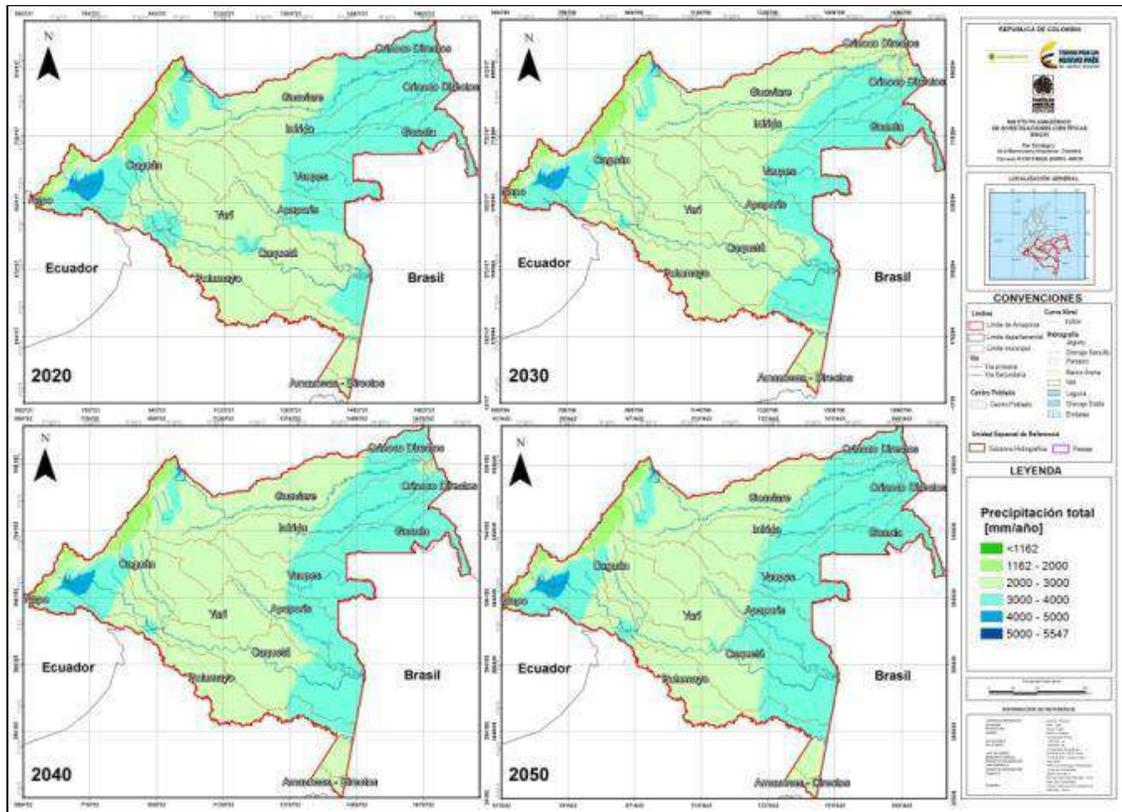


Figura 97. Proyección de precipitación media anual bajo el modelo global MPI – ECHAM5 y el escenario SRES B1 (optimista).

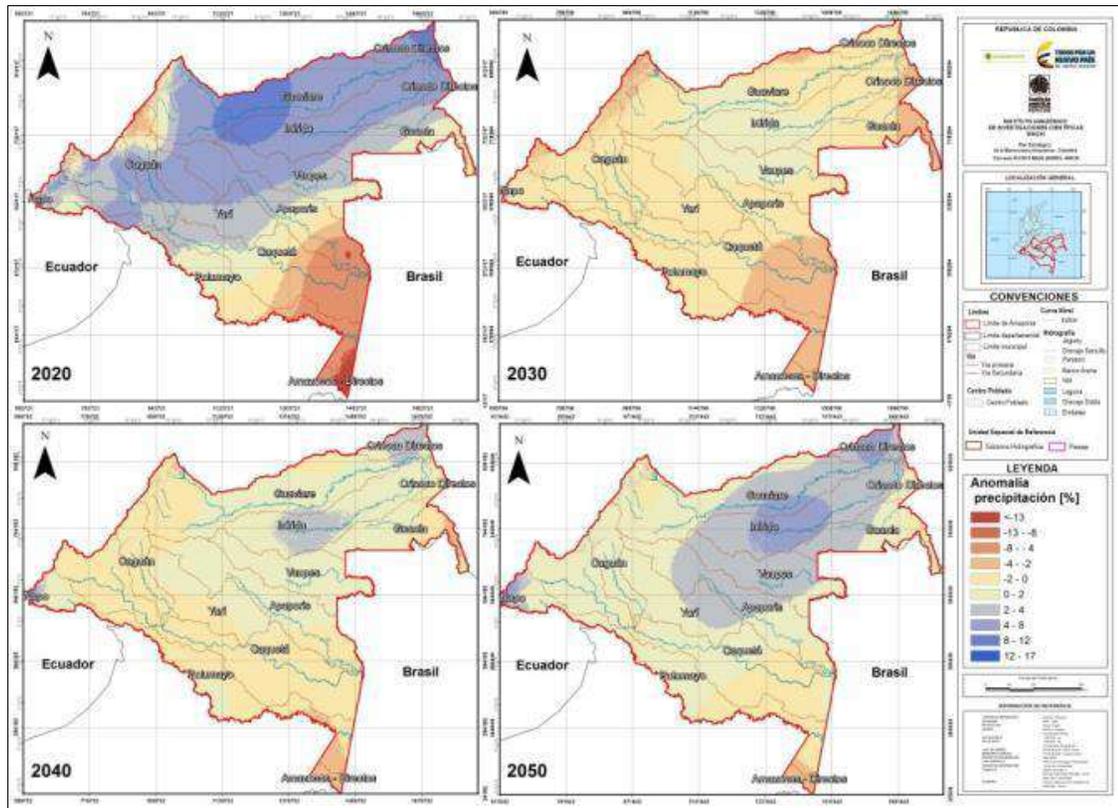


Figura 98. Proyección de anomalías de precipitación media anual bajo el modelo global MPI – ECHAM5 y el escenario SRES B1 (optimista).

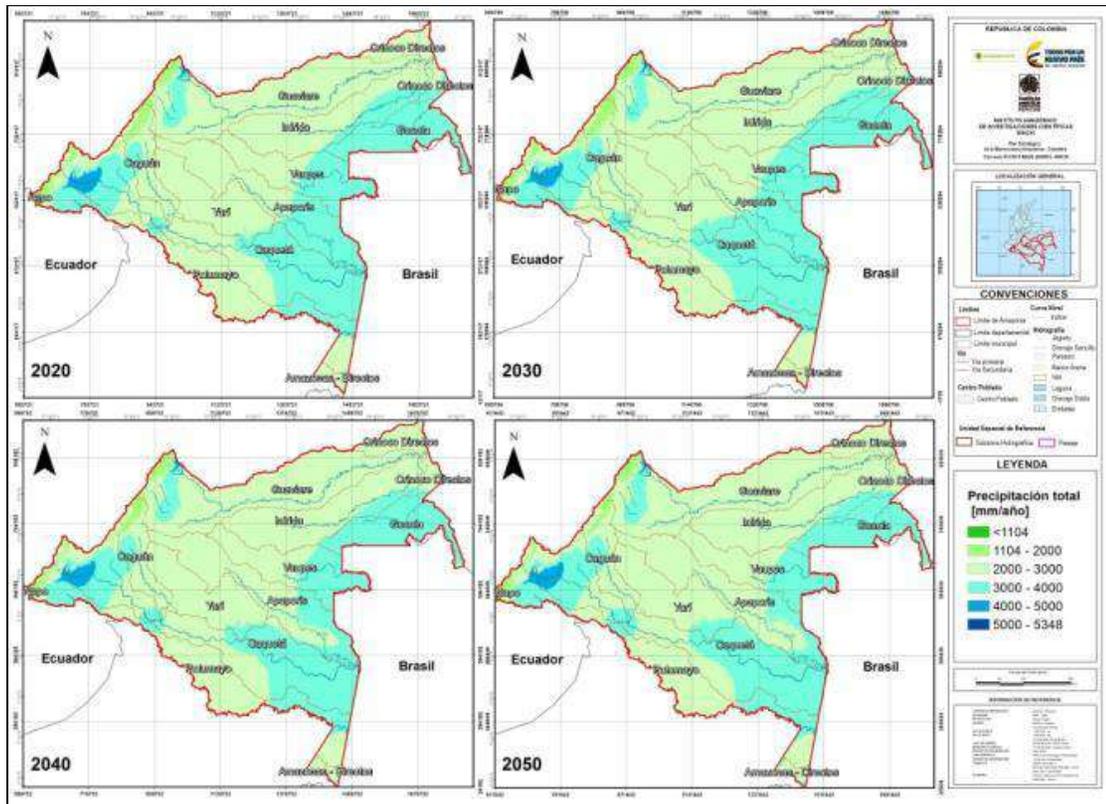


Figura 99. Proyección de precipitación media anual bajo el modelo global UKMO - HadCM3 y el escenario SRES B1 (optimista).

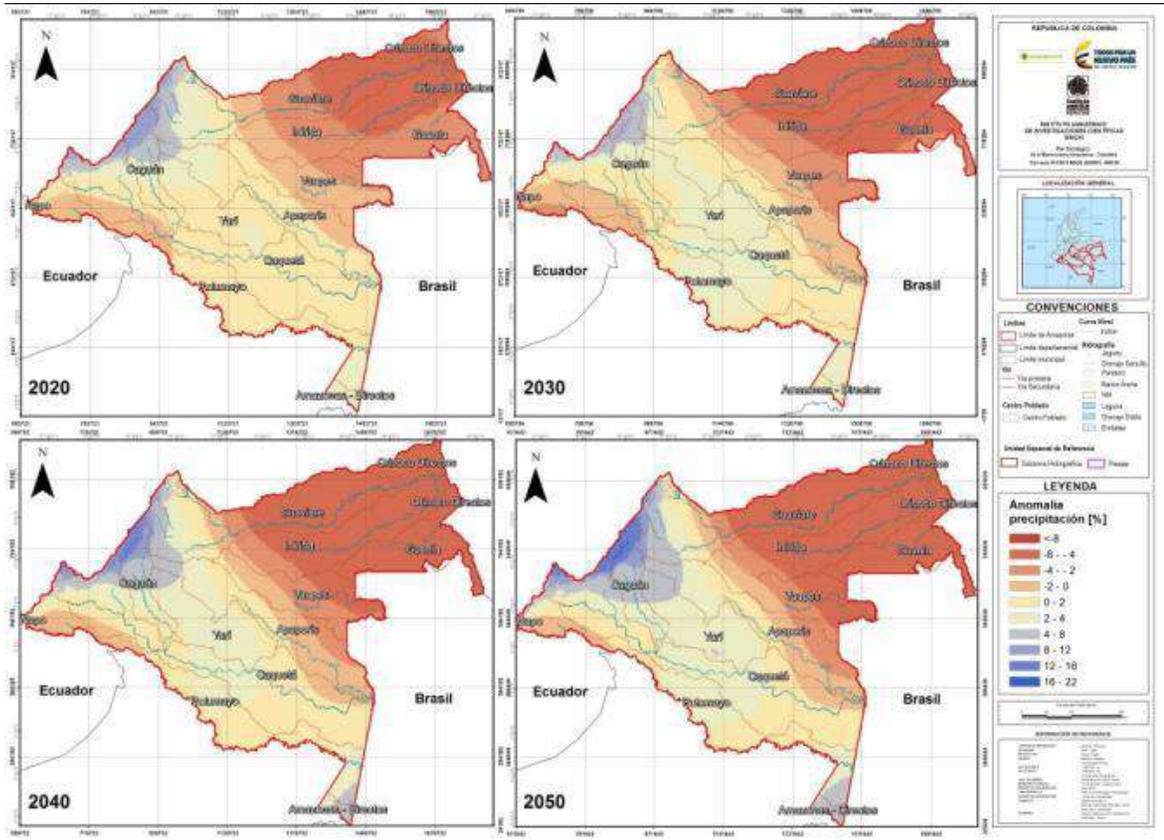


Figura 100. Proyección de anomalías de precipitación media anual bajo el modelo global UKMO - HadCM3 y el escenario SRES B1 (optimista).

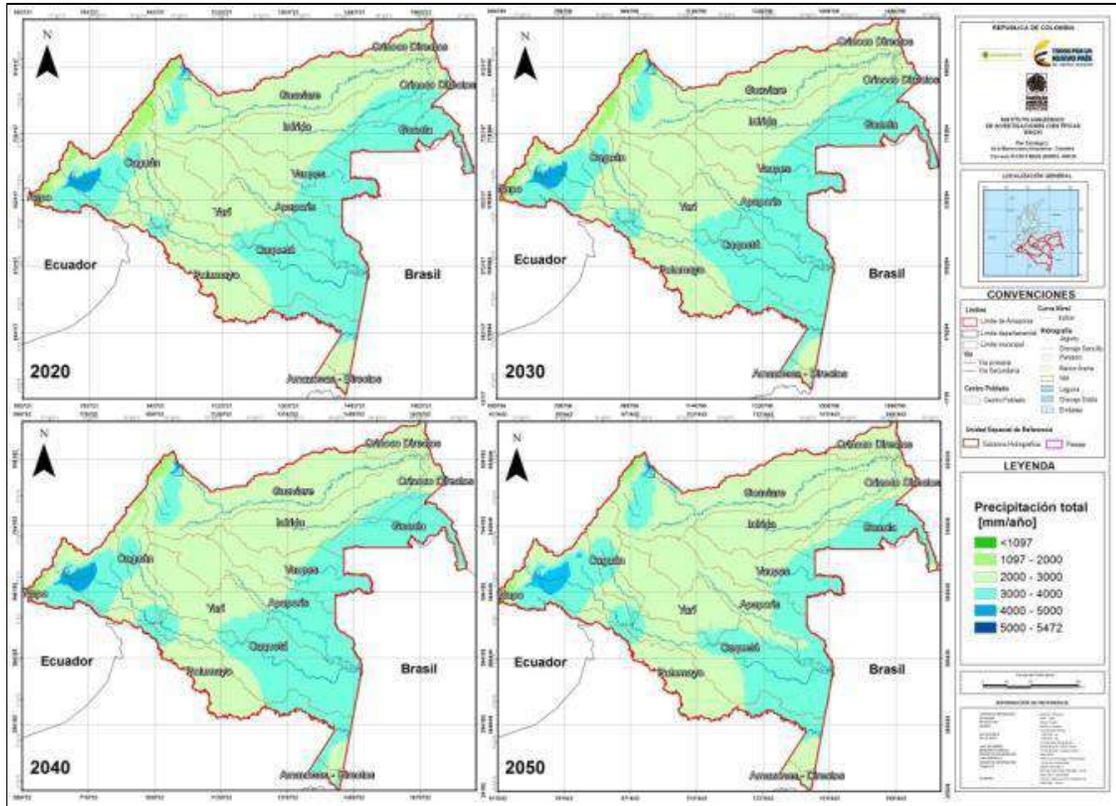


Figura 101. Proyección de precipitación media anual bajo el modelo global MPI – ECHAM5 y el escenario SRES A2 (pesimista).

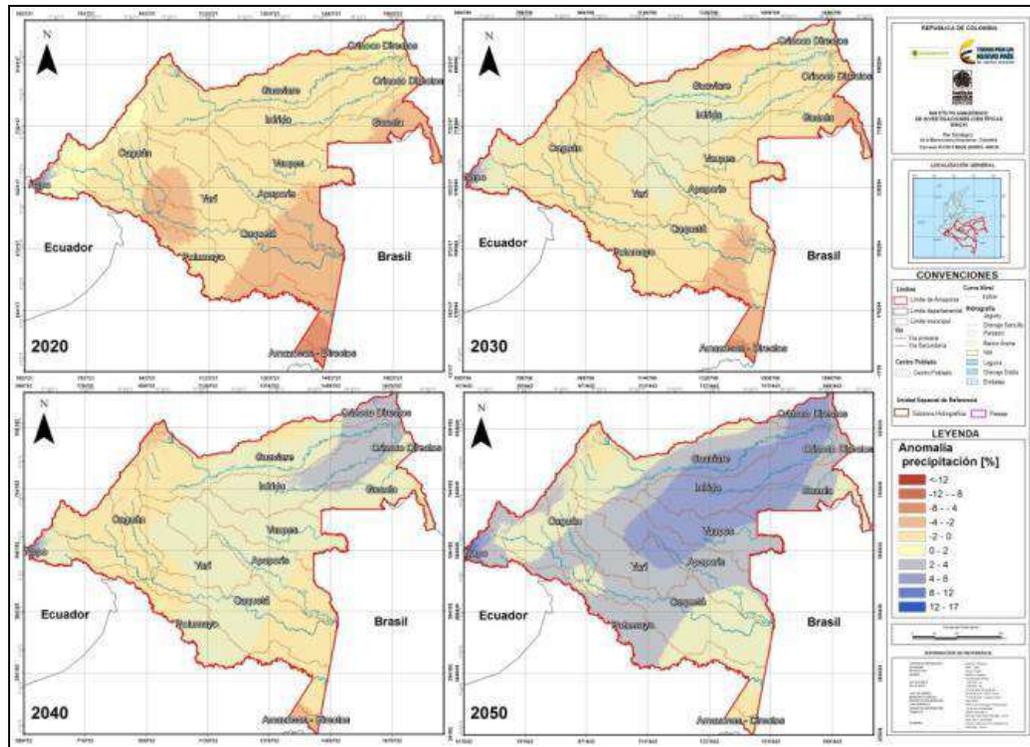


Figura 102. Proyección de anomalías de precipitación media anual bajo el modelo global MPI – ECHAM5 y el escenario SRES A2 (pesimista).

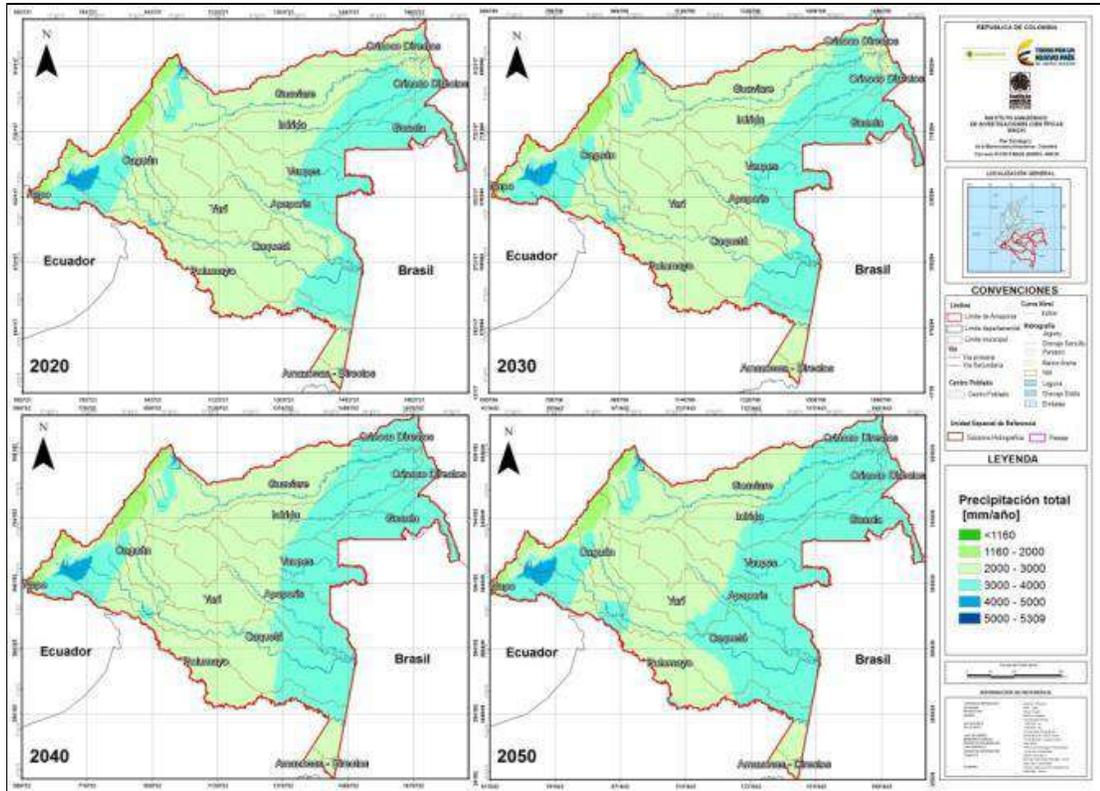


Figura 103. Proyección de precipitación media anual bajo el modelo global UKMO - HadCM3 y el escenario SRES A2 (pesimista).

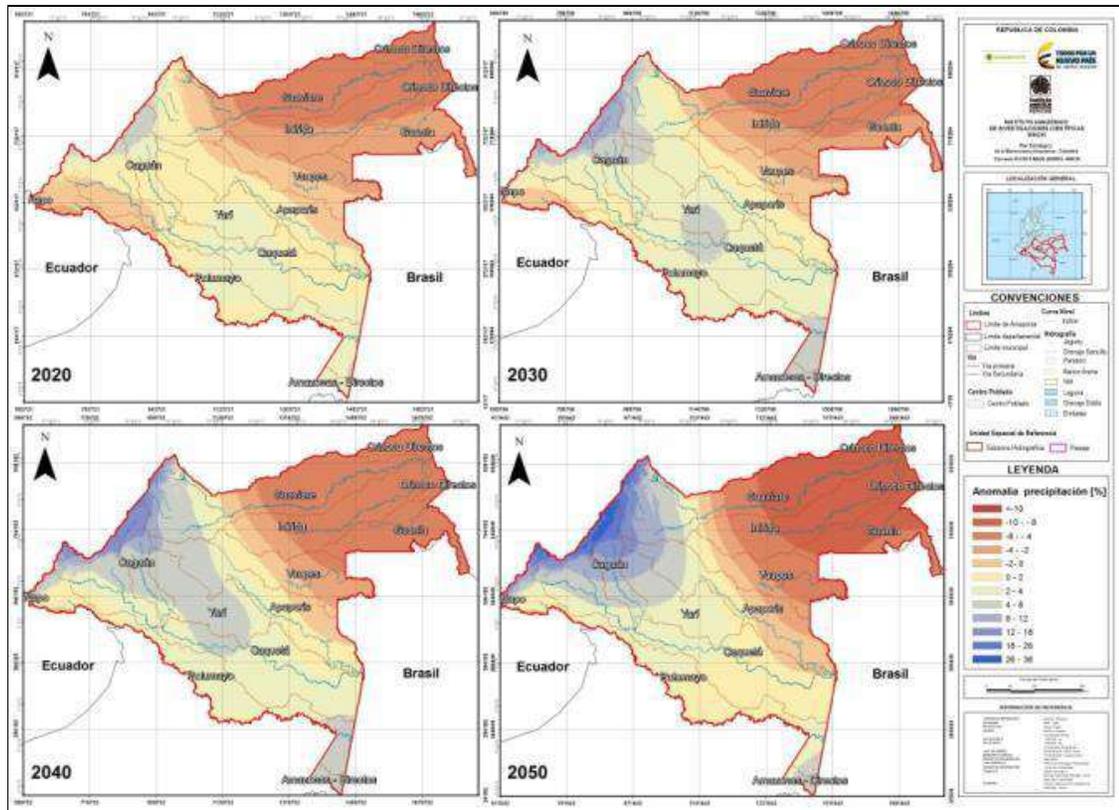


Figura 104. Proyección de anomalías de precipitación media anual bajo el modelo global UKMO - HadCM3 y el escenario SRES A2 (pesimista).

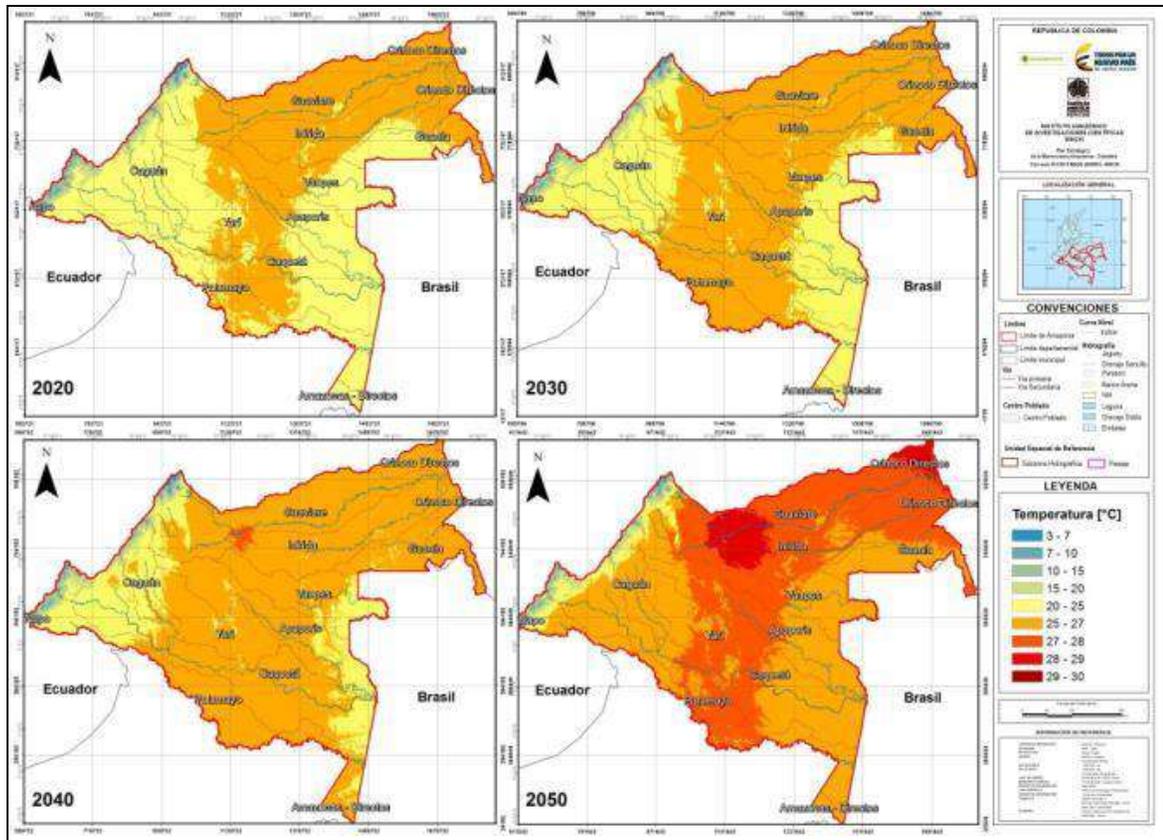


Figura 105. Proyección de temperatura media anual bajo el modelo global MPI – ECHAM5 y el escenario SRES B1 (optimista).

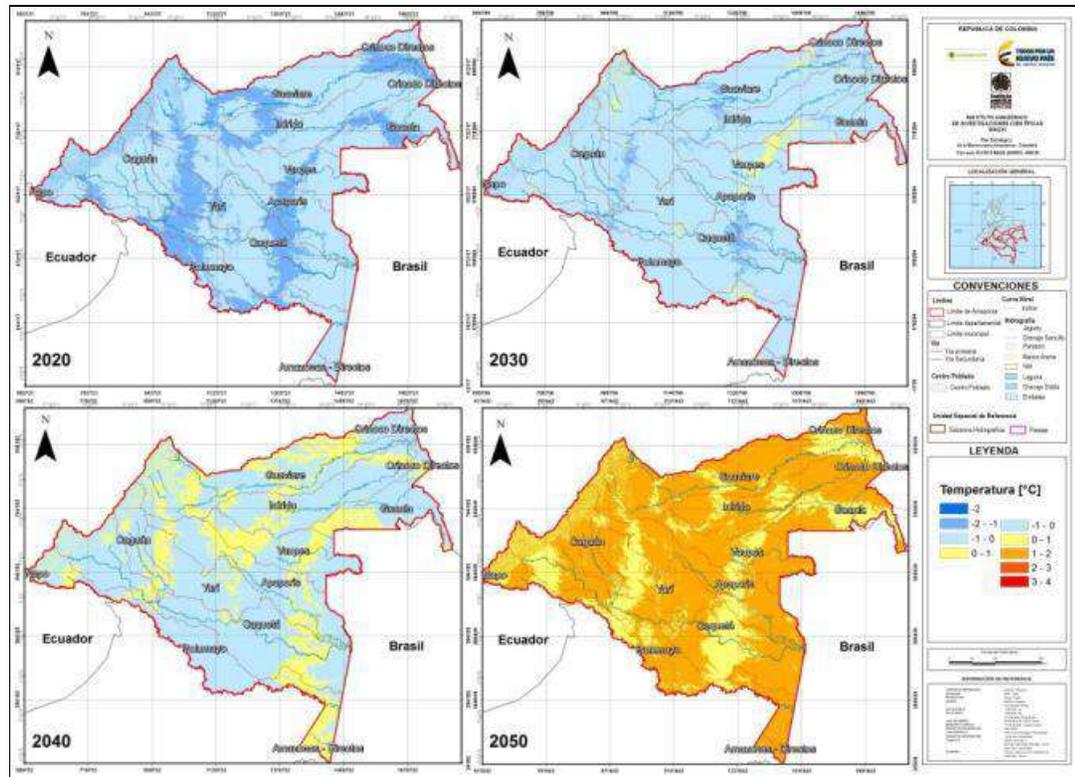


Figura 106. Proyección de anomalías de temperatura media anual bajo el modelo global MPI – ECHAM5 y el escenario SRES B1 (optimista).

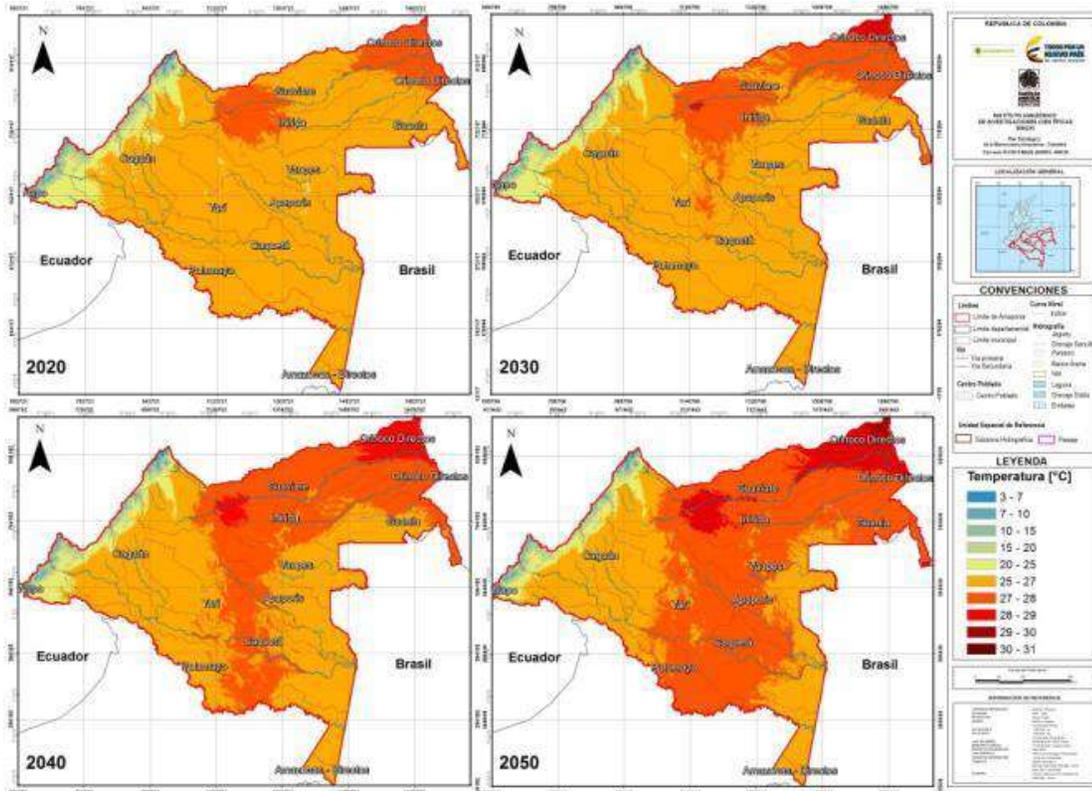


Figura 107. Proyección de temperatura media anual bajo el modelo global UKMO - HadCM3 y el escenario SRES B1 (optimista).

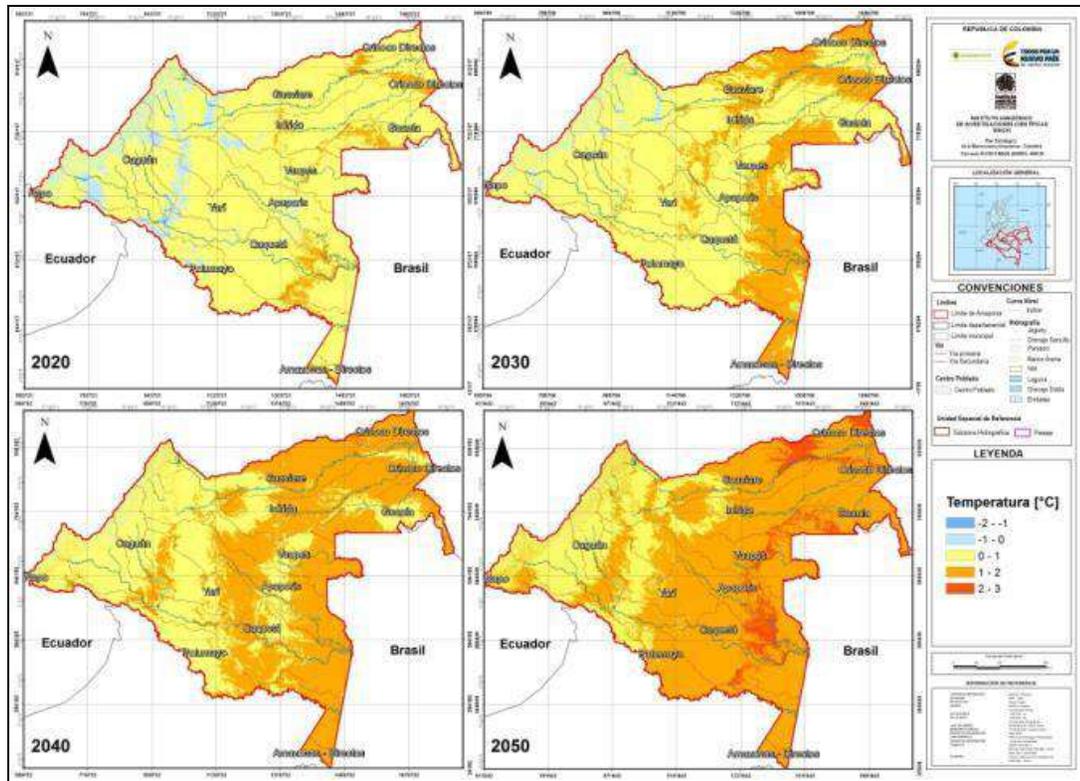


Figura 108. Proyección de anomalías de temperatura media anual bajo el modelo global UKMO - HadCM3 y el escenario SRES B1 (optimista).

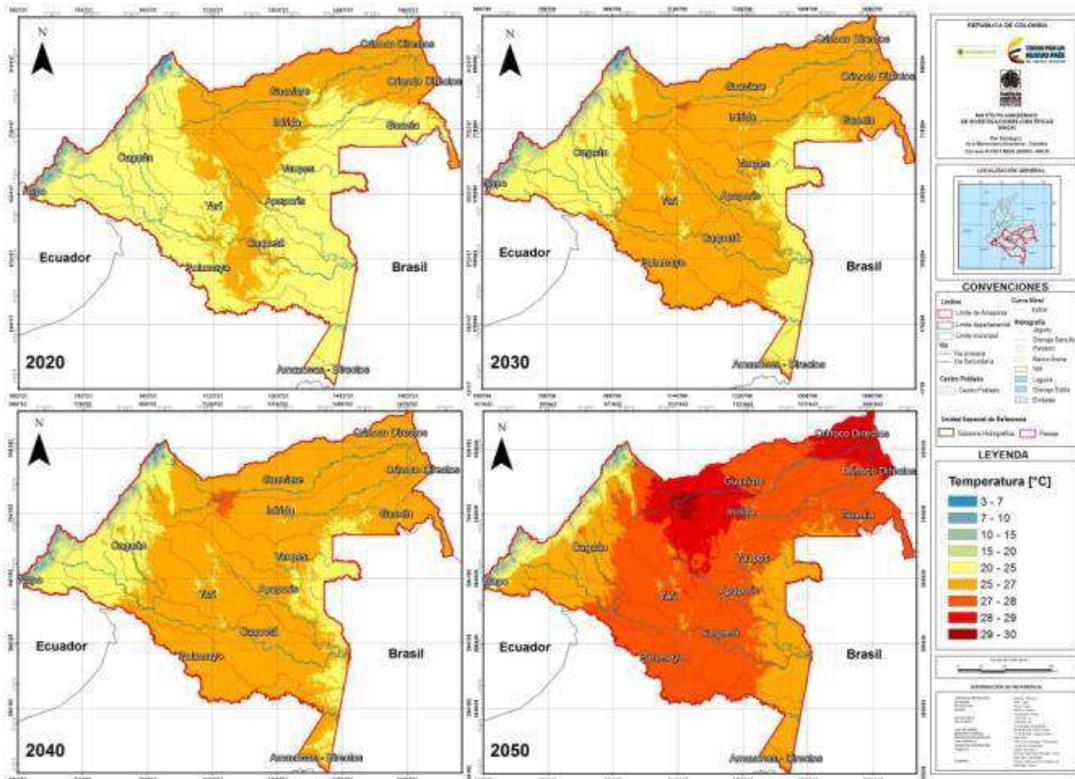


Figura 109. Proyección de temperatura media anual bajo el modelo global MPI - ECHAM5 y el escenario SRES A2 (pesimista).

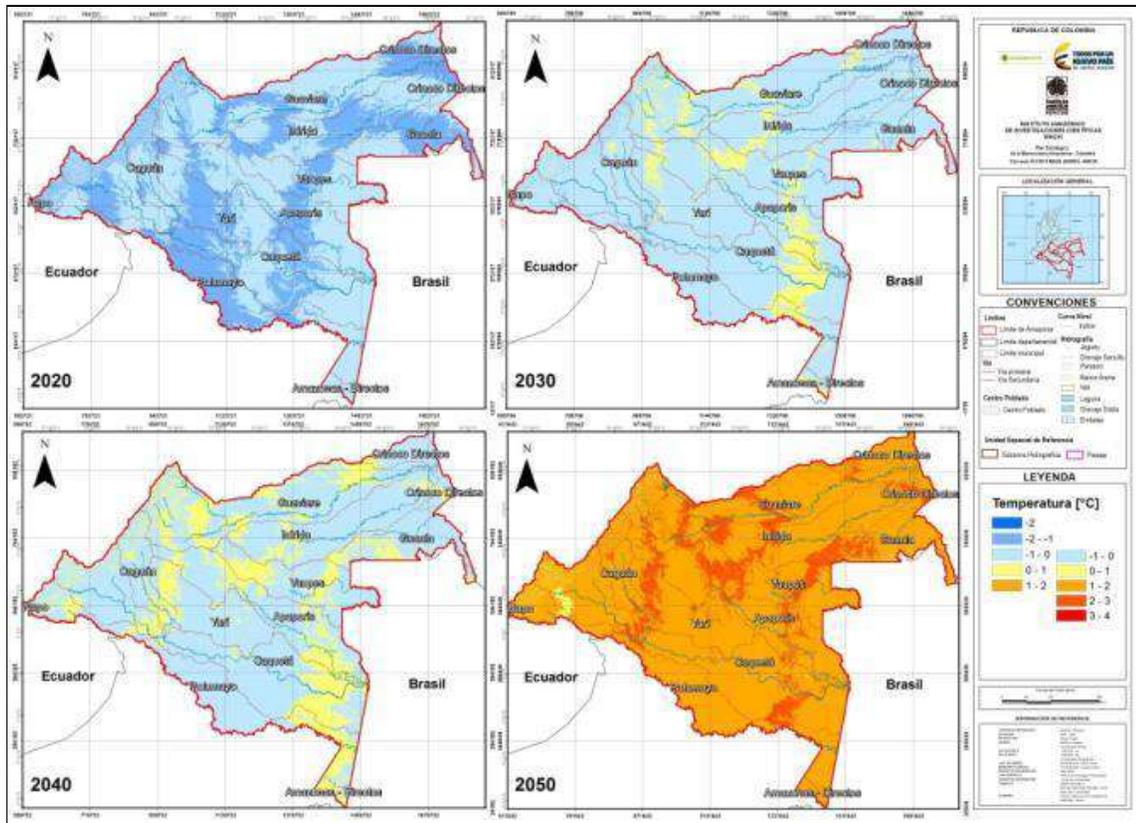


Figura 110. Proyección de anomalías de temperatura media anual bajo el modelo global MPI – ECHAM5 y el escenario SRES A2 (pesimista).

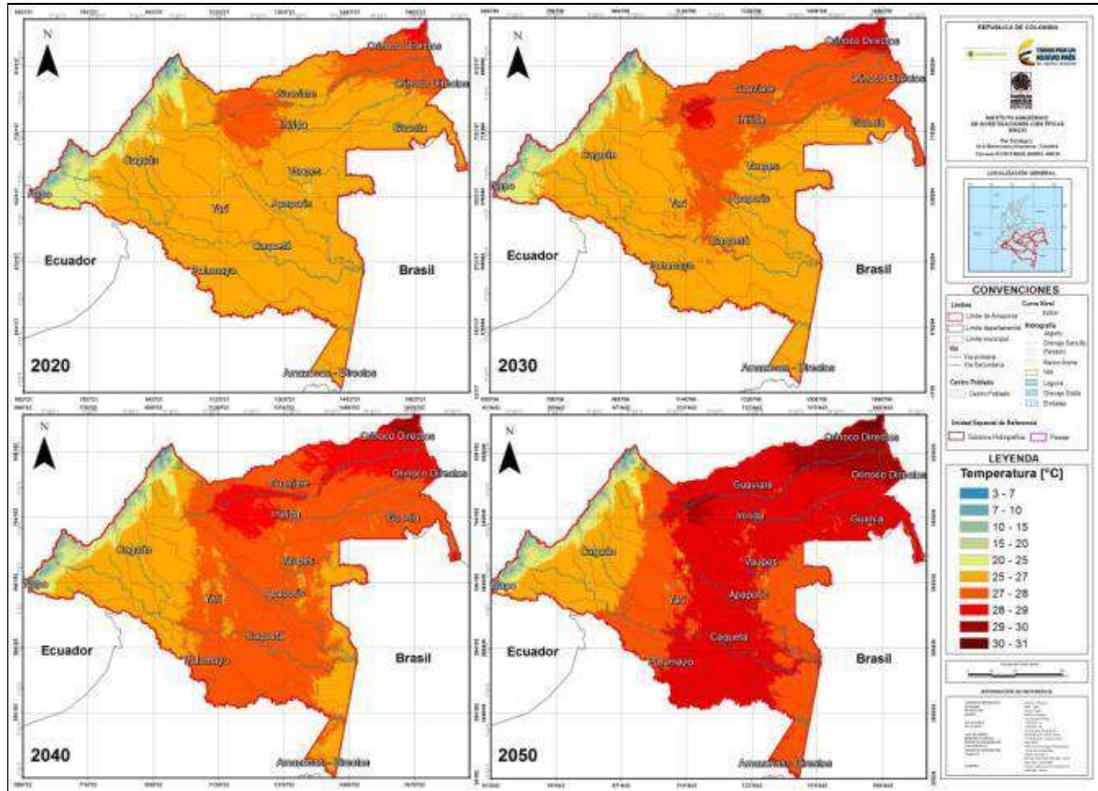


Figura 111. Proyección de temperatura media anual bajo el modelo global UKMO - HadCM3 y el escenario SRES A2 (pesimista).

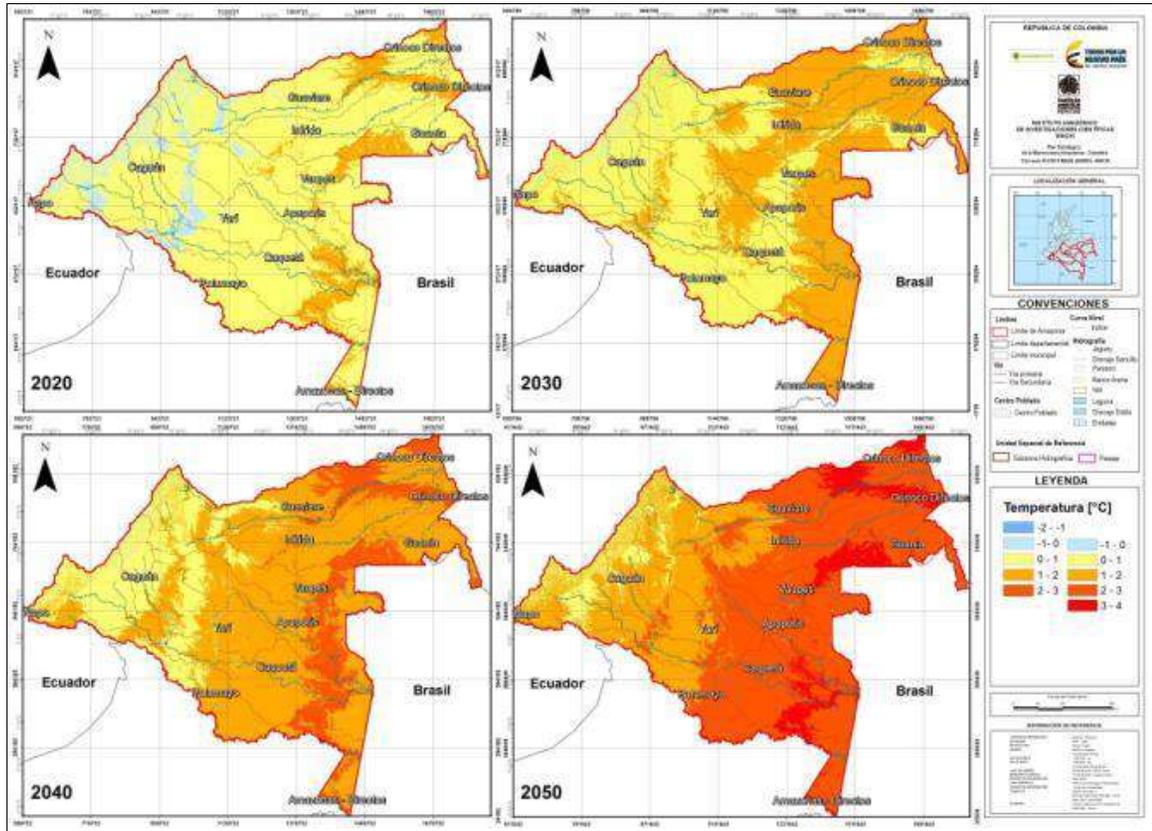


Figura 112. Proyección de anomalías de temperatura media anual bajo el modelo global UKMO - HadCM3 y el escenario SRES A2 (pesimista).

- **Evaluación de desempeño de los modelos (GCM)**

De las proyecciones de las variables hidroclimatológicas presentadas para la zona de estudio se concluye que los modelos considerados presentan

Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana



Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuenca Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGI RH) -SINCHI



tendencias no coincidentes respecto a las anomalías de precipitación total en la mayoría de las décadas y de temperatura media para 2020, por lo cual se realizó una evaluación del desempeño de los modelo respecto a los datos observados.

Este análisis comprende la evaluación de la habilidad del modelo para reproducir las condiciones climáticas pasadas. Así una práctica recomendable en modelación climática es evaluar el desempeño de los modelos utilizados o que se pretenden utilizar respecto a una línea base (datos observados), esencialmente un modelo tendrá mayor preferencia sobre otro (no significa certeza en las proyecciones) en la medida que sea capaz de reproducir la estacionalidad de las variables climatológicas simuladas.

En este caso, se aplica la evaluación de desempeño de los modelos MPI – ECHAM5 y UKMO – HadCM3 con relación a la línea base – datos observados de WordClim para 1950 – 2000 y a la tendencia media histórica estimada en el presente proyecto.

La evaluación de desempeño se puede realizar para temperatura media y precipitación total, sin embargo teniendo en cuenta la poca variabilidad temporal de la temperatura en la macrocuenca amazónica colombiana, se ha optado por aplicar la evaluación únicamente en los ciclos anuales de

Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana



Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co

precipitación de estaciones meteorológicas representativas que exhiban la variabilidad estacional dada en la zona de estudio por efecto del desplazamiento latitudinal de la ZCIT.

Se seleccionaron ocho (8) estaciones representativas, cuya localización se muestra en la Figura 60. Para dichas estaciones se extrajo el ciclo anual del clima observado (1950 - 2000), del clima medio histórico y de las simulaciones de clima de los modelos a evaluar cuyas características se definen en la Tabla 33.

Tabla 33. Características de los datos de simulación de los GCMs a evaluar.

MODELO	RESOLUCIÓN ESPACIAL	PERIODO DE ANÁLISIS
MPI - ECHAM5	Long: 1,875° x Lat: 1,865°	1960 - 1990
UKMO - HadCM3	Long: 3,750° x Lat: 2,500°	1960 - 1990

Los datos de las salidas de los GCM para la línea base, se obtuvieron mediante solicitud realizada ante el CIAT (CGIAR & CIAT, 2016). Es importante mencionar que estos datos deben ser analizados a resolución espacial original (Tabla 33), dado que al aplicar regionalización en los datos, se imprime la estacionalidad de la región evaluada, enmascarando la verdadera capacidad del modelo para reproducir la variación temporal respecto a los datos observados.



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuenca Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGI RH) -SINCHI



En la Figura 113 se presentan los diferentes ciclos anuales de precipitación obtenidos para las ocho (8) estaciones de referencia, en cada estación se presenta el ciclo de datos observados (1950 - 2000), datos medios históricos, datos de MPI - ECHAM5 (1960 -1990) y datos de UKMO - HadCM3 (1960 - 1990).

Se observa que el ciclo anual de la línea base y de los datos medios históricos reproducen de manera muy similar la estacionalidad de la precipitación en la zona de estudio. En la mayoría de los casos la precipitación de los datos medios históricos es mayor que los de los datos de la línea base, lo cual evidencia que los últimos años incluidos en el análisis (2000 -2015) concentran eventos de lluvia de mayor magnitud.

En la Figura 113 se observa claramente la dificultad que presentan los dos modelos para reproducir de manera acertada el ciclo anual de las precipitaciones en cada estación, adicionalmente el modelo MPI - ECHAM5 no reproduce la variación del ciclo entre estaciones de manera evidente, exhibiendo en la mayoría de estaciones un régimen bimodal que no se acopla con el régimen de precipitación de la región de análisis y sumado a esto; subestima de manera importante la precipitación en la mayoría de meses y estaciones de análisis.



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuenca Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGRH) -SINCHI



El modelo UKMO – HadCM3 presenta un mejor ajuste al régimen unimodal en la mayoría de estaciones y aunque también subestima la precipitación, lo hace en una menor magnitud que el modelo MPI – ECHAM5.

En la Figura 114 se presenta el ciclo anual promedio de lluvias en la macrocuenca amazónica colombiana considerando los cuatro conjuntos de datos analizados, en esta figura se puede apreciar de manera más contundente la mejor representatividad del modelo UKMO – HadCM3 frente a la estacionalidad de la precipitación en la zona de estudio en comparación con el modelo MPI – ECHAM5.



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax (8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co

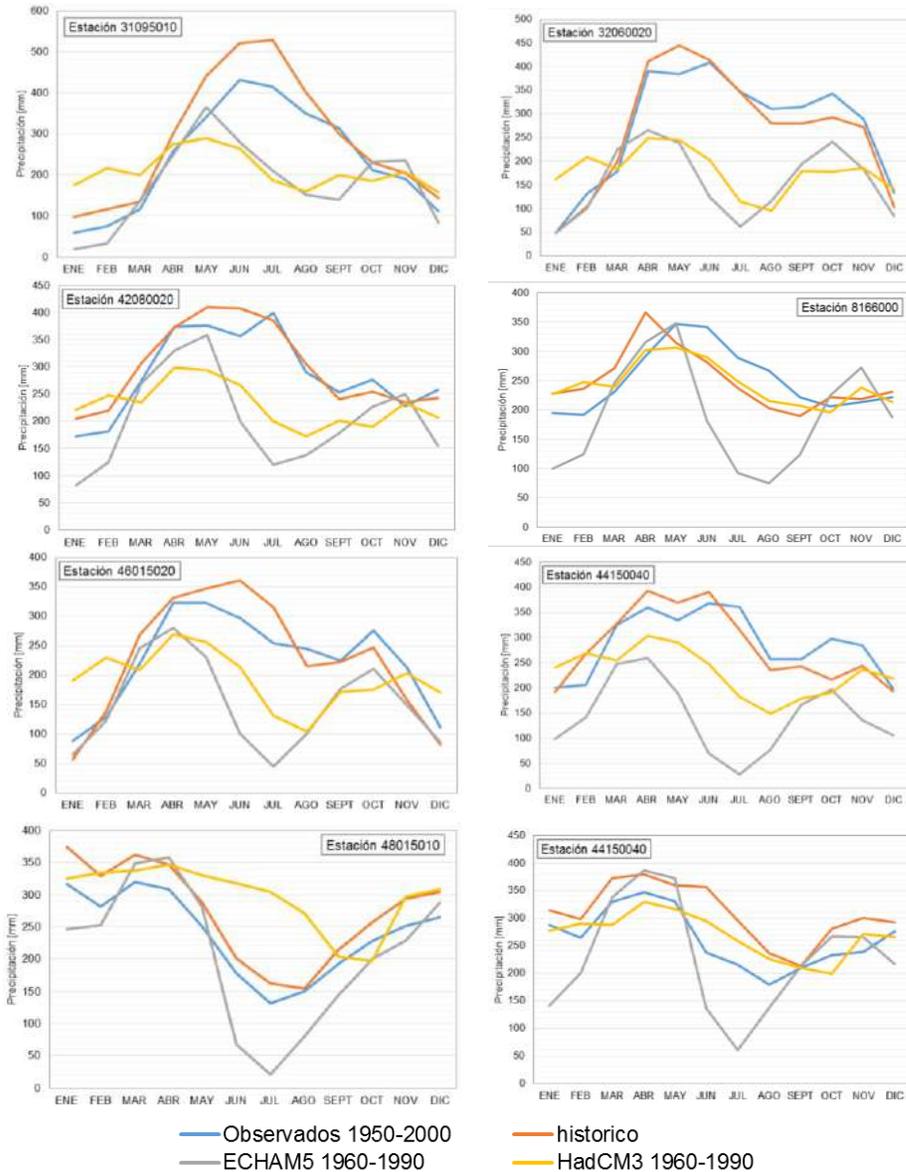


Figura 113. Ciclo anual de precipitación (línea base, promedio histórico y GCMs) en estaciones representativas de la zona de estudio.



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co

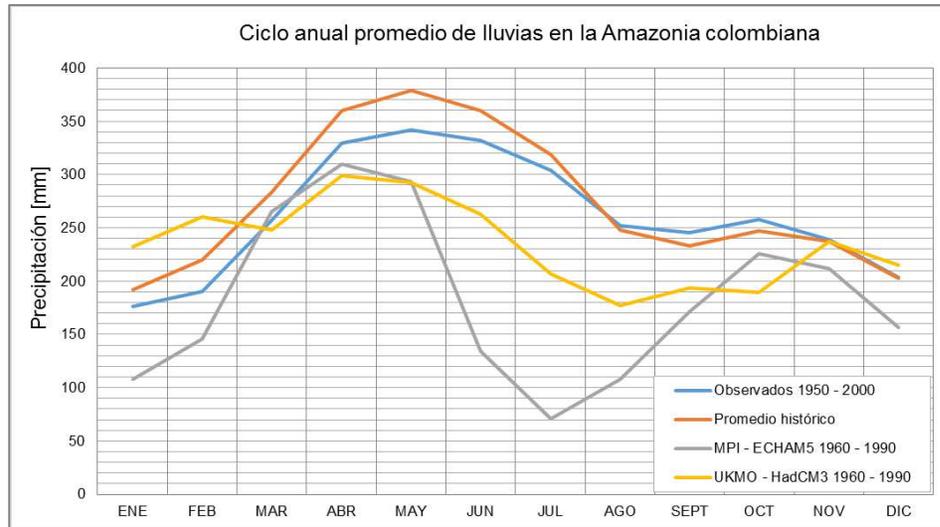


Figura 114. Ciclo anual promedio de precipitación (línea base, promedio histórico y GCMs) en estaciones representativas de la zona de estudio.

Así, se concluye que el modelo UKMO - HadCM3 puede representar mejor las condiciones de la variabilidad temporal del clima de la macrocuenca amazónica colombiana en comparación con el modelo MPI - ECHAM5.

- ***Exploración de un modelo numérico acoplado atmósfera - oceano - biosfera de alta resolución***

Los resultados que se obtienen al aplicar las salidas de los modelos climáticos globales bajo regionalización estadística para la región amazónica colombiana, permiten identificar la variación temporal de las



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



condiciones hidroclimáticas en la zona de interés contemplando escenarios de emisiones de gases de efecto invernadero y bajo la interacción atmósfera – océano. Sin embargo, teniendo en cuenta los efectos locales de la interacción atmósfera – biosfera en la cuenca amazónica, donde la cobertura de bosques juega un papel fundamental en esta dinámica, se recomienda el uso de modelos numéricos climáticos que permitan el acoplamiento de los tres componentes: atmósfera, océano y biosfera.

Los cambios en el elemento biosfera están dados por los escenarios de deforestación y así un modelo numérico de alta resolución podrá ser forzado no solo por los escenarios de emisiones sino también por los escenarios de cambios de uso del suelo proyectados para la Amazonia colombiana.

Para este objetivo lo más recomendable es la simulación con modelos regionales o con modelos globales acoplados de alta resolución. Durante la fase de este proyecto se ha explorado la aplicabilidad de un modelo global de acople atmósfera – océano- biosfera que permita simular el clima de la amazonia colombiana el alta resolución y se sugiere estudiar e implementar en futuros proyectos el modelo OLAM.



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuenca Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



Descripción del modelo

El modelo OLAM es un modelo climático global de alta resolución espacial que permite el acoplamiento de las fases atmósfera - océano y tierra (biosfera). Ha sido desarrollado y mejorado constantemente desde el año 2001 por la Universidad Duke (EE.UU), bajo iniciativa original de Robert Walko.

Este modelo corresponde a una extensión y mejora del modelo climático regional RAMS (ampliamente usado en la Amazonia brasileña), aplicando todos los esquemas de microfísica de dicha versión. La principal mejora y característica de OLAM radica en la posibilidad de correr un modelo global climático a una escala gruesa (baja resolución) y acoplarlo de manera dinámica (en el mismo tiempo de la simulación) a un área refinada de alta resolución (área de interés específico), a partir de un sistema de anidamiento sistemático de grillas hexagonales, como se observa en la Figura 115.

Este sistema de anidamiento dinámico le otorga al modelo una capacidad telescópica, al poder involucrar los efectos del clima global en un área de análisis específica, permitiendo además modificar las condiciones de las fases atmósfera-océano y tierra para la zona de refinamiento y dejar las áreas externas bajo las configuraciones globales del modelo, de tal forma



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co

se puede obtener resultados regionales a la vez que se vinculan con la dinámica en tiempo real de simulación de los resultados climáticos globales.

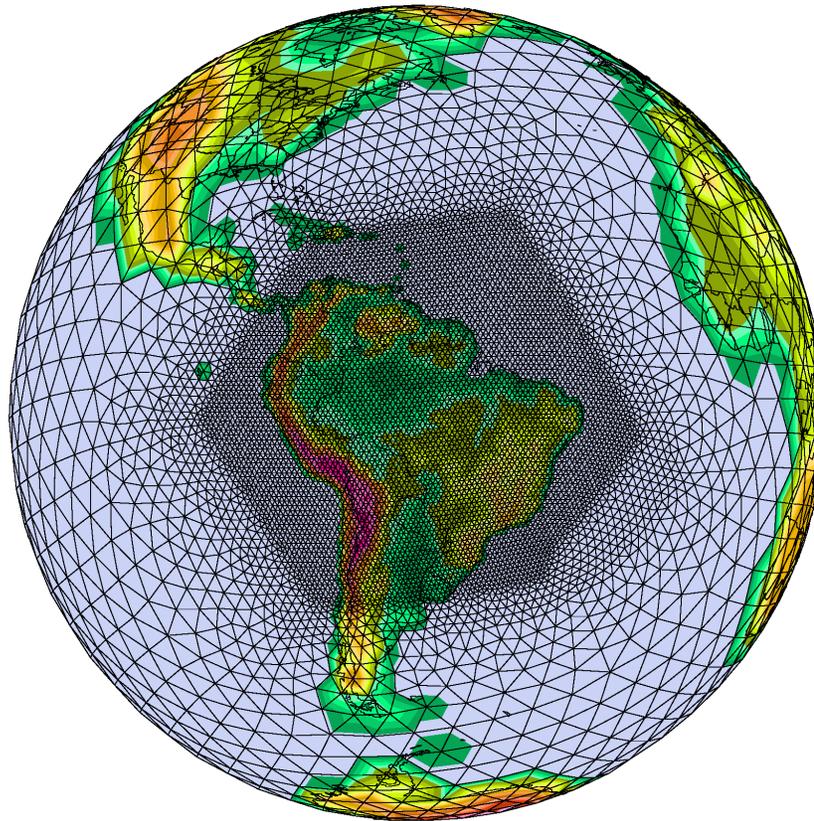


Figura 115. Configuración de la grilla global usada por OLAM y el refinamiento obtenido por el anidamiento de grillas sucesivas de mayor resolución espacial (Walko & Avissar, 2008).



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuenca Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGI RH) -SINCHI



Ajustes del modelo y condiciones de aplicación

Por tratarse de un modelo climático numérico de alta resolución los requerimientos computacionales son exigentes así como también el tiempo requerido para las simulaciones, más aún si se prevé un horizonte temporal de proyección de 35 años (partiendo de año base 2015). La simulación de modelos numéricos climáticos es una tarea que normalmente se ejecuta en un sistema interconectado de computadoras de alta capacidad de procesamiento (clúster), por lo cual la aplicación de este modelo no hace parte de los alcances de este proyecto. Sin embargo se recomienda en proyectos futuros optar por su implementación, dado que permite una importante versatilidad para la obtención de proyecciones climáticas y de escenarios futuros de deforestación (temas de alta importancia en la región amazónica).

Durante la fase de exploración de este modelo se realizaron las primeras configuraciones del modelo para su aplicación en la región amazónica colombiana; dicha configuración comprende: tiempos estimados de procesamiento, definición de la grilla vertical y subniveles, definición del sistema de grillas y tipo de anidamiento y especificación de datos de entrada. La configuración inicial (piloto) para la simulación del modelo OLAM se presenta como elemento adjunto a este informe (*Anexo Digital 2, ver archivo magnético*).



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuenca Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGI RH) -SINCHI



1.6.6 PROYECCIONES DE DEFORESTACIÓN

La deforestación tropical constituye la segunda fuente de emisiones con gases de efecto invernadero después de la quema de combustible fósiles (Navarrete, Sitch, Aragao, Pedroni, & Duque, 2016) y una fuerza impulsora en el cambio climático global. En las próximas décadas la creciente demanda de alimentos y energía, junto con la globalización del mercado, generarán una mayor presión en la dinámica de los sistemas de uso del suelo concentrada en las regiones tropicales. Estos cambios plantean una gran preocupación por la sostenibilidad de los bienes y servicios proporcionados por estos ecosistemas y han impulsado el desarrollo de los programas globales tales como la Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación de los bosques (REDD +).

Es ampliamente aceptado que las condiciones de la superficie terrestre y su representación en modelos numéricos de cambio climático influyen en la circulación atmosférica en todas las escalas espacio-temporales debido al control que ejercen sobre el balance energético y el ciclo hidrológico. Antes de 1960 no se tenían en cuenta los procesos entre la superficie y la atmósfera y a principios de 1999 se acoplan modelos de suelo más avanzados de predicción numérica que incluyen la interacción suelo-vegetación-atmósfera (Acevedo, 2009).



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuenca Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGI RH) -SINCHI



La literatura científica actual tiene numerosas proyecciones de cambios en el uso del suelo derivados de varios modelos. A pesar de que las proyecciones del cambio de coberturas en el Amazonas todavía están rodeadas de incertidumbres (Dalla-Nora, Dutra, & Montenegro, 2014), la mejora significativa de estos modelos a través de la adopción de métodos de análisis más rigurosos y la expansión de los procesos y factores considerados, han servido de base para el desarrollo de nuevos estudios que han ayudado a entender la dinámica de los cambios en el uso del suelo en la región y en última instancia, para explorar escenarios de diferentes políticas de intervención así como su evolución.

En este sentido, a continuación se presenta un análisis general de las proyecciones de cambio en el uso del suelo para la amazonia colombiana teniendo como base información de coberturas para el año 2013, con el objetivo de evaluar a futuro las transiciones de cobertura y los puntos críticos del cambio así como para crear un insumo para evaluar la variación climática en la región.

METODOLOGÍA

Para estimar los escenarios de uso de suelo para los diferentes periodos de análisis se caracterizaron las áreas deforestadas en términos de uso de suelo. Esta caracterización se realizó comparando el mapa de coberturas

Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana



Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuenca Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGI RH) -SINCHI



generada por el sensor MODIS para el año 2013 creado a partir del mosaico de 4 imágenes y las proyecciones de deforestación para el 2020, 2030, 2040, 2050, bajo el escenario BAU "convencional" (Soares-Filho et al., 2006).

En el procesamiento de la información para los ráster de las proyecciones de deforestación se asignó un valor de -99.999 a los píxeles de No data, y para aquellos píxeles mayores a 1, áreas de bosque (2) y no bosque (3) se les asignaron códigos según las coberturas del MODIS: De otro lado para las zonas deforestadas con píxeles de valor 1 se les asigno el valor 11 que corresponde a la nueva categoría o zona deforestada y para la cual se puede asumir el valor o cobertura de sabana para considerar el efecto de la deforestación en modelos climáticos ya que de acuerdo con la literatura muchos bosques tropicales principalmente en la zona amazónica se transforman a sabanas para dar paso a los cultivos agrícolas (Swann, Longo, Knox, Moorcroft, & Lee, 2015). En la Amazonía ya está ocurriendo una significativa expansión de la agricultura y el pastoreo, con aproximadamente 11.000 km² deforestados sólo en 2007. Con una metodología más elaborada se podría distinguir dentro de las zonas deforestadas los diferentes tipos de coberturas (Medvigy, Walko, Otie, & Avissar, 2013), pero las diferencias entre estos tipos es más pequeña que las diferencias entre el bosque tropical y las sabanas (Walko & Avissar, 2011).



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuenca Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGI RH) -SINCHI



Se anota que dentro el área de estudio definida en el proyecto no se cuenta con información de las proyecciones de deforestación en las microcuencas ubicadas en la parte norte de los departamentos del Guainía y Vichada y por lo tanto para las proyecciones se asumió para esta zona los mismos tipos de coberturas del año 2013 por lo tanto las estimaciones de variación climática deben ser conservadoras ya que esta zona está cubierta por bosques que posiblemente se transformaran a otro tipo de cobertura.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al analizar las proyecciones de deforestación y las coberturas de la tierra generadas por el sensor MODIS se evidencia que las zonas deforestadas de cada año (Tabla 34) cubren en mayor área las sabanas y los bosques siempre verdes de hoja ancha (Evergreen Broadleaf forest) que se ubican en zonas adyacentes a las sabanas. Las proyecciones muestran el avance de la deforestación en sentido S - N en la parte oriental de la Amazonia colombiana principalmente en los departamentos del Putumayo y Caquetá (Figura 116 a Figura 119). Estudios realizados en Colombia indican que la Amazonia es una de las dos (2) regiones que presentaron mayores tasas de deforestación durante el periodo 2005-2010 con el 56% del área total deforestada. En conjunto los departamentos de Caquetá, Putumayo, Amazonas, Meta, Guainía, Guaviare y Vaupés registraron el 41% de la deforestación total en este mismo periodo de tiempo y el 56% del área total

Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana



Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co

deforestada está representada en zonas transformadas en pastos para el ganado (Morange, de la Rosa, & Vargas Forero, 2012).

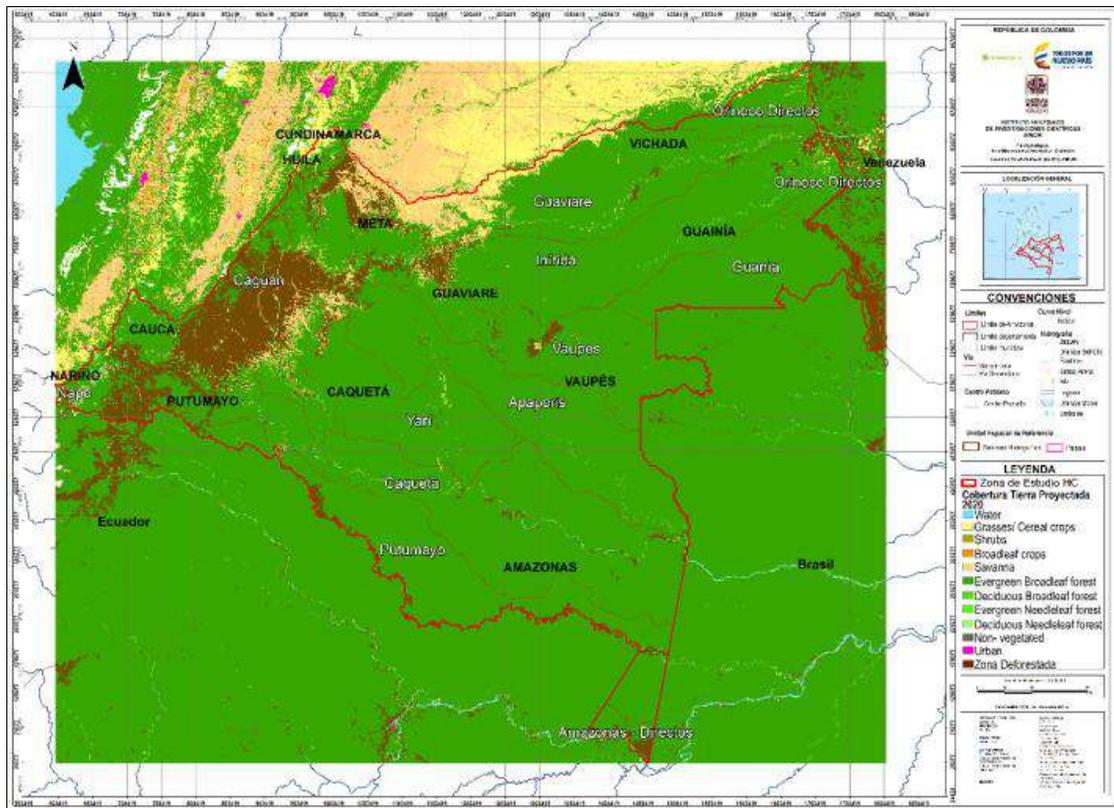


Figura 116. Coberturas de la tierra y deforestación proyectada para el año 2020.

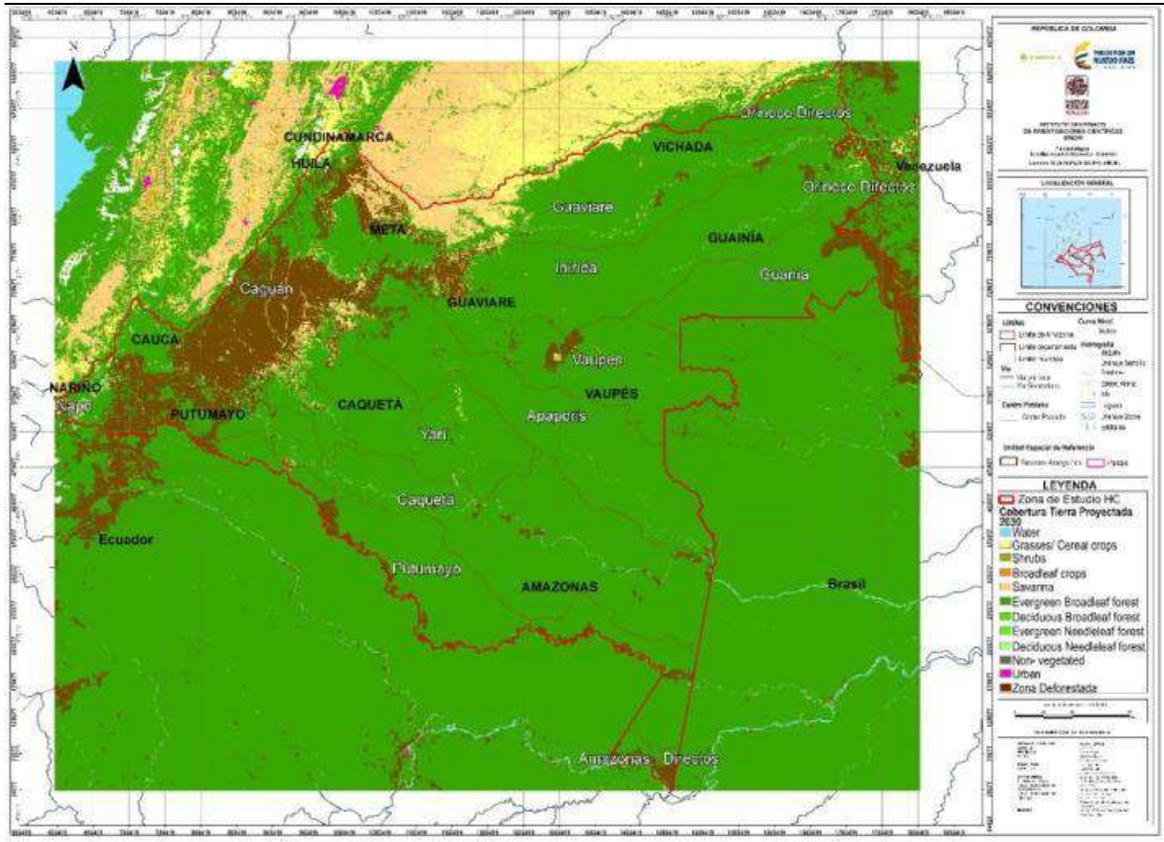


Figura 117. Coberturas de la tierra y deforestación proyectada para el año 2030

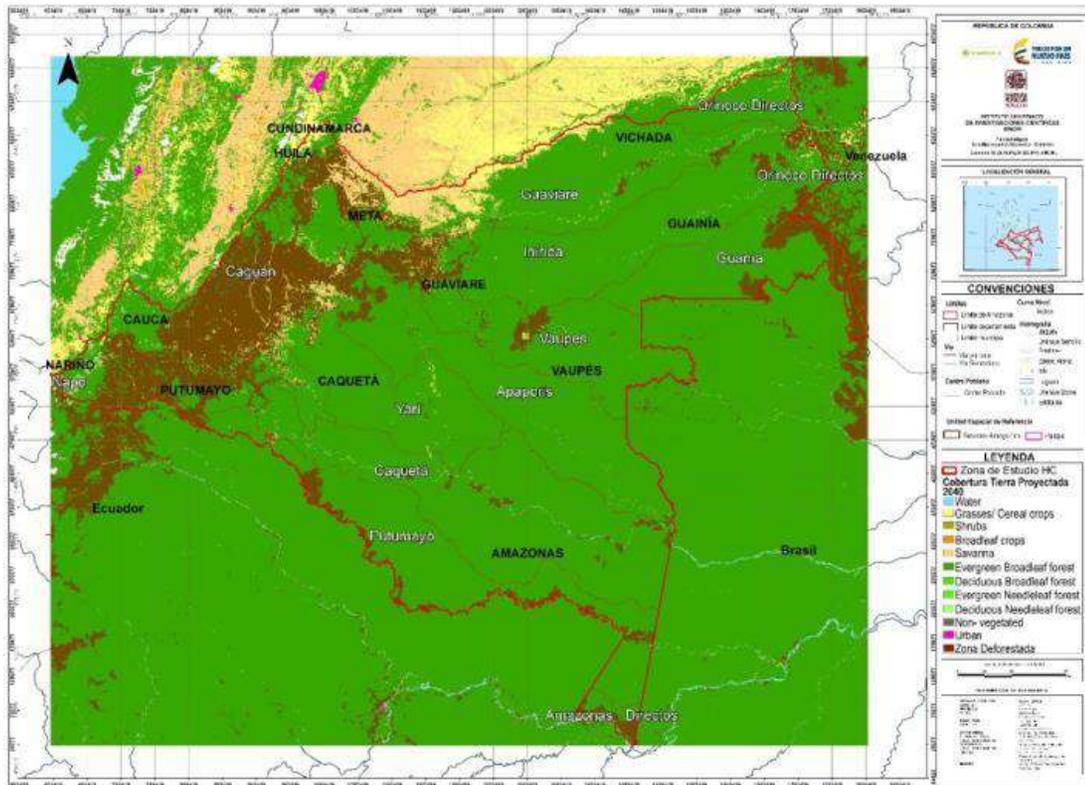


Figura 118. Coberturas de la tierra y deforestación proyectada para el año 2040.

Forero, 2012). En la Tabla 34 se observa como las zonas deforestadas cubren mayor área de bosques siempre verdes de hoja ancha (Evergreen Broadleaf forest) y principalmente en la zona que históricamente ha reportado mayores tasas de deforestación asociadas a la ganadería, por lo tanto considerar la conversión de estos bosques a sabanas es consistente con estudios a nivel local y regional. De hecho se afirma que es el tipo de conversión más común en la cuenca amazónica para dar paso a las actividades ganaderas y agrícolas que han aumentado desde la década del 2000. Las prácticas de manejo implementados durante el establecimiento de pastos son tan importantes como los cambios de ocupación del suelo (Navarrete, Sitch, Aragao, Pedroni, & Duque, 2016) y de igual forma determinantes para la variación climática de la zona.

Tabla 34. Área [km²] de cada tipo de cobertura dentro de las zonas deforestadas proyectadas para cada año de análisis.

COBERTURA (TIPO 3)	CODIGO	2020	2030	2040	2050
Water	0	142,4	182,4	216,5	238,8
Grasses/Cereal crops	1	1.460,2	1.612,1	1.770,8	1902,6
Shrubs	2	25,2	28,5	33,4	36,1
Broadleaf crops	3	614,5	669,1	723,2	774,4
Savanna	4	18.881,5	19.747,0	20.635,6	21.328,2
Evergreen Broadleaf forest	5	28.741,0	41.168,8	55.048,7	70.357,9
Deciduous Broadleaf forest	6	317,0	354,2	392,8	423,5
Evergreen Needleleaf forest	7	55,7	62,1	68,6	72,2
Deciduous Needleleaf forest	8	3,8	4,9	5,6	6,1
Non- vegetated	9	37,1	45,2	53,3	59,19
Urban	10	95,8	99,1	99,1	101,9
Área total	N.A.	50.374,3	63.973,4	79.047,6	95.300,8



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuenca Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGI RH) -SINCHI



Al asumir que las zonas deforestadas en cada una de las proyecciones se transformarían a sabanas en la Tabla 35 y Figura 120 se observa el aumento en este tipo de cobertura dada la deforestación en la Amazonia colombiana.

Tabla 35. Cobertura de sabana proyectada para la Amazonia colombiana (km²).

COBERTURA	2020	2030	2040	2050
Sabana	64.150,8	76.851,0	90.861,2	106.467,9



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax (8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co

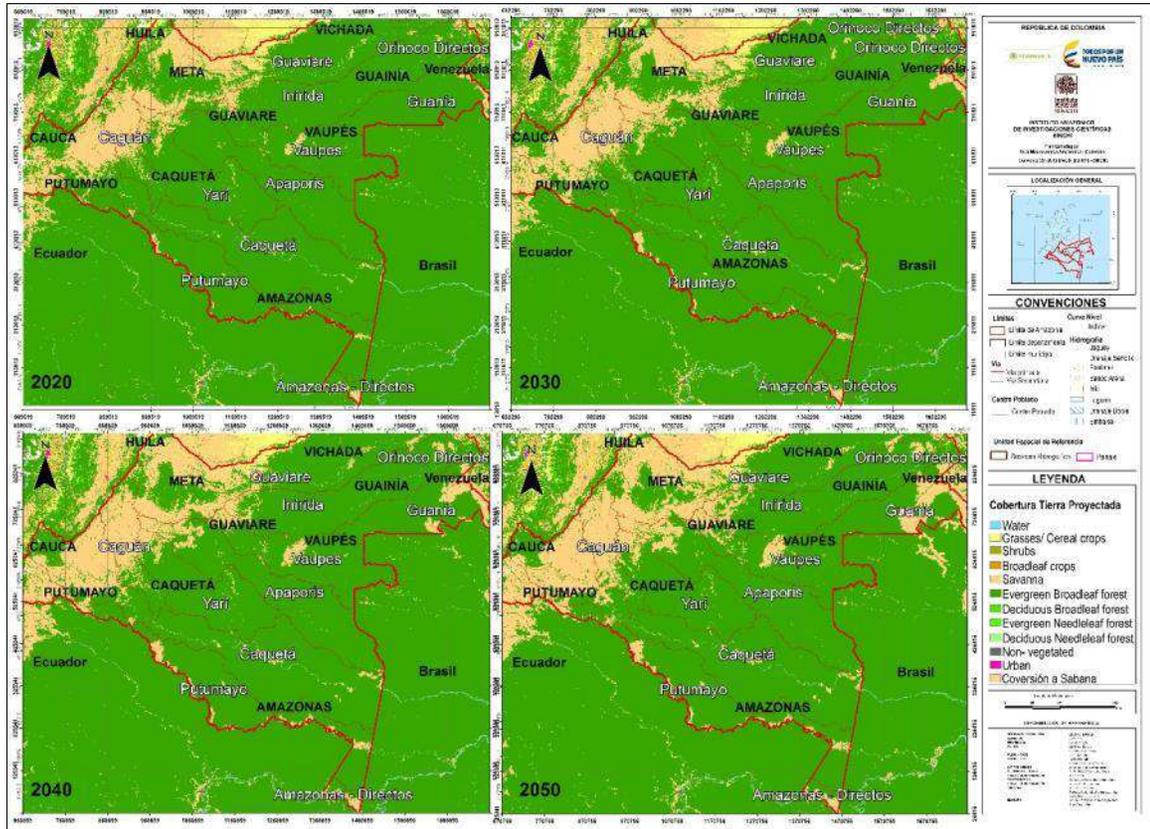


Figura 120. Proyecciones de las coberturas terrestres para los años 2020, 2030, 2040, 2050.

En Brasil, cambios en el uso del suelo y la silvicultura se proyectaron para el año 2030 bajo un escenario de referencia, los resultados indican que se requieren 20 millones de hectáreas de tierras adicionales para albergar la expansión de todas las actividades hacia el 2030, incrementando el área



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuenca Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGI RH) -SINCHI



total dedicada a la agricultura. Se estima que la mayor parte de esta expansión tendrá lugar en la región amazónica y se prevé que las tierras de pastoreo ocuparán la mayor parte de estas áreas y que será necesaria una mayor deforestación para abordar esta expansión (Soares-Filho, Lima, Bowman, & Viana, 2012). Si en esta región no hay zonas suficientes o adecuadas para el pastoreo, se generaran una serie de cambios en el uso del suelo que se trasladaran hacia otras regiones y que darán lugar a la deforestación.

En la Amazonia, la deforestación se ha encontrado en la proximidad de las principales vías, en parte como resultado de la agricultura y ganadería que por lo general se establece cerca de las vías y posteriormente da lugar a una nueva colonización y fragmentación del bosque. Casi el 90% de la deforestación se produjo a menos de 100 km de las carreteras por lo tanto es evidente que la red de transporte tendrá un significativo papel en el futuro de la deforestación en la región (Barber, Cochrane, Souza Jr, & Laurance, 2014).

Las tendencias analizadas influyen en la variación climática de la región, los bosques tropicales a diferencia de los bosques boreales y templados presentan una combinación de alta entrada de energía solar, disponibilidad de humedad en el suelo y una larga temporada de actividad fotosintética lo que permite que estos absorban mayor cantidad de CO₂ y presenten altas

Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana



Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuenca Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGI RH) -SINCHI



tasas de evapotranspiración, ayudando a un enfriamiento del clima (Sanderson, Santini, Valentini, & Pope, 2012). Además en la región amazónica una proporción significativa de la precipitación se produce del vapor de agua reciclado. Algunas estimaciones sugieren que aproximadamente 50% y 90% de la precipitación (en función de la ubicación) se origina a partir de vapor de agua reciclado lo que resalta la importancia de las dinámicas de cambio de las coberturas vegetales sobre el ciclo del agua en la región amazónica.

Los modelos de simulación sugieren que la extensa deforestación tropical podría llevar a un clima más seco, propio de zonas de sabana y difícil para la reforestación (Sanderson, Santini, Valentini, & Pope, 2012). Una amplia gama de modelos y metodologías con diferentes resoluciones y complejidad se han utilizado presentando diferentes resultados lo que dificulta un consenso entre los estudios realizados (Dalla-Nora, Dutra, & Montenegro, 2014). A pesar de esto todos ellos coinciden en que las precipitaciones en las regiones deforestadas se reducirían y las temperaturas de la superficie aumentarían.



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGI RH) -SINCHI



CONCLUSIONES

Se analizaron proyecciones de las variables climáticas precipitación y temperatura a partir de modelos de circulación global escalados a nivel regional para la macrocuena de la amazonia colombiana en el periodo comprendido entre 2020 y 2050.

Se realizaron las proyecciones bajo dos escenarios de emisión de gases de efecto invernadero contemplados en los reportes del IPCC. Estos escenarios corresponden a situaciones optimistas (B1) y pesimistas (A2) de crecimiento poblacional y mejora en las tecnologías.

El modelo ECHAM5 presenta resultados que no indican una tendencia clara de crecimiento o de decrecimiento sino que alterna anomalías positivas y negativas durante el periodo de simulación tanto para la lluvia como para la temperatura y para los dos escenarios contemplados.

El modelo HadCM3 arroja resultados que indican claras tendencias de aumento de temperatura para toda la cuenca amazónica colombiana y tendencias regionales de disminución de lluvias en la mayor parte de las zonas hidrográficas del área de estudio.



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuenca Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGI RH) -SINCHI



El modelo HadCM3 presenta tendencias muy claras que se mantienen entre los años 2020 y 2050 y que muestran mayor consistencia con las señales de cambio climático. De igual forma este modelo mostró mayor habilidad para simular los datos históricos de los registros observados de precipitación.

Se recomienda actualizar de manera constante la base de datos hidroclimatológicos resultante de este proyecto y realizar análisis de homogeneidad y pruebas de bondad de los registros para manejar una mayor confiabilidad a nivel estadístico.

Se recomienda implementar modelos climáticos globales - GCM y/o regionales RCM para análisis de eventos extremos y a modo de exploración se recomienda la utilización del modelo OLAM que tiene en cuenta los cambios en el uso de suelo.



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.SINCHI.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



2 LINEAMIENTOS ESTRATÉGICOS PARA IMPLEMENTAR POR PARTE DE LOS PRINCIPALES ACTORES CLAVE

2.1 LINEAMIENTOS ESTRATÉGICOS PROPUESTOS POR EL EQUIPO TÉCNICO

Los temas claves presentados en la fase III del PEMA y que fueron aceptados y priorizados por los actores clave asistentes a los talleres de Florencia y San José del Guaviare, se plantearon en razón a las fases I y II del Plan Estratégico para la Macrocuena del Amazonas -PEMA, acorde a los principios de la Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico (PNGIRH). De igual forma contempla los escenarios o idearios planteados para la amazonia tanto a nivel Nacional como en las visiones multinacionales de instancias como la Organización del Tratado de Cooperación Amazónica (OTCA) y Visión Amazonia, que es la estrategia nacional para fomentar el desarrollo sostenible “libre de deforestación”.

Con base en estos temas se plantearon unas metas o lineamientos estratégicos, que los diferentes actores deberían asumir en un lapso determinado para lograr un escenario deseado para las décadas 2030 y



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax (8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co

2050. Para cada tema hemos formulado *a priori* una serie de lineamientos que se podían ampliar o complementar según el criterio de la institución o gremio que participó del taller en cada ciudad.

Los lineamientos estratégicos planteados por tema clave se presentan en la Tabla 36, Anexo Digital 3 (*ver archivo magnético*).

Tabla 36. Temas clave propuestos por el equipo técnico PEMA a los actores clave de la macrocuenca del Amazonas.

TEMAS CLAVE	LINEAMIENTOS ESTRATÉGICOS -PEMA
Reconocer la heterogeneidad de la macrocuenca del Amazonas como principio de gestión.	Oficializar la información generada sobre la heterogeneidad de la macrocuenca, relacionada a recursos hídricos
	Generar el mapa de restricciones de uso asociado a los tipos de aguas amazónicas
Generar un dialogo de saberes con la comunidades tradicionales para el PEMA.	Integrar el dialogo de saberes a la implementación de la PGIRH
Hacer uso de nuevas tecnologías que agilicen la generación de conocimiento sobre los recursos hídricos en la Macrocuenca del Amazonas, como soporte del Plan Nacional de Monitoreo.	Conformar una grupo de trabajo en el que se sume el personal, los recursos y la capacidad técnica de las entidades del SINA y la academia con experiencia en el uso de nuevas tecnologías aplicables a la Amazonia en dos años
Conservar la biodiversidad acuática como base de las cadenas tróficas y de los servicios ecosistémicos amazónicos.	Privilegiar los servicios ecosistémicos de provisión, regulación y culturales como base de la gestión de los recursos hídricos

	Fortalecer la capacidad de generación de información de los institutos, grupos de investigación e instituciones científicas con experiencia en biodiversidad acuática amazónica
	Dar cumplimiento a las restricciones de uso y aprovechamiento de los recursos naturales en las áreas de conservación
Considerar las aguas subterráneas como fuente importante de abastecimiento de agua potable en la macrocuena del Amazonas.	Priorizar el uso de agua subterránea como fuente de abastecimiento de agua potable
Definir como servicio ecosistémico fundamental la conectividad hidrológica y pulso de inundación natural.	Dar cumplimiento a los servicios ecosistémicos amazónicos globales
	Dar cumplimiento a las restricciones de uso y aprovechamiento de los recursos naturales en las áreas de conservación
Entender la importancia de la macrocuena del Amazonas como regulador climático macroregional.	Conservar la dinámica climática amazónica como proveedor y mitigador de los grandes cambios climáticos globales
Abordar el recurso hídrico de la macrocuena del Amazonas desde una perspectiva transfronteriza.	Incluir en los planes de acción de las CAR´s, los compromisos vinculantes adquiridos en la OTCA por el estado colombiano
Definir las prioridades de desarrollo económico en la macro cuena a partir de la vocación productiva, crecimiento poblacional y desarrollo sectorial	Incentivos para fomentar la inversión privada, diversificación productiva y competitividad en la Región Amazónica en función de un uso sostenible del recurso hídrico.
	Fomento a las actividades productivas bajo un modelo de inclusión y sostenibilidad



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuenca Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



2.1.1 ARGUMENTACIÓN DE LINEAMIENTOS ESTRATÉGICOS PROPUESTOS POR EL EQUIPO TÉCNICO PARA EL PEMA

DESDE LA PERSPECTIVA SOCIO-ECONÓMICA DEL PEMA

En esta sección se presentan y discuten, desde una visión económica, tanto los temas clave como los lineamientos estratégicos planteados anteriormente.

El primer tema clave hace referencia a reconocer la heterogeneidad de la macrocuenca del Amazonas. Este tema resulta nada trivial, en la medida en que tradicionalmente se ha tratado a la región amazónica como una sola, sin considerar las enormes diferencias que hay al interior de la misma. Por ejemplo, en la Amazonía hay aguas blancas, aguas negras y aguas claras (Duque, 2011), y cada tipo de agua tiene implicaciones diferentes sobre la actividad productiva y el bienestar de los habitantes de la región. De igual forma, existen diferentes tipos de suelos, entre los que están algunos con bajos niveles de fertilidad, como Oxisoles y Ultisoles (Lehmann, et al., 2003), pero existen también parches de tierras negras, conocidas como *Terra Preta* que cuentan con elevados niveles de materia orgánica y nutrientes esenciales (Torres y Cuartas, 2013).

Fuera de esto, existen grandes diferencias en cuanto a comportamiento económico entre departamentos; mientras regiones como el Caquetá o el



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax (8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co

Guaviare tienen una producción agrícola importante, el principal motor de desarrollo del Putumayo es la extracción de hidrocarburos. Por su parte, en el departamento de Amazonas la pesca tiene un papel fundamental por ser sustento para comunidades indígenas y comunidades de pescadores y comerciantes.

Esta diferencia también es visible al considerar indicadores agregados de bienestar económico para los departamentos de la región. Por ejemplo, en la Tabla 37 y Figura 121 se presenta el PIB y PIB per cápita para los departamentos de la región. En este se hace evidente que los departamentos de Vaupés y Guainía, principalmente, tienen niveles de riqueza menores, lo que se ve reflejado también en bienestar que experimentan. Esto se muestra con el hecho de que tienen una mayor proporción de población con Necesidades Básicas insatisfechas, como se muestra en la Figura 122, donde tanto en Guainía como en Vaupés más del 60% de la población tiene Necesidades Básicas Insatisfechas.

Tabla 37. PIB y PIB per cápita regional (2014). DANE, 2014

DEPARTAMENTO	PIB REGIONAL*	PARTICIPACIÓN EN EL PIB NACIONAL	PIB PER CAPITA**
Amazonas	507	0.0671%	6.725.208
Caquetá	3512	0.4645%	7.447.921
Guainía	255	0.0337%	6.244.031
Guaviare	663	0.0877%	6.055.348

Putumayo	4344	0.5745%	12.737.733
Vaupés	199	0.0263%	4.602.220

*Miles de millones de pesos a precios corrientes

**Unidades a precios corrientes

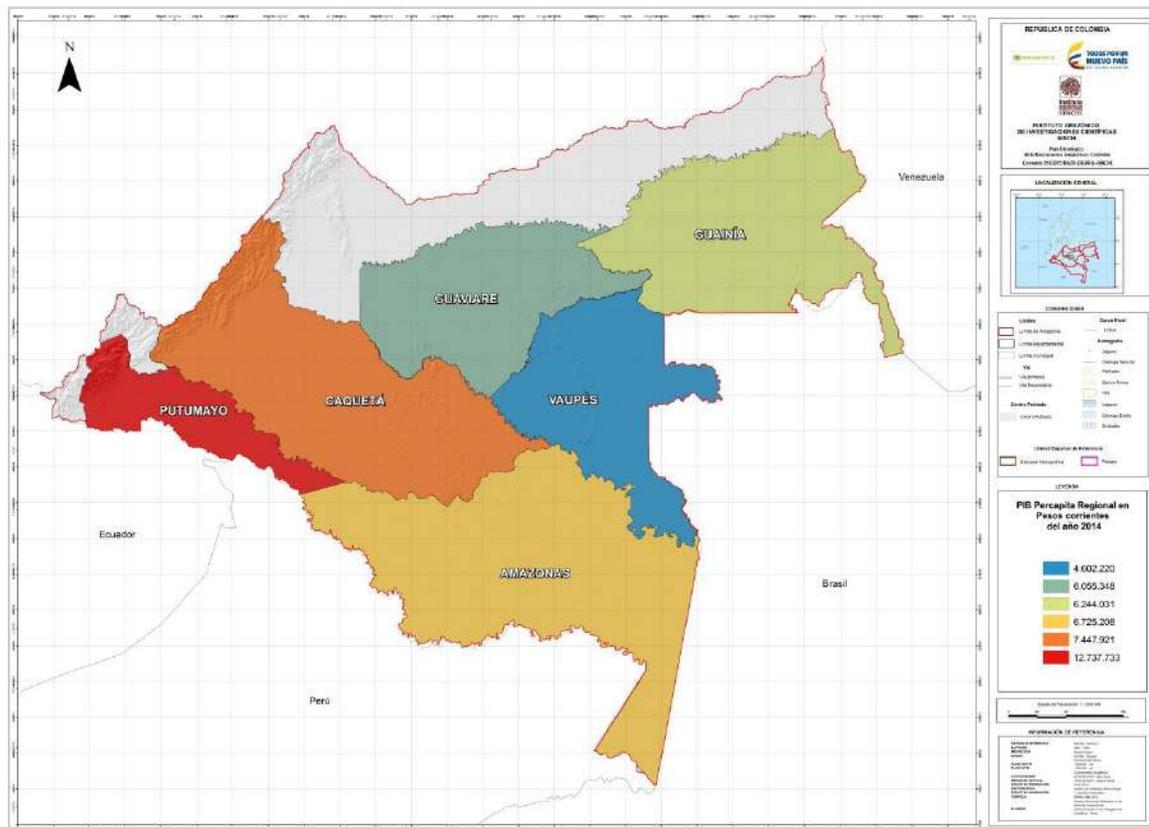


Figura 121 .PIB *per cápita* regional. Macrocuena del Amazonas.

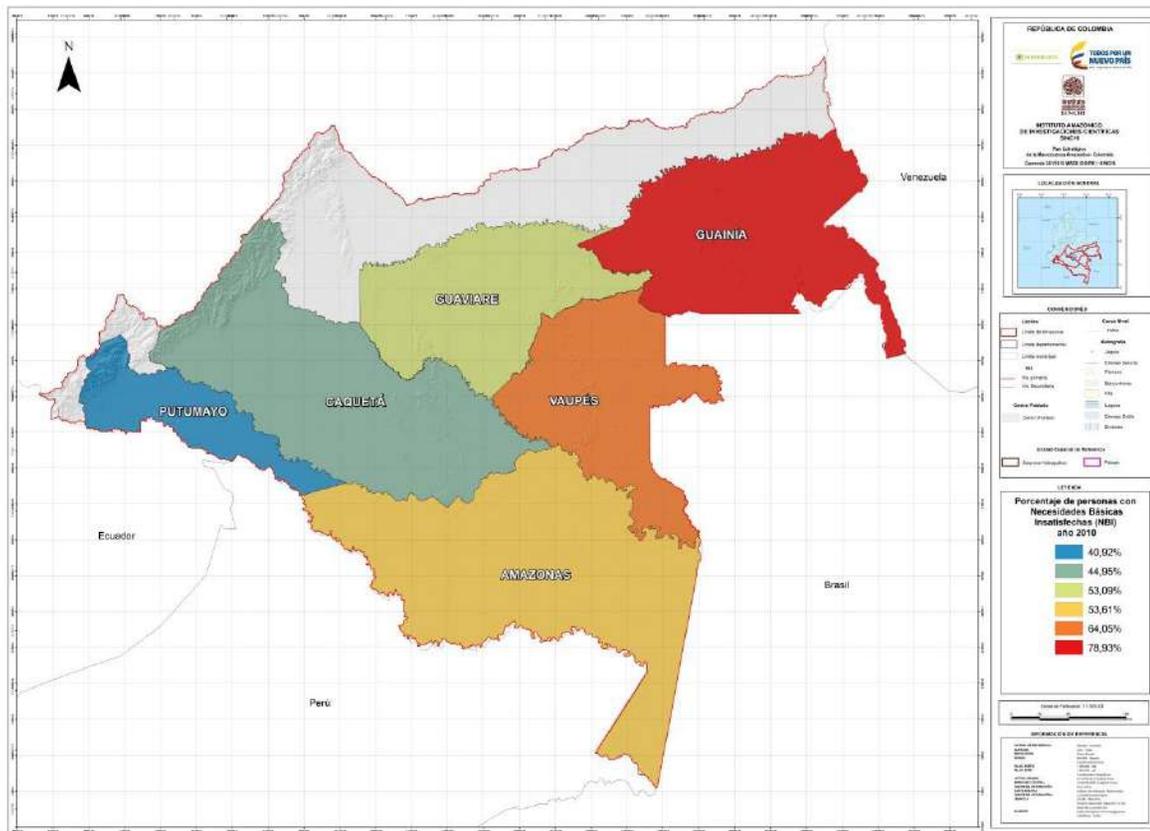


Figura 122. Porcentaje de población con Necesidades Básicas Insatisfechas, 2011, en la Macrocuena del Amazonas.

Por último, el ejercicio de valoración económica (Fase III del PEMA), hace evidente las enormes diferencias en el valor económico que las comunidades y sectores productivos dan al recurso hídrico en los diferentes departamentos de la región, como lo muestra la Tabla 38.

Tabla 38. Valor económico total por departamento (Miles de dólares constantes – Promedio año 2015)

SERVICIO	VET POR DEPARTAMENTO							TOTAL
	AMAZONAS	CAQUETÁ	GUAJINIA	GUAVIARE	PUTUMAYO	VAUPÉS	VICHADA	
Doméstico	\$ 26.45	\$ 356.33	\$ 14.92	\$ 315.93	\$ 99.04	\$ 11.31	\$ 34.95	\$ 858.43
Agrícola	\$ 0.12	\$ 10.15	\$ 0.27	\$ 0.92	\$ 5.83	\$ 0.58	\$ 0.76	\$ 18.63
Energético	\$ 0.41	\$ 2.32	\$ 0.22	\$ 0.53	\$ 1.45	\$ 0.23	\$ 0.34	\$ 5.50
Industria	\$ 0.15	\$ 2.44	\$ 0.20	\$ 0.63	\$ 7.45	\$ 0.08	\$ 0.42	\$ 11.37
Pecuario	\$ 0.45	\$ 69.01	\$ 0.34	\$ 2.47	\$ 7.56	.	\$ 4.15	\$ 83.98
Pesca y Piscicultura	\$ 14.07	\$ 3.05	\$ 1.32	.	\$ 1.98	.	.	\$ 20.42
Transporte	\$ 0.17	\$ 3.38	\$ 0.08	.	\$ 1.40	.	.	\$ 5.03
Incremento oferta hídrica	\$ 63,205.86	\$ 72,119.36	\$ 7,867.59	\$ 10,803.24	\$ 62,984.63	\$ 2,427.85	\$ 13,453.87	\$ 232,862.42
Regulación hídrica	\$ 8,150.50	\$ 9,299.91	\$ 1,014.54	\$ 1,393.10	\$ 8,121.98	\$ 313.08	\$ 1,734.90	\$ 30,028.01
Disminución sedimentación	\$ 199.82	\$ 228.00	\$ 24.87	\$ 34.15	\$ 199.12	\$ 7.68	\$ 42.53	\$ 736.17
Total	\$ 71,598.02	\$ 82,093.94	\$ 8,610.67	\$ 8,923.87	\$ 71,430.44	\$ 2,760.80	\$ 15,271.94	\$ 264,629.97

Lamentablemente, se cuenta con poca información de calidad para la región, en particular en el tema económico, con pocos microdatos oficiales sobre la población, lo cual dificulta realizar diagnósticos para generar y dirigir políticas o programas sociales que incrementen el bienestar de los



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuenca Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



habitantes. Esto desencadena la propuesta del lineamiento estratégico referente a oficializar la información generada sobre la heterogeneidad de la macrocuenca, principalmente aquella relacionada con los recursos hídricos.

El segundo tema, que apunta a generar a un diálogo de saberes, y que tiene como lineamiento estratégico integrar el diálogo de saberes a la implementación de la PGIRH, resulta fundamental por reconocer la heterogeneidad de actores de la región, y la importancia de incluir sus voces en la política.

Desde el componente económico se justifica como primordial por dos frentes diferentes. En primer lugar, y como ya se ha analizado, a pesar de que los diferentes sectores productivos tienen comportamientos y desempeños económicos muy diversos, tienen un interés en común relacionado con el uso del recurso hídrico. Sumado a esto, los hogares en zonas urbanas y rurales, y las comunidades indígenas demandan el agua y los recursos hidrobiológicos para su consumo o para utilizar como mercancía. Resulta fundamental escuchar estas diversas voces, para alcanzar una política incluyente que genere impacto y sea sostenible en el corte, mediano y largo plazo.

En segundo lugar, los ejercicios de valoración económica para la región amazónica, mencionados anteriormente, hacen evidente que en diversos



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax (8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



sectores de la sociedad hay intereses muy diferentes relacionados con el agua. Este ejercicio también conduce a que en los hogares, y diversos sectores productivos, hay disposiciones a pagar por conservar el recurso, o a renunciar a ganancias por preservar su calidad, muy diversas, que deben ser escuchadas para generar políticas que conduzcan a óptimos sociales.

El tercer tema clave, que hace referencia al uso de nuevas tecnologías, junto a su lineamiento estratégico que propone conformar un grupo de trabajo que se enfoque en buscar nuevas tecnologías aplicables a la Amazonía en dos años, resulta fundamental para generar nuevo conocimiento sobre la región, que conduzcan a mejores instrumentos de focalización de política, en particular para garantizar agua suficiente y de calidad para los hogares de la región.

Por otra parte, este conocimiento y la generación de mejores tecnologías sería un camino viable para reducir externalidades negativas generadas por los sectores productivos. De esta forma, podría beneficiarse a los productores, incrementando incluso sus ganancias, sin que esto se haga a costa de los recursos hídricos y del bienestar de las comunidades.

El cuarto tema clave apunta a conservar la biodiversidad acuática como base de las cadenas tróficas y de los servicios ecosistémicos amazónicos. Se propone, entonces, como lineamientos estratégicos (i) privilegiar los servicios ecosistémicos de provisión, regulación y culturales como base de



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax (8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co

la gestión de los recursos hídricos, (ii) fortalecer la capacidad de generación de información de los institutos, grupos de investigación e instituciones científicas, y (iii) dar cumplimiento a las restricciones de uso y aprovechamiento de los recursos naturales en áreas de conservación.

Desde una visión económica, este tema clave, junto a sus lineamientos estratégicos, resulta clave en la medida en que los servicios ecosistémicos son altamente valorados por la población y son fundamentales para garantizar el bienestar de esta y futuras generaciones. Como se observa en la Tabla 39, las personas valoran mucho más servicios ecosistémicos del recurso hídrico como el incremento de caudales y la regulación hídrica que la disponibilidad de agua para la producción. Esta valoración, entonces, refleja que para los habitantes de la región es primordial conservar los servicios ecosistémicos que presta el recurso.

Tabla 39. Valor económico total de los servicios ecosistémicos en la región amazónica (Dólares constantes – Promedio año 2015).

SERVICIO	VET (USD)
Incremento caudales	\$232,862,423
Regulación hídrica	\$30,028,016
Doméstico	\$858,429
Reducción de la sedimentación	\$736,170
Pecuario	\$83,979
Piscicultura	\$20,418
Agrícola	\$18,638

Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuenca Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI

Industria	\$11,372
Energético	\$5,500
Transporte	\$5,022
Total	\$264,629,97

Sumado a esto, este VET es un límite inferior del valor que las personas dan al recurso en la región, ya que el valor total incluye otros servicios que no fue posible calcular. Por ejemplo, como se muestra en la Tabla 40, existen valores de no uso, como religiosos, científicos y, particularmente, culturales, que la gente valora. El análisis de cuánto valor asigna la gente a esto requiere trabajo con información primaria en las regiones, por lo cual es fundamental fortalecer los institutos y actores con experiencia en investigación en la región, para que generen conocimiento que facilite los diagnósticos y la toma de decisiones.

Tabla 40. Valor económico total (VET)

VALOR ECONÓMICO TOTAL (VET)				
VALORES DE USO		VALORES NO USO		
DIRECTO	INDIRECTO	DE OPCIÓN	DE EXISTENCIA	DE LEGADO
1. Suministro residencial	10. Incremento de caudales	15. Demanda futura de agua	16. Religiosos	19. Sostenibilidad del recurso para generaciones futuras
2. Saneamiento residencial	11. Regulación hídrica		17. Científicos	
3. Producción agrícola	12. Disminución Sedimentación		18. Culturales	
4. Producción pecuaria	13. Captura de carbono			
5. Producción acuícola	14. Flujo de inundación hídrica			
6. Minería,				

7. Extracción de petróleo				
8. Transporte				
9. Recreación y turismo				

El quinto tema clave, que hace referencia a considerar las aguas subterráneas como fuente importante de abastecimiento de agua potable, con el lineamiento estratégico de priorizar el uso de agua subterránea como fuente de abastecimiento de agua potable, es fundamental dadas las necesidades insatisfechas que sufre la región. Por ejemplo, como se muestra en la Figura 123, una proporción importante de la población ha tenido labios secos cuando sufre de diarrea, que es un indicador de falta de agua o agua de mala calidad (OMS, 2013), lo cual coincide con departamentos de la región con un porcentaje importante de personas no tiene acceso a agua potable.

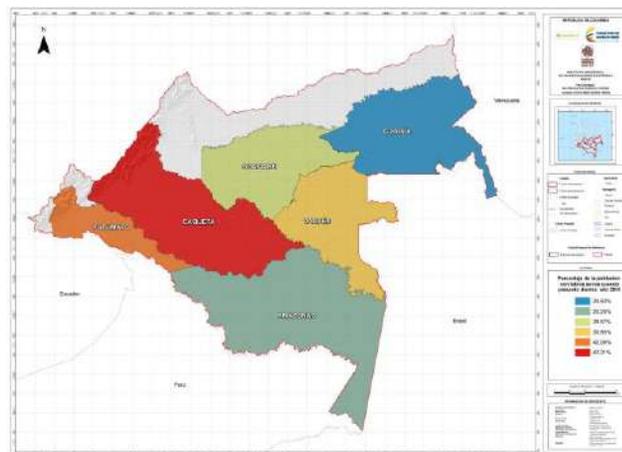


Figura 123. Porcentaje de personas con labios secos cuando sufrieron de diarrea en las dos semanas antes de la encuesta (ENDS, 2010).



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuenca Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



A pesar de la existencia de una gran oferta de agua, la demanda no es suplida en su totalidad, generando así perjuicios sobre la salud y el bienestar de las personas. El utilizar aguas subterráneas podría garantizar acceso a más fuentes agua potable, no sólo pensando en el corto plazo sino también para futuras generaciones que podrían tener mayores dificultades si no se contemplan alternativas que mermen las externalidades negativas producidas por los sectores productivos.

El sexto tema clave es definir como servicio ecosistémico fundamental la conectividad hidrológica y pulso de inundación natural, para lo que se plantean los lineamientos estratégicos de dar cumplimiento a los servicios ecosistémicos amazónicos globales y dar cumplimiento a las restricciones de uso y aprovechamiento de los recursos naturales en las áreas de conservación.

Como se ha discutido anteriormente, la regulación hídrica es un servicio ecosistémico altamente valorado en la región. Por otra parte, en la región las economías locales dependen y se adaptan al pulso de inundación. Por ejemplo, en temporadas de aguas bajas en Leticia, Amazonas, se incrementa la cantidad de capturas en la pesca, lo que genera abundancia y precios más bajos, mientras en aguas altas la actividad se hace más costosa y los precios aumentan. De igual forma, la actividad agrícola depende del pulso de inundación: los habitantes locales adaptan sus cultivos a dicha temporalidad, suavizando gastos y consumo de acuerdo con el ciclo natural.



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax (8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



El séptimo tema es entender la importancia de la macrocuena del amazonas como regular climático macroregional, para lo que se propone el lineamiento estratégico de conservar la dinámica climática amazónica proveedor y mitigador de los grandes cambios climáticos globales. Esto se justifica sencillamente por garantizar el bienestar de los habitantes, no sólo del Amazonas, sino del mundo. El garantizar la conservación de la dinámica climática de la región aporta no sólo a la generación actual, sino también a generaciones futuras.

El último y octavo tema clase es abordar el recurso hídrico de la macrocuena del amazonas desde una perspectiva transfronteriza, para lo que se plantea el lineamiento estratégico de incluir en los planes de acción de las CAR's, los compromisos vinculantes adquiridos en la OTCA. Esto resulta fundamental, considerando que a Colombia le corresponde tan sólo un 6% de los 7,4 millones de km² de la Amazonía (el resto le corresponde a Brasil, Bolivia, Perú, Guyana, Ecuador, Surinam y Guyana Francesa). Desde una visión económica esto tiene gran importancia por la enorme interdependencia que existe entre los países de la frontera, donde hay un comercio fuerte de diversos productos.



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax (8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuenca Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



DESDE LA PERSPECTIVA DE LOS RECURSOS HÍDRICOS Y VARIABLES HIDROLÓGICAS DEL PEMA

- ***Lineamiento 1.1: oficializar la información generada sobre la heterogeneidad de la macrocuenca, relacionada a recursos hídricos.***

La heterogeneidad de la macrocuenca respecto al recurso hídrico está fundamentada en la influencia de la geología sobre el tipo de agua, existiendo en la Amazonia tres tipos: aguas blancas, aguas negras y aguas claras. Las aguas blancas provienen de los Andes y por tanto, poseen coloración blanca, con alta carga de sedimentos; estas características están presentes, por ejemplo, en los ríos Amazonas, Putumayo y Caquetá.

En otras zonas del Amazonas como los escudos y la llanura amazónica, los ríos presentan una baja carga de sedimentos y alta carga orgánica (proveniente principalmente de los aportes de los bosques), donde las aguas presentan una coloración negra; mientras que las aguas claras nacen entre cerros que presentan material geológico bastante consolidado, son cristalinas y con muy escaso material en suspensión. Según Duque (2011), al parecer este tipo de agua no está presente en la Amazonia colombiana pero sí en Brasil, con grandes sistemas fluviales ya muy cerca de su desembocadura.



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax (8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



Esta heterogeneidad en los tipos de agua, a su vez, está ligada a los tipos de ambientes lénticos (igapós y várzeas) que ya han sido documentados en diferentes investigaciones, incluso, por parte del Instituto de Investigación Científica SINCHI. No obstante, esta información aún no ha sido oficializada y continúa siendo el resultado de diversos esfuerzos en el marco de proyectos que han sido ejecutados.

La mayor dificultad que presenta esta información aún no oficial, es que se constituye en literatura gris difícil de identificar y obtener, pues proviene de iniciativas independientes con limitada articulación y difusión, que no puede ser empleada como línea base para nuevos esfuerzos dentro de la misma línea de conocimiento. En ese sentido, el lineamiento estratégico 1.1 pretende resolver esta dificultad y generar espacios que permitan estandarizar la información producida por diferentes instituciones mediante diversos mecanismos de coordinación interinstitucional.

- ***Lineamiento 1.2: generar el mapa de restricciones de uso asociado a los tipos de aguas amazónicas.***

En el mismo contexto del lineamiento 1.1, se hace necesario establecer restricciones de uso del recurso hídrico en función de los tipos de agua existentes en la macrocuena, teniendo en cuenta que las aguas blancas y las aguas negras amazónicas tienen unas características físicas y químicas particulares, que presentan limitaciones para el uso que le dan los



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax (8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



diferentes sectores económicos. Por tal motivo, generar el mapa de restricciones permite definir un marco de referencia idóneo para el uso del agua, sin que ello represente riesgos para la sostenibilidad del recurso hídrico, ni para desarrollo de las actividades que lo requieren.

- ***Lineamiento 2.1: integrar el diálogo de saberes a la implementación de la PNGIRH.***

El diálogo de saberes, como enfoque metodológico dentro de la implementación de la PNGIRH, permite el reconocimiento de todos los actores clave presentes en la Amazonia para la construcción colectiva del modelo deseado y factible en la macrocuena. Por tanto, el lineamiento 2.1 busca abrir espacios de interacción incluyentes de la diversidad de visiones, saberes, historias, conocimientos y territorialidades.

Un Plan Estratégico de la Macrocuena del Amazonas que tenga en cuenta esta diversidad precisa de decisión política, inclusión social, recursos técnicos y económicos, para que por ejemplo, los pobladores ancestrales sean reconocidos como actores activos.



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax (8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co

- ***Lineamiento 3.1: definir, consolidar e implementar nuevas tecnologías para la generación de datos e información aplicables a la amazonia.***

Con la constante evolución de la tecnología también evoluciona la forma de abordar el conocimiento y de generar información que permita comprender las complejas y diversas interrelaciones en los ecosistemas amazónicos y sus servicios ambientales asociados. Muchas tecnologías permiten obtener información en tiempo real y a gran escala, permitiendo la identificación oportuna de problemas ambientales donde el reto no es la generación en sí de la información, sino el manejo, análisis e interpretación de la misma para consolidar bases de datos más robustas en cuanto a la distribución espacial y temporal. De esta manera, el lineamiento 3.1 pretende involucrar dentro de la implementación de la PNGIRH en la macrocuenca del Amazonas, las ventajas que ofrecen las nuevas tecnologías en la generación de datos e información para el desarrollo de modelos hidroclimáticos, para el conocimiento de la biodiversidad asociada al recurso pesquero y para la comprensión de las emisiones y capturas de carbono, entre otros temas.

- ***Lineamiento 4.1: privilegiar los servicios ecosistémicos de provisión, regulación y culturales como base de la gestión de los recursos hídricos.***



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



Los servicios de provisión se constituyen en bienes tangibles y son básicamente los recursos naturales como el agua, el aire, la biodiversidad, etc. Por su parte, los servicios ecosistémicos de regulación se obtienen directamente de los ecosistemas sin pasar por procesos de transformación, ni por los mercados; incluyen el control de inundaciones, la captura de carbono, el mantenimiento de los ciclos hidrológicos y de los ciclos biogeoquímicos, la regulación en la calidad del agua, entre muchos otros.

Los servicios culturales brindan beneficios que dependen de las percepciones colectivas de la sociedad acerca de los ecosistemas y de sus componentes, los cuales pueden ser materiales tangibles o intangibles; los beneficios espirituales, recreativos o educacionales que brindan los ecosistemas se consideran en esta categoría (Corredor *et al*, 2012).

En ese contexto, el lineamiento 4.1 busca privilegiar estos servicios ecosistémicos como base de la gestión integral del recurso hídrico para asegurar su sostenibilidad y la de la biodiversidad, considerar la utilización y ocupación de los suelos según sus vocaciones para regular las presiones sobre los ecosistemas estratégicos amazónicos y garantizar el acceso a recursos básicos como agua en cantidad y calidad para toda la población de la macrocuena.

Tener en cuenta los servicios ecosistémicos en el diseño de políticas y gestión del territorio puede ahorrar costos futuros a las municipalidades, al



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax (8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co

igual que puede impulsar las economías locales, mejorar la calidad de vida y garantizar medios de subsistencia. Este tipo de enfoque también ayuda a afrontar la pobreza ya que revela la distribución de recursos y servicios esenciales y escasos (WWF, 2014).

- ***Lineamiento 4.2: fortalecer la capacidad de generación de información de los institutos, grupos de investigación e instituciones científicas con experiencia en biodiversidad acuática amazónica.***

Una de las causas de los actuales vacíos de información en cuanto a biodiversidad acuática amazónica es la falta de continuidad en procesos de generación de conocimiento, por lo que se hace necesario priorizar proyectos orientados a suplir estos vacíos con información producida de manera sistemática. La propuesta de nuevos desarrollos en la macrocuena requiere el fortalecimiento institucional para su aplicación, financiación y regulación; uno de los desafíos es el de facilitar acuerdos para asegurar la coordinación interinstitucional y la continuidad entre políticas e instituciones, orientada a la construcción de una visión amazónica integral y de largo plazo.

- ***Lineamiento 4.3: dar cumplimiento a las restricciones de uso y aprovechamiento de los recursos naturales en las áreas de conservación.***

A pesar de que las restricciones de uso y aprovechamiento de los recursos naturales en áreas de conservación son claras, en la práctica, no son cumplidas a cabalidad, creando conflictos en el uso del suelo y de los recursos. En ese sentido, el lineamiento 4.3 pretende establecer mecanismos para que el uso del recurso hídrico sea documentado y monitoreado por parte de las autoridades ambientales competentes y que en esa medida, puedan tomar acciones encaminadas al cumplimiento de las restricciones y de las prioridades de uso en coherencia con la variabilidad estacional del mismo.

- ***Lineamiento 5.1: considerar el uso de agua subterránea como fuente de abastecimiento de agua potable.***

En algunas zonas de la macrocuenca el recurso hídrico subterráneo es una fuente importante de abastecimiento que no ha sido tomada en cuenta como tal por parte de las instituciones encargadas de la gestión de dicho recurso, por lo que actualmente, no se está garantizando que este cumpla con las condiciones de calidad mínimas para el consumo humano, ni con las restricciones de uso del mismo. El lineamiento 5.1 está orientado a incluir dentro del panorama el recurso hídrico subterráneo, desde su conocimiento, uso y gestión, en aras de velar por su sostenibilidad y adecuado aprovechamiento.



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuenca Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



- ***Lineamiento 6.1: dar cumplimiento a los servicios ecosistémicos amazónicos globales.***

La amazonia es una región con una gran relevancia geopolítica nacional e internacional debido, entre otras razones, a su importancia ambiental y ecológica y a su condición de región transfronteriza. En tal sentido, el lineamiento 6.1 busca regular cualquier actividad que modifique o altere de manera significativa los servicios ecosistémicos amazónicos globales. Así mismo, reconoce que la conservación y uso de sus recursos requiere de coordinación y cofinanciación entre Colombia y la comunidad internacional.

- ***Lineamiento 7.1: conservar la dinámica climática amazónica como proveedor y mitigador de los grandes cambios climáticos globales.***

La Amazonia está estrechamente vinculada a la configuración y modificación del clima, es conocida la relación de interdependencia entre los ecosistemas andinos y amazónicos, así como las teleconexiones climáticas y su papel en la amortiguación de los fenómenos como el ENSO; no obstante, muchos de estos fenómenos aún están en proceso de ser comprendidos en su totalidad. El lineamiento 7.1 pretende preservar estas dinámicas climáticas y asegurar la conectividad de los ecosistemas amazónicos a largo plazo.



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax (8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuenca Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



- ***Lineamiento 8.1: incluir en los planes de las autoridades ambientales los compromisos adquiridos por el estado colombiano mediante convenios y tratados internacionales.***

El conocimiento sobre el funcionamiento de los ecosistemas estratégicos amazónicos, que trascienden los límites de las fronteras nacionales de los países que lo conforman, es aún limitado. Abordar este conocimiento requiere del fortalecimiento de capacidades y redes institucionales entre países, que faciliten la generación y el intercambio de conocimiento y que promuevan la investigación y difusión del mismo. El lineamiento 8.1 pretende que las autoridades ambientales se involucren en un proceso de integración y cooperación regional, en el que se planteen estrategias conjuntas y estrechamente coordinadas donde se aborden temas ambientales de mutuo interés, como lo son la gestión integral del recurso hídrico y de la biodiversidad, a los cuales Colombia se ha comprometido.

Para facilitar la implementación de estas estrategias es necesario elaborar, a su vez, una estrategia conjunta de financiamiento que permita mejorar las capacidades técnicas nacionales y ampliar los vínculos con la cooperación internacional.



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax (8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



2.2 LINEAMIENTOS ESTRATÉGICOS PRIORIZADOS POR LOS ACTORES CLAVE.

Para la priorización de los lineamientos estratégicos por parte de los actores clave asistentes a los talleres de Florencia y San José del Guaviare, se llevó a cabo la siguiente metodología. Los resultados obtenidos en las talleres de priorización de temas clave y lineamientos estratégicos en las ciudades de Florencia y San José del Guaviare, quedan consignados en las relatorías de cada uno de los talleres, y tanto estas como las listas de asistencia firmadas por cada uno de los actores clave asistentes, son los documentos soporte del compromisos de los actores para participar y priorizar lineamientos específicos en la macrocuena Amazonas (Anexo Digital 3, *ver archivo magnético*).

2.2.1 METODOLOGÍA

EVALUACIÓN Y CALIFICACIÓN DE LINEAMIENTOS PROPUESTOS POR EL EQUIPO TÉCNICO PEMA

Para esta parte del taller se solicitó por grupo calificar cada uno de los Lineamientos propuestos anteriormente, en razón a tres atributos: **IMPORTANCIA, VIABILIDAD y ACEPTACION.**



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax (8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co

Los ítems de calificación tuvieron las siguientes categorías y definiciones:

IMPORTANCIA: Un lineamiento es importante en el PEMA en la medida que este permita lograr acuerdos para mantener los servicios ecosistémicos que hemos considerado fundamentales para la Macrocuenca Amazónica en la actualidad, o que serán estratégicos en los escenarios a 2030 y 2050.

Calificar la **IMPORTANCIA** en la medida que este lineamiento fuera:

1. Básico para el logro de otros lineamientos
2. Fundamental para el desarrollo del gremio o entidad que represento
3. Estratégico para la región en la medida que da visibilidad nacional y mundial y por ende permite gestionar recursos para un fin determinado
4. Determinante para la conservación de los servicios de los que depende el bienestar particular y general.

La calificación final tuvo tres valores:

5 = (MUY IMPOTANTE-TARJETA AMARILLA)

3 = (IMPORTANTE-TARJETA AZUL)

1 = (POCO IMPORTANTE-TARJETA BLANCA)

VIABILIDAD: Un lineamiento es **VIABLE** en el PEMA en la medida que su implementación genere más acuerdos que desacuerdos, y por ende pueda

ser gestionado a partir de compromisos concretos en tiempo, lugares y recursos

Calificar la **VIABILIDAD** en la medida que este lineamiento fuera:

1. Una obligación legal o política ya existente y que por ende debe cumplirse en el menor tiempo posible
2. No implica nuevos recursos presupuestales sino gestión política y administrativa
3. Los nuevos recursos que implique su implementación son justificables dentro de los Planes Nacionales de Desarrollo o la implementación de la PGIRH
4. A pesar de ser difícil de gestionar es necesario aunar esfuerzos de todos los actores pues sin su implementación NO hay posibilidades de mantener los servicios priorizados

La calificación final tiene tres valores:

5 = (MUY VIABLE-TARJETA AMARILLA)

3 = (VIABLE-TARJETA AZUL)

1 = (POCO VIABLE-TARJETA BLANCA)

ACEPTACIÓN: Un lineamiento es **ACEPTABLE** en el PEMA en la medida que su implementación tenga el mayor consenso en actores diversos o divergentes. Aunque puede ser una consecuencia de su viabilidad se distingue de este ya que aunque un Lineamiento sea Viable legal, política y económicamente este puede NO ser fácilmente aceptado por los actores de la Región

Calificar la ACEPTACION en la medida que este lineamiento fuera:

1. Acorde a los planes de desarrollo de los diferentes actores de la Región
2. Compatible con las necesidades y solicitudes históricas de los actores
3. Acorde con las visiones de futuro
4. Sea mayor la relación costo/beneficio en comparación con los usos de servicios ecosistémicos actuales

La calificación final tiene tres valores:

5 = (FACILMENTE ACEPTABLE-TARJETA AMARILLA)

3 = (ACEPTABLE-TARJETA AZUL)

1 = (DIFICILMENTE ACEPTABLE-TARJETA BLANCA)

2.2.2 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Luego de la priorización tanto individual como grupal, se obtuvo que los actores clave de Guaviare, calificaron con un mayor puntaje sólo dos de los 12 lineamientos propuestos, lo cual sugiere que podrían implementarse en un menor tiempo que los otros 10; mientras que los actores de Caquetá

calificaron con mayor puntaje ocho lineamientos, siendo más “optimistas” en la implementación de éstos.

En las Tabla 41 a la Tabla 44 se muestra la priorización obtenida en cada taller (Anexo Digital 3, *ver archivo magnético*).

Tabla 41. Lineamientos Estratégicos con mayor calificación. Taller Florencia, Caquetá.

PRIORIZACIÓN LINEAMIENTOS -TALLER CAQUETÁ: Lineamientos con mayor calificación	
TEMAS CLAVE	LINEAMIENTOS ESTRATÉGICOS
✓ Reconocer la heterogeneidad de la macrocuena del Amazonas como principio de gestión.	<ul style="list-style-type: none"> • Oficializar la información generada sobre la heterogeneidad de la macrocuena, relacionada a recursos hídricos • Generar el mapa de restricciones de uso asociado a los tipos de aguas amazónicas
✓ Hacer uso de nuevas tecnologías que agilicen la generación de conocimiento sobre los recursos hídricos en la Macrocuena del Amazonas, como soporte del Plan Nacional de Monitoreo.	<ul style="list-style-type: none"> • Conformar una grupo de trabajo en el que se sume el personal, los recursos y la capacidad técnica de las entidades del SINA y la academia con experiencia en el uso de nuevas tecnologías aplicables a la Amazonia en dos años
✓ Conservar la biodiversidad acuática como base de las cadenas tróficas y de los servicios ecosistémicos amazónicos.	<ul style="list-style-type: none"> • Privilegiar los servicios ecosistémicos de provisión, regulación y culturales como base de la gestión de los recursos hídricos • Fortalecer la capacidad de generación de información de los institutos, grupos de investigación e instituciones científicas con experiencia en biodiversidad acuática amazónica

	<ul style="list-style-type: none"> • Dar cumplimiento a las restricciones de uso y aprovechamiento de los recursos naturales en las áreas de conservación
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Definir como servicio ecosistémico fundamental la conectividad hidrológica y pulso de inundación natural. 	<ul style="list-style-type: none"> • Dar cumplimiento a los servicios ecosistémicos amazónicos globales • Dar cumplimiento a las restricciones de uso y aprovechamiento de los recursos naturales en las áreas de conservación

Tabla 42. Lineamientos Estratégicos con menor calificación. Taller Florencia, Caquetá.

PRIORIZACIÓN LINEAMIENTOS - TALLER CAQUETÁ: Lineamientos con menor calificación	
TEMAS CLAVE	LINEAMIENTOS ESTRATÉGICOS
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Entender la importancia de la macrocuena del Amazonas como regulador climático macroregional. 	<ul style="list-style-type: none"> • Conservar la dinámica climática amazónica como proveedor y mitigador de los grandes cambios climáticos globales
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Abordar el recurso hídrico de la macrocuena del Amazonas desde una perspectiva transfronteriza. 	<ul style="list-style-type: none"> • Incluir en los planes de acción de las CAR´s, los compromisos vinculantes adquiridos en la OTCA por el estado colombiano
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Generar un dialogo de saberes con la comunidades tradicionales para el PEMA. 	<ul style="list-style-type: none"> • Integrar el dialogo de saberes a la implementación de la PGIRH

<ul style="list-style-type: none"> ✓ Considerar las aguas subterráneas como fuente importante de abastecimiento de agua potable en la macrocuenca del Amazonas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Priorizar el uso de agua subterránea como fuente de abastecimiento de agua potable
--	--

Tabla 43. Lineamientos Estratégicos con mayor calificación. Taller San José del Guaviare, Guaviare.

PRIORIZACIÓN LINEAMIENTOS -TALLER GUAVIARE: Lineamientos con mayor calificación	
TEMAS CLAVE	LINEAMIENTOS ESTRATÉGICOS
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Reconocer la heterogeneidad de la macrocuenca del Amazonas como principio de gestión. 	<ul style="list-style-type: none"> • Generar el mapa de restricciones de uso asociado a los tipos de aguas amazónicas
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Abordar el recurso hídrico de la macrocuenca del Amazonas desde una perspectiva transfronteriza. 	<ul style="list-style-type: none"> • Incluir en los planes de acción de las CAR´s, los compromisos vinculantes adquiridos en la OTCA por el estado colombiano

Tabla 44. Lineamientos Estratégicos con menor calificación. Taller San José del Guaviare, Guaviare.

PRIORIZACIÓN FINAL TALLER GUAVIARE: Lineamientos con menor calificación	
TEMAS CLAVE	LINEAMIENTOS ESTRATÉGICOS
✓ Generar un dialogo de saberes con la comunidades tradicionales para el PEMA.	<ul style="list-style-type: none"> Integrar el dialogo de saberes a la implementación de la PGIRH
✓ Hacer uso de nuevas tecnologías que agilicen la generación de conocimiento sobre los recursos hídricos en la Macrocuena del Amazonas, como soporte del Plan Nacional de Monitoreo.	<ul style="list-style-type: none"> Conformar una grupo de trabajo en el que se sume el personal, los recursos y la capacidad técnica de las entidades del SINA y la academia con experiencia en el uso de nuevas tecnologías aplicables a la Amazonia en dos años
✓ Conservar la biodiversidad acuática como base de las cadenas tróficas y de los servicios ecosistémicos amazónicos.	<ul style="list-style-type: none"> Privilegiar los servicios ecosistémicos de provisión, regulación y culturales como base de la gestión de los recursos hídricos
	<ul style="list-style-type: none"> Fortalecer la capacidad de generación de información de los institutos, grupos de investigación e instituciones científicas con experiencia en biodiversidad acuática amazónica
	<ul style="list-style-type: none"> Dar cumplimiento a las restricciones de uso y aprovechamiento de los recursos naturales en las áreas de conservación
✓ Entender la importancia de la macrocuena del Amazonas como regulador climático macroregional.	<ul style="list-style-type: none"> Conservar la dinámica climática amazónica como proveedor y mitigador de los grandes cambios climáticos globales
✓ Considerar las aguas subterráneas como fuente importante de abastecimiento	<ul style="list-style-type: none"> Priorizar el uso de agua subterránea como fuente de abastecimiento de agua potable

de agua potable en la macrocuena del Amazonas.	
✓ Definir como servicio ecosistémico fundamental la conectividad hidrológica y pulso de inundación natural.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dar cumplimiento a los servicios ecosistémicos amazónicos globales ▪ Dar cumplimiento a las restricciones de uso y aprovechamiento de los recursos naturales en las áreas de conservación

2.3 ACCIONES A IMPLEMENTAR, PROPUESTAS POR EL EQUIPO TÉCNICO PEMA

Como parte de las actividades correspondientes a la fase IV del proyecto *Estructuración de lineamientos estratégicos para gestión integral del Agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena del Amazonas (PEMA)*, en este informe se presentan los ajustes y nuevos aportes a los lineamientos estratégicos, hechos a partir de algunas de las sugerencias dadas por los actores clave en San José del Guaviare y Florencia; y las respectivas acciones propuestas por parte del equipo técnico del PEMA, que podrían ser implementadas por parte de los principales actores clave para la gestión integral de los recursos hídricos e hidrobiológicos, con el fin de lograr un modelo deseado y factible para la Macrocuena del Amazonas.

Los ajustes y nuevos aportes acá presentados se enmarcan desde el punto de vista de los recursos hídricos, variables hidrológicas y/o determinación

de la variabilidad del agua de acuerdo con los factores de presión que modifican las condiciones naturales del recurso con sus proyecciones al 2050.

En la Tabla 45 se relacionan los temas clave, los lineamientos estratégicos y las acciones propuestas por parte del equipo técnico.

Tabla 45. Temas clave (9), lineamientos ajustados (15) según algunas sugerencias hechas por actores clave participantes de los talleres de Florencia y San José del Guaviare; y acciones** (74) planteadas para el Plan Estratégico de la Macrocuena del Amazonas (**Como las acciones recogen la opinión y expectativas de los actores clave locales, resulta importante en una fase posterior, realizar su análisis desde el punto de vista jurídico)..

TEMA CLAVE	LINEAMIENTOS ESTRATÉGICOS	ACCIONES
1. Reconocer la heterogeneidad de la macrocuena del Amazonas como principio de gestión.	1.1 Oficializar la información generada sobre la heterogeneidad de la macrocuena, relacionada a recursos hídricos.	1.1.1 Publicar los mapas generados por el Instituto SINCHI sobre ecosistemas acuáticos amazónicos.
		1.1.2 Publicar la información relacionada con la heterogeneidad de las aguas amazónicas colombianas.
		1.1.3 Promover una mesa de trabajo para la homologación de la terminología relacionada a ecosistemas acuáticos amazónicos.
		1.1.4 Incluir en los fondos para la implementación de la Política Nacional para la Gestión Integral de Recurso Hídrico (PNGIRH), una estrategia de difusión nacional de la heterogeneidad acuática amazónica.*
		1.1.5 Establecer mecanismos de coordinación institucional para la generación y divulgación de información estandarizada relacionada con recursos hídricos.
	1.2 Generar el mapa de restricciones de uso asociado a los tipos de aguas amazónicas.	1.2.1 Generar por sensoramiento remoto la cartografía de tipos de aguas amazónicas y sus ecosistemas asociados.

TEMA CLAVE	LINEAMIENTOS ESTRATÉGICOS	ACCIONES
		1.2.2 Generar el mapa de restricciones de uso asociado a los tipos de aguas amazónicas y áreas inundables a escala 1: 25 000.
		1.2.3 Desarrollar una herramienta de restitución de caudales y seguimiento en tiempo real de las inundaciones amazónicas.
2. Generar un diálogo de saberes con las comunidades tradicionales para el PEMA.	2.1 Integrar el diálogo de saberes a la implementación de la PNGIRH.	2.1.1 Destinar fondos para la aplicación de la PNGIRH que permita la generación de una cartografía social de los ecosistemas acuáticos amazónicos con la participación de las comunidades amazónicas.*
		2.1.2 Replicar las experiencias exitosas de diálogos de saberes y conocimiento ancestral hacia otras zonas de la macrocuena del Amazonas.*
		2.1.3 Restaurar territorios altamente transformados como el Valle del Sibundoy y el Valle inundable del Apaporis.
		2.1.4 Propiciar una estrategia de acciones de restauración con base en los saberes ancestrales.
3. Hacer uso de nuevas tecnologías que agilicen la generación de conocimiento sobre los recursos hídricos en la Macrocuena del Amazonas, como soporte del Plan Nacional de Monitoreo.	3.1 Definir, consolidar e implementar nuevas tecnologías para la generación de datos e información aplicables a la Amazonia.	3.1.1 Conformar un grupo de trabajo experto, durante los primeros dos años de implementación del PEMA, en el que se sume el personal, los recursos y la capacidad técnica de las entidades del Sistema Nacional Ambiental (SINA) y de la academia.*
		3.1.2 Destinar fondos a la implementación de la PNGIRH para la conformación del grupo de trabajo experto.*
		3.1.3 Generar por sensoramiento remoto la cartografía de tipos de aguas amazónicas y sus ecosistemas acuáticos inundables.
		3.1.4 Desarrollar un modelo hidroclimático Amazónico a escala 1: 25 000.
		3.1.5 Determinar las rutas migratorias y/o el uso de la planicie de inundación de las especies de uso comercial y aquellas consideradas como promisorias.
		3.1.6 Realizar y publicar el censo de emisiones y capturas de carbono.*

TEMA CLAVE	LINEAMIENTOS ESTRATÉGICOS	ACCIONES
		3.1.7 Diseñar e implementar un Plan de Monitoreo de Calidad de Agua de las zonas hidrográficas de la macrocuena del Amazonas.
4. Conservar la biodiversidad acuática como base de las cadenas tróficas y de los servicios ecosistémicos amazónicos.	4.1 Privilegiar los servicios ecosistémicos de provisión, regulación y culturales como base de la gestión de los recursos hídricos.	4.1.1 Eliminar y negar solicitudes para el desarrollo de proyectos de los sectores minero y de hidrocarburos en áreas con ecosistemas clave para la regulación del recurso hídrico, como la Alta Amazonia.
		4.1.2 Establecer la pesca amazónica como actividad de utilidad pública.
		4.1.3 Elevar a la categoría de patrimonio cultural las actividades ancestrales asociadas a la planicie de inundación amazónica.
		4.1.4 Frenar el avance de las actividades de los sectores agrícola, pecuario y minero sobre las zonas de bosque, las áreas naturales protegidas y los parques nacionales naturales.
		4.1.5 Financiar programas para la implementación de tecnologías de uso sostenible del agua en los procesos productivos de los sectores agrícola y pecuario, que permitan reducir las demandas hídricas sin afectar la producción de dichos sectores.
		4.1.6 Fomentar iniciativas de aprovechamiento sostenible de los recursos naturales, a través de alternativas productivas que permitan la reconversión de los procesos tradicionales actuales.
		4.1.7 Garantizar el acceso a agua potable de idónea calidad para el consumo humano, que en cantidad, cubra las necesidades básicas per cápita diarias, con especial énfasis en los departamentos de Vichada, Guainía y Guaviare.
		4.1.8 Garantizar que el agua potable suministrada a la población cumpla con altos estándares de calidad, establecidos para consumo humano.
		4.2 Fortalecer la capacidad de generación de información de los institutos, grupos de investigación e instituciones científicas con experiencia en biodiversidad acuática amazónica.

TEMA CLAVE	LINEAMIENTOS ESTRATÉGICOS	ACCIONES
	4.3 Dar cumplimiento a las restricciones de uso y aprovechamiento de los recursos naturales en las áreas de conservación.	4.3.1 Generar a 2020 cartografía semidetallada en escala 1: 25 000 de la macrocuenca del Amazonas.*
		4.3.2 Establecer un lapso de obligatorio cumplimiento donde los usuarios reporten la localización, área e intensidad de uso del suelo.
		4.3.3 Fortalecer la institucionalidad de las Corporaciones Autónomas Regionales con jurisdicción en la Macrocuenca del Amazonas, a través de un fondo obtenido de las regalías regionales.*
		4.3.4 Formular un decreto que obligue la actualización del inventario de uso y aprovechamiento de los recursos hídricos superficiales, cuyos resultados sean incorporados en el Sistema de Información del Recurso Hídrico (SIRH), en por lo menos el 90% a diciembre de 2018.
		4.3.5 Establecer un programa de mitigación de los impactos en los recursos hídricos causados por las dinámicas históricas de ocupación territorial y uso del suelo.
5. Entender las aguas subterráneas como fuente importante de abastecimiento de agua potable en la macrocuenca del Amazonas.*	5.1 Considerar el uso de agua subterránea como fuente de abastecimiento de agua potable.*	5.1.1 Generar un mapa hidrogeológico detallado de los acuíferos amazónicos en los núcleos principales de consumo, ciudades capitales y asentamientos afectados por calidad de agua (Leticia, Mocoa, Florencia y San José del Guaviare).
		5.1.2 Dar cumplimiento al decreto 1541 de 1978 sobre el inventario de puntos de aguas subterráneas en relación a su existencia y a su uso actual y potencial, mediante el formulario único nacional de inventario de aguas subterráneas.
		5.1.3 Desarrollar un programa de legalización de usuarios del recurso hídrico subterráneo.
		5.1.4 Conformar una red de monitoreo y seguimiento de la cantidad y calidad de las aguas subterráneas.
		5.1.5 Formular un decreto que obligue a la actualización de la información del inventario de uso y aprovechamiento de los recursos hídricos subterráneos, cuyos resultados sean incorporados en el Registro de Usuarios del Recurso

TEMA CLAVE	LINEAMIENTOS ESTRATÉGICOS	ACCIONES
		Hídrico Subterráneo (RURH), en por lo menos el 50% a diciembre de 2020.
		5.1.6 Delimitar las zonas de recarga y descarga de los acuíferos.
		5.1.7 Desarrollar el inventario de fuentes potenciales de contaminación de las aguas subterráneas.
		5.1.8 Formular e implementar planes de manejo en acuíferos prioritarios.
6. Definir como servicio ecosistémico fundamental la conectividad hidrológica y el pulso de inundación natural.	6.1 Dar cumplimiento a los servicios ecosistémicos amazónicos globales.	6.1.1 Desarrollar un modelo hidroclimático Amazónico a escala 1: 25 000.
		6.1.2 Regular cualquier actividad que modifique o altere de manera significativa los ciclos hidrológicos amazónicos.
		6.1.3 Crear e implementar incentivos tributarios para el uso y aprovechamiento de los recursos acuáticos amazónicos, asociados a los servicios ecosistémicos.
		6.1.4 Apoyar con dineros internacionales los mercados alternativos del uso de los servicios ecosistémicos amazónicos.
	6.2 Dar cumplimiento a las restricciones de uso y aprovechamiento de los recursos naturales en las áreas de conservación.	6.2.1 Generar a 2020 cartografía semidetallada en escala 1: 25 000 de la macrocuena del Amazonas.*
		6.2.2 Establecer un lapso de obligatorio cumplimiento donde los usuarios reporten la localización, área e intensidad de uso del suelo.
		6.2.3 Fortalecer la institucionalidad de las Corporaciones Autónomas Regionales a través de un fondo obtenido de las regalías regionales.
		6.2.4 Formular un decreto que obligue la actualización del inventario de uso y aprovechamiento de los recursos hídricos, cuyos resultados sean incorporados en el Sistema de Información del Recurso Hídrico (SIRH), en por lo menos el 90% a diciembre de 2018.
7. Entender la importancia de la macrocuena del Amazonas como regulador climático macroregional.	7.1 Conservar la dinámica climática amazónica como proveedor y mitigador de los grandes cambios climáticos globales.	7.1.1 Desarrollar un modelo de análisis del aporte del vapor de agua amazónico extraregional.
		7.1.2 Definir la importancia de los recursos hídricos amazónicos en la amortiguación de fenómenos globales como el ENSO.

TEMA CLAVE	LINEAMIENTOS ESTRATÉGICOS	ACCIONES
		7.1.3 Identificar las teleconexiones asociadas a los ecosistemas acuáticos amazónicos en el clima colombiano. 7.1.4 Gestionar con Venezuela y Brasil la creación del corredor ecológico que conecta los Andes, el Amazonas y el Atlántico. 7.1.5 Implementar un modelo climático regional a nivel de la macrocuenca amazónica que permita acoplar las dinámicas de los sistemas atmosférico y biótico. 7.1.6 Desarrollar un programa de monitoreo, seguimiento y evaluación de las principales variables climáticas que permitan determinar el comportamiento local del sistema atmósfera-biota. 7.1.7 Fortalecer los programas de cooperación e investigación con los países que conforman la cuenca amazónica.
8. Abordar el recurso hídrico de la macrocuenca del Amazonas desde una perspectiva transfronteriza.	8.1 Incluir en los planes de las Autoridades Ambientales los compromisos adquiridos por el estado colombiano mediante convenios y tratados internacionales.	8.1.1 Fortalecer la institucionalidad de las Corporaciones Autónomas Regionales a través de un fondo obtenido de las regalías regionales. 8.1.2 Implementar planes de manejo de cuencas hídricas binacionales.
9. Definir las prioridades de desarrollo económico en la macro cuenca a partir de la vocación productiva, crecimiento poblacional y desarrollo sectorial.	9.1. Incentivos para fomentar la inversión privada, diversificación productiva y competitividad en la Región Amazónica en función de un uso sostenible del recurso hídrico.	9.1.1 Promover desde los entes territoriales (Gobernaciones y alcaldías) la inversión en infraestructura mediante inversión la pública y privada nacional y extranjera, considerando la pertinencia de concesiones y asociaciones público privadas, para la creciente integración física del territorio y la consiguiente expansión e integración a los mercados internos, lo que permitirá diversificar y descentralizar el aparato productivo. 9.1.2 Fomentar el buen uso de los recursos naturales asociados al recurso hídrico considerando los planes de desarrollo y gobierno. 9.1.3 Promover el diseño del concejo de turismo amazónico que integre a los empresarios, las comunidades indígenas y rurales, y los entes gubernamentales propios para el caso. 9.1.4 Desarrollo continuado del mercado local para el financiamiento competitivo de la inversión privada nacional o local y su progresiva apertura a las pequeñas y

TEMA CLAVE	LINEAMIENTOS ESTRATÉGICOS	ACCIONES
		<p>medianas empresas, facilitando esquemas de participación ciudadana e integración fronteriza, de acuerdo a los lineamientos estratégicos de la Organización del Tratado de Cooperación Amazónica - OTCA.</p> <p>9.1.5 Definir un esquema unificado de tarifas y uso del agua considerando la diversidad de uso de los diferentes sectores y el respectivo lucro que genere el uso del agua. Se deben contemplar tasas compensatorias por el uso del agua a partir del artículo 42 de la ley 99 de 1993, considerando la heterogeneidades de uso en los sectores económicos amazónicos.</p> <p>9.1.6 Implementar medidas para disminuir el consumo de agua por turista, incrementar la utilización de fuentes de energía renovables y minimizar la generación de desechos sólidos en la prestación de los servicios turísticos.</p> <p>9.1.7 Promover la generación de valor y los encadenamientos productivos regionales aprovechando el recurso hídrico de manera sostenible, potencializando las ventajas competitivas de cada departamento.</p>
	9.2. Fomento a las actividades productivas bajo un modelo de inclusión y sostenibilidad.	<p>9.2.1 Independizar las distintas formas organizacionales del agro, fomentando la formalización y registro frente a las cámaras de comercio y DIAN garantizando el registro y seguimiento en el uso del agua en las actividades agroindustriales locales.</p> <p>9.2.2 Reorganizar la actividad de riego y los servicios agrícolas para lograr un uso racional del agua, mejoramiento de infraestructuras y equipos agrícolas disponibles, combinando el uso de las tecnologías tradicionales con tecnologías de avanzada.</p> <p>9.2.3 Bajo el contexto de La Organización del Tratado de Cooperación Amazónica - OTCA, se deben integrar un comité internacional que regule el balance de agua en la Amazonia, en donde se debe constituir el instrumento de planificación mediante el cual se mida la eficiencia en el</p>

TEMA CLAVE	LINEAMIENTOS ESTRATÉGICOS	ACCIONES
		consumo de las actividades agropecuarias, considerando la disponibilidad del recurso y el crecimiento sectorial hasta el año 2050.
		9.2.4 Actualizar y ejecutar programas dirigidos a la preservación y rehabilitación de los recursos naturales usados en la agricultura y la ganadería.
	9.3. Relevancia de la diversidad poblacional, la cosmopolítica y el desarrollo económico.	9.3.1 Incentivar el fortalecimiento de la base productiva considerando las tasas de envejecimiento y estancamiento en el crecimiento poblacional de algunas comunidades indígenas de Vaupés y Amazonas.
		9.3.2 Diseñar las vías para proteger a la población vulnerable, especialmente la indígena, considerando su visión tradicional y articulación al entorno social.
		9.3.3 Priorizar en los planes de gobierno las necesidades básicas de los distintos segmentos de la población en función de su bienestar, fomentado las posibilidades de acceso a los mercados, la generación de capital y la inclusión a los proyectos de desarrollo.
		9.3.4 Garantizar la calidad de los servicios que se brindan a la población, y el rediseño de las políticas vigentes, y la priorización de la cobertura de agua para el consumo humano en los planes de gobierno.

2.4 ACCIONES PRIORIZADAS EN TALLERES REGIONALES.

Para la priorización de los acciones por parte de los actores clave asistentes a los talleres de Leticia y Mocoa, se llevó a cabo la siguiente metodología. Los resultados obtenidos en las talleres de priorización de temas clave, lineamientos estratégicos y, específicamente, acciones en las ciudades de Leticia y Mocoa, quedan consignados en las relatorías de cada uno de los talleres, y tanto estas como las listas de asistencia firmadas por cada uno de los actores clave asistentes, son los documentos soporte del compromisos de los actores para participar y priorizar lineamientos específicos en la macrocuena Amazonas (*Anexo Digital 3, ver archivo magnético*).

2.4.1 METODOLOGÍA

Se solicitó que de forma individual se caracterizara y calificara las acciones, estableciendo para ellas los siguientes atributos:

PLAZO: Con base en su experiencia y en las perspectivas de desarrollo regional, proponga un lapso para la ejecución de cada acción según los siguientes lapsos:

5= CORTO PLAZO (EN LOS SIGUIENTES 5 AÑOS)

3= MEDIANO PLAZO (6 A 15 AÑOS)

1= LARGO PLAZO (LUEGO DE 15 AÑOS)

PRIORIDAD: Una acción es prioritaria en la medida que de ella dependan otras acciones o aporten de manera fundamental a la solución de los conflictos detectados. Esta prioridad no necesariamente implica que sea una acción de aplicación inmediata, pues dada su complejidad puede ocurrir en corto, mediano o largo Plazo; sin embargo debería iniciarse en el menor tiempo posible la gestión para su implementación:

Por favor califique si la acción es de **PRIORIDAD:**

5 =ALTA
3= MEDIA
1= BAJA

UTILIDAD: Una acción es ÚTIL en el PEMA, en la medida que esta permita lograr acuerdos para mantener los servicios ecosistémicos que hemos considerado fundamentales (servicios priorizados en la Fase 2, Anexo 1) para la Macrocuenca Amazónica en la actualidad o que serán estratégicos en los escenarios a 2030 y 2050.

Se puede calificar la **UTILIDAD** en la medida que una acción sea:

- Fundamental para el desarrollo del gremio o entidad que represento
- Básica para avanzar en el conocimiento de los recursos hídricos amazónicos

- c) Estratégico para la región en la medida que da visibilidad nacional y mundial, y por ende permite gestionar recursos para un fin determinado
- d) Determinante para la conservación de los servicios de los que depende el bienestar particular y general.

Califique la **UTILIDAD** de cada acción con un valor según la siguiente tabla:

5 =ALTA
3= MEDIA
1= BAJA

VIABILIDAD: Una acción es **VIABLE** en el PEMA, en la medida que su implementación genere más acuerdos que desacuerdos, y por ende pueda ser gestionado a partir de compromisos concretos en tiempo, lugares y recursos

Se puede calificar la **VIABILIDAD** en la medida que esta acción sea:

- a) Una obligación legal o política ya existente y que por ende debe cumplirse en el menor tiempo posible
- b) No implica nuevos recursos presupuestales sino gestión política y administrativa
- c) Los nuevos recursos, que impliquen su implementación, son justificables dentro de los Planes Nacionales de Desarrollo o la implementación de la PGIRH
- d) A pesar de ser difícil de gestionar es necesario aunar esfuerzos de todos los actores, pues sin su implementación **NO** hay posibilidades de mantener los servicios priorizados

La calificación final de la **VIABILIDAD** es:

5 =ALTA
3= MEDIA

1= BAJA

ACEPTACIÓN: Una acción es **ACEPTABLE** en el PEMA, en la medida que su implementación tenga el mayor consenso en actores diversos o divergentes. Aunque puede ser una consecuencia de su viabilidad se distingue de esta, ya que aunque una acción sea Viable legal, política y económicamente esta puede NO ser fácilmente aceptada por los actores de la Región

Se puede calificar la **ACEPTACIÓN** en la medida que una acción sea:

- a) Acorde a los planes de desarrollo de los diferentes actores de la Región
- b) Compatible con las necesidades y solicitudes históricas de los actores
- c) Acorde con las visiones de futuro
- d) Sea mayor la relación costo/beneficio en comparación con los usos de servicios ecosistémicos actuales

La calificación final tiene tres valores:

5 =FACILMENTE ACEPTABLE

3 = ACEPTABLE

1= DIFICILMENTE ACEPTABLE



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuenca Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



2.4.2 RESULTADOS

El trabajo realizado en Leticia y Mocoa, de priorización de acciones a ser implementadas dentro del PEMA, permitió definir las 10 acciones principales a implementar en el PEMA, acciones definidas por los actores clave, a partir de los temas clave, lineamientos estratégicos y acciones propuestas por el equipo PEMA, presentados anteriormente en la Tabla 45.

En la Tabla 46 y el Anexo Digital 3 (*ver archivo magnético*) muestran los resultados obtenidos de la priorización de acciones en los talleres de Leticia y Mocoa; así como las relatorías y listas de asistencia firmadas con puño y letra de los asistentes quienes participaron en la jornada de la tarde del taller en cada ciudad, las cuales son consideradas como los documentos de acuerdos en la priorización que se obtuvo de los actores clave. Los resultados obtenidos de la priorización de acciones sugieren que ésta es diferencial, y depende de la realidad regional local.



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax (8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co

Tabla 46. 10 Acciones priorizadas en los talleres de Leticia y Mocoa por los actores clave de la región. Resultados obtenidos de 10 Instituciones asistentes, 11 matrices diligenciadas, en Leticia; y 12 Instituciones asistentes, 12 matrices diligenciadas, en Mocoa. El primer número indica el tema clave, el segundo número el lineamiento y el tercero la acción asociada a cada uno de los anteriores. En verde se resaltan las acciones que se priorizaron en las dos ciudades.

ACCIÓN PRIORIZADAS EN PLENARIA –	
LETICIA	MOCOA
1.1.1 Publicar los mapas generados por el Instituto SINCHI sobre ecosistemas acuáticos amazónicos.	4.1.1 Eliminar y negar solicitudes para el desarrollo de proyectos de los sectores minero y de hidrocarburos en áreas con ecosistemas clave para la regulación del recurso hídrico, como la Alta Amazonia.
1.1.2 Publicar la información relacionada con la heterogeneidad de las aguas amazónicas colombianas.	4.1.4 Frenar el avance de las actividades de los sectores agrícola, pecuario y minero sobre las zonas de bosque, las áreas naturales protegidas y los parques nacionales naturales.
8.1.2 Implementar planes de manejo de cuencas hídricas binacionales.	4.1.6 Fomentar iniciativas de aprovechamiento sostenible de los recursos naturales, a través de alternativas productivas que permitan la reconversión de los procesos tradicionales actuales.
5.1.7 Desarrollar el inventario de fuentes potenciales de contaminación de las aguas subterráneas.	4.1.5 Financiar programas para la implementación de tecnologías de uso sostenible del agua en los procesos productivos de los sectores agrícola y pecuario, que permitan reducir las demandas hídricas sin afectar la producción de dichos sectores.

7.1.2 Definir la importancia de los recursos hídricos amazónicos en la amortiguación de fenómenos globales como el ENSO.	5.1.8 Formular e implementar planes de manejo en acuíferos prioritarios.
4.1.8 Garantizar que el agua potable suministrada a la población cumpla con altos estándares de calidad, establecidos para consumo humano.	1.1.2 Publicar la información relacionada con la heterogeneidad de las aguas amazónicas colombianas.
4.1.1 Eliminar y negar solicitudes para el desarrollo de proyectos de los sectores minero y de hidrocarburos en áreas con ecosistemas clave para la regulación del recurso hídrico, como la Alta Amazonia.	4.1.8 Garantizar que el agua potable suministrada a la población cumpla con altos estándares de calidad, establecidos para consumo humano.
1.2.1 Generar por sensoramiento remoto la cartografía de tipos de aguas amazónicas y sus ecosistemas asociados.	4.3.3 Fortalecer la institucionalidad de las Corporaciones Autónomas Regionales con jurisdicción en la Macrocuenca del Amazonas, a través de un fondo obtenido de las regalías regionales.*
5.1.1 Generar un mapa hidrogeológico detallado de los acuíferos amazónicos en los núcleos principales de consumo, ciudades capitales y asentamientos afectados por calidad de agua (Leticia, Mocoa, Florencia y San José del Guaviare).	1.1.1 Publicar los mapas generados por el Instituto SINCHI sobre ecosistemas acuáticos amazónicos.
5.1.4 Conformar una red de monitoreo y seguimiento de la cantidad y calidad de las aguas subterráneas.	8.1.2 Implementar planes de manejo de cuencas hídricas binacionales.

La información sugiere que los actores clave participantes en Leticia y Mocoa, priorizan la formalización de información que se ha generado por diferentes instituciones en la Amazonia y que contribuiría a la gestión integral de los recursos hídricos Amazónicos desde los servicios ecosistémicos que presta como la regulación climática macroregional y las

relaciones ecohidrológicas que son reguladas por el pulso de inundación. Así mismo, ponen en evidencia la necesidad del suministro de agua para consumo humano, priorizando conocer en mayor detalle la heterogeneidad de las aguas amazónicas y la información sobre aguas subterráneas y su potencial como fuente de abastecimiento de agua para las principales ciudades en la Macrocuena del Amazonas.

También se infiere que en la región, los actores clave consideran importantes las acciones relacionadas a eliminar y negar solicitudes para el desarrollo de proyectos de los sectores minero y de hidrocarburos en áreas con ecosistemas clave para la regulación del recurso hídrico, como la Alta Amazonia.

Por otro lado, los actores priorizan la implementación de planes de manejo de cuencas hídricas binacionales, poniendo de manifiesto la articulación del manejo de los recursos hídricos transfronterizos.

2.5 ACCIONES PRIORIZADAS POR EL EQUIPO TÉCNICO PEMA

Independiente de las acciones priorizadas por los actores clave de la macrocuena del Amazonas, le equipo técnico propone priorizar las



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuenca Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



siguiente acciones según las diferentes dimensiones tratadas en el PEMA (Tabla 47)



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax (8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuenca Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



Tabla 47. Acciones priorizadas por el equipo técnico del PEMA, acciones priorizadas por dimensión tratada en el proyecto.

BIODIVERSIDAD Y ECOSISTEMAS	RECURSOS HÍDRICOS Y LAS VARIABLES HIDROLÓGICAS.	ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS
Publicar los mapas generados por el Instituto SINCHI sobre ecosistemas acuáticos amazónicos.	Establecer mecanismos de coordinación institucional para la generación y divulgación de información estandarizada relacionada con recursos hídricos.	Establecer mecanismos de coordinación institucional para la generación y divulgación de información estandarizada relacionada con recursos hídricos.
Publicar la información relacionada con la heterogeneidad de las aguas amazónicas colombianas.	Conformar un grupo de trabajo experto, durante los primeros dos años de implementación del PEMA, en el que se sume el personal, los recursos y la capacidad técnica de las entidades del Sistema Nacional Ambiental (SINA) y de la academia.	Destinar fondos para la aplicación de la PNGIRH que permita la generación de una cartografía social de los ecosistemas acuáticos amazónicos con la participación de las comunidades amazónicas



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax (8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



<p>Generar por sensoramiento remoto la cartografía de tipos de aguas amazónicas y sus ecosistemas asociados.</p>	<p>Frenar el avance de las actividades de los sectores agrícola, pecuario y minero sobre las zonas de bosque, las áreas naturales protegidas y los parques nacionales naturales.</p>	<p>Conformar un grupo de trabajo experto, durante los primeros dos años de implementación del PEMA, en el que se sume el personal, los recursos y la capacidad técnica de las entidades del Sistema Nacional Ambiental (SINA) y de la academia.</p>
<p>Generar por sensoramiento remoto la cartografía de tipos de aguas amazónicas y sus ecosistemas acuáticos inundables.</p>	<p>Establecer un lapso de obligatorio cumplimiento donde los usuarios reporten la localización, área e intensidad de uso del suelo.</p>	<p>Destinar fondos a la implementación de la PNGIRH para la conformación del grupo de trabajo experto.</p>
<p>Promover una mesa de trabajo para la homologación de la terminología relacionada a ecosistemas acuáticos amazónicos.</p>	<p>Formular un decreto que obligue la actualización del inventario de uso y aprovechamiento de los recursos hídricos superficiales, cuyos resultados sean incorporados en el Sistema de Información del Recurso Hídrico (SIRH), en por lo menos el 90% a diciembre de 2018.</p>	<p>Diseñar e implementar un Plan de Monitoreo de Calidad de Agua de las zonas hidrográficas de la macrocuena del Amazonas.</p>



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax (8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuenca Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



<p>Gestionar con Venezuela y Brasil la creación del corredor ecológico que conecta los Andes, el Amazonas y el Atlántico.</p>	<p>Generar un mapa hidrogeológico detallado de los acuíferos amazónicos en los núcleos principales de consumo, ciudades capitales y asentamientos afectados por calidad de agua (Leticia, Mocoa, Florencia y San José del Guaviare).</p>	<p>Eliminar y negar solicitudes para el desarrollo de proyectos de los sectores minero y de hidrocarburos en áreas con ecosistemas clave para la regulación del recurso hídrico, como la Alta Amazonia.</p>
<p>Garantizar el acceso a agua potable de idónea calidad para el consumo humano, que en cantidad, cubra las necesidades básicas per cápita diarias, con especial énfasis en los departamentos de Vichada, Guainía y Guaviare.</p>	<p>Formular un decreto que obligue a la actualización de la información del inventario de uso y aprovechamiento de los recursos hídricos subterráneos, cuyos resultados sean incorporados en el Registro de Usuarios del Recurso Hídrico Subterráneo (RURH), en por lo menos el 50% a diciembre de 2020.</p>	<p>Frenar el avance de las actividades de los sectores agrícola, pecuario y minero sobre las zonas de bosque, las áreas naturales protegidas y los parques nacionales naturales.</p>



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax (8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



<p>Incluir en los fondos para la implementación de la Política Nacional para la Gestión Integral de Recurso Hídrico (PNGIRH), una estrategia de difusión nacional de la heterogeneidad acuática amazónica.</p>	<p>Desarrollar un modelo de análisis del aporte del vapor de agua amazónico extraregional.</p>	<p>Financiar programas para la implementación de tecnologías de uso sostenible del agua en los procesos productivos de los sectores agrícola y pecuario, que permitan reducir las demandas hídricas sin afectar la producción de dichos sectores.</p>
<p>Generar el mapa de restricciones de uso asociado a los tipos de aguas amazónicas y áreas inundables a escala 1: 25 000.</p>	<p>Identificar las teleconexiones asociadas a los ecosistemas acuáticos amazónicos en el clima colombiano.</p>	<p>Garantizar el acceso a agua potable de idónea calidad para el consumo humano, que en cantidad, cubra las necesidades básicas per cápita diarias, con especial énfasis en los departamentos de Vichada, Guainía y Guaviare.</p>
<p>Implementar planes de manejo de cuencas hídricas binacionales.</p>	<p>Implementar planes de manejo de cuencas hídricas binacionales.</p>	<p>Garantizar que el agua potable suministrada a la población cumpla con altos estándares de calidad, establecidos para consumo humano.</p>



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax (8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá
www.sinchi.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



3 ESTRATEGIA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LOS LINEAMIENTOS

La presente estrategia cuenta con tres etapas inherentes y totalmente integradas al desarrollo del Plan Estratégico de la Macrocuena del Amazonas-PEMA, siendo que la primera etapa se corresponde con la Fase III del PEMA donde utilizando informaciones oficiales y/o publicadas por entidades u organizaciones públicas y privadas relacionadas con el uso y necesidades de los recursos hídricos e hídrobiológicos para la Macrocuena (Línea Base y Diagnóstico), se delinearón tendencias hidrológicas, hidroclimáticas y de dinámicas económicas dependientes del agua (Figura 124).

La segunda etapa corresponde a la Fase IV del PEMA, mediante la cual los anteriores insumos se analizaron, evaluaron y priorizaron por actores clave en de talleres regionales realizados en las ciudades de Florencia, San José del Guaviare, Leticia y Mocoa; también se realizaron reuniones con actores nacionales de los sectores minero-energético, hidrocarburos, agropecuario e infraestructura (Figura 124). Los temas clave priorizados se analizaron a la luz de la legislación y normatividad vigente para Colombia desde la perspectiva de la Amazonia colombiana y del contexto de cuenca transfronteriza. A partir de estos temas clave, se propusieron y priorizaron lineamientos y acciones estratégicas, que desde el punto de vista local y



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



sectorial deberían orientar la Gestión Integral del Recurso Hídrico (GIRH) para la Macrocuena Amazonas (Figura 124).

La tercera etapa de la estrategia, que corresponde a la implementación de los Lineamientos Estratégicos (LE), durante la cual se debe concretar la puesta en marcha del Consejo Ambiental Regional para la Macrocuena del Amazonas (CARMAC – AM), instancia en la que se verificarán e incorporarán los LE a los instrumentos de planeación definidos en el artículo 12 del Decreto 1640 de 2012, definiendo los acuerdos, acciones e inversiones que podrán ser implementadas por sectores y actores claves (Figura 124). Para que lo anterior sea efectivo y aplicable, es indispensable identificar la viabilidad jurídica de los LE y las acciones propuestas frente a la normatividad vigente y los alcances de cada uno de los instrumentos de planeación.

Para avanzar con esta tercera etapa de la estrategia, a continuación se establecen las relaciones de los temas clave, lineamientos estratégicos y acciones propuestos con los instrumentos de planificación definidos en el mencionado Decreto 1640/2012, en especial de los priorizados por los actores clave de la Macrocuena del Amazonas.



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co

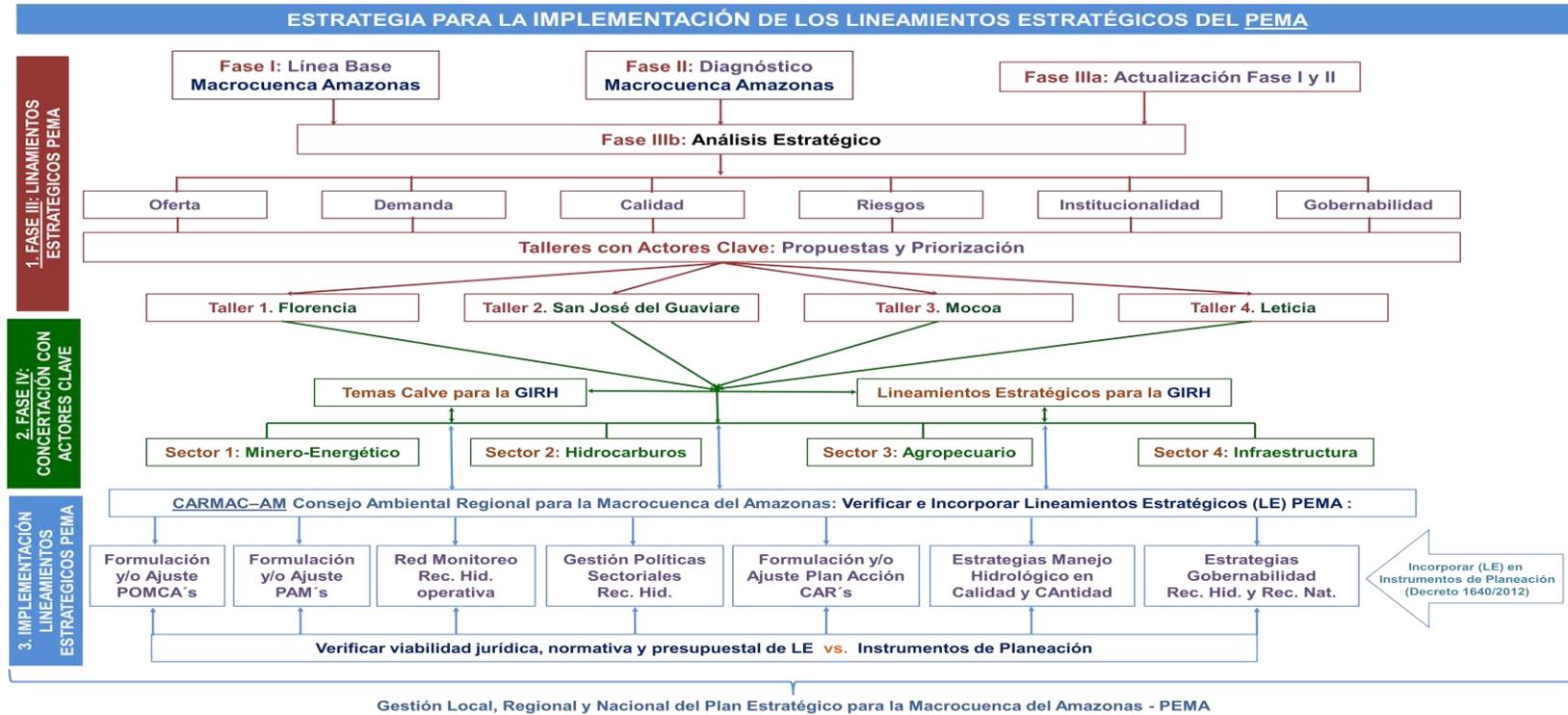


Figura 124. Estrategia para la Implementación de los Lineamientos Estratégicos del Plan Estratégico para la Macrocuena del Amazonas-PEMA. El proceso incluye tres etapas, las cuales impulsarán la adecuada gestión local, regional y nacional de los recursos hídricos e hidrobiológicos de la Amazonia colombiana.



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



3.1 RELACIÓN DE LOS LINEAMIENTOS ESTRATÉGICOS CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN DEL (DECRETO 1640/2012)

3.1.1 LA FORMULACIÓN DE LOS NUEVOS PLANES DE ORDENACIÓN Y MANEJO DE CUENCAS (POMCA) AL INTERIOR DE LA MACROCUENCA, ASÍ COMO, PARA EL AJUSTE DE LOS QUE YA HAN SIDO FORMULADOS

Los lineamientos propuestos para el PEMA, se consideran esenciales para el instrumento, ya que se enfocan en generar, discutir y oficializar nueva información, desde los institutos, centros de investigación, y conocimiento tradicional, que facilite el diagnóstico de necesidades y la posterior implementación o mejora de POMCAS al interior de la macrocuena. Esto resulta fundamental porque en ausencia de información es imposible focalizar las acciones y saber las prioridades que deben ser atendidas.

Además porque en términos generales, para el manejo de sistemas hídricos, el elemento de análisis está constituido por la cuenca, la cual constituye una unidad adecuada para la planificación ambiental del territorio, dado que sus límites fisiográficos, a pesar de variar por condicionantes físicos, no presentan mayores variaciones, manteniendo una integridad geográfica en



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



el tiempo, el cual es mayor al de otras unidades de análisis. Igualmente, dentro de dicha unidad de análisis, se establecen relaciones tanto físico-bióticas, como socio económicas y culturales, que permiten una comprensión y análisis integral de la realidad del territorio (MADS, 2014).

Dentro de los elementos que se consideraron en las unidades de análisis, y que constituyen la base para el ordenamiento del territorio y las cuencas, se encuentran elementos como:

La relación y dependencia entre los habitantes o usuarios de las cuencas, y las relaciones físico-bióticas del sistema (Provisión de SE y bienes ecosistémicos) (MADS, 2014).

Procesos de conectividad y desarrollo de interacciones biológicas tanto de fauna como de flora, que varían muchas veces entre cuencas. Un caso de ejemplo, puede ser la interacción entre várzeas e igapós, que podrían diferenciar básicamente los tipos de cuenca (MADS, 2014).

Utiliza elementos basados en un marco normativo, que incluye fases de planificación, regulación, conservación, instrumentos económicos, información y tiene en cuenta comunidades étnicas, siendo particularmente importante desde el punto de vista de BD y ecosistemas acuáticos, elementos de la conservación, como tener en cuenta el convenio sobre la diversidad biológica, el SINA; o elementos de información como el Sistema de



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



información del recurso hídrico, o el registro único de usuarios del recurso hídrico, entre otros aspectos (MADS, 2014).

Por lo tanto, al tenerse en cuenta en el diseño y ajuste de los POMCAS, el incluir elementos como la generación de conocimiento, “Identificar acciones de investigación para ser desarrolladas con institutos de investigación del SINA y centros o grupos de investigación del sector académico”, elementos completamente contenido en las acciones y temas planteados por el PEMA para la Gestión del recurso hídrico, y que claramente va de la mano con la gestión del conocimiento en términos de biodiversidad y ecosistemas acuáticos; se promueve el desarrollo de las diferentes fases del plan a la academia, centros de investigación privados, empresas privadas, empresas públicas, entre otras que puedan contribuir a la generación de conocimiento ambiental en la cuenca, además de promover el intercambio y gestión del conocimiento entre los generadores y administradores del mismo (MADS, 2014).

Así mismo y como se plantean en las fases I y II del PEMA, el tener en cuenta los elementos relacionados con biodiversidad y servicios ecosistémicos, Ecosistemas estratégicos, ubicación identificación y descripción de humedales, inventarios de fauna, relacionados con mamíferos, peces, reptiles, anfibios entre otras, además de flora, elementos endémicos, especies no reportadas y especies amenazadas, además de los procesos de



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



presión que se puedan estar dando sobre el recurso, principalmente pesca (Corpocaldas, 2012) ayudarán a la formulación de nuevos POMCA´s.

Ahora bien, como se incluyó en la fase II del PEMA y en algunos lineamientos, los POMCA´s no solo se deben limitar a la descripción físico-biótica del entorno, sino tener en cuenta elementos claves, como el desarrollo y las interacciones culturales con el medio. En este orden de ideas, se debe pensar que el medio, presenta relaciones históricas, respecto a las cuales no se deben imponer de manera restrictiva usos y manejos, sino más bien tener en cuenta el conocimiento ancestral del manejo, y procurar la integración de dicho manejo y conocimiento a la gestión del recurso mediante planes de manejo y uso, buscando elementos de conservación, conocimiento y uso, generando objetivos de manejo y metas, que puedan ser evidenciadas mediante indicadores (Correa et al., 2005; EcoinTEGRAL, 2009).

Otros de los lineamientos que son relacionados y deben ser tenidos en cuenta al momento de la actualización o generación de nuevos planes de manejo y ordenación de las cuencas, son: el Fortalecer la gestión de la investigación y la transferencia del conocimiento, Diseñar e implementar un arreglo institucional adecuado para la adaptación, Valorar y proteger la base productiva a partir de los bienes y servicios de la biodiversidad, Fortalecer la gestión de cooperación y recursos para la adaptación (cabrera et al., 2010).



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuenca Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



Es así como éstos lineamientos se consideran esenciales para el instrumento, ya que se enfocan en generar, discutir y oficializar nueva información, desde los institutos, centros de investigación, y conocimiento tradicional, que facilite el diagnóstico de necesidades y la posterior implementación o mejora de POMCAS al interior de la macrocuenca. Esto resulta fundamental porque en ausencia de información es imposible focalizar las acciones y saber las prioridades que deben ser atendidas.

Este instrumento de gestión está relacionado con los lineamientos: 1.2; 2.1; 3.1; 4.1; 4.3; 6.2 y 8.1. Así mismo, está relacionado con las acciones: 1.1.5; 1.2.2; 1.2.3; 2.1.1; 2.1.3; 2.1.4; 3.1.7; 4.1.1; 4.1.4; 4.3.3; 4.3.4; 4.3.5; 6.2.3; 6.2.4 y 8.1.1 que fueron especificada en la anterior.

3.1.2 LA FORMULACIÓN DE LOS PLANES DE MANEJO AMBIENTAL DE LAS MICROCUENCAS Y ACUÍFEROS, ASÍ COMO, PARA EL AJUSTE DE LOS QUE YA HAN SIDO FORMULADOS.

En términos de Microcuencas y acuíferos, estas corresponden a las cuencas de orden inferior a las subzonas hidrográficas o su nivel subsiguiente que no hagan parte de un POMCA, así como, los acuíferos prioritarios; estos serán objeto de planes de manejo ambiental (MADS, 2014).



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuenca Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



Las variaciones de escala, generan diferencias en la toma de decisiones, principalmente a nivel de biodiversidad y ecosistemas. Si bien los elementos de análisis a nivel ecosistémicos, son prácticamente regionales, las decisiones de conservación, uso y manejo, deben realizarse con documentación y soporte de escala grande, es decir estudios muy detallados como los planteados en estos lineamientos ya que se enfocan en generar, discutir y oficializar nueva información sobre aguas subterráneas, desde los institutos, centros de investigación, y conocimiento tradicional, que facilite el diagnóstico de necesidades y la posterior implementación o mejora de planes de manejo ambiental.

Este instrumento de gestión está relacionado con los lineamientos: 1.2; 2.1; 3.1; 4.1; 4.2; 4.3; 5.1; 6.2 y 8.1. Está también relacionado con las acciones: 1.1.5; 1.2.2; 1.2.3; 2.1.1; 2.1.3, 2.1.4; 3.1.7; 4.1.1; 4.1.4; 4.3.3; 4.3.4; 4.3.5; 5.1.1; 5.1.2; 5.1.3; 5.1.4; 5.1.5; 5.1.6; 5.1.7; 5.1.8; 6.1.2; 6.2.3; 6.2.4; 8.1.1 y 8.1.2.

3.1.3 ESTRUCTURACIÓN DE LA RED NACIONAL DE MONITOREO DEL RECURSO HÍDRICO

Básicamente, los elementos relacionados con el monitoreo del recurso hídrico, siempre van a estar relacionados con elementos de biodiversidad y ecosistemas acuáticos. Desde 1993, con la generación de la ley 99 en su



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



artículo 1 parágrafo 2, donde plantea que “la biodiversidad del país, por ser patrimonio nacional y de interés de la humanidad, deberá ser protegida prioritariamente y aprovechada en forma sostenible”.

Parágrafo 6 “La formulación de las políticas ambientales tendrá en cuenta el resultado del proceso de investigación científica; No obstante, las autoridades ambientales y los particulares darán aplicación al principio de precaución conforme al cual, cuando exista peligro de daño grave e irreversible, la falta de certeza científica absoluta no deberá utilizarse como razón para postergar la adopción de medidas eficaces para impedir la degradación del medio ambiente.

Parágrafo 10 “La acción para la protección y recuperación ambientales del país es una tarea conjunta y coordinada entre el Estado, la comunidad, las organizaciones no gubernamentales y el sector privado. El Estado apoyará e incentivará la conformación de organismos no gubernamentales para la protección ambiental y podrá delegar en ellos algunas de sus funciones.

Parágrafo 13 “Para el manejo ambiental del país, se establece un Sistema Nacional Ambiental, SINA, cuyos componentes y su interrelación definen los mecanismos de actuación del Estado y la sociedad civil y parágrafo 14 “Las instituciones ambientales del Estado se estructurarán teniendo como base criterios de manejo integral del medio ambiente y su interrelación con los procesos de planificación económica, social y física” (Ley 99, 1993).



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



Para dar cumplimiento a este proceso, el estado en cabeza del gobierno y elementos conformantes del SINA, como Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Sostenible (MADS), Ministerio de Agricultura, Departamento Nacional de Planeación (DNP), Colciencias, Instituto de Hidrología, Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras “José Benito Vives de Andrés” (Invemar) y CORALINA, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH), Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico (IIAP), Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas (SINCHI), Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales (UAESPNN), Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica), Universidad Nacional de Colombia, Cruz Roja Colombiana, conservación Internacional (CI), WWF, Instituto Nacional de Salud (INS), además de Otras instituciones (Decreto 1323, 2007), deben velar por el monitoreo de recurso hídrico, y sistema de información del recurso hídrico.

Lo que estas herramientas buscan, es proporcionar la información hidrológica para orientar la toma de decisiones en materia de políticas, regulación, gestión, planificación e investigación, consolidar un inventario y caracterización del estado y comportamiento del recurso hídrico en términos de calidad y cantidad.

Constituir la base de seguimiento de los resultados de las acciones de control de la contaminación y asignación de concesiones, con base en



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



reportes de las autoridades ambientales y Contar con información para evaluar la disponibilidad del recurso hídrico (Decreto 1323, 2007).

Estos resultados en términos generales, están estrechamente correlacionados con lo planteado por el PEMA en sus Fases III y IV, de lineamientos y acciones, y con las temáticas de Reconocer la heterogeneidad de la macrocuena del Amazonas como principio de gestión; Hacer uso de nuevas tecnologías que agilicen la generación de conocimiento sobre los recursos hídricos en la Macrocuena del Amazonas, como soporte del Plan Nacional de Monitoreo; Conservar la biodiversidad acuática como base de las cadenas tróficas y de los servicios ecosistémicos amazónicos; Definir como servicio ecosistémico fundamental la conectividad hidrológica y el pulso de inundación natural.

Este instrumento de gestión está relacionado con todos los lineamientos especificados en la tabla anterior. Así mismo, se relaciona con las acciones: 1.1.3; 1.1.4; 1.1.5; 1.2.1; 1.2.2; 1.2.3; 3.1.1; 3.1.3; 3.1.4; 3.1.5; 3.1.6; 3.1.7; 4.1.8; 4.3.1; 4.3.5; 5.1.1; 5.1.4; 5.1.6; 5.1.7; 5.1.8; 6.1.1; 6.2.1; 7.1.1; 7.1.2 y 7.1.3.

3.1.4 LA FORMULACIÓN DE POLÍTICAS PÚBLICAS SECTORIALES DE CARÁCTER REGIONAL Y/O LOCAL



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



Las políticas públicas sectoriales de carácter regional y local en el contexto del recurso hídrico son los instrumentos orientadores de la gestión integral del mismo que establecen, por ejemplo: i) la administración del agua por parte de autoridades ambientales y el manejo por parte de los usuarios, ii) los objetivos y las estrategias para el uso y aprovechamiento eficiente del agua y iii) las estrategias para la prevención de la contaminación hídrica, en el marco del desarrollo armónico de los aspectos sociales, económicos y ambientales, entre otros.

La directriz de generación de políticas públicas, va en un orden jerárquico, desde el nivel nacional, hasta llegar a las necesidades regionales o locales, donde se toman decisiones sobre elementos que competen a la región o área en particular.

En este orden de ideas, para el caso ambiental, en relación con la biodiversidad y ecosistemas acuáticos, se planea la existencia de un grupo de actores, sobre los que actúa la generación y aplicación de políticas ambientales. El primer grupo, está relacionado con los elaboradores de Política y Administradores (instituciones públicas encargadas de generar la Política Sectorial Ambiental y la respectiva instrumentación técnica y normativa directamente relacionada, así como ejercer la autoridad o el mando sobre las acciones permitidas para la gobernabilidad y la protección de la diversidad biológica). El segundo grupo de interés, está compuesto por Usuarios Directos (quienes hacen uso de la biodiversidad y sus servicios



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



ecosistémicos como principal elemento para el desarrollo de sus actividades, o como fuente de materias primas o insumos para la producción a pequeña, mediana y gran escala) (MADS, 2014).

El tercer grupo está compuesto por usuarios indirectos (se benefician de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos, no extraen bienes de la diversidad biológica o sustentan su actividad productiva principal de ella) (MADS, 2014).

El siguiente grupo está constituido por órganos reglamentadores (instituciones de orden nacional, tales como el Congreso de la República y el Gobierno Nacional (Presidencia, otros ministerios y departamentos administrativos correspondientes, DNP, Colciencias, Dane, Dapf, DPS), y las altas cortes, encargándose, el primero de ellos, de reformar la Constitución, hacer las leyes y ejercer control político y, el segundo, de expedir decretos y otras normas, en aspectos de la Política de Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémico) (MADS, 2014)

El quinto grupo de actores hace referencia a los Entes de Control (compuesto por las “IAS”, Contraloría General de la República, la Fiscalía General de la Nación, el Ministerio Público (Procuraduría General de la República, la Defensoría del Pueblo y personerías) y las veedurías ciudadanas)

El sexto y último grupo está constituido por los Generadores de Conocimiento para la Toma de Decisiones, quienes generan el conocimiento



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



y la información necesaria para la conservación de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos, a través de investigación científica y/o conocimiento empírico y tradicional (MADS, 2014).

Estos elementos en términos generales se conjugan dependiendo del nivel de interés para poder proceder a la toma de decisiones, y claramente constituye un elemento fundamental de la gestión del recurso hídrico, toda vez que la toma de decisiones tiene un efecto directo sobre la biodiversidad y los ecosistemas acuáticos, más aun en una región tan crítica, amplia y desconocida como la cuenca amazónica.

Igualmente cualquier toma de decisiones y generación de políticas públicas a niveles inferiores al nacional debe estar de acuerdo y en relación con las políticas nacionales. Para el caso de biodiversidad y ecosistemas acuáticos, el elemento que debe estar presente, además de la ley 99 de 1993, es el de Política Nacional de Biodiversidad, donde se plantea entre otros elementos, como Colombia piensa orientar a largo plazo las estrategias nacionales sobre el tema de la biodiversidad, así como definir quiénes son los encargados de las diferentes áreas de acción.

Igualmente se cuenta con un documento marco de interés nacional, como la Política de Gestión Integral de la Biodiversidad y los Servicios Ecosistémicos de 2012, la cual debe contar con instrumentos para su aplicación y desarrollo en ámbitos regionales que por sus características ameriten



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



formulaciones específicas y acordes a sus particularidades. La región Amazónica Colombiana es una de ellas, y por ello esta iniciativa ha contado con todo el respaldo técnico y operativo del Instituto SINCHI y el compromiso de las entidades financiadoras (MADS, 2014).

En este orden de ideas, y en relación con la biodiversidad y los ecosistemas acuáticos en la amazonia, se plantea que esta es una necesidad para la región. El instituto SINCHI, plantea que desde la reforma constitucional de 1986, que consagró la descentralización político administrativa como principio de funcionamiento del Estado, la región amazónica ha propendido por estructurar una estrategia de desarrollo que responda a sus particulares condiciones geográficas, político –institucionales, socioeconómicas, étnicas y ambientales. La riqueza ambiental de la región debe ser un factor de desarrollo, y esta política debe ser uno de los instrumentos necesarios para lograr mayor bienestar de sus habitantes (SINCHI. 2016).

En pro de documentar elementos para dicha política, el instituto realizo un diagnóstico integral de las condiciones de la biodiversidad en la región amazónica que permitió su caracterización dentro del contexto de la nueva política y todo su marco conceptual y operativo. Los conceptos de gestión adaptativa del territorio, gobernanza ambiental, servicios ecosistémicos, resiliencia, socioecosistemas, fueron los soportes para la integración temática del diagnóstico. Por primera vez en la región se cuenta con un diagnóstico que integra, analiza y propone con base en ese arsenal de conceptos (SINCHI. 2016).



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuenca Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



Como parte del sexto grupo “instituciones generadoras del conocimiento”, el instituto SINCHI, ha contribuido a la gestión del conocimiento en la región, en el ámbito de formulación de políticas públicas, con documentos como:

- Documento de caracterización de actores clave para establecer acuerdos técnico-políticos y comunitarios para la formulación de la política de la Biodiversidad en la región Amazónica.
- Documento sobre “Lecciones Aprendidas”
- Base de Datos Bibliográfica sobre instrumentos normativos y de planificación aplicables a la Amazonia colombiana (SINCHI. 2016).

En ese sentido, este instrumento de gestión está relacionado con todos los lineamientos y con las acciones: 1.1.3; 1.1.4; 1.1.5; 1.2.2; 2.1.3; 2.1.4; 3.1.1; 3.1.2; 3.1.6; 4.1.2; 4.1.3; 4.1.4; 4.1.5; 4.1.6; 4.1.7; 4.1.8; 4.2.1; 4.3.3; 4.3.4; 5.1.2; 5.1.3; 5.1.5; 5.1.8; 6.1.2; 6.1.3; 6.1.4; 6.2.2; 6.2.3; 6.2.4; 7.1.4; 8.1.1 y 8.1.2

3.1.5 LA FORMULACIÓN DE LOS NUEVOS PLANES DE ACCIÓN CUATRIENAL DE LAS AUTORIDADES AMBIENTALES REGIONALES, EN CONCORDANCIA CON LO ESTIPULADO EN EL DECRETO 1200 DE 2004 Y DEMÁS NORMAS REGLAMENTARIAS



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuenca Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



En términos de generación de planes de acción por parte de los gobiernos locales, se debe tener en cuenta elementos de Alcance, formulación, construcción y retroalimentación, socialización y validación, adopción, ejecución y seguimiento y evaluación. Dentro de cada uno de estos aspectos de análisis, debe ser contemplada la temática de biodiversidad y ecosistemas acuáticos, esto, toda vez que la región es altamente biodiversa, y sensible, por lo cual requiere medidas de manejo adecuadas y útiles (SDA. 2016).

En este orden de ideas, se contemplan las temáticas de Reconocer la heterogeneidad de la macrocuenca del Amazonas como principio de gestión; Hacer uso de nuevas tecnologías que agilicen la generación de conocimiento sobre los recursos hídricos en la Macrocuenca del Amazonas, como soporte del Plan Nacional de Monitoreo; Conservar la biodiversidad acuática como base de las cadenas tróficas y de los servicios ecosistémicos amazónicos; y Definir como servicio ecosistémico fundamental la conectividad hidrológica y el pulso de inundación natural, planteadas por el PEMA.

Respecto a los elementos anteriormente planteados, y los planes cuatrienales, además de la jurisdicción propia de los departamentos y los municipios, en la región ejercen jurisdicción diferentes agentes del Sistema Nacional Ambiental, como resultado de las decisiones de ordenamiento territorial tomadas con propósitos de protección, de conservación, de desarrollo económico, entre otros(Rengifo, 2012).



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



Por lo tanto este instrumento de gestión está relacionado con los lineamientos: 1.2; 2.1; 3.1; 4.1; 4.2; 4.3; 5.1; 6.1; 6.2; 7.1 y 8.1. También se relaciona con las acciones: 1.1.5; 1.2.1; 2.1.2; 2.1.3; 2.1.4; 3.1.1; 3.1.5; 3.1.7; 4.1.1; 4.1.2; 4.1.3; 4.1.4; 4.1.6; 4.3.2; 4.3.3; 4.3.4; 4.3.5; 5.1.1; 5.1.2; 5.1.3; 5.1.4; 5.1.5; 5.1.6; 5.1.7; 5.1.8; 6.1.3; 6.2.2; 6.2.3; 6.2.4; 8.1.1 y 8.1.2.

3.1.6 ESTABLECER CRITERIOS Y LINEAMIENTOS DE MANEJO HIDROLÓGICO DE LOS PRINCIPALES RÍOS DE LAS MACROCUENCAS POR PARTE DE LAS AUTORIDADES AMBIENTALES, EN TÉRMINOS DE CANTIDAD Y CALIDAD, AL IGUAL QUE LOS USOS DEL AGUA A NIVEL DE MACROCUENCA

Colombia, como potencia hídrica, debe no solo conocer sino velar por el adecuado uso y manejo de sus recursos. En este orden de ideas, mediante convenios y tratados internacionales, el país ha incorporado paulatina y asimétricamente en sus políticas, normas y estructura de sus entidades (Zamudio, 2012). Desde tiempo atrás, mediante las políticas ambientales, como el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente (Decreto 2811 de 1974), se ubican elementos fundamentales en términos de política y gestión, que permiten ir ubicando lineamientos y criterios de manejo, ubicando al agua como un bien de uso



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



público y se establecieron planes y programas de protección y manejo de recursos renovables, entre ellos el agua, integrados a los planes y programas generales de desarrollo económico y social (Zamudio, 2012).

Este proceso, se establece mediante organismos ambientales multinivel, incluyendo entidades como el MADS, y las Corporaciones Autónomas Regionales existentes, con las cuales se establecen lineamientos para la administración de los recursos hídricos, su planificación y el cobro de tasas de uso y retributivas. Políticamente, y ambientalmente, la identificación de unidades adecuadas de análisis, como la cuenca hidrográfica como área de manejo especial y principal criterio de administración del agua (Zamudio, 2012).

Sin embargo, en términos de la administración adecuada del recurso y de la protección de la biodiversidad acuática y ecosistemas acuáticos, los elementos han estado bastante alejados de la realidad nacional, donde se ha identificado que existe en una percepción errónea de abundancia del agua en Colombia, construida mediante la evidencia de fuentes hídricas superficial, complementada con aguas subterráneas y almacenamientos superficiales, lagos, lagunas, embalses, ciénagas y pantanos alcanzan (IDEAM, 2002 en Zamudio, 2012). Estos elementos también fueron evidenciados por el PEMA, y llevados a discusión mediante los temas y acciones propuestos para dar alcance a las fases III y IV.



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGI RH) -SINCHI



Otra de las observaciones planteadas por el PEMA es la existencia de una amazonia heterogénea, donde se establece que es cierto que existe un gran potencial hídrico (vaso homologado aplica para el país), la distribución del recurso no es homogénea, y se observa que las zonas con mayor concentración de población son las más vulnerables (Zamudio, 2012).

Estas observaciones son importantes en la medida que potencialmente si no se toman medidas de manejo adecuadas, para 2015 y 2025, respectivamente el 66% y el 69% de los colombianos podrían estar en riesgo alto de desabastecimiento en condiciones hidrológicas secas (Zamudio, 2012).

Así pues los procesos y criterios, que se deben tener en cuenta para el manejo de las cuencas, tal y como lo propone en un principio la constitución, y posteriormente como se analiza desde el PEMA, es incluir a la población civil como el principal beneficiario del recurso hídrico, y establecer medidas adecuadas para garantizar no solo el acceso al recurso, sino que este sea de buena calidad y de manera constante en el tiempo.

Este instrumento de gestión está relacionado con los lineamientos: 1.2; 2.1; 3.1; 4.1; 4.2; 4.3; 5.1; 6.1; 6.2; 7.1 y 8.1. De manera similar, se relaciona con las acciones: 1.1.5; 1.2.1; 3.1.1; 3.1.7; 4.1.1; 4.1.4; 4.1.6; 4.1.7; 4.1.8; 5.1.4; 5.1.7 y 6.1.2.



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuenca Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



3.1.7 ESTRATEGIAS Y ACCIONES PARA MEJORAR LA GOBERNABILIDAD DEL RECURSO HÍDRICO Y DE LOS DEMÁS RECURSOS NATURALES EN LAS MACROCUENCAS.

A nivel político, las estrategias de gobernabilidad y gobernanza, están definidas por normas nacionales, que en muchos casos, contemplan un espíritu transnacional, y que están en pro de la protección ambiental. En este orden de ideas, UNESCO en 2006, plantea en su segundo informe sobre el desarrollo de los recursos hídricos del mundo que los sistemas de gobierno y administración determinan quién obtiene una determinada clase de agua, cuándo y de qué manera, y deciden quién tiene derecho al acceso al agua y servicios conexos.

En términos del recurso hídrico, la gobernabilidad del agua incluye aspectos como la salud y la seguridad alimentaria e inclusive el desarrollo económico, el uso de la tierra y la preservación del entorno natural del que dependen nuestros recursos de agua. La Gobernabilidad del Agua, es propositiva en términos de diseñar y adoptar las leyes, las políticas y las instituciones adecuadas. Además, clarifica los roles y las responsabilidades de todos los actores- gobiernos locales y nacionales, el sector privado y la sociedad civil- en lo que a la propiedad y a la administración de los recursos en agua concierne (Water Governance Facility WGF, 2011 en (Zamudio, 2012).



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



Sin embargo, indica que no puede existir una limitación política, sino que deben ser incluyentes respecto a otras escalas de gestión, como poderes públicos locales, al sector privado y a la sociedad civil, además de tener en cuenta dinámicas demográficas, de salud, seguridad alimentaria, desarrollo económico, ordenamiento territorial y expansión urbana, los recursos financieros destinados al agua y la conservación de los ecosistemas estratégicos. Respecto a este análisis en Colombia, se identifica como autoridad en términos de biodiversidad y ecosistemas acuáticos al Estado en función de su capacidad de comunicación y concertación con roles y responsabilidades claras, para acceder al agua de manera responsable, equitativa y sostenible (MADS, 2014).

Así pues, lo que se debe establecer como estrategia de gobernabilidad, es la generación de políticas y gestión del agua desde el nivel local, pero sin desconocer los niveles de mayor jerarquía y normas nacionales y tratados internacionales. Como parte de dichos procesos de jerarquización, se pueden tener en cuenta entre otros aspectos (Zamudio, 2012):

La relación de procesos de toma y aplicación de decisiones; las interacciones, relaciones y redes entre los diferentes sectores (gobierno, sector público, sector privado y la sociedad civil) involucrados en la prestación de servicios; negociación y gestión con las partes interesadas para determinar quién obtiene qué, cuándo y cómo; Incluir dentro de los procesos de toma de decisión a los actores que a pesar de no estar encargados de la política pública, pueden aportar desde su conocimiento y experticia (Zamudio,



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



2012). Estos elementos, muy de la mano con lo que se plantea y contempla en el PEMA.

“El éxito de la gobernanza y la gobernabilidad del agua dependen de la amplitud, intensidad y calidad de la participación pública, que posibilita propender hacia la eficiencia con sentido social, la transparencia en la gestión de los recursos hídricos y el respeto a la sociedad y al medio ambiente como elementos indispensables para acceder al desarrollo sustentable” (Mestre, 2012).

En este sentido, este instrumento de gestión está relacionado con todos los lineamientos y con las acciones: 1.1.1; 1.1.2; 1.1.3; 1.1.4; 1.1.5; 1.2.3; 2.1.1; 2.1.2; 3.1.1; 3.1.2; 3.1.7; 4.1.5; 4.1.6; 4.1.7; 4.1.8; 4.2.1; 4.3.2; 4.3.3; 4.3.4; 4.3.5; 5.1.2; 5.1.3; 5.1.4; 5.1.5; 5.1.8; 6.1.2; 6.1.3; 6.1.4; 6.2.2; 6.2.3; 6.2.4; 7.1.4; 8.1.1 y 8.1.2.



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



4 CONEXIÓN DE LA MACROCUENA DEL AMAZONAS CON LAS OTRAS MACROCUENCAS

Uno de los aspectos más trascendentes en la implementación de la Política para la Gestión Integral del recurso Hídrico (MADS 2010), es sustentar la conexión entre las cinco macrocuencas y con ello dar importancia equitativa a todos los Planes Estratégicos, ya que además de la importancia macro-regional de sus recursos hídricos, se les debe sumar su relación con las regiones adyacentes, siendo estratégica su influencia con la macrocuena Magdalena-Cauca, dada la concentración de actividades económicas y población en esta región del país.

La relación más directa entre macrocuencas proviene del origen de sus lluvias. Como se sabe, el país tiene una estacionalidad pluviométrica dado que en sus cuencas se presentan picos de lluvias en diferentes periodos del año. Estos picos de lluvias son en su mayoría resultantes del paso del cinturón de nubes que se acumula en el trópico llamado Zona de Convergencia Intertropical (ITCZ por sus siglas en Ingles). Entre Noviembre y Marzo la ITCZ se mueve hacia el sur resultante del efecto de los vientos alisios del Norte, generando las lluvias del segundo semestre y la posterior época de sequía de fin de año en la mayoría del territorio nacional dado que



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co

la ITCZ se mantiene en el sur del País. A partir de abril, las nubes de la ITCZ que se han condensado en la selva amazónica se dirigen hacia el norte arrastrada por el efecto de los vientos alisios del sur, generando los periodos de lluvias del primer semestre (Figura 125)

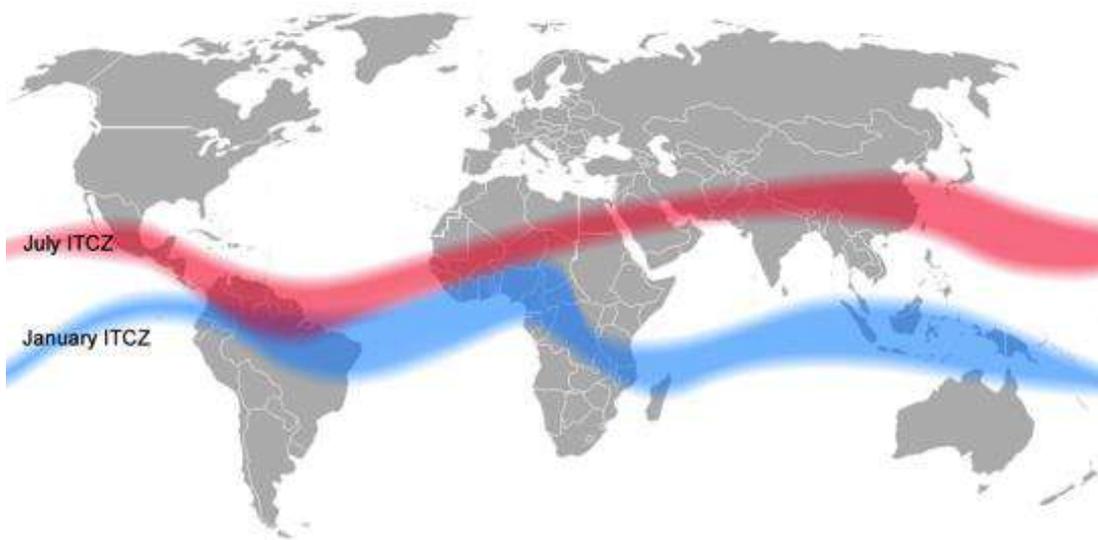


Figura 125. Movimiento anual regular de la Zona de Confluencia Intertropical (ITCZ) en el planeta

Los modelos climáticos tradicionales (incluyendo los del Panel de Cambio Climático Intergubernamental IPCC) han considerado que la lluvia planetaria es resultante solo de este movimiento de vapor de agua oceánica por los vientos alisios. En tal sentido los procesos de deforestación de bosques como la Amazonia tendría un leve efecto (entre el 15 y 20 %) en la



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



disminución de lluvias en sur América, en especial en países como Colombia en los escenarios 2030 y 2050 (Betts et al. 2002).

Sin embargo, hechos como la radical sequía y masivos incendios forestales sufrida en 2005 en buena parte de la amazonia Brasileira, en especial en los alrededores de la extensa zona deforestada Nor-oriental que fue remplazada por Soya y pastizales (Philips et al 2009), puso en evidencia que el bosque debería tener un efecto mayor al que se había estimado, dado que esta era una región cercana a la fuente principal de vapor de agua a las nubes de la ITCZ, el océano Atlántico.

Las múltiples investigaciones resultantes han demostrado que la evapotranspiración masiva sobre la selva tropical genera una fuerza de succión que supera la que ocurre sobre los océanos y generando un efecto conocido como “Bomba biótica” (Makarieva y Gorshkov 2006). De manera simplificada esta “Bomba biótica” implica que el sistema radicular del bosque acumula agua de manera permanente. Esta agua debe ser trasladada a la planta permanentemente lo cual se logra mediante evapotranspiración constante. La evapotranspiración masiva sobre la selva tropical genera una fuerza de succión que supera la que ocurre sobre los océanos y por ende se bombea aire húmedo (Figura 126).



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co

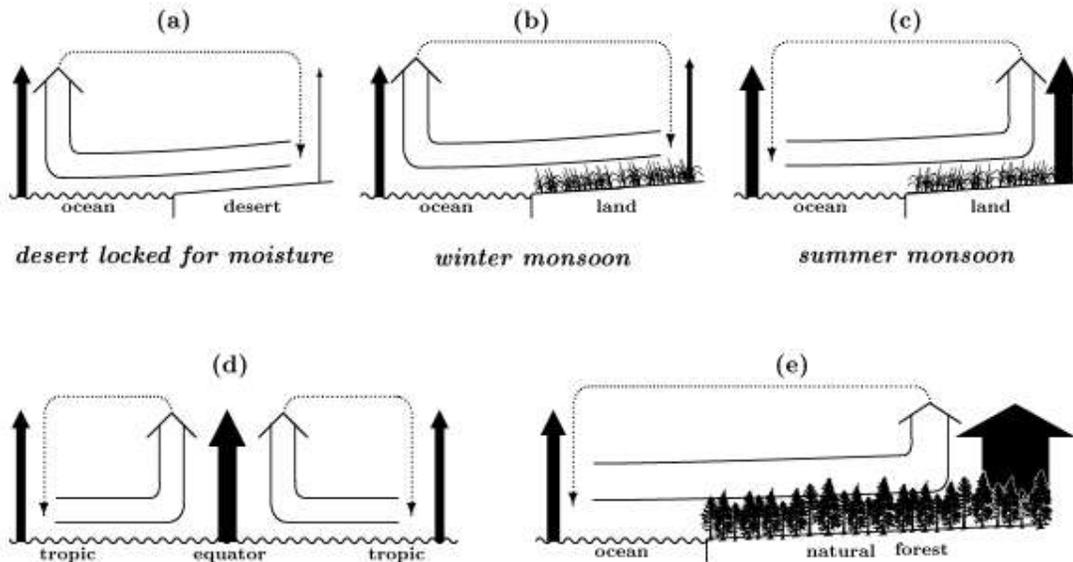


Figura 126 Emisión y movimiento del vapor de agua oceánico y la evapotranspiración continental. a) efecto de succión del océano desde una zona desértica, b y c) leve efecto de zonas de plantaciones de palma y pastizales en regiones asiáticas monzónicas, d) zona de confluencia intertropical (ITCZ) oceánica e) efecto de “bomba biótica” de succión del vapor de agua oceánica hacia el continente por la evapotranspiración constante del Bosque Tropical intracontinental y masivo aporte de vapor de agua hacia la ITCZ.

Al cambiar el bosque por pastos o por soya se reduce drásticamente el índice de área foliar, la evapotranspiración y por lo tanto la fuerza generada por la presión parcial en la columna de aire. La pérdida del bosque resultaría en la imposibilidad de succionar la humedad proveniente del océano. En un área deforestada sucedería el fenómeno contrario, es decir, que la presión parcial ejercida por la evaporación en la columna de aire sobre los océanos superaría en fuerza evaporativa la que ocurre en el continente, lo que traería como consecuencia que la poca humedad evapotranspirada sobre el continente



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



fuera succionada por los océanos, desecando el clima y formando una zona desértica.

La importancia de esta “Bomba biótica” es respaldada por estudios que muestran los cambios de precipitación sobre varias cuencas hidrográficas del mundo con o sin cobertura forestal. La precipitación por el curso de un río, como el Congo en África o el Amazonas en Suramérica, se mantiene en la medida en que nos alejamos de la costa, lo cual no es lógico si el mayor aportante del vapor de agua es el océano, ya que a medida que las nubes ingresen al continente los cambios de temperatura deberían generar condensación y lluvias, por lo tanto la precipitación debería disminuir paulatinamente hacia las cabeceras de estos ríos (Makarieva et al 2006). Por el contrario en cuencas deforestadas la precipitación se reduce de forma exponencial en la medida en que nos alejamos de la costa hacia el interior del continente (Figura 127)

En tal sentido la deforestación total de la cuenca amazónica resultaría en que la región occidental de la cuenca (Colombia especialmente) recibiría 170 veces menos lluvia de la que precipita en la actualidad (Makarieva et al 2009). Este hecho no es solo significativo para la cuenca amazónica colombiana, sino para todo el país ya que uno de los principales efectos es el aporte constante de vapor de agua desde la selva amazónica hacia las cuencas del Orinoco y Magdalena (que se alimentan en gran medida del agua



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co

evapotranspirada del Amazonas a pesar de no ser sus tributarios), representando un aporte medio del 20% del agua dulce del planeta.

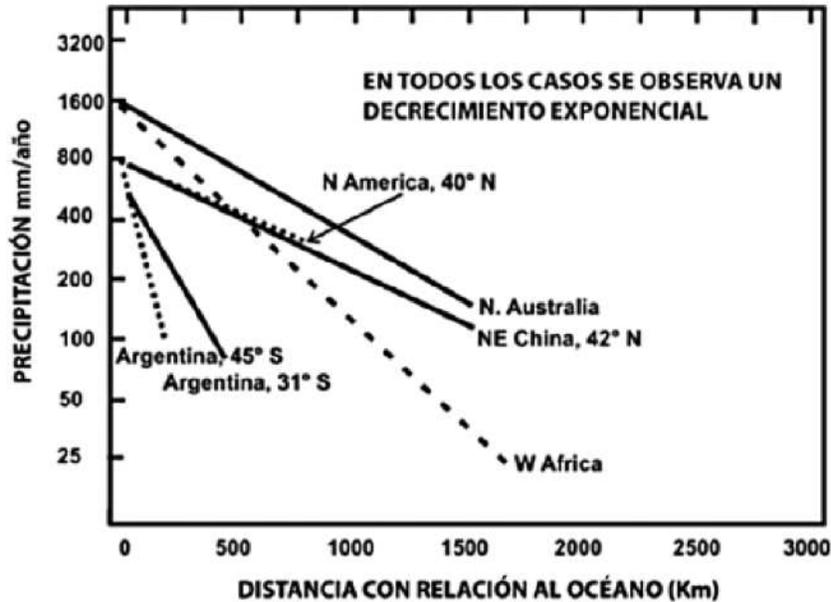


Figura 127 Disminución exponencial de lluvias en cuencas deforestadas del mundo (Makarieva et al 2006).

Este aporte se ha demostrado Durante los años setenta cuando se midieron los isótopos del agua para cuantificar la contribución de la evapotranspiración al reciclaje de las lluvias sobre la cuenca amazónica hacia los Andes (existen diferencias entre los isótopos de acuerdo a si el agua proviene de la evaporación de los océanos o de la evapotranspiración) demostrando que más de 60 % de la lluvia andina provenía de evapotranspiración amazónica y no de vapor de agua oceánica (Lettau et al 1974).



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



Este vapor de agua es proveniente de la selva amazónica más occidental (la ubicada en Colombia) más que de la del oriente y del centro de la cuenca (Brasilera). La tasa de evapotranspiración sobre la parte occidental es más alta (cerca del 88% de la precipitación), en tanto en la parte central y oriental solo alcanza en promedio el 48% de la precipitación. Además, la región occidental casi duplica en precipitaciones a la región oriental. Este hecho es coincidente con el modelo hidroclimática generado para el PEMA en el que las lluvias de la alta amazonia y piedemonte amazónico exceden los 7000 mm, 5 veces más que la media de 1400 mm de la Amazonia brasilera. Este hecho significa que las aguas dulces, ríos, nevados y glaciares colombianos dependen de lo que suceda sobre toda la cuenca amazónica (Wherte & avisar 2003) y no solamente en la porción colombiana de la cuenca Magdalenense



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax (8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



5 MODELO SISTÉMICO TEÓRICO PARA LA MACROCUENA DEL AMAZONAS.

5.1 DISEÑO Y ESTRUCTURACIÓN DEL MODELO SISTÉMICO.

El decreto presidencial 1729 de 2002 (reglamentado con apartes de la ley 388 de 1997 y el decreto 879 de 1998), define como cuenca hidrográfica “el área de aguas superficiales o subterráneas, que vierten a una red 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”. Dicho decreto generó las directrices para la ordenación, protección y la formación de los planes de Ordenamiento territorial (POT) que tendrían como bases de formulación: Diagnóstico; Prospectiva; Formulación; Ejecución y Seguimiento; y evaluación, las cuales se complementan con los planes de ordenamiento y manejo de las cuencas hidrográficas (POMCH).

Estas herramientas políticas para la gestión, generaron una gran tarea para las diferentes instituciones, que a su vez dieron prioridad a la formulación de planes de manejo en las cuencas que abastecen a las regiones o brindan algún servicio como el de acueducto que son conocidos como los Planes de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca Hidrográfica (POMCA).



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



Con la publicación de la Política Nacional para la Gestión del Recurso Hídrico (PGIRH), más la ola invernal en 2010-2011, se incrementó el control por parte de la Contraloría, y se generaron cambios en los POMCA´s, incluyendo el riesgo en el manejo de cuencas (Blanco –Libreros et al. 2015).

LA PGIRH enmarca seis objetivos base: el primero es la oferta, que se rige sobre las estrategias de conocimiento, la planeación del uso del recurso hídrico y la conservación de este; la demanda, que se define en cuanto se consume, el manejo del recurso en periodos de abundancia y escases del recurso en los periodos hidrológicos, su uso eficiente y ahorro; la calidad enfocada a la reducción de contaminantes, el control y seguimiento de las condiciones del recurso para diferentes usos; el fortalecimiento institucional, con el mejoramiento de la gestión y la investigación, la revisión de las normas que afectan al recurso hídrico y la sostenibilidad financiera de las estrategias a implementar; y como último la gobernabilidad o gobernanza, que enmarca la participación ciudadana y de las empresas en la implementación de una cultura del agua junto con el manejo de conflictos que se pueden generar.

Considerando estos seis objetivos, después de definir las variables que pueden hacer parte del modelo sistémico, se desarrolló el taller de elementos prospectivos “APORTES TÉCNICOS DE GESTIÓN INTEGRAL DEL AGUA EN LA MACROCUENCA DEL AMAZÓNAS”, con la participación de



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuenca Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



diferentes instituciones encargada de la administración y usuarios de la Macrocuenca del Amazonas que permitieron definir la escala y las variables a considerar prioritarias para el modelo.

Una manera de articular estos aspectos es a partir de modelos, puesto que permiten evaluar múltiples aspectos naturales, económicos, políticos y técnicos, junto con los problemas ambientales, permitiendo una aproximación sistémica integral. Los modelos permiten lograr una aproximación con enfoque holístico o “del todo”, ya que los sistemas son conjuntos de elementos que guardan estrechas relaciones entre sí, manteniéndose unidos directa o indirectamente más o menos estables (Odum 1994).

En sistemas complejos, dependientes de flujos de información, se destacan por estar integrados por diversos niveles, físicos, biológicos y sociales. Así mismo, los subsistemas son las partes que conforman un sistema, cada subsistema es autónomo, pero aun así permite que el sistema sea un todo, generando una serie de variables que permiten establecer el estado del sistema. La interacción que hay entre los diferentes componentes que lo integran poseen propiedades emergentes, siendo estos, más que la suma de sus elementos (Jørgensen & Müller 2000). La función y estructura de estos puede ser estudiado, analizado y descrito a través de los subsistemas básicos (Higashi & Burns 1991) (**Figura 128**).



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co

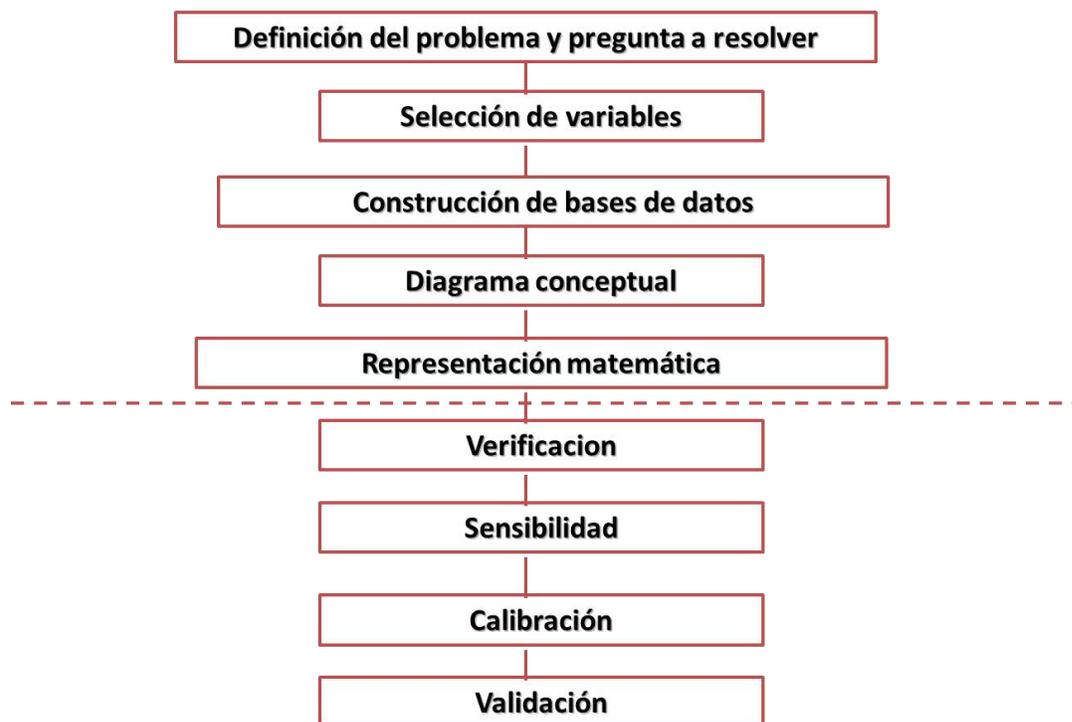


Figura 128. Pasos necesarios para la construcción de un modelo

Considerando los objetivos establecidos en la PNGIRH se resaltan tres aspectos prioritarios: la calidad, la disponibilidad del recurso hídrico y la gobernanza, bases del presente trabajo, cuyo objetivo es elaborar un modelo sistémico teórico, que integre y articule las variables fundamentales para la gestión del agua en la macrocuena amazónica (Figura 129).

Con el desarrollo del modelo sistémico teórico, se buscó identificar los requerimientos de información necesaria, que permitan conocer las condiciones ambientales, la disponibilidad y necesidades para atender

diferentes problemáticas a nivel técnico y social. En el modelo se definieron las variables necesarias para el desarrollo del mismo, con miras a la gestión integral del recurso hídrico en la Amazonia colombiana (Figura 129).

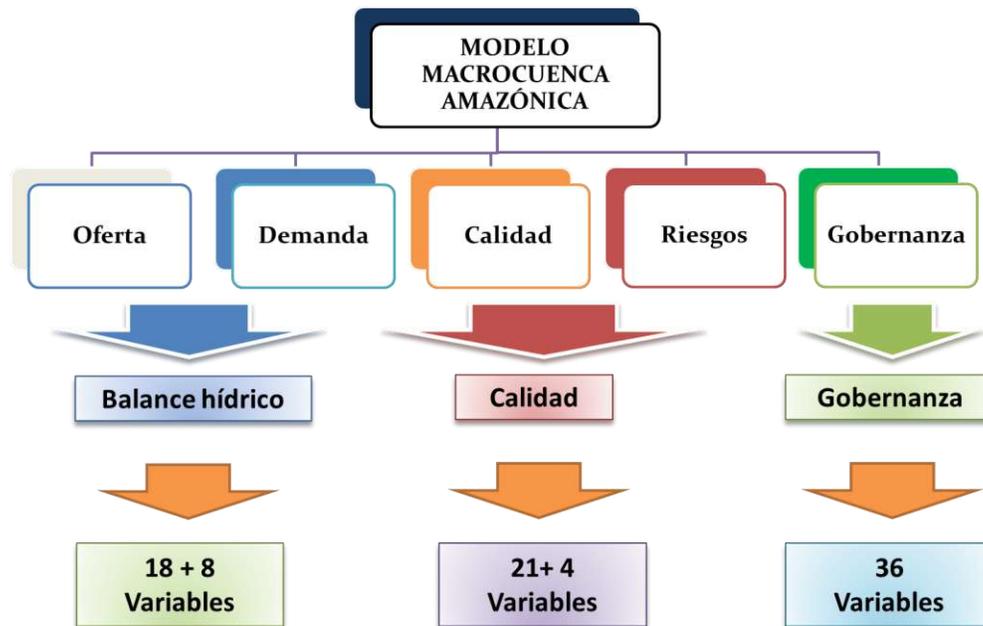


Figura 129. Esquema establecido para el desarrollo del modelo sistémico teórico de la Macrocuena Amazónica con el número de variables que se trabajaron en el taller más las adicionadas por los expertos como necesarias de incluir en la propuesta.



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuenca Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



5.1.1 REUNIONES TÉCNICAS PARA EVALUACIÓN DE VARIABLES

Se realizó una serie de reuniones con el equipo técnico del PEMA, para definir la aplicabilidad de las variables escogidas, para ser utilizadas, junto a la información necesaria y disponibilidad de esta para el desarrollo del modelo.

VALIDACIÓN E INTERACCIÓN DE VARIABLES

Para la validación e interacción de las variables se implementó un taller de expertos con acceso a la información del recurso, donde a partir de las reuniones técnicas se revisaron las variables y se definieron los actores a invitar al taller, como base que fueran representante de entidades que aportaran según su experiencia en la macrocuenca información de las variables a priorizar.

Se realizaron 23 invitaciones, a las instituciones: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible MADS, Instituto SINCHI, IDEAM, Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca AUNAP, Unidad Parques Nacionales Naturales, CORPOAMAZONIA, Corporación para el Desarrollo del Norte y Oriente Amazónico CDA, Universidad Nacional de Colombia (profesores sede Bogotá y Amazonía), Tropenbos Internacional, Instituto Alexander von Humboldt, Universidad de la Amazonía, Universidad Javeriana, WWF Colombia, Fundación Omacha, Universidad Jorge Tadeo Lozano Lozano (Tabla 48).



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co

Tabla 48. Invitados al taller de elementos prospectivos para la evaluación de las variables a utilizar en el modelo sistémico teórico.

No	Nombre	Institución
1	Dra. Diana Castellanos	Unidad de Parques Nacionales Naturales
2	Dr. Luis Mejía	CORPOAMAZONIA
3	Dra. Clara Bustamante	Instituto Alexander Von Humboldt
4	Dr. Mauricio Bayona	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
5	Dr. Edwin Agudelo	Instituto SINCHI
6	Dr. Marco Ehrlich	Instituto SINCHI
7	Dr. Uriel Murcia	Instituto SINCHI
8	Dr. Juan Alonso	Instituto SINCHI
9	Dr. Cesar Meléndez	CDA- Corporación para el Desarrollo del Norte y Oriente Amazónico
10	Dr. Juan Pablo Latorre	Consultor IDEAM
11	Dra. María Valbuena	IDEAM
12	Dr. Carlos Borda	AUNAP- Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca
13	Dr. Saulo Usma	WWF Colombia
14	Dr. Fernando Trujillo	Fundación Omacha
15	Dr. Carlos Rodríguez	Tropenbos International
16	Dr. Marlon Peláez	Universidad de la Amazonia
17	Dr. Santiago Duque	Universidad Nacional de Colombia
18	Dr. Gabriel Pinilla	Universidad Nacional de Colombia
19	Dr. Thorsten Beisiegel	Universidad Nacional de Colombia
20	Dra. Magnolia Longo	Universidad Jorge Tadeo Lozano
21	Dr. Santiago Duque	Universidad Nacional de Colombia
22	Dr. Saul Prada	Universidad Javeriana
23	Ing. Efraín Domínguez	Universidad Javeriana



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



DESARROLLO DEL TALLER TÉCNICO

El taller de elementos prospectivos “*Aportes Técnicos al Modelo Integral del Agua en la Macrocuena del Amazonas*” se realizó el 18 de mayo de 2016, de 8:00 am a 12:00 m desarrollándose con la siguiente agenda.

AGENDA

7:30 -8:00	Llegada y registro de asistentes al taller
8:00-8:15	Presentación de asistente y del taller.
8:15-8:40	Contextualización del taller y explicación de la metodología
8:45-9:50	Desarrollo revisión variables de Balance hídrico y Calidad de Agua
9:55- 10:30	Desarrollo revisión de variables gobernanza
10:30-10:45	RECESO
10:50- 12:00	Discusión de resultados sobre las variables analizadas, sugerencias y recomendaciones.

Al taller asistieron 18 personas de diez instituciones invitadas. La contextualización del taller se realizó con un documento impreso donde se presenta el objetivo que se enmarca en una pregunta *¿Cuáles son las variables clave o escalas fundamentales que debería incluir un modelo de gestión integral del agua en la Amazonía colombiana, para los componentes Oferta, Demanda, Calidad, Riesgos y Gobernanza?* Esta pregunta permitió dar el enfoque a las variables según la experiencia de los asistentes y las necesidades institucionales (**Figura 130**).



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co

El taller se realizó bajo la metodología del método prospectivo, facilitando el dialogo con relación a la temática “Agua en la Amazonía”, los asistentes se dividieron en dos grupos para trabajar las variables del componente recurso hídrico y Calidad de agua, después del trabajo por grupos, se procedió a la unión de los mismos y se trabajó la gobernanza. Al finalizar se realizó una discusión de las variables y si era pertinente y/o necesario incluir otras variables (*Anexo Digital 4, ver archivo magnético*).



Figura 130. Registro fotográfico: Asistentes al taller “Aportes Técnicos al Modelo Integral del Agua en la Macrocuena del Amazonas” se realizó el 18 de mayo de 2016.



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuenca Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGI RH) -SINCHI



ESTRUCTURACIÓN DEL MODELO HÍDRICO

- ***Balance hídrico***

Se trabajó para definir el estado actual de la información, para determinar las variables que deberían ir en el modelo, las escalas espaciales y temporales actuales. En total se encuestaron diez personas encontrándose que variables como precipitación, evaporación y caudal de agua usado, fueron seleccionadas por todos, mientras que, variables como la cobertura vegetal, la escorrentía, infiltración, caudal, número de usuarios del agua y caudal aguas a verter

La variable de menor puntaje fue la porosidad del suelo, con cuatro de los diez encuestados, junto a las variables adicionadas por las personas del taller que obtuvieron puntajes de uno o dos, cabe resaltar que ellos consideran que las variables adicionadas son necesarias en el modelo, estas variables son: velocidad y dirección del viento, radiación solar, temperatura ambiental, usuarios por sector, humedad relativa, agua disponible y evapotranspiración (Tabla 49).

Con respecto a la escala actual, la mayoría de las variables se pueden obtener mensual o anualmente, pero su acceso tiende a ser intermedio o muy difícil, con relación a la escala espacial; la información de las variables suele



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co

encontrarse en nivel de Subzona Hidrográfica, seguido por Macrocuena, pero depende de la variable (Tabla 49).

Tabla 49. Puntaje de las variables de Balance hídrico evaluadas por los expertos para el modelo sistémico teórico

Variables Balance hídrico	Variable Incluida en el modelo	Escala Temporal Actual					Promedio Acceso a la información 1=fácil 2=Intermedio 3=difícil	Escala Espacial Actual				Promedio Acceso a la información 1=fácil 2=Intermedio 3=difícil	
		Horaria	Diaria	Mensual	Anual	Multianual		Microcuena	Subzona	Zona	Macrocuena		
1	Precipitación	10	1	3	4	2	1	2.1	1	5	3	1	2.2
2	Evaporación	10		4	5	3	2	2.5	1	4	3	2	2.6
3	Tipos de cobertura vegetal	10			2	5	1	2.4	1	5	3	2	2.2
4	Área de cobertura vegetal	8				4		2.7		4	2	1	2.2
5	Escurrentía	8		1		2		3		2		1	3
6	Infiltración	9		2	1	1		3	1	2			3
7	Liberación de agua subterránea al cauce	6			4			2.8	1		1		3
8	Caudal	8		1	3	1		2.2		2	1		2.8
9	Porosidad del suelo	4						3	1	2	1	2	
10	Grosor del suelo	7						2.8	1	1	1	2	3
11	Grosor del acuífero	6						3	2				3
12	Capacidad de campo y capacidad de saturación del suelo	6		1	1			3	1	1			3
13	Tasas de conversión de coberturas	7		1	2	4	1	2.4		1	1	3	2.3
14	Número total de usuarios de agua	9		1		3	2	2.7	1	1		4	3

15	Número total de usuarios que cuentan con concesión de agua	9		1	1	1	1	2.8	1	2		3	2.8
16	Caudal total de agua autorizado por concesión	9		1	1	2	1	2.7	1	1		2	2.8
17	Caudal de agua usado	10		2	2		3	2.4	2	2	2	5	2.8
18	Caudal de agua autorizado a verter	9		2	2	1	3	2.7	2	2	1	5	2.7
VARIABLES ADICIONADAS EN EL TALLER													
19	VIENTOS	1		1									
20	RADIACION SOLAR	2		1	1		1	3	1	1	1	1	
21	TEMPERATURA AMBIENTAL	2		1	1		1	1	1	1	1	1	
22	USUARIOS/SECTOR	1		1		1		2.5				1	2
23	HUMEDAD RELATIVA	1		1	1		1	3	1	1	1	1	
24	VELOCIDAD Y DIRECCION DEL VIENTO	1		1	1								
25	AGUA DISPONIBLE	1											
26	EVAPOTRANSPIRACION	2											

Con respecto a las variables y escalas seleccionadas como estratégicas se encuentra que la mayoría, temporalmente, deberían ser mensuales por microcuena, aunque el ideal debería ser diario por microcuena. Según los alcances establecidos en los POMCAS en cuestión presupuestal y los alcances de los municipios, se sugiere que el objetivo sea a llegar a un monitoreo diario por subzona, ya que este es el nivel administrativo mínimo, y que exista más de una evaluación de las subzonas buscando definir puntos o sectores que requieran monitoreos más intensivos, de igual manera

sugiere utilizar el mapa climático y establecer un manejo diferente en las subzonas que se encuentren en zonas de transición, midiéndolas según su ubicación (por ejemplo alta montaña y pie de monte amazónico y transición Orinoco-amazonense) (Tabla 50).

Tabla 50. Variables definidas como estratégicas para Balance Hídrico, obtenidas por la valoración de Importancia y gobernabilidad, comparado con los retos necesarios de información requeridos para el desarrollo del modelo.

VARIABLE	GOBERNABILIDAD (Escala 1-10)	IMPORTANCIA (Escala 0-100)	SELECCIÓN EN TALLER	RETOS INFORMACION
Precipitación	8	20.9	Mensual -Subzona	Mensual -Subzona
Evaporación	7.2	28.6	Mensual -Subzona	Mensual -Subzona
Tipos de Cobertura Vegetal	6.1	43.6	Subzona	Subzona
Área de Cobertura Vegetal	5.3	36.4	Subzona	Subzona
Esorrentía	5.6	15.7	Mensual -Subzona	Mensual -Subzona
Infiltración	5.8	13.6	Mensual -Subzona	Mensual -Subzona
Liberación de agua subterránea al cauce	6	27.1	Mensual -Subzona	Mensual -Subzona
Caudal	5.2	32.9	Mensual- Microcuena	Diario-subzona (en varios puntos de la cuenca)
Porosidad del suelo	10	14.3	Multianual- Zona Hidrográfica	Microcuena (escala 1:25000)
Grosor del suelo	5.8	42.9	Zona Hidrográfica	Microcuena (escala 1:25000)
Grosor del acuífero	4.8	17.9	Zona Hidrográfica	Microcuena (escala 1:25000)
Capacidad de campo y capacidad de saturación del suelo	6.7	13.6	Zona Hidrográfica	Microcuena (escala 1:25000)

Tasas de conversión de coberturas	6.7	27.9	Mensual -Subzona	Microcuena (escala 1:25000); seguimientos 2 veces año con sensores remotos escala y ajustes campo bianual
Número total de usuarios de agua	5.6	28.6	Anual-Microcuena	Dos veces/año Subzona
Número total de usuarios que cuentan con concesión de agua	8.5	36.4	Mensual -Subzona	Dos veces/ año por Subzona
Caudal total de agua autorizado por concesión	6.6	33.6	Mensual - Microcuena	Mensual - Microcuena
Caudal de agua usado	5	20.7	Mensual - Microcuena	Mensual - Microcuena
Caudal de agua autorizado a verter	5.1	32.1	Mensual -Subzona	Mensual -Subzona

Un aspecto a tener en cuenta, al ser este un modelo que considera las entradas y salidas de agua, es el de las aguas subterráneas, el cual NO se está apreciando, por lo tanto es necesario incluir y desarrollar estudios hidrogeológicos, en las variables como grosor del acuífero, tipo de suelo, capacidad de campo y cobertura vegetal. Se debe buscar llevar a escala 1:25.000 ya que permitirá tener un mapa semi-detallado para así ver la estabilidad de la cuenca.

La tasa de conversión de cobertura vegetal se sugiere a escala 1:25.000 con seguimiento satelital dos veces al año (sensores remotos) y realizar ajustes en campo cada dos años.

- **Calidad del agua para consumo humano**

Para evaluar calidad del agua, siete de los invitados definieron que es necesario evaluar todas las variables seleccionadas, que provienen del Índice de Riesgo de la Calidad del Agua para el consumo Humano- IRCA, en donde agregaron variables que consideran deben ir en los monitoreos. Como son: los metales pesados, los análisis de diversidad tipo Beta por Subzona y Anual, los Índices de Integridad biológica (IBI), calidad de agua diferenciada por el tipo de agua amazónica (negras, Blancas y claras) además de incluir las diferentes ofertas de los servicios ecosistémicos (Tabla 51).

Tabla 51. Puntaje de las variables de calidad de agua evaluadas por los expertos para el modelo sistémico teórico (Variables 23 a 27 agregadas en el taller).

Variables Calidad de Agua		Variable que debe Incluirse en el modelo	Variables Calidad de Agua		Variable que debe Incluirse en el modelo
1	Color Aparente	7	12	Dureza Total	7
2	Turbiedad	7	13	Concentración de Sulfatos	7
3	pH	7	14	Concentración de Hierro	7
4	Cloro residual libre	7	15	Concentración de Cloruros	7
5	Alcalinidad Total	7	16	Concentración de Nitrógeno Inorgánico	7
6	Calcio	7	17	Concentración de Aluminio	7
7	Concentración de Fosfatos	7	18	Concentración de Fluoruros	7
8	Concentración de Manganeso	7	19	Concentración de COT	7
9	Concentración de Molibdeno	7	20	Concentración de Coliformes Totales	7
10	Concentración de Magnesio	7	21	Concentración de <i>Escherichia coli</i>	7

11	Concentración de Zinc	7	22	Concentración de DBO	7
23	METALES PESADOS				6
24	ANÁLISIS DE BIODIVERSIDAD BETA (Subzona-Anual)				3
25	INDICES BIOLÓGICOS DE INTEGRIDAD (periodo hidrológico- subzona)				2
26	CALIDAD AGUA SEGÚN TIPO DE AGUA (Mensual -subzona)				2
27	OFERTAS SERVICIOS ECOSISTEMICOS				2

Para el análisis de calidad, teniendo en cuenta la escala que se sugiere, debe obtenerse la información Mensual por microcuena, ya que las diferencias entre los tipos de aguas existentes en la Amazonía (blancas, negras y claras) delimitan el tipo de uso que puede tener, considerando que el índice que se utilizó como base (IRCA) habla de la calidad de agua para consumo humano. Pero al existir la variedad de aguas no debe generalizarse el consumo de un agua u otra, sin considerar las características fisicoquímicas de estas, ya que esto puede, no solamente, generar efectos nocivos a la salud humana, sino afectar las actividades pecuarias al no ser apta para dicha labor (Tabla 52).

La evaluación de calidad a agua para consumo humano el índice IRCA se establece a nivel de microcuena por la variedad de tipos de aguas amazónicas y de llevarse a un manejo en escala 1:100.000 para generar las restricciones de uso entre aguas negras y blancas.

La calidad no solo se debe regir netamente por consumo humano, por lo cual los expertos que asistieron al taller, sugieren tener en cuenta otros factores de evaluación como son los servicios ecosistémicos, el principio de preservar la calidad ecológica y el uso de consumo humano, por lo que

consideraron adecuado incluir variables como: carbono orgánico disuelto por cobertura vegetal, medición de los índices de Integridad biológica con periodicidad periodo hidrológico al año, metales pesados enfocándolas al mercurio, arsénico, cianuro, plomo, cobre, cadmio, zinc, que estos sean medidos en la estructura trófica en cada periodo hidrológico y los índices de cambio biológico con análisis de diversidad Beta por subzona anualmente (Tabla 52).

Tabla 52. Variables definidas como estratégicas para Calidad de agua, obtenidas por la valoración de Importancia y gobernabilidad, comparado con los retos necesarios de información requeridos para el desarrollo del modelo.

VARIABLE	GOBERNABILIDAD (Escala 1-10)	IMPORTANCIA (Escala 0-100)	SELECCIÓN EN TALLER	RETOS INFORMACIÓN
Color Aparente del agua	6	50	Mensual-Microcuena	Mensual-Microcuena
Turbiedad del Agua	6	50	Mensual-Microcuena	Mensual-Microcuena
pH del Agua	5.2	62.5	Mensual-Subzona	Mensual-Microcuena
Cloro residual libre	4.5	45	Mensual-Microcuena	Mensual-Microcuena
Alcalinidad Total	5.6	31.3	Mensual-Zona Hidrográfica	Mensual-Microcuena
Calcio del Agua	5	32.5	Mensual-Macrocuena	Mensual-Microcuena
Concentración de Fosfatos	5	45	Mensual-Subzona	Mensual-Microcuena
Concentración de Molibdeno	5	45	Mensual-Subzona	Mensual-Microcuena
Concentración de Manganeseo	5.5	60	Mensual-Subzona	Mensual-Microcuena
Concentración de Magnesio	6	50	Mensual-Microcuena	Mensual-Microcuena
Concentración de Zinc	6	50	Mensual-Microcuena	Mensual-Microcuena
Dureza Total	5	30	Multianual- Microcuena	Mensual-Microcuena
Concentración de Sulfatos	6.5	34	Mensual-Zona Hidrográfica	Mensual-Microcuena
Concentración de Cloruros	5	50	Anual-Microcuena	Mensual-Microcuena

Concentración de Nitrógeno Inorgánico	5	30	Multianual-Microcuena	Mensual-Microcuena
Concentración de Aluminio	6	100	Mensual-Subzona	Mensual-Microcuena
Concentración de Fluoruros	4.7	56.7	Mensual-Microcuena	Mensual-Microcuena
Concentración COT	6.7	35	Multianual-Zona Hidrográfica	Mensual-Microcuena
Concentración de <i>Escherichia coli</i> en el Agua	6	60	Anual-Microcuena	Mensual-Microcuena
Concentración DBO	5	30	Multianual-Microcuena	Mensual-Microcuena
CALIDAD DE AGUA SEGÚN USO	10	50	Anual-Zona hidrográfica	Mensual-subzona (según tipo de agua amazónica)
INDICES DE INTEGRIDAD BIOLÓGICA	10	50	Anual-Zona hidrográfica	Periodo hidrológico-Subzona
METALES PESADOS	10	100	Anual-Zona hidrográfica	Periodo hidrológico-Subzona
ANÁLISIS DE BIODIVERSIDAD BETA	10	60	Anual-Zona hidrográfica	Anual-Subzona

- **Gobernanza**

Con miras a priorizar las variables de gobernanza, se seleccionaron 37 variables, las cuales pasaron por el proceso de selección de todo el panel de expertos, donde quedaron categorizadas como estratégicas once y como retos cuatro, y se estableció alcanzar a corto plazo seis variables (Tabla 53).

En estas se define como estratégicas, el número de programas de monitoreo de vertimientos, el número de instrumentos de planificación sobre el riesgo, la oferta y la demanda y la disponibilidad hídrica, el número de municipios que han implementado los POT, las cuencas priorizadas con información del

recurso hídrico, el número de procesos de diálogo de saberes generados por el PEMA y asociaciones indígenas, los ecosistemas para la regulación de la oferta hídrica, los ecosistemas claves en la regulación de la oferta y demanda hídrica, el número de cuerpos de agua con niveles de calidad alcanzados y el consumo por sector.

Estas permiten evaluar los aspectos mínimos establecidos en la PGIRH, además se definen retos y las que pueden obtenerse a corto plazo por lo que estas 21 variables (11 estratégicas, 4 retos y 6 de corto plazo) constituyen una información necesaria para tener un mejor desarrollo del modelo (Tabla 53).

Tabla 53. Variables definidas como estratégicas para Gobernanza, obtenidas por la valoración de Importancia y gobernabilidad requerida para el desarrollo del modelo.

VARIABLES	
Estratégicas	Número de programas de monitoreo de vertimientos ejecutados periódicamente / número de programas de vertimientos definidos para las cuencas priorizadas
	Número de instrumentos de planificación ambiental, sectorial y territorial que han incorporado la gestión del riesgo sobre la oferta y la disponibilidad hídrica / número de instrumentos de planificación priorizados
	Municipios que han implementado las directrices de ocupación de territorio en su POT/ número total de municipios
	Número de cuencas priorizadas que cuentan con información acerca de <u>recursos hídricos</u> / número total de cuencas priorizadas
	Número de procesos de diálogos de saberes implementados para el PEMA/ Número de asociaciones indígenas
	Número de ecosistemas clave para la regulación de la oferta hídrica con plan de manejo en implementación/ número total de ecosistemas clave para la regulación de la oferta hídrica priorizados
	Número de hectáreas de ecosistemas clave para la regulación de la oferta hídrica que han sido conservadas / total de hectáreas de ecosistemas clave para la regulación de la oferta hídrica que han sido priorizadas

	Número de cuencas priorizadas con recurso hídrico ordenado, reglamentado y con registro de usuarios / número total de cuencas priorizadas
	Número de cuerpos de agua con objetivos de calidad alcanzados / número de cuerpos de agua priorizados
	Consumo sectorial anual de agua en m3 / unidad de PIB sectorial
	Índice de calidad de agua promedio anual en las categorías bueno y aceptable en los cuerpos de agua monitoreados en la Red Nacional de Calidad del Agua del IDEAM,
Retos	Número de aplicativos del sistema de información del recurso hídrico que han sido implementados / número de aplicativos del sistema de información del recurso hídrico priorizados
	Número de escenarios de manejo y transformación de conflictos, promovidos e implementados por las autoridades ambientales / número de escenarios de manejo y transformación de conflictos, priorizados
	Ecosistemas clave para la regulación de la oferta hídrica, evaluados en función de los servicios ambientales prestados por ellos y por el mismo recurso hídrico / ecosistemas clave priorizados
	Número de fuentes monitoreadas / número de fuentes priorizadas
Corto plazo	Número entidades que han generado y divulgado información y conocimiento sobre los recursos hídricos / número total de entidades con competencia en la GIRH
	Número de investigaciones en desarrollo sobre servicios ambientales de soporte/ Número de investigaciones priorizadas en los OCAT
	Número de planes estratégicos y de acción sectoriales que han incorporado la gestión integral del recurso hídrico / número planes sectoriales priorizados
	Número de corrientes de agua con caudal mínimo definido y con medidas de manejo para mantenerlo / Número total cuerpos de agua priorizados
	Número de cuerpos de agua con reglamentación de corrientes (<u>con cartografía de restricciones de uso</u>) / número de cuerpos de agua priorizados
	Número de municipios con índice de escasez en los rangos “medio” y “alto” que cuentan con programas de uso eficiente y ahorro del agua / número total de municipios con índice de escasez en los rangos “medio” y “alto”

ASPECTOS CONCEPTUALES

El país ha generado herramientas políticas para la gestión del recurso hídrico, entre los cuales destacamos: el decreto presidencial 1729 de 2002 reglamentado con los apartes de la ley 388 de 1997 y el decreto 879 de 1998, en ellos se define la cuenca hidrográfica como el “*área de aguas*”



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



superficiales o subterráneas, que vierten a una red 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". En conjunto se formularon las pautas para la ordenación, protección y la formación de los planes de Ordenamiento territorial (POT) que se complementan con los planes de ordenamiento y manejo de las cuencas hidrográficas (POMCH). Dando prioridad a la formulación de planes de manejo a las cuencas de abastecimiento o de servicios de acueducto, creándose así los Planes de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca Hidrográfica (POMCA).

En 2010 con la implementación de la Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico (PNGIRH) se brindaron las directrices para unificar el manejo del recurso para todo el país, con el objetivo de resolución de problemáticas, uso eficiente y la preservación de la riqueza natural de manera articulada entre actores y sectores (MAVDT, 2010; Blanco -Libreros et al. 2015).

La PGIRH presenta seis enfoques fundamentales que buscan cumplir lo nombrado anteriormente y deben funcionar de manera articulada entre ellos, estos son (**Figura 131**):

1. **Oferta**, que se rige sobre las estrategias de conocimiento, la planeación del uso del recurso hídrico y la conservación de este.



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



2. **Demanda**, que se define en cuanto se consume, el manejo del recurso en periodos de abundancia y escases del recurso en los periodos hidrológicos, su uso eficiente y ahorro.
3. **Calidad**, enfocada a la reducción de contaminantes, el control y seguimiento de las condiciones del recurso para diferentes usos.
4. **Fortalecimiento institucional**, con el mejoramiento de la gestión y la investigación, la revisión de las normas que afectan al recurso hídrico y la sostenibilidad financiera de las estrategias a implementar.
5. **Gobernanza**, que enmarca la participación ciudadana y de las empresas en la implementación de una cultura del agua, junto con el manejo de conflictos que se puedan generar.

Una manera de articular estos aspectos es a partir de modelos, puesto que permiten evaluar múltiples aspectos naturales, económicos, políticos y técnicos, junto con los problemas ambientales, permitiendo una aproximación sistémica integral.



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co

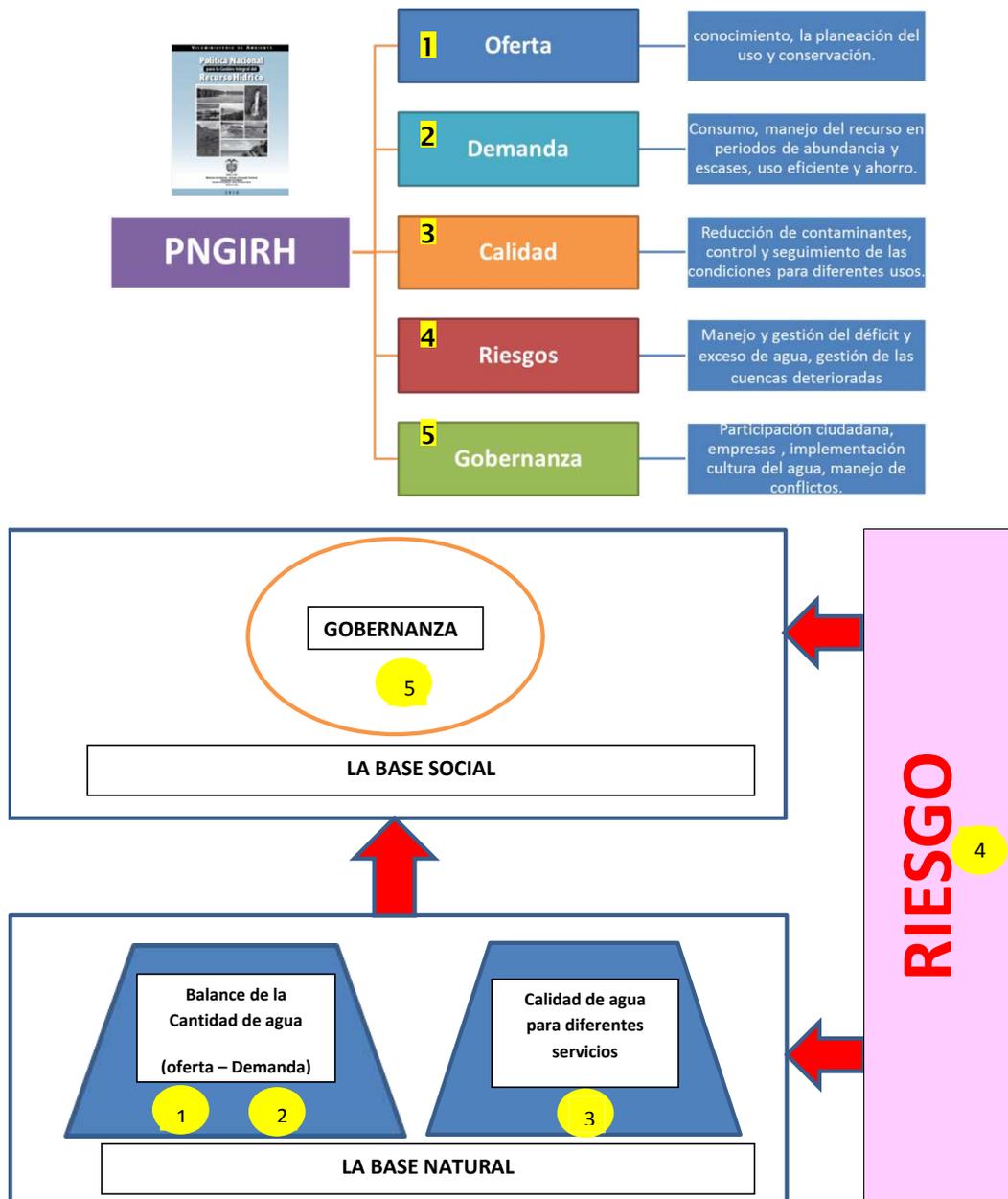


Figura 131. Diagramas de integración de los cinco aspectos fundamentales presentes en la PGIRH, en el desarrollo del modelo sistémico teórico.



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



Los modelos permiten lograr una aproximación con enfoque holístico o “del todo”, ya que los sistemas son conjuntos de elementos que guardan estrechas relaciones entre sí, manteniéndose unidos directa o indirectamente más o menos estables (Odum 1994).

En sistemas complejos, dependientes de flujos de información, se destacan al estar integrados por diversos niveles, físicos, biológicos y sociales. Así mismo, los subsistemas son las partes que conforman un sistema, cada subsistema es autónomo, pero aun así permite que el sistema sea un todo, generando una serie de variables que permiten establecer el estado del sistema, la función y estructura de estos puede ser estudiado, analizado y descrito a través de los subsistemas básicos (Higashi & Burns 1991).

Considerando los objetivos establecidos en la PNGIRH se resaltan tres aspectos prioritarios: la calidad, la disponibilidad del recurso hídrico y la gobernanza, bases del presente trabajo, cuyo objetivo es elaborar un modelo sistémico teórico, que integre y articule las variables fundamentales para la gestión del agua en la macrocuena amazónica. Con el desarrollo del modelo sistémico teórico, se buscó identificar los requerimientos de información necesaria que permitan conocer las condiciones ambientales, la disponibilidad y necesidades para atender diferentes problemáticas a nivel técnico y social. En el modelo se definieron las variables necesarias para el desarrollo del mismo, con miras a la gestión integral del recurso hídrico en la Amazonia colombiana (Figura 132).



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co

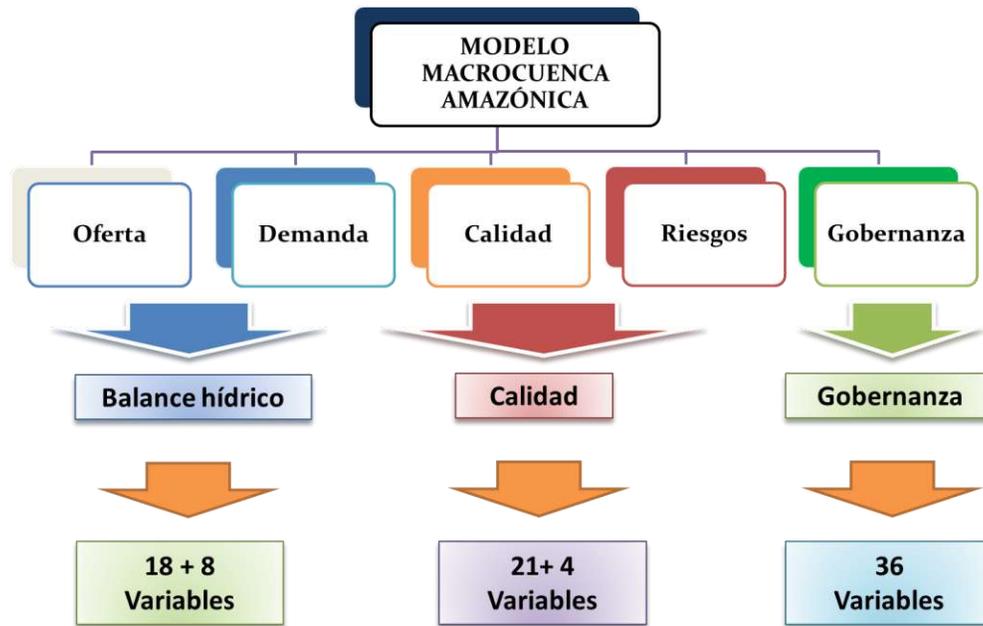


Figura 132. Esquema establecido para el desarrollo del modelo sistémico teórico de la Macrocuena Amazónica con el número de variables que se trabajaron en el taller más las adicionadas por los expertos como necesarias de incluir en la propuesta.

El uso de modelos ecológicos, como herramienta de manejo ambiental, inicia hace cien años, pero su aplicación se realiza solamente a finales de los años 60´ s con el desarrollo de modelos de eutrofización (Chen & Orlob 1975). Estos se basan en la teoría de ecosistemas utilizada en la gestión ambiental, facilitando la comprensión de tendencias generales de los cambios ambientales, como de la creación estrategias de gestión sustentable ecositemicamente que permite integrarlos (Schnoor 1996).



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



El desarrollo de modelos ecológicos han sido una respuesta a las necesidades surgidas al tratar de resolver una variedad de problemas ambientales, por ello son considerados una síntesis del conocimiento de un ecosistema. Siendo herramientas útiles para el análisis de la estructura y funcionamiento de los ecosistemas (Jørgensen 1992).

Hay que ser conscientes que sin importar su desarrollo y nivel de razonamiento y sofisticación, los modelos ecológicos son *aproximaciones* a la realidad (Gurney & Nisbet 1998), donde su aplicación contribuye a dar fundamentos y apoyo en los procesos de toma de decisiones políticas y administrativas ambientales (Constanza et al. 1990, Michener 1997).

Para la modelación ecosistémica, un ecosistema es una entidad física interrelacionada a diferentes escalas con entidades bióticas, por tanto es un sistema complejo, dinámico y sujeto a leyes físicas (Higashi & Burns 1991). La interacción que hay entre los diferentes componentes que lo integran poseen propiedades emergentes, siendo estos, más que la suma de sus elementos (Jørgensen & Müller 2000) (**Figura 133**).



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co

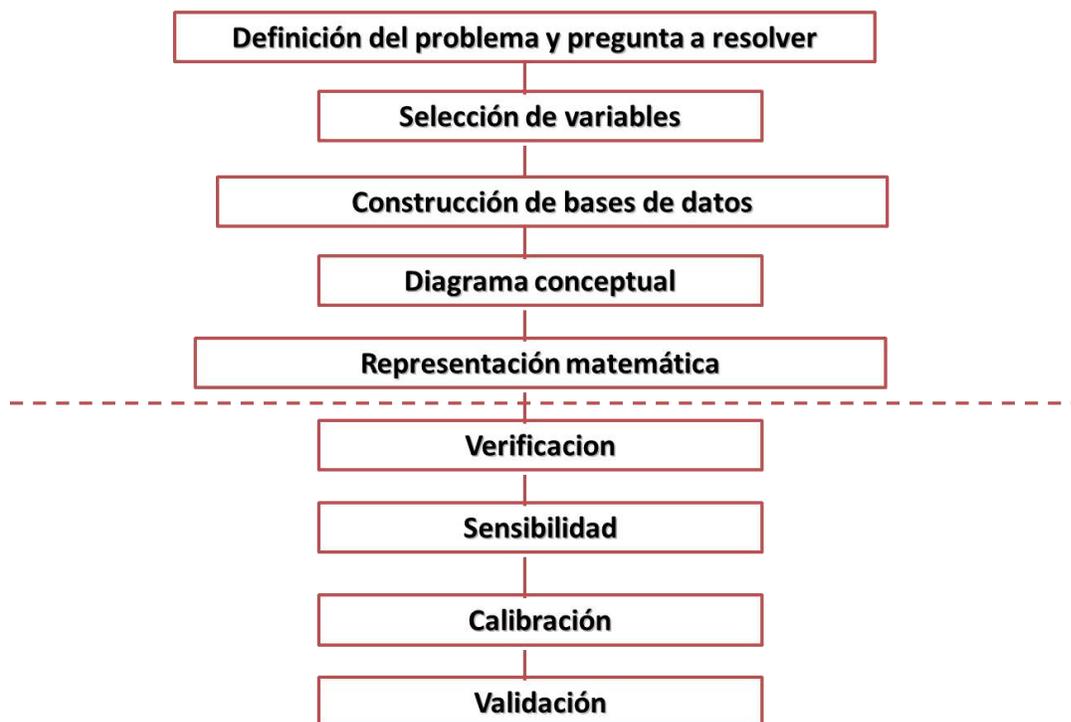


Figura 133. Pasos necesarios para la construcción de un modelo

Existen diferentes aproximaciones para el entendimiento de los ecosistemas (Likens 1992), como son las aproximaciones empíricas, donde a partir de diferentes tipos de información se intenta representar el ecosistema completo, integrando y ensamblando las partes. Aproximaciones comparativas, donde unos pocos componentes estructurales y funcionales se comparan con conjuntos de ecosistemas similares para identificar patrones y aproximaciones experimentales, donde la manipulación de un ecosistema completo se usa para identificar y elucidar mecanismos; estas



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGI RH) -SINCHI



aproximaciones se constituyen en la base principal de la modelación ecológica (Higashi & Burns 1991).

Dentro de los diferentes tipos de modelos se encuentra la modelación dinámica, que es una herramienta para evaluar el nivel de afectación antrópica a un ecosistema, debido al uso de los bienes y servicios que proveen dichos ecosistemas (Deaton & Winebrake. 2000). Diferentes autores consideran que los modelos dinámicos se diseñan principalmente para mejorar el conocimiento general de los ecosistemas, que a su vez es la base para disminuir la probabilidad de equívoco en el manejo de los recursos naturales.

Un modelo ecosistémico intenta describir y explicar el funcionamiento de aspectos específicos de un ecosistema a través, del movimiento y transformación de materia, energía y/o información en dicho sistema (Odum, 1994).

Un ecosistema puede ser presentado como un simple diagrama de componentes, con flechas indicando la dirección del flujo. En modelos más sofisticados se utilizan lenguajes específicos para comunicar componentes estructurales y funcionales, con algoritmos representando tasas de flujo entre componentes, y símbolos para representar el papel de los componentes en el control de los flujos (Odum 1994).



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



Un modelo conceptual es construido generalmente, a partir de componentes comunes de los ecosistemas y es muy útil para priorizar y planificar planes de investigación y/o manejo.

El planteamiento inicial de versiones simplificadas de los ecosistemas, incluyendo únicamente las propiedades o funciones básicas más importantes permite aproximarse más rápidamente a los procesos complejos de la naturaleza.

Uno de los aspectos más difíciles en la modelación es la acertada selección de los componentes y procesos más relevantes en el contexto analizado, lo cual presupone un profundo conocimiento de la teoría ecológica y del objeto de la modelación (Jørgensen 1994).

La selección de variables y sus relaciones es un proceso que demanda tiempo y análisis, esto junto a la selección de las escalas temporales y espaciales debe ser una actividad transdisciplinaria.

FUENTES DE INFORMACIÓN

La información se obtuvo a partir de las Fases I, II y III, del Plan estratégico de la Macrocuena del Amazonas, dentro del marco del proyecto “Estructuración De Lineamientos Estratégicos Para La Gestión Integral Del Agua Y Para Gestionar Acuerdos Con Actores Clave Para El Plan Estratégico De La Macrocuena Del Amazonas”, convenio 351 de 2015 entre el



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y el Instituto SINCHI. Recolectándose información documental, bases de datos y cartográfica

- **Balance hídrico**

El balance hídrico (BH) abarca, las variables de oferta y demanda, que son parte de los objetivos del PGIRH, el BH corresponde al equilibrio entre todos los recursos hídricos que ingresan a la macrocuena y los que salen de ella en una escala de tiempo determinada. Dado que las cuencas generalmente no tienen un ciclo exclusivo en su entorno, el balance hídrico debe incluir el ciclo hidrológico, el cual tiene en cuenta la distribución y movimiento de agua en diferentes fases.

El ciclo del agua implica un cambio continuo de grandes masas de agua de un estado físico a otro y su transporte de un lugar a otro, encontrándose diferentes escalas espaciales.

La estimación completa del balance hídrico de una cuenca hidrográfica es un trabajo complejo, involucra múltiples mediciones de campo a diferentes escalas de tiempo y espacio. Para fines operativos, generalmente se separa el balance de las aguas superficiales y el de las aguas subterráneas y se emplea la ecuación de continuidad o de balance hidrológico.

Si bien esta expresión es muy simple, la cuantificación de sus términos no lo es, principalmente por la falta de mediciones directas en campo y por la variación espacial de la evapotranspiración, de las pérdidas profundas a acuíferos y de las variaciones del agua almacenada en una cuenca. Como



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



respuesta a estas dificultades, generalmente se supone que las pérdidas profundas y las variaciones del agua almacenada para periodos largos, son despreciables.

Uno de los problemas a considerar son: la sobreexplotación de las cuencas, el vertimiento de sustancias contaminantes a los cuerpos de agua, los cambios en el uso del suelo tales como, deforestación, prácticas agrícolas inadecuadas, incremento de urbanizaciones en zonas de producción hídrica, entre otros factores que afectan la cantidad y calidad del recurso hídrico.

Esto puede generar conflictos que requieren solucionarse a través del diseño e implementación de medidas de regulación del uso del agua, siendo necesario determinar el balance hídrico de una determinada cuenca, así como la presión por la demanda del mismo, teniendo en cuenta su distribución espacial y temporal. Con base en este conocimiento es posible generar lineamientos adecuados para su mejor uso y protección a mediano y largo plazo.

- **Calidad**

La calidad del recurso hídrico está en función de los servicios que provee a nivel social. El agua se requiere para consumo humano, como medio de soporte de vida, para el transporte y conectividad, para riego, así como para múltiples actividades que pueden ser agrupadas en usos domésticos y productivos. En el presente trabajo se hace énfasis en el consumo humano,



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana
Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax (8)5928171 Leticia–Amazonas
Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá
www.sinchi.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



definiendo las variables con base en la resolución 2115 del Ministerio de Protección Social y Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, donde se señalaron las características e instrumentos básicos para el control vigilancia de la calidad de agua para el consumo humano, que complementan a las establecidas en el decreto 1575 de 2007. En la resolución se definen las características físicas y químicas que debe tener el agua para el consumo. Partiendo de la base que si el agua es adecuada para el consumo humano, puede entonces ser utilizada para los otros servicios.

- **Gobernanza**

Definida como el conjunto de tradiciones e instituciones mediante las cuales es ejercida la autoridad en un territorio, incluye: la capacidad del gobierno para formular e implementar eficazmente políticas sólidas, el respeto de los ciudadanos y el estado de las instituciones que gobiernan las interacciones económicas y sociales entre ellos. La gobernanza es el ejercicio de la autoridad económica, política y administrativa para manejar los asuntos de un estado a todos los niveles. Comprende los procesos, mecanismos e instituciones a través de los cuales los ciudadanos y grupos articulan sus intereses, ejercitan sus derechos legales, cumplen sus obligaciones y median sus intereses.

La **Gobernanza Adaptativa**, es la capacidad de un sistema-ecológico de ser resiliente frente a cambios sociales o ambientales, se genera de la



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



articulación de la capacidad de adaptación de las comunidades y de las instituciones. En este marco la gobernanza no es solo un proceso de arriba hacia abajo (Gobierno -comunidad), sino que es generada simultáneamente y a diferentes escalas por diferentes actores (comunidades, gobierno, academia, ONGs, etc).

La Gobernanza del Agua, corresponde a los procesos de coordinación y cooperación de distintos y diversos actores sociales, sectoriales e institucionales que participan en la gestión integrada del recurso hídrico. Teniendo en cuenta que la gobernanza del agua asume al territorio y a la cuenca como entidades activas en tales procesos, para asegurar la oferta hídrica, evitar amenazas para las comunidades y garantizar la integridad y diversidad de los ecosistemas; para ello designa normas, procesos y comportamientos que permiten el ejercicio equilibrado de los poderes, se seleccionó este concepto, como la base teórica del modelo sistémico. La gobernanza involucra la oferta, calidad y el riesgo de estos dos factores.



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



5.1.2 METODOLOGÍA

VARIABLES

El primer objetivo fue determinar las variables que podrían ser utilizadas para la implementación del modelo, en donde las escalas temporales y espaciales son esenciales para el manejo de la información en el modelo.

- **Balance hídrico**

Considerando el ciclo de la macrocuena, una de las bases es el manejo del ciclo hidrológico, el cual es un factor determinante en la Amazonia, no solo en la disponibilidad o escases del recurso agua, si no en las dinámicas que se enmarcan, tales como, el cambio de uso de las tierras, productos de consumo, disponibilidad de recursos propios de la selva. Este ciclo genera cambios continuos de las masas de agua, aunque hay que tener en cuenta que la estimación de todo el balance hídrico de una cuenca hidrográfica es complejo, siendo necesario definir mediciones de campo a diferentes escalas de tiempo y espacio.

Para este proyecto se definieron (según los criterios establecidos con la metodología) inicialmente 18 variables para estimar las entradas y las salidas propias o que afectan la macrocuena para el balance hídrico en el modelo. (Tabla 54).



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co

Tabla 54. Variables determinadas para el balance hídrico a utilizar para el desarrollo del modelo sistémico teórico.

No	VARIABLES	No	VARIABLES
1	Precipitación	10	Grosor del suelo
2	Evaporación	11	Grosor del acuífero
3	Tipos de cobertura vegetal	12	Capacidad de campo y capacidad de saturación del suelo
4	Área de cobertura vegetal	13	Tasas de conversión de coberturas (hectáreas de bosque degradadas y vueltas pastizales)
5	Escorrentía	14	Número total de usuarios de agua
6	Infiltración	15	Número total de usuarios que cuentan con concesión de agua
7	Liberación de agua subterránea al cauce	16	Caudal total de agua autorizado por concesión
8	Caudal	17	Caudal de agua usado
9	Porosidad del suelo (espacio de poros por volumen %)	18	Caudal de agua autorizado a verter

- **Calidad del agua para consumo humano**

Las variables de calidad del recurso hídrico iniciales como base fue Índice de Riesgo de la Calidad del Agua para Consumo (IRCA) (Ministerios de Seguridad Social y MAVDT, 2010), este consta de 22 variables que enmarcan características físicas (ej color del agua, turbiedad) y químicas (Ej: alcalinidad, concentraciones de cloro) y biológicas (ej: Concentración de coliformes totales) (Tabla 55).

Tabla 55. Variables determinadas para calidad de agua a utilizar para el desarrollo del modelo sistémico teórico.

No	VARIABLES	No	VARIABLES
1	Color Aparente del agua	12	Dureza Total del Agua
2	Turbiedad del Agua	13	Concentración de Sulfatos del Agua
3	pH del Agua	14	Concentración de Hierro total del Agua
4	Cloro residual libre	15	Concentración de Cloruros del Agua
5	Alcalinidad Total del Agua	16	Concentración de Nitrógeno Inorgánico del Agua
6	Calcio del Agua	17	Concentración de Aluminio en el Agua
7	Concentración de Fosfatos del Agua	18	Concentración de Fluoruros en el Agua
8	Concentración de Manganeso del Agua	19	Concentración de Carbono Orgánico Total en el Agua
9	Concentración de Molibdeno del Agua	20	Concentración de Coliformes Totales en el Agua
10	Concentración de Magnesio del Agua	21	Concentración de <i>Escherichia coli</i> en el Agua
11	Concentración de Zinc del Agua	22	Concentración de DBO

- **Gobernanza**

Las variables iniciales de gobernaza se consideraron a partir de la Política de Gestión Integral del Recurso Hídrico (PGIRH), diferentes POMCAs y POTs de algunos departamentos Amazónicos colombianos, Se definieron 36 variables (Tabla 56).

Tabla 56. Variables definidas para la gobernanza a utilizar en el modelo sistémico teórico

No	VARIABLES
1	Número entidades que han generado y divulgado información y conocimiento sobre los recursos hídricos / número total de entidades con competencia en la GIRH
2	Ecosistemas clave para la regulación de la oferta hídrica, evaluados en función de los servicios ambientales prestados por ellos y por el mismo recurso hídrico / ecosistemas clave priorizados
3	Número de cuencas priorizadas que cuentan con información acerca de la oferta de recursos hídricos / número total de cuencas priorizadas
4	Número acuíferos priorizados con información / número total de acuíferos priorizados
5	Número de cuencas priorizadas con planes de ordenación y manejo de la cuenca (POMCA), en ejecución / número total de cuencas priorizadas
6	Número de cuencas priorizadas con planes de ordenación y manejo de la cuenca (POMCA), formulados / número total de cuencas priorizadas
7	Número de planes de manejo de acuíferos en implementación / número acuíferos priorizados
8	Municipios que han implementado las directrices de ocupación de territorio en su POT/ número total de municipios
9	Número de ecosistemas clave para la regulación de la oferta hídrica con plan de manejo en implementación/ número total de ecosistemas clave para la regulación de la oferta hídrica priorizados
10	Número de hectáreas de ecosistemas clave para la regulación de la oferta hídrica que han sido conservadas / total de hectáreas de ecosistemas clave para la regulación de la oferta hídrica que han sido priorizadas
11	Número de corrientes de agua con caudal mínimo definido y con medidas de manejo para mantenerlo / Número total cuerpos de agua priorizados
12	Consumo sectorial anual de agua en m3 / unidad de PIB sectorial
13	Número de planes de agua y saneamiento adoptados con componente ambiental / número planes de agua y saneamiento formulados
14	Número de planes estratégicos y de acción sectoriales que han incorporado la gestión integral del recurso hídrico / número planes sectoriales priorizados

15	Ahorro: % de reducción de volumen usado = (volumen base /volumen usado) * 100; Donde: volumen base = (Volumen captado - Volumen Usado) / Volumen captado))
16	Número de programas de uso eficiente y ahorro del agua (PUEAA) implementados
17	por sector / número de PUEAA priorizados por sector"
18	Número de cuencas priorizadas con recurso hídrico ordenado, reglamentado y con registro de usuarios / número total de cuencas priorizadas
19	Número de cuerpos de agua con objetivos de calidad alcanzados / número de cuerpos de agua priorizados
20	Índice de calidad de agua promedio anual en las categorías bueno y aceptable en los cuerpos de agua monitoreados en la Red Nacional de Calidad del Agua del IDEAM,
21	Número de fuentes monitoreadas / número de fuentes priorizadas
22	Número de programas de monitoreo de vertimientos ejecutados periódicamente
23	Número de programas de vertimientos definidos para las cuencas priorizadas
24	Número entidades que han generado y divulgado información y conocimiento sobre los riesgos relacionados con la oferta, calidad y disponibilidad del recurso hídrico / número total de entidades con competencia en la prevención y atención de riesgos asociados a la oferta hídrica, calidad y disponibilidad del recurso hídrico
25	Número de instrumentos de planificación ambiental, sectorial y territorial que han incorporado la gestión del riesgo sobre la oferta y la disponibilidad hídrica / número de instrumentos de planificación priorizados
26	Número de medidas de adaptación al cambio climático implementadas / número medidas de adaptación al cambio climático definidas para los ecosistemas clave para la regulación de la oferta hídrica y para el abastecimiento de los principales sectores usuarios del agua"
27	Número de municipios con índice de escasez en los rangos "medio" y "alto" que cuentan con programas de uso eficiente y ahorro del agua / número total de municipios con índice de escasez en los rangos "medio" y "alto"
28	Número de cuerpos de agua con reglamentación de corrientes (con cartografía de restricciones de uso) / número de cuerpos de agua priorizados
29	Número cuencas con Registro de Usuarios Implementado/ número cuencas priorizadas
30	Número de programas del Plan Nacional de Investigación y Formación en la gestión integral del recurso hídrico que han sido implementados / número de

	programas del plan nacional de investigación y formación en la gestión integral del recurso hídrico, priorizados
31	Número de aplicativos del sistema de información del recurso hídrico que han sido implementados / número de aplicativos del sistema de información del recurso hídrico priorizados
32	Número de escenarios de manejo y transformación de conflictos, promovidos e implementados por las autoridades ambientales / número de escenarios de manejo y transformación de conflictos, priorizados
33	Número de consultas previas efectuadas para la implementación del PEMA / Numero de resguardos y territorios étnicos
34	Número de procesos de diálogos de saberes implementados para el PEMA/ Número de asociaciones indígenas
35	Número de procesos de cartografía social incorporados al PEMA/Número de resguardos
36	Número de puertos con cuantificación cotidiana de desembarcos de peces/Número total de peces

VALIDACIÓN E INTERACCIÓN DE LAS VARIABLES

A partir del taller de expertos presentado anteriormente, se definió la aplicabilidad de las variables escogidas y características necesarias de la información como escalas temporales y espaciales, y su disponibilidad para el desarrollo del modelo; así mismo se revisó las variables y se definieron variables base a priorizar.



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



5.1.3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

ESTRUCTURA DEL MODELO

- ***Balance hídrico***

El estado actual de la información de las variables que deberían ir en el modelo como, la precipitación, evaporación y caudal de agua usado, la cobertura vegetal, la escorrentía, infiltración, caudal, número de usuarios del agua y caudal aguas a verter, se categorizaron como estratégicas, pero se encontraron variables con menor selección de los Expertos, como la porosidad del suelo, dichas variables son necesarias al determinar las entradas o salidas de agua del sistema, de igual forma fueron adicionadas variables necesarias en el ajuste del modelo, como la velocidad y dirección del viento, radiación solar, temperatura ambiental, usuarios por sector, humedad relativa, agua disponible y evapotranspiración (Tabla 57).

Las escalas temporales y espaciales de la mayoría de las variables actualmente se obtienen mensual o anualmente, con un acceso difícil y la información se encuentra a nivel de Subzona Hidrográfica, o de Macrocuena (Tabla 57, Figura 134).

Para poder llegar al desarrollo ideal de un modelo sistémico, la información de las variables estratégicas debería llegar a niveles mensuales por microcuena, aunque el ideal debería ser diario por microcuena.



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co

Esto se delimita por la escala que se manejan los POMCAs que sugiere que el objetivo sea llegar a un monitoreo diario por subzona, siendo este el nivel administrativo mínimo, así mismo, que exista más de una evaluación por subzonas, buscando definir puntos o sectores que requieran monitoreos más intensivos.

De igual manera se sugiere utilizar el mapa climático y establecer un manejo diferente en las subzonas que se encuentren en zonas de transición, midiéndolas según su ubicación (por ejemplo alta montaña y pie de monte amazónico y transición Orinoco-amazonense).

Tabla 57. Variables estratégicas para Balance Hídrico, valoración comparado con los retos necesarios de información requeridos para el desarrollo del modelo.

VARIABLE	SELECCIÓN EN TALLER	RETOS INFORMACION
Precipitación	Mensual -Subzona	Mensual -Subzona
Evaporación	Mensual -Subzona	Mensual -Subzona
Tipos de Cobertura Vegetal	Subzona	Subzona
Área de Cobertura Vegetal	Subzona	Subzona
Escorrentía	Mensual -Subzona	Mensual -Subzona
Infiltración	Mensual -Subzona	Mensual -Subzona
Liberación de agua subterránea al cauce	Mensual -Subzona	Mensual -Subzona
Caudal	Mensual-Microcuena	Diario-subzona (en varios puntos de la cuenca)
Porosidad del suelo	Multianual- Zona Hidrográfica	Microcuena (escala 1:25000)
Grosor del suelo	Zona Hidrográfica	Microcuena (escala 1:25000)
Grosor del acuífero	Zona Hidrográfica	Microcuena (escala 1:25000)



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



Capacidad de campo y capacidad de saturación del suelo	Zona Hidrográfica	Microcuena (escala 1:25000)
Tasas de conversión de coberturas	Mensual -Subzona	Microcuena (escala 1:25000); seguimientos 2 veces año con sensores remotos escala y ajustes campo bianual
Número total de usuarios de agua	Anual-Microcuena	Dos veces/año Subzona
Número total de usuarios que cuentan con concesión de agua	Mensual -Subzona	Dos veces/ año por Subzona
Caudal total de agua autorizado por concesión	Mensual -Microcuena	Mensual -Microcuena
Caudal de agua usado	Mensual -Microcuena	Mensual -Microcuena
Caudal de agua autorizado a verter	Mensual -Subzona	Mensual -Subzona
<u>Nuevas variables: velocidad y dirección del viento, radiación solar, temperatura ambiental, usuarios por sector, humedad relativa, agua disponible y evapotranspiración</u>		



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co

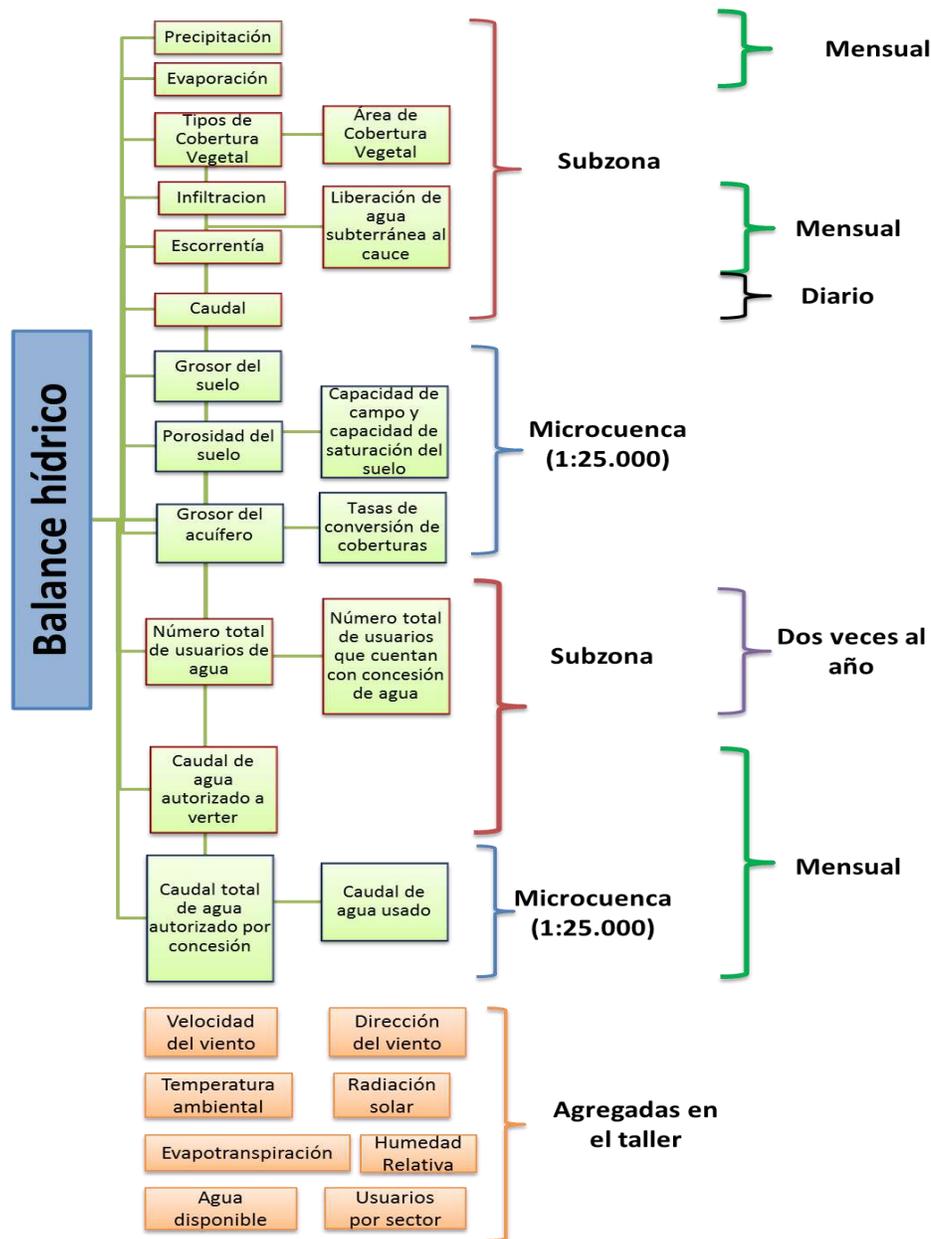


Figura 134. Variables de balance hídrico validadas, necesarias en la implementación del modelo sistémico teórico de la Macrocuena del Amazonas, se especifica la



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



escala espacial y temporal a la cual deberían obtener la información (verde: variables planteadas en el taller; naranja agregadas por los expertos en el taller).

Hay que tener en cuenta, que en este modelo NO se considera aguas subterráneas, por lo tanto es necesario incluir y desarrollar estudios hidrogeológicos,

Las variables grosor del acuífero, tipo de suelo, capacidad de campo y cobertura vegetal deben llegar a escala 1:25.000 ya que permitirá tener un mapa semi-detallado para así ver la estabilidad de la cuenca.

La tasa de conversión de cobertura vegetal a escala 1:25.000 con seguimiento satelital dos veces al año (sensores remotos) y realizar ajustes en campo cada dos años.

- ***Calidad del agua para consumo humano***

Se define como estrategias todas las variables Índice de Riesgo de la Calidad del Agua para el consumo Humano- IRCA, y se adicionan: los metales pesados, los análisis de diversidad tipo Beta, los Índices de Integridad biológica (IBI), calidad de agua diferenciada por el tipo de agua amazónica (negras, Blancas y claras) además de incluir las diferentes ofertas de los servicios ecosistémicos (Tabla 58, Figura 135).



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



La escala sugerida es mensual por microcuena, debido que las diferencias entre los tipos de aguas en la Amazonía (blancas, negras y claras) delimitan el tipo de uso que puede tener, considerando que el índice que se utilizó como base (IRCA) habla de la calidad de agua para consumo humano, pero no debe generalizarse el consumo de un tipo de agua u otra, sin considerar las características fisicoquímicas de cada una, puesto que, no solamente genera efectos nocivos a la salud humana, sino que afecta las actividades pecuarias al no ser apta para uno u otro servicio.

La evaluación de calidad para consumo humano -el índice IRCA- se establece a nivel de microcuena, por la variedad de tipos de aguas amazónicas y en escala 1:100.000 para generar las restricciones de uso entre aguas negras y blancas.

La calidad no solo se debe regir netamente por consumo humano, se sugiere tener en cuenta factores de evaluación como los servicios ecosistémicos, con el principio de preservar la calidad ecológica, el uso para consumo humano, siendo adecuado incluir variables como: carbono orgánico disuelto por cobertura vegetal, índices de Integridad biológica con periodicidad periodo hidrológico al año, metales pesados enfocándolas al mercurio, arsénico, cianuro, plomo, cobre, cadmio, zinc medidos en la estructura trófica en cada periodo hidrológico y los índices de cambio biológico con análisis de diversidad Beta por subzona anualmente. (Tabla 58).



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co

Tabla 58. Variables estratégicas para Calidad de agua, comparada con los retos de información requeridos para el desarrollo del modelo.

VARIABLE	SELECCIÓN EN TALLER	RETOS INFORMACIÓN
Color Aparente del agua	Mensual-Microcuena	Mensual-Microcuena
Turbiedad del Agua	Mensual-Microcuena	Mensual-Microcuena
pH del Agua	Mensual-Subzona	Mensual-Microcuena
Cloro residual libre	Mensual-Microcuena	Mensual-Microcuena
Alcalinidad Total	Mensual-Zona Hidrográfica	Mensual-Microcuena
Calcio del Agua	Mensual-Macrocuena	Mensual-Microcuena
Concentración de Fosfatos	Mensual-Subzona	Mensual-Microcuena
Concentración de Molibdeno	Mensual-Subzona	Mensual-Microcuena
Concentración de Manganeso	Mensual-Subzona	Mensual-Microcuena
Concentración de Magnesio	Mensual-Microcuena	Mensual-Microcuena
Concentración de Zinc	Mensual-Microcuena	Mensual-Microcuena
Dureza Total	Multianual-Microcuena	Mensual-Microcuena
Concentración de Sulfatos	Mensual-Zona Hidrográfica	Mensual-Microcuena
Concentración de Cloruros	Anual-Microcuena	Mensual-Microcuena
Concentración de Nitrógeno Inorgánico	Multianual-Microcuena	Mensual-Microcuena
Concentración de Aluminio	Mensual-Subzona	Mensual-Microcuena
Concentración de Fluoruros	Mensual-Microcuena	Mensual-Microcuena
Concentración COT	Multianual-Zona Hidrográfica	Mensual-Microcuena
Concentración de <i>Escherichia coli</i>	Anual-Microcuena	Mensual-Microcuena
Concentración DBO	Multianual-Microcuena	Mensual-Microcuena
CALIDAD DE AGUA SEGÚN USO	Anual-Zona hidrográfica	Mensual-subzona (según tipo de agua amazónica)
INDICES DE INTEGRIDAD BIOLÓGICA	Anual-Zona hidrográfica	Periodo hidrológico-Subzona
METALES PESADOS	Anual-Zona hidrográfica	Periodo hidrológico-Subzona
ANÁLISIS DE BIODIVERSIDAD BETA	Anual-Zona hidrográfica	Anual-Subzona

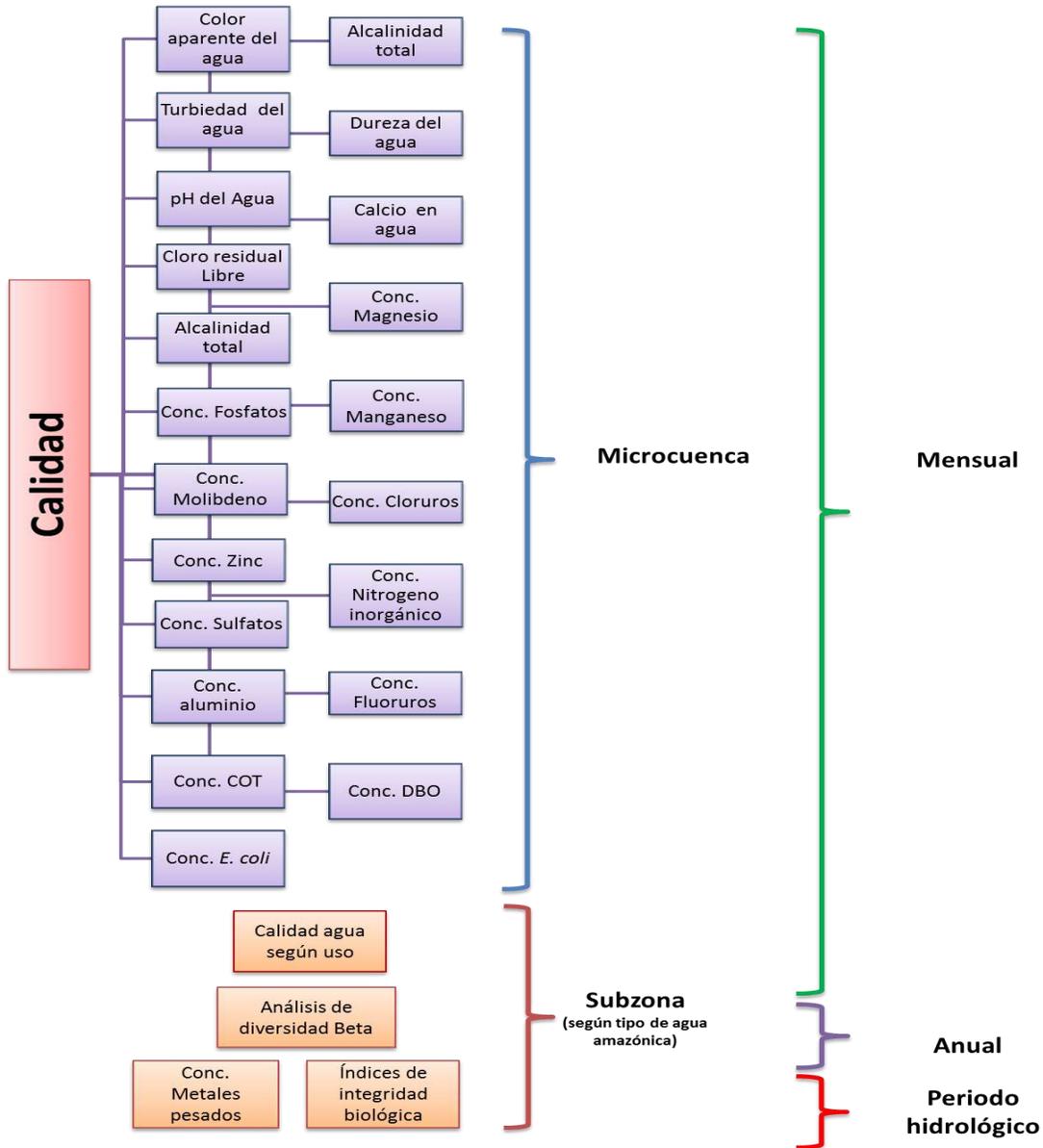


Figura 135. Variables de Calidad validadas, necesarias en la implementación del modelo sistémico teórico de la Macrocuena del Amazonas, se especifica la escala espacial y temporal a la cual deberían obtener la información (violeta: variables planteadas en el taller; naranja agregadas por los expertos).

- **Gobernanza**

La complejidad de la gobernanza y el poder evaluarla en un modelo hace necesario priorizar las variables. Esto se realizó utilizando los promedios de calificaciones IGO (Importancia vs Gobernabilidad) para priorizar las variables como estratégicas, retos, corto plazo y de menor importancia (Figura 136)

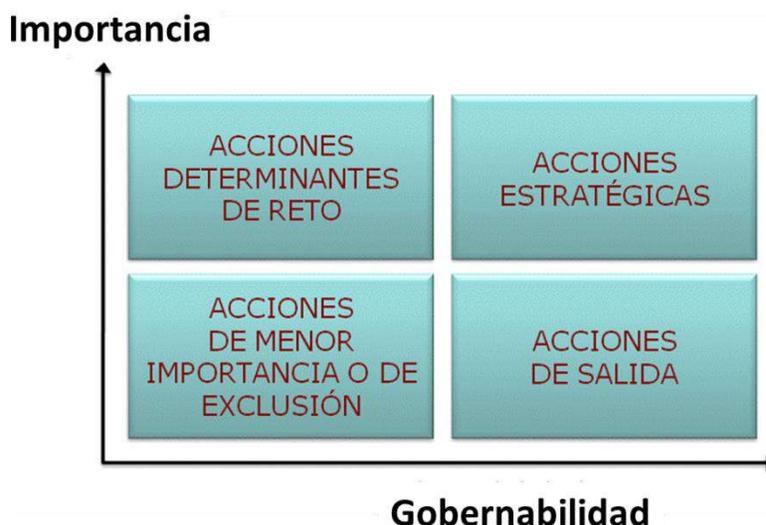


Figura 136. Esquema de las calificaciones IGO (Importancia vs Gobernabilidad) utilizadas para priorizar las variables como: estratégicas, retos, corto plazo y de menor importancia.

De las 37 variables que pasaron por el proceso de selección del panel de expertos quedaron categorizadas como estratégicas 11, como retos cuatro y de alcance a corto plazo seis. (Tabla 53,

Figura 137). Para la implementación del modelo sistémico se sugiere enfocar a cumplir inicialmente con las estratégicas (11) y continuar con las de corto plazo y los retos.

Entre las estratégicas, se encuentran variables que trabajan aspectos de número de programas de monitoreo de vertimientos, el número de instrumentos de planificación sobre el riesgo, la oferta y la demanda y la disponibilidad hídrica, el número de municipios que han implementado los POT, las cuencas priorizadas con información del recurso hídrico, el número de procesos de diálogo de saberes generados por el PEMA y asociaciones indígenas, los ecosistemas para la regulación de la oferta hídrica, los ecosistemas claves en la regulación de la oferta y demanda hídrica, el número de cuerpos de agua con niveles de calidad alcanzados y el consumo por sector.

Tabla 59. Variables definidas como estratégicas para Gobernanza, obtenidas por las valoraciones de Importancia y gobernabilidad requeridas para el desarrollo del modelo.

VARIABLES	
Estratégicas	Número de programas de monitoreo de vertimientos ejecutados periódicamente/ número de programas de vertimientos definidos para las cuencas priorizadas
	Número de instrumentos de planificación ambiental, sectorial y territorial que han incorporado la gestión del riesgo sobre la oferta y la disponibilidad hídrica / número de instrumentos de planificación priorizados
	Municipios que han implementado las directrices de ocupación de territorio en su POT/ número total de municipios
	Número de cuencas priorizadas que cuentan con información acerca de la oferta de <u>recursos hídricos</u> / número total de cuencas priorizadas

	Número de procesos de diálogos de saberes implementados para el PEMA/ Número de asociaciones indígenas
	Número de ecosistemas clave para la regulación de la oferta hídrica con plan de manejo en implementación/ número total de ecosistemas clave para la regulación de la oferta hídrica priorizados
	Número de hectáreas de ecosistemas clave para la regulación de la oferta hídrica que han sido conservadas / total de hectáreas de ecosistemas clave para la regulación de la oferta hídrica que han sido priorizadas
	Número de cuencas priorizadas con recurso hídrico ordenado, reglamentado y con registro de usuarios / número total de cuencas priorizadas
	Número de cuerpos de agua con objetivos de calidad alcanzados / número de cuerpos de agua priorizados
	Consumo sectorial anual de agua en m3 / unidad de PIB sectorial
	Índice de calidad de agua promedio anual en las categorías bueno y aceptable en los cuerpos de agua monitoreados en la Red Nacional de Calidad del Agua del IDEAM,
Retos	Número de aplicativos del sistema de información del recurso hídrico que han sido implementados / número de aplicativos del sistema de información del recurso hídrico priorizados
	Número de escenarios de manejo y transformación de conflictos, promovidos e implementados por las autoridades ambientales / número de escenarios de manejo y transformación de conflictos, priorizados
	Ecosistemas clave para la regulación de la oferta hídrica, evaluados en función de los servicios ambientales prestados por ellos y por el mismo recurso hídrico / ecosistemas clave priorizados
	Número de fuentes monitoreadas / número de fuentes priorizadas
Corto plazo	Número entidades que han generado y divulgado información y conocimiento sobre los recursos hídricos / número total de entidades con competencia en la GIRH
	Número de investigaciones en desarrollo sobre servicios ambientales de soporte/ Número de investigaciones priorizadas en los OCAT
	Número de planes estratégicos y de acción sectoriales que han incorporado la gestión integral del recurso hídrico / número planes sectoriales priorizados
	Número de corrientes de agua con caudal mínimo definido y con medidas de manejo para mantenerlo / Número total cuerpos de agua priorizados



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuenca Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



Número de cuerpos de agua con reglamentación de corrientes *(con cartografía de restricciones de uso)* / número de cuerpos de agua priorizados

Número de municipios con índice de escasez en los rangos “medio” y “alto” que cuentan con programas de uso eficiente y ahorro del agua / número total de municipios con índice de escasez en los rangos “medio” y “alto”



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co

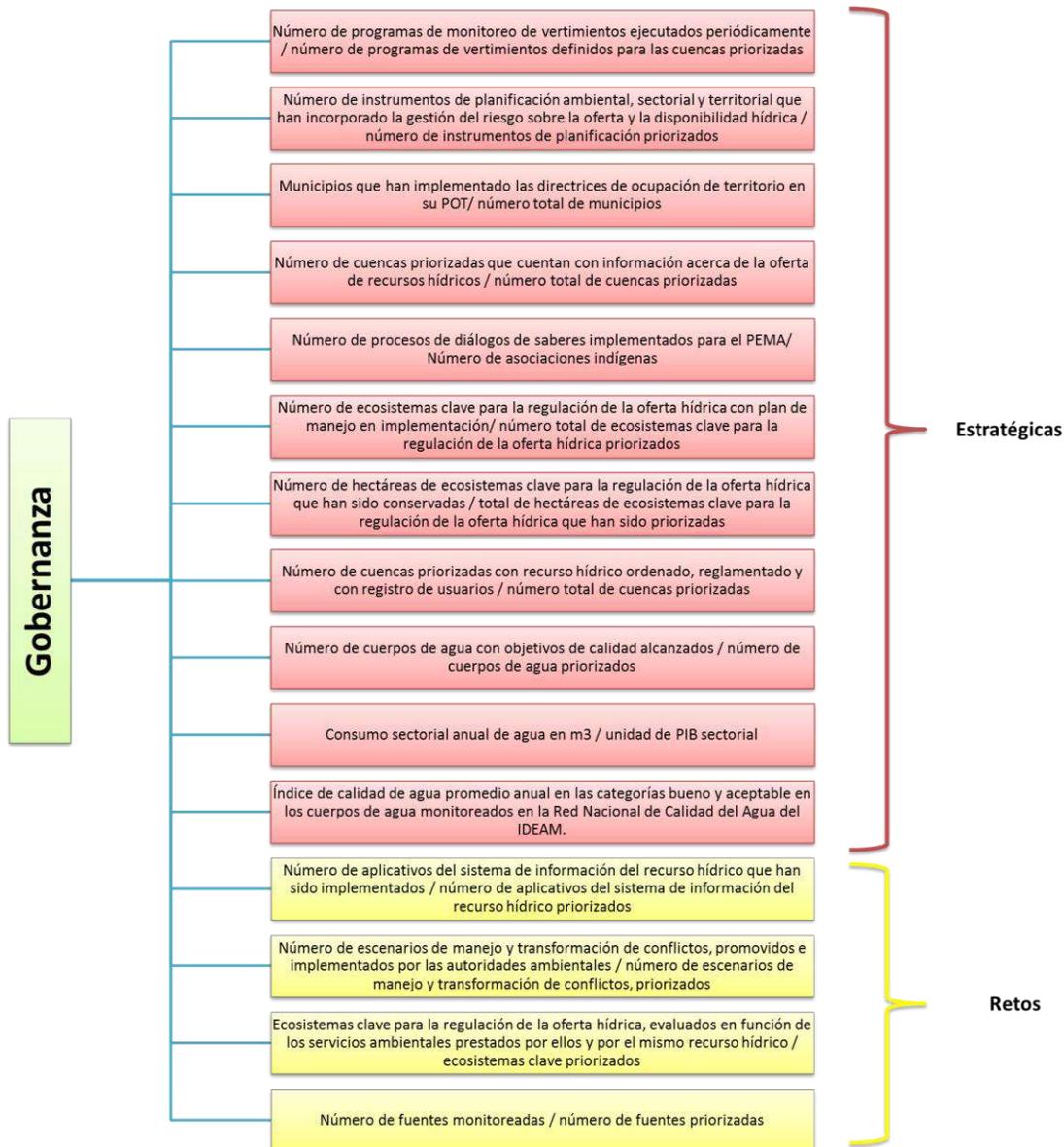


Figura 137. Variables de Gobernanza validadas, necesarias en la implementación del modelo sistémico teórico de la Macrocuena del Amazonas, se especifica las variables estratégicas (rojo) y los retos (amarillo) priorizadas en el taller.



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



5.1.4 CONCLUSIONES

- ***Balance hídrico***

Las variables seleccionadas con gran importancia fueron: la precipitación, evaporación, caudal de agua usado, cobertura vegetal, la escorrentía, infiltración, caudal, número de usuarios del agua y caudal aguas a verter. Se incluyeron las variables: vientos, velocidad y dirección del viento, radiación solar, temperatura ambiental, usuarios por sector, humedad relativa, agua disponible y evapotranspiración

La escala temporal actual de la mayoría de las variables es mensual a anual, pero con acceso intermedio - muy difícil, la escala espacial se encuentra en Subzona Hidrográfica, acceso intermedio-difícil.

Este modelo NO está considerando las aguas subterráneas, pero es necesario incluir y desarrollar estudios hidrogeológicos,

Las variables grosor del acuífero, tipo de suelo, capacidad de campo y cobertura vegetal, deben llegar a escala 1:25.000.

La tasa de conversión de cobertura vegetal debe llegar a escala 1:25.000 con seguimiento satelital dos veces al año (sensores remotos) y realizar ajustes en campo cada dos años (Figura 138).



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



- **Calidad de agua**

Las variables seleccionadas provienen del Índice de Riesgo de la Calidad del Agua para el consumo Humano- IRCA, se agregaron las siguientes variables: metales pesados, análisis de diversidad tipo Beta, los Índices de Integridad biológica (IBI), calidad de agua -diferenciada por el tipo de agua amazónica (negras, blancas y claras)- y ofertas de los servicios ecosistémicos.

Para la escala sugerida debe obtenerse la información Mensual por microcuena, dadas las diferencias entre los tipos de aguas existentes en la Amazonía (blancas, negras y claras) ya que las mismas delimitan el tipo de uso que puede tener.

La calidad de agua no puede generalizarse únicamente para consumo humano, hay que considerar las características fisicoquímicas, para definir su uso respectivo.

Se sugiere delimitar calidad a nivel de microcuena y un manejo en escala 1:100.000 para generar las restricciones de uso entre aguas negras y blancas.

Hay que tener en cuenta otros factores de evaluación, entre ellos los servicios ecosistémicos, el principio de preservar la calidad ecológica y el uso de consumo humano, incluir variables como carbono orgánico disuelto por cobertura vegetal, medición de los índices de Integridad biológica con periodicidad periodo hidrológico al año, metales pesados enfocándolas al mercurio, arsénico, cianuro, plomo, cobre, cadmio, zinc medidos en la



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



estructura trófica por periodo hidrológico y el índice de cambio biológico por subzona anualmente (Figura 138).

- **Gobernanza**

Para la implementación del modelo sistémico se sugiere enfocar a las variables estratégicas (11) seguidas de las de corto plazo y los retos.

Entre las variables estratégicas, se encuentran: el número de programas de monitoreo de vertimientos, el número de instrumentos de planificación sobre el riesgo, la oferta y la demanda y la disponibilidad hídrica, el número de municipios que han implementado los POT, las cuencas priorizadas con información del recurso hídrico, el número de procesos de diálogo de saberes generados por el PEMA y asociaciones indígenas, los ecosistemas para la regulación de la oferta hídrica, los ecosistemas claves en la regulación de la oferta y demanda hídrica, el número de cuerpos de agua con niveles de calidad alcanzados y el consumo por sector (Figura 138).



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax (8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co

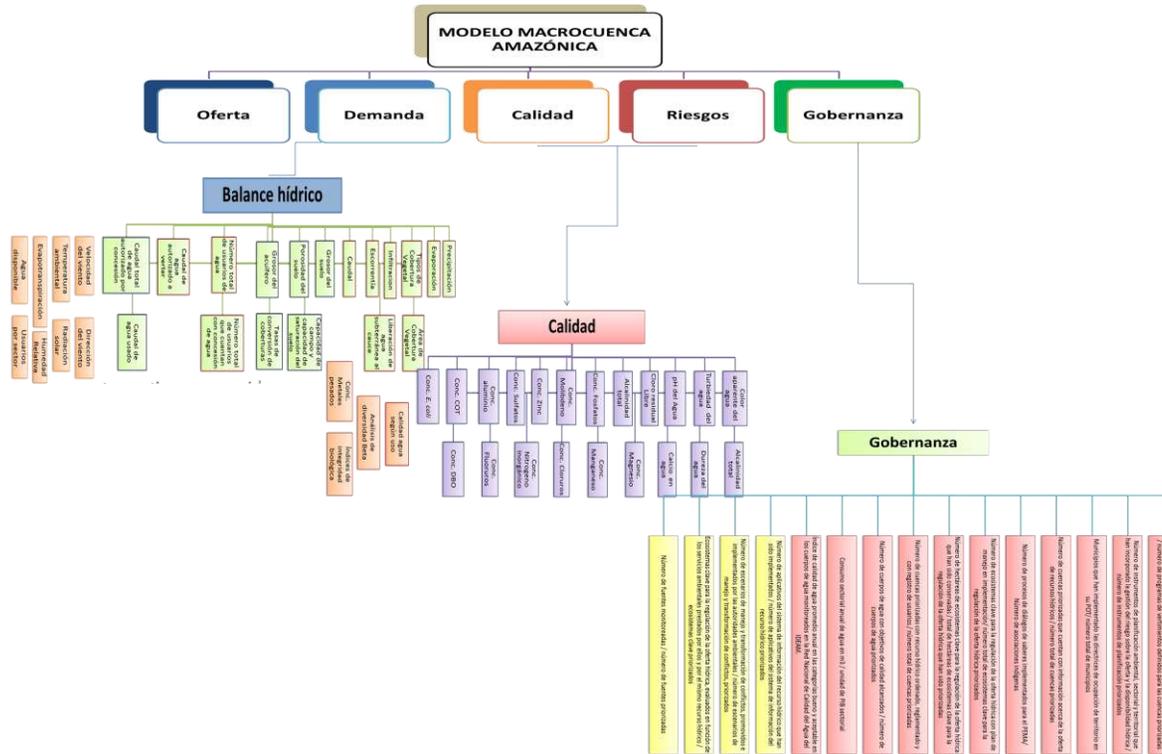


Figura 138. Interacción de las variables base validadas para la implementación del modelo sistémico para la Amazonia colombiana, en donde se agrupan los cinco aspectos establecidos por la PNGIRH.



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuenca Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



5.2 DESARROLLO DEL MODELO SISTÉMICO TEÓRICO PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DEL RECURSO HÍDRICO DE LA MACROCUENCA AMAZONAS Y EJEMPLO ILUSTRATIVO

La aplicación de técnicas de modelación ecosistémica ha demostrado ser una herramienta muy útil en el propósito de integrar diferentes instancias y articular lo que se conoce del ecosistema, con el “ecosistema real” que se intenta administrar, sirviendo de puente entre ciencia y sociedad.

Los modelos dinámicos son representaciones de fragmentos seleccionados de la realidad, que con base en algoritmos matemáticos permiten representar relaciones entre los elementos de un sistema y predecir algunas respuestas de funcionamiento de dicho sistema.

Modelos muy simples diseñados para probar hipótesis específicas pueden servir para sintetizar información, facilitando organizar el pensamiento y potenciando la construcción sistemática de modelos más complejos, tendientes a entender mecanismos a diferentes escalas y en diferentes condiciones o escenarios.



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



Los modelos parten de una serie de supuestos y se desarrollan para responder a objetivos específicos, lo cual, determina la cantidad y calidad de variables y las características de escala y jerarquía de las mismas. De esta manera la clara identificación de la pregunta que se desea responder, permite delimitar los componentes y propiedades que necesitan ser considerados del sistema objeto de la modelación. Así mismo, permite orientar los procesos de selección, acopio y análisis de información existente, los cuales deben considerar además tres dimensiones básicas del sistema: el tiempo, el espacio y la estructura.

El tiempo se refiere tanto a escala como a velocidad, pues hay procesos tan rápidos que podrían ser considerados en equilibrio y procesos tan lentos que podrían ser considerados constantes. El espacio se refiere a características como: nivel en la escala jerárquica, tamaño y extensión del sistema, resolución espacial y desarrollo a través del espacio. La estructura se refiere a la importancia relativa de los elementos, al grado de conocimiento necesario de cada uno y al tipo de interacción entre ellos.

La principal utilidad de los modelos entonces, es la organización y priorización de los elementos clave o fundamentales del sistema que se pretende entender. El poder predictivo de cualquier modelo por refinado que sea, es limitado, toda vez que solo representa parte de la realidad. Dicho poder predictivo no obstante, puede mejorar en la medida que las variables



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



seleccionadas sean adecuadas y que los parámetros del modelo sean lo más cercano a la realidad.

Los parámetros son los valores atribuidos a los elementos del sistema que hacen parte de las expresiones matemáticas. La adecuada selección de parámetros permite mejores ajustes del modelo, procedimiento denominado calibración. La calibración tiende a ser un proceso largo que depende de la disponibilidad de información adecuada.

Si el modelo cumple con las expectativas, se puede empezar a utilizar como herramienta de pronóstico, explorando algunas condiciones que no han ocurrido en el sistema real y haciendo estimaciones de su comportamiento en diferentes escenarios. Sin embargo, siempre es necesario corroborar que tan válido es el modelo. La corroboración depende de los objetivos del modelo, si fue construido para pronosticar el comportamiento particular de un sistema o para conocer el funcionamiento general de este.

El modelo aquí presentado, es un modelo teórico-conceptual de balance hídrico. Dicho modelo se ha traducido en un modelo dinámico ilustrativo de la calidad del modelo conceptual. Se utilizaron parámetros para el río Putumayo, el cual cuenta con información básica que permite verificar parcialmente la calibración del modelo.



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuenca Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



El uso de este modelo como herramienta de predicción y gestión, debe ser muy cauteloso, si bien a partir de variables simples y relativamente fáciles de medir, permite representar o modelar tendencias cercanas a la realidad, los parámetros aún deben ser mejorados para obtener mejores ajustes. Así mismo, es necesario hacer ejercicios de corroboración y verificación.

5.2.1 METODOLOGÍA

PARAMETRIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL MODELO

El modelo desarrollado comprende tres sub-modelos: el de balance hídrico, el de carga de DBO_5 y el de calidad del agua con una aproximación a partir de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO_5). El modelo de balance hídrico hace un balance de masas entre las entrada de agua al sistema vía precipitación y las salidas vía evapotranspiración, escorrentía superficial e infiltración subsuperficial. El balance entre la entrada por precipitación y la salida por evapotranspiración de las tres coberturas generalizadas generan el reservorio de agua superficial (Figura 139). Este reservorio tiene por su parte dos salidas, una vía escorrentía superficial y otra vía infiltración. Esta última salida alimenta el reservorio de agua del suelo y subterránea que tiene por su parte las salidas vía descarga 1 y descarga 2. Estas descargas subsuperficiales y la descarga vía escorrentía superficial son las entradas del



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuenca Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



reservorio “agua cauce” que ejemplifica el caudal de la zona hidrográfica del bajo Putumayo.

La precipitación, variable fundamental del modelo, se estimó con base en el promedio de la precipitación de las siete estaciones hidrometeorológicas que registran esta variable en la zona hidrográfica del Putumayo (Balsayaco, Picudo, Carrizal, San Francisco, El Encanto, Estrecho Marandua y Puerto Belén).

La cobertura vegetal es determinante de las dinámicas hidrológicas pues condiciona las tasas de evapotranspiración, el contenido de materia orgánica, la capacidad de campo y saturación, la porosidad y profundidad del suelo y en últimas inciden sobre la capacidad de retención de agua del suelo, las tasas de infiltración y los coeficientes de escorrentía (Williams y Melack, 1997; Martínez y Zinck, 2004; Sánchez-Núñez et al. 2015).



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co

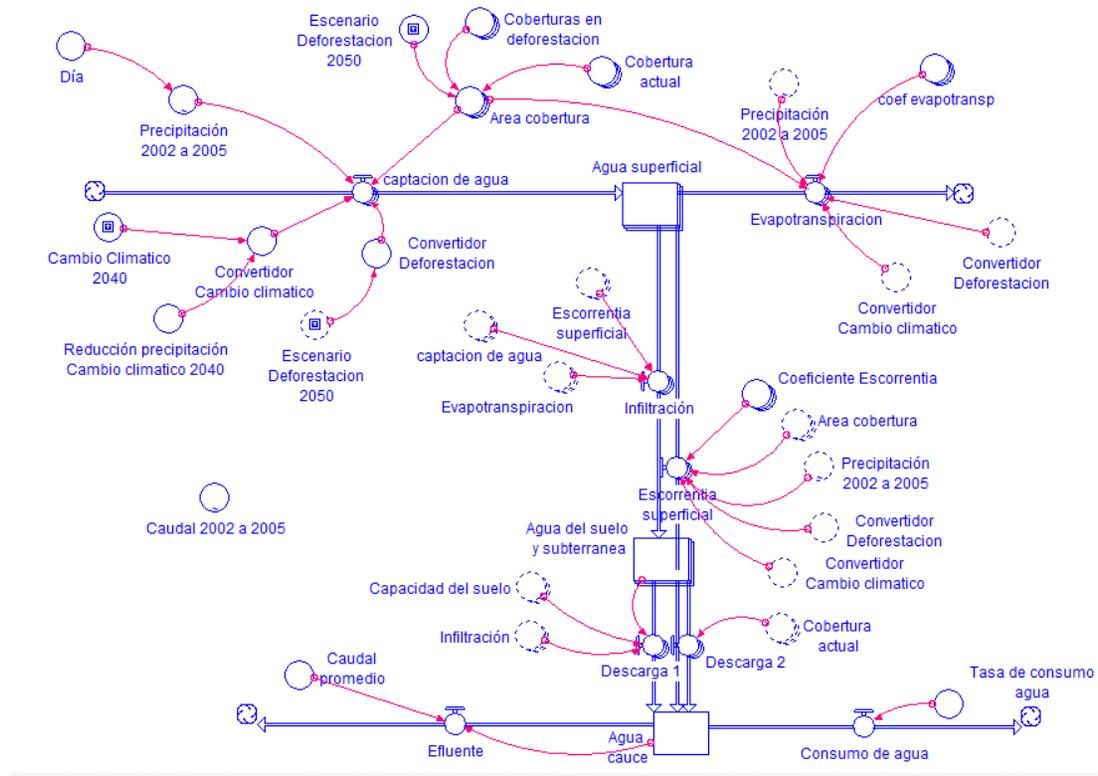


Figura 139. Sub-modelo de balance hídrico en la zona hidrográfica del Putumayo

El modelo consideró tres coberturas vegetales generalizadas que se generaron a partir de las coberturas CORINE land cover presentes en la zona hidrográfica (Tabla 60). Dichas coberturas ocupan en conjunto el 93% de la zona hidrográfica (SIG-SINCHI, 2016) y además son las más estudiadas en la cuenca Amazónica (Martínez y Zinck, 2004; Souza-Filho et al. 2015)

Tabla 60. Coberturas Corine Land Cover discriminadas como bosques conservados, bosques degradados o pastizales.

Bosques conservados	Bosques degradados	Pastizales
Bosque denso alto de tierra firme	Bosque fragmentado con pastos y cultivos	Mosaico de pastos con espacios naturales
Bosque denso bajo de tierra firme	Bosque fragmentado con vegetación secundaria	Pastos enmalezados
Bosque denso bajo inundable		Pastos limpios
Bosque de galería y ripario		
Bosque denso alto inundable heterogéneo		

El modelo de carga de DBO_5 y de calidad del agua parametrizan la descarga de DBO_5 en la cuenca hidrográfica y la concentración de la misma respectivamente. El modelo de DBO_5 tiene como parámetros el número de cabezas de ganado y habitantes presentes en la zona hidrográfica y la producción per-cápita de DBO_5 por habitante y cabeza de ganado (Tabla 61). El submodelo de calidad del agua por su parte, relacionó la carga de DBO_5

y el caudal en la cuenca baja para tener la concentración de DBO5 (Figura 140).

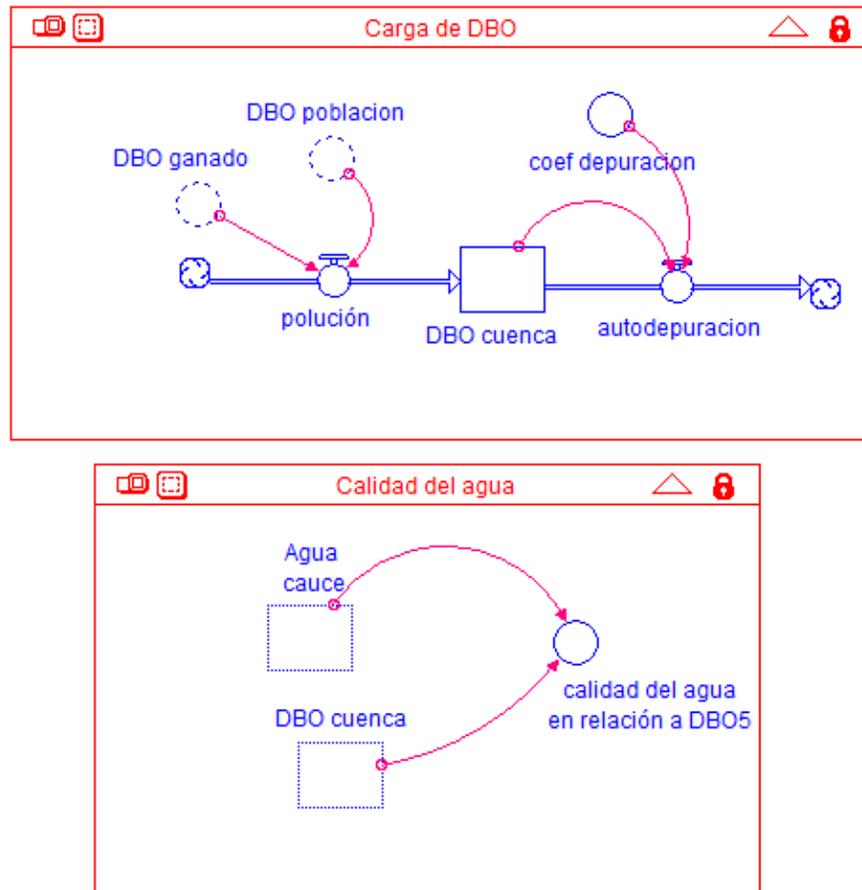


Figura 140. Sub-modelos de DBO en la cuenca y de calidad del agua

Para la dinamización de este modelo se utilizan variables hidrometeorológicas registradas en la zona hidrográfica del Putumayo (IDEAM, 2016; ANA, 2016) y variables de suelos y balance hídrico de estudios Brasileños (Lean y Rowntree, 1996; Williams y Melack, 1997; Moraes et al.

2006) y de Colombia (Martínez y Zink, 2004) (Tabla 61). El modelo desarrollado fue evaluado con el programa STELLA versión 8.0.

Tabla 61. Variables del modelo, unidades y fuentes.

Variable	Unidades	Fuente
Submodelo balance hídrico		
Precipitación 2003-2005	mm/día	IDEAM, 2016
Área coberturas de la tierra CORINE land cover	m ² /zona hidrográfica	SIG-SINCHI, 2016
Porcentaje de cobertura	%	SIG SINCHI, 2016
Coefficientes de evapotranspiración por tipo de cobertura	%	Williams y Melack, 1997
Evapotranspiración	m ³ /hora	Simulado
Coefficientes de escorrentía superficial por tipo de cobertura	%	Williams y Melack, 1997; Moraes et al., 2006
Escorrentía superficial	m ³ /hora	Simulado
Infiltración	m ³ /hora	Simulado
Porosidad del suelo por tipo de cobertura	%	Martínez y Zink, 2004
Profundidad del suelo por tipo de cobertura	M	Lean y Rowntree, 1996
Capacidad del suelo por tipo de cobertura	m ³	Simulado
Descargas	m ³ /hora	Simulado
Caudal promedio cuenca baja	m ³ /hora	ANA (Agencia Nacional de Aguas de Brasil)
Submodelo de carga de DBO₅		
Tasa de consumo de agua	m ³ /hora	IDEAM, 2015
Cabezas de ganado	No	Estimado a partir de IDEAM, 2015
Producción per cápita de DBO ₅	g/hora/habitante	CIDTA, 2005; Lozano-Rivas, 2012
Producción per cápita de DBO ₅	g/hora/cabeza de ganado	CIDTA, 2005; Lozano-Rivas, 2012

Población Putumayo	individuos	DANE, 2016
Tasa de crecimiento poblacional	individuos/día	Estimada a partir del DANE, 2016
DBO ₅ sector domestico	g/hora	Simulado
DBO ₅ sector pecuario	g/hora	Simulado
Carga de DBO ₅	g/hora	Simulado
Submodelo de calidad del agua		
Calidad del agua en relación a DBO ₅	g/m ³	Simulado

SUPUESTOS DEL MODELO

El modelo supone que la precipitación es uniforme a través de la zona hidrográfica; sin embargo, la precipitación es variable en una zona hidrográfica de la extensión de la del Putumayo y como en la mayoría de zonas hidrográficas amazónicas (Carmona, 2016). Así mismo, el modelo supone que las únicas coberturas del suelo son bosques conservados, bosques degradados y pastizales.

Esta simplificación de las coberturas comprende el 93% del área ocupada por la zona hidrográfica del Putumayo. Un patrón similar se presenta en las demás zonas hidrográficas por lo que la generalización de las coberturas descritas representa las principales dinámicas hídricas asociadas a las coberturas presentes en el Amazonas. En ese sentido, el modelo también supone que el área de la zona hidrográfica del Putumayo es 7% menor al real.



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



La parametrización de los procesos hidrológicos asociados a las coberturas generalizadas como la evapotranspiración y la escorrentía tuvo como base estudios de balance hídrico de la amazonia central (Williams y Melack, 1997) y oriental brasilera (Moraes et al. 2006) y por lo tanto el modelo supone que esos procesos hídricos operan de manera similar a la zona hidrográfica del Putumayo.

El modelo también asume que la profundidad del suelo promedio estimada por Lean y Rowntree (1996) para las coberturas de boscosas y de pastizal aplican para la zona hidrográfica del Putumayo y que la profundidad del suelo de un bosque degradado se encuentra en un punto intermedio entre la profundidad de una cobertura boscosa y un pastizal.

Esta última suposición está basada en la mayor productividad y aportes de materia orgánica tanto por encima como por debajo del suelo que se esperan a mayor cobertura arbórea (Schmidt et al. 2011).

Así mismo, la oxidación de la materia orgánica edáfica está directamente relacionada con la temperatura que es menor a mayor cobertura arbórea gracias al microclima generado (Conant et al. 2011). De manera similar, la porosidad del suelo de la cobertura de bosque degradado se asumió como un valor intermedio entre la porosidad de un bosque y un pastizal.



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



La porosidad del suelo está directamente relacionada con el contenido de materia orgánica (Sánchez-Núñez et al. 2015) y como se explicó anteriormente esta variable depende de la cobertura arbórea, lo que justifica la adopción de este supuesto.

5.2.2 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

CALIBRACIÓN DEL MODELO

Para evaluar el modelo generado se usaron los datos de caudal de la estación hidrometeorológica Ipiranga Novo de la Agencia Nacional de Aguas de Brasil perteneciente a la cuenca baja de la zona hidrográfica del Putumayo.

La estación hidroclimática de Tarapacá del IDEAM no pudo ser utilizada pues no tiene registros del caudal entre los años 2002 a 2005. Tres medidas se llevaron a cabo para mejorar el ajuste del modelo (i) se calculó el caudal promedio entre los años 2002 a 2005 para simular el efluente o salida del reservorio de agua del cauce (caudal simulado); (ii) se calculó la diferencia entre los picos de caudal simulado y observado para ajustar el tiempo de ruta, o el tiempo que toma al agua infiltrada alcanzar el punto de observación en Ipiranga Novo.



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co

El retraso calculado fue de 21 días; por último (iii) se calculó el caudal mínimo promedio entre los años 2002 a 2005 como aproximación al flujo de base mínimo que recibe la cuenca baja. Con dichas medidas de calibración el ajuste del modelo a los datos reales de caudal fue del 76% (Figura 141).

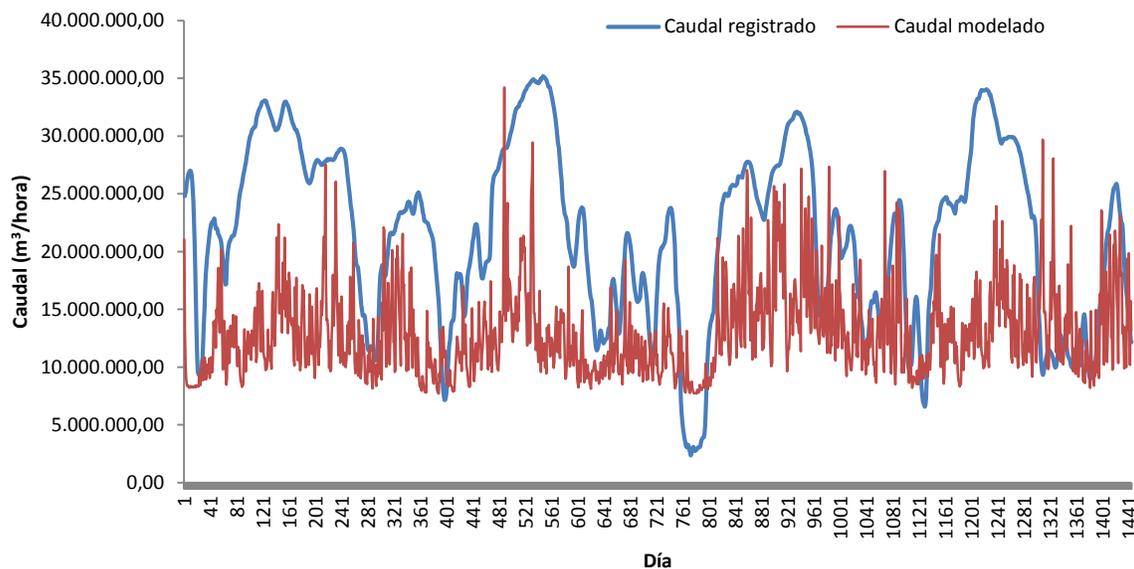


Figura 141. Caudal registrado en la estación Ipiranga Novo de la Agencia Nacional de Aguas de Brasil y caudal modelado entre los años 2002 a 2005

ESCENARIOS HIPOTÉTICOS

Con el propósito de ilustrar el alcance que puede tener un modelo de balance hídrico se simuló el comportamiento del caudal bajo dos escenarios: (i)



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



reducción de las precipitación en 10.4% en la zona hidrográfica para el año 2040 y (ii) reducción de la precipitación en 5% con una deforestación del 20% para el año 2050.

El primer escenario está basado en las predicciones departamentales de cambio de las precipitaciones a nivel departamental realizadas por el IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCELLERÍA (2015).

El segundo escenario, conservador en cuanto a la tasa de deforestación, considera una disminución del 5% de la precipitación con un 18% de deforestación de la zona hidrográfica del Putumayo (Japurá) para el 2050 (Coe et al. 2009).

Al correr los escenarios, el modelo sugiere una reducción de 3% del caudal diario registrado en la cuenca a pesar de que la disminución de la precipitación acumulada es del 23% (Figura 142).

Esto obedece a que la disminución de la precipitación es contrarrestada por una disminución de la evapotranspiración de la cobertura de pastizal en relación con la de pastizal y a un aumento de la escorrentía superficial por parte de la cobertura de pastizal como ha sido señalado por diferentes autores para la región Amazónica (Coe et al. 2009; Souza-Filho et al. 2016). Cabe señalar que los escenarios modelados tienen un nivel alto de incertidumbre pues no consideran datos reales locales de suelos y balance



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co

hídrico. Por lo tanto, los resultados de las simulaciones muestran el alcance que puede tener un modelo dinámico pero no deben considerarse como predicciones ajustadas.

Más que los valores de reducción del caudal, el modelo muestra una tendencia de disminución del caudal promedio con el cambio climático y la deforestación como han señalado diferentes autores (Coe et al. 2009; Lima et al. 2014).

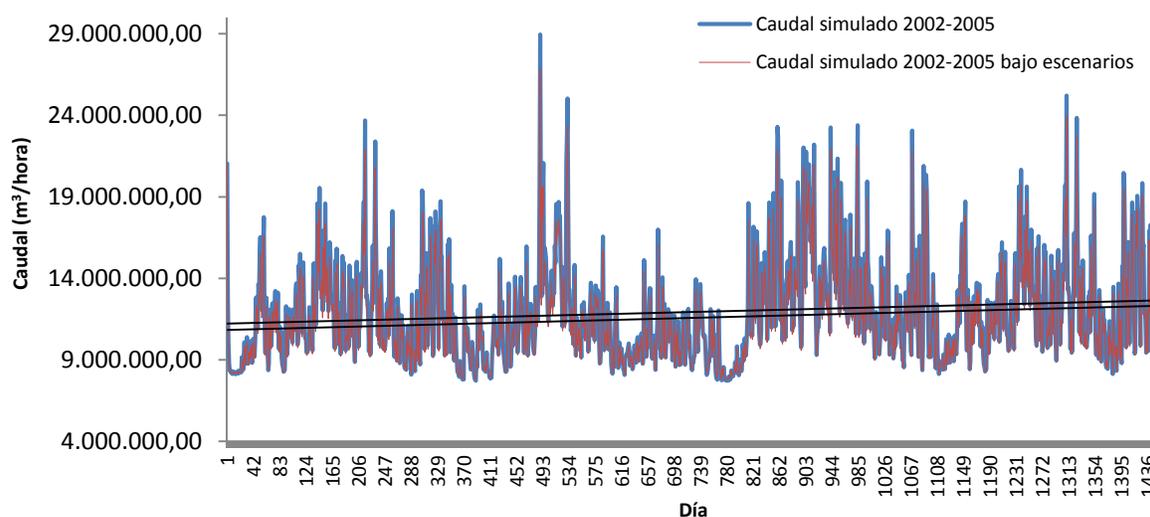


Figura 142. Simulación del caudal de la zona hidrográfica del Putumayo para los años 2002 a 2005 y bajo escenarios de cambio climático y deforestación para los años 2002 y 2005



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



5.2.3 CONCLUSIONES

El modelo generado es una aproximación a un modelo integrado de gestión del recurso hídrico que considera elementos de balance hídrico representado por el caudal de la cuenca baja de zona hidrográfica del Putumayo, de calidad del agua a través de la demanda bioquímica de oxígeno y de riesgo al evaluar los cambios del caudal que podría generar escenarios de cambio climático y deforestación. Bajo dichos escenarios de reducción de la precipitación por cambio climático al 2040 y deforestación al 2050 se aprecia una tendencia de disminución del caudal de la cuenca baja como ha sido señalado a su vez en la literatura (Coe et al. 2009).

5.2.4 RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar caracterizaciones edáficas detalladas en la cuenca Amazónica Colombiana que incorporen variables como el contenido de materia orgánica, la capacidad de campo y saturación, la porosidad, la profundidad del suelo, la conductividad hidráulica y las tasas de infiltración y permitan la generación de modelos de balance hídrico ajustados a las condiciones locales.

Con el mismo propósito, generar balances hídricos en las principales unidades de suelo y coberturas vegetales amazónicas que caractericen los



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



coeficientes de evapotranspiración y de escorrentía superficial y subsuperficial.

Incrementar el número de estaciones hidrometeorológicas en la cuenca Amazónica que permitan realizar modelaciones de gestión integral del recurso hídrico a nivel de subzona hidrográfica. En ese mismo sentido, el caudal diario es una variable hídrica clave pues permite calibrar los modelos de balance hídrico y conocer su grado de ajuste.

Priorizar el desarrollo de modelos de gestión integral en áreas de mayor concentración demográfica que presenten conflictos en el uso del suelo o conflictos en el aprovechamiento de servicios ecosistémicos.

5.3 CAPACITACIÓN AL PERSONAL DE MADS

Como se estableció en el convenio 351/15 suscrito entre el MADS y el Instituto SINCHI, se realizó la capacitación del modelo teórico a dos funcionarios del MADS, en donde se explicó el modelo, principios a seguir del proceso, la definición de las diferentes variables a utilizar en el Balance hídrico, calidad de Agua y gobernanza, además el funcionamiento del modelo y sus alcances (Figura 143).



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co





Figura 143. Presentación desarrollada para la capacitación del modelo sistémico teórico desarrollado para la Amazonia colombiana.

A la capacitación asistieron ocho personas, dos funcionarias de MADS, Sra. Linda Irene Gómez, supervisora del Convenio y la Sra. Martha Cristina Barragan; personal de la universidad Nacional Profesor José Ernesto Mancera y David Sánchez, y cuatro del Instituto SINCHI, Brigitte Manrique, William López, Juan Carlos Alonso, y Luis Carlos Peña. En donde los participantes pudieron aportar comentarios a la propuesta de modelo a implementar en la Amazonia Colombiana. (Anexo digital 4, *ver archivo magnético*).



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGI RH) -SINCHI



6 CONCEPTO DE RIESGO, RELACIONADO CON EL MANEJO Y GESTIÓN DE RECURSOS HÍDRICOS, Y SU APLICACIÓN EN LA AMAZONIA COLOMBIANA

Según la Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico - PGI RH (MAVDT, 2010), el riesgo está relacionado con el manejo y gestión del déficit y del exceso de agua, asociado a la gestión de las cuencas hidrográficas deterioradas, a la pertinencia de los proyectos hidráulicos con el conocimiento de la variabilidad climática e hidrológica del país, al crecimiento no planificado de la demanda sobre una oferta neta limitada, a conflictos por el uso del agua y, a las deficientes e inadecuadas acciones para la gestión del riesgo por eventos socio-naturales que aumentan la vulnerabilidad del recurso; vulnerabilidad relacionada con la vulnerabilidad de los sistemas hídricos para conservar y mantener la capacidad hidrológica actual ante posibles alteraciones climáticas y a la vulnerabilidad de los sistemas de abastecimiento y distribución frente a la reducción de la oferta y disponibilidad del agua.

El MAVDT (2010) reporta que el déficit de agua genera problemas de disponibilidad, desabastecimiento y racionamiento de agua con sus consecuentes efectos sobre la calidad de vida de la población y sus



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuenca Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



actividades económicas. La disponibilidad relacionada con abastecimiento de agua potable para la población, para la agricultura y la industria, y los excesos de agua relacionados con inundaciones, avenidas torrenciales y/o deslizamientos que afectan la oferta hídrica al contaminar con sedimentos las fuentes de agua, generando en algunos casos la destrucción de los sistemas de abastecimiento y distribución; así como impactos directos a la disponibilidad, continuidad y calidad del agua a suministrar, además de los costos económicos que implican las pérdidas de agua, las obras de recuperación, rehabilitación y reconstrucción de los sistemas.

En cuanto a la gestión de recursos hídricos en el país, la PGIRH, reporta que los riesgos asociados al recurso hídrico corresponden a:

- Riesgo por desabastecimiento⁸ de agua para el consumo humano, actividades productivas y conservación de ecosistemas.
- Riesgo por sequía y desertificación para las actividades agropecuarias, y
- Riesgo por contaminación hídrica para la población y los ecosistemas.

⁸ En la clasificación de desastres el desabastecimiento y la sequía son considerados eventos de tercer orden, porque para que se presenten, requieren del desencadenamiento o combinación de eventos previos como las avenidas torrenciales, deslizamientos, inundaciones y la erosión, que a su vez se originan por condiciones extremas de precipitación y temperatura. Pero también se pueden deber sólo a los eventos extremos de la variación climática y/o hidrológica.



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



6.1 RIESGOS FRENTE A CANTIDAD Y CALIDAD DE RECURSO HÍDRICO AMAZÓNICO

A diferencia de otras regiones del País, en la Amazonia hay tipos determinados de aguas que desde los años 1950´s fueron definidos como Aguas Blancas (Sedimentarias, originadas en los andes y con la mayor riqueza de nutrientes en la cuenca), Negras (aguas de selva, con altos contenidos de taninos que le dan su coloración ocre, ácidos fúlvicos y húmicos y pH que fluctúa desde 2 a 5,5) ambas existentes en Colombia, y un tercer tipo Aguas Claras que son originadas en el escudo central Brasileiro (Pobres y transparentes) (Sioli 1957).

Esta radical diferencia en las aguas amazónica genera una particular limitación al uso de las aguas superficiales amazónicas, pues en Colombia más del 60 % de los sistemas son del tipo Agua Negra (Sinchi 2014), que son inviables para usos humanos salvo el de transporte, y cuyo mayor y excepcional valor esta en los servicios ecosistémicos asociados a su biodiversidad, entre ellos de especies emblemáticas como los delfines rosados.

Los datos registrados en el Estudio Nacional del Agua – ENA (MADS, 2014), muestran que la macrocuena del Amazonas, al parecer, no presenta problemas de desabastecimiento según el índice de vulnerabilidad al desabastecimiento hídrico (indicador que mide el grado de fragilidad del



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



sistema hídrico para mantener una oferta en el abastecimiento de agua, que ante amenazas –como periodos largos de estiaje o eventos como el fenómeno cálido del Pacífico (El Niño)–podría generar riesgos de desabastecimiento). Las áreas hidrográficas más críticas serían la macrocuena Magdalena Cauca y el Caribe, mientras las áreas de la macrocuena Pacífico y Amazonas no presentarían condiciones de criticidad pues en ellas la demanda hídrica es reducida; sin embargo, hay que tener cuidado con datos de demanda presentados en éste estudio, ya que en algunos casos no se cuenta con información de sectores productivos presentes en la macrocuena del Amazonas como ya se presentó anteriormente (*para más detalle ver aspectos hidrológicos*).

Por lo anterior, se evidencia que las dificultades en la macrocuena no serían de disponibilidad por cantidad de agua sino por calidad del recurso. Índices como el índice de Riesgo de la Calidad del Agua para Consumo Humano – IRCA (INS, 2013), que es el grado de riesgo de ocurrencia de enfermedades relacionadas con el no cumplimiento de las características físicas, químicas y microbiológicas del agua para consumo humano según la Resolución 2115 de 2007, calculado a partir del análisis de diferentes parámetros medidos en muestras de agua de consumo, tomadas en los puntos de la red de distribución de agua de los prestadores del servicio de acueducto de cada municipio de Colombia, muestra que la macrocuena del Amazonas está en riesgo alto, lo cual debe ser un tema a gestionar en la Amazonia colombiana, y se relaciona con los datos aportados por el índice de necesidades básicas



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



insatisfechas - NBI (DANE, 2011), el cual presenta las dificultades que enfrenta la macrocuena en cuanto a cubrimiento de la población amazónica en saneamiento básico (*para más detalle ver aspectos hidrológicos y socio-económicos*).

Además de los riesgos asociados a calidad del agua identificados con el IRCA, es importante resaltar que pueden existir otros riesgos asociados a contaminación, y que con la información oficial hasta el momento analizada para el plan estratégico no se evidencia; como puede ser el caso de la contaminación por derrame de hidrocarburos y minería, que ha generado enormes pérdidas ambientales, económicas y sociales a nivel nacional, como lo expresa la misma PGIRH, y que se debe registrar, evaluar y articular con el “Plan Nacional de Contingencia contra Derrames de Hidrocarburos, Derivados y Sustancias Nocivas”, el cual es una herramienta del Sistema Nacional para la Prevención y Atención de Desastres –SNPAD, y con herramientas como el Plan Único de Mercurio, Registro de Uso de Mercurio, Ley Mercurio y convenios como el de MINATA, al que Colombia adoptó en el 2013, y que se encuentra en proceso de ratificación (MADS, 2015)

Así mismo existen varias amenazas de contaminación y agotamiento de las aguas subterráneas, y algunas de ellas están asociadas a los núcleos urbanos y a zonas de actividad agrícola e industrial en el país, la cual también debe ser registrada, analizada y evaluada para los acuíferos presentes en la Amazonia colombiana.



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



Por otro lado, las Inundaciones y remoción en masa son consideradas como riesgos. En el país se ha avanzado en la elaboración de estudios a nivel nacional de susceptibilidad y amenaza por remoción en masa (deslizamientos), inundaciones e incendios forestales, y de avenidas torrenciales o avalanchas en áreas específicas (IDEAM, Subdirección de Hidrología, 2009). Los estudios de amenaza por deslizamiento, inundación y avalanchas incluyen el agua como agente detonante principal, que a su vez responde al comportamiento hídrico de la cuenca. Es por eso que el equilibrio y/o deterioro de la cuenca hidrográfica está marcado por el grado de influencia de estos fenómenos que afectan la oferta hídrica (MAVDT, 2010).

6.2 RIESGOS FRENTE A FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA

De acuerdo con el mapa de distribución espacial de los movimientos en masa reportados para el período 2001 - 2011, realizado por IDEAM, la región Andina es la más afectada por deslizamientos, y en la macrocuena del Amazonas no se reportan deslizamientos en gran parte de su territorio, a excepción de los departamentos del Putumayo y Caquetá que presentan un porcentaje de 0 a 1% de frecuencia de eventos; como también se reporta en el documento de la PGIRH (Anexo 1).



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



6.3 RIESGOS FRENTE A INUNDACIONES

En cuanto a las anomalías en la oferta hídrica superficial, asociada a los aumentos de caudal medio (eventos que podrían poner en riesgo de inundación a una población), el ENA (MADS, 2014) reporta que la Orinoquia y la Amazonia son las áreas menos afectadas por el aumento de caudales dados eventos extremos altos en el país. En la Amazonia, éstos eventos de inundación o aumentos de caudal hacen parte de las dinámicas socio-económicas regionales; por lo tanto no serían consideradas como un riesgo, ya que las poblaciones y sus actividades económicas están adaptadas a dichos eventos, lo cual se corrobora con los resultados obtenidos en la evaluación de áreas afectadas por inundaciones 2010 – 2011, donde luego de interpretar imágenes satelitales de seis fechas, el único departamento reportado como afectado dentro de la macrocuena del Amazonas, de 25 departamentos afectados en el país al 6 de junio de 2011, es el Caquetá; en el cual se reportó un total de 3 municipios afectados, en un área de 248 ha (IGAC et al., 2011) (Anexo 2).



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



6.4 RIESGOS FRENTE A INCENDIOS

Otro de los riesgos que se evalúa en la Amazonia colombiana son los incendios como factores principales que contribuyen a la deforestación y degradación de los bosques, fenómeno altamente correlacionado con el clima y diversas presiones antrópicas, y que pueden afectar el recurso hídrico. La zonificación de riesgos a incendios de la cobertura vegetal, realizada por el IDEAM en el 2010, muestra que el piedemonte amazónico, en la zona alta de los departamentos de Putumayo y Caquetá presenta un alto riesgo (Anexo 3)

Así mismo, El Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas – SINCHI, a través del Sistema de Información Ambiental Territorial de la Amazonia Colombiana (SIATAC) está monitoreando los puntos de fuegos activos que reporta el sensor MODIS para la región amazónica colombiana mensualmente, ejercicio realizado con el apoyo económico de la OTCA (Organización para el tratado de Cooperación Amazónica), el cual presentará estadísticas y mapas de distribución mensuales para la región en Colombia (SINCHI, 2016).

6.5 RIESGOS FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO

Cuando se habla de riesgos también se debe tener en cuenta los escenarios de cambio climático, ya que como lo expresa el documento de Nuevos



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



escenarios de cambio climático para Colombia 2011 - 2100 (IDEAM et al., 2015), “*un cambio en la temperatura media del planeta implica un cambio profundo y severo en todo un sistema (en este caso la Tierra) que ya venía trabajando calibrado de acuerdo a unas condiciones climáticas*”. Estos nuevos escenarios ponen de manifiesto que el derretimiento de los nevados o la transformación de los páramos y bosques de niebla del país debido al cambio climático, afectan de manera directa el abastecimiento futuro de agua de ciudades y poblados; y que del buen estado de conservación que tengan las selvas del Amazonas y Chocó Biogeográfica, dependerá el clima de la región Andina, que concentra las más grandes dinámicas sociales y económicas del país.

Para el caso de la Amazonia colombiana, por departamento se muestran en el Anexo 4



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



7 INFORMACIÓN POLÍTICA Y NORMATIVA NECESARIA PARA CONSTRUIR EL ANÁLISIS CRÍTICO PARA EL PEMA.

Este capítulo presenta la recopilación de la información necesaria para realizar un análisis legal crítico para el Plan Estratégico de la Cuenca Amazónica con fundamento en la Política Nacional para la Gestión Integrada del Recurso Hídrico (PNGIRH) y la normatividad pertinente que se encuentra vigente, con el fin de evidenciar que el análisis estratégico desarrollado efectivamente permite la concertación del modelo de planificación y suministra las bases de los lineamientos y directrices para la gestión integral del agua y de los demás recursos naturales, de conformidad con lo ordenado por el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible. D. 1076 de 1015, artículos 2.2.3.1.1.1 al 2.2.3.1.13.1.

7.1 NORMATIVIDAD APLICABLE.

A continuación se presenta el resultado de una serie de actividades que han permitido recopilar y organizar normatividad vigente. Cada uno de los puntos que a continuación se presentan, permitirán al lector conocer la base



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



normativa, organizada conforme a su nivel de jerarquía al interior del ordenamiento jurídico colombiano.

7.1.1 **NORMATIVIDAD INTERNACIONAL**

El derecho internacional es una rama del ordenamiento jurídico que regula el comportamiento de los sujetos de derecho internacional. En materia de recursos hídricos no son pocas las normas que han procurado ordenar el manejo de los recursos hídricos transfronterizos, procurando que los estados que comparten las cuencas puedan administrarlas de manera armónica, evitando principalmente la generación de conflictos. Doctrinalmente esta especialidad jurídica se ha definido así: “El derecho internacional de los recursos hídricos o derecho internacional de los ríos, para excluir el derecho del mar, es una rama del derecho internacional público que regula las relaciones entre estados, o entre estados y organizaciones internacionales, en materia de aguas” (Caponera, 2014)

Para el caso de la cuenca amazónica, la región cuenta con el Tratado de la Cuenca Amazónica (TCA) el cual identifica una serie de esfuerzos y acciones conjuntas que pretenden promover el desarrollo armónico de los territorios amazónicos, la preservación del medio ambiente, la conservación y utilización racional de los recursos naturales (art. 1. TCA).



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co

El TCA es la norma base en la materia y a la fecha ha sido objeto de diferentes Protocolos de Enmienda y Acuerdos, paralelamente se han realizado pronunciamientos de los Presidentes de los países amazónicos frente al TCA. Los Textos completos de las normas que a continuación relaciono así como las declaraciones se relacionan encuentran en el *Anexo Digital 5*.

Igualmente en este marco jurídico internacional deben tenerse en cuenta los diferentes Acuerdos bilaterales que Colombia ha firmado con algunos de sus vecinos amazónicos, los cuales también se identifican a Continuación (Tabla 62).

Tabla 62. Normatividad Internacional Amazónica.

Tipo de norma	Título	Contenido	Descriptor-Restrictor	Anexo
ACUERDOS MULTILATERALES	Tratado de Cooperación Amazónica (1978)	Tratado Internacional suscrito por Bolivia, Brasil, Colombia, Ecuador, Guyana, Perú, Suriname y Venezuela para promover el desarrollo armónico de sus respectivos territorios amazónicos, de manera que esas acciones conjuntas produzcan resultados equitativos y mutuamente provechosos, así como para la preservación del medio ambiente y la conservación y utilización racional de los recursos naturales de esos territorios.	OTCA-Tratado Constitución	Tratado de Cooperación Amazónica

	<p>Protocolo de Enmienda (1998)</p>	<p>Protocolo de Enmienda al Tratado de Cooperación Amazónica mediante el cual se crea la Organización del Tratado de Cooperación Amazónica (OTCA), dotada de personalidad jurídica, siendo competente para celebrar acuerdos con las Partes Contratantes, con Estados no miembros y con otras organizaciones internacionales.</p>	<p>OTCA-Protocolo de Enmienda</p>	<p>Protocolo de Enmienda</p>
--	-------------------------------------	---	-----------------------------------	------------------------------

Paralelo a estos instrumentos de carácter vinculante, en el marco de las relaciones interestatales se han desarrollado una serie de Declaraciones que procuran identificar una serie de principios fundamentales que han tenido diversos objetivos particulares como por ejemplo realizar reflexiones conjuntas sobre los intereses comunes en la región amazónica, examinar los temas de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, o sentar su posición frente a fenómenos como el cambio climático entre otros temas. Se relacionan a continuación dichas Declaraciones (Tabla 63). El archivo digital de estos instrumentos se encuentra en *Anexo Digital 5*.

Tabla 63. Declaraciones de Jefes de Estado OTCA.

Tipo de norma	Título	Contenido	Descriptor-Restrictor	Anexo
Declaración	Declaración de los Jefes de Estado de la OTCA (1989)	Los presidentes de los países miembros del Tratado de Cooperación Amazónica, reunidos en Manaus el día 6 de mayo de 1989 con el propósito de realizar una reflexión conjunta sobre sus intereses comunes en la región amazónica y, en particular, sobre el futuro de la cooperación para el desarrollo y la protección del rico patrimonio de sus respectivos territorios amazónicos, reconocen que la defensa del medio ambiente requiere del estudio de medidas, bilaterales y regionales, para prevenir accidentes contaminantes y atender sus consecuencias.	OTCA-Declaraciones	Declaración de los Jefes de Estado de la OTCA (1989)
	Declaración de los Jefes de Estado de la OTCA (1992)	Los Presidentes de los Países Amazónicos, reunidos en Manaus en los días 10 y 11 de febrero de 1992, con el propósito de examinar los temas de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, en el Capítulo V abordan la problemática de los RECURSOS HÍDRICOS donde se destacan, especialmente, en este sentido, las medidas adoptadas a nivel nacional y regional para el ordenamiento, la conservación y la gestión integrada de las cuencas hidrográficas.	OTCA-Declaraciones	Declaración de los Jefes de Estado de la OTCA (1992)
	Declaración de los Jefes de Estado de la OTCA (2009)	Los Jefes de Estado de los Países Miembros de la Organización del Tratado de Cooperación Amazónica (OTCA), en oportunidad de su reunión previa a la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático, realizada en la capital del Estado de Amazonas, Manaus, el día 26 de noviembre de 2009: Afirmando su determinación de impulsar la consolidación de áreas de interés común de cooperación entre los Estados Miembros de la OTCA, como un aporte al fortalecimiento de la unidad suramericana, en ejercicio del pleno respeto a la soberanía. Reconociendo que es prioritario el desarrollo sostenible de la Amazonia, a través de una administración integral, participativa, compartida y equitativa, como forma de dar una respuesta autónoma y soberana a los desafíos ambientales actuales, teniendo en cuenta los efectos de la crisis financiera internacional.	OTCA-Declaraciones	Declaración de los Jefes de Estado de la OTCA (2009).

Finalmente hacen parte de la normatividad de la Organización del Tratado de Cooperación Amazónica – OTCA, una serie de Actas, Declaraciones y Resoluciones de las reuniones de Ministros de Relaciones Exteriores de los

países miembros de la OTCA en las que se toman determinaciones de tipo administrativo, se protocolizan las reuniones, se instalan y constituyen comisiones, etc. Estos documentos se compilan en el texto titulado “Base Jurídica del Tratado de Cooperación Amazónica”, el cual hace parte del *Anexo Digital 5*, y el cual por su extensión no se relaciona en el presente informe.

Finalmente, hacen parte del marco internacional aplicable a la Amazonía, los tratados o acuerdos bilaterales que Colombia ha suscrito con sus vecinos amazónicos (Tabla 64), y que detallan una serie de condiciones bajo las cuales deben desarrollarse las actividades en las zonas de frontera cuyo alcance se ha definido en los textos de las normas que se refieren a continuación y cuyo texto completo se encuentra en el *Anexo Digital 5*. Estos Acuerdos se adoptan por Colombia a través de leyes que deben ser objeto de control constitucional de conformidad con lo determinado por los artículos 224 y 241 de la Constitución⁹.

Tabla 64. Tratados y Acuerdos Bilaterales

Tipo de instrumento	Título	Contenido	Descriptor-Restrictor	Anexo
ACUERDO BILATERAL	Acuerdo para la Conservación de la Flora y Fauna de los Territorios Amazónicos de la República Amazónicas de la República de Colombia y de la	Acuerdo para la Conservación de la Flora y Fauna de los Territorios Amazónicos de la República Amazónicas de la República Federativa del Brasil.	COOPERACIÓN INTERNACIONAL- Zonas transfronterizas Brasil	Ley 5 de 1976

⁹ Se relacionan en esta tabla algunos de los Acuerdos binacionales acordados, no obstante debe tenerse en cuenta la existencia de otros instrumentos normativos que regulan materias aduaneras, de sanidad animal, etc.

	República Federativa del Brasil (1973)			
	Acuerdo para la Conservación de la Flora y Fauna de los Territorios Amazónicos de la República Amazónicas de la República de Colombia y de la República Peruana (1979)	Se adopta el Acuerdo para la Conservación de la Flora y Fauna de los Territorios Amazónicos de la República de Colombia y de la República Peruana	COOPERACIÓN INTERNACIONAL- Zonas transfronterizas Perú	Ley 30 de 1980
	Tratado de Cooperación Amazónica entre la República de Colombia y la República Peruana	Manejo y uso racional de los recursos Hídricos transfronterizos	COOPERACIÓN INTERNACIONAL - Zonas transfronterizas Perú	LEY 20 DE 1981. Promulgada por el DECRETO 768 DE 1988
	Acuerdo de Cooperación Amazónica entre el Gobierno de la Republica de Colombia y el Gobierno de la República Federativa del Brasil	emprender * dinámica cooperación para la realización de * conjuntas y para el intercambio de sus * nacionales en materia de desarrollo * y de investigación científica y tecnológica adaptada a la Región Amazónica, con miras * el desarrollo armónico de sus respectivos territorios amazónicos, en beneficio de sus nacionales y preservando adecuadamente la ecología de la zona.	COOPERACIÓN INTERNACIONAL - Zonas transfronterizas Brasil	LEY 106 DE 1985
	Acuerdo para el Plan de ordenamiento y Desarrollo Sostenido de las Cuencas Binacionales Colombo-	Mediante el cual acuerdan efectuar los estudios necesarios para contar con un Plan de ordenamiento y Desarrollo Sostenido de las Cuencas Binacionales Colombo-Ecuatorianas de los Ríos Mira y Mataje y se	COOPERACIÓN INTERNACIONAL- Zonas transfronterizas Ecuador	

	Ecuatorianas de los Ríos Mira y Mataje (1990).	crea la Comisión Técnica Binacional		
	Acuerdo para el Saneamiento y control de la Contaminación de la Cuenca hidrográfica binacional Colombo Ecuatoriana Carchi Guaytara (1990).	Mediante el cual acuerdan Asignar la más alta prioridad a las acciones necesarias para el saneamiento y control de la Contaminación de la Cuenca hidrográfica binacional Colombo Ecuatoriana Carchi Guaytara y se crea un Comité Binacional para ello.	COOPERACIÓN INTERNACIONAL- Zonas transfronterizas Ecuador	Acuerdo para el Saneamiento y control de la Contaminación de la Cuenca hidrográfica binacional Colombo Ecuatoriana Carchi Guaytara (1990).

7.1.2 NORMATIVIDAD NACIONAL

La normatividad nacional está compuesta por normas de diversa jerarquía que deben tenerse en cuenta para el manejo y planificación de la macrocuena amazónica. En este punto se hará referencia a este marco normativo y se expondrá de acuerdo a su organización jerárquica (Tabla 65 - Tabla 68). El texto de las normas que se refieren se incluye en *Anexo Digital 5*.

Tabla 65. Normas constitucionales

Tipo de instrumento	Título	Contenido	Descriptor-Restrictor	Anexo
CONSTITUCIÓN POLÍTICA	Artículo 8	Es obligación del Estado y de las personas proteger las riquezas culturales y naturales de la Nación.	PROTECCIÓN AMBIENTAL- Obligación Constitucional	Constitución Política
	Artículo 80	El estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar el desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución.	PLANIFICACIÓN	Constitución Política
	Artículo 80	[...] Así mismo, cooperará con otras naciones en la protección de los ecosistemas situados en las zonas fronterizas.	COOPERACIÓN INTERNACIONAL- Zonas transfronterizas	Constitución Política
	Artículo 289	Por mandato de la ley, los departamentos y municipios ubicados en zonas fronterizas podrán adelantar directamente con la entidad territorial limítrofe del país vecino, de igual nivel, programas de cooperación e integración, dirigidos a fomentar el desarrollo comunitario, la prestación de servicios públicos y la preservación del ambiente.	COOPERACIÓN INTERNACIONAL- Zonas transfronterizas	Constitución Política
	Artículo 8	Es obligación del Estado y de las personas proteger las riquezas culturales y naturales de la Nación.	PROTECCIÓN AMBIENTAL- Obligación Constitucional	Constitución Política

La anterior base constitucional representa la mayor jerarquía normativa aplicable y por tanto sus elementos sustanciales deben informar los lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar

acuerdos con actores clave para el plan estratégico de la macrocuena del Amazonas.

Ahora bien, siguiendo un orden Keynesiano el elemento normativo que debe identificarse a continuación serían las leyes. En este punto debe recordarse que las normas de esta escala que adoptan tratados internacionales han sido referidas en el punto correspondiente, así que en este acápite solo se relacionaran aquellas pertinentes para el objeto general de esta descripción de marco legal.

Tabla 66. Leyes aplicables.

Tipo de instrumento	Título	Contenido	Descriptor-Restrictor	Anexo
LEYES	Decreto-Ley 2811 de 1974	Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente	<p>RECURSOS NATURALES RENOVABLES- Propiedad Uso</p> <p>AGUAS- dominio conservación preservación</p> <p>CUENCAS HIDROGRÁFICAS</p> <p>OBRAS HIDRÁULICAS</p>	<p>PROPIEDAD, USO E INFLUENCIA AMBIENTAL DE LOS RECURSOS NATURALES RENOVABLES DOMINIO AGUAS Y SUS CAUCES (Artículos 80-97)</p> <p>OBRAS HIDRÁULICAS (Artículos 119-131)</p> <p>USO, CONSERVACIÓN Y PRESERVACIÓN AGUAS (Artículos 132-133)</p> <p>ADMINISTRACIÓN DE LAS AGUAS Y SUS CAUCES (Artículos 155-162)</p> <p>CUENCAS HIDROGRÁFICAS</p>

				(Artículos 312-322)
	Ley 99 de 1993	Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones.	COMPETENCIAS	FUNCIONES DEL MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE - Ordenación Cuencas (Artículo 5 #12 Ley 99 de 1993) FUNCIONES DE LAS CORPORACIONES AUTÓNOMAS REGIONALES - Ordenación Cuencas (Artículo 31 #18-19 Ley 99 de 1993) COMISIONES CONJUNTAS (Parágrafo 3 Artículo 33 Ley 99 de 1993) UTILIDAD PÚBLICA DE ORDENACIÓN DE CUENCAS (Artículo 107 Ley 99 de 1993)
	Ley 1450 del 2011	Por la cual se expide el Plan Nacional de Desarrollo 2010-2014. COMISIONES CONJUNTAS (Parágrafo del Artículo 212 Ley 1450 de 2011) SOLIDARIDAD EN LA FINANCIACIÓN DE LOS PLANES DE ORDENACIÓN Y MANEJO DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS (Artículo 213 Ley 1450 del 2011) FUNCIONES DE LOS GRANDES CENTROS URBANOS Y LOS ESTABLECIMIENTOS PÚBLICOS AMBIENTALES- Ordenación Cuencas (Artículo 214 Ley 1450 del 2011) FUNCIONES DE LAS CORPORACIONES AUTÓNOMAS REGIONALES Y DE DESARROLLO SOSTENIBLE, DE LOS GRANDES CENTROS URBANOS Y DE LOS ESTABLECIMIENTOS PÚBLICOS	COMPETENCIAS	Ley 1450 del 2011

		AMBIENTALES EN GESTIÓN INTEGRAL DEL RECURSO HÍDRICO (Artículo 215 Ley 1450 del 2011)		
	Ley 1753 del 2015	Por la cual se expide el Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018. COMISIONES CONJUNTAS POMCA (Artículo 176 Ley 1753 del 2015)	COMPETENCIAS	Ley 1753 del 2015

Estas leyes han sido ampliamente reglamentadas, para el caso que nos ocupa tiene especial interés el D. 1640 de 2012, el cual fue compilado al interior del D. 1076 de 2015, decreto único reglamentario del sector ambiente.

Tabla 67. D. 1076 de 2015, artículos pertinentes.

Tema	Descriptor-Restrictor	Anexo
INSTRUMENTOS PARA LA PLANIFICACIÓN, ORDENACIÓN Y MANEJO DE LAS CUENCAS HIDROGRÁFICAS Y ACUÍFEROS	CUENCAS- Planificación ordenación ACUÍFEROS- Planificación ordenación	Artículos 2.2.3.1.1.1 al 2.2.3.1.13.1 (Concordancia: Decreto 1640 del 2012)
"USO Y APROVECHAMIENTO DEL AGUA"	AGUA- uso aprovechamiento	Artículos 2.2.3.2.1.1 al 2.2.3.2.4.10 (Concordancia: Decreto 1541 de 1978- Artículos 1-27)

MODOS DE ADQUIRIR EL DERECHO AL USO DE LAS AGUAS Y SUS CAUCES	AGUAS - modos de adquirir el derecho al uso	Artículos 2.2.3.2.5.1. al 2.2.3.2.5.4. (Concordancia: Decreto 1541 de 1978- Artículos 28-31)
USOS POR MINISTERIO DE LA LEY	AGUAS - Usos por ministerio de la Ley	Artículos 2.2.3.2.6.1. al 2.2.3.2.6.4. (Concordancia: Decreto 1541 de 1978- Artículos 32-35)
CONCESIONES	CONCESIONES	Artículos 2.2.3.2.7.1. al 2.2.3.2.10.20. (Concordancia: Decreto 1541 de 1978- Artículos 36-86)
ESTUDIOS DE FACTIBILIDAD SOBRE APROVECHAMIENTO DE AGUAS PARA PROYECTOS DE RIEGOS	RIEGO- estudios de factibilidad	Artículos 2.2.3.2.11.1. al 2.2.3.2.11.5. (Concordancia: Decreto 2858 de 1981 Artículos 1-6)
OCUPACIÓN DE PLAYAS, CAUCES Y LECHOS	PLAYAS- ocupación CAUCES- ocupación LECHOS- ocupación	Artículos 2.2.3.2.12.1. al 2.2.3.2.12.1.3 (Concordancia: Decreto 1541 de 1978 de 1978 Artículos 104-106)
REGLAMENTACIÓN DEL USO DE LAS AGUAS Y DECLARACIÓN DE RESERVAS Y AGOTAMIENTO	AGUAS- reglamentación declaración de reservas agotamiento	Artículos 2.2.3.2.13.1. al 2.2.3.2.18.1. (Concordancia: Decreto 1541 de 1978 de 1978 Artículos 107-182)
OBRAS HIDRÁULICAS	OBRAS HIDRÁULICAS	Artículos 2.2.3.2.19.1. al 2.2.3.2.19.17. (Concordancia: Decreto 1541 de 1978 de 1978 Artículos 183-203)
CONSERVACIÓN Y PRESERVACIÓN DE LAS AGUAS Y SUS CAUCES	AGUAS- conservación preservación	Artículos 2.2.3.2.20.1. al ARTÍCULO 2.2.3.2.25.4 (Concordancia: Decreto 1541 de 1978 de 1978 Artículos 205-256)
REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA	REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA	Artículos 2.2.3.2.26.1. al 2.2.3.2.26.2. (Concordancia: Decreto 1541 de 1978 de 1978 Artículos 264-265)

ASOCIACIONES Y EMPRESAS COMUNITARIAS PARA EL USO DE LAS AGUAS Y DE LOS CAUCES.	AGUAS - modos de adquirir el derecho al uso	Artículos 2.2.3.2.27.1. al 2.2.3.2.27.8. (Concordancia: Decreto 1541 de 1978 de 1978 Artículos 266-273)
ORDENAMIENTO DEL RECURSO HÍDRICO Y VERTIMIENTOS	RECURSO HÍDRICO-ordenamiento VERTIMIENTOS	Artículos 2.2.3.3.1.1. al 2.2.3.3.11.2. (Concordancia: Decreto 3930 del 2010 Artículos 1-76; Decreto 1594 de 1984 Artículos 37-48;72-19;155-161; Decreto 4728 de 2010 Artículos 7-8)
REGISTRO DE USUARIOS DEL RECURSO HÍDRICO	RECURSO HÍDRICO-registro de usuarios	Artículos 2.2.3.4.1.1. al 2.2.3.4.1.14. (Concordancia: Decreto 1541 de 1978 Artículos 257-262; Decreto 303 del 2012 Artículos 1-7)
SISTEMA DE INFORMACIÓN DEL RECURSO HÍDRICO "	SIRH. UP ¹⁰ SISTEMA DE INFORMACIÓN DEL RECURSO HÍDRICO	Artículos 2.2.3.5.1.1. al 2.2.3.5.1.11. (Concordancia: Decreto 1323 del 2007 Artículos 1-11)
TASAS RETRIBUTIVAS	TASAS RETRIBUTIVAS	Artículos 2.2.9.7.1. 1. al 2.2.9.7.6.2. (Concordancia: Decreto 2667 del 2012 Artículos 1-27)
TASAS POR UTILIZACIÓN DEL AGUA	TASAS POR USO	Artículos 2.2.9.6.1.1 al 2.2.9.6.1.22. (Concordancia: Decreto 155 del 2004 Artículos 1-22)

En el último nivel de la escala nacional, encontramos las resoluciones, estos actos administrativos de contenido general determinan en detalle una serie de prohibiciones, obligaciones y condicionamientos que deben aplicarse en los casos que corresponda de acuerdo a lo determinado en la misma norma.

Tabla 68. Resoluciones aplicables.

¹⁰ UP. Usado por

Tipo de norma	Título Contenido	Descriptor-Restrictor	Anexo
RESOLUCIONES	Por la que se establecen los criterios y parámetros para la Clasificación y Priorización de cuencas hidrográficas.	CUENCAS- clasificación priorización	Resolución 104 del 2003
	Por la cual se crea el Subsistema de Información sobre Uso de Recursos Naturales Renovables – SIUR y se adopta el Registro Único Ambiental – RUA.	SIRH RUA up REGISTRO ÚNICO AMBIENTAL	Resolución 941 del 2009
	Por la cual se adopta el protocolo para el monitoreo y seguimiento del Subsistema de Información sobre Uso de Recursos Naturales Renovables SIUR para el sector manufacturero y se dictan otras disposiciones.	SIRH SIUR UP. SUBSISTEMA DE INFORMACIÓN SOBRE USO DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES	Resolución 1023 del 2010
	Por la cual se adopta el formato para el Registro de Usuarios del Recurso Hídrico	RECURSO HÍDRICO – Registro de usuarios	Resolución 955 del 2012
	Por el cual se adoptan los términos de referencia para la elaboración del Plan de Gestión del Riesgo para el Manejo de Vertimientos.	VERTIMIENTOS -Plan de gestión del riesgo	Resolución 1514 del 2012
	Por la cual se definen lineamientos para la conformación de los Consejos de Cuenca y su participación en las fases del Plan de Ordenación de la Cuenca y se dictan otras disposiciones.	CONSEJOS DE CUENCA - Conformación	Resolución 509 del 2013
	Por el cual se expide la guía técnica para la formulación de los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas.	POMCA- Guía Técnica	Resolución 1907 del 2013
	Por la cual se adoptan disposiciones relacionadas con el uso de aguas residuales tratadas.	AGUAS RESIDUALES TRATADAS	Resolución 1207 del 2014
	Por la cual se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de agua superficiales y a los sistemas de alcantarillado público y se dictan otras disposiciones.	VERTIMIENTOS - Parámetros	Resolución 0631 del 2015
	Por el cual se modifica el artículo 21 de la Resolución 0631 del 2015	VERTIMIENTOS- Parámetros	Resolución 2659 del 2015



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



7.1.3 NORMATIVIDAD REGIONAL

Siendo la región amazónica de una importancia ambiental estratégica para el país, no parece extraño encontrar una serie importante de normatividad regional. Esta relación normativa que se presenta, no pretendo incorporar todos los asuntos ambientales que han sido regulados sino que se concentrará en aquellos que por estar relacionados directamente con el agua y su planificación merecen ser contemplados.

En particular, dentro de los instrumentos que merecen ser conocidos tienen especial relevancia los Planes de ordenación y manejo de la Cuenca Hidrográfica, instrumentos a través de los cuales, de conformidad con lo determinado por el artículo 2.2.3.1.5.1. del D. 1076, se realiza la planeación del uso coordinado del suelo, de las aguas, de la flora y la fauna y el manejo de la cuenca entendido como la ejecución de obras y tratamientos, en la perspectiva de mantener el equilibrio entre el aprovechamiento social y económico de tales recursos y la conservación de la estructura físico-biótica de la cuenca y particularmente del recurso hídrico. Este instrumento de carácter normativo regional, tiene una especial jerarquía según el Artículo 2.2.3.1.5.6 el cual determina que el POMCA se constituye en norma de superior jerarquía y determinante ambiental para la elaboración y adopción de los planes de ordenamiento territorial, de conformidad con lo dispuesto en el artículo 10 de la Ley 388 de 1997.



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co

Por su especial relevancia normativa, se consideró relevante incluir estos POMCA en la relación normativa que se construyó (Tabla 69).

Tabla 69. Normatividad regional

Tipo de norma	Título	Contenido	Descriptor-Restrictor	Anexo
REGIONAL	Plan de Acción Institucional CORPOAMAZONIA 2016 - 2019 "Ambiente para la Paz"	En este instrumento de planeación se abordan las cuencas hidrográficas fronterizas compartidas y la Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas en la jurisdicción de esta corporación.	PLAN DE ACCIÓN	Plan de Acción (Pág. 76-107)
	Plan De Ordenación Y Manejo De La Microcuena De La Quebrada Yahuaraca.	Plan de ordenación y manejo de la Microcuena de la Quebrada Yahuaraca. (Adoptado mediante Resolución 0648 del 24/09/2009 de CORPOAMAZONIA).	POMCA	POM_Yahuaraca.
	Plan De Ordenación Y Manejo De La Cuenca Quebrada la Resaca	Plan de ordenación y manejo de la Cuenca Quebrada La Resaca (Adoptado mediante Resolución 0443 del 30/04/2010 de CORPOAMAZONIA).	POMCA	POM_Resaca
	Plan De Ordenación Y Manejo De La Cuenca del Rio Hacha	Plan de ordenación y manejo de la Cuenca del Río Hacha (Adoptado mediante Resolución 0393 del 04/05/2007 CORPOAMAZONIA)	POMCA	POM_Hacha
	Plan De Ordenación y Manejo de la Cuenca del Rio El Doncello	Plan de ordenación y manejo de la Cuenca del Río e Doncello (Adoptado mediante Resolución 0445 del 30/04/2010 CORPOAMAZONIA)	POMCA	POM_doncello
	Plan De Ordenación y Manejo de la Cuenca de la Quebrada La Borugo	Plan de ordenación y manejo de la Cuenca de la Quebrada La Borugo (Adoptado mediante Resolución 0440 del 30/04/2010 CORPOAMAZONIA)	POMCA	POM_Borugo

Plan De Ordenación y Manejo de la Cuenca de la Quebrada Las Margaritas	Plan de ordenación y manejo de la Cuenca de la Quebrada las Margaritas (Adoptado mediante Resolución 0441 del 30/04/2010 CORPOAMAZONIA)	POMCA	POM_margaritas
Plan De Ordenación y Manejo de la Cuenca de la Quebrada Las Damas	Plan de ordenación y manejo de la Cuenca de la Quebrada Las Damas (Adoptado mediante Resolución 0444 del 30/04/2010 CORPOAMAZONIA)	POMCA	POM_Damas
Plan De Ordenación y Manejo de la Cuenca de la Quebrada La Arenoso	Plan de ordenación y manejo de la Cuenca de la Quebrada La Arenoso(Adoptado mediante Resolución 0442 del 30/04/2010 CORPOAMAZONIA)	POMCA	POM_arenoso
Plan De Ordenación y Manejo de la Cuenca del Rio Solita	Plan de ordenación y manejo de la Cuenca del Rio Solita (Adoptado mediante Resolución 0446 del 30/04/2010 CORPOAMAZONIA)	POMCA	POM_solita

7.2 INSTRUMENTOS DE POLÍTICA.

Los instrumentos de política pública pretenden dar soluciones efectivas a los problemas cuya solución debe ser liderada por el Estado. Para el caso de los Recursos hídricos Colombia cuenta con dos herramientas fundamentales a tener en cuenta, una definida de manera formal, la Política Nacional para la Gestión Integrada de Recursos Hídricos del año 2010 y el Plan Hídrico Nacional, que aunque a la fecha no ha sido formalmente adoptado debe referirse por su propia naturaleza (Tabla 70).

Tabla 70. Planes de escala nacional.

Tipo de norma	Título	Contenido	Descriptor-Restrictor	Anexo
NACIONAL	Política Nacional para la Gestión Integrada de Recursos Hídricos (2010)	Establece los objetivos, las estrategias, las metas, los indicadores y las líneas de acción estratégica para el manejo del recurso hídrico en el país, en un horizonte de 12 años. La Política fue sometida a consideración del Consejo Nacional Ambiental, en sesión número realizada el 14 de diciembre de 2009, en la cual se recomendó su adopción.	PNGIRH	PNGIRH
	Plan Hídrico Nacional (Fase II 2015-2018) Versión Diciembre de 2013	Propuesta de contenido y estructura del Plan Hídrico Nacional – Fase II (2014-2018), la cual incluye los programas, proyectos y actividades que desarrollan la Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico – PNGIRH, publicada en marzo de 2010. El PHN en su Fase II, hace una revisión de la implementación de los 10 Programas Prioritarios del Plan Hídrico Nacional Fase I (2010-2014), además hace un análisis de las prioridades de gestión integral del recurso hídrico a la fecha y con base en ello, establece los Programas prioritarios que será necesario implementar durante la Fase II, para alcanzar los objetivos y metas establecidos en la PNGIRH.(PROPUESTA DE ESTRUCTURA Y CONTENIDO –DOCUMENTO EN CONSTRUCCIÓN Versión 2013)	PLAN HÍDRICO NACIONAL	PLAN HÍDRICO NACIONAL

7.3 OTRA INFORMACIÓN RELEVANTE

En el *Anexo Digital 5*, se podrán encontrar documentos que pueden ser útiles para conocer el estado actual del marco normativo aplicable, así como algunos análisis realizados por doctrinantes.

7.4 ANÁLISIS DE LOS INSTRUMENTOS NORMATIVOS Y DE POLÍTICA.

Para el desarrollo de esta análisis se partió por reconocer que Colombia cuenta desde el año 2010 con una PNGIRH la cual tiene como objetivo general “Garantizar la sostenibilidad del recurso hídrico, mediante una gestión y un uso eficiente y eficaz, articulados al ordenamiento y uso del territorio y a la conservación de los ecosistemas que regulan la oferta hídrica, considerando el agua como factor de desarrollo económico y de bienestar social, e implementando procesos de participación equitativa e incluyente” (MAVDT, 2010), este objetivo general identifica las principales intenciones del estado colombiano para solucionar los problemas que sufre el recurso hídrico en el país.

Igualmente, el análisis que se realizó tuvo en consideración que bajo dicho objetivo general, la PNGIRH identificó una serie de principios que deben guiar la interpretación y puesta en marcha de las acciones y estrategias que permiten avanzar hacia un mejor manejo de los recursos hídricos, estos principios son bien de uso público, uso prioritario, factor de desarrollo, Integralidad y diversidad, Unidad de Gestión, Ahorro y uso eficiente, participación y por último información e investigación¹¹.

¹¹ No obstante una lectura completa del marco de principios aplicable cuando se trata de GIRH, no podría olvidar los principios generales que para este tipo de manejo describió la Declaración de Dublín de 1992, los cuales son: Principio N° 1 – El agua dulce es un recurso finito y vulnerable, esencial para sostener la vida, el desarrollo y el medio ambiente. Principio N° 2 – El aprovechamiento y la gestión del agua debe inspirarse en un planteamiento basado en la participación de los usuarios, los planificadores y los responsables de las decisiones



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



Así las cosas, el examen que se hace de los resultados del Plan Estratégico de la Macrocuena Amazónica se sostiene bajo los principios ya nombrados y sobre la base de la normatividad internacional, nacional, regional y local vigente, la cual se relaciona al interior de este texto.

7.4.1 ANÁLISIS DE LA FASE III DEL PEMA.

De conformidad con el Decreto 1076 de 2015, Art. 2.2.3.1.2.1. Un Plan Estratégico de Macrocuena es un “Instrumento de planificación ambiental de largo plazo que con visión nacional, constituye el marco para la formulación, ajuste y/o ejecución de los diferentes instrumentos de política, planificación, planeación, gestión y de seguimiento existentes en cada una de ellas”. Esta misma norma previó una serie de etapas o fases para el desarrollo del Plan, en el transcurrir de estas etapas, se finalizó la Fase III de Plan estratégico de la Macrocuena amazónica, en la que se definió y concertó los lineamientos y directrices para la gestión integral del recurso hídrico.

Para lograr esta concertación, se ha partido de la información construida durante las fases 1 y 2 descritas en el D. 1076 que han permitido la construcción de una línea base (información técnica, científica, económica, social y ambiental disponibles e identificación de actores involucrados en la

a todos los niveles. Principio N° 3 - La mujer desempeña un papel fundamental en el abastecimiento, la gestión y la protección del agua. Principio N° 4 - El agua tiene un valor económico en todos sus diversos usos en competencia a los que se destina y debería reconocérsele como un bien económico. (García Pachón, 2004)



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



planificación de los recursos naturales de la Macrocuena, así como los principales conflictos y riesgos naturales y antrópicos no intencionales relacionados con los recursos naturales), y el diagnóstico de la Macrocuena (Identificación y evaluación de factores y variables que inciden en el desarrollo de la Macrocuena, asociados a cambios en el estado del recurso hídrico).

Así las cosas, durante la fase III se cuenta con información detallada que permiten conocer las variables hídricas y aspectos hidrológicos de la Macrocuena y su biodiversidad, igualmente se ha realizado una evaluación económica de la zona y se han corroborado datos e informaciones del Sistema de Información Geográfica y se han realizado diversas instancias de participación que permiten los elementos necesarios para lograr la concertación del modelo deseado de la Macrocuena, con base en el cual se definirán los lineamientos y directrices para la gestión integral del recurso hídrico.

El ejercicio realizado ha permitido identificar una serie de temas claves definidos para estructurar lineamientos estratégicos, los cuales son:

- Reconocer la heterogeneidad de la Macrocuena del Amazonas como principio de gestión.
- Generar un dialogo de saberes con la comunidades tradicionales para el PEMA



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



- Hacer uso de nuevas tecnologías que agilicen la generación de conocimiento sobre los recursos hídricos en la Macrocuena del Amazonas, como soporte del Plan Nacional de Monitoreo.
- Conservar la biodiversidad acuática como base de las cadenas tróficas y de los servicios ecosistémicos amazónicos.
- Considerar las aguas subterráneas como fuente importante de abastecimiento de agua potable en la Macrocuena del Amazonas.
- Definir como servicio ecosistémico fundamental la conectividad hidrológica y pulso de inundación natural.
- Entender la importancia de la Macrocuena del Amazonas como regulador climático macroregional
- Abordar el recurso hídrico de la Macrocuena del Amazonas desde una perspectiva transfronteriza.

Ahora bien, teniendo en cuenta que estos hallazgos deben leerse a la luz de la normatividad y política vigente, el análisis que se realizará pretende una armonización entre los temas clave y las líneas normativas y de política que a continuación se señalan.



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



ANÁLISIS DE LOS INSTRUMENTOS NORMATIVOS

- ***Análisis de los instrumentos internacionales***

Las cuencas hidrográficas internacionales representan el 60% de los flujos fluviales en el mundo (PNUD, 2006). Su relevancia es tal que desde el derecho internacional se han hecho ingentes esfuerzos por desarrollar diferentes instrumentos eviten conflictos por el agua impulsando a que las vías diplomáticas permitan solucionar disputas en razón a estos recursos compartidos.

Al respecto Naciones Unidas ha afirmado que se hace relevante identificar mecanismos para mejorar la cooperación y la colaboración en materia de recursos hídricos transfronterizos (ONU, 2014). Uno de los resultados más relevantes en la materia es la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho de los Usos de los Cursos de Agua Internacionales para Fines Distintos de la Navegación, la cual se configura como un instrumento internacional que proporciona un marco de principios y normas que deben aplicarse en materia de aguas transfronterizas.

Debe tenerse en cuenta que a pesar de que Colombia ni sus vecinos han incorporado esta Convención en su normatividad nacional, sus principios son entendidos por el derecho internacional de las aguas como fuente de derecho y por tanto deberían tenerse en cuenta en la formulación de



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



políticas, planes y estrategias de manejo que puedan afectar a una región transfronteriza como es el Amazonas. Así las cosas, los principios que resaltamos de este instrumento internacional son: la utilización y participación equitativa y razonable, la obligación de no causar daños sensibles, la obligación general de cooperar y el intercambio regular de datos e información.

Este Convención es calificada como “un valioso punto de referencia como instrumento marco que establece los derechos y obligaciones básicos de los Estados en la gestión de los recursos hídricos compartidos” (WOUTERS, 2013). En examen de las bases del derecho internacional de las aguas, permitiría afirmar que la Convención de Nueva York representa hoy por hoy la base sobre la cual debe sustentarse el aprovechamiento, uso, conservación y desarrollo sostenible de un cuerpo de agua transfronterizo.

Para el caso de la Macrocuena Amazónica el hecho de que Colombia comparta las aguas del Rio Amazonas con Brasil, Bolivia, Perú, Ecuador, Venezuela, Guyana, Guayana Francesa, y Surinam, impone para el país una especial responsabilidad, pues debe reconocer que los instrumentos nacionales que establezca para el manejo y planificación de la Macrocuena amazónica no pueden perder de vista la especial relevancia transfronteriza de las aguas.



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



No obstante la relevancia de la Convención ya mencionada, para el caso que nos ocupa, son instrumentos de carácter vinculante que representan la base jurídica acordada por los países de la cuenca amazónica, el análisis detallado se centrará en esos dos instrumentos. Por ello dichos instrumentos se analizarán en forma detallada bajo la metodología propuesta por Wouters, P. (2013).

- **Tratado de Cooperación Amazónica. TCA.**

Para el análisis del TCA, solo se incorporan los elementos que tienen directa relación con el manejo ambiental y de las aguas del TCA, otros asuntos relativos al uso del agua para la navegación, temas aduaneros o aquellos alejados del manejo de la Macrocuena no se han tenido en cuenta. En la Tabla 71 siguiente se sintetiza el análisis.



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co

Tabla 71. Análisis TCA

<u>ALCANCE</u>	
Miembros	Repúblicas de Bolivia, del Brasil, de Colombia, del Ecuador, de Guyana, del Perú, de Suriname y de Venezuela.
Alcance Jurídico	El TCA se aplicará en los territorios de las Partes en la Cuenca Amazónica, así como también en cualquier territorio de una parte contratante que, por sus características geográficas, ecológicas o económicas se considere estrechamente vinculado a la misma (Art II) ¹² .
Incorporación en el Ordenamiento colombiano	Ley 74 de 1979
<u>NORMAS SUSTANTIVAS</u>	
Derecho al uso y aprovechamiento racional de los recursos naturales.	Las partes contratantes proclaman que el uso y aprovechamiento exclusivo de los recursos naturales en sus respectivos territorios es derecho inherente a la soberanía del Estado y su ejercicio no tendrá otras restricciones que las que resulten del Derecho Internacional (Art IV).
Uso racional de los recursos hídricos	Las partes deberán procurar por empeñar esfuerzos con miras a la utilización racional de los recursos hídricos teniendo en cuenta la multiplicidad de las funciones que cumplen los ríos amazónicos (Art V).
Promoción de la investigación Científica.	Para lograr que el aprovechamiento de la flora y de la fauna de la Amazonia sea racionalmente planificada y lograr el equilibrio ecológico de la región se promoverá la investigación científica y el intercambio de informaciones y de personal técnico entre las entidades competentes (Art VII).
<u>NORMAS PROCEDIMENTALES¹³</u>	

¹² El TCA, no hace referencia solo a las aguas transfronterizas, se hace referencia a los territorios amazónicos de los países contratantes.

¹³ Estas suministran los recursos prácticos para implementar las normas sustantivas y establecen un marco operativo para la gestión de la Región Amazónica.

Intercambio de información	Las partes deberán intercambiar informaciones y concertar acuerdos y entendimientos operativos, así como instrumentos jurídicos pertinentes que permitan el cumplimiento de las finalidades del Tratado (párrafo Art I). Fijar un sistema regular de intercambio adecuado de informaciones sobre las medidas de conservación que cada Estado haya adoptado o adopte en sus territorios amazónicos, los cuales serán objeto de un informe anual presentado por cada país (Art VII).
Colaboración científica	Las partes acuerdan establecer un sistema de colaboración en los campos de la investigación científica y tecnológica, con el objeto de crear condiciones más adecuadas para acelerar el desarrollo económico y social de la región (Art IX). Las partes acuerdan en estimular la realización de estudios y la adopción de medidas conjuntas tendientes a promover el desarrollo económico y social de los territorios (Art XIII). Las partes cooperarán para lograr la eficacia de las medidas que se adopten para la conservación de las riquezas etnológicas y arqueológicas del área amazónica (Art XV).
Cooperación Científica	La cooperación científica por parte de los estados se podrá hacer mediante: <ul style="list-style-type: none"> • Realización conjunta o coordinada de programas de investigación y desarrollo. • Creación y operación de instituciones de investigación o centros de perfeccionamiento o producción experimental. • Organización de seminarios y conferencias, intercambio de informaciones y documentación. <p>Se podrá solicitar el acompañamiento de organismos internacionales en la ejecución de estudios, programas y proyectos resultantes de las formas de cooperación técnica y científica. (Párrafo Segundo Art IX).</p>
MECANISMOS INSTITUCIONALES¹⁴	
Consejo de Cooperación Amazónica	El Consejo de Cooperación Amazónica es la reunión de representantes diplomáticos de alto nivel de las partes contratantes se reunirán anualmente, las atribuciones serán las siguientes: <ul style="list-style-type: none"> • Velar por el cumplimiento de los objetivos y finalidades del Tratado. • Velar por el cumplimiento de las decisiones tomadas en las reuniones de los Ministros de Relaciones Exteriores. • Recomendar a las partes la reunión de Ministros de Relaciones Exteriores y preparar la agenda correspondiente. • Considerar las iniciativas y proyectos que presenten las Partes y adoptar las decisiones que correspondan, para la realización de estudios y proyectos bilaterales. • Evaluar el cumplimiento de los proyectos de interés bilateral o multilateral. • Adoptar sus normas de funcionamiento (Art. XXI).

¹⁴ Se refiere a los organismos o Acuerdos conjuntos concebidos para servir como foco de cooperación interestatal en la gestión cotidiana del Acuerdo Comercial.

	Las decisiones adoptadas en reuniones requerirán siempre el voto unánime de los países miembros del Tratado (Art. XXV).
Secretaria	Las funciones de Secretaria serán ejercidas Pro Tempore por la Parte Contratante en cuyo territorio haya de celebrarse la siguiente reunión ordinaria del Consejo de Cooperación Amazónica y esta será la encargada de enviar toda la documentación necesaria para ello (Art. XXII).
Comisiones Nacionales Permanentes	Podrán crearse Comisiones Nacionales Permanentes encargadas de la aplicación en sus respectivos territorios, así como de la ejecución de las decisiones adoptadas por las reuniones de los Ministros de Relaciones Exteriores y por el Consejo de Cooperación Amazónica, sin perjuicio de otras actividades que les encomiende cada Estado (Art XXIII).
Comisiones Especiales	Las partes contratantes podrán constituir comisiones especiales destinadas al estudio de problemas o temas específicos relacionados con los fines de este Tratado (Art XXIV).
RESOLUCIÓN DE DISPUTAS ¹⁵	
No se prevén mecanismos para la resolución de disputas en el Tratado de Cooperación Amazónica (TCA).	

El TCA busca la promoción del desarrollo armónico de la Amazonía, y la incorporación de sus territorios a las respectivas economías nacionales, lo que es fundamental para el mantenimiento del equilibrio entre crecimiento económico y preservación del medio ambiente, para ello será necesario la cooperación y socialización de experiencias de desarrollo regional por parte de cada uno de los países firmantes del acuerdo multilateral.

¹⁵ Se entienden como mecanismos de resolución de disputas, aquellos medios previstos en el Acuerdo que evitarían acudir, en caso de contienda, a un tribunal internacional, lo anterior teniendo en cuenta que un asunto potencialmente contencioso, puede ser revisado internamente por las Partes, de conformidad a las recomendaciones y procedimientos dispuestos en el instrumento internacional. En este punto se analizan los sistemas identificados para monitorear el cumplimiento del Acuerdo y la resolución de disputas (WOUTERS, 2013).



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



Conforme al alcance del Tratado, este debe aplicarse en cualquier territorio que por sus características geográficas o ecológicas se considere estrechamente vinculado a la misma, de esta manera cuando con fundamento hidrológico, científico y técnico Colombia definió el área de la Macrocuena Amazónica debe asumir que el área en su totalidad está influenciada jurídicamente por lo determinado en el TCA. Por tanto el contenido de sus normas sustantivas y procedimentales ya identificadas debe informar los lineamientos estratégicos que se definan para el manejo de la Macrocuena.

- **Protocolo de Enmienda**

El fortalecimiento institucional se originó con la creación de una Secretaría Permanente dotada de personalidad jurídica. La decisión fue implementada en 1998, con la aprobación del Protocolo de Enmienda al TCA que instituyó oficialmente a la Organización del Tratado de Cooperación Amazónica (OTCA) como mecanismo responsable por el perfeccionamiento del proceso de cooperación desarrollado en el ámbito del Tratado (**Tabla 72**).



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co

Tabla 72. Análisis Protocolo de enmienda.

<u>ALCANCE</u>	
Miembros	Repúblicas de Bolivia, del Brasil, de Colombia, del Ecuador, de Guyana, del Perú, de Suriname y de Venezuela.
Alcance Jurídico	El mismo del TCA
Incorporación en el Ordenamiento colombiano	Ley 690 de 2001
<u>NORMAS SUSTANTIVAS</u>	
No se prevén normas sustantivas en el Protocolo de Enmienda del TCA.	
<u>NORMAS PROCEDIMENTALES</u>	
No se prevén normas procedimentales en el Protocolo de Enmienda del TCA.	
<u>MECANISMOS INSTITUCIONALES¹⁶</u>	
Organización del Tratado de Cooperación Amazónica (OTCA)	Se crea la Organización del Tratado de Cooperación Amazónica (OTCA) dotada de personalidad jurídica, siendo competente para celebrar acuerdos con las parte contrataciones, con Estados no miembros y con otras organizaciones internacionales (Art I).
Secretaría Permanente	Se crea la secretaria permanente con sede en Brasilia, encargada de implementar los objetivos previstos en el TCA y en las resoluciones emanadas de las reuniones de Ministros de Relaciones Exteriores y del Consejo de Cooperación Amazónica (Art II) (Modifica el Art. XXII TCA).

¹⁶ Se refiere a los organismos o Acuerdos conjuntos concebidos para servir como foco de cooperación interestatal en la gestión cotidiana del Acuerdo Comercial.

RESOLUCIÓN DE DISPUTAS¹⁷

No se prevén mecanismos para la resolución de disputas en el Tratado de Cooperación Amazónica (TCA).

El contenido del Protocolo de enmienda es estrictamente institucional; la creación de la organización del Tratado de Cooperación Amazónica (OTCA) y de la Secretaría Permanente permite instancias reales de cooperación y de solución de posibles controversias, su relevancia para la construcción de lineamientos será la misma que tiene para el país en general, es decir, servir de instancia de coordinación de las acciones binacionales o plurinacionales que quieran adelantarse por los países en el marco de la OTCA.

Ahora bien, de los instrumentos internacionales referidos en las páginas anteriores podemos identificar los siguientes principios rectores.

- Utilización y aprovechamiento racional de los recursos naturales.
- Obligación de no causar daños sensibles.
- Cooperación e intercambio regular de datos e información.
- Promoción de la investigación Científica.

¹⁷ Se entienden como mecanismos de resolución de disputas, aquellos medios previstos en el Acuerdo que evitarían acudir, en caso de contienda, a un tribunal internacional, lo anterior teniendo en cuenta que un asunto potencialmente contencioso, puede ser revisado internamente por las Partes, de conformidad a las recomendaciones y procedimientos dispuestos en el instrumento internacional. En este punto se analizan los sistemas identificados para monitorear el cumplimiento del Acuerdo y la resolución de disputas (WOUTERS, 2013).



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



- **Declaraciones de los jefes de estado.**

Las declaraciones de los Jefes de Estado están dentro de los que podríamos denominar *Soft Law* al interior de la OTCA; aunque en estricto sentido no son norma, contienen principios que reflejan las principales preocupaciones y objetivos de los mandatarios de la región. Estas declaraciones podrían verse como “Derecho que no es derecho pero que pretende llegar a serlo” (Betancor Rodríguez, 2014, pág. 396).

Las Declaraciones tomadas como base para este análisis son la Declaración de Manaos de la I reunión de los presidentes de los países amazónicos (1989), la Declaración de la II Reunión de los presidentes de los países amazónicos (1992) y la Declaración de los Jefes de Estado Sobre la Organización (2009). De su lectura, se puede afirmar que ellas parten por reconocer el derecho soberano de cada uno de los países miembros de la OTCA para administrar libremente sus recursos naturales con el fin de lograr el desarrollo económico-social de los pueblos, la conservación del medio ambiente y la biodiversidad de la región.

Sobre los recursos amazónicos, se hacen llamados a la necesidad de enfatizar su utilización y desarrollo sustentable, a fin de maximizar y



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



difundir sus beneficios. En lo relativo a los bosques¹⁸ se pide a los estados legislar sobre el uso de estos espacios a la luz de las prioridades nacionales.

En lo que corresponde a las afectaciones negativas al medio ambiente, las Declaraciones reconocen la necesidad de tomar medidas bilaterales y multilaterales con el fin de prevenir la contaminación y atender las consecuencias que ella genere.

En lo relativo a asuntos económicos, los documentos examinados reclaman apoyo financiero internacional para desarrollar proyectos de conservación en la zona amazónica, esta demanda por fondos está acompañada por solicitudes de mayor acceso a tecnologías y ampliación de flujos comerciales, todo lo anterior refleja un clamor a la solidaridad internacional el cual es una constante en las Declaraciones.

En lo que respecta al recurso hídrico es especialmente significativa la Declaración de 1992, en la cual se reconocen múltiples asuntos de especial relevancia, por un lado, la “estrecha correlación entre la gestión integrada de recursos hídricos y la protección de ecosistemas marinos y terrestres, la

¹⁸ La Declaración de 1992, reconoce la dimensión económica del bosque, y su importancia como espacio económico, cultural y social. Por su parte la Declaración de 2009, hace llamados a reducir y monitorear la deforestación, “favorecer el aprovechamiento de los recursos forestales de manera sostenible e implementar medidas urgentes para asegurar la preservación y conservación de la biodiversidad con un enfoque de aprovechamiento económico, racional y sostenible, incluyendo mecanismo que apoyen y generen financiamiento para las acciones de conservación y protección de los bosques”.



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



diversidad biológica y el uso racional de los suelos”. A la par, se afirma que el ordenamiento, la conservación y la gestión integrada de cuencas hidrográficas son medidas esenciales para el aprovechamiento de los recursos hídricos como fuente de actividades productivas, para lograr el desarrollo de dichas medidas se advierte la necesidad de capacitación institucional, información, sensibilización de la sociedad y educación para lograr la gestión integrada de recursos hídricos. Finalmente resaltamos que esta Declaración, reconoce que la calidad de vida de las poblaciones está estrechamente ligada a la provisión de agua dulce en cantidad y calidad¹⁹ correspondiente a sus necesidades.

Otros asuntos ambientales en Declaraciones son: la preocupación por los efectos negativos del cambio climático, la necesidad de revertir los procesos de degradación de los suelos, el llamado a gestionar de manera adecuada los desechos tóxicos y peligrosos.

En lo que relativo a asuntos sociales, las Declaraciones reconocen el valor del conocimiento tradicional y la necesidad de garantizar las condiciones

¹⁹ La Estrategia Regional para la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos de la Cuenca Amazónica de la OTCA, en consonancia con lo determinado en la Declaración, identifica como objetivos generales de la estrategia de Fortalecimiento de la Gestión Integrada de Recursos Hídricos (GIRH), la necesidad de conocer la calidad del agua de los ríos de la Cuenca Amazónica para mejorar la GIRH (OTCA, GEF y PNUMA, 2016, pág. 61) y la necesidad de promover el abastecimiento de agua mediante el desarrollo de un programa regional de protección y uso racional de las aguas subterráneas en la región amazónica (Ídem, p. 63)



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



para el autodesarrollo de las poblaciones y comunidades indígenas de la región.

ANÁLISIS DE LA NORMATIVIDAD NACIONAL

La normatividad nacional está compuesta por normas de diversa jerarquía que deben tenerse en cuenta para el manejo y planificación de la Macrocuena amazónica. Debe partirse por entender que la normatividad nacional se construye sobre la base de la Constitución Política y que consecuentemente los elementos sustanciales definidos en esta norma deben informar los lineamientos estratégicos de la Macrocuena del Amazonas.

Aunque son numerosos los elementos constitucionales de contenido ambiental, la base necesaria para tener en cuenta podría verse reflejada en la obligación del estado de proteger las riquezas culturales y naturales de la nación (art. 8), el deber del Estado de proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines (art. 79), igualmente el deber del Estado de planificar el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales para garantizar el desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución (art. 80) y la cooperación con otras naciones en la protección de ecosistemas situados en las zonas fronterizas (art. 289).



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuenca Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



La ecologización de la Constitución, es la base del compromiso jurídico del Estado Colombiano en materia de protección del medio ambiente y refleja a su vez el derecho de los ciudadanos a contar con un ambiente sano y adecuado con miras a lograr el desarrollo sostenible. Es precisamente, la búsqueda de este tipo de desarrollo, la que impulsó al constituyente a identificar a la planificación como herramienta clave en materia ambiental, así lo ha explicado la Corte Constitucional al afirmar que *“La planificación es una herramienta fundamental para la protección del medio ambiente, por cuanto permite al Estado fijar los parámetros y pautas generales, objetivos y criterios que permiten conciliar las diferencias entre las exigencias del desarrollo y la necesidad de proteger y mejorar el medio ambiente”*²⁰.

En el marco de este análisis normativo, la legislación colombiana brinda un marco que merece ser reconocido. Es base de la legislación del Decreto Ley 2811 de 1974, Código de Recursos Naturales Renovables, el cual indica desde los principios para el uso de elementos ambientales y de recursos naturales renovables, que *“la planeación del manejo de los recursos naturales renovables y de los elementos ambientales debe hacerse en forma integral, de tal modo que contribuya al desarrollo equilibrado urbano y rural”* (art. 9), del mismo modo el Código indica que es necesario que los planes sobre protección ambiental estén integrados con los planes y programas generales de desarrollo económico y social (art. 45 d), y que la

²⁰ Corte Constitucional. Sentencia C-245 de 2004. Magistrada Ponente: Dra. CLARA INÉS VARGAS HERNÁNDEZ. Bogotá D. C., dieciséis (16) de marzo de dos mil cuatro (2004).



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



planeación en todos los niveles sea compatible con la necesidad de lograr el desarrollo económico del país y con la aplicación de ella política ambiental y de los recursos naturales (art. 46. Literal g.). Aunque el Código no hace referencia específica a los Planes Estratégicos de Macrocuena, los principios y reglas en materia de planificación deben ser tenidos en cuenta.

Sin embargo, la importancia del Decreto Ley 2811 de 1974 va mucho más allá de sus indicaciones en materia de planificación, esta norma es básica en lo relativo al uso y aprovechamiento de los recursos naturales, suelo, subsuelo, flora, fauna, atmósfera, paisaje, etc. Solo por hacer referencia a algunos de los temas trascendentales para la región amazónica, debe recordarse que esta norma establece las líneas básicas de administración y manejo del recurso forestal, el aprovechamiento de los bosques, las áreas de reserva forestal, las actividades de reforestación, etc. (Parte VIII, título III), del mismo modo es el Código de Recursos Naturales la base legal que permite asegurar la conservación, el fomento y el aprovechamiento racional de los recursos hidrobiológicos y del medio acuático (Parte X) y de las áreas de manejo especial que luego han sido reglamentadas (Parte VI, Título II).

Por su parte la Ley 99 de 1993, identifica múltiples asuntos relacionados con la planificación, ya sea identificando competencias en cabeza del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (art. 5. #3,4), las Corporaciones autónomas Regionales (art. 41. Núm. 1,4, 5), las Corporaciones para el Desarrollo Sostenible, en particular para Corporación para el Desarrollo



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



Sostenible del Norte y el Oriente Amazónico, CDA (art. 34), para la Corporación para el Desarrollo Sostenible del sur de la Amazonía, CORPOAMAZONÍA (art.35) o para las entidades territoriales (art. 68).

Igualmente, la Ley clarifica términos como el ordenamiento ambiental del territorio indicando que es *“la función atribuida al Estado de regular y orientar el proceso de diseño y planificación de uso del territorio y de los recursos naturales renovables de la Nación, a fin de garantizar su adecuada explotación y su desarrollo sostenible”* (art. 7).

En este marco legal, es también determinante el papel que vienen cumpliendo las leyes que aprueban Plan Nacional de Desarrollo y se han convertido en legislación permanente, fijando competencias y obligaciones financieras para formular los distintos planes y programas en el marco de la planificación hidrológica.

En un tercer nivel en la escala normativa encontramos los decretos. Para el caso que nos ocupa tiene especial interés el hoy derogado decreto 1640 de 2012, el cual fue compilado al interior del D. 1076 de 2015, decreto único reglamentario del sector ambiente. Esta norma establece en sus artículos 2.2.3.1.1.2 y siguientes, las disposiciones necesarias para desarrollar una serie de instrumentos de planificación hídrica, entre los cuales se encuentran los Planes Estratégicos de área hidrográficas o Macrocuencas. Las definiciones establecidas al interior de esta norma, así como el alcance de



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



estos planes, las instancias de coordinación, las competencias de las autoridades ambientales y de investigación son fundamento esencial en la tarea de construcción de los Planes Estratégicos de Macrocuena. En particular, debe ponerse de presente que los planes estratégicos de las Macrocuenas deberán considerar, tanto de los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas, como de los Planes de Manejo de las Unidades Ambientales Marino Costeras y Oceánicas y de los Planes de Manejo Ambiental de microcuencas y de acuíferos, que se encontrasen aprobados en estas áreas antes de la publicación del D. 1640 de 2012²¹.

De otro lado, debe tenerse en cuenta todo lo recopilado por el D. 1076 de 2015, en materia de aguas, lo relativo a usos para el aprovechamiento del agua, modos de adquirir el derecho a usar las aguas tales como el uso por ministerio de la ley, concesiones, asociación de usuarios, también resulta determinante conocer en materia reglamentaria las obras hidráulicas, los registros de usuarios, sistemas de información del recurso hídrico y todos los instrumentos financieros para la gestión del recurso hídrico como son las tasas por uso y tasas retributivas.

²¹ El Decreto 1076 de 2015, al compilar los decretos vigentes, reiteró que los PEM deberían considerar los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas, como de los Planes de Manejo de las Unidades Ambientales Marino Costeras y Oceánicas y de los Planes de Manejo Ambiental de microcuencas y de acuíferos, que se encuentren aprobados en estas áreas antes de la publicación del “*presente decreto*”, en este punto debe entenderse que no se está haciendo referencia al D. 1076 sino al 1640 de 2012. Por tanto se deben considerar los instrumentos antes señalados que hayan sido publicados antes del 2 de agosto de 2012 (fecha de publicación del D. 1640).



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



Otras materias reglamentadas por el D. 1076 y que deben ser tenidas en cuenta son las relativas a áreas de manejo especial, biodiversidad, gestión institucional, sistemas de información, instrumentos financieros, etc. Finalmente, en la construcción de los lineamientos no debe perderse de vista la necesidad de reconocer los principios que se han identificado para el logro de los fines ambientales descritos en el Decreto Único y que están dispersos a lo largo del texto normativo.

En el último nivel de la escala nacional, encontramos las resoluciones, estos actos administrativos de contenido general determinan en detalle una serie de prohibiciones, obligaciones y condicionamientos que deben aplicarse en los casos que corresponda de acuerdo a lo determinado en la misma norma. En este caso se presentan diferentes resoluciones que resultan importantes en materia de planificación como son los criterios y parámetros para la clasificación y priorización de las cuencas hidrográficas, lineamientos para la conformación de los consejos de cuenca, la guía técnica para la formulación de los POMCA, no obstante son muchos otros los temas que han sido definidos a este nivel, siendo particularmente importantes los que tienen que ver con vertimientos (Res. 0631 de 2015), reutilización de las aguas (Res. 1207 de 2014), declaratoria de áreas protegidas (Vr.gr. Res. 198 de 2002, Res. 1125 de 2015), sustracción de zonas de reserva forestal protectora nacional o regional (Res. 1274 de 2014).



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



ANÁLISIS DE LA NORMATIVIDAD REGIONAL

Siendo la región amazónica de una importancia ambiental estratégica para el país, no parece extraño encontrar una importante muestra de normatividad regional. Esta relación normativa que se presenta, no pretende incorporar todos los asuntos ambientales que han sido regulados, sino que se concentrará en aquellos que por estar relacionados directamente con el agua y su planificación merecen ser contemplados.

En particular, dentro de los instrumentos que merecen ser conocidos tienen especial relevancia los Planes de ordenación y manejo de la Cuenca Hidrográfica, instrumentos a través de los cuales, de conformidad con lo determinado por el artículo 2.2.3.1.5.1. del D. 1076, se realiza la planeación del uso coordinado del suelo, de las aguas, de la flora y la fauna y el manejo de la cuenca entendido como la ejecución de obras y tratamientos, en la perspectiva de mantener el equilibrio entre el aprovechamiento social y económico de tales recursos y la conservación de la estructura físico-biótica de la cuenca y particularmente del recurso hídrico. Este instrumento de carácter normativo regional, tiene una especial jerarquía según el Artículo 2.2.3.1.5.6 el cual determina que el POMCA se constituye en norma de superior jerarquía y determinante ambiental para la elaboración y adopción de los planes de ordenamiento territorial, de conformidad con lo dispuesto en el artículo 10 de la Ley 388 de 1997.



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



Estos POMCA abarcan toda la región de la Macrocuena y han sido desarrollados por las diversas autoridades que tienen jurisdicción en el área, ellas son: Corporación para el Desarrollo Sostenible del Sur de la Amazonia (CORPOAMAZONIA) la cual ejerce jurisdicción en Amazonas, Caquetá y Putumayo, Corporación para el Desarrollo Sostenible del Norte y Oriente Amazónico (CDA) la cual ejerce jurisdicción en Guaviare, Guainía y Vaupés, Corporación Autónoma Regional del Cauca (CVC) la cual ejerce jurisdicción en el Cauca, Corporación Autónoma Regional de Nariño (CORPONARIÑO) la cual ejerce jurisdicción en Nariño, Corporación Autónoma Regional de la Orinoquia (CORPORINOQUIA) la cual ejerce jurisdicción en Vichada, Corporación para el Desarrollo Sostenible del área de manejo especial La Macarena (CORPOMACARENA) la cual ejerce jurisdicción en Meta. Sin embargo, es de aclarar que en la plataforma del Sistema de Información del Recurso Hídrico de MADS - SIRH, las entidades no reportan ésta información aún.

El detalle técnico de lo definido en dichos instrumentos escapa al análisis que se pretende lograr en este punto, no obstante debe advertirse que este instrumento de planificación debe permitir, de acuerdo a lo determinado en el D. 1076 de 2015: *“la planeación del uso coordinado del suelo, de las aguas, de la flora y la fauna y el manejo de la cuenca entendido como la ejecución de obras y tratamientos, en la perspectiva de mantener el equilibrio entre el aprovechamiento social y económico de tales recursos y la*



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



conservación de la estructura fisicobiótica de la cuenca y particularmente del recurso hídrico” (Artículo 2.2.3.1.5.1).

ANÁLISIS DE LOS INSTRUMENTOS DE POLÍTICA.

ANÁLISIS DE LA PNGIRH

La Política Nacional para la Gestión Integrada de Recursos Hídricos de Colombia del año 2010, identificó una serie de principios, objetivos y líneas de acción estratégicas, las cuales deben desarrollarse en un horizonte de 12 años, es decir hasta el 2022. Los principios determinados en la política son (Tabla 73):

Tabla 73. Principios de la PNGIRH

Bien de uso público	El agua es un bien de uso público y su conservación es responsabilidad de todos.
Uso prioritario	El acceso al agua para consumo humano y doméstico tendrá prioridad sobre cualquier otro uso y en consecuencia se considera un fin fundamental del Estado. Además, los usos colectivos tendrán prioridad sobre los usos particulares.
Factor de desarrollo	El agua se considera un recurso estratégico para el desarrollo social, cultural y económico del país por su contribución a la vida, a la salud, al bienestar, a la seguridad alimentaria y al mantenimiento y funcionamiento de los ecosistemas.



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co

Integralidad y diversidad	La gestión integral del recurso hídrico armoniza los procesos locales, regionales y nacionales y reconoce la diversidad territorial, ecosistémica, étnica y cultural del país, las necesidades de las poblaciones vulnerables (niños, adultos mayores, minorías étnicas), e incorpora el enfoque de género.
Unidad de gestión	La cuenca hidrográfica es la unidad fundamental para la planificación y gestión integral descentralizada del patrimonio hídrico.
Ahorro y uso eficiente	El agua dulce se considera un recurso escaso y por lo tanto, su uso será racional y se basará en el ahorro y uso eficiente.
Participación y equidad	La gestión del agua se orientará bajo un enfoque participativo y multisectorial, incluyendo a entidades públicas, sectores productivos y demás usuarios del recurso, y se desarrollará de forma transparente y gradual propendiendo por la equidad social.
Información e investigación	Información e investigación: El acceso a la información y la investigación son fundamentales para la gestión integral del recurso hídrico.

Estos principios están inspirados a su vez en los principios para la gestión Integrada de Recursos hídricos identificados en la Declaración de Dublín del año 1992²² y deben guiar las acciones necesarias para cumplir con los objetivos, estrategias y líneas de acción trazados en la política.

²² De conformidad con lo determinado en esta Declaración los principios para la Gestión Integrada del Recurso Hídrico son: *1. El agua dulce es un recurso finito y vulnerable, esencial para sostener la vida, el desarrollo y el medio ambiente. 2. El aprovechamiento y la gestión del agua deben inspirarse en un enfoque basado en la participación de los usuarios, los planificadores y los responsables de las políticas a todos los niveles. 3. La mujer desempeña un papel fundamental en el abastecimiento, la gestión y la protección del agua. 4. El agua es un bien público y posee un valor económico y social en todos sus diversos usos que compiten entre sí.*



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



En lo relativo a los objetivos, la PNGIRH, traza como objetivo general *“garantizar la sostenibilidad del recurso hídrico, mediante una gestión y un uso eficiente y eficaz, articulados al ordenamiento y uso del territorio y a la conservación de los ecosistemas que regulan la oferta hídrica, considerando el agua como factor de desarrollo económico y de bienestar social, e implementando procesos de participación equitativa e incluyente”*, para lograrlo se trazaron 6 objetivos específicos referidos a oferta, demanda, calidad, riesgo, fortalecimiento institucional y gobernabilidad.

Para lograr cada uno de estos objetivos, la PNGIRH identifica estrategias y líneas de acción estratégicas. La planificación, en la PNGIRH, se reconoce como una estrategia asociada al objetivo “oferta”, el cual pretende conservar los sistemas naturales y los procesos hidrológicos de los que depende la oferta de agua para el país. A su vez, la planificación como estrategia debe tener en cuenta las dinámicas de ocupación del territorio y garantizar el aprovechamiento eficiente del recurso hídrico, su conservación para las generaciones futuras y la supervivencia de los ecosistemas que dependen de él.

Los principios y objetivos trazados en la PNGIRH, deben informar la estructuración de los lineamientos estratégicos para la Macrocuena del Amazonas.



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



ANÁLISIS DEL PLAN HÍDRICO NACIONAL -PHN (FASE II 2015-2018)

El documento borrador del PHN, contiene los programas que deben ser desarrollados por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) y por las demás autoridades ambientales de acuerdo a su competencia. Las acciones que se identifican en el PHN, pretenden alcanzar los objetivos de previstos en la PNGIRH.

El documento reconoce los aspectos clave que se identificaron en las Fases I y II de los Planes Estratégicos de la Macrocuena Amazónica e identifica como meta para el año 2014 haber culminado el documento de Fase IV de los Planes estratégicos de Macrocuena.

7.4.2 MATRIZ DOFA. “PLAN ESTRATÉGICO DE MACROCUEENCA DE LA AMAZONIA (PEMA)”

Para hacer el análisis del Plan Estratégico de Macrocuena se hará mediante la construcción de una matriz DOFA²³ en la cual se podrán analizar las

²³ Según Dyson (2004), el análisis DOFA tiene sus orígenes en los años sesenta (Learned, 1965) y es una de las técnicas más empleadas en la planeación estratégica, en especial para la determinación de la posición estratégica de una organización. El análisis DOFA es una importante herramienta de apoyo para la toma de decisiones generalmente usada para analizar sistemáticamente los ambientes interno y externo de una organización (Kangaset al., 2003; Kotler, 1988; Kurtilia et al., 2000; Stewart et al., 2002).



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co

Debilidades, Oportunidades, Fortalezas y Amenazas del plan estratégico respecto temas claves definidos para estructurar lineamientos estratégicos, con la normatividad y la política ya analizadas.

Para el análisis detallado del Plan Estratégico se seguirá la estructura original de la Matriz DOFA (Tabla 74), es una estrategia que permite desarrollar los puntos más relevantes desde el orden interno y externo.

Tabla 74. Estructura General de la Matriz DOFA

	Positivo	Negativo
Origen interno	Fortalezas	Debilidades
Origen externo	Oportunidades	Amenazas

- ***Construcción de la matriz DOFA del PEMA***

En este apartado se presentará la Matriz DOFA realizada al PEMA (

Positivo	Negativo
<p>Fortalezas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Partir de la diversidad en la Macrocuena del Amazona se constituye como la principal fortaleza para el proceso de gestión, pues se reconoce la 	<p>Debilidades</p> <ul style="list-style-type: none"> • El principio de Unidad de Cuenca es un concepto muy propio de la Gestión Integrada de Recursos Hídricos, puede constituirse como una debilidad para el desarrollo del

<p>necesidad de realizar el proceso de ordenación ambiental con criterios diversos, de los cuales se espera sean eficaces para las problemáticas de esta.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Estructurar el Plan Estratégico de Macrocuena como un instrumento para regular el factor climático en el nivel regional representa una fortaleza del proceso, de este punto saldrán la mayor cantidad de planes y programas para la región Amazónica. • Presentar la temática de la Macrocuena del Amazonas desde una perspectiva transfronteriza constituye una oportunidad para el proceso de planificación; en el que será necesario coordinarlas junto a las obligaciones sustanciales y procedimentales para los países que son parte de la OTCA en materia de cooperación transfronteriza para garantizar seguridad hídrica y sostenibilidad de la Cuenca. • Reconocer la importancia de los saberes con las comunidades tradicionales para la formulación del Plan Estratégico de Macrocuena del Amazonas, teniendo en cuenta que esta región están varias comunidades indígenas quienes desde su 	<p>Plan Estratégico de Macrocuena del Amazonas, se debe buscar que este concepto no riña con los objetivos y principios del instrumento de planificación hidrológica.</p>
--	---

<p>cosmovisión pueden aportar a la construcción e implementación del PEM.</p>	
<p>Oportunidades</p> <ul style="list-style-type: none"> Las Políticas Sectoriales de Minería, Hidrocarburos, Gas, Forestal y Suelos evidencian al interior de estos sectores problemáticas y preocupaciones ambientales para el desarrollo de sus actividades económicas en las que se hace uso de los recursos naturales renovables y no renovables. El uso de nuevas tecnologías para el manejo de la Cuenca hidrográfica para las diversas problemáticas que afronta la cuenca para realizar los procesos de evaluación y seguimiento al uso del Recurso Hídrico en la Cuenca Amazónica. Partir de la necesidad de generar espacios de promoción de planes y programas destinados a la conservación de la biodiversidad acuática como base de las cadenas tróficas y de los servicios eco sistémico amazónico constituye una fortaleza del PEM. La ausencia de un Plan Hídrico Nacional (Última versión-La cual 	<p>Amenazas</p> <ul style="list-style-type: none"> La ley 1776 de 2016 (Ley Zidres) ley para desarrollar zonas de interés de desarrollo rural económicos y social del país, constituye una ley de fomento agropecuario importante en el país teniendo lo cual constituye una normativa determinante para el Recurso Hídrico en el territorio y para la Región Amazónica teniendo en cuenta que la agricultura es la actividad económica que más agua demanda (según el Estudio Nacional del Agua, 2014). Una lectura “errónea” de las políticas de minería, hidrocarburos, gas, forestal y suelos pueden constituir una amenaza para el Plan Estratégico de Macrocuena del Amazonas, pues una visión tan determinada por los intereses del sector puede poner en riesgo la planificación y sostenibilidad del Recurso Hídrico. La ausencia de un Plan Hídrico Nacional dificulta el desarrollo de los Planes Estratégicos de Macrocuena en el país. Ausencia de interés de las entidades territoriales para la construcción del

<p>no se puede citar), representa una oportunidad pues este se convierte en un instrumento de política para la formulación de los Planes Estratégicos de Macrocuena pues este trae importantes líneas de política en materia de Recurso Hídrico.</p> <ul style="list-style-type: none"> • El Sistema de Información del Recurso Hídrico (SIRH) administrado por el IDEAM, si fuese suministrada la información respectiva por parte de las autoridades ambientales sería una verdadera oportunidad para el PEM pues se tendría un inventario real de los POMCA formulados en la región amazónica, lo cual sería útil para la diferenciación entre los planes de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas antes de la vigencia del Decreto 1640 del 2012 y después de la vigencia del Decreto 1640 del 2012 (Normativa incorporada en el Decreto 1076 del 2015). • Teniendo en cuenta los países que han suscrito y ratificado los instrumentos internacionales que dieron vida jurídica a la OTCA se convierte en una oportunidad este escenario para desarrollar normatividad al interior del TCA que establezca como prioridad el ordenamiento y manejo de busca la promoción 	<p>documento de planificación hidrológico más relevante en la Región Amazónica, teniendo en cuenta que esta visión ambiental del territorio afectara la visión del territorio.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Falta de una ley de Aguas en Colombia, es una amenaza para el desarrollo del PEMA; en realidad, esta es una deuda histórica con el sector ambiente y desarrollo sostenible toda vez que la inestabilidad reglamentaria puede poner en riesgo el manejo integrado de los recursos hídricos en la región y en el país y sumado a ello, dentro de los países con los que tiene frontera Colombia, ello es una excepción a hacer notar, pues Brasil tiene una Ley de Aguas de 1997, Venezuela cuenta con una Ley específica desde 2007 y Ecuador acaba de aprobar una en agosto de 2014. • Falta de seguimiento y control de las obligaciones de las autoridades ambientales por parte de los Órganos de Control, en cuanto al reporte de la información ambiental pertinente del Recurso Hídrico en sus regionales pone en riesgo los sistemas de información que han sido para ser un insumo fundamental a la hora de construir e implementar los respectivos instrumentos de planificación hidrológica.
---	--

<p>del desarrollo armónico de la Amazonía, y la incorporación en sus territorios a las respectivas economías nacionales. Por ello se convierte en una oportunidad real para desarrollar un liderazgo ambiental de la OTCA en el manejo de los recursos hídricos de la Región Amazónica.</p>	
---	--

) en la que se evidencian algunas de las Debilidades, Oportunidades, Fortalezas y Amenazas del instrumento de planificación hidrológica realizado para la Macrocuena del Amazonas.

Tabla 75. Matriz DOFA

Positivo	Negativo
<p>Fortalezas</p> <ul style="list-style-type: none"> Partir de la diversidad en la Macrocuena del Amazona se constituye como la principal fortaleza para el proceso de gestión, pues se reconoce la necesidad de realizar el proceso de ordenación ambiental con criterios diversos, de los cuales se espera sean eficaces para las problemáticas de esta. Estructurar el Plan Estratégico de Macrocuena como un instrumento para regular el factor climático en el nivel regional representa una fortaleza 	<p>Debilidades</p> <ul style="list-style-type: none"> El principio de Unidad de Cuenca es un concepto muy propio de la Gestión Integrada de Recursos Hídricos, puede constituirse como una debilidad para el desarrollo del Plan Estratégico de Macrocuena del Amazonas, se debe buscar que este concepto no riña con los objetivos y principios del instrumento de planificación hidrológica.

<p>del proceso, de este punto saldrán la mayor cantidad de planes y programas para la región Amazónica.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Presentar la temática de la Macrocuena del Amazonas desde una perspectiva transfronteriza constituye una oportunidad para el proceso de planificación; en el que será necesario coordinarlas junto a las obligaciones sustanciales y procedimentales para los países que son parte de la OTCA en materia de cooperación transfronteriza para garantizar seguridad hídrica y sostenibilidad de la Cuenca. • Reconocer la importancia de los saberes con las comunidades tradicionales para la formulación del Plan Estratégico de Macrocuena del Amazonas, teniendo en cuenta que esta región están varias comunidades indígenas quienes desde su cosmovisión pueden aportar a la construcción e implementación del PEM. 	
<p>Oportunidades</p> <ul style="list-style-type: none"> • Las Políticas Sectoriales de Minería, Hidrocarburos, Gas, Forestal y Suelos evidencian al interior de estos sectores 	<p>Amenazas</p> <ul style="list-style-type: none"> • La ley 1776 de 2016 (Ley Zidres) ley para desarrollar zonas de interés de desarrollo rural económicos y social del país, constituye una ley de

<p>problemáticas y preocupaciones ambientales para el desarrollo de sus actividades económicas en las que se hace uso de los recursos naturales renovables y no renovables.</p> <ul style="list-style-type: none"> • El uso de nuevas tecnologías para el manejo de la Cuenca hidrográfica para las diversas problemáticas que afronta la cuenca para realizar los procesos de evaluación y seguimiento al uso del Recurso Hídrico en la Cuenca Amazónica. • Partir de la necesidad de generar espacios de promoción de planes y programas destinados a la conservación de la biodiversidad acuática como base de las cadenas tróficas y de los servicios eco sistémico amazónico constituye una fortaleza del PEM. • La ausencia de un Plan Hídrico Nacional (Última versión-La cual no se puede citar), representa una oportunidad pues este se convierte en un instrumento de política para la formulación de los Planes Estratégicos de Macrocuena pues este trae importantes líneas de política en materia de Recurso Hídrico. • El Sistema de Información del Recurso Hídrico (SIRH) 	<p>fomento agropecuario importante en el país teniendo lo cual constituye una normativa determinante para el Recurso Hídrico en el territorio y para la Región Amazónica teniendo en cuenta que la agricultura es la actividad económica que más agua demanda (según el Estudio Nacional del Agua, 2014).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Una lectura “errónea” de las políticas de minería, hidrocarburos, gas, forestal y suelos pueden constituir una amenaza para el Plan Estratégico de Macrocuena del Amazonas, pues una visión tan determinada por los intereses del sector puede poner en riesgo la planificación y sostenibilidad del Recurso Hídrico. • La ausencia de un Plan Hídrico Nacional dificulta el desarrollo de los Planes Estratégicos de Macrocuena en el país. • Ausencia de interés de las entidades territoriales para la construcción del documento de planificación hidrológico más relevante en la Región Amazónica, teniendo en cuenta que esta visión ambiental del territorio afectara la visión del territorio. • Falta de una ley de Aguas en Colombia, es una amenaza para el desarrollo del PEMA; en realidad, esta es una deuda histórica con el
--	--

<p>administrado por el IDEAM, si fuese suministrada la información respectiva por parte de las autoridades ambientales sería una verdadera oportunidad para el PEM pues se tendría un inventario real de los POMCA formulados en la región amazónica, lo cual sería útil para la diferenciación entre los planes de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas antes de la vigencia del Decreto 1640 del 2012 y después de la vigencia del Decreto 1640 del 2012 (Normativa incorporada en el Decreto 1076 del 2015).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Teniendo en cuenta los países que han suscrito y ratificado los instrumentos internacionales que dieron vida jurídica a la OTCA se convierte en una oportunidad este escenario para desarrollar normatividad al interior del TCA que establezca como prioridad el ordenamiento y manejo de busca la promoción del desarrollo armónico de la Amazonía, y la incorporación en sus territorios a las respectivas economías nacionales. Por ello se convierte en una oportunidad real para desarrollar un liderazgo ambiental de la OTCA en el manejo de los recursos hídricos de la Región Amazónica. 	<p>sector ambiente y desarrollo sostenible toda vez que la inestabilidad reglamentaria puede poner en riesgo el manejo integrado de los recursos hídricos en la región y en el país y sumado a ello, dentro de los países con los que tiene frontera Colombia, ello es una excepción a hacer notar, pues Brasil tiene una Ley de Aguas de 1997, Venezuela cuenta con una Ley específica desde 2007 y Ecuador acaba de aprobar una en agosto de 2014.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Falta de seguimiento y control de las obligaciones de las autoridades ambientales por parte de los Órganos de Control, en cuanto al reporte de la información ambiental pertinente del Recurso Hídrico en sus regionales pone en riesgo los sistemas de información que han sido para ser un insumo fundamental a la hora de construir e implementar los respectivos instrumentos de planificación hidrológica.
--	--



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



- **Análisis de la matriz DOFA**

Luego de la construcción de la matriz DOFA al PEMA resulta necesario presentar unas breves conclusiones a este instrumento de planeación estratégica, las cuales son las siguientes:

- El PEMA resulta ser un instrumento eficaz para realizar el complejo proceso de ordenación de la Macrocuena Amazónica, el país debe esforzarse para construir un verdadero sistema de información de las regiones estratégicas para hacer un uso sostenible y racional del Recurso Hídrico y puedan tomarse decisiones en torno a este y en concertación con todos los usuarios con el fin de garantizar gobernanza institucional; de lo contrario el ejercicio de planificación ser un trabajo llamado al fracaso.
- Las políticas sectoriales de escala nacional tales como la minera, forestal, agrícola, de hidrocarburos, entre otras, deben considerar los impactos que su puesta en práctica puede generar en los Recursos Hídricos en el país. Para lograr una verdadera Gestión Integrada de Recursos Hídricos es necesario entender al agua como eje estructural de la actividad económica y como recurso vulnerable que merece que se desarrollen acciones dirigidas a evitar los impactos negativos sobre el recurso, lo anterior en concordancia con una de las líneas estratégicas de respuesta para la Gestión Integrada de Recursos



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



Hídricos (GIRH) de la Cuenca Amazónica, identificada por la Estrategia Regional para la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos de la Cuenca Amazónica (OTCA, GEF y PNUMA, 2016).

- El proceso adelantado para construir el PEMA fue acertado en partir de dos realidades necesarias para poder confeccionar un instrumento de planificación hidrológica sólido y eficaz a las problemáticas de la Macrocuena, estos son, diversidad biológica y cultural presente en este territorio natural y concebir su ordenación como un recurso compartido o transfronterizo, se debe buscar el liderazgo de la OTCA en esta labor, para que todos los países que comparten este ecosistema estratégico puedan unir esfuerzos y disminuir las principales amenazas que afectan la ordenación del territorio en torno al recurso hídrico.
- Resulta necesario que las autoridades ambientales y las entidades territoriales presentes en la región amazónica adelanten un proceso de acompañamiento institucional, pues si bien, no tienen obligaciones en la formulación del PEM, este será un instrumento que afectará sus territorios y buscará dar unos lineamientos para un modelo de desarrollo regional que sea compatible con el manejo integrado del Recurso Hídrico; por ello estas autoridades administrativas deben ser aliados en la gestión que viene adelantando el SINCHI en la región,



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



para garantizar que los esfuerzos técnicos, económicos y administrativos puestos en el desarrollo de este instrumento de planificación hidrológico sean eficaces y se cumplan en el territorio.

7.4.3 ANÁLISIS DE TEMAS CLAVES DEFINIDOS PARA ESTRUCTURAR LINEAMIENTOS ESTRATÉGICOS, DE ACUERDO A LOS INSTRUMENTOS NORMATIVOS Y DE POLÍTICA.

En este apartado, examinaremos la pertinencia y posible coincidencia de los temas claves definidos para estructurar lineamientos estratégicos, con la normatividad y la política ya analizadas.

TEMA CLAVE 1. RECONOCER LA HETEROGENEIDAD DE LA MACROCUENA DEL AMAZONAS COMO PRINCIPIO DE GESTIÓN.

La Macrocuena está compuesta de manera parcial por cuatro áreas hidrográficas (Amazonas, Pacífico, Orinoco y Magdalena-Cauca); 16 zonas hidrográficas (entre parciales y totales) y 93 subzonas hidrográficas, con importantes variaciones a nivel vertical y relevantes zonas que contienen elementos ambientales de especial relevancia. Desde el punto de vista jurídico puede afirmarse que la identificación de la Macrocuena por parte del IDEAM, responde a las competencias que en su momento le fueron



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



asignadas por los decretos 1277 de 1994 y 2241 de 1995 actualmente compilados en el D. 1076 de 2015.

Debe resaltarse que el D. 291 de 2004 por medio del cual se modifica la estructura del IDEAM, estableció en su artículo 12 las funciones de la Subdirección de Hidrología, y entre ellas la identificada en el numeral 9, relativa a *“Aportar los conocimientos del estado y evolución del recurso hídrico como base para la zonificación y ordenamiento ambiental del territorio”*. Por tanto deben entenderse que la zonificación de la Área hidrográfica o Macrocuena Amazónica, se realizó con el fundamento jurídico y técnico necesario²⁴.

Para lograr este reconocimiento, se hace necesario lograr la integración de los sistemas de información del recurso hídrico, por ello deben tomarse las acciones necesarias para que la información generada sobre la heterogeneidad de la Macrocuena Amazónica sea pública. Es por ello que la incorporación de esta información al Sistema de Información del Recurso Hídrico –SIRH permitiría avanzar hacia la Gestión Integrada del Recurso Hídrico en los términos del antiguo D. 1323 de 2007, hoy compilado en el D.1076 de 2015, arts. 2.2.3.5.1.1 y siguientes.

²⁴ La metodología de la zonificación de unidades hidrográficas se basó en los procedimientos establecidos inicialmente en la Resolución 0337 en 1978 por la por el HIMAT (hoy IDEAM). Cfr. (IDEAM, 2013, pág. 14)



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



Del mismo modo y con el fin de consolidar el conocimiento de la Macrocuena, es importante que Instituciones como el IDEAM, el IGAC y el SINCHI y todas aquellas que produzcan información relacionada con los recursos hídricos, actúen coordinadamente para consolidar el conocimiento sobre la Macrocuena, todo lo anterior en el marco de las competencias que les han sido ordenadas por la Ley.

TEMA CLAVE 2. GENERAR UN DIÁLOGO DE SABERES CON LAS COMUNIDADES TRADICIONALES PARA EL PEMA

Desde el punto de vista jurídico la participación se reconoce como un principio fundamental y un derecho fundamental de escala constitucional. La Constitución Política, incluso establece como fin del Estado colombiano facilitar la participación de todos en las decisiones que los afectan y en la vida económica, política, administrativa y cultural de la Nación (art. 2).

Esta participación será especialmente relevante si incluye a aquellos que tradicionalmente han estado por fuera de los espacios de decisión política y administrativa, por ello este tema responde a las necesidades de la Macrocuena Amazónica, en la cual residen múltiples comunidades tradicionales que han vivido de manera armónica en el territorio y cuyo conocimiento sobre el área aún está por explorarse. Debe recordarse que la Declaración de la II reunión de los presidentes de los países amazónicos de 1992, reconoció el valor del conocimiento tradicional y de sus prácticas para



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



la promoción del desarrollo sustentable, e impulso a los países miembros a crear los mecanismos necesarios para la protección de dichos saberes (IX. 1)

El reconocimiento de los saberes tradicionales es uno de los puntos básicos del Convenio Sobre Diversidad Biológica (ley 165 de 1994) el cual reconoce: *“...la estrecha y tradicional dependencia de muchas comunidades locales y poblaciones indígenas que tienen sistemas de vida tradicionales basados en los recursos biológicos, y la conveniencia de compartir equitativamente los beneficios que se derivan de la utilización de los conocimientos tradicionales, las innovaciones y las prácticas pertinentes para la conservación de la diversidad biológica y la utilización sostenible de sus componentes”.*

Igualmente, el llamado a generar un diálogo de saberes puede entenderse como un reflejo del principio de 10 de la Ley 99 de 1993 que reconocer que la acción para la protección y recuperación ambiental del país es una tarea conjunta y coordinada entre el Estado y la comunidad. La necesidad de generar un diálogo de saberes, es también una forma de poner en práctica los principios 10 y 22 de la Declaración de Rio, que reconocen el papel fundamental de las poblaciones indígenas y sus comunidades frente a la ordenación del medio ambiente y el desarrollo debido a sus conocimientos y prácticas tradicionales.

Finalmente debe anotarse que la PNGIRH, establece como objetivo la Gobernabilidad y para ello identifica como estrategia la participación. En



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



particular, se identifica como línea de acción estratégica *“Implementar programas para asegurar la participación en la gestión integral del recurso Hídrico de los grupos sociales más vulnerables”* (MAVDT, 2010, pág. 103), por ello consideramos que incluir específicamente el llamado a generar un diálogo de saberes con las comunidades tradicionales, es impulsar una verdadera participación.

Las acciones que permitirán desarrollar este diálogo de saberes con las comunidades tradicionales del PEMA, deben priorizarse en aquellos territorios altamente transformados y que podrían estar en riesgo de afectaciones a su identidad cultural²⁵.

TEMA CLAVE 3. HACER USO DE NUEVAS TECNOLOGÍAS QUE AGILICEN LA GENERACIÓN DE CONOCIMIENTO SOBRE LOS RECURSOS HÍDRICOS EN LA MACROCUENA DEL AMAZONAS, COMO SOPORTE DEL PLAN NACIONAL DE MONITOREO.

El manejo integrado de la cuenca requiere que se pongan en marcha los instrumentos necesarios para conocer toda el área objeto de planificación, por ello, el uso de nuevas tecnologías que agilicen la generación de conocimiento se identifica como un asunto clave para la región.

²⁵ Debe recordarse que corresponde a las Corporaciones Autónomas Regionales en coordinación con las Autoridades Competentes apoyar a comunidades étnicas para el abastecimiento, uso y conservación del agua (Ley 99 de 1993. Art. 31, num 28.



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



Para el desarrollo de este punto clave, el Sistema de Información del Recurso Hídrico -SIRH- es de especial relevancia, por tanto se espera que los elementos que el sistema integra y estandariza permitan acceder a la información de la Macrocuena amazónica de manera que se facilite la gestión integral del recurso hídrico (D. 1076, Artículos 2.2.3.5.1.1. y siguientes).

Igualmente se espera que el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, de conformidad con lo determinado en la Ley 1341 del 2009, promueva el acceso, uso efectivo y apropiación masivos de las TIC en el área amazónica de manera tal que se obtengan las herramientas necesarias para lograr el conocimiento de la región.

Este punto clave está en armonía con los llamados a la consolidación de nuevos mecanismos de transferencia de tecnología a la que hace referencia la Declaración de la II Reunión de los Presidentes de los países amazónicos de 1992.

De igual manera y teniendo en cuenta que los Planes Estratégicos de Macrocuena serán el marco para la estructuración de la red nacional de monitoreo del recurso hídrico (D. 1076 de 2015, ARTÍCULO 2.2.3.1.2.4. num. 4), las tecnologías que agilicen la generación de la información deberán procurar la armonización con aquellas existentes. Esta necesidad



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



de armonizar la información, no solo debe procurarse a escala nacional, debe procurarse incluso a escala de la OTCA, por ello este tema clave, está en concordancia con la Estrategia Regional para la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos de la Cuenca Amazónica, la cual determinó como una de sus acciones estratégicas, la gestión del conocimiento, haciendo un llamado a que los países miembros de la OTCA, tomen las medidas necesarias para que se conozca la información y se comparta el conocimiento sobre los recursos naturales en particular aquel relativo a los Recursos Hídricos de la Amazonía; se busca que el acceso a este conocimiento se facilite a través de una Plataforma Integrada de Información sobre la GIRH y otros temas relevantes de la Agenda Estratégica de la OTCA. (OTCA, GEF y PNUMA, 2016, pág. 56)

TEMA CLAVE 4. CONSERVAR LA BIODIVERSIDAD ACUÁTICA COMO BASE DE LAS CADENAS TRÓFICAS Y DE LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS AMAZÓNICOS.

La Constitución Política ordena al Estado conservar las áreas de especial importancia ecológica (art. 79) y planificar el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales para garantizar su conservación (art. 80). Estos compromisos, se ven reflejados igualmente en los compromisos que Colombia ha adquirido en materia de conservación in situ, y que están claramente delimitados en la Ley 165 de 1994.



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



De conformidad con la realidad biofísica de la Macrocuena, la conservación de las cadenas tróficas y de los servicios ecosistémicos amazónicos es vital para asegurar la resiliencia del área. Se hace necesario tomar medidas para evitar la desaparición de ciertas especies o extinciones en cascada que pueden poner en peligro el patrimonio ambiental del país.

Por tanto las herramientas jurídicas ya construidas por el Estado Colombiano en materia de disposición adecuada de residuos tóxicos y peligrosos (D. 1076 de 2015, ARTÍCULO 2.2.6.1.1.1 y siguientes), las de control de vertimientos D. 1076 de 2015. ARTÍCULO 2.2.3.3.1.1).

La necesidad de conservar, es un asunto reconocido por la Estrategia Regional para la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos de la Cuenca Amazónica, la cual hace un llamado a que se reduzca la vulnerabilidad de los ecosistemas bioacuáticos de la Cuenca Amazónica, recomendando la realización de mapas de zonificación ecológica, la identificación de directrices y criterios de buenas prácticas ambientales y desarrollando un sistema regional de monitoreo, entre otras acciones. (OTCA, GEF y PNUMA, 2016, pág. 70)



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



TEMA CLAVE 5. CONSIDERAR LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS COMO FUENTE IMPORTANTE DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA MACROCUENA DEL AMAZONAS.

Ya desde el Decreto-Ley 2811 de 1974 se había previsto la necesidad de tomar medidas para prevenir o solucionar los problemas ambientales y regular la utilización de recursos naturales renovables compartidos con países limítrofes (art. 10), en particular se hace referencia en este decreto a la necesidad de atender con especial interés las cuencas hidrográficas de ríos que sirvan de límite o que atraviesan las fronteras de Colombia, incluidas las aguas superficiales y subterráneas y los demás cursos naturales conexos.

Este es el caso de la Macrocuena amazónica la cual merece reconocer no sólo las aguas superficiales de la región sino que además debe incorporar las aguas subterráneas pues si potencial como fuente de abastecimiento de agua es extraordinaria no solo para la Colombia sino para toda la región de la OTCA.

Debe recordarse que de acuerdo a lo determinado por la Ley 99 de 1993, las zonas de recarga de acuíferos son objeto de protección especial y que las actividades que puedan afectar el acuífero, especialmente en materia de vertimientos deben ser objeto de control administrativo de acuerdo a lo



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



determinado por el D. 3930 de 2010, hoy compilado en el D. 1076 de 2015 (Artículos 2.2.3.3.4.3, 2.2.3.3.4.6, 2.2.3.3.4.9).

Además los acuíferos son catalogados como ecosistemas estratégicos, lo cual impone una serie de obligaciones para las autoridades ambientales para garantizar su conservación y manejo (Artículo 2.2.2.1.3.8 del Decreto 1076 del 2015) y sumado a ellos se constituyen como una fuente determinante para el abastecimiento de agua potable, para ello resulta necesario tener en cuenta los diferentes instrumentos que han sido establecido para el monitoreo de aguas subterráneas, diseñados por el IDEAM (2014), los cuales son el soporte científico para definir la estrategias y lineamientos de política para la protección y conservación del recurso hídrico subterráneo en el caso de la Macrocuena Amazónica y como una alternativa de particular relevancia para disminuir la vulnerabilidad al desabastecimiento de la población en los municipios que están sobre los sistemas acuíferos.

De igual manera debe tenerse en cuenta que Estrategia Regional para la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos de la Cuenca Amazónica, estableció como objetivo General para fortalecer la GIRH, el fortalecimiento la protección, la gestión y el monitoreo de las aguas subterráneas de la Cuenca Amazónica, “mediante la investigación hidrogeológica, la construcción y fortalecimiento de lineamientos para la gestión y protección de las aguas subterráneas de la Cuenca Amazónica” (OTCA, GEF y PNUMA, 2016).



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



TEMA CLAVE 6. DEFINIR COMO SERVICIO ECOSISTÉMICO FUNDAMENTAL LA CONECTIVIDAD HIDROLÓGICA Y PULSO DE INUNDACIÓN NATURAL.

Los beneficios ecosistémicos que recibe la comunidad internacional, la región de la OTCA y Colombia por la conectividad hidrológica de la Macrocuena deben reconocerse. Este reconocimiento es necesario no solo por los beneficios directos que se generan en el área hidrológica sino además por cuanto ella es el escenario que permite el funcionamiento de múltiples procesos ecosistémicos.

La base jurídica que exige la conservación y el desarrollo sostenible del país sustenta también este tema clave, por ello se hace necesario diseñar instrumentos económicos que permitan el desarrollo de acciones en favor de la conservación y de la construcción de instrumentos que permitan el pago por servicios ambientales, el cual se ha venido desarrollando exitosamente en diferentes zonas del país (Decreto 1076 del 2015 Artículos 2.2.9.8.2.4.).

El fundamento jurídico para lograr materializar este aspecto clave dentro del proceso de ordenación de la Macrocuena Amazónica está en el Código Nacional de los Recursos Naturales Renovables y del Ambiente – Decreto Ley 2811 de 1974, la Ley 99 de 1993 y el Decreto 1076 del 2015, dichas disposiciones jurídicas tendientes a lograr la conservación del medio



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



ambiente y los recursos naturales renovables han tenido un efecto en el Plan Nacional de Desarrollo del país y en los planes de desarrollo de nivel regional y local, donde se han diseñado esquemas financieros propios para la conservación in situ de las riquezas hídricas y naturales, en este caso se debe presentar el escenario idóneo para el funcionamiento de múltiples procesos ecosistémicos en la región amazónica según el V Informe Nacional de Biodiversidad (MADS, 2014), la región Amazónica tiene dos diferentes zonas de vida, el bosque húmedo de zona baja, ente los 80 y 1000 msnm, y el bosque montano, entre los 1000 y 3400 msnm, se estima que alberga 5400 millones de toneladas de carbono por ello resulta necesario priorizar las acciones para la definición e implementación de esquemas que permitan el desarrollo de los servicios ecosistémicos que presta la región especialmente la conectividad hidrológica y zonas de inundación natural.

TEMA CLAVE 7. ENTENDER LA IMPORTANCIA DE LA MACROCUENCA DEL AMAZONAS COMO REGULADOR CLIMÁTICO MACROREGIONAL

Los bosques amazónicos tienen un papel protagónico en la regulación del clima, por su capacidad de almacenar enormes cantidades de carbono y por ser elemento fundamental para lograr el balance climático de la región (OTCA, 2014).



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGI RH) -SINCHI



No obstante, por los efectos globales del cambio climático, la región amazónica puede verse afectada por este fenómeno, de acuerdo al IPCC. Las sequías y los cambios de uso del suelo²⁶ podrían llegar a generar incendios forestales que podrían provocar la transformación de la selva amazónica, lo cual generaría riesgo para la biodiversidad y disminuiría de la absorción neta de carbono (IPCC, 2014).

Por tanto y en concordancia con los compromisos colombianos en materia de cambio climático en particular con aquellos relativos a reducir la deforestación en la Amazonía colombiana a cero para el 2020 (IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCELLERÍA, 2015), se hace necesario que se tomen todas las medidas necesarias para proteger la Macrocuena y entender su relevancia como regulador climático macro regional.

En ese orden de ideas, es necesario que el PEMA contemple acciones jurídicas y técnicas de adaptación a los efectos del Cambio Climático, en desarrollo de la Ley 164 de 1994 mediante la cual se incorpora al orden jurídico interno la “Convención Marco de las Naciones Unidas Cambio

²⁶ De acuerdo a la Estrategia Regional para la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos de la Cuenca Amazónica, “El cambio en el uso del suelo en la Amazonía es el resultado de un proceso complejo de ocupación acelerada y desordenada del territorio a lo largo del tiempo, lo cual ha modificado la cobertura vegetal amazónica”, por ello se ha realizado un llamado a los países de la OTCA para desarrollar los estudios que permitan analizar el marco normativo y político sobre la ocupación territorial en la Cuenca Amazónica, así como los procesos socioeconómicos, políticos y culturales de la urbanización en la región. Igualmente se pretende en el marco de la estrategia, caracterizar las actividades económicas, proyectos y programas de inversión pública y privada, así como fortalecer la capacidad institucional nacional para mitigar los impactos en los recursos hídricos, socioeconómicos y ambientales de la ocupación del territorio y los cambios de uso del suelo en la Cuenca Amazónica (OTCA, GEF y PNUMA, 2016, pág. 74)



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



Climático” y Ley 629 del 2000 mediante la cual se hace lo pertinente con el “Protocolo de Kyoto” y próximamente de lo establecido en el “Acuerdo de Paris”; por ello es importante destacar la relevancia de la Macrocuena del Amazonas como un regular climático.

Debe tenerse en cuenta que a segunda línea estratégica de Respuesta identificada en Estrategia Regional para la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos de la Cuenca Amazónica desarrollada por la OTCA, se reconoce el reto que tienen los estados para dar respuestas rápidas y eficientes frente a los efectos hidrometeorológicos extremos que afectan a los países miembros de la OTCA (OTCA, GEF y PNUMA, 2016), De conformidad con esta línea de acción estratégica, es importante fortalecer los sistemas de prevención y alerta de gestión de riegos hidroclimáticos, así como fortalecer a los gobiernos locales para enfrentar los riesgos asociados al fenómeno climático.

TEMA CLAVE 8. ABORDAR EL RECURSO HÍDRICO DE LA MACROCUENCA DEL AMAZONAS DESDE UNA PERSPECTIVA TRANSFRONTERIZA

Este punto es un aspecto clave que merece ser considerado desde el punto de vista del derecho internacional de las aguas. La cuenca transfronteriza que da nombre al PEMA, afecta a todos los países de la OTCA y vincula



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



jurídicamente a todos los países en favor de la conservación y manejo adecuado de la región.

Es por ello importante entender que los principios del derecho internacional de las aguas, así como las obligaciones sustantivas y procedimentales incluidas en el Tratado de la Cuenca Amazónica y los principios estructurales definidos en La Convención Sobre El Derecho De Los Usos De Los Cursos De Agua Internacionales Para Fines Distintos De La Navegación son absolutamente necesarios para atender las necesidades de gestión de la Macrocuena, y que las directrices jurídicas internacionales merecen ser reconocidas inclusive en los instrumentos de planificación de escala nacional.

Lo anterior de ninguna manera desconoce la autonomía soberana del estado Colombiano, no obstante debe recordarse que los criterios de soberanía absoluta riñen con el derecho internacional de las aguas y por tanto los principios de uso equitativo y razonable, el deber de no causar daño, la necesidad de participación y consulta, entre otros son aspectos que de ninguna manera pueden obviarse en el manejo del área hidrográfica de la amazonia.

El fundamento jurídico radica en el artículo 289 de la Constitución Política de 1991, donde se establece la obligación de cooperación transfronteriza en temas ambientales y en el caso de la región amazónica son fundamento



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGI RH) -SINCHI



normativo los diferentes tratados internacionales suscritos con los países con los que se comparte la administración de cuencas, dentro de ellos se destaca, Perú, Brasil, Ecuador y Guyana. Hoy es una realidad y un reto de los países limítrofes para cooperar en el manejo de sus cuencas transfronterizas y sus lagos internacionales por ello, se ha acuñado el término de la hidropolítica de una región es decir, la geopolítica del agua (Amaya Navas, 2016), donde la visión de la cuenca representa la unidad de gestión, pues existe una interdependencia entre el agua y los sistemas físicos y bióticos de la Cuenca, en este caso de la Macrocuena Amazónica transfronteriza, donde esta servirá para la toma de decisiones en cuanto a temas relacionados con asignación de recurso hídrico, control a la contaminación²⁷, planificación para el uso y coordinación y concertación de los actores del mismo.

7.5 CONCLUSIONES

Luego de examinada la normatividad internacional, nacional, regional y local y la política nacional de gestión integrada de recurso hídrico en concordancia con los temas estructurales y los lineamientos estratégicos para el PEMA se

²⁷ La contaminación, desde el punto de vista jurídico es entendida en los términos del D.L.2811 de 1974 como “la alteración del ambiente con sustancias o formas de energía puestas en él, por actividad humana o de la naturaleza, en cantidades, concentraciones o niveles capaces de interferir el bienestar y la salud de las personas, atentar contra la flora y la fauna, degradar la calidad del ambiente o de los recursos de la nación o de los particulares”. Las acciones que encuadren dentro de esta definición deben ser investigadas por la administración en el marco de la Ley 1333 de 2009 y en el caso que corresponda, investigada por la Fiscalía General de la Nación, por cuanto este delito está tipificado en el art.332 de la Ley 599 de 2000. De otro lado el problema transfronterizo de la contaminación del agua es identificado en la Estrategia Regional para la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos de la Cuenca Amazónica como uno de los problemas que encabeza las preocupaciones de los países de la OTCA. (OTCA, GEF y PNUMA, 2016, pág. 60)



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



puede concluir que los temas identificados se armonizan con la estructura normativa y política existente y además se concluye lo siguiente:

- Se evidencia el desarrollo de principios propios de la PNGIRH tales como entender, comprender y desarrollar la gestión del recurso hídrico como un factor de desarrollo, unidad de gestión y participación y equidad, estos se evidencian en los lineamientos estratégicos del PEMA, lo cual constituye una fortaleza a la hora de implementar el instrumento de planificación hidrológica en el territorio amazónico.
- Es necesario que el ejercicio de planificación se realice bajo criterios y principios de derecho internacional tales como: A. Utilización y aprovechamiento racional de los recursos naturales. El uso de los recursos naturales de la Macrocuena Amazónica deberá realizarse procurando su renovabilidad y resiliencia. B. Obligación de no causar daños sensibles. Se tomarán todas las medidas necesarias para eliminar o mitigar los perjuicios que puedan causarse a las aguas, cuando proceda de conformidad con la normatividad nacional, se tomarán las medidas necesarias para lograr la indemnización de los daños generados. C. Cooperación e intercambio regular de datos e información. Se procurará que el intercambio de información con los países vecinos y los actores relevantes de la cuenca. D. Promoción de la investigación Científica. Se promoverá el avance en el conocimiento



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co

científico de la Macrocuena amazónica, para ello se impulsará la acción coordinada de los institutos de investigación.

- Si bien Colombia, ni ninguno de los países por los que pasa la Macrocuena Amazónica no han ratificado la Convención de Nueva York, estos principios son máximas generales orientadoras de la actuación administrativa en el orden interno e internacional para el manejo de las Cuencas Transfronterizas y han sido utilizadas en diferentes fallos internacionales, por lo tanto son una fuente de derecho internacional oportuna para el manejo de esta Macrocuena estratégica.
- Los principios generales de Derecho Internacional resultan útiles para el manejo de la Macrocuena del Amazonas, para ello es importante que al interior de la Organización del Tratado de Cooperación Amazónica logre poner en marcha gran parte de las obligaciones sustantivas y procedimentales, ya analizadas, tales como la utilización y aprovechamiento racional de los recursos naturales, obligación de no causar daño transfronterizo, obligación de cooperación e intercambio de información y la promoción científica. Al interior de la OTCA, se resaltan las declaraciones de los Jefes de Estado de los países miembros de esta, donde son relevantes las preocupaciones ambientales amazónicas, estos documentos constituyen derecho blando (*soft-law*) para los estados pero son un factor orientador para



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



la planificación y para la articulación de los puntos clave y lineamientos estratégicos del PEMA.

- También resulta ineludible incorporar al PEMA la normatividad nacional, la cual está compuesta por normas de diversa jerarquía que deben tenerse en cuenta para el manejo y planificación de la Macrocuena amazónica y la normativa regional, atendiendo a la importancia estratégica de esta importante Cuenca existe una amplia normatividad regional , dentro de la cual se destacan los planes de ordenación y manejo de la Cuencas aprobados por las diferentes Corporaciones Autónomas Regionales que ejercen jurisdicción en la región amazónica.
- La matriz DOFA realizada en este documento presenta una serie de elementos que son relevantes para avanzar en el proceso del PEMA y lograr un buen resultado en su formulación y su ejecución, este instrumento de planeación estratégica permite identificar y priorizar las acciones, en este caso del SINCHI para contar con un PEM sólido y eficaz vinculando a todos los actores relevantes en el manejo de la Cuenca.
- Dentro de los temas claves que se identificaron en la III Etapa del PEMA se evidencia un factor de integralidad de los mismos, lo cual garantiza



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



que el instrumento de planificación hidrológica sea óptimo para generar gobernanza institucional.

En primer lugar, el reconocimiento de la heterogeneidad de la Cuenca, es un factor determinante y apropiado para los lineamientos que se estructuraron para el manejo de esta. En segundo lugar, el dialogo de saberes con las comunidades tradicionales asegura un conocimiento holístico de la Cuenca y una aceptación social de los lineamientos del instrumento de planificación hidrológico. En tercer lugar, el uso de nuevas tecnologías permite afrontar las problemáticas propias para el manejo de la cuenca transfronteriza y posibles soluciones a las mismas. En cuarto lugar, la conservación de la biodiversidad pues este territorio alberga gran parte de la biodiversidad del planeta y por último, abordar y comprender factores tales como su vocación transfronteriza y el papel que cumple la cuenca como regular climático macroregional permite abordar problemáticas globales tales como el Cambio Climático específicamente la deforestación de la región amazónica; estos aspectos están bien concebidos y estructurados para el desarrollo sostenible de la Macrocuena. Estos asuntos no son contrarios a los instrumentos normativos de índole internacional, nacional y regional y políticas públicas asociadas al manejo integrado del Recurso Hídrico, al contrario son un desarrollo de los mismos y en algunos casos un complemento útil para el proceso de planificación.



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuenca Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



8 CARACTERIZACIÓN DE LOS TEMAS, VARIABLES CLAVE, O CONFLICTOS RELACIONADOS CON LA GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO PARA MANEJAR EN EL CARMAC

La caracterización de temas, variables clave o conflictos relacionados con la gestión del recurso hídrico para manejar en el CARMAC son abordados según la perspectiva socio-económica y ambiental tratadas en el PEMA.

8.1 DESDE LA PERSPECTIVA SOCIO-ECONÓMICA

En secciones anteriores se discutieron, desde una visión económica, una serie de temas clave y lineamientos estratégicos del PEMA. Estos temas clave, en particular, son de gran relevancia para el CARMAC, ya que incluyen aspectos relacionados con la conservación de servicios ecosistémicos que las personas de la región valoran, y de bienestar económico de las comunidades locales.



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



En forma resumida, los datos socioeconómicos recogidos en las fases I, II, y III del PEMA hacen evidente la importancia de los temas expuestos, particularmente, dan cuenta de dinámicas muy particulares de la región, de necesidades específicas, y de cuánto valoran los habitantes de la Amazonia diferentes servicios prestados por el recurso hídrico.

Por otra parte, estos temas resultan clave por ser garantes de poder cumplir con lo propuesto en cuanto a gestión del recurso por la Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico (Colombia, 2010), donde se plantea que la gestión debe incluir (i) planificación, (ii) administración, (iii) seguimiento y monitoreo, (iv) normativa, y (v) gobernabilidad. Los temas mencionados, en su mayoría, apuntan a generar esto, mediante un mayor cúmulo de información y el empoderamiento de instituciones de investigación generadoras de conocimiento. Adicionalmente, los temas consideran las enormes diferencias al interior de la región Amazónica, y la importancia de trabajar con una perspectiva transfronteriza.

Por otra parte, siguiendo la Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico, las principales problemáticas asociadas al recurso, agrupadas en cuatro categorías, se relacionan con (i) la oferta, (ii) la demanda, (iii) la calidad, y (iv) los riesgos a los que está expuesto. A continuación se discutirá, con base en el desarrollo del componente socioeconómico, cada uno de estos puntos.



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuenca Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



El primer componente, referente a la oferta, resulta no ser especialmente relevante en la región Amazónica, pero debe considerarse para evitar futuras problemáticas. De acuerdo con los análisis del equipo técnico del PEMA, si bien la región amazónica tiene una oferta de agua muy importante, muestra una tendencia histórica decreciente: de acuerdo con los datos, cada año se ha presentado un promedio de precipitación diaria más baja y una disminución sistemática en los caudales.

Lo anterior no representaría un problema en las condiciones actuales de la región, donde la demanda no es significativa con relación a la oferta hídrica disponible, sin embargo, las proyecciones presentadas en la Primera Sección del presente documento muestran que esto puede cambiar. En particular, se encuentra que la población tendrá un crecimiento sostenido que irá acompañado de un crecimiento importante en la demanda. Cabe resaltar que este incremento en la demanda no sólo impone presión sobre la oferta existente, sino que trae consigo externalidades negativas que pone en riesgo la calidad del recurso y la sostenibilidad de recursos hidrobiológicos.

Fuera de esto, si bien la oferta excede sustancialmente a la demanda, los datos de las encuestas sociales consultadas revelan que los habitantes de la región tienen dificultades para obtener agua potable: En el departamento de Amazonas tan sólo 66% de la población tiene acceso al servicio de agua las 24 horas al día, los siete días de la semana (**Figura 144**). La situación es similar para los demás departamentos de la región, donde en Caquetá el 64%



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co

de la población está en esta misma condición (Figura 145), así como el 23% de la población de Putumayo (Figura 146)²⁸.

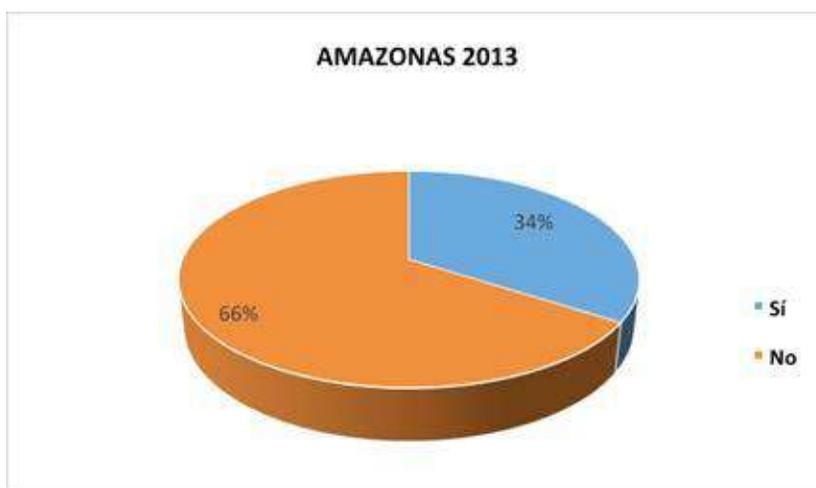


Figura 144. Acceso doméstico al agua, las 24 horas del día, los 7 días a la semana. – Departamento de Amazonas. Construida a partir de los datos de la ENCV 2013

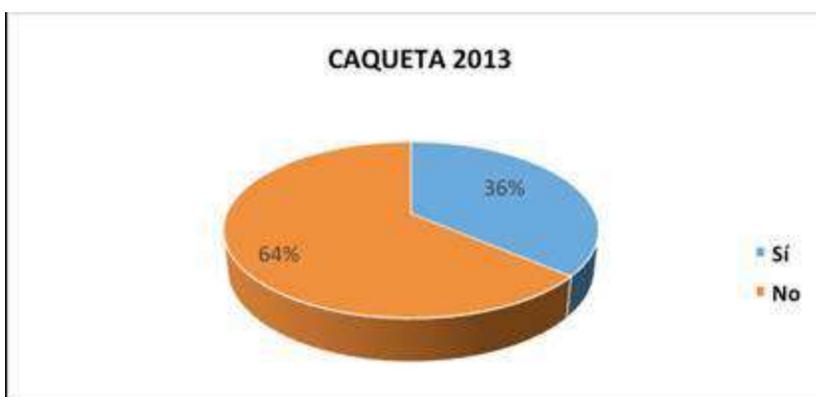


Figura 145. Acceso doméstico al agua, las 24 horas del día, los 7 días a la semana – Departamento de Caquetá. Construida a partir de los datos de la ENCV 2013

²⁸No hay información disponible para los demás departamentos de la región.

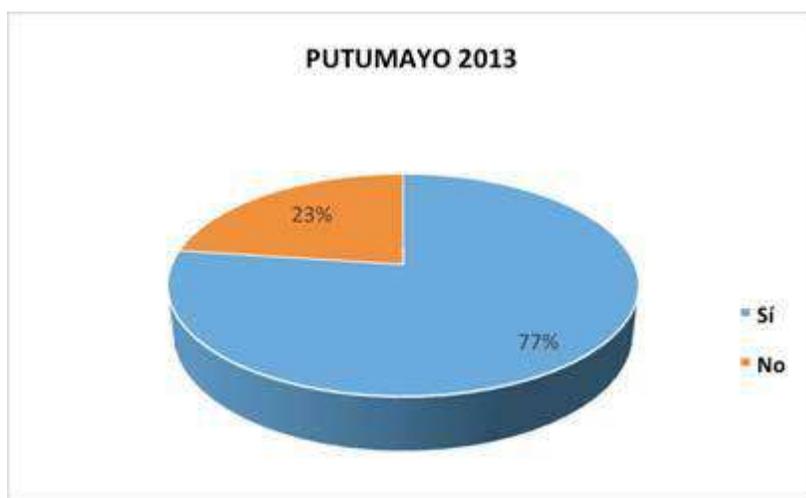


Figura 146. Acceso doméstico al agua, las 24 horas del día, los 7 días a la semana – Departamento de Putumayo. Construida a partir de los datos del ENCV 2013.

Del mismo modo, ante la ausencia del servicio en su hogar, las personas deben desplazarse para adquirirla, lo cual implica un costo de oportunidad elevado (i.e., el tiempo empleado en desplazarse para conseguir agua podría usarse de forma más productiva o simplemente en ocio) (Figura 147). Los tiempos de desplazamiento en los departamentos de la región amazónica son altos en la medida que necesitan realizar dicho trayecto cada vez que necesitan agua para consumir. De igual manera se ve como estos tiempos de desplazamiento tienen una alta variabilidad. Por ejemplo, la mayoría de las personas de Caquetá que no cuentan con servicio de agua toman entre 3 y 28 minutos para llegar a una fuente de agua. Del mismo modo, en Putumayo emplean entre 3 y 12 minutos; en Amazonas llega a ser de 16

minutos; en Guainía, entre 6 y 24 minutos; en Guaviare, entre 3 y 11 minutos; finalmente, en Vaupés emplean hasta 25 minutos.

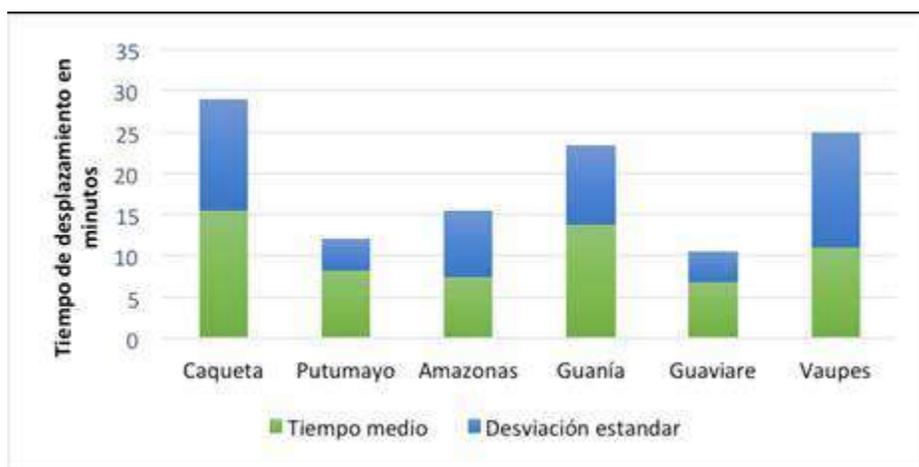


Figura 147. Tiempo de desplazamiento a la fuente de agua ante la ausencia del servicio en el hogar. Construida a partir de los datos de la ENDS 2010

Complementando lo anterior, resulta relevante analizar la fuente de la cual los hogares adquieren agua para preparar sus alimentos. En el Caquetá (Figura 148), según la Encuesta Nacional de Demografía y Salud (ENDS), en 2010 el 53% de la población adquiriría el agua para preparar alimentos del acueducto público; sin embargo, una considerable porción de la población la obtenía de ríos, quebradas, manantiales o nacimientos (31%), de pozos con bomba (7%) y sin bomba (3%), y de acueductos comunales o veredales (3%), entre otros.

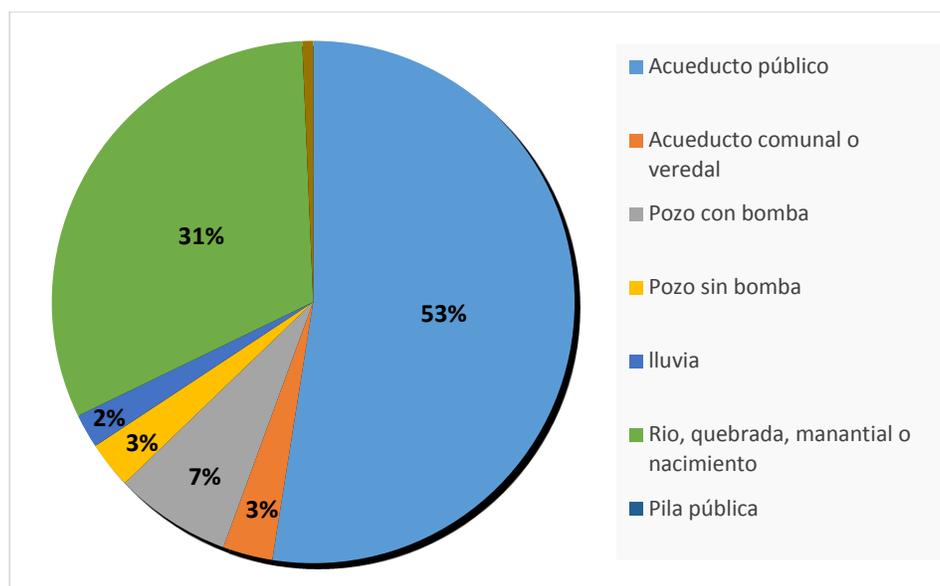


Figura 148. Fuentes de agua en el departamento de Caquetá en 2013 Construida a partir de los datos de la ENDS 2010

En contraste, para el departamento de Amazonas, en 2010 tan solo el 13% de la población adquiría el agua para preparar alimentos del acueducto público, la mayor parte de la población obtenía este bien, de agua en bolsa o embotellada (33%), de pozos con bomba (29%), de pilas públicas (19%), acueductos públicos (11%), y finalmente, de agua de lluvia recolectada (8%).

Por último, para el departamento de Putumayo (Figura 149) sólo hay tres fuentes mediante las cuales la población adquiere el agua para preparar alimentos: acueducto público (91%), pozos con bomba (6%) y pozos sin bomba (3%).

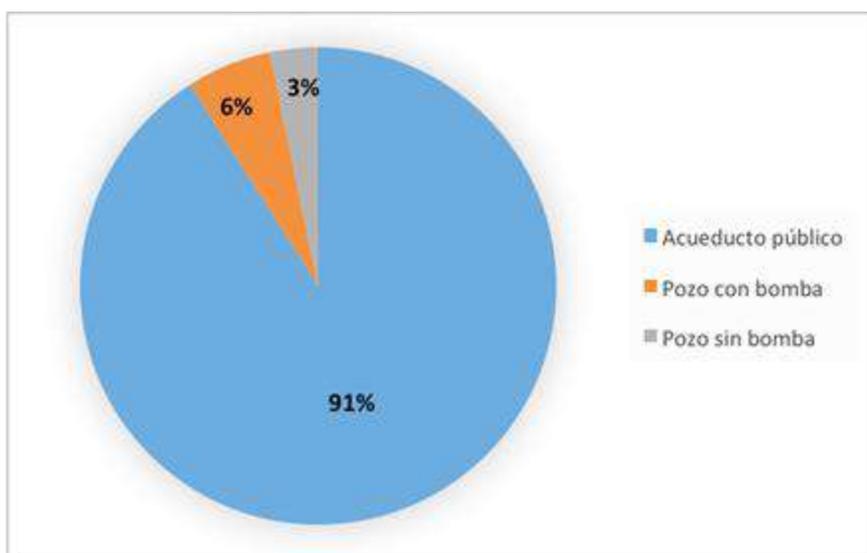


Figura 149. Fuentes de agua en el departamento de Putumayo en 2013 Construida a partir de los datos de la ENDS, 2010

Como puede apreciarse, las fuentes de agua para preparar alimentos son variadas, así como la proporción de la población que hace uso de las mismas. Del mismo modo, considerando que el área de la región de la Amazonía colombiana ocupa alrededor del 42% del territorio nacional, es indispensable tomar en cuenta estas composiciones para el diseño de política pública, en pro de que una mayor proporción de la población de cada departamento se vea beneficiada de estas.

Una vez identificado, con los datos disponibles, un posible conflicto generado un posible conflicto generado por una demanda que no es suplida adecuadamente, es importante considerar también el componente de



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



calidad. Si bien existe poca información económica al respecto, resulta plausible que exista un conflicto por este factor.

El consumo de agua potable es indispensable para gozar de una buena salud. El consumo de agua contaminada está altamente asociado con la posibilidad de contraer una Enfermedad Diarreica Aguda (EDA), lo cual resulta preocupante en la medida de que esta es la segunda mayor causa de mortalidad y morbilidad de niños menores a cinco años en el mundo (OMS, 2013). En Colombia, si bien se han hecho avances significativos en la reducción de mortalidad, la EDA aún es una de las principales causantes de muerte de menores de cinco años (Así vamos en salud, 2014). De igual manera, incluso tras sobrevivir a las EDA, estas pueden dejar secuelas como lo es la desnutrición y mayor propensión a contraer enfermedades, particularmente en niños menores de tres años, pues cada episodio de diarrea despoja a los niños de nutrientes necesarios para su desarrollo (OMS, 2013).

La mayor amenaza durante una EDA es la deshidratación, pues durante los episodios de diarrea se pierden niveles importantes de agua que deben ser compensados mediante el consumo de agua; siendo unos de los síntomas de deshidratación moderada la sed y labios secos (OMS, 2013). La Figura 150 indica si las personas de los departamentos de la Amazonía encuestadas en la ENDS del 2010, sufrieron de enfermedades diarreicas en las últimas dos semanas previas a la encuesta, la cual es una ventana temporal muy



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co

estrecha. De igual manera, presenta información si a las personas se les secan los labios cuando tienen diarrea (como se mostró anteriormente esto es un indicador sobre la posibilidad de estar experimentando deshidratación moderada).

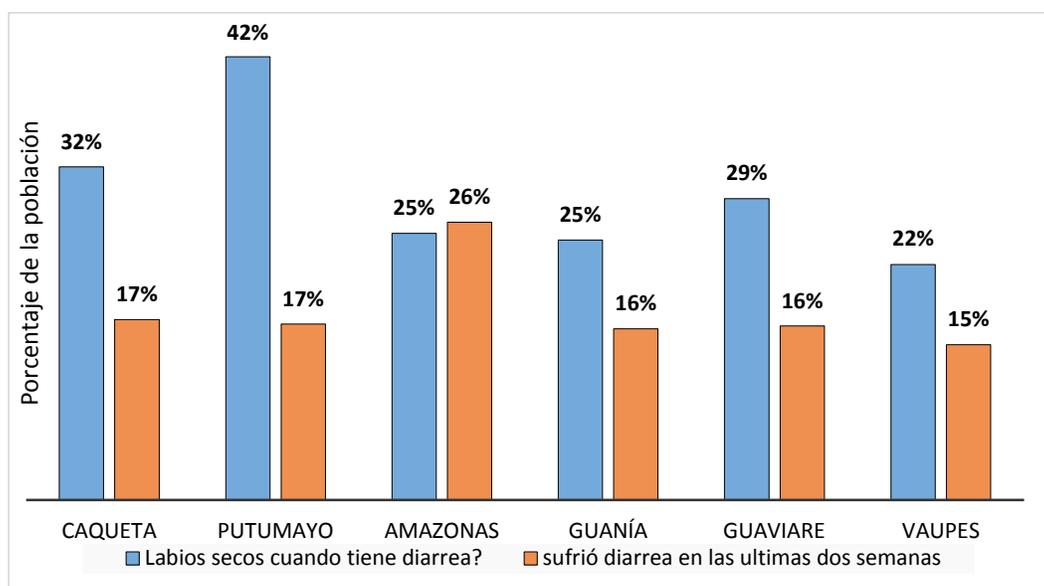


Figura 150. Diagnóstico general diarrea en la Amazonía colombiana. Construida a partir de los datos de la ENDS, 2010.

Las cifras presentadas para la Amazonía colombiana son preocupantes. En Caquetá, 17% de las personas encuestadas reportaron haber sufrido de alguna enfermedad diarreica en las últimas dos semanas previas a la encuesta, y adicional a esto el 32% reportaron que cuando sufren de diarrea ésta viene acompañada de labios secos. En el Putumayo, departamento que



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



según los datos presentados anteriormente presenta los mejores indicadores en accesibilidad a agua de la región, 17% reportó haber tenido diarrea en dicho lapso, y 42% reportaron tener labios secos cuando tienen enfermedades diarreicas. Para los mismo ítems, respectivamente, Amazonas reportó: 26% y 25%; Guainía: 16% y 25%, Guaviare: 16% y 29%; y finalmente, Vaupés 15% y 22%.

Como se dijo previamente, la ventana de tiempo de la pregunta sobre si ha sufrido de diarrea es muy pequeña, y lo que reporta es la recurrencia con la que se presenta esta enfermedad, la cual es muy alta. Del mismo modo, esta puede representar un riesgo para la vida, y la salud de la población tomando en cuenta los reportes de la otra pregunta, en la cual se puede ver que es alto el riesgo de deshidratarse cuando se tiene diarrea.

Por otra parte, debe aclararse que la calidad del agua no es el único motivo por el cual puede contraerse enfermedades diarreicas. En la región Amazónica colombiana, también se puede ver el tratamiento que los hogares dan al agua para potabilizarla y hacerla apta para el consumo. Según la ENCV de 2013, los procesos más populares en la Amazonía colombiana para tratar al agua y poder beberla son: hervirla, agregarle cloro, usar filtros o simplemente comprar agua embotellada (Figura 151).

Se evidencia que gran parte de los departamentos de la Amazonia colombiana deben tratar el agua antes de poderla consumir, y el caso más



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co

preocupante es el del Caquetá, en el cual más del 50% de la población consume agua cruda; y un caso particular es el del Amazonas, donde más del 60% de la población consume agua embotellada, lo cual le genera un gasto adicional para poder consumir agua potable.

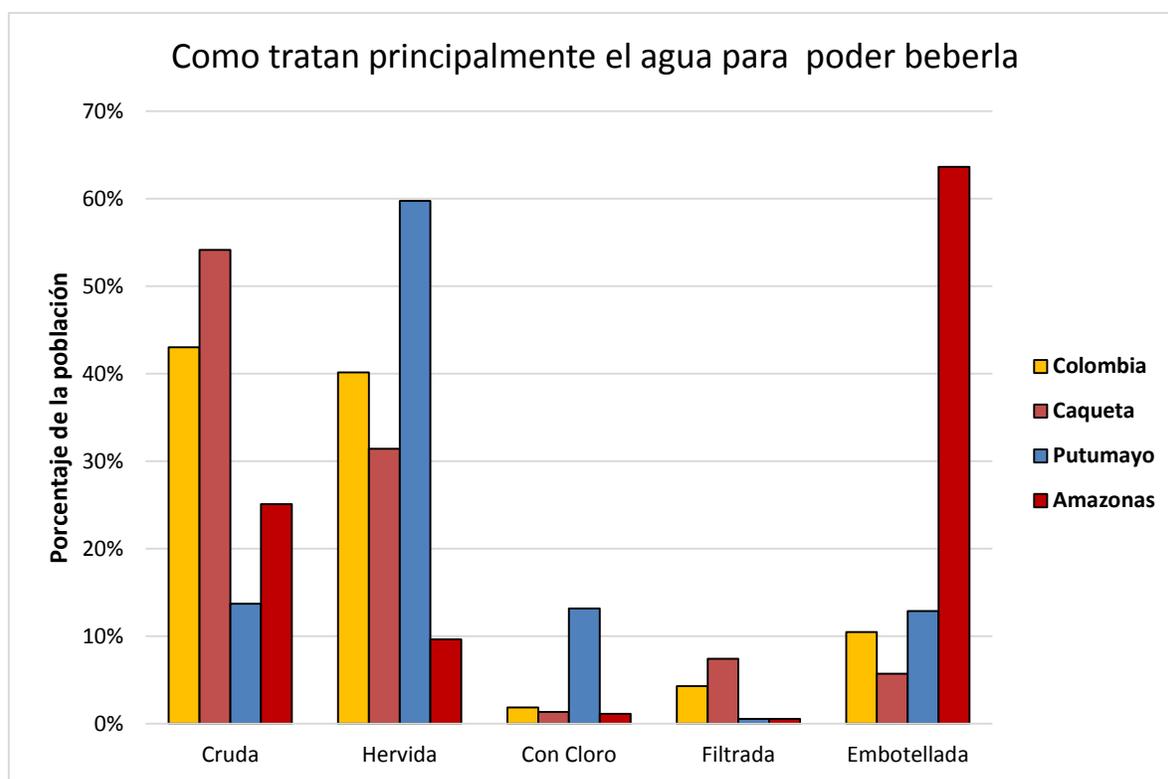


Figura 151. Tratamiento dado al agua para hacerla potable (porcentaje de personas por departamento). ENCV 2013.

Lo anterior da cuenta que la calidad del agua que están consumiendo los hogares posiblemente no es la mejor. No obstante, resulta fundamental



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuenca Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



conseguir más información primaria que permita diagnosticar problemas relacionados con la calidad del agua junto a posibles estrategias para mitigarlos.

Por último, existen múltiples conflictos asociados a riesgos sobre el recurso hídrico. Estos son generados, mayoritariamente, por las actividades productivas de la región. Si bien en el proceso productivo los sectores tienen objetivos claros, relacionados con maximizar sus beneficios, producen, sin tener la intención de hacerlo, perjuicios sobre la calidad del recurso hídrico (*i.e.*, externalidades negativas).

Lo anterior resulta importante ya que si el mercado se deja en libertad, por existir una falla en el mismo, conduce a resultados ineficientes desde el punto de vista social. En particular, se produce un precio de equilibrio que conduce a los productores a unas cantidades muy elevadas que sólo consideran sus costos privados, ignorando los costos sociales que generan (como contaminación sobre el recurso hídrico).

En estos casos, donde existen fallas de mercado, la teoría económica recomienda utilizar diferentes instrumentos para reducir las externalidades negativas. Por ejemplo, pueden ponerse tasas retributivas por la afectación sobre los recursos, las cuales dan incentivos a los productores para reducir su producción o buscar nuevas tecnologías más limpias que no impacten adversamente el recurso hídrico. También pueden imponerse leyes que



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co

limiten las externalidades negativas, o incentivar nuevas tecnologías más amigables con el medio ambiente.

8.1.1 VARIABLES CLAVE

Con base en la identificación de temas clave y conflictos, y el trabajo adelantado en fases previas en el componente socioeconómico, se presentan 11 variables clave a tener en cuenta por el CARMAC, referentes a bienestar socioeconómico. Las variables se presentan en la Tabla 76.

Tabla 76. Variables clave para el CARMAC.

VARIABLES CLAVE
Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI)
NBI por servicios sanitarios
Valor agregado de sectores productivos*
Población de la región Amazónica por departamento
Valor económico total por servicio del recurso hídrico
Valor económico total por servicio y departamento
El agua llega al hogar las 24 horas del día, durante los siete días de la semana
El agua para beber proviene principalmente
El agua para preparar los alimentos, la obtienen principalmente de:
Enfermedades diarreicas agudas -EDAS y síntomas asociados

Las primeras dos variables son Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI) y NBI por servicios sanitarios. Estas son variables clave por reflejar bienestar económico, mostrando el porcentaje de la población que tiene una carencia



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuenca Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



en una dimensión fundamental. En particular, el CARMAC debe ocuparse de buscar reducir el NBI, enfocándose en garantizar acceso a servicios sanitarios para la población de la región amazónica, que de acuerdo con lo encontrado es más alto que el promedio nacional.

La siguiente variable a considerar es el valor agregado por sector productivo, particularmente de los sectores agrícola, minero, ganadero, de hidrocarburos y de pesca, por ser de gran importancia para la región y por generar una serie de externalidades negativas que ponen en riesgo la sostenibilidad del recurso. Es importante buscar el crecimiento de las economías locales, ya que dicho crecimiento se relaciona estrechamente con el bienestar socioeconómico de las personas, no obstante, deben considerarse los costos sociales producidos en estas actividades económicas para llevar a óptimos sociales.

Otra variable clave es la población de la región amazónica por departamento. Esta resulta clave para definir las necesidades de agua potable que deberán suplirse hasta el 2050, y para considerar las potenciales presiones que se ejercerán sobre el recurso hídrico.

Posteriormente, se presentan dos variables relacionadas con el valor que los habitantes de la región dan al recurso hídrico. Estas son importantes por informar sobre disposición de los hogares y las empresas a contribuir con la



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuenca Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



conservación del recurso por los servicios ecosistémicos que presta y por ser utilizado para consumo.

Por último, se presentan algunas variables relacionadas con acceso a agua potable y enfermedades relacionadas con la calidad del recurso. Estas resultan fundamentales ya que permiten hacer seguimiento a cuántos hogares disfrutan de acceso a agua potable y de calidad, lo que constituye un derecho fundamental y un pilar básico del bienestar social.

8.2 DESDE LA PERSPECTIVA AMBIENTAL

La revisión planteada en las primeras fases del presente proyecto, menciona entre otros elementos relevantes respecto a la biodiversidad y ecosistemas acuáticos de la amazonia que, el departamento del Amazonas, es el que mayor grado de información presenta, y esta está en términos generales dominada por datos de la comunidad íctica (Tabla 77). Estos reportes se basan en consultas realizadas a información secundaria y bases de datos oficiales como el Sistema de Información Biológica - SIB, pero que son traídas nuevamente a colación, puesto que son estos los elementos de la biodiversidad acuática amazónica, los peces, quienes pueden verse afectados por modificaciones ambientales en el futuro.



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co

Tabla 77. Reportes de las comunidades acuáticas por departamento en la Macrocuena del Amazonas. SIB, 2015.

DEPTO.	ANFIBIOS		PECES		REPTILES		ENDEMISMOS	TOTAL ESPECIES
	No. Reportes	No. Especies	No. Reportes	No. Especies	No. Reportes	No. Especies		
Amazonas	672	48	1321	308	176	55	13	411
Caquetá	67	25	370	123	13	10	43	158
Guaviare	2	2	114	49			29	51
Putumayo	99	42	50	21	43	28	10	91
Vaupés	11	6	3	3	2	2	27	11
Vichada	134	29	1387	315	36	21	10	365

Dentro de las consultas, uno de los elementos más relevantes, es la información por cuencas, de los peces registrados en la región amazónica, 479 especies de peces se registran como propios de aguas blancas (79.4%), mientras que solo 124 (20.6%) registran como peces de aguas negras. Estas condiciones son contrastantes con lo mencionado por Galvis y su equipo en 2006, quienes reportan una riqueza de especies exorbitante para un corto fragmento de un caño de aguas negras, con más de 400 especies.

La distribución según representación de los peces, esta mayormente dominada por peces de escama del tipo Characiformes con 49%, peces lisos o bagres Siluriformes con 30%, los de escama con forma tipo perca o Perciformes con un 12% y los de forma de cuchillo o Gymnotiformes con 4,5% (Figura 152; Lasso et al, 2011).

EL otro valor clave, que puede ser afectado por modificaciones ambientales a futuro, es la pesca en la región. Estos elementos a nivel nacional cuentan con estadísticas desordenadas y de difícil acceso, situación a la cual, la región amazónica no es ajena. En este orden de ideas, los pocos datos evidenciados, plantean que existe un aprovechamiento importante de 34 especies de peces de agua dulce, entre peces de consumo y ornamentales (Figura 153) (MADR-CCI, 2008 y 2009; INCODER-CCI, 2007; INCODER, 2005 en Merino et al. 2013.).

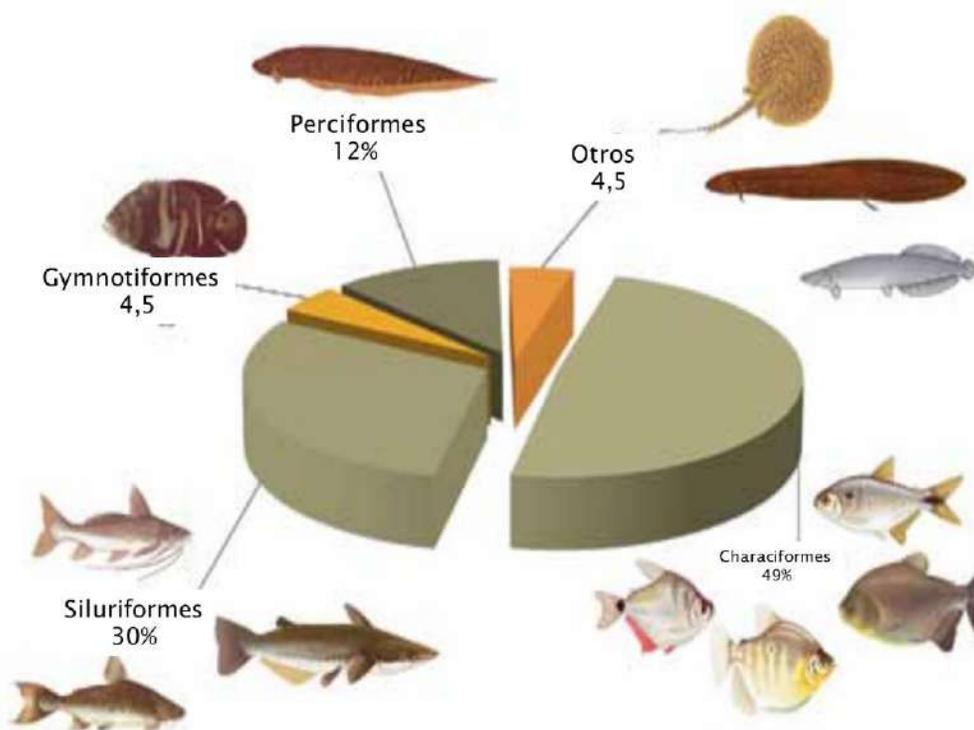


Figura 152. Representación porcentual de los principales órdenes de peces registrados en la amazonia colombiana. Britski et al 1999 en Lasso et al. 2011.

Cuenca o Litoral	Peces de Consumo		Peces ornamentales (solo agua dulce)	Crustáceos	Moluscos y otros
	Agua dulce	Marinos			
Amazonas	10		24		
Atrato	9				
Magdalena	20				
Orinoco	19		53		
Mar Caribe (*)		21		5	6
Pacífico		24		8	4
Sinú	8				
Total Especies(**)	66	45	60	9	8
(*) Incluye la Ciénaga Grande de Santa Marta					
(**) El total de especies realmente explotadas es menor que la suma vertical, pues hay especies que se repiten en las cuencas y litorales					

Fuente: MADR-CCI, 2009

Figura 153. Especies aprovechadas por cuenca. Tomado de (Merino et al.2013)

La importancia de tener en cuenta los valores de reportes de biodiversidad acuática, y de pesca en la región, están dados porque las poblaciones de especies silvestres de vertebrados, han decrecido en promedio casi un tercio (31%) a nivel mundial entre 1970 y 2006; la disminución fue especialmente marcada en los trópicos (59%) y en los ecosistemas de agua dulce (41%) (Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica. 2010)

De la misma manera, es importante mencionar que las poblaciones, se han visto reducidas; los ríos y sus llanuras aluviales, lagos y humedales han sufrido cambios más drásticos que cualquier otro tipo de ecosistema debido a una combinación de actividades humanas, entre ellas, el drenaje para la agricultura, la extracción de agua para el riego, el uso industrial y el doméstico, el aporte de nutrientes y otros contaminantes, la introducción de



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



especies exóticas y la construcción de represas en los ríos, situación que no ha sido ajena a la amazonia colombiana (Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica. 2010)

Igualmente, y de acuerdo con lo mencionado anteriormente con la limitación en información y acceso a la misma, en términos de pérdida de biodiversidad, no se dispone de datos comprobables sobre la pérdida de hábitats de aguas continentales, pero se sabe que los humedales de aguas someras, los pantanos y los lagos de aguas poco profundas, se han reducido considerablemente en muchas partes del mundo, no solo como parte de la dinámica natural de los ecosistemas, sino por condicionantes climáticos, que se pueden ver mayormente representados en el futuro (Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica. 2010).

También es importante mencionar que la calidad del agua presenta tendencias variables, y la grave contaminación de muchas zonas de gran densidad de población contrarresta la mejora de algunas regiones y cuencas fluviales. En ecosistemas de agua dulce, uno de los indicadores importante de la biodiversidad, presenta tendencias variables, y se dispone de datos mundiales que están muy incompletos. Adicionalmente, no hay información pertinente sobre la cantidad de contaminación que entra a los sistemas, ni de las variaciones de la calidad del agua precisamente en zonas donde se hace un uso más intensivo del agua, es decir, países en desarrollo con gran densidad de población. Por consiguiente, en gran medida siguen sin



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



documentarse las graves repercusiones que tienen las actividades contaminantes en la salud de las personas y los ecosistemas, situación que es muy recurrente en la región amazónica colombiana (Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica. 2010)

Los elementos anteriormente mencionados, respecto a la contaminación de aguas y pérdida de la biodiversidad acuática, son importantes en la medida que al momento la tendencia es a pérdidas, y no existen medidas de compensación o que permitan mejorar dicha situación. Así pues para el Amazonas se prevé que si se deforesta menos del 20% de la extensión de la selva original, se reducirá considerablemente el riesgo generalizado de muerte forestal periférica (Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica. 2010). Estos valores son importantes toda vez que las variaciones en el aporte de nutrientes a los arroyos y ríos a causa de la productividad del bosque alterado pueden afectar en gran medida los organismos acuáticos, esto en la medida que las pequeñas corrientes amazónicas, son altamente dependientes de las entradas de materia orgánica terrestre, especialmente la caída de hojas, debido a su suministro de nutrientes. Los cambios en la vegetación terrestre y los cambios en la química de la hoja tendrán un impacto en organismos de los ríos y los ecosistemas (Cetra y Petrere Jr, 2001 en Case, 2006)

Otra de las variables fundamentales que pueden afectar a la biodiversidad acuática y los ecosistemas acuáticos, está centrada en la variabilidad



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



climática, y tendencia al cambio climático. Como ya se ha mencionado en las fases anteriores del PEMA, los grandes ríos presentan procesos recurrentes o cíclicos, como el pulso de inundación, caso homologo al presentado por otros elementos climáticos de la zona (Marengo, J. 1984).

Dentro de los elementos cíclicos que se presenta en la región, se cuenta el friaje, el cual es un fenómeno que ocurre cuando un frente frío avanza sobre la Amazonía Central en la época de menor precipitación (hacia mitad de año en el caso de la baja amazonia en Colombia). La temperatura del aire decrece en horas, en 10° o 20°C, hasta valores de 10° o 5°C, que son extremadamente bajos para los trópicos; generalmente estos friajes están asociados a vientos de alta velocidad (Marengo, J. 1984).

Dentro de fenómenos no cíclicos, pero recurrentes en la región, se puede mencionar la ocurrencia de fenómenos atípicos, como El Niño - Oscilación del Sur (ENOS), el cual es un evento climático que influye en mucha de la variabilidad climática de América Latina. A pesar de que los eventos ENOS son una incidencia natural, se espera que el cambio climático inducido por el hombre incremente su frecuencia en el futuro. ENOS para la región amazónica, está asociado con las condiciones secas, especialmente en el noreste de Brasil, el norte de la Amazonía, el altiplano peruano-boliviano, y las costas del Pacífico en Centroamérica. Mientras tanto, en el sur de Brasil y noroeste de Perú se presenta condiciones húmedas inusuales durante los eventos ENOS (WWF. 2015) Se debe mencionar, que como tendencia



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



climática, para la región amazónica, el valor de temperatura, ha aumentado 0,63 ° C, y tiene tendencias a seguir incrementando (Malhi et al, 2008).

Estas variaciones climáticas, entre las atípicas, y los incrementos de temperatura constantes, son de claves para la región, ya que este espacio es uno de los más biodiversos del planeta, con al menos 40000 especies de plantas, 427 mamíferos, 1294 aves, 378 reptiles, 427 anfibios, 3000 peces, y probablemente más de un millón de especies de insectos. Actualmente, presenta condiciones de regulación climática dado que el ciclo hidrológico en la región amazónica es un componente fundamental del clima mundial, en cuyo caso pequeñas variaciones locales, tendrán efectos importantes a nivel global, lo que no solo puede implicar pérdidas de diversidad a nivel local, sino también global (Case, 2006).

Existe la posibilidad de generar modelos climáticos, que predigan de manera muy ajustada la variación climática en la amazonia, los cuales llegan a proyectar un aumento de temperatura en la región de hasta 2-3 °C para el año 2050 y una disminución de las precipitaciones en el Amazonas durante los meses secos. Estas variaciones climáticas, implican a nivel ecosistémico grandes descensos en la productividad primaria neta (NPP) y liberación de carbono como resultado de la desaparición de los bosques de la Amazonía, inclusive dichas modificaciones del clima, pueden llegar a cambiar el estado actual de los bosques amazónicos de un sumidero neto de CO₂ en la



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



atmósfera en una fuente, lo que contribuirá aún más a niveles peligrosos de CO₂ en la atmósfera (IPCC 2001).

A nivel de aguas continentales, las variaciones climáticas, cobran un mayor nivel de importancia, toda vez que los recursos acuáticos proporcionan muchos servicios esenciales para la población de la Amazonia, entre ellos pesquerías nativas (proteína animal para consumo), regulación de los ciclos de inundación entre otros más (McClain, 2001 en Betts et al, 2008).

Las principales afectaciones que se pueden dar por modificaciones climáticas a nivel de recursos hídricos y ecosistemas acuáticos, están dados por aumento de las temperaturas, que significa una mayor evaporación de las superficies de agua y una mayor transpiración de las plantas, lo que redundará en un ciclo de agua de manera más vigorosa (Allen et al., 2005). Estas modificaciones redundan en muchos casos, en variaciones en la conectividad trófica, por pérdida de eslabones importantes como peces. Esto en últimas, puede redundar en modificación de pesca para consumo entre otras modificaciones de los ecosistemas y la biodiversidad (Betts et al, 2008).

Dentro de las variaciones más importantes esperadas para la región amazónica a 2050 están el calentamiento de la temperatura de las aguas, a causa de fenómenos de efecto invernadero. Estos procesos de calentamiento, necesariamente tendrán un impacto en las especies dependientes de la temperatura. En este orden de ideas, la distribución de



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuenca Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



las especies acuáticas probablemente cambiará a medida que algunas especies invaden los hábitats más de gran altitud o desaparecer de los límites altitudinales bajos de su distribución. Las temperaturas elevadas también pueden resultar en agua con concentraciones reducidas de oxígeno, lo que puede tener efectos adversos inmediatos en los huevos y las larvas, que dependen de oxígeno disuelto para la supervivencia (Carpenter et al., 1992 en Malhi et al. 2008).

Igualmente dentro de las modificaciones del clima, se espera una disminución de la precipitación durante los meses secos (Figura 154), situación que afectará a muchas corrientes de la Amazonía y los sistemas de agua dulce. En este orden de idea, los sistemas loticos poco profundos y dependientes de los eventos temporales de inundación (estanques, arroyos de cabecera, pantanos y lagos pequeños), serán de los mayormente afectados (Cetra y Petrere Jr, 2001 en Malhi et al. 2008; Pereira et al. 2010).



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co

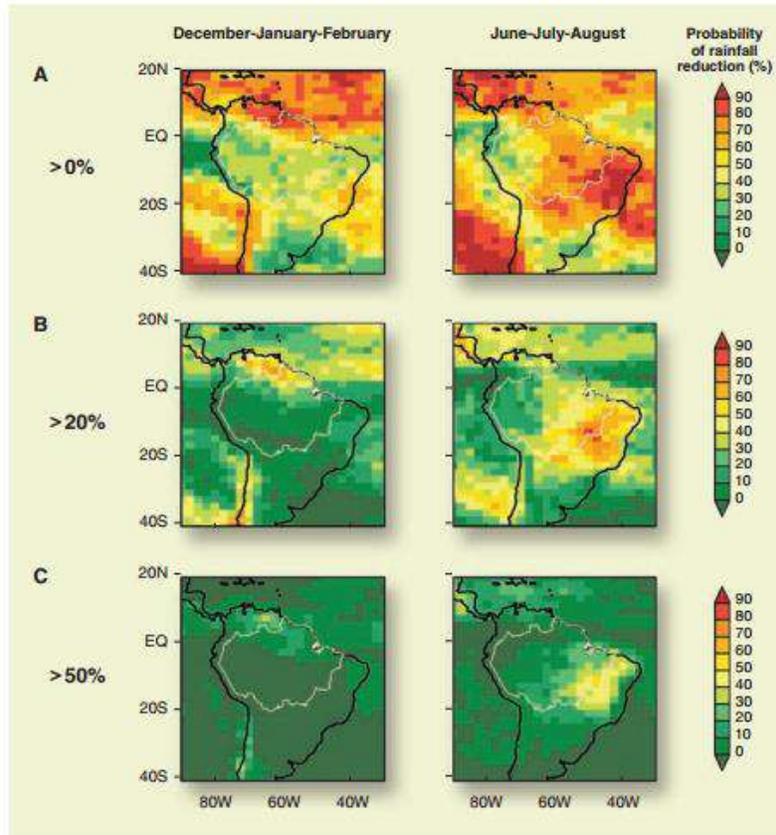


Figura 154. Modelo de probabilidad métrica de precipitación en la amazonia entre 1980-1999 y 2080-2099. A). Reducción >0%; B) Reducción en precipitación >20%; C) reducción en precipitación > a 50%. Columna Izquierda (Diciembre enero y febrero); columna derecha (Junio, Julio y agosto). Tomado de Malhi et al. 2008

Con todo lo anteriormente expuesto, y el trabajo grupal y consensado entre los profesionales del equipo técnico PEMA se propusieron los lineamientos y/o directrices que ayudarán a encaminar el Plan Estratégico, de los cuales ya se han venido hablando, y los cuales fueron evaluados frente a otros



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGI RH) -SINCHI



documentos sobre biodiversidad y ecosistemas acuáticos, que plantean estrategias de gestión de recursos hídricos e hidrobiológicos como lo expuesto por Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica (2010), donde se infiere que las estrategias propuestas realizadas no han sido logradas.

Uno de los documentos que mayor relación presentó respecto a esta temática de lineamientos y biodiversidad presenta una serie de metas que al año 2010 no fueron logradas a nivel mundial, las metas planteadas en su mayoría, no fueron logradas tal y como se plantea. Dichas metas fueron planteadas de manera similar a como se plantearon los temas claves del PEMA, y que al igual que este, buscaban una “reducción significativa del ritmo de pérdida de la biodiversidad”.

Dentro de la revisión generada, se evidencia que aún siguen perdidas por uso excesivo de los recursos, y en algunos casos, la tendencia es a la pérdida de algunos elementos de importancia biológica y ecosistémica (Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica. 2010). Como metas de importancia para el proceso del PEMA, por su homología con los temas clave anteriormente planteados, se rescatan los siguientes elementos:

- Conservar con eficacia por lo menos el 10% de cada una de las regiones ecológicas (ecorregiones) del mundo; dicha meta no fue alcanzada. Principalmente, se evidencio falta de figuras de manejo en



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co

áreas protegidas, caso homologo a lo que acontece en las áreas protegidas de la amazonia colombiana, respecto a los ecosistemas acuáticos (Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica. 2010).

- Proteger áreas de importancia especial para la biodiversidad; meta no alcanzada, sin embargo, se evidencio un aumento en sitios de importancia para la conservación de aves y aquellos sitios que albergan las últimas poblaciones de especies amenazadas. Este caso también es homologo a lo que acontece en la amazonia colombiana, con el incremento en áreas de las figuras de protección ambiental como parques (Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica. 2010).
- Disminuir el ritmo de pérdida y degradación de los hábitats naturales; al igual que las metas anteriores, no se logró a 2010, sin embargo, al igual que los elementos planteados para el PEMA, es un elemento de suma importancia en términos de biodiversidad y conservación (Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica. 2010).
- Mantener la capacidad de los ecosistemas para proporcionar bienes y servicios; Tampoco se logró dicha meta en su momento. En términos amazónicos, se plantean elementos de servicios ecosistémicos propios de la amazonia, que deben ser no solo evidenciados, sino



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



potencializados, en este orden de ideas la gestión que se pueda realizar a través del PEMA, es clave (Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica. 2010).

- Mantener los recursos biológicos que apoyen los medios de vida sostenibles, la seguridad alimentaria local y la atención de la salud, sobre todo para las personas pobres; en términos generales, esta meta tampoco se ha logrado, pero en el PEMA, se plantea como uno de los temas prioritarios, toda vez que para la región amazónica, esta temática es fundamental en la medida que esta zona tiene como base nutricional, la proteína proveniente de pescado, en niveles varias veces mayor a la media nacional e inclusive internacional (Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica. 2010).
- Proteger los conocimientos, las innovaciones y las prácticas tradicionales; al igual que las metas anteriormente planteadas, esta tampoco fue lograda en su momento, y se retoma como elemento importante dentro de los temas planteados por el PEMA. Este elemento básicamente corresponde a la integración del conocimiento ancestral al manejo de los recursos hídricos y biodiversidad acuática en la amazonia (Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica. 2010).



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



Finalmente la meta de proteger los derechos de las comunidades indígenas y locales en lo que respecta a sus conocimientos, innovaciones y prácticas tradicionales, entre ellos sus derechos a participar en los beneficios (Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica. 2010); tampoco se logró, y va muy de la mano con la meta anteriormente planteada. Se debe mencionar que también se integra dicha temática en los temas y lineamientos del PEMA, dado su gran valor cultural.

Otros de los procesos que se presentan en la región amazónica, y que generan presión sobre la biodiversidad acuática y los ecosistemas acuáticos, los plantea CEPAL y Patrimonio Natural (2013), donde evidencian procesos de colonización, urbanización y deforestación, evidenciando que la región amazónica, ha sido tradicionalmente una zona de colonización de población, en búsqueda de oportunidades laborales, atraída por expectativas de apropiación de la tierra y la dinámica de la coca. Igualmente, plantean que la región esta principalmente dominada por procesos de economía extractiva, principalmente de recursos naturales renovables y no renovables, como la madera y los recursos mineros y petroleros. Cabe mencionar que de dichos procesos extractivos, se generan externalidades (degradación ambiental, efectos sobre cambio climático, entre otros aspectos) que no se tienen en cuenta.

Otros procesos, como el turismo comercial y el ecoturismo constituyen un sector en crecimiento, principalmente en Leticia y en el departamento del



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



Amazonas, siendo allí la segunda actividad en importancia económica después de la pesca, y motiva la apertura de nuevas rutas aéreas en aerolíneas comerciales. Y estrechamente relacionado, está la falta de control territorial por parte del estado, que si bien está presente en las cabeceras municipales de la región amazónica, no siempre hace presencia en las zonas alejadas la región. Esta limitante, genera que los grupos ilegales y sus actividades en el territorio constituye una tendencia emergente, lo que conlleva a la expansión de cultivos promisorios en la región, como el caucho o el cacao, y los incentivos de las empresas privadas en la Amazonia dependen en gran medida de la capacidad del Estado frente a actores ilegales, que buscan imponer restricciones territoriales y pagos forzados a la producción y a la inversión.

Desde el punto de vista transfronterizo, se debe tener en cuenta que la Amazonia colombiana comparte sus fronteras con Brasil, Perú, Ecuador y Venezuela, países con los cuales hay una alta interacción y dependencia social, cultural y económica entre los pobladores de la región. Una relación determinante con los países vecinos, y fuente de vulnerabilidad, es el uso y aprovechamiento de los ríos, en un eventual conflicto con países vecinos se bloquearía el tránsito de personas, mercancías y alimentos por los corredores fluviales. Un eventual conflicto causaría una crisis internacional, y despertaría intereses mundiales por el control de los recursos naturales. Una política de fronteras sólida y bien definida es necesaria para escenarios



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuenca Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



de tensión con los países vecinos (CEPAL y Patrimonio Natural. 2013; Azevedo-Ramos, 2007)

Las acciones planteadas, son en términos generales amplias, y en algunos casos se repiten en pro de lograr uno o más lineamientos, o completar uno o más temas. Dentro de las acciones que más impacto presentan sobre la temática de biodiversidad, se encuentran:

- Publicar los mapas generados por el Instituto SINCHI sobre ecosistemas acuáticos amazónicos
- Generar por sensoramiento remoto la cartografía de tipos de aguas amazónicas y sus ecosistemas acuáticos.
- Generar el mapa de restricciones de uso asociado a los tipos de aguas amazónicas, y áreas inundables a escala 1: 25000
- Desarrollar una herramienta de restitución de caudales, y seguimiento en tiempo real de las inundaciones amazónicas
- Restaurar territorios altamente transformados como el Valle del Sibundoy y Valle inundable del Apaporis
- Determinar las rutas migratorias y/o uso de la planicie de inundación, de las especies de uso comercial y aquellas consideradas como promisorias
- Establecer la pesca amazónica como actividad de utilidad pública
- Considerar como prioridad en los OCAD Regionales, proyectos en biodiversidad acuática amazónica



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuenca Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



- Formular un decreto que obligue la actualización del inventario de uso y aprovechamiento de los recursos hídricos, cuyos resultados sean incorporados en el SIRH, en por lo menos 90% a diciembre de 2018
- Crear e implementar incentivos tributarios para el uso y aprovechamiento de los recursos acuáticos amazónicos, asociados a los servicios ecosistémicos

8.3 RELACIÓN ENTRE LOS LINEAMIENTOS PROPUESTOS POR EL OTCA PARA LA GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO Y LOS PROPUESTOS PARA EL PLAN ESTRATÉGICO DE LA MACROCUENCA DEL AMAZONAS – PEMA

Como análisis complementario, se hizo la revisión de documentos de la OTCA, de los cuales se evidencia en algunos casos, un tratamiento tangencial de las temáticas planteadas en el PEMA, en términos de biodiversidad y



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



gestión de recursos hídricos, y en otros casos, una correlación completa en los temas de análisis²⁹:

ENTENDER LA SOCIEDAD AMAZÓNICA.

Mediante la formulación de una visión compartida basada en las necesidades y objetivos de la sociedad Amazónica en relación a los recursos hídricos transfronterizos, y el análisis de los marcos legales e institucionales para la gestión del agua en los ocho países de la cuenca.

Entendiendo por este ítem, que tanto el recurso hídrico, que incluye los recursos pesqueros, deben ser evaluados, censados y administrados de manera conjunta. Entendiendo no solo que los usuarios del recurso son los que hacen un uso local, sino que se presentan repercusiones por manejo inadecuado tanto aguas arriba como aguas abajo a lo largo de la macrocuenca. Este ítem particular, está relacionado en un 100% con el tema ocho del PEMA, el cual tiene un abordaje adecuado desde el mismo documento, y el cual podría lograrse a corto plazo, según los requerimientos de la OTCA y los tratados internacionales adquiridos por Colombia.

²⁹ OTCA. Manejo integrado y sostenible de los recursos hídricos transfronterizos de la cuenca del río Amazonas considerando la variabilidad y el cambio climático



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



AVANZAR EN EL CONOCIMIENTO SOBRE LOS RECURSOS NATURALES

Mediante el desarrollo de un Análisis Diagnóstico Transfronterizo (ADT) sobre los principales problemas transfronterizos que afectan a la cuenca e investigaciones dirigidas sobre los temas críticos prioritarios y de un Atlas de Vulnerabilidad Hidroclimática de la cuenca Amazónica.

Claramente, al ser la OTCA un tratado internacional, las temáticas irán encaminadas al conocimiento general de la región, pero este avance solo se puede dar mediante pasos individuales, que después sean socializados en las mesas pactadas por la OTCA. Respecto a la generación y avance sobre este conocimiento, el PEMA, plantea las temáticas 1, 2, 3, e inclusive el 6, sobre los cuales se plantea la necesidad de generar conocimiento amplio y suficiente del recurso hídrico, además de hacer integraciones con el conocimiento ancestral, y la vinculación con lo SE, principalmente de regulación y provisión.

DESARROLLAR ESTRATEGIAS DE RESPUESTA

A través de un proceso participativo de implementación de proyectos pilotos en temas de Manejo integrado de recursos hídricos (MIRH) y de adaptación al cambio climático, fortaleciendo la capacidad de respuesta de los gobiernos locales y las comunidades frente eventos extremos, mediante: i)



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



la implementación de modelos de gobernanza de riesgo, *ii*) sistemas de alerta temprana en áreas de frontera, *iii*) políticas de reubicación de poblaciones vulnerables y *iv*) alternativas productivas en áreas inundadas.

FORTALECER EL DIÁLOGO Y LA COOPERACIÓN REGIONAL.

Mediante el diálogo técnico y político sobre la temática de la gestión de los recursos hídricos transfronterizos y la adaptación al cambio del clima; intercambio de experiencias y capacitación de profesionales de los ocho Países Miembros de la OTCA.

Los dos numerales anteriores de la OTCA, se encuentran relacionados al 100% con el tema 7 y 8 del PEMA, donde no solo se habla de los compromisos políticos internacionales adquiridos por Colombia frente a la OTCA, sino que adicionalmente se involucra el componente técnico de la regulación macroregional, estrechamente ligada con clima y potencialmente cambio climático.

Adicionalmente, se debe comentar que la OTCA no solo cuenta con la voluntad política de los países firmantes, sino que además plantea la necesidad de correlacionar las redes de conocimiento y desarrollar avances científicos mediante la integración de entidades expertas en el manejo, estudio y gestión ambiental en recursos hídricos, cambio climático en la región amazónica.



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



9 ACTUALIZACIÓN DE GEODATABASE Y CARTOGRAFÍA DE LA FASE VI DEL PEMA

Para el desarrollo de la Fase IV de “Gestión de Acuerdos con Actores Clave”, se crearon nuevas capas que contienen la información relacionada con las proyecciones del comportamiento de los sectores productivos y de la población e información geográfica relacionada con las necesidades básicas insatisfechas presentes en la macrocuena. Se crearon nuevas capas como la del uso del suelo identificación de zonas ganaderas (*Anexo Digital 6, ver archivo magnético*)

A continuación se expone la forma como se mejoraron, actualizaron y recopilaron nuevas capas, y en el Anexo 5 del presente informe, se describe la conformación de la GeoDataBase del PEMA.

9.1 INFORMACIÓN MEJORADA

La información asociada a uso del suelo fue consignada en la Geodatabase denominada *GHR.GDB.gdb* (*Anexo Digital 6, ver archivo magnético*) en el *Data set TERR_SUELOS_FASEIII*. Se crearon las proyecciones del comportamiento de cada uno de los sectores, productivos presentes en la macrocuena, así como el de población, para los años 2020, 2030, 2040 y 2050, la información fue almacenada en la geodatabase *GHR.GDB.gdb Feature Dataset /Proyecciones*, se crearon 50 salidas graficas relacionadas



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co

con las proyecciones por departamento y por corporaciones autónomas regionales. En la Figura 155 se muestra un ejemplo de la proyección de la población para el año 2020 por Corporación Autónoma Regional.

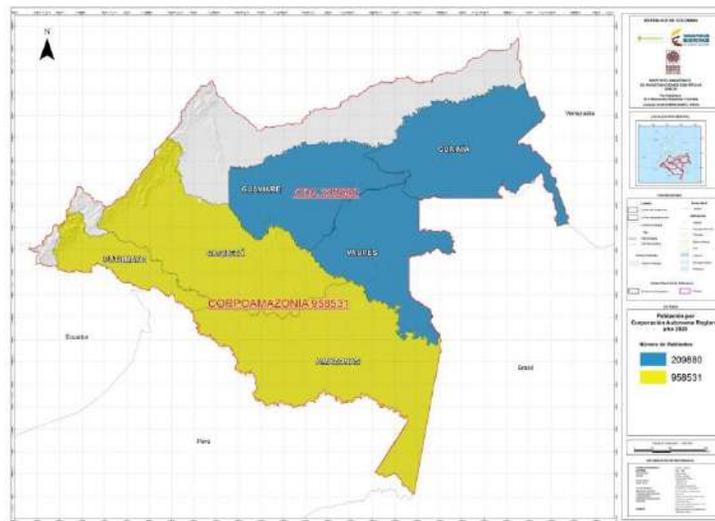


Figura 155. Proyección de la población para el año 2020 por Corporación autónoma regional.

9.2 INFORMACIÓN ACTUALIZADA

La información referida a las concesiones de aguas superficiales presento problemas respecto al sistemas de coordenadas, ya que se identificó una gran heterogeneidad entre los tipos de coordenadas empleadas para el registro, como son planas geográficas, una vez homogenizadas las coordenadas a sistema magna geográficas se almacenaron los puntos en la

geodatabase Geodatabase/ *GHR.GDB.gdb*, se generaron 25 salidas graficas que identifican el tiempo promedio gastado para acceder a agua potable, enfermedades causadas por el consumo de agua no potable, en la Figura 156 se identifica la salida grafica relacionada con el tiempo gastado para acceder a agua potable por departamento.

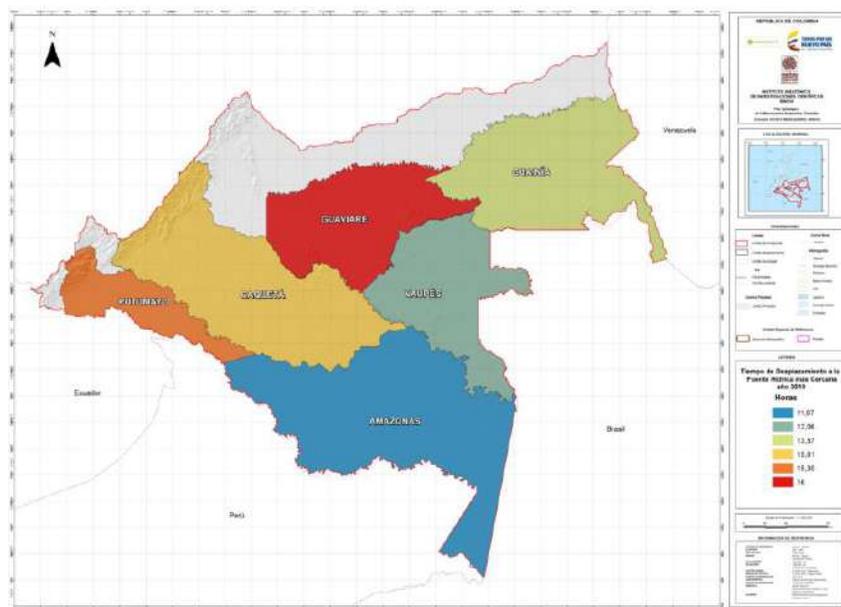


Figura 156. Tiempo gastado para acceder a agua potable por departamento.



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuenca Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



10 PROPUESTA PARA DESARROLLAR EL EVENTO FINAL DE SOCIALIZACIÓN DE RESULTADOS DEL PEMA A ACTORES CLAVE Y DE CONFORMACIÓN DEL CONSEJO AMBIENTAL REGIONAL DE LA MACROCUEENCA (CARMAC-AMAZONAS).

10.1 PRESENTACIÓN RESULTADOS FINALES DE LAS FASES I – IV DEL PEMA

Se realizará la presentación de resultados obtenidos de las informaciones recopiladas y análisis realizados en para el PEMA, para sus cuatro fases. Se expondrá la información recopilada de cada una de las dimensiones tratadas en el PEMA: Ambiental, socio-económica, y territorial; y cómo éstas informaciones permitieron al equipo técnico del proyecto llegar a formular los 8 temas clave, 12 lineamientos estratégicos, y las 56 acciones para la implementación del PEMA.



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



Así mismo se presentarán los resultados obtenidos en plenaria de cada taller regional, frente a la priorización de temas clave, lineamientos y acciones, y las conclusiones y recomendaciones que hace el equipo técnico frente a dichos resultados.

Por otra parte, se presentarán tanto el modelo sistémico – teórico y la modelación hidroclimática elaborados para la macrocuena del Amazonas colombiano.

10.2 LECCIONES APRENDIDAS EN EL DESARROLLO DEL CONVENIO

Durante el desarrollo del convenio 351 de 2015 entre el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, y el Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI, es importante resaltar que una de las lecciones aprendidas fue que sin información oficial publicada para la Amazonia colombiana en escala de espacio y tiempo iguales para la macrocuena en general, es muy complejo llegar a conclusiones definitivas frente a la gestión integral del recurso hídrico amazónico.

Una de las mayores dificultades encontradas durante el desarrollo del proyecto, fue lograr nivelar las variables ambientales, sociales, económicas y territoriales para visualizar la Amazonia en el futuro, ya que la información reportada por los entes oficiales son espacial y temporalmente diferentes,



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuenca Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



así como también la cantidad y calidad de información que se publica; lo cual pone en evidencia la desarticulación de los instituciones oficiales sobre la información generada respecto a los recursos hídricos amazónicos y su gestión.

Otra de las lecciones aprendidas fue que muchas instituciones, tales como Organizaciones No Gubernamentales, universidades nacionales y extranjeras y otras instituciones privadas producen información relacionada con el recurso hídrico amazónico que aporta mucho al desarrollo y análisis en un proyecto como el PEMA, y con las cuales se logró en alguna medida suplir los vacíos de información generada por las entidades oficiales.

Por otro lado, es importante resaltar que para el desarrollo del PEMA, fue fundamental la participación de todos los actores clave en la macrocuenca, ya que permitieron evidenciar la heterogeneidad del territorio amazónico, no sólo en lo ambiental y ecosistémico, sino también en su visión de territorio frente a su desarrollo y planificación a futura respecto a los recursos hídricos amazónicos.

10.3 PROPUESTA DE ACTORES CLAVE A SER CONVOCADOS A SER PARTE DEL CARMAC

Según lo definido en el artículo 15 del Decreto 1640 de 2012, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo sostenible debe convocar como mínimo a los



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co

siguientes actores al Consejo Ambiental Regional de la Macrocuena del Amazonas:

- Ministro o sus delegados de los sectores representativos de la macrocuena.
- Director o su delegado de las autoridades ambientales competentes de la macrocuena.
- El gobernador o su delegado de los departamentos integrantes de la macrocuena.
- Los alcaldes de los municipios que integran la macrocuena en cuya jurisdicción se desarrollen actividades productivas con incidencia a la escala de formulación de los planes estratégicos de macrocuena.
- Un (1) representante de las cámaras sectoriales que agrupan a los sectores que desarrollan actividades productivas con incidencia a la escala de formulación de los planes estratégicos de macrocuena.
- Los demás que considere relevantes en cada caso particular.

Por lo tanto, el equipo técnico del PEMA que propone el siguiente listado (Tabla 78) de actores clave para hacer parte del Consejo Ambiental Regional de la Macrocuena (CARMAC-Amazonas); actores definidos según lo expuesto anteriormente (Art.15, Decreto 1640 de 2012).

Tabla 78. Lista de actores clave propuestos para hacer parte del Consejo Ambiental Regional de la Macrocuena (CARMAC-Amazonas).

Actores Clave Dentro de la Macrocuena del Amazonas Colombiano	
Directora General	Instituto Amazónico De Investigaciones SINCHI
Ministra	Ministerio De Comercio, Industria y Turismo
Ministra	Ministerio De Vivienda, Ciudad y Territorio
Ministro	Ministro de Transporte
Ministro	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
Ministro	Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural
Ministro	Ministerio de Minas y Energía
Presidente	Agencia Nacional de Hidrocarburos
Director Técnico De Gestión Integral Del Recurso Hídrico	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
Director General	Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca - AUNAP
Director General	Autoridad Nacional de Licencias Ambientales - ANLA
Director General	Departamento Nacional de Planeación
Gobernador	Dpto. Caquetá
Alcalde	Municipio Florencia
Gobernadora	Dpto. Amazonas
Alcalde	Municipio de Leticia
Gobernador	Dpto. Guainía
Alcalde	Municipio de Inírida
Gobernador -	Dpto. Guaviare

Alcalde	Municipio de San José del Guaviare
Gobernadora	Dpto. Putumayo
Alcalde	Municipio de Mocoa
Gobernador	Dpto. Vaupés
Alcalde	Municipio de Mitú
Director General	Corpoamazonia
Director General	CDA- Corporación Para El Desarrollo Del Norte Y Oriente Amazónico
Directora General	Cormacarena
Directora General	Corporinoquia
Director General	Corporación Autónoma Regional del Cauca -CRC
Director General	Corponariño
Directora General	Parques Nacionales Naturales

Coordinador General	Organización Pueblos Indígenas de la Amazonia - OPIAC
Presidente	Agencia Nacional de Infraestructura - ANI
Presidenta	Agencia Nacional de Minería - ANM
Presidente	Sociedad De Agricultores de Colombia – SAC
Gerente General	Instituto Colombiano Agropecuario - ICA
Director General	Unidad de Planificación Rural Agropecuaria -UPRA
Director General	Unidad de Planeación Minero Energética -UPME
Presidente Ejecutivo	Confecámaras
Presidente	FEDEGAN

Presidente Ejecutivo	FEDEPALMA
Directora	Asociación de Acuicultores del Caquetá - ACUICA
Presidente	ASOPESCAR
Presidente Ejecutiva	Asociación Colombiana de Generadores de Energía Eléctrica - ACOLGEN
Director Ejecutivo	Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico- CRA
Presidente Ejecutivo	Asociación Colombiana del Petróleo - ACP
Presidente Ejecutivo	Asociación Colombiana de Minería - ACM
Presidente Ejecutiva	Asociación Colombianas De Generadores De Energía Eléctrica
Director Universidad Nacional De Colombia	Sede Amazonas



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuenca Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



Director Universidad de la Amazonia	Sede Caquetá
Directores	Organizaciones No Gubernamentales*
Miembros	Consejos Directivos de las Corporaciones Autónomas Regionales **

*Las ONG deberán ser organizaciones del ámbito nacional.

**Los miembros de los consejos directivos de la CAR´s, especialmente los que tienen 100% de jurisdicción en la macrocuenca del Amazonas

Para cumplir con el requisito exigido en el artículo 15 del Decreto 1640 de 2012, respecto a los “demás actores que considere relevantes en cada caso particular”, se aclara que se propone convocar a los miembros de los Consejos Directivos de las CAR´s, en especial, aquellas con el 100% de jurisdicción en la macrocuenca del Amazonas, como lo son Corpoamazonia y CDA, ya que dentro de estos consejos se encuentran representantes de los diferentes actores clave que ejercen actividades en la Amazonia colombiana: sectores productivos, entes territoriales y de control, y la sociedad civil (comunidades indígenas, afrodescendientes, campesinas); y que tienen relación directa con los recursos hídricos amazónicos. Así mismo se propone convocar directores de ONG´s del ámbito nacional, con tradición investigativa y experiencia en la Amazonia colombiana como son la Fundación Natura, Tropembos Internacional Colombia, y Fundación OMACHA.



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



11 BIBLIOGRAFÍA

- Acevedo L y Poveda G., 2008. Comparación de las series de precipitación con los GCM CCSM3, ECHAM5, HADGEM1, MIROC 3.2 HIRES para el siglo XX en Colombia. Medellín.
- Acevedo, L., 2009. Estimación Hidrológica Bajo Escenarios de Cambio Climático en Colombia. Medellín: Tesis Maestría en Ingeniería - Aprovechamiento de Recursos Hidráulicos.
- Agencia Nacional de Hidrocarburos. 2014. Reservas 1p crudo por departamento. Bogotá: ANH.
- AGRONET. (02 de 04 de 2016). Sistema de Estadísticas Agropecuarias - SEA. Obtenido de <http://agronet.gov.co/agronetweb1/Estad%C3%ADsticas.aspx>
- Agudelo, E.; Y. Salinas; C. L. Sánchez; D. L. Muñoz; J. C. Alonso; M. E. Arteaga; O. J. Rodríguez; N. R. Anzola; L. E. Acosta; M. Núñez-Avellaneda; H. Valdés. 2000. Bagres de la Amazonia colombiana: un recurso sin fronteras, Bogotá, Instituto SINCHI. Editorial Scripto. Bogotá, p.252.
- Álvarez, O., 2007. Cuantificación de la Incertidumbre en la Estimación de Campos Hidrológicos. Aplicación de Balance Hídrico de Largo Plazo. Tesis de Maestría. Universidad Nacional de Colombia sede Medellín.
- Amaya Navas, O. (2016). La Constitución Ecologica de Colombia (3ª Edición ed.). Bogotá: Universidad Externado de Colombia.
- ANA - Autoridad Nacional del Agua. 2009. Política y Estrategia Nacional de Recursos Hídricos del Perú. Lima: Autoridad Nacional del Agua.



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



- AndesPlus, 2012. Metodologías para la formulación de Líneas de Base y Medidas de Adaptación al Cambio Climático en Ecosistemas de Alta Montaña. Consorcio AndesPlus.Universidad de Zurich, 2012. 629 páginas.
- Arango, C. et al, -IDEAM, 2012. Cambio climático más probable para Colombia a lo largo del siglo XXI respecto al clima presente. Bogotá D.C.
- Arcilla, N. (2010). La Amazonia colombiana urbanizada: Un análisis de sus asentamientos humanos. Bogotá: Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas- SINCHI.
- Azevedo-Ramos, C. 2008. Sustainable development and challenging deforestation in the Brazilian Amazon: the good, the bad and the ugly. Unasylva 230:59. 12-16p.
- BANCO MUNDIAL. (02 de 04 de 2016). DATOS: Crecimiento del PIB (% anual). Obtenido de <http://datos.bancomundial.org/indicador/NY.GDP.MKTP.KD.ZG>
- Barber, C., Cochrane, M., Souza Jr, C., & Laurance, W., 2014. Roads, deforestation, and the mitigating effect of protected areas. Biological Conservation, 203-209.
- Barco, O.J. y Cuartas, L.A. Estimación de la Evaporación en Colombia. Trabajo dirigido de grado. Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín, 1998.
- Betancor Rodríguez, A. 2014. Derecho Ambiental. Madrid: La Ley .



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



- Beteta, A. 2011. EDAR para una población de más de 100.000 habitantes equivalentes.
- Betts, R., Malhi, Y., Roberts, T. 2008. The future of the Amazon: new perspectives from climate, ecosystem and social sciences. En The royal Society.
- Blanco -Libreros, J.F., Arroyave-Rincón, A., Giraldo, L. y Contreras, E. 2015. 7. Servicios ecosistémicos, cambios globales y sostenibilidad dentro de las cuencas pericontinentales de Colombia. 189-227p En: Lasso, C. A., J. F. Blanco-Libreros y P. Sánchez-Duarte (Editores). 2015. XII. Cuencas pericontinentales de Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela: tipología, biodiversidad, servicios ecosistémicos y sostenibilidad de los ríos, quebradas y arroyos costeros. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D. C., Colombia. 455p.
- Bustamante, C., Osorio F., Rojas, L. y Cáceres, X. 2013. Plan estratégico del al macrocuena del rio Orinoco fases I y II. Instituto Humboldt, 4D elements consultores, INGEAG. 320p.
- Cano, C. G. 2008. La economía del cambio climático y la opción Amazónica.
- Caponera, D. 2014. Principios de derecho y administración de Aguas. (A. Vergara Blanco, Trad.) Bogotá: Universidad Externado de Colombia.
- Cárdenas, J.C. 2009. Dilemas de lo colectivo: instituciones, pobreza y cooperación en el manejo local de los recursos de uso común. Bogotá: Ediciones Uniandes



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



- Case, M. 2006. CLIMATE CHANGE IMPACTS IN THE AMAZON REVIEW OF SCIENTIFIC LITERATURE. <https://wwf.fi/mediabank/1064.pdf>
- Castello, L., McGrath, D., Hess, L., Coe, M., Lefebvre, P., Petry, P., Macedo, M., Renó, V., Arantes., C. (2013). The vulnerability of Amazon freshwater ecosystems. *Conservation Letters*, 0, 1-13.
- CDA. 2015. Proyecto: Formulación del plan de ordenación y manejo del sector de la cuenca denominado medio Guaviare Jurisdicción la CDA, Departamento de Guainía. 15p.
- Cepal y Patrimonio Natural. 2013. Amazonia posible y sostenible. Bogotá: Cepal y Patrimonio Natural 258 p.
- CGIAR & CIAT, 2016. Research Program on Climate Change, Agriculture and Food Security – CCAFS. GCM Downscaled GCM Data Portal.
- CIDTA. Universidad de Salamanca. 2005. Módulo en Modelización y Simulación de Plantas Depuradoras de Agua. En CD. Salamanca, España.
- CMNUCC, 08.Convención Macro de Naciones Unidas para el Cambio Climático, Escenarios de cambio climático.
- Coe, M. T., Costa, M. H., y Soares-Filho, B. S. 2009. The influence of historical and potential future deforestation on the stream flow of the Amazon River–Land surface processes and atmospheric feedbacks. *Journal of Hydrology*, 369(1), 165-174.
- Conant, R., Ryan, M., Agren, G., Birge, H., Davidson, E., Eliasson, P., Evans, S., Frey, S., Giardina, C., Hopkins, F., Hyvönen, R., Kirschbaum, M., Lavallee, J., Leifeld, J., Parton, W., Megan-Steinweg, J., Wallenstein, M.,



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



- Martin-Wetterstedt, J. Å. y Bradford M. 2011. Temperature and soil organic matter decomposition rates – synthesis of current knowledge and a way forward. *Global Change Biology*, 17, 3392-3404.
- Congreso de Colombia. 1998. Ley 388 de 1997 (Julio 18) Diario Oficial No. 43.091, de 24 de julio de 1997 Por la cual se modifica la Ley 9ª de 1989, y la Ley 3ª de 1991 y se dictan otras disposiciones. 49 p.
- Constanza, R., F.H. Sklar y M.L. White. 1990. Modelling coastal landscape dynamics: Process-based dynamic spatial ecosystem simulation can examine long-term natural changes and human impacts. *BioScience* 40:91-107
- CORPOAMAZONIA- Consorcio GEAM-FUNCATAGUA. 2006. Plan de ordenación y manejo de la microcuena de la Quebrada Yahuaraca. 270p.
- CORPOAMAZONIA- Eointegral. 2007. Plan de Ordenamiento y Manejo de la cuenca de la Quebrada La Borugo (El Paujil), Departamento del Caquetá. CORPOAMAZONIA, Convenio Andres Bello, Eointegral LTDA. 164p.
- CORPOAMAZONIA- Eointegral. 2007. Plan de Ordenamiento y Manejo de la cuenca de la Quebrada La Arenoso (San Vicente del Caguán), Departamento del Caquetá. CORPOAMAZONIA, Convenio Andres Bello, Eointegral LTDA. 143p.
- CORPOAMAZONIA- Eointegral. 2007. Plan de Ordenamiento y Manejo de la cuenca de la Quebrada Las Damas (Puerto Rico), Departamento del



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



Caquetá. CORPOAMAZONIA, Convenio Andres Bello, Eointegral LTDA. 154p.

CORPOAMAZONIA- Eointegral. 2007. Plan de Ordenamiento y Manejo de la cuenca de la Quebrada El Doncello (El Doncello), Departamento del Caquetá. CORPOAMAZONIA, Convenio Andres Bello, Eointegral LTDA. 161p.

CORPOAMAZONIA- Eointegral. 2007. Plan de Ordenamiento y Manejo de la cuenca de la Quebrada Las Margaritas (La Montañita), Departamento del Caquetá. CORPOAMAZONIA, Convenio Andres Bello, Eointegral LTDA. 151p.

CORPOAMAZONIA- Eointegral. 2007. Plan de Ordenamiento y Manejo de la cuenca de la Quebrada La Resaca (Belén de los Andaquíes), Departamento del Caquetá. CORPOAMAZONIA, Convenio Andres Bello, Eointegral LTDA. 122p.

CORPOAMAZONIA- Universidad de la Amazonía. 2005. Plan de Ordenación y Manejo de la cuenca del rio Hacha - Caquetá. CORPOAMAZONIA, Universidad de la Amazonía. 374p.

CORPOAMAZONIA- Universidad de la Amazonía. 2007. Plan de Ordenación y Manejo de la cuenca del rio Solita 2007- 2022. Solita - Caquetá. CORPOAMAZONIA, Universidad de la Amazonía. 298p.

Chávez, B. Jaramillo A., Regionalización de la temperatura del aire en Colombia. Avances en Recursos Hidráulicos, Número 6 Septiembre, pp 37-42, 1998.



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuenca Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



- Chen, C.W. y G.T. Orlob. 1975. Ecologic simulation of aquatic environments. Systems Analysis and Simulation in Ecology. Vol. 3. Ed. B.C. Pattern, New York, NY: Academic Press.
- Chow, V. T. (1993). Hidrología Aplicada. Santafé de Bogotá: McGraw-Hill.
- Dalla-Nora, E., Dutra, A., & Montenegro, D., 2014. Why have land use change models for the Amazon failed to capture the amount of deforestation over the last decade? Land Use Policy, 403-411.
- DANE. 2005. INDICADORES DEMOGRAFICOS SEGÚN DEPARTAMENTO 1985-2020: Conciliación Censal 1985-2005 y Proyecciones de Población 2005-2020. Bogotá: DANE.
- DANE. 2014. CUENTAS DEPARTAMENTALES - COLOMBIA: Valor agregado, por grandes ramas de actividad económica, a precios constantes de 2005 por encadenamiento. Bogotá: DANE.
- DANE. 2016. Estudios demográficos del DANE revelan que la población Colombiana entre el 2005 y 2010 crecerá a una tasa media mensual de 1.18%, lo que significa que al terminar el quinquenio Colombia tendrá una población de 45.508.205. Consultado en:
- De Moraes, J. M., Schuler, A. E., Dunne, T., Figueiredo, R. D. O., y Victoria, R. L. 2006. Water storage and runoff processes in plinthic soils under forest and pasture in Eastern Amazonia. Hydrological Processes, 20(12), 2509-2526.
- Deaton, L.M. y J.J. Winebrake. 2000. Dynamic Modeling of Environmental Systems. New York, Springer Verlag Inc. 194 p.



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



Duque, S. R. 2011.. Amazonia: Un mundo de agua y complejas relaciones. En J. Á. Echeverri, & C. Pérez Niño, Cátedra Jorge Eliécer Gaitán. Amazonia colombiana, imaginarios y realidades. Bogotá D.C.: Universidad Nacional de Colombia. Instituto Amazónico de Investigaciones - Imani. p.161

EPA (2015). Assessment of the potential impacts of hydraulic fracturing for oil and gas on drinking water resources. External review draft, United States Environmental Protection Agency.

FAO 2010. Global forest resources assessment 2010. Main Report, FAO Forestry Paper 163.

FAO 2013. Guidelines to control water pollution from agriculture in China: decoupling water pollution from agricultural production. FAO Water Reports, 40.

FEDEGAN. 2016. Inventario Bovino Nacional. Obtenido de <http://www.fedegan.org.co/estadisticas/inventario-bovino-nacional>. Acceso el 28 de 04 de 2106

Fedesarrollo. 2015. Informe de Coyuntura Petrolera. Bogotá: La Imprenta Editores.

Folke, C., Hahn, T., Olsson, P. y Norberg, J. 2005. Adaptative governance of social –ecological systems. Annu. Rev. Environ. Resour. 3: 441-473.

García Pachón, M. P. (2004). Los principios de Dublin para la Gestión Integrada de Recursos Hídricos (GIRH) en el Código Nacional de Recursos Naturales. En A.A.V.V, Evaluación y perspectivas del Código



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



- Nacional de Recursos Naturales en sus 30 años de vigencia (págs. 343-361). Bogotá: Universidad Externado de Colombia.
- Gay, J. Shepherd, O., Thyden, M., & Whitman, M. 2010. The health effects of oil contamination: a compilation of research.
- Geisler, R., Koppel, H.A., Sioli, H. (1973). The ecology of freshwater fishers in Amazonia: Present status and future tasks for research. Applied Sciences and Development (2): 144-62.
- Gerbens-Leenes, P.W., Mekonnen, M.M., & Hoekstra, A.Y. (2013). The water footprint of poultry, pork and beef: a comparative study in different countries and production systems. Water Resources and Industry, 1 (2), 2-36
- Giraldo, L. 2002. Memorias: hidrología forestal. Medellín.
- Guerrero, V. 2013. El IDEAM frente a la adaptación en Colombia. 43 p.
- Gurney, W.S.C. y R.M. Nisbet. 1998. Ecological dynamics. Oxford University Press. New York.
- Gutiérrez R, F., Acosta M, L. E., & Salazar C, C. A. (2004). PERFILES URBANOS EN LA AMAZONIA COLOMBIANA: Un enfoque para el desarrollo sostenible. Bogotá: Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas-SINCHI.
- Haab, T., & McConnell, K. 1997. Referendum Models and Negative Willingness to Pay: Alternative Solutions. Journal of Environmental Economics and Management., 32 (2): 251-270.
- Hansen, L., Hiller, M. 2007. Defending Nature against climate change <https://wwf.fi/mediabank/1064.pdf>



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



HIDROSIG 4.0, Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín, http://www.medellin.unal.edu.co/~hidrosig/index.php?option=com_content&view=article&id=1&Itemid=28&lang=es

Higashi., M. y T.P. Burns. 1991. Enrichment of ecosystem theory. In: Higashi M & T.P. Burns (eds.). Theoretical Studies of Ecosystems. The network perspective. London, Cambridge University Press.

Hijmans, R.J., Cameron, S.E., Parra, J.L., Jones, P.G., and A. Jarvis, 2005. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. International Journal of Climatology, 25:1965-1978.

<http://www.dane.gov.co/files/BoletinProyecciones.pdf>

<https://www.minambiente.gov.co/index.php/noticias/122-noticias-minambiente/2124-convenio-de-minamata-fundamental-para-la-eliminacion-progresiva-del-uso-de-mercurio-en-colombia> . Acceso el 19 de julio de 2016

Hurtado, A.F., 2009. Estimación de los campos mensuales históricos de precipitación en el territorio colombiano, MSc Tesis, Posgrado en Aprovechamiento de Recursos Hidráulicos, Facultad de Minas, Universidad Nacional de Colombia sede Medellín, Colombia

Hurtado, A.F., Estimación de los campos mensuales históricos de precipitación en el territorio colombiano, MSc Tesis, Posgrado en Aprovechamiento de Recursos Hidráulicos, Facultad de Minas, Universidad Nacional de Colombia sede Medellín, Colombia, 2009.

IDEAM, 2005. Atlas Climatológico de Colombia. Bogotá D.C



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax (8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá
www.sinchi.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



IDEAM, 2010. Guía de procedimiento para la generación de escenarios de cambio climático regional y local a partir de modelos globales, Bogotá D.C.

IDEAM, 2014. Escenarios de cambio climático para precipitación y temperaturas en Colombia, Bogotá D.C.

IDEAM, Estudio Nacional del Agua 2014. Bogotá, D. C., 2015. 496 páginas. ISBN: 978-958-8067-70-4

IDEAM, IGAC, DANE, 2011. Memoria técnica. Evaluación, análisis y seguimiento a las afectaciones por inundaciones asociadas al fenómeno de La Niña 2010-2011. 204p

IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCELLERÍA, 2015. Nuevos Escenarios de Cambio Climático para Colombia 2011- 2100 Herramientas Científicas para la Toma de Decisiones – Enfoque Nacional – Departamental: Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático.

IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCELLERÍA. 2015. Nuevos escenarios de cambio climático para Colombia 2011 – 2100. Herramientas científicas para la toma de decisiones – Enfoque nacional – Departamental: Tercera comunicación nacional de cambio climático. Primera edición. UNATINTAMEDIOS. Bogotá, Colombia. 60p.

IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCELLERÍA. 2015. Primer Informe Bial de Actualización de Colombia. Bogotá. Recuperado el 30 de mayo de 2016, de http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023423/1_I_NFORME_BIENAL_ACTUALIZACION.pdf



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



- IDEAM, PNUD, MADS, DNP, y CANCELLERÍA. 2015. Nuevos Escenarios de Cambio Climático para Colombia 2011- 2100 Herramientas Científicas para la Toma de Decisiones – Enfoque Nacional – Departamental: Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático.
- IDEAM. (2013). Zonificación y codificación de Unidades hidrográficas e hidrogeológicas. Bogotá: Comunicaciones y Publicaciones del IDEAM.
- IDEAM. 2010. Estudio Nacional del Agua 2010. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Bogotá D.C.
- IPCC, 2007. Cambio climático 2007: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [Equipo de redacción principal: Pachauri, R.K. y Reisinger, A. (directores de la publicación)]. IPCC, Ginebra, Suiza, 104 págs.
- IPCC, 2014. Cambio climático 2014: Impactos, adaptación y vulnerabilidad – Resumen para responsables de políticas. Contribución del Grupo de trabajo II al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea y L.L. White (eds.)]. Organización Meteorológica Mundial, Ginebra, Suiza, 34 págs
- IPCC. 2001. Tercer informe de evaluación, Cambio Climático 2001. Impactos, adaptación y vulnerabilidad. OMM y PNUMA. 91 pp.



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



- IPCC. 2014. Climate change 2014. Impacts, adaptation, and Vulnerability . Part A. Global and sectoral aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. New York: Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York. Recuperado el 28 de mayo de 2016, de http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg2/WGIIAR5-PartA_FINAL.pdf
- Jones, R.G., Noguer, M., Hassell, D.C., Hudson, D., Wilson, S.S., Jenkins, G.J. and Mitchell, J.F.B., 2004. Generating high resolution climate change scenarios using PRECIS, Met Office Hadley Centre, Exeter, UK, 40pp April 2004.
- Jørgensen, S.E. 1992. Integration of Ecosystem Theories: A pattern. Netherlands, Kluwer Academic Publishers.
- Jørgensen, S.E. 1994. Models as instruments for combination of ecological theory and environmental practice. Ecological Model 75/76:5-20.
- Jørgensen, S.E. and F.Müller. 2000. Ecosystems as complex systems. In: Jørgensen, S.E. & F. Müller. (eds.). Handbook of Ecosystem Theories and Management. U.S.A. Lewis Publishers.
- Kalmanovitz, S. 2010. Nueva historia económica de Colombia. Bogotá: Distribuidora y Editora Taurus-Alfaguara
- Lasso, C. A., E. Agudelo Córdoba, L. F. Jiménez-Segura, H. Ramírez-Gil, M. Morales-Betancourt, R. E. Ajiaco-Martínez, F. de Paula Gutiérrez, J. S. Usma Oviedo, S. E. Muñoz Torres y A. I. Sanabria Ochoa (Editores). 2011. I. Catálogo de los recursos pesqueros continentales de



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



Colombia. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D. C., Colombia, 715 pp.

Lean, J., y Rowntree, P. R. 1997. Understanding the sensitivity of a GCM simulation of Amazonian deforestation to the specification of vegetation and soil characteristics. *Journal of Climate*, 10(6), 1216-1235.

Lehmann, J., Kern, D., Glaser, B., & Wodos, W. (2003). Amazonian dark earths, origin properties management. Springer Science.

Lettau, H., K. Lettau, and C. Molion 1974 Amazonia's hydrological cycle and the role of atmospheric recycling in assessing deforestation effects", *Monthly Weather Review*, vol. 107, no. 3, pp 132-138, March.

Lima, L. S., Coe, M. T., Soares Filho, B. S., Cuadra, S. V., Dias, L. C., Costa, M. H. Rodrigues, H. O. 2014. Feedbacks between deforestation, climate, and hydrology in the Southwestern Amazon: implications for the provision of ecosystem services. *Landscape ecology*, 29(2), 261-274.

Lozano-Rivas, W.A. 2012. Diseño de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales. Módulo didáctico. Bogotá: Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD.

MADR. 2000. Competir e Innovar, la ruta de la industria bovina: Agenda prospectiva de investigación y desarrollo tecnológico para la cadena cárnica bovina en Colombia. Bogotá: Una Tinta Medios.



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



- MADR. 2014. Evaluaciones Agropecuarias Municipales - Grupo de Información y Estadísticas Sectoriales. Bogotá: Oficina Asesora de Planeación y Prospectiva.
- MADS, 2015. Convenio de Minamata: fundamental para la eliminación progresiva del uso de mercurio en Colombia. Disponible en:
- MADS. (14 de Marzo de 2014). Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Recuperado el 16 de Julio de 2016, de V Informe Nacional de Biodiversidad de Colombia ante el Convenio de Diversidad Biologica: https://www.minambiente.gov.co/images/sala-de-prensa/Documentos/2014/marzo/310314_v_informe_bio_colombia_070314.pdf
- Makarieva A, and V. Gorshkov, 2009 Condensation-induced dynamic gas fluxes in a mixture of condensable and non-condensable gases”, Physics Letters A 373, pp. 2801- 2804.
- Makarieva, A, M. and V.G. Gorshkov 2006 Biotic pump of atmospheric moisture as driver of the hydrological cycle on land”, Hydrol. Earth Sys. Sci. Discuss, vol. 3, pp. 2621 - 2673, 2006.
- Makarieva, V. Gorshkov, and B.L. Li 2006 Conservation of water cycle on land via restoration of closedcanopy forests: implications for regional landscape planning. Ecol. Res., vol. 21, pp. 897 – 906.
- Maldonado, J. H., y Moreno-Sanchez. 2014. Estimating the adaptative capacity of local communities at marine protected areas in Latin America: a practical approach. Ecology and Society. 19 (1): 16



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



- Malhi, Y., Timmons, J., Betts, R., Killen, T., Li, W., Nobre, C. 2008. Climate change, deforestation, and the fate of the Amazon. En Science 319: 169-172.
- Marengo, J. 1984, Estudio Sinóptico Climático de los Frijales (Frijales) en la Amazonía Peruana. Revista Forestal del Perú, 80 pp.
- Martínez, L. J., y Zinck, J. A. 2004. Temporal variation of soil compaction and deterioration of soil quality in pasture areas of Colombian Amazonia. Soil and Tillage Research, 75(1), 3-18.
- MAVDT. (2010). Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico. Bogotá.
- MAVDT. 2010. Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico. Bogotá.
- Max Planck Institute for Meteorology – MPI, 2003. The atmospheric general circulation model ECHAM5, Hamburg
- Medvigy, D., Walko, R. L., Ote, M. J., & Avissar, R., 2013. Simulated Changes in Northwest U.S. Climate in Response to Amazon Deforestation. Journal of Climate, 9115-9136.
- Mekonnen, M. & Hoekstra, A. (2012). A global assessment of the water footprint of farm animal products. Ecosystems, 15, 401-415
- MEM - Ministerio de Energía y Minas. (2015). Evaluación del Potencial Hidroeléctrico Nacional. Lima: Ministerio de Energía y Minas.
- Mendieta, J. 2000. Economía del medio ambiente. Universidad de los Andes. Facultad de Economía. Bogotá. Bogotá: Uniandes.



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



- Merino, M., Bonilla, S., Bagres, F. 2013. Diagnóstico del estado de la Acuicultura en Colombia. AUNAP. 160p
- Met Office, 2015. Climate Prediction Model HadCM3, <http://www.metoffice.gov.uk/>
- Meteocolombia S.A.S & SINCHI, 2013. 2. Informe del Contrato No.20 celebrado entre el Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas - SINCHI y Meteocolombia S.A.S. Bogotá D.C.
- Michener, W.K. 1997. Quantitatively evaluating restoration experiments: research design, statistical analysis, and data management considerations. Restoration Ecology. 5:324-337.
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Colombia. 2010. Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico. Bogotá, D.C: Colombia.
- Ministerio de Hacienda y Crédito Público. 2010. Decreto Numero 235 de 28 de Enero de 2010. 2p.
- Ministerio de la Protección Social y Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. 2007. Resolución número 2115 de 22 de Junio de 2007. 23p.
- Ministerio de Salud y Protección Social. (2013). ENVEJECIMIENTO DEMOGRÁFICO. COLOMBIA 1951-2020: DINÁMICA DEMOGRÁFICA Y ESTRUCTURAS POBLACIONALES. Bogotá: MSPS.
- Moroge, M., de la Rosa, C., & Vargas Forero, C., 2012. Ganadería sostenible en la Amazonia Caqueteña, Colombia. Avances, retos y oportunidades de su escalamiento. Caquetá.



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuenca Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



- Navarrete, D., Sitch, S., Aragao, L., Pedroni, L., & Duque, A., 2016. Conversion from forests to pastures in the Colombian Amazon leads to differences in dead wood dynamics depending on land management practices. *Journal of Environmental Management*, 42-51.
- Navarro C. R., 2014. Generación de superficies de alta resolución aplicando el “método delta”, Bogotá D.C.
- Ochoa, D., Rojas, A., Ortiz, N. (2011) Retos para un desarrollo sostenible, Transformaciones en la Amazonía Colombiana. Fundación Alisos.
- Odum, H.T. 1994. *Ecological and General Systems: An Introduction to Systems Ecology*. University Press of Colorado, Niwot, CO. 644 p.
- ONU. 2014. Naciones Unidas. Recuperado el 29 de mayo de 2016, de Decenio por el agua: http://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/transboundary_waters.shtml
- Organización Mundial de la Salud (OMS) <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs330/es/>. Acceso el 20 de octubre de 2015.
- Osborn, S., Vengosh, A., Warner, N., & Jackson, R. (2011). Proceedings of the National Academy of Science, 108(20), 8172-8176.
- OTCA & SHI S.AS, 2015. Evaluación de los sistemas acuíferos de la región de Leticia – Colombia. Medellín.
- OTCA. 2010. Agenda estratégica de cooperación amazónica. Brasilia: Organización del Tratado de Cooperación Amazónica.



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



- OTCA. 2014. El cambio climático en la región amazónica. Acciones de la Organización del Tratado de Cooperación Amazónica (OTCA). Recuperado el 30 de mayo de 2016, de http://otca.info/portal/admin/_upload/publicacoes/531-libro.cambio.climatico_esp.pdf
- Pagiola, S., Von Ritter, K., & Bishop, J. (2004). Assessing the economic value of ecosystem conservation. The World Bank Environment Department, Environment Department Paper No. 101. Prospects, Ecological Economics,, 32:137-152.
- Panayotou, K. 2004. Geomorphology of the Minnamurra River estuary, southeastern Australia: evolution and management of a barrier estuary, PhD thesis, School of Earth and Environmental Sciences, University of Wollongong.
- Peña-Venegas, C. P., Mazorra V, A., Acosta M, L. E., & Pérez R, M. N. 2009. Seguridad alimentaria en comunidades indígenas del Amazonas: ayer y hoy. Bogotá: Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas – SINCHI.
- Pereira, H., Leadley, P., Proença, V., Alkemade, R., Scharlemann, J., Fernandez-Manjarrés, J., Araújo, M., Balvanera, P., Biggs, R., Cheung, W., Chini, L., Cooper, D., Gilman, E., Guénette, S., Hurtt, G., Huntington, H., Mace, G., Oberdorff, T., Revenga, C., Rodrigues, P., Scholes, R., Sumaila, U., Walpole, M. 2010. Scenarios for Global Biodiversity in the 21st Century. En Sciencexpress. 12p.



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



Pérez, G. 2006. Dinámica demográfica y desarrollo regional en Colombia. Cartagena: BANREPUBLICA.

Phillips, O. L, Luiz E. O. C. Aragão, Simon L. Lewis, Joshua B. Fisher, Jon Lloyd, Gabriela López-González, Yadvinder Malhi, Abel Monteagudo, Julie Peacock, Carlos A. Quesada, Geertje van der Heijden, Samuel Almeida, Iêda Amaral, Luzmila Arroyo, Gerardo Aymard, Tim R. Baker, Olaf Bánki, Lilian Blanc, Damien Bonal, Paulo Brando, Jerome Chave, Átila Cristina Alves de Oliveira, Nallaret Dávila Cardozo, Claudia I. Czimczik,¹ Ted R. Feldpausch, Maria Aparecida Freitas, Emanuel Gloor, Niro Higuchi, Eliana Jiménez, Gareth Lloyd, Patrick Meir, Casimiro Mendoza, Alexandra Morel, David A. Neill, Daniel Nepstad, Sandra Patiño, Maria Cristina Peñuela, Adriana Prieto, Fredy Ramírez, Michael Schwarz, Javier Silva, Marcos Silveira, Anne Sota Thomas, Hans ter Steege, Juliana Stropp, Rodolfo Vásquez, Przemyslaw Zelazowski, Esteban Alvarez Dávila, Sandy Andelman, Ana Andrade, Kuo-Jung Chao, Terry Erwin, Anthony Di Fiore, Eurídice Honorio C.,³ Helen Keeling, Tim J. Killeen, William F. Laurance, Antonio Peña Cruz, Nigel C. A. Pitman, Percy Núñez Vargas, Hirma Ramírez-Angulo, Agustín Rudas, Rafael Salamão, Natalino Silva, John Terborgh, Armando Torres-Lezama. 2009 Drought Sensitivity of the Amazon Rainforest, SCIENCE, VOL 323, 1344-1347

PNUD. 2006. Informe sobre desarrollo humano 2006. PNUD. Barcelona: Mundi-Prensa.



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



PNUD. 2011. Colombia rural. Razones para la esperanza. Informe Nacional de Desarrollo Humano. Bogotá: INDH PNUD.

Poveda Jaramillo, G. (s.f.). El papel de la amazonia en el clima global y continental. Impatos del cambio climático y la deforestación. Catedra Jorge Eliecer Gaitan, 143-156. Recuperado el 28 de mayo de 2016, de <http://www.bdigital.unal.edu.co/9890/30/9789587610611.capitulo4.pdf>

Poveda, G., Vélez, J. I., Mesa, O. J., Cuartas, L. A., Barco, O. J., Mantilla, R. I., Mejia, J. F., Hoyos, C. D., Ramirez, J. M, Botero, B. A., Mejia, M. I., Ceballos, L. I., Zuluaga, M. D., Giraldo, J. D., Quevedo, D. I. 2007 Linking long-term water balances and scaling to regionalize peak and low flows in Colombia. Journal of Hydrologic Engineering - ASCE, 12 (1): 4-13.

Presidencia de la Republica de Colombia. 1998. Decreto 879 de 1998 (mayo 13); Por el cual se reglamentan las disposiciones referentes al ordenamiento del territorio municipal y distrital y a los planes de ordenamiento territorial.

Presidencia de la Republica de Colombia. 2002. Decreto Numero 1729 de 2002 (agosto 6), Se reglamenta la Parte XIII, Título 2, Capítulo III del Decreto-ley 2811 de 1974 sobre cuencas hidrográficas, parcialmente el numeral 12 del artículo 5 de la Ley 99 de 1993 y se dictan otras disposiciones. 8p.

Profamilia. 2010. Encuesta nacional de demografía y salud.



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



- Riaño U, E., & Salazar C, C. A. 2009. Sistema urbano en la Región Amazónica colombiana: Análisis de la organización e integración funcional. Bogotá: Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas- SINCHI.
- Richey, A.; Thomas, M.; M.H. L.; Reager, J.; Famiglietti, J.; Voss, K.; Swenson, S. y M. Rodell. 2015. Quantifying renewable groundwater stress with GRACE. Water Resour. Res. 51: 5217 -5238.
- Rodríguez, Andrea - IDEAM, 2012. Evaluación de las simulaciones de precipitación y temperatura de los modelos climáticos globales del proyecto cmip5 con el clima presente en Colombia, Bogotá D.C.
- Roldan, E. 2009. Reconstrucción histórica de los caudales mensuales a lo largo de la red de drenaje de Colombia. Tesis de Maestría. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Minas.
- Sánchez-Núñez, D. A., Pinilla, G. A., y Pineda, J. E. M. 2015. Efectos del uso del suelo en las propiedades edáficas y la escorrentía superficial en una cuenca de la Orinoquía Colombiana. Colombia Forestal, 18(2), 255-272.
- Sanderson, M., Santini, M., Valentini, R., & Pope, E., 2012. Relationships between forests and weather. Met Office Hadley Center.
- Schmidt, M., Torn, M., Abiven, S., Dittmar, T., Guggenberger, G., Janssens, I, Klebber, M., Kögel-knabner, I., Lehmann, J., Manning, D., Nannipieri, P, Rasse, D., Weiner, S., y Trumbore, S. 2011. Persistence of soil organic matter as an ecosystem property. Nature,478, 49-56.
- Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica, Perspectiva Mundial sobre la Diversidad Biológica 3. Montreal, 2010. 94 páginas



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



- SIB. 2015. <http://www.sibcolombia.net/web/sib/home>. Ultimo acceso diciembre 11 de 2015.
- SINCHI, 2014. Mapa de ecosistemas acuáticos de la Amazonia colombiana, escala 1:100.000. Informe final del Convenio 118 de 2013. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI. Grupo de ecosistemas acuáticos y de Gestión de Información Ambiental y Zonificación del Territorio: Amazonia Colombiana GIAZT. Bogotá, D. C.
- SINCHI, 2016. Sistema de información ambiental territorial de la Amazonia Colombiana <http://siatac.co/web/guest/productos/monitoreo-fuegos>. Acceso el 18 de julio de 2016
- Sioli, H. 1968. Hydrochemistry and Geology in the Brazilian Amazon region, Rev. Amazoniana 1(3): 267-277.
- Soares-Filho, B., Curtis Nepstad, D., Curran, L., Coutinho Cerqueira, G., Garcia, R. A., Azevedo Ramos, C., McDonald, A., 2006. Modelling conservation in the Amazon basin. nature, 520-523.
- Soares-Filho, B., Lima, L., Bowman, M., & Viana, L., 2012. Desafíos para una agricultura con bajas emisiones de carbono y conservación forestal en Brasil. Banco Interamericano de Desarrollo.
- Souza-Filho, P. W., de Souza, E. B., Silva, J. R., Nascimento Jr, W. R., Versiani, D. M. B., Guimarães, J. T. y Siqueira, J. O. 2015. Four decades of land-cover, land-use and hydroclimatology changes in the Itacaiunas River watershed, southeastern Amazon. Journal of environmental management, 167, 175-184.



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



- Spennemann, P. 2010. Evaluación de la representación de humedad del suelo con el modelo WRF-CIMA. Buenos Aires.
- Spennemann, P. 2010. Evaluación de la representación de humedad del suelo con el modelo WRF-CIMA. Buenos Aires.
- Stott A. P., Stone D. A. and Allen, M.R., 2004. Human contribution to the European heatwave of 2003, Nature 432, 610-614.
- Superintendencia de Puertos y Transporte. (02 de 04 de 2016). Anuario Estadístico 2010. Obtenido de https://www.mintransporte.gov.co/Documentos/documentos_del_ministerio/Estadisticas
- Swann, A., Longo, M., Knox, R., Moorcroft, P., & Lee, E. (2015). Future deforestation in the Amazon and consequences for South American climate. Agricultural and Forest Meteorology, 214-215.
- Swann, A., Longo, M., Knox, R., Moorcroft, P., & Lee, E. (2015). Future deforestation in the Amazon and consequences for South American climate. Agricultural and Forest Meteorology, 214-215.
- Swann, A., Longo, M., Knox, R., Moorcroft, P., & Lee, E., 2015. Future deforestation in the Amazon and consequences for South American climate. Agricultural and Forest Meteorology, 214-215.
- Torres V,H. 2007. Elementos para el análisis y diseño de políticas públicas relacionadas con la gestión de los recursos hídricos. Mimeo, 20-35.
- Torres, C., & Cuartas, J. 2013. Uso de los suelos antropogénicos amazónicos: comparación entre comunidades Caboclas e Ingígenas Tikunas. Revista Gestión y Ambiente, 16(2), 5-17.



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



- Turc, L., 1961. Evaluation des besoins en eau d'irrigation, évapotranspiration potentielle, formulation simplifié et mise à jour. Ann. Agron., 12: 13-49, 1961.
- Turner, K., Georgiou, S., Clark, R., Brouwer, R., & Burke, J. (2004). Economic valuation of wáter resources in agricultura. Roma, Italia.: FAO – food and agricultura organization of the united nations.
- Universidad Nacional de Colombia, Sede Amazonas. 2011. Cátedra Jorge Eliécer Gaitán. Amazonia colombiana, imaginarios y realidades. En Duque, S. R. 2011. Introducción de Amazonia: Un mundo de agua y complejas relaciones, Cap.5.p.160.
- URL & IIA. (2004). Perfil Ambiental de Guatemala: Informe sobre el estado del Ambiente y bases para su evaluación sistemática. Guatemala: Universidad Rafael Landívar e Instituto de Incidencia Ambiental.
- Van Der Zaag, H., & Savenije, G. 2006. Water as an Economic Good: The Value of Pricing and the Failure of Markets. New York.: UNESCO-IHE - Institute of water education.
- Vargas, A.L. 2014. Informe Nacional de la calidad del agua para consumo humano año 2013 con base en el IRCA. Ministerio de Salud y Protección Social. Subdirección de Salud Ambiental. Bogotá, D.C.
- Vetter (2013). Environmental taxes in the long run. Economics the Open-Access, discussion paper No. 2013-29.
- Viceministerio de Ambiente. 2010. Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. 124 p.



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGI RH) -SINCHI



- Viceministerio de Ambiente. 2010. Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. 124 p.
- Villegas, J. R and Jarvis, A., 2010. Downscaling Global Circulation Model Outputs: The Delta Method Decision and Policy Analysis Working Paper No. 1
- Viveiros de Castro, E. 2002. A inconstância da alma selvagem. São Paulo, Brazil: Cosac Naify.
- Walko, R. L., & Avissar, R., 2011. Effects of Deforestation on Spatiotemporal Distributions of Precipitation. Journal of Climate, 2147-2162.
- Walko, R. L.; Avissar R., 2008. The Ocean-Land-Atmosphere Model (OLAM). Part II: Formulation and Tests of the Non-Hydrostatic Dynamic Core, Monthly Weather Review, v. 136, p. 4045-4062
- Werth, D and R. Avissar, “The Regional Evapotranspiration of the Amazon”, Journal of Hydrometeorology, vol. 5, pp. 100-9, 2003.
- Williams, M. R., y Melack, J. M. 1997. Solute export from forested and partially deforested catchments in the central Amazon. Biogeochemistry. 38 (1), 67-102.
- Wouters, P. (2013). Derecho Internacional: Facilitando la cooperación transfronteriza del Agua. Estocolmo: GWP.
- WWF. 2015. World Wide Foundation. http://wwf.panda.org/what_we_do/where_we_work/amazon/problems/climate_change_amazon/amazon_climate_change_impacts/#freshwater. Acceso el 29 de noviembre de 2015.



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

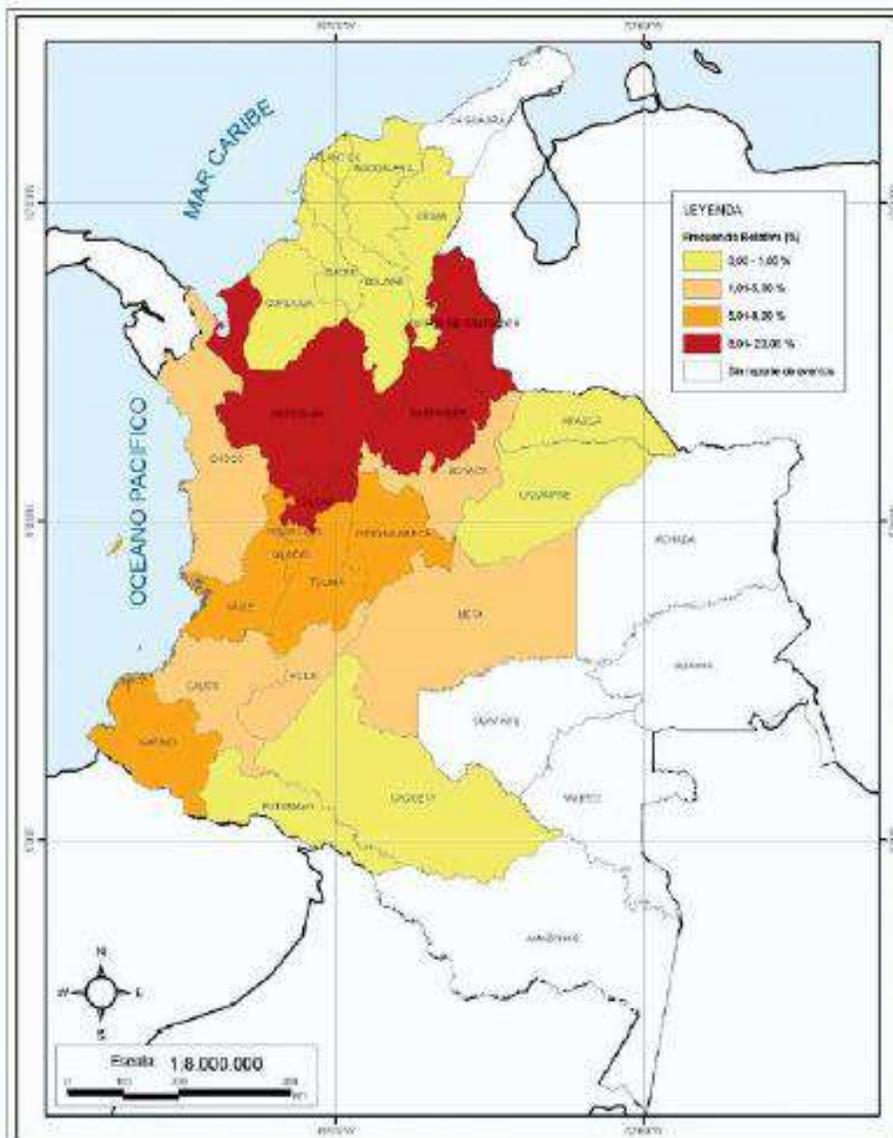
(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co

12 ANEXOS

Anexo 1. Mapa de distribución espacial de los movimientos en masa reportados para el periodo, 2001-2011. Modificado de Guerrero, 2013



Anexo 2. Datos de inundación sobre la zona interpretada de imágenes hasta el 6 de junio de 2011. Modificado de IDEAM, 2011.

DEPARTAMENTO	Área Departamento (ha.)	Área Inundación (ha.)	% Inundación
ANTIOQUIA	6.296.299	132.568	33,2
ARAUCA	2.383.135	15.519	94
ATLÁNTICO	331.159	44.083	58,5
BOLÍVAR	2.665.496	319.525	40,9
BOYACÁ	2.317.531	16.437	79,2
CALDAS	743.890	8.764	79,4
CAQUETÁ	9.010.823	248	100
CASANARE	4.434.139	323.037	99,8
CAUCA	3.125.130	2.267	97
CESAR	2.256.550	71.281	48,2
CHOCÓ	4.824.344	29.864	7,3
CÓRDOBA	2.499.858	142.691	60,4
CUNDINAMARCA	2.398.439	30.153	69,2
HUILA	1.813.533	6.086	94,9
LA GUAJIRA	2.061.936	16.257	100
MAGDALENA	2.314.438	134.924	34,5
META	8.555.025	96.899	90,9
NARIÑO	3.149.751	17	100
NORTE DE SANTANDER	2.182.705	26.403	92,3
QUINDÍO	193.217	176	100
RISARALDA	356.035	1.711	100
SANTANDER	3.054.326	99.964	59
SUCRE	1.071.860	97.940	32,4
TOLIMA	2.415.020	13.118	69,3
VALLE DEL CAUCA	2076805	12.176	87,9

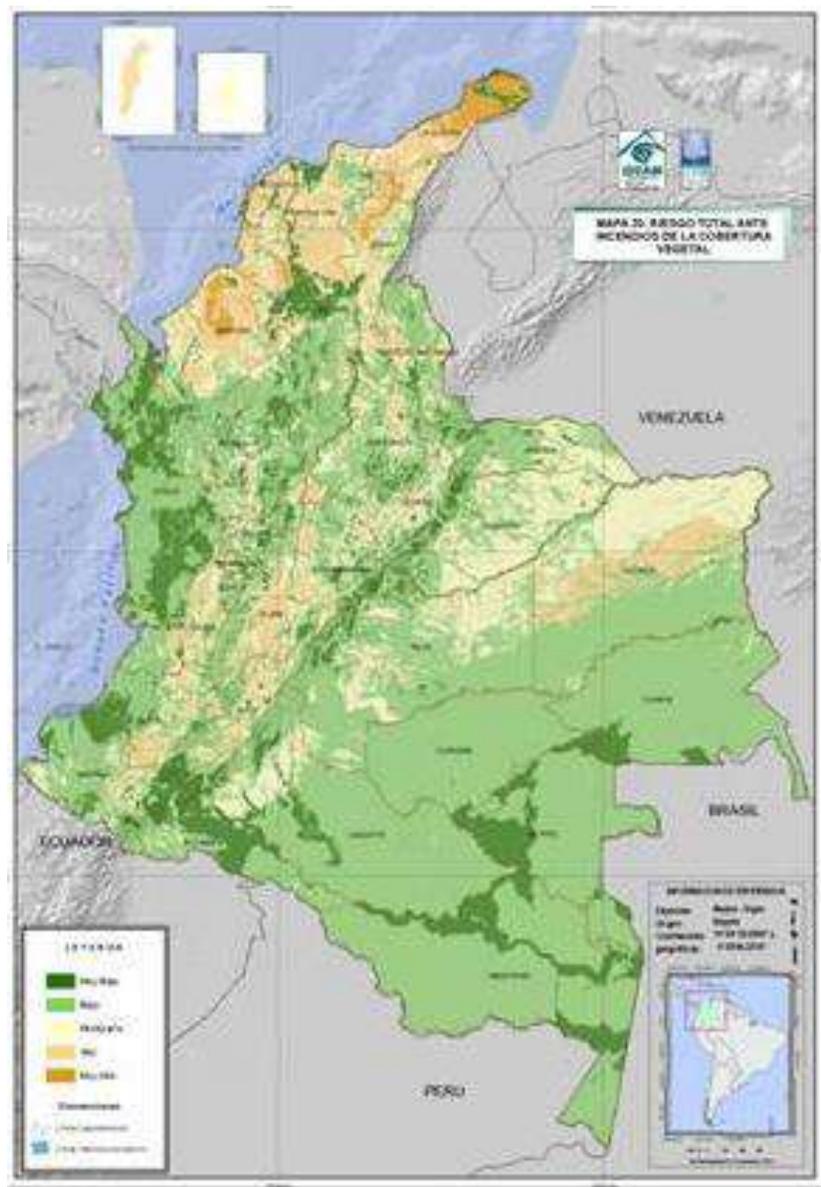
Cuerpos de agua: 668.327 ha

Zonas inundables periódicamente: 1.212.965 ha

Inundación: 2010 – 2011 1.642.108 ha.

Área total afectada: 3.523.400 ha.

Anexo 3. Zonificación de Riesgos a incendios en condiciones normales de precipitación y temperatura. Disponible en <http://www.ideam.gov.co/web/ecosistemas/zonificacion-del-riesgo-a-incendios>





Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuenca Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



Anexo 4. Nuevos escenarios de cambio climático para principales departamentos en la amazonia colombiana. 2011-2100. Modificado de IDEAM et al. 2015

FICHA DEPTO.AMAZONAS

Tabla convención Temperatura		TABLA POR PERIODOS / ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO 2011-2100						Tabla convención Precipitación	
Cambio	Rango de Valores Temperatura	2011-2040		2041-2070		2071-2100		Cambio	%
		Cambio de Temperatura media °C	Cambio de Precipitación (%)	Cambio de Temperatura media °C	Cambio de Precipitación (%)	Cambio de Temperatura media °C	Cambio de Precipitación (%)		
Bajo	0 - 0,5	0,7	-14,84	1,5	-12,47	2,4	-14,03	Déficit Severo	<-40%
Bajo Medio	0,51 - 1							Déficit	-39% y 11%
Medio	1,1 - 1,5							Normal	-10% y 10%
Medio Alto	1,5 - 2							Exceso	11% y 39%
Alto	2,1 - 3,9							Exceso Severo	>40%

PRINCIPALES AUMENTOS DE TEMPERATURA

En general la temperatura del departamento podrá aumentar hasta 2,4°C para el fin del siglo. El escenario en los siguientes 25 años (2011-2040) se podrá elevar en 0,7 °C. Las principales zonas en donde el aumento será menos intenso, corresponde a los límites superiores de los municipios La Chorrera, Puerto Santander y Mirifi-Paraná.

PRINCIPALES AUMENTOS DE PRECIPITACIÓN

Los escenarios no muestran aumentos representativos en el Departamento. Pueden sucederse leves variaciones hasta del 10% sobre el límite izquierdo del municipio de Puerto Alegría.

PRINCIPALES DISMINUCIONES DE PRECIPITACIÓN

En promedio, el Departamento podrá presentar descensos en la precipitación para cada uno de los periodos hasta el fin de siglo. Se podría esperar disminución de hasta el 14% para el año 2040, siendo las áreas que pueden verse afectadas, la correspondiente a los municipios de Leticia y Puerto Nariño.

PRINCIPALES EFECTOS

Podrán identificarse posibles descensos de caudal en los principales ríos del sur del Departamento, así como alteraciones en los ciclos de floración y fructificación debido a los aumentos de temperatura asociados a la disminución de precipitación. Podrán verse afectada la integridad de las chagras de las comunidades debido a posibles afloramientos de plagas que se desplazan para encontrar territorios con temperaturas óptimas. El principal sector afectado podrá ser el de turismo debido a las alteraciones en los ciclos hídricos.



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co

FICHA DEPTO. CAQUETÁ

Tabla convención Temperatura		TABLA POR PERIODOS / ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO 2011-2100						Tabla convención Precipitación	
Cambio	Rango de Valores Temperatura	2011-2040		2041-2070		2071-2100		Cambio	%
		Cambio de Temperatura media °C	Cambio de Precipitación (%)	Cambio de Temperatura media °C	Cambio de Precipitación (%)	Cambio de Temperatura media °C	Cambio de Precipitación (%)		
Bajo	0 - 0,5	0,8	-18,99	1,5	-19,32	2,2	-17,15	Déficit Severo	<-40%
Bajo Medio	0,51 - 1							Déficit	-39% y 11%
Medio	1,1 - 1,5							Normal	-10% y 10%
Medio Alto	1,5 - 2							Exceso	11% y 39%
Alto	2,1 - 3,9							Exceso Severo	>40%

PRINCIPALES AUMENTOS DE TEMPERATURA

En general para el fin de siglo, el Departamento podrá aumentar en 2,2°C para casi todo el departamento, excepto sobre el piedemonte en donde la temperatura podrá aumentar 1°C.

PRINCIPALES AUMENTOS DE PRECIPITACIÓN

En general el Departamento no presentará mayores aumentos. Los aumentos aislados de precipitación podrán presentarse sobre el piedemonte Amazónico hasta en un 20% adicionales al valor actual.

PRINCIPALES DISMINUCIONES DE PRECIPITACIÓN

En general y para fin de siglo, podrá haber una disminución promedio de hasta un 17%, particularmente al suroriente sobre los municipios de Solano y hacia el occidente en los municipios de Florencia, Morelia, Albania y Valparaiso.

PRINCIPALES EFECTOS

Los principales efectos para el Departamento pueden generarse sobre el sector ganadero dado el aumento de temperatura y en algunos casos las disminuciones de precipitación. El sector agrícola deberá estar atento a posibles disminuciones de precipitación particularmente sobre el suroriente. Deberán existir alertas en los municipios asentados cerca al piedemonte por posibles aumentos eventuales de precipitación que pongan en riesgo municipios asentados en territorios de alta pendiente. Biodiversidad asociada a grandes planicies puede verse afectada por aumentos de temperatura que impiden desplazamiento adaptativo.



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuenca Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGI RH) -SINCHI



FICHA DEPTO. GUAINIA

Tabla convención Temperatura		TABLA POR PERIODOS / ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO 2011-2100						Tabla convención Precipitación	
Cambio	Rango de Valores Temperatura	2011-2040		2041-2070		2071-2100		Cambio	%
		Cambio de Temperatura media °C	Cambio de Precipitación (%)	Cambio de Temperatura media °C	Cambio de Precipitación (%)	Cambio de Temperatura media °C	Cambio de Precipitación (%)		
Verde	Bajo 0 - 0,5	0,9	-5,49	1,7	-9,66	2,7	-9,27	Rojo	Déficit Severo <-40%
Verde claro	Bajo Medio 0,51 - 1							Amarillo	Déficit -30% y 11%
Amarelo	Medio 1,1 - 1,5							Verde	Normal -10% y 10%
Naranja	Medio Alto 1,5 - 2							Azul	Exceso 11% y 30%
Rojo	Alto 2,1 - 3,9							Negro	Exceso Severo >40%

PRINCIPALES AUMENTOS DE TEMPERATURA

El Departamento podrá elevar en 2,7°C promedio para fin de siglo según los escenarios modelados. La zona de mayor aumento podría presentarse hacia los municipios de Inírida, Cacahual, Puerto Colombia, San Felipe y La Guadalupe.

PRINCIPALES AUMENTOS DE PRECIPITACIÓN

En general el Departamento no presentará aumentos representativos para fin de siglo.

PRINCIPALES DISMINUCIONES DE PRECIPITACIÓN

Las principales disminuciones de precipitación podrán presentarse hacia el suroccidente del Departamento, particularmente sobre los municipios de Pana Pana y Morichal Nuevo, así como sobre el Municipio de La Guadalupe aproximadamente un 10% menos al valor actual de referencia.

PRINCIPALES EFECTOS

Los principales efectos se podrán observar sobre el sector ganadero y agrícola debido a los aumentos elevados de temperatura, de hasta 2,7°C para fin de siglo. La seguridad alimentaria dependiente de cultivos pancoger podrá verse afectada en particular para los municipios en donde se presentarán disminuciones de precipitación representativas (Pana Pana, Morichal Nuevo y La Guadalupe).



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuenca Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGI RH) -SINCHI



FICHA DEPTO. GUAVIARE

Tabla convención Temperatura		TABLA POR PERIODOS / ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO 2011-2100						Tabla convención Precipitación	
Cambio	Rango de Valores Temperatura	2011-2040		2041-2070		2071-2100		Cambio	%
		Cambio de Temperatura media °C	Cambio de Precipitación (%)	Cambio de Temperatura media °C	Cambio de Precipitación (%)	Cambio de Temperatura media °C	Cambio de Precipitación (%)		
■ Bajo	0 - 0,5	0,9	-6,65	1,7	-9,36	2,5	-5,11	■ Déficit Severo	<-40%
■ Bajo Medio	0,51 - 1							■ Déficit	-39% y 11%
■ Medio	1,1 - 1,5							■ Normal	-10% y 10%
■ Medio Alto	1,5 - 2							■ Exceso	11% y 39%
■ Alto	2,1 - 3,9							■ Exceso Severo	>40%

PRINCIPALES AUMENTOS DE TEMPERATURA

Para final de siglo el departamento podrá presentar un aumento de temperatura promedio de 2,5°C sobre los valores actuales de referencia. En los siguientes 25 años podría aumentar en casi 1 grado.

PRINCIPALES AUMENTOS DE PRECIPITACIÓN

En general el Departamento no presentará aumentos representativos de precipitación.

PRINCIPALES DISMINUCIONES DE PRECIPITACIÓN

Las principales disminuciones de precipitación podrán generarse en el oriente del Departamento, particularmente en los municipios de El Retorno y San José del Guaviare.

PRINCIPALES EFECTOS

Los principales efectos pueden verse representados en el sector ganadero y agrícola dado el posible aumento gradual generalizado en el Guaviare. Los Municipios de El Retorno y San José del Guaviare podrán verse afectados por sequías debido a la disminución de precipitación de hasta un 10%. La biodiversidad se podrá someter a fuerte estrés térmico debido a la imposibilidad de adaptación hacia zonas más altas, excepto las asociadas a las Serranías de Chiribiquete y La Lindosa. Los cultivos de pancoger podrán afectarse, impactando la seguridad alimentaria de minorías étnicas.



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co

FICHA DEPTO. PUTUMAYO

Tabla convención Temperatura		TABLA POR PERIODOS / ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO 2011-2100						Tabla convención Precipitación	
Cambio	Rango de Valores Temperatura	2011-2040		2041-2070		2071-2100		Cambio	%
		Cambio de Temperatura media °C	Cambio de Precipitación (%)	Cambio de Temperatura media °C	Cambio de Precipitación (%)	Cambio de Temperatura media °C	Cambio de Precipitación (%)		
Bajo	0 - 0,5	0,8	4,45	1,5	6,73	2,2	6,74	Déficit Severo	<40%
Bajo Medio	0,51 - 1							Déficit	-39% y 11%
Medio	1,1 - 1,5							Normal	-10% y 10%
Medio Alto	1,5 - 2							Exceso	11% y 39%
Alto	2,1 - 3,9							Exceso Severo	>40%

PRINCIPALES AUMENTOS DE TEMPERATURA

Para el fin de siglo el Departamento podrá aumentar 2,2°C la temperatura promedio respecto al valor actual. En general, los territorios que menos variarían la temperatura actual serán los asociados al piedemonte.

PRINCIPALES AUMENTOS DE PRECIPITACIÓN

En promedio el Departamento podrá aumentar precipitaciones en un 6,7% sobre el valor actual. Particularmente los municipios de Sibundoy, Colón, Santiago, Orito, Valle del Guamuez y San Miguel, podrán presentarse aumentos de hasta un 20%.

PRINCIPALES DISMINUCIONES DE PRECIPITACIÓN

En general en el Putumayo podría no presentar disminuciones de precipitación según los escenarios modelados.

PRINCIPALES EFECTOS

Los principales efectos podrán presentarse para el sector agrícola en los municipios de Puerto Guzmán, Puerto Guzmán y Puerto Asís, debido a los aumentos graduales de temperatura a través del siglo. Los municipios de piedemonte podrán ver efectos en infraestructura vial debido a los aumentos de precipitación. El sector salud podrá ver posibles efectos por déficit nutricionales asociados a efectos sobre cultivos de pancoger impactados por altas temperaturas.



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGI RH) -SINCHI



FICHA DEPTO. VAUPÉS

Tabla convención Temperatura		TABLA POR PERIODOS / ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO 2011-2100						Tabla convención Precipitación	
Cambio	Rango de Valores Temperatura	2011-2040		2041-2070		2071-2100		Cambio	%
		Cambio de Temperatura media °C	Cambio de Precipitación (%)	Cambio de Temperatura media °C	Cambio de Precipitación (%)	Cambio de Temperatura media °C	Cambio de Precipitación (%)		
Bajo	0 - 0,5	1,0	-20,49	1,9	-22,69	2,6	-23,31	Déficit Severo	<-40%
Bajo Medio	0,51 - 1							Déficit	-39% y 11%
Medio	1,1 - 1,5							Normal	-10% y 10%
Medio Alto	1,5 - 2							Exceso	11% y 39%
Alto	2,1 - 3,9							Exceso Severo	>40%

PRINCIPALES AUMENTOS DE TEMPERATURA

Para fin de siglo el Departamento podrá aumentar en 2,6°C adicionales sobre el valor actual de referencia. Particularmente los mayores aumentos se podrán presentar en los municipios de Mitú, Yavaraté y Taraira con valores de hasta 2,8°C para el 2100.

PRINCIPALES AUMENTOS DE PRECIPITACIÓN

En general el Vaupés no presentará aumentos de precipitación según los modelos generados.

PRINCIPALES DISMINUCIONES DE PRECIPITACIÓN

El Departamento podrá presentar disminuciones de hasta 23% menos respecto al valor actual. Particularmente los municipios que pueden presentar mayores disminuciones pueden ser Mitú, Pacoa, Yavaraté y Taraira.

PRINCIPALES EFECTOS

Los principales efectos podrán manifestarse en posibles sequías que afecten cultivos de pancoger y la seguridad alimentaria de las poblaciones, en particular de las minorías étnicas asentadas en el territorio. La biodiversidad de los ecosistemas en el Departamento podrá verse afectada por estrés térmico. El servicio de provisión hídrica podrá disminuir debido a los aumentos de temperatura y disminuciones de precipitación particularmente en el sur y oriente.



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co

Anexo 5. Descripción de las Bases de Datos Geográficas (GeoDataBase).

Esta base de datos contiene toda la información cartográfica generada y considerada como básica al igual las tablas que han sido usadas para el desarrollo del proyecto. La proyección de la información se determinó como Magna con sistema de coordenadas geográficas.

Feature dataset que componen la base de datos

- [-] GIRH.gdb
 - [+] AMB_Coberturas
 - [+] AMB_Inv_Macroinvertebrados
 - [+] AMB_Transformaciones
 - [+] CALIDAD_FASEIII
 - [+] CONFLICTOS_FASEIII
 - [+] DEMANDA
 - [+] ECO_Act_Ind_Extraccion
 - [+] INFO_CLIMATOLOGICA_FASEIII
 - [+] OFERTA_ENA2014
 - [+] PROYECCIONES_FASEIII
 - [+] RIESGO_ENA2014
 - [+] SOC_Ind_WPI
 - [+] SUBTERRANEA_FASEIII
 - [+] TERR_Base
 - [+] TERR_Bibliografia
 - [+] TERR_Cuencas
 - [+] TERR_Macrozonas
 - [+] TERR_Ordenamiento
 - [+] TERR_Paisaje
 - [+] TERR_SUELOS_FASEIII
 - [+] BALANCE_ECONOMICO_CARS
 - [+] CONCESIONESCORMACARENA
 - [+] CONCESIONESCORPONARIÑO
 - [+] CONCESIONESCRC
 - [+] CONCESIONESIRH
 - [+] DEMANDA_TOTAL_CAR
 - [+] INDICESHIDRICOS
 - [+] OFERTAS_TOTALES
 - [+] PARAMETROSCALIDADDELAGUA
 - [+] PRODUCCIONECOPETROLPUTUMAYO
 - [+] SECTORESPRODUCTIVOS
 - [+] VERTIMIENOS_META
 - [+] VERTIMIENOS_PUTUMAYO_CAQUETA

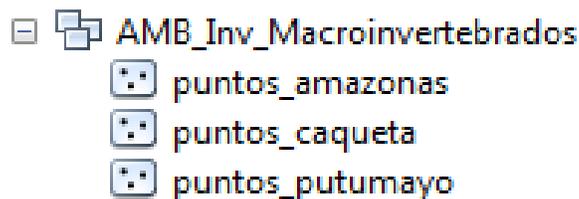
La base de datos está compuesta por veinte dataset donde se almacena los archivos espaciales denominados feature class.

Feature dataset Amb_Coberturas



El feature class llamado AMB_coberturas contiene la información relacionada con las diferentes coberturas y usos del suelo presentes en la macrocuena se cuenta con información del 2002, 2007, 2011 y 2014 y la proyección del comportamiento de las coberturas para los año 2030. Se identifica la capa de cobertura generada por el IDEAM, coberturas de cuerpos de agua y coberturas de la tierra obtenidas del procesamiento de imágenes Modis

Feature dataset Amb_Inv_Macroinvertebrados



En el Feature Class denominado AMB_Inv_Macroinvertebrados, se almacenan los puntos de muestreo de macroinvertebrados en los departamentos de Amazonas, Caquetá y Putumayo.

Feature dataset Amb_transformaciones

- [-] [+] AMB_Transformaciones
 - [+] defo_bau2011
 - [+] defo_bau2030
 - [+] Deforestacion_CDEF_2002_2007
 - [+] Praderizacion_CPRA_2002_2007

Este feature class contiene la información sobre deforestación para los años 2002, 2007 y 2011 así como la proyección de deforestación para el año 2030

- [-] [+] CALIDAD_FASEIII
 - [+] NECESIDADES_BASICAS
 - [+] NECESIDADES_BASICAS_CAR
 - [+] PIB_2014
 - [+] PIB_CAR_2014
 - [+] puntos_calidad

Figura 157. Feature dataset Calidad FaseIII.

Contiene la información relacionada con los puntos de muestreo de la calidad del agua, se complementa con la información de las necesidades básicas insatisfechas asociadas con el recurso hídrico, se distingue que esta información fue generada en la fase III.

Feature dataset Conflictos

- ☐ CONFLICTOS_FASEIII
 - ☑ AGRICULTURA_CARS
 - ☑ CONFLICTO_AGRICOLA_SZH
 - ☑ CONFLICTO_GANADERIA_SZH
 - ☑ GANADERIA_CARS
 - ☑ HIDROCARBUROS_CARS
 - ☑ MINERIA_CARS
 - ☑ PROYECTOS_VIALES

Se almacenan los conflictos identificados entre las áreas de conservación y las principales actividades económicas (Agricultura, Ganadería, hidrocarburos minería y proyectos viales) presentes en la macrocuenca por Subzona Hidrográfica y Corporación Autónoma Regional

Feature dataset DEMANDA ENA 2014

- ☐ DEMANDA
 - ☑ AGRICOLA_ENA2014
 - ☑ DOMESTICO_ENA2014
 - ☑ ENERGIA_ENA2014
 - ☑ HIDROCARBUROS_ENA2014
 - ☑ Índice_de_eficiencia_en_el_uso_del_agua_ENA2014
 - ☑ Índice_de_uso_de_agua_superficial_Año_medio_IUA_ENA2014
 - ☑ Índice_de_uso_de_agua_superficial_Año_seco_IUA_ENA2014
 - ☑ INDUSTRIA_ENA2014
 - ☑ MINERIA_FASEIII
 - ☑ PECUARIO_ENA2014
 - ☑ PISCICOLA_ENA2014
 - ☑ SERVICIOS_FASEIII
 - ☑ TOTAL_FASEIII
 - ☑ VOL_CONCESION_ZH_FASEIII
 - ☑ VOL_CONCESIONES_CAR_FASEIII

Contiene la ubicación geográfica de las demandas hídricas generadas por los sectores productivos presentes en la macrocuenca. Basados en la información del ENA 2014. Así como los índices de eficiencia del uso del agua, índice de uso de agua superficial en año medio, índice de uso de agua superficial en año seco, y los volúmenes de concesiones por Zona hidrográfica y por jurisdicción de Coporación Autónoma regional.

Feature dataset ECO_Act_Ind_Extraccion

- ECO_Act_Ind_Extraccion
 - BloquesPetroleros_Tierras_ENE_2313
 - T_Sol_Mineras_DSOLICMIN2011
 - T_Sol_Mineras_DTITMIN2011

Contiene la información relacionada con la actividad minera y los bloques petroleros identificados para 2013

Feature dataset INFO_CLIMATOLOGICA_FASEIII

- INFO_CLIMATOLOGICA_FASEIII
 - Estaciones_Hurtado_P_2016
 - Estaciones_P_2016
 - Estaciones_T_2016
 - EstacionHidrometeorologica
 - EstacionHidrometeorologica_Preliminar
 - Isoyeta
 - PoligonoEstaciones
 - Precipitacion

Presenta la información relacionada con las condiciones climatológicas presentes en la macrocuenca, se distingue que esta información fue generada en la faseIII.

Feature dataset Oferta

- [-] OFERTA_ENA2014
 - [+] ANEXO1
 - [+] ANEXO2
 - [+] ANEXO5
 - [+] ARIDEZ
 - [+] Caudal_año_medio
 - [+] Caudal_año_Seco
 - [+] Escorrentia_año_medio
 - [+] Escorrentia_año_Seco
 - [+] Índice_de_retención_y_regulación_hídrica_IRH
 - [+] Oferta_año_medio
 - [+] Oferta_año_seco
 - [+] Oferta_Disponible_año_medio
 - [+] Oferta_Disponible_año_Seco
 - [+] Rendimiento_año_Medio
 - [+] Rendimiento_año_Seco
 - [+] SISTEMA_ACUIFEROS_FASEIII

Contiene la información de oferta del recurso Hídrico basado en la información del ENA 2014.

Feature Class Oferta

- PROYECCIONES_FASEIII
 - consumo_PercapitaCARS
 - CONSUMOCAFE
 - CONSUMOCAFE_CAR2
 - CONSUMOPETROLEO
 - DEFORESTACION_AGRICOLA2014
 - DEFORESTACION_AGRICOLA2040
 - DEFORESTACION_AGRICOLA2050
 - DEFORESTACIONGANADERIA2014
 - DEFORESTACIONGANADERIA2030
 - DEFORESTACIONGANADERIA2040
 - DEFORESTACIONGANADERIA2050
 - POBLACION
 - POBLACION_CAR
 - PROYECCION_CONSUMO_HUMANO
 - PROYECCION_CONSUMO_HUMANO_CAR
 - PROYECCIONCONSUMOAGRICOLA
 - PROYECCIONCONSUMOAGRICOLA_CAR
 - PROYECCIONCONSUMOGANADERO
 - PROYECCIONCONSUMOGANADERO_CAR

El feature dataset contiene la información relacionada con las proyecciones de consumo para las actividades agrícolas ganaderas petroleras y de consumo humano.

Feature dataset Oferta

- RIESGO
 - Índice_de_agua_no_retornada_a_la_cuenca_IARC_1
 - Índice_de_presión_hídrica_al_ecosistema_IPHE
 - Índice_de_vulnerabilidad_al_desabastecimiento

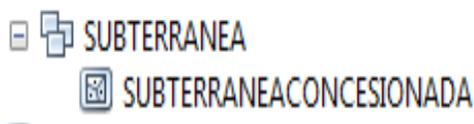
Contiene los índices asociados a la presión, y vulnerabilidad del recurso hídrico.

Feature SOC_Ind_WPI



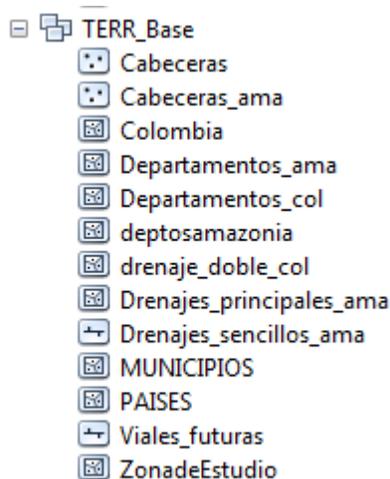
Almacena el índice de pobreza de la oferta del recurso hídrico en la macrocuenca, calculado en base al ENA 2012.

Feature subterranea



Almacena la información de las concesiones de agua subterránea registrados en la macrocuenca.

Feature TERR_Base



Contiene la información relacionada con la cartografía básica asociada a la macrocuena.

Feature TERR_Bibliografia

- [-] [+] TERR_Bibliografia
 - [+] biblio_val_eco
 - [+] Deptos_bibliografia
 - [+] Macrocuencas_bibliografia
 - [+] MZ_biblio_macro
 - [+] MZ_bibliografia

Contiene la información bibliográfica de copilada para las fases I y II.

Feature TERR_Cuencas

- [-] [+] TERR_Cuencas
 - [+] LIMITE
 - [+] Macrocuena
 - [+] Microcuena

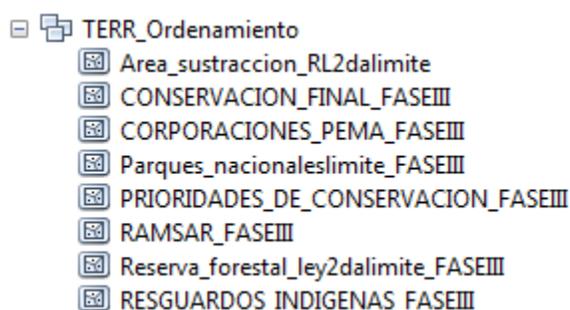
En este feature Class se almacena la información asociada a los límites y división de la macrocuena.

Feature TERR_Macrozonas

- [-] [+] TERR_Macrozonas
 - [+] MACROZONAS_MAPA_MNEAC
 - [+] MZ_altos_andes
 - [+] MZ_amazonas
 - [+] MZ_amazonas_pol
 - [+] MZ_amazonicas4_pol
 - [+] MZ_piedemonte
 - [+] MZ_tierras_bajas
 - [+] MZ_tran_orinoco

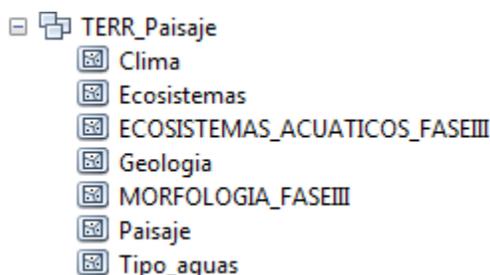
En este feature Class se almacena la información asociada a las capas ajustadas para las macrozonas, identificación de las zonas altas, piedemonte tierras bajas y zonas transito ala Orinoco generadas en la fase I y II.

Feature TERR_Ordenamiento



Se recopilan las capas relacionadas con las áreas de conservación y protección ubicadas en la macrocuena.

Feature TERR_Paisaje



Se almacenan los aspectos relacionadas con ecosistemas, características morfológicas, de paisaje y tipo de aguas.

Feature TERR_SUELOS_FASEIII

- ☐ TERR_SUELOS_FASEIII
 - ☐ CONFLICTO_DE_USO_FASEIII
 - ☐ EROSION2003_FASEIII
 - ☐ GANADERIA_FASEIII
 - ☐ USO_FASEIII
 - ☐ VOCACION_DE_USO_FASEIII

Se almacenan los aspectos geográficos relacionados con uso conflicto y degradación del suelo.

Descripción de la geodatabase RASTER_CUENCA AMAZONICA.gdb

La base de datos contiene la información raster, 81 elementos entre los más importantes están modelo de sombras, las proyecciones de áreas deforestadas para los años 2020,2030, 2040 y 2050, obtenidas de algoritmos aplicados a imágenes Modis.

Estructura geodatabase raster

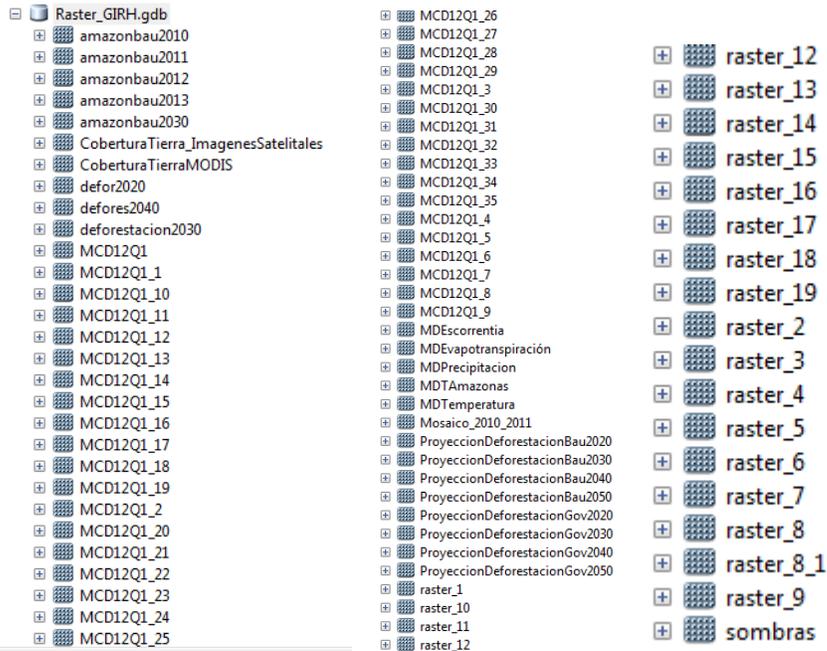


Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

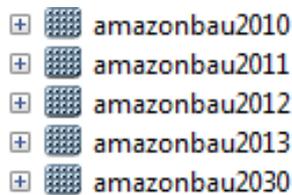
Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax (8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co



Colección raster amazon bau



Representan la información relacionada con las proyecciones de deforestación sin políticas gubernamentales que la controlen.



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGI RH) -SINCHI



Colección raster Coberturas

-   CoberturaTierra_ImágenesSatelitales
-   CoberturaTierraMODIS

Representan las coberturas de la tierra obtenidas por imágenes Landsat y Modis.

Colección raster Deforestación

-   defor2020
-   defores2040
-   deforestacion2030

Presenta la información relacionada con la proyección de deforestación para los años 2020, 2030 y 2040 a partir de imágenes modis.

Colección raster MCD12Q1

-  MCD12Q1_10
-  MCD12Q1_11
-  MCD12Q1_12
-  MCD12Q1_13
-  MCD12Q1_14
-  MCD12Q1_15
-  MCD12Q1_16
-  MCD12Q1_17
-  MCD12Q1_18
-  MCD12Q1_19
-  MCD12Q1_2
-  MCD12Q1_20
-  MCD12Q1_21
-  MCD12Q1_22
-  MCD12Q1_23
-  MCD12Q1_24
-  MCD12Q1_25
-  MCD12Q1_26
-  MCD12Q1_27
-  MCD12Q1_28
-  MCD12Q1_29
-  MCD12Q1_3
-  MCD12Q1_30
-  MCD12Q1_31
-  MCD12Q1_32
-  MCD12Q1_33
-  MCD12Q1_34
-  MCD12Q1_35
-  MCD12Q1_4
-  MCD12Q1_5
-  MCD12Q1_6
-  MCD12Q1_7
-  MCD12Q1_8
-  MCD12Q1_9



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuena Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



Corresponden a las imágenes Modis descargadas de los años 2010 y 2011 que fueron usadas para la elaboración del mosaico de toda la región amazónica.

Colección raster Información hidrológica

- +  MDEscorrentia
- +  MDEvapotranspiración
- +  MDPrecipitacion
- +  MDTAmazonas
- +  MDTemperatura

Presenta la información relacionada con las variables climáticas presentes en la macrocuena.

Colección raster ProyecciónDeforestacionGOV

- +  ProyeccionDeforestacionGov2020
- +  ProyeccionDeforestacionGov2030
- +  ProyeccionDeforestacionGov2040
- +  ProyeccionDeforestacionGov2050

Almacena la información relacionada con las proyecciones de deforestación con medidas de control estatal para los años 2020, 2030, 2040, 2050.



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax (8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co

Colección raster

- + raster_1
- + raster_10
- + raster_11
- + raster_12
- + raster_13
- + raster_14
- + raster_15
- + raster_16
- + raster_17
- + raster_18
- + raster_19
- + raster_2
- + raster_3
- + raster_4
- + raster_5
- + raster_6
- + raster_7
- + raster_8
- + raster_8_1
- + raster_9

Recortes del mosaico modis como insumo para la elaboración de los modelos climáticos.

Para el tema hidroclimático se generaron las siguientes capas vector y archivos raster.

Información generada para el teme hidroclimático.

TEMÁTICA	ARCHIVO	DESCRIPCIÓN	ESCALA/ RESOLUCIÓN	FORMATO
INFO_CLIMATOL OGICA	EstacionHidrometeoro logicas	Estaciones Hidrometeorológicas	1:25.000	Shp
	EstacionHidrometeoro logicas_Preliminar	Estaciones Hidrometeorológicas	1:25.000	Shp

TEMÁTICA	ARCHIVO	DESCRIPCIÓN	ESCALA/ RESOLUCIÓN	FORMATO
		recopiladas en el estudio preliminar		
	Estaciones_Hurtado_P_2016	Estaciones Hidrometeorológicas sacadas del estudio de Hurtado (2009)	1:25.000	Shp
	Estaciones_P_2016	Estaciones con valores de precipitación para el análisis 2016	1:25.000	Shp
	Estaciones_T_2016	Estaciones con valores de temperatura para el análisis 2016	1:25.000	Shp
	Isoyeta	Puntos de Evaluación de los Índices de Calidad del Agua:	1:25.000	Shp
	PoligonoEstaciones	Delimitación del área de estudio para las estaciones hidrometeorológicas	1:25.000	Shp
	Precipitacion	Estaciones de medición de la precipitación	1:25.000	Shp
	Dp_2020_ECHAM5_A2	Modelo digital de la anomalía de la precipitación proyectado a 2020, mediante el modelo ECHAM5, bajo el escenario A2, en mm/año	200 m x 200 m	GRID
	Dp_2020_ECHAM5_B1	Modelo digital de la anomalía de la precipitación	200 m x 200 m	GRID

TEMÁTICA	ARCHIVO	DESCRIPCIÓN	ESCALA/ RESOLUCIÓN	FORMATO
		proyectado a 2020, mediante el modelo ECHAM5, bajo el escenario B1, en mm/año		
	Dp_2020_HadCM3_A2	Modelo digital de la anomalía de la precipitación proyectado a 2020, mediante el modelo HadCM3, bajo el escenario A2, en mm/año	200 m x 200 m	GRID
	Dp_2020_HadCM3_B1	Modelo digital de la anomalía de la precipitación proyectado a 2020, mediante el modelo HadCM3, bajo el escenario B1, en mm/año	200 m x 200 m	GRID
	Dp_2030_ECHAM5_A2	Modelo digital de la anomalía de la precipitación proyectado a 2030, mediante el modelo ECHAM5, bajo el escenario A2, en mm/año	200 m x 200 m	GRID
	Dp_2030_ECHAM5_B1	Modelo digital de la anomalía de la precipitación proyectado a 2030, mediante el modelo ECHAM5, bajo el escenario B1, en mm/año	200 m x 200 m	GRID

TEMÁTICA	ARCHIVO	DESCRIPCIÓN	ESCALA/ RESOLUCIÓN	FORMATO
	Dp_2030_HadCM3_A2	Modelo digital de la anomalía de la precipitación proyectado a 2030, mediante el modelo HadCM3, bajo el escenario A2, en mm/año	200 m x 200 m	GRID
	Dp_2030_HadCM3_B1	Modelo digital de la anomalía de la precipitación proyectado a 2030, mediante el modelo HadCM3, bajo el escenario B1, en mm/año	200 m x 200 m	GRID
	Dp_2040_ECHAM5_A2	Modelo digital de la anomalía de la precipitación proyectado a 2040, mediante el modelo ECHAM5, bajo el escenario A2, en mm/año	200 m x 200 m	GRID
	Dp_2040_ECHAM5_B1	Modelo digital de la anomalía de la precipitación proyectado a 2040, mediante el modelo ECHAM5, bajo el escenario B1, en mm/año	200 m x 200 m	GRID
	Dp_2040_HadCM3_A2	Modelo digital de la anomalía de la precipitación proyectado a 2040, mediante el modelo	200 m x 200 m	GRID

TEMÁTICA	ARCHIVO	DESCRIPCIÓN	ESCALA/ RESOLUCIÓN	FORMATO
		HadCM3, bajo el escenario A2, en mm/año		
	Dp_2040_HadCM3_B1	Modelo digital de la anomalía de la precipitación proyectado a 2040, mediante el modelo HadCM3, bajo el escenario B1, en mm/año	200 m x 200 m	GRID
	Dp_2050_ECHAM5_A 2	Modelo digital de la anomalía de la precipitación proyectado a 2020, mediante el modelo ECHAM5, bajo el escenario A2, en mm/año	200 m x 200 m	GRID
	Dp_2050_ECHAM5_B1	Modelo digital de la anomalía de la precipitación proyectado a 2020, mediante el modelo ECHAM5, bajo el escenario B1, en mm/año	200 m x 200 m	GRID
	Dp_2050_HadCM3_A2	Modelo digital de la anomalía de la precipitación proyectado a 2020, mediante el modelo HadCM3, bajo el escenario A2, en mm/año	200 m x 200 m	GRID
	Dp_2050_HadCM3_B1	Modelo digital de la anomalía de la precipitación proyectado a 2020,	200 m x 200 m	GRID

TEMÁTICA	ARCHIVO	DESCRIPCIÓN	ESCALA/ RESOLUCIÓN	FORMATO
		mediante el modelo HadCM3, bajo el escenario B1, en mm/año		
	dt_2020_ECHAM5_A2	Modelo digital de la anomalía de la temperatura proyectado a 2020, mediante el modelo ECHAM5, bajo el escenario A2, en mm/año	200 m x 200 m	GRID
	dt_2020_ECHAM5_B1	Modelo digital de la anomalía de la temperatura proyectado a 2020, mediante el modelo ECHAM5, bajo el escenario B1, en mm/año	200 m x 200 m	GRID
	dt_2020_HadCM3_A2	Modelo digital de la anomalía de la temperatura proyectado a 2020, mediante el modelo HadCM3, bajo el escenario A2, en mm/año	200 m x 200 m	GRID
	dt_2020_HadCM3_B1	Modelo digital de la anomalía de la temperatura proyectado a 2020, mediante el modelo HadCM3, bajo el escenario B1, en mm/año	200 m x 200 m	GRID
	dt_2030_ECHAM5_A2	Modelo digital de la anomalía de la temperatura	200 m x 200 m	GRID

TEMÁTICA	ARCHIVO	DESCRIPCIÓN	ESCALA/ RESOLUCIÓN	FORMATO
		proyectado a 2030, mediante el modelo ECHAM5, bajo el escenario A2, en mm/año		
	dt_2030_ECHAM5_B1	Modelo digital de la anomalía de la temperatura proyectado a 2030, mediante el modelo ECHAM5, bajo el escenario B1, en mm/año	200 m x 200 m	GRID
	dt_2030_HadCM3_A2	Modelo digital de la anomalía de la temperatura proyectado a 2030, mediante el modelo HadCM3, bajo el escenario A2, en mm/año	200 m x 200 m	GRID
	dt_2030_HadCM3_B1	Modelo digital de la anomalía de la temperatura proyectado a 2030, mediante el modelo HadCM3, bajo el escenario B1, en mm/año	200 m x 200 m	GRID
	dt_2040_ECHAM5_A2	Modelo digital de la anomalía de la temperatura proyectado a 2040, mediante el modelo ECHAM5, bajo el escenario A2, en mm/año	200 m x 200 m	GRID

TEMÁTICA	ARCHIVO	DESCRIPCIÓN	ESCALA/ RESOLUCIÓN	FORMATO
	dt_2040_ECHAM5_B1	Modelo digital de la anomalía de la temperatura proyectado a 2040, mediante el modelo ECHAM5, bajo el escenario B1, en mm/año	200 m x 200 m	GRID
	dt_2040_HadCM3_A2	Modelo digital de la anomalía de la temperatura proyectado a 2040, mediante el modelo HadCM3, bajo el escenario A2, en mm/año	200 m x 200 m	GRID
	dt_2040_HadCM3_B1	Modelo digital de la anomalía de la temperatura proyectado a 2040, mediante el modelo HadCM3, bajo el escenario B1, en mm/año	200 m x 200 m	GRID
	dt_2050_ECHAM5_A2	Modelo digital de la anomalía de la temperatura proyectado a 2050, mediante el modelo ECHAM5, bajo el escenario A2, en mm/año	200 m x 200 m	GRID
	dt_2050_ECHAM5_B1	Modelo digital de la anomalía de la temperatura proyectado a 2050, mediante el modelo	200 m x 200 m	GRID

TEMÁTICA	ARCHIVO	DESCRIPCIÓN	ESCALA/ RESOLUCIÓN	FORMATO
		ECHAM5, bajo el escenario B1, en mm/año		
	dt_2050_HadCM3_A2	Modelo digital de la anomalía de la temperatura proyectado a 2050, mediante el modelo HadCM3, bajo el escenario A2, en mm/año	200 m x 200 m	GRID
	dt_2050_HadCM3_B1	Modelo digital de la anomalía de la temperatura proyectado a 2050, mediante el modelo HadCM3, bajo el escenario B1, en mm/año	200 m x 200 m	GRID
	Es_1950_2000_Lineabase	Modelo digital de la Escorrentía, a partir de datos observados de 1950 - 2000 : línea base obtenida de un dataset de WordClim	200 m x 200 m	GRID
	Es_2020_ECHAM5_A2	Modelo digital de la Escorrentía proyectado a 2020, mediante el modelo ECHAM5, bajo el escenario A2, en mm/año	200 m x 200 m	GRID
	Es_2020_ECHAM5_B1	Modelo digital de la Escorrentía proyectado a 2020, mediante el modelo	200 m x 200 m	GRID

TEMÁTICA	ARCHIVO	DESCRIPCIÓN	ESCALA/ RESOLUCIÓN	FORMATO
		ECHAM5, bajo el escenario B1, en mm/año		
	Es_2020_HadCM3_A2	Modelo digital de la Escorrentía proyectado a 2020, mediante el modelo HadCM3, bajo el escenario A2, en mm/año	200 m x 200 m	GRID
	Es_2020_HadCM3_B1	Modelo digital de la Escorrentía proyectado a 2020, mediante el modelo HadCM3, bajo el escenario B1, en mm/año	200 m x 200 m	GRID
	Es_2030_ECHAM5_A2	Modelo digital de la Escorrentía proyectado a 2030, mediante el modelo ECHAM5, bajo el escenario A2, en mm/año	200 m x 200 m	GRID
	Es_2030_ECHAM5_B1	Modelo digital de la Escorrentía proyectado a 2030, mediante el modelo ECHAM5, bajo el escenario B1, en mm/año	200 m x 200 m	GRID
	Es_2030_HadCM3_A2	Modelo digital de la Escorrentía proyectado a 2030, mediante el modelo HadCM3, bajo el escenario A2, en mm/año	200 m x 200 m	GRID

TEMÁTICA	ARCHIVO	DESCRIPCIÓN	ESCALA/ RESOLUCIÓN	FORMATO
	Es_2030_HadCM3_B1	Modelo digital de la Escorrentía proyectado a 2030, mediante el modelo HadCM3, bajo el escenario B1, en mm/año	200 m x 200 m	GRID
	Es_2040_ECHAM5_A2	Modelo digital de la Escorrentía proyectado a 2040, mediante el modelo ECHAM5, bajo el escenario A2, en mm/año	200 m x 200 m	GRID
	Es_2040_ECHAM5_B1	Modelo digital de la Escorrentía proyectado a 2040, mediante el modelo ECHAM5, bajo el escenario B1, en mm/año	200 m x 200 m	GRID
	Es_2040_HadCM3_A2	Modelo digital de la Escorrentía proyectado a 2040, mediante el modelo HadCM3, bajo el escenario A2, en mm/año	200 m x 200 m	GRID
	Es_2040_HadCM3_B1	Modelo digital de la Escorrentía proyectado a 2040, mediante el modelo HadCM3, bajo el escenario B1, en mm/año		GRID
	Es_2050_ECHAM5_A2	Modelo digital de la Escorrentía proyectado a 2050, mediante el modelo	200 m x 200 m	GRID

TEMÁTICA	ARCHIVO	DESCRIPCIÓN	ESCALA/ RESOLUCIÓN	FORMATO
		ECHAM5, bajo el escenario A2, en mm/año		
	Es_2050_ECHAM5_B1	Modelo digital de la Escorrentía proyectado a 2050, mediante el modelo ECHAM5, bajo el escenario B1, en mm/año	200 m x 200 m	GRID
	Es_2050_HadCM3_A2	Modelo digital de la Escorrentía proyectado a 2050, mediante el modelo HadCM3, bajo el escenario A2, en mm/año	200 m x 200 m	GRID
	Es_2050_HadCM3_B1	Modelo digital de la Escorrentía proyectado a 2050, mediante el modelo HadCM3, bajo el escenario B1, en mm/año	200 m x 200 m	GRID
	ETR_1950_200_Linea Base	Modelo digital de la Evapotranspiración, a partir de datos observados de 1950 - 2000 : línea base obtenida de un dataset de WordClim	200 m x 200 m	GRID
	ETR_2020_ECHAM5_A2	Modelo digital de la Evapotranspiración proyectado a 2020, mediante el modelo	200 m x 200 m	GRID

TEMÁTICA	ARCHIVO	DESCRIPCIÓN	ESCALA/ RESOLUCIÓN	FORMATO
		ECHAM5, bajo el escenario A2, en mm/año		
	ETR_2020_ECHAM5_B 1	Modelo digital de la Evapotranspiración proyectado a 2020, mediante el modelo ECHAM5, bajo el escenario B1, en mm/año	200 m x 200 m	GRID
	ETR_2020_HadCM3_A 2	Modelo digital de la Evapotranspiración proyectado a 2020, mediante el modelo HadCM3, bajo el escenario A2, en mm/año	200 m x 200 m	GRID
	ETR_2020_ HadCM3_B1	Modelo digital de la Evapotranspiración proyectado a 2020, mediante el modelo HadCM3, bajo el escenario B1, en mm/año	200 m x 200 m	GRID
	ETR_2030_ECHAM5_A 2	Modelo digital de la Evapotranspiración proyectado a 2030, mediante el modelo ECHAM5, bajo el escenario A2, en mm/año	200 m x 200 m	GRID
	ETR_2030_ECHAM5_B 1	Modelo digital de la Evapotranspiración proyectado a 2030,	200 m x 200 m	GRID

TEMÁTICA	ARCHIVO	DESCRIPCIÓN	ESCALA/ RESOLUCIÓN	FORMATO
		mediante el modelo ECHAM5, bajo el escenario B1, en mm/año		
	ETR_2030_HadCM3_A 2	Modelo digital de la Evapotranspiración proyectado a 2030, mediante el modelo HadCM3, bajo el escenario A2, en mm/año	200 m x 200 m	GRID
	ETR_2030_ HadCM3_B1	Modelo digital de la Evapotranspiración proyectado a 2030, mediante el modelo HadCM3, bajo el escenario B1, en mm/año	200 m x 200 m	GRID
	ETR_2040_ECHAM5_A 2	Modelo digital de la Evapotranspiración proyectado a 2040, mediante el modelo ECHAM5, bajo el escenario A2, en mm/año	200 m x 200 m	GRID
	ETR_2040_ECHAM5_B 1	Modelo digital de la Evapotranspiración proyectado a 2040, mediante el modelo ECHAM5, bajo el escenario B1, en mm/año	200 m x 200 m	GRID

TEMÁTICA	ARCHIVO	DESCRIPCIÓN	ESCALA/ RESOLUCIÓN	FORMATO
	ETR_2040_HadCM3_A 2	Modelo digital de la Evapotranspiración proyectado a 2040, mediante el modelo HadCM3, bajo el escenario A2, en mm/año	200 m x 200 m	GRID
	ETR_2040_ HadCM3_B1	Modelo digital de la Evapotranspiración proyectado a 2040, mediante el modelo HadCM3, bajo el escenario B1, en mm/año	200 m x 200 m	GRID
	ETR_2050_ECHAM5_A 2	Modelo digital de la Evapotranspiración proyectado a 2050, mediante el modelo ECHAM5, bajo el escenario A2, en mm/año	200 m x 200 m	GRID
	ETR_2050_ECHAM5_B 1	Modelo digital de la Evapotranspiración proyectado a 2050, mediante el modelo ECHAM5, bajo el escenario B1, en mm/año	200 m x 200 m	GRID
	ETR_2050_HadCM3_A 2	Modelo digital de la Evapotranspiración proyectado a 2050, mediante el modelo	200 m x 200 m	GRID

TEMÁTICA	ARCHIVO	DESCRIPCIÓN	ESCALA/ RESOLUCIÓN	FORMATO
		HadCM3, bajo el escenario A2, en mm/año		
	ETR_2050_ HadCM3_B1	Modelo digital de la Evapotranspiración proyectado a 2050, mediante el modelo HadCM3, bajo el escenario B1, en mm/año	200 m x 200 m	GRID
	MDEscorrentia	Modelo digital de Escorrentía media anual, en mm/año	200 m x 200 m	GRID
	MDEscorrentia_Preliminar	Modelo digital de Escorrentía media anual, preliminar, en mm/año	200 m x 200 m	GRID
	MDEvapotranspiracion	Modelo digital de Evapotranspiración media anual, en mm/año	200 m x 200 m	GRID
	MDEvapotranspiracion_Preliminar	Modelo digital de Evapotranspiración media anual, preliminar, en mm/año	200 m x 200 m	GRID
	MDPrecipitacion	Modelo digital de precipitación media anual, en mm/año	200 m x 200 m	GRID
	MDPrecipitacion_Preliminar	Modelo digital de precipitación media anual, preliminar, en mm/año	200 m x 200 m	GRID

TEMÁTICA	ARCHIVO	DESCRIPCIÓN	ESCALA/ RESOLUCIÓN	FORMATO
	MDTAmazonas	Modelo de elevación digital de la zona de estudio	200 m x 200 m	GRID
	MDTemperatura	Modelo digital de temperatura media anual, en °C	200 m x 200 m	GRID
	MDTemperatura_Preliminar	Modelo digital de temperatura media anual, preliminar, en °C	200 m x 200 m	GRID
	PT_1950_200_LineaBase	Modelo digital de precipitación, a partir de datos observados de 1950 - 2000 : línea base obtenida de un dataset de WordClim	200 m x 200 m	GRID
	PT_2020_ECHAM5_A2	Modelo digital de precipitación proyectado a 2020, mediante el modelo ECHAM5, bajo el escenario A2, en mm/año	200 m x 200 m	GRID
	PT_2020_ECHAM5_B1	Modelo digital de precipitación proyectado a 2020, mediante el modelo ECHAM5, bajo el escenario B1, en mm/año	200 m x 200 m	GRID
	PT_2020_HadCM3_A2	Modelo digital de precipitación proyectado a 2020, mediante el modelo	200 m x 200 m	GRID

TEMÁTICA	ARCHIVO	DESCRIPCIÓN	ESCALA/ RESOLUCIÓN	FORMATO
		HadCM3, bajo el escenario A2, en mm/año		
	PT_2020_HadCM3_B1	Modelo digital de precipitación proyectado a 2020, mediante el modelo HadCM3, bajo el escenario B1, en mm/año	200 m x 200 m	GRID
	PT_2030_ECHAM5_A2	Modelo digital de precipitación proyectado a 2030, mediante el modelo ECHAM5, bajo el escenario A2, en mm/año	200 m x 200 m	GRID
	PT_2030_ECHAM5_B1	Modelo digital de precipitación proyectado a 2030, mediante el modelo ECHAM5, bajo el escenario B1, en mm/año	200 m x 200 m	GRID
	PT_2030_HadCM3_A2	Modelo digital de precipitación proyectado a 2030, mediante el modelo HadCM3, bajo el escenario A2, en mm/año	200 m x 200 m	GRID
	PT_2030_HadCM3_B1	Modelo digital de precipitación proyectado a 2030, mediante el modelo HadCM3, bajo el escenario B1, en mm/año	200 m x 200 m	GRID

TEMÁTICA	ARCHIVO	DESCRIPCIÓN	ESCALA/ RESOLUCIÓN	FORMATO
	PT_2040_ECHAM5_A2	Modelo digital de precipitación proyectado a 2040, mediante el modelo ECHAM5, bajo el escenario A2, en mm/año	200 m x 200 m	GRID
	PT_2040_ECHAM5_B1	Modelo digital de precipitación proyectado a 2040, mediante el modelo ECHAM5, bajo el escenario B1, en mm/año	200 m x 200 m	GRID
	PT_2040_HadCM3_A2	Modelo digital de precipitación proyectado a 2040, mediante el modelo HadCM3, bajo el escenario A2, en mm/año	200 m x 200 m	GRID
	PT_2040_HadCM3_B1	Modelo digital de precipitación proyectado a 2040, mediante el modelo HadCM3, bajo el escenario B1, en mm/año	200 m x 200 m	GRID
	PT_2050_ECHAM5_A2	Modelo digital de precipitación proyectado a 2050, mediante el modelo ECHAM5, bajo el escenario A2, en mm/año	200 m x 200 m	GRID
	PT_2050_ECHAM5_B1	Modelo digital de precipitación proyectado a 2050, mediante el modelo	200 m x 200 m	GRID

TEMÁTICA	ARCHIVO	DESCRIPCIÓN	ESCALA/ RESOLUCIÓN	FORMATO
		ECHAM5, bajo el escenario B1, en mm/año		
	PT_2050_HadCM3_A2	Modelo digital de precipitación proyectado a 2050, mediante el modelo HadCM3, bajo el escenario A2, en mm/año	200 m x 200 m	GRID
	PT_2050_HadCM3_B1	Modelo digital de precipitación proyectado a 2050, mediante el modelo HadCM3, bajo el escenario B1, en mm/año	200 m x 200 m	GRID
	Tm_1950_200_Lineabase	Modelo digital de temperatura, a partir de datos observados de 1950 - 2000 : línea base obtenida de un dataset de WordClim	200 m x 200 m	GRID
	Tm_2020_ECHAM5_A2	Modelo digital de temperatura proyectado a 2020, mediante el modelo ECHAM5, bajo el escenario A2, en °C, en °C, en mm/año	200 m x 200 m	GRID
	Tm_2020_ECHAM5_B1	Modelo digital de temperatura proyectado a 2020, mediante el modelo ECHAM5, bajo el escenario B1, en °C	200 m x 200 m	GRID

TEMÁTICA	ARCHIVO	DESCRIPCIÓN	ESCALA/ RESOLUCIÓN	FORMATO
	Tm_2020_HadCM3_A 2	Modelo digital de temperatura proyectado a 2020, mediante el modelo HadCM3, bajo el escenario A2, en °C	200 m x 200 m	GRID
	Tm_2020_ HadCM3_B1	Modelo digital de temperatura proyectado a 2020, mediante el modelo HadCM3, bajo el escenario B1, en °C	200 m x 200 m	GRID
	Tm_2030_ECHAM5_A 2	Modelo digital de temperatura proyectado a 2030, mediante el modelo ECHAM5, bajo el escenario A2, en °C	200 m x 200 m	GRID
	Tm_2030_ECHAM5_B 1	Modelo digital de temperatura proyectado a 2030, mediante el modelo ECHAM5, bajo el escenario B1, en °C	200 m x 200 m	GRID
	Tm_2030_HadCM3_A 2	Modelo digital de temperatura proyectado a 2030, mediante el modelo HadCM3, bajo el escenario A2, en °C	200 m x 200 m	GRID
	Tm_2030_ HadCM3_B1	Modelo digital de temperatura proyectado a 2030, mediante el modelo	200 m x 200 m	GRID

TEMÁTICA	ARCHIVO	DESCRIPCIÓN	ESCALA/ RESOLUCIÓN	FORMATO
		HadCM3, bajo el escenario B1, en °C		
	Tm_2040_ECHAM5_A 2	Modelo digital de temperatura proyectado a 2040, mediante el modelo ECHAM5, bajo el escenario A2, en °C	200 m x 200 m	GRID
	Tm_2040_ECHAM5_B 1	Modelo digital de temperatura proyectado a 2040, mediante el modelo ECHAM5, bajo el escenario B1, en °C	200 m x 200 m	GRID
	Tm_2040_HadCM3_A 2	Modelo digital de temperatura proyectado a 2040, mediante el modelo HadCM3, bajo el escenario A2, en °C	200 m x 200 m	GRID
	Tm_2040_ HadCM3_B1	Modelo digital de temperatura proyectado a 2040, mediante el modelo HadCM3, bajo el escenario B1, en °C	200 m x 200 m	GRID
	Tm_2050_ECHAM5_A 2	Modelo digital de temperatura proyectado a 2050, mediante el modelo ECHAM5, bajo el escenario A2, en °C	200 m x 200 m	GRID

TEMÁTICA	ARCHIVO	DESCRIPCIÓN	ESCALA/ RESOLUCIÓN	FORMATO
	Tm_2050_ECHAM5_B 1	Modelo digital de temperatura proyectado a 2050, mediante el modelo ECHAM5, bajo el escenario B1, en °C	200 m x 200 m	GRID
	Tm_2050_HadCM3_A 2	Modelo digital de temperatura proyectado a 2050, mediante el modelo HadCM3, bajo el escenario A2, en °C	200 m x 200 m	GRID
	Tm_2050_ HadCM3_B1	Modelo digital de temperatura proyectado a 2050, mediante el modelo HadCM3, bajo el escenario B1, en °C	200 m x 200 m	GRID
INFO_DEFORESTACION	ZonadeEstudio	Zona de estudio para el análisis de deforestación	1:25.000	Shp
	CoberturaTierra_Imag enesSatelitales	Imagen Satelital de Coberturas de la Tierra, obtenida del sensor MODIS de la NASA en colaboración con otras entidades	500 m x 500m	GRID
	CoberturaTierraMODI S	Imagen de cobertura de la tierra obtenida del sensor MODIS de la NASA en colaboración con otras entidades, para la zona de estudio.	500 m x 500m	GRID

TEMÁTICA	ARCHIVO	DESCRIPCIÓN	ESCALA/ RESOLUCIÓN	FORMATO
	ProyeccionDeforestacionBau2020	Modelo digital de proyección de deforestación para el año 2020, bajo un escenario sin intervenciones gubernamentales	200 m x 200 m	GRID
	ProyeccionDeforestacionBau2030	Modelo digital de proyección de deforestación para el año 2030, bajo un escenario sin intervenciones gubernamentales	200 m x 200 m	GRID
	ProyeccionDeforestacionBau2040	Modelo digital de proyección de deforestación para el año 2040, bajo un escenario sin intervenciones gubernamentales	200 m x 200 m	GRID
	ProyeccionDeforestacionBau2050	Modelo digital de proyección de deforestación para el año 2050, bajo un escenario sin intervenciones gubernamentales	200 m x 200 m	GRID
	ProyeccionDeforestacionGov2020	Modelo digital de proyección de deforestación para el año 2020, bajo un escenario	200 m x 200 m	GRID

TEMÁTICA	ARCHIVO	DESCRIPCIÓN	ESCALA/ RESOLUCIÓN	FORMATO
		gubernamental (Condiciones favorables)		
	ProyeccionDeforestacionGov2030	Modelo digital de proyección de deforestación para el año 2030, bajo un escenario gubernamental (Condiciones favorables)	200 m x 200 m	GRID
	ProyeccionDeforestacionGov2040	Modelo digital de proyección de deforestación para el año 2040, bajo un escenario gubernamental (Condiciones favorables)	200 m x 200 m	GRID
	ProyeccionDeforestacionGov2050	Modelo digital de proyección de deforestación para el año 2050, bajo un escenario gubernamental (Condiciones favorables)	200 m x 200 m	GRID
	Proyecciones_coberturas_de_la_tierra_2020	Modelo digital de proyección de cobertura de la tierra para el año 2020, bajo el escenario sin intervención gubernamental, basadas en el estudio Modelling conservation in the Amazon basin	200 m x 200 m	GRID

TEMÁTICA	ARCHIVO	DESCRIPCIÓN	ESCALA/ RESOLUCIÓN	FORMATO
	Proyecciones_coberturas_de_la_tierra_2030	Modelo digital de proyección de cobertura de la tierra para el año 2030, bajo el escenario sin intervención gubernamental, basadas en el estudio Modelling conservation in the Amazon basin	200 m x 200 m	GRID
	Proyecciones_coberturas_de_la_tierra_2040	Modelo digital de proyección de cobertura de la tierra para el año 2040, bajo el escenario sin intervención gubernamental, basadas en el estudio Modelling conservation in the Amazon basin	200 m x 200m	GRID
	Proyecciones_coberturas_de_la_tierra_2050	Modelo digital de proyección de cobertura de la tierra para el año 2050, bajo el escenario sin intervención gubernamental, basadas en el estudio Modelling conservation in the Amazon basin	200 m x 200 m	GRID

A continuación se expone la totalidad de salidas gráficas creadas para el plan estratégico por tema

Tabla 79. Salidas Gráficas

Tema	Nombre Archivo	Descripción Mapa	Información Técnica	Escala Gráfica
Demanda	DHSECTORAGRICOLACORREG.JPG	Contiene la información de demanda hídrica para el sector agrícola	Información fuente ENA 2014, ajustada a la macrocuena	1.500.000
	DHSECTORDOMESTICOCORREG.JPG	Contiene la información de demanda hídrica para el sector domestico	Información fuente ENA 2014, ajustada a la macrocuena	1.500.000
	DHSECTORENERGETICO	Contiene la información de demanda hídrica para el sector energetico	Información fuente ENA 2014, ajustada a la macrocuena	1.500.000

Tema	Nombre Archivo	Descripción Mapa	Información Técnica	Escala Gráfica
	DHSECTORHIDRO CARBUROS	Contiene la información de demanda hídrica para el sector hidrocarburos	Información fuente ENA 2014, ajustada a la macrocuena	1.500.000
	DHSECTORINDUSTRIAL	Contiene la información de demanda hídrica para el sector industrial	Información fuente ENA 2014, ajustada a la macrocuena	1.500.000
	DHSECTORMINERARIO	Contiene la información de demanda hídrica para el sector minero	Información fuente ENA 2014, ajustada a la macrocuena	1.500.000
	DHSECTORPECUARIO	Contiene la información de demanda hídrica para el sector pecuario	Información fuente ENA 2014, ajustada a la macrocuena	1.500.000

Tema	Nombre Archivo	Descripción Mapa	Información Técnica	Escala Gráfica
	DHSECTORPISCICOLA	Contiene la información de demanda hídrica para el sector piscícola	Información fuente ENA 2014, ajustada a la macrocuena	1.500.000
Demanda	DHSECTORSERVICIOS	Contiene la información de demanda hídrica para el sector piscícola	Información fuente ENA 2014, ajustada a la macrocuena	1.500.000
oferta	CAUDAL año medio	Contiene la información asociada a los caudales promedio en año medio	Información fuente ENA 2014, ajustada a la macrocuena	1.500.000
	CAUDAL año SECO	Contiene la información asociada a los caudales	Información fuente ENA 2014, ajustada a la macrocuena	1.500.000

Tema	Nombre Archivo	Descripción Mapa	Información Técnica	Escala Gráfica
		promedio en año seco		
	escorrentia Año medio	Contiene la información asociada a la escorrentía promedio en año medio	Información fuente ENA 2014, ajustada a la macrocuena	1.500.000
	escorrentia Año seco	Contiene la información asociada a la escorrentía promedio en año seco	Información fuente ENA 2014, ajustada a la macrocuena	1.500.000
	ODAÑOMEDIO	Contiene la información asociada a la oferta disponible promedio en año medio	Información fuente ENA 2014, ajustada a la macrocuena	1.500.000

Tema	Nombre Archivo	Descripción Mapa	Información Técnica	Escala Gráfica
	oferta año seco	Contiene la información asociada a la oferta disponible promedio en año seco	Información fuente ENA 2014, ajustada a la macrocuena	1.500.000
	Rendimiento Año Medio	Contiene la información del rendimiento en año seco	Información fuente ENA 2014, ajustada a la macrocuena	1.500.000
Oferta	rendimiento año seco	Contiene la información del rendimiento en año seco	Información fuente ENA 2014, ajustada a la macrocuena	1.500.000
Riesgo	INDICE DE AGUA NO RETORNADA ALA CUENCA	Contiene la información del recurso que se pierde de la cuenca	Información fuente ENA 2014, ajustada a la macrocuena	1.500.000
	INDICE PRESION HIDRICA	Contiene la información de	Información fuente ENA 2014,	1.500.000

Tema	Nombre Archivo	Descripción Mapa	Información Técnica	Escala Gráfica
		la presión sobre el recurso hídrico	ajustada a la macrocuena	
	INDICE VULNERABILIDAD	Contiene la información de la vulnerabilidad por desabastecimiento	Información fuente ENA 2014, ajustada a la macrocuena	1.500.000
Conflictos	Conflicto Agricultura.jpg	Contiene la información de las zonas que presentan conflictos por actividades agrícolas en áreas de protección	Zonas con actividades Agrícolas y áreas protegidas	1.500.000
	Conflicto Agricultura. CDA	Contiene la información de las zonas que presentan	Zonas con actividades Agrícolas y áreas	1.500.000

Tema	Nombre Archivo	Descripción Mapa	Información Técnica	Escala Gráfica
		conflictos por actividades agrícolas en LA Jurisdicción de la CDA	protegidas, limite CARS	
	Conflicto Agricultura cormacarena	Contiene la información de las zonas que presentan conflictos por actividades agrícolas en LA Jurisdicción de CORMACARENA	Zonas con actividades Agrícolas y areas protegidas, limite CARS	1.500.000
Conflictos	Conflicto Agricultura corpoamazonia	Contiene la información de las zonas que presentan conflictos por actividades agrícolas en LA	Zonas con actividades Agrícolas y areas protegidas, limite CARS	1.500.000

Tema	Nombre Archivo	Descripción Mapa	Información Técnica	Escala Gráfica
		Jurisdicción de CORMACARENA		
	Conflicto Agricultura.CDA	Contiene la información de las zonas que presentan conflictos por actividades agrícolas en LA Jurisdicción de la CDA	Zonas con actividades Agrícolas y áreas protegidas, limite CARS	1.500.000
	Conflicto Agricultura zh amazonas	Contiene la información de las zonas dentro de la subcuenca que presentan conflictos por actividades agrícolas	Subzonas Hidrográficas Capa de conflictos por szh	1:1.500.000
	Conflicto Agricultura	Contiene la información de las zonas dentro	Subzonas Hidrográficas Capa	1.500.000

Tema	Nombre Archivo	Descripción Mapa	Información Técnica	Escala Gráfica
	Zh apaporis	de la subcuena que presentan conflictos por actividades agrícolas	de conflictos por szh	
	Conflicto Agricultura Zh caguan	Contiene la información de las zonas dentro de la subcuena que presentan conflictos por actividades agrícolas	Subzonas Hidrográficas Capa de conflictos por szh	1.500.00 0
Conflictos	Conflicto Agricultura Zh caqueta	Contiene la información de las zonas dentro de la subcuena que presentan conflictos por actividades agrícolas	Subzonas Hidrográficas Capa de conflictos por szh	1.500.00 0

Tema	Nombre Archivo	Descripción Mapa	Información Técnica	Escala Gráfica
	Conflicto Agricultura Zh guainia	Contiene la información de las zonas dentro de la subcuena que presentan conflictos por actividades agrícolas	Subzonas Hidrográficas Capa de conflictos por szh	1.500.00 0
	CONFLICTO AGRICULTURA ZH guaviare	Contiene la información de las zonas dentro de la subcuena que presentan conflictos por actividades agrícolas	Subzonas Hidrográficas Capa de conflictos por szh	1.500.00 0
	Conflicto Agricultura Zh inirida	Contiene la información de las zonas dentro de la subcuena que presentan conflictos por	Subzonas Hidrográficas Capa de conflictos por szh	1.500.00 0

Tema	Nombre Archivo	Descripción Mapa	Información Técnica	Escala Gráfica
		actividades agrícolas		
	Conflicto Agricultura Zh orinocodirectos	Contiene la información de las zonas dentro de la subcuena que presentan conflictos por actividades agrícolas	Subzonas Hidrográficas Capa de conflictos por szh	1.500.00 0
Conflicitos	Conflicto Agricultura Zh Putumayo	Contiene la información de las zonas dentro de la subcuena que presentan conflictos por actividades agrícolas	Subzonas Hidrográficas Capa de conflictos por szh	1.500.00 0
	Conflicto Agricultura Zh Vaupes	Contiene la información de las zonas dentro de la subcuena	Subzonas Hidrográficas Capa	1.500.00 0

Tema	Nombre Archivo	Descripción Mapa	Información Técnica	Escala Gráfica
		que presentan conflictos por actividades agrícolas	de conflictos por szh	
	Conflicto Agricultura Zh Yará	Contiene la información de las zonas dentro de la subcuena que presentan conflictos por actividades agrícolas	Subzonas Hidrográficas Capa de conflictos por szh	1.500.00 0
	CONFLICTO GANADERIA	Contiene la información de las zonas que presentan conflictos por actividades	Zonas con actividades Agrícolas y áreas protegidas	1.500.00 0
	Conflicto Ganaderia corpoamazonia	Contiene la información de las zonas que presentan	Capa de conflictos por ganaderia	1.500.00 0

Tema	Nombre Archivo	Descripción Mapa	Información Técnica	Escala Gráfica
		conflictos por actividades agrícolas en LA Jurisdicción de CORPOAMAZONIA	CARS y capa de áreas protegidas	
Conflictos	Conflicto Ganaderia corponariño	Contiene la información de las zonas que presentan conflictos por actividades agrícolas en LA Jurisdicción de CORPONARIÑO	Capa de conflictos por ganaderia CARS y capa de áreas protegidas	1.500.000
	Conflicto Ganaderia CRC	Contiene la información de las zonas que presentan conflictos por actividades	Capa de conflictos por ganaderia CARS y capa de áreas protegidas	1.500.000

Tema	Nombre Archivo	Descripción Mapa	Información Técnica	Escala Gráfica
		agrícolas en LA Jurisdicción de CRC		
	Conflicto Ganaderia CDA	Contiene la información de las zonas que presentan conflictos por actividades agrícolas en LA Jurisdicción de CDA	Capa de conflictos por ganaderia CARS y capa de áreas protegidas	1.500.000
	Conflicto Ganaderia Zhapaporis	Contiene la información de las zonas dentro de la subcuena que presentan conflictos por actividades Ganaderas	Capa de conflictos por ganaderia SZH y capa de áreas protegidas	1.500.000

Tema	Nombre Archivo	Descripción Mapa	Información Técnica	Escala Gráfica
Conflictos	conflicto ganaderia zhcaqueta	Contiene la información de las zonas dentro de la subcuena que presentan conflictos por actividades Ganaderas	Capa de conflictos por ganaderia SZH y capa de áreas protegidas	1.500.00 0
	Conflicto Ganaderia zhguainia	Contiene la información de las zonas dentro de la subcuena que presentan conflictos por actividades Ganaderas	Capa de conflictos por ganaderia SZH y capa de áreas protegidas	1.500.00 0
	Conflicto Ganaderia zh Guaviare	Contiene la información de las zonas dentro de la subcuena que presentan conflictos por	Capa de conflictos por ganaderia SZH y capa de áreas protegidas	1.500.00 0

Tema	Nombre Archivo	Descripción Mapa	Información Técnica	Escala Gráfica
		actividades Ganaderas		
	Conflicto Ganaderia zhcaguan	Contiene la información de las zonas dentro de la subcuena que presentan conflictos por actividades Ganaderas	Capa de conflictos por ganaderia SZH y capa de áreas protegidas	1.500.00 0
	Conflicto Ganadero Zh Inirida	Contiene la información de las zonas dentro de la subcuena que presentan conflictos por actividades Ganaderas	Capa de conflictos por ganaderia SZH y capa de áreas protegidas	1.500.00 0
Conflictos	Conflicto Ganadero	Contiene la información de las zonas dentro de la subcuena	Capa de conflictos por ganaderia SZH	1.500.00 0

Tema	Nombre Archivo	Descripción Mapa	Información Técnica	Escala Gráfica
	zhorinocodirectos	que presentan conflictos por actividades Ganaderas	y capa de áreas protegidas	
	CONFLICTO GANADEROZHputumayo	Contiene la información de las zonas dentro de la subcuenca que presentan conflictos por actividades Ganaderas	Capa de conflictos por ganaderia SZH y capa de áreas protegidas	1.500.000
	Conflictohidrocarburos	Contiene la información de las zonas que presentan conflictos por actividades Petroleras en áreas de protección	Zonas con actividades Petroleras y areas protegidas	1.500.000

Tema	Nombre Archivo	Descripción Mapa	Información Técnica	Escala Gráfica
	Conflictohidrocarburos corporoamazonia	Contiene la información de las zonas que presentan conflictos por actividades Petroleras en la jurisdicción de Corpoamazonia	Zonas con actividades Petroleras y areas protegidas	1.500.000
	Conflictohidrocarburos corponariño	Contiene la información de las zonas que presentan conflictos por actividades Petroleras en la jurisdicción de CorpoNariño	Zonas con actividades Petroleras y areas protegidas	1.500.000
Conflictos	Conflictohidrocarburos Zh apaporis	Contiene la información de las zonas que presentan	Capa de conflictos por Hidrocarburos SZH y capa de áreas protegidas	1.500.000

Tema	Nombre Archivo	Descripción Mapa	Información Técnica	Escala Gráfica
		conflictos por actividades Petroleras por subcuena		
	Conflictohidrocarburos zhcaguán	Contiene la información de las zonas que presentan conflictos por actividades Petroleras por subcuena	Capa de conflictos por Hidrocarburos SZH y capa de áreas protegidas	1.500.000
	conflictohidrocarburoszhcaquetá	Contiene la información de las zonas que presentan conflictos por actividades Petroleras por subcuena	Capa de conflictos por Hidrocarburos SZH y capa de áreas protegidas	1.500.000

Tema	Nombre Archivo	Descripción Mapa	Información Técnica	Escala Gráfica
	CONFLICTOHIDROCARBUROSZHGuaviare	Contiene la información de las zonas que presentan conflictos por actividades Petroleras por subcuena	Capa de conflictos por Hidrocarburos SZH y capa de áreas protegidas	1.500.000
	CONFLICTOHIDROCARBUOSZHInirida	Contiene la información de las zonas que presentan conflictos por actividades Petroleras por subcuena	Capa de conflictos por Hidrocarburos SZH y capa de áreas protegidas	1.500.000
Conflictos	CONFLICTOHIDROCARBUOSZHOrinoeco Directos	Contiene la información de las zonas que presentan conflictos por actividades	Capa de conflictos por Hidrocarburos SZH y capa de áreas protegidas	1.500.000

Tema	Nombre Archivo	Descripción Mapa	Información Técnica	Escala Gráfica
		Petroleras por subcuena		
	CONFLICTOHIDROCARBUROSZHPutumayo	Contiene la información de las zonas que presentan conflictos por actividades Petroleras por subcuena	Capa de conflictos por Hidrocarburos SZH y capa de áreas protegidas	1.500.000
	CONFLICTOHIDROCARBUOSZHVupes	Contiene la información de las zonas que presentan conflictos por actividades Petroleras por subcuena	Capa de conflictos por Hidrocarburos SZH y capa de áreas protegidas	1.500.000
	CONFLICTOMINERIAAREASPRIORIZADAS	Contiene la información de las zonas que presentan	Zonas con actividades	1.500.000

Tema	Nombre Archivo	Descripción Mapa	Información Técnica	Escala Gráfica
		conflictos por actividades mineras	mineras y areas protegidas	
	CONFLICTOMINE RIACORPOAMAZONIA	Contiene la información de las zonas que presentan conflictos por actividades mineras en la jurisdicción de Corpoamazonia	Zonas con actividades mineras y areas protegidas	1.500.000
Conflictos	CONFLICTOMINE RIAZHApaporis	Contiene la información de las zonas que presentan conflictos por actividades Petroleras por subcuena	Capa de conflictos por mineras SZH y capa de áreas protegidas	1.500.000

Tema	Nombre Archivo	Descripción Mapa	Información Técnica	Escala Gráfica
	CONFLICTOMINE RIAZHCAQUETÁ	Contiene la información de las zonas que presentan conflictos por actividades mineras por subcuena	Capa de conflictos por mineras SZH y capa de áreas protegidas	1.500.00 0
	CONFLICTOMINE RIAZHGUAINÍA	Contiene la información de las zonas que presentan conflictos por actividades mineras por subcuena	Capa de conflictos por mineras SZH y capa de áreas protegidas	1.500.00 0
	CONFLICTOMINE RIAZHGUAVIARE	Contiene la información de las zonas que presentan conflictos por actividades	Capa de conflictos por mineras SZH y capa de áreas protegidas	1.500.00 0

Tema	Nombre Archivo	Descripción Mapa	Información Técnica	Escala Gráfica
		mineras por subcuena		
	CONFLICTOMINE RIAZHInirida	Contiene la información de las zonas que presentan conflictos por actividades mineras por subcuena	Capa de conflictos por mineras SZH y capa de áreas protegidas	1.500.00 0
Conflictos	CONFLICTOMINE RIAZHorinoco Directos	Contiene la información de las zonas que presentan conflictos por actividades mineras por subcuena	Capa de conflictos por mineras SZH y capa de áreas protegidas	1.500.00 0
	CONFLICTOMINE RIAZHPutumayo	Contiene la información de las zonas que presentan	Capa de conflictos por mineras SZH y	1.500.00 0

Tema	Nombre Archivo	Descripción Mapa	Información Técnica	Escala Gráfica
		conflictos por actividades mineras por subcuena	capa de áreas protegidas	
	CONFLICTOMINE RIAZHVaupes	Contiene la información de las zonas que presentan conflictos por actividades mineras por subcuena	Capa de conflictos por mineras SZH y capa de áreas protegidas	1.500.00 0
	CONSUMOPERCA PITA2015CAR	Representa el consumo percapita por CAR	Capa de Corporaciones autónomas regionales	1.500.00 0
	demandaconsumoAgricola2014CAR	Representa la demanda de recurso hídrico por actividades	Capa de Corporaciones autónomas regionales	1.500.00 0

Tema	Nombre Archivo	Descripción Mapa	Información Técnica	Escala Gráfica
		agrícolas en 2014		
Proyección	demandaconsumoAgricola2020CA R	Representa la demanda de recurso hídrico por actividades agrícolas en 2020	Capa de Corporaciones autónomas regionales	1.500.000
	demandaconsumoAgricola2030CA R	Representa la demanda de recurso hídrico por actividades agrícolas en 2030	Capa de Corporaciones autónomas regionales	1.500.000
	demandaconsumoAgricola2050CA R	Representa la demanda de recurso hídrico por actividades agrícolas en 2050	Capa de Corporaciones autónomas regionales	1.500.000

Tema	Nombre Archivo	Descripción Mapa	Información Técnica	Escala Gráfica
	demandaconsumo cafe2014CAR	Representa la demanda de recurso hídrico para la producción de café amazónico en 2014	Capa de Corporaciones autónomas regionales	1.500.000
	demandaconsumo cafe2020car	Representa la demanda de recurso hídrico para la producción de café amazónico en 2020	Capa de Corporaciones autónomas regionales	1.500.000
	demandaconsumo cafe2030CAR	Representa la demanda de recurso hídrico para la producción de café amazónico en 2030	Capa de Corporaciones autónomas regionales	1.500.000

Tema	Nombre Archivo	Descripción Mapa	Información Técnica	Escala Gráfica
Proyección	demandaconsumo cafe2050CAR	Representa la demanda de recurso hídrico para la producción de café amazónico en 2050	Capa de Corporaciones autónomas regionales	1.500.000
	demandaconsumoGanadero2020CAR	Representa la demanda de recurso hídrico para las actividades ganaderas en 2020	Capa de Corporaciones autónomas regionales	1.500.000
	demandaconsumoGanadero2030CAR	Representa la demanda de recurso hídrico para las actividades ganaderas en 2030	Capa de Corporaciones autónomas regionales	1.500.000

Tema	Nombre Archivo	Descripción Mapa	Información Técnica	Escala Gráfica
	demandaconsumoGanadero2050CAR	Representa la demanda de recurso hídrico para la actividades ganaderas en 2030	Capa de Corporaciones autónomas regionales	1.500.000
	demandaconsumohumano2020car	Representa la demanda de consumo para la actividades humano en 2020	Capa de Corporaciones autónomas regionales	1.500.000
	demandaconsumohumano2030CAR	Representa la demanda de consumo para la actividades humano en 2030	Capa de Corporaciones autónomas regionales	1.500.000
Proyección	demandaconsumohumano2050CAR	Representa la demanda de consumo para la	Capa de Corporaciones autónomas regionales	1.500.000

Tema	Nombre Archivo	Descripción Mapa	Información Técnica	Escala Gráfica
		actividades humano en 2050		
	Desplazamiento fuente de Agua 2010_CAR	Representa el tiempo a la fuente hídrica mas cercana	Capa de Corporaciones autónomas regionales	1.500.000
	PIB_REGIONAL_2014	Representa el PIB de los departamentos presentes en la macrocuena	Capa de Corporaciones autónomas regionales	1.500.000
	Porcentaje de Personas con labios secos_2010_CAR	Representa el porcentaje de personas que sufieren diarrea y deshidratación	Capa de Corporaciones autónomas regionales	1.500.000
	Porcentaje de Personas con NBI_2010_CAR	Representa las Necesidades Básicas Insatisfechas	Capa de Corporaciones autónomas regionales	1.500.000

Tema	Nombre Archivo	Descripción Mapa	Información Técnica	Escala Gráfica
	Porcentaje de Personas con NBISERVICIOS PUBLICOS_2010_CAR	Representa las necesidades básicas relacionada con servicios públicos en 2010	Capa de Corporaciones autónomas regionales	1.500.000
Hidroclimatología	Anomalias_PT_EC HAM5_A2	Modelo climático ECHAM5 de la anomalía en precipitación en un escenario pesimista	Generación del modelo a partir de los datos de precipitación	1.500.000
	Anomalias_PT_EC HAM5_B1	Modelo climático ECHAM5o I de la anomalía en precipitación en un escenario optimista	Generación del modelo a partir de los datos de precipitación	1.500.000
	Anomalias_PT_Ha dCM3_A2	Modelo climático HadCM3 de la anomalía en	Generación del modelo a partir de	1.500.000

Tema	Nombre Archivo	Descripción Mapa	Información Técnica	Escala Gráfica
		precipitación en un escenario pesimista	los datos de precipitación	
	Anomalias_PT_Ha dCM3_B1	Modelo climático HadCM3 de la anomalía en precipitación en un escenario optimista	Generación del modelo a partir de los datos de precipitación	1.500.00 0
	Anomalias_Tm_E CHAM5_A2	Modelo climático de la anomalía en TEMPERATURA en un escenario pesimista	Generación del modelo a partir de los datos de temperatura	1.500.00 0
	Anomalias_Tm_E CHAM5_B1	Modelo climático de la anomalía en TEMPERATURA en un escenario optimista	Generación del modelo a partir de los datos de temperatura	1.500.00 0

Tema	Nombre Archivo	Descripción Mapa	Información Técnica	Escala Gráfica
Hidroclimatología	Anomalias_Tm_HadCM3_A2	Modelo climático HadCM3 de la anomalía en temperatura en un escenario pesimista	Generación del modelo a partir de los datos de temperatura	1.500.000
	Anomalias_Tm_HadCM3_B1	Modelo climático HadCM3 de la anomalía en temperatura en un escenario optimista	Generación del modelo a partir de los datos de temperatura	1.500.000
	Clima_1950_2000_Lineabase	Línea base climática desde la cual se generan las proyecciones		1.500.000
	Clima_2020_ECHAM5_A2	Modelo climático ECHAM5 proyección a		1.500.000

Tema	Nombre Archivo	Descripción Mapa	Información Técnica	Escala Gráfica
		2020 escenario pesimista		
	Clima_2020_ECH AM5_B1	Modelo climático ECHAM5 proyección a 2020 escenario optimista		1.500.000
	Clima_2030_ECH AM5_A2	Modelo climático ECHAM5 proyección a 2030 escenario pesimista		1.500.000
	Clima_2030_ECH AM5_B1	Modelo climático ECHAM5 proyección a 2030 escenario pesimista		1.500.000

Tema	Nombre Archivo	Descripción Mapa	Información Técnica	Escala Gráfica
Hidroclimatología	Clima_2040_ECH AM5_A2	Modelo climático ECHAM5 proyección a 2040 escenario optimista		1.500.000
	Clima_2040_ECH AM5_B1	Modelo climático ECHAM5 proyección a 2040 escenario pesimista		1.500.000
	Clima_2050_ECH AM5_A2	Modelo climático ECHAM5 proyección a 2050 escenario pesimista		1.500.000

Tema	Nombre Archivo	Descripción Mapa	Información Técnica	Escala Gráfica
	Clima_2050_ECH AM5_B1	Modelo climático ECHAM5 proyección a 2050 escenario optimista		1.500.00 0
	Clima_2020_Had CM3_A2	Modelo climático HadCM3_A2 proyección a 2020 escenario optimista		1.500.00 0
	Clima_2020_ HadCM3_B1	Modelo climático HadCM3_A2 proyección a 2020 escenario pesimista		1.500.00 0

Tema	Nombre Archivo	Descripción Mapa	Información Técnica	Escala Gráfica
	Clima_2030_HadCM3_A2	Modelo climático HadCM3_A2 proyección a 2030 escenario optimista		1.500.000
Hidroclimatología	Clima_2030_HadCM3_B1	Modelo climático HadCM3_A2 proyección a 2030 escenario pesimista		1.500.000
	Clima_2040_HadCM3_A2	Modelo climático HadCM3_A2 proyección a 2040 escenario optimista		1.500.000

Tema	Nombre Archivo	Descripción Mapa	Información Técnica	Escala Gráfica
	Clima_2040_HadCM3_B1	Modelo climático HadCM3_A2 proyección a 2040 escenario pesimista		1.500.000
	Clima_2050_HadCM3_A2	Modelo climático HadCM3_A2 proyección a 2050 escenario optimista		1.500.000
	Clima_2050_HadCM3_B1	Modelo climático HadCM3_B1 proyección a 2050 escenario Pesimista		1.500.000

Tema	Nombre Archivo	Descripción Mapa	Información Técnica	Escala Gráfica
	MD_Escorrentia_a ctualizado_2015	Modelo climático de escorrentía a 2015		1.500.00 0
	MD_Evapotraspi racion_actualizad o_2015	Modelo climático de evapotranspiración a 2015		1.500.00 0
Hidroclim atología	MD_Precipitacion _actualizado_201 5	Modelo climático de precipitación a 2015		1.500.00 0
	MD_Temperatura _actualizado_201 5	Modelo climático de temperatura a 2015		1.500.00 0

Tema	Nombre Archivo	Descripción Mapa	Información Técnica	Escala Gráfica
	VariaciónPT_ECH AM5_A2	Modelo de la variación de precipitación con el modelo ECHAM5 A2 escenario optimista		
	VariaciónPT_ECH AM5_B1	Modelo de la variación de precipitación con el modelo ECHAM5 B1 escenario Pesimista		1.500.00 0
	VariaciónTm_ECH AM5_A2	Modelo de la variación de temperatura con el modelo ECHAM5 A2		1.500.00 0

Tema	Nombre Archivo	Descripción Mapa	Información Técnica	Escala Gráfica
		escenario Optimista		
	VariaciónTm_ECH AM5_B1	Modelo de la variación de temperatura con el modelo ECHAM5 A2 escenario Pesimista		1.500.000
	1. VariaciónTm_HadCM3_A2	Modelo de la variación de temperatura con el modelo HadCM3_A2escenario Optimista		1.500.000
	VariaciónTm_HadCM3_B1	Modelo de la variación de temperatura con el modelo HadCM3_A2escenario Pesimista		1.500.000



Proyecto: Estructuración de lineamientos estratégicos para la gestión integral del agua y para gestionar acuerdos con actores clave para el Plan Estratégico de la Macrocuenca Amazonas – Convenio 351/2015 MADS (DGIRH) -SINCHI



Investigación científica para el desarrollo sostenible de la región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel:(8)5925481/5925479–Tele fax

(8)5928171 Leticia–Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5-44 PBX 444 20 60 Fax 2862418 / 4442089 Bogotá

www.sinchi.org.co