



ANLA

AUTORIDAD NACIONAL
DE LICENCIAS AMBIENTALES

REPORTE SOBRE SUBZONA HIDROGRÁFICA DEL RÍO ARIARI

Reporte sobre Subzona Hidrográfica del Río Ariari

El Reporte de Alertas de la Subzona Hidrográfica (SZH) del río Ariari es un documento ejecutivo que sintetiza los aspectos más relevantes sobre el estado de los recursos naturales por componentes y la sensibilidad de estos frente a la ejecución de los nuevos proyectos, obras o actividades objeto de licenciamiento. Este reporte busca ofrecer al lector una aproximación sobre un contexto más detallado de las regiones, acercándolo a la dinámica ambiental territorial con el fin de apoyar oportunamente la toma de decisiones en los procesos de evaluación y seguimiento de las licencias ambientales de la ANLA. Este documento se apoya en la información documental ambiental que reposa en los expedientes de proyectos para el sector de hidrocarburos localizados en la SZH y en fuentes de información secundaria.

DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA SUBZONA HIDROGRÁFICA (SZH) DEL RÍO ARIARI

La SZH de río Ariari se localiza en el departamento del Meta y la conforman 14 municipios: Guamal, Cubarral, Lejanías, El Castillo, El Dorado, San Juan de Arama, Granada, Fuente de Oro, San Martín, Vista Hermosa, Puerto Lleras, Puerto Rico, Puerto Concordia y Mapiripán. En esta cuenca se identifica diversidad de paisajes, climas, formaciones geológicas, formaciones vegetales y suelos, condiciones que permiten el desarrollo de una amplia gama de ecosistemas. A continuación se presenta una breve descripción de cada uno de los paisajes cuya ubicación se puede apreciar en la (Figura 1).

El **paisaje de montaña** presente en los municipios de Guamal, Cubarral, Lejanías, El Castillo y El Dorado, se caracteriza por un clima que fluctúa de frío pluvial en la zona más alta a 4.100 m.s.n.m., hasta cálido húmedo en los límites con el piedemonte a 1.000 m.s.n.m., abarca el 24,6% del área de la cuenca, geológicamente está constituida por rocas sedimentarias dominadas principalmente por esquistos; la inclinación dominante es superior al 75% con algunos rellanos donde las inclinaciones fluctúan entre el 12 al 50%, favoreciendo procesos erosivos y de remoción en masa; de acuerdo a la clasificación Corine Land Cover predominan las Coberturas boscosas naturales –seminaturales (62%), dentro de las cuales sobresa-

le el Bosque denso alto de tierra firme (cuyo porcentaje asciende al 94% del total de coberturas en las montañas), seguido de las Coberturas naturales seminaturales no boscosas (33%), constituidas mayoritariamente por Herbazales densos de tierra firme con arbustos (56%) y Arbustal abierto (14%).

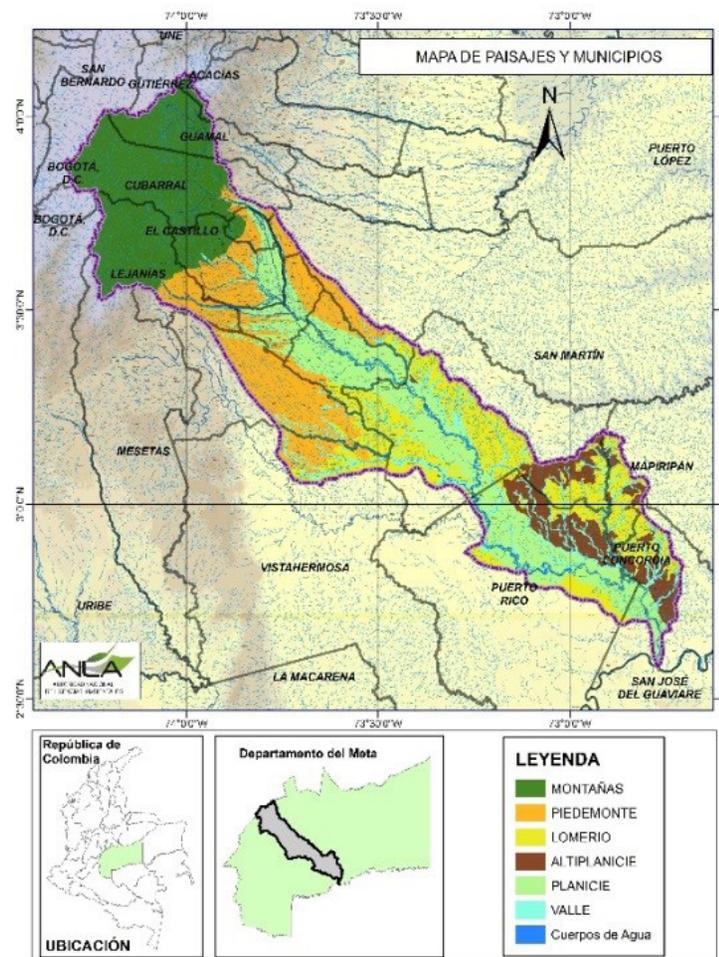


Figura 1. Distribución de los paisajes y división municipal.
Fuente: IGAC, 1996

El **paisaje de piedemonte** abarca el 19,4% del área de la cuenca y se encuentra ubicado en los municipios de Cubarral, Lejanías, El Dorado, El Castillo, Granada, San Juan de Arama, Fuente de Oro, San Martín y Vista Hermosa; presenta un clima cálido húmedo hasta muy húmedo, con elevación desde los 250 m.s.n.m hasta los 1.000 m.s.n.m; geológicamente está

Instrumento de Regionalización

Subdirección de Instrumentos, Permisos y Tramites Ambientales

constituida principalmente por gravas de mediana a baja alteración y en menor proporción arcillolitas; la inclinación dominante varía entre el 0 al 7% en donde los procesos erosivos únicamente se presentan en el 14% del paisaje con un grado moderado. De acuerdo a la clasificación Corine Land Cover, las coberturas mayoritariamente distribuidas (80%) corresponden a las Coberturas Transformadas, en especial los Pastos Limpios (51%) y Mosaico de pastos y cultivos (23%).

El **paisaje de lomerío** se encuentra en los municipios ubicados al suroriente de la cuenca abarcando parte de la jurisdicción de: Vista Hermosa, San Juan de Arama, Fuente de Oro, San Martín, Puerto Lleras, Puerto Rico, Puerto Concordia y Mapiripán. Presenta un clima que fluctúa entre cálido muy húmedo a cálido subhúmedo con una elevación promedio de 250 m.s.n.m., abarca el 18,7% del área de la cuenca; geológicamente está constituida por arcillolitas, arcillas y conglomerados, la inclinación del terreno fluctúa entre el 7 al 25%, presentando procesos erosivos de ligeros a moderados. De acuerdo a la clasificación Corine Land Cover, el 53% corresponde a Coberturas seminaturales no boscosas, en cuya categoría domina el Herbazal denso de tierra firme (95%), mientras que las demás unidades (Arbustal abierto, Arbustal denso, Herbazal abierto arenoso; Herbazales densos inundables y la Vegetación secundaria o en transición) presentan porcentajes inferiores al 3%.

El **paisaje de planicie de inundación** del río Ariari, abarca el 22,5% del área y se encuentra en todos los municipios de la cuenca exceptuando: Guamal, Vista Hermosa, San Martín y Mapiripán. Presenta clima cálido húmedo con altitudes que varían entre los 250 a 500 m.s.n.m.; geológicamente está constituido por depósitos aluviales principalmente arcillas, la inclinación fluctúa entre el 0 al 7%, sin presencia de procesos erosivos. De acuerdo a la clasificación Corine Land Cover, dominan (con un 62%) las Coberturas Transformadas, específicamente la unidad de Mosaico de pastos y cultivos cuya distribución en la cuenca asciende a 63%. Aunque con porcentajes no representativos frente a la totalidad de coberturas, se destacan los Pastos limpios, los Cultivos de arroz en la cuenca media (0.13%) y la Palma de aceite (0.011) en la cuenca baja de la SZH río Ariari.

El **paisaje de altiplanicie** corresponde a una planicie que se levantó por acciones tectónicas, abarca el 7,4% de la cuenca, localizada principalmente al sur oriente de la misma, en medio

del Lomerío y la Planicie aluvial del río Ariari, en jurisdicción de los municipios de Puerto Rico, Puerto Concordia, Mapiripán y Puerto Lleras, a una altura de 200 m.s.n.m; presenta relieves planos con pendientes entre el 3 y 7%, geológicamente está compuesta por arcillolitas con intercalaciones de limolitas, lodolitas arenosas y arenitas. De acuerdo a la clasificación Corine Land Cover, el 69% corresponde a Coberturas seminaturales no boscosas, donde se destacan los Herbazales densos de tierra firme que representan el 94 % del paisaje en la cuenca.

El paisaje de valle se encuentra en los municipios de Fuente de Oro, San Juan de Arama, San Martín, Vista Hermosa, Puerto Lleras, Puerto Concordia, Puerto Rico y Mapiripán. Se encuentra a lo largo de la cuenca media y baja sobre la corriente del río Ariari, con baja gradiente altitudinal que no supera los 60 metros; cuenta con un relieve ligeramente inclinado, geológicamente compuesta por aluviones finos, representa el 7,3% de la cuenca. En relación a las coberturas y de acuerdo a la clasificación Corine Land Cover, el 50% del área corresponde a Coberturas boscosas seminaturales, siendo los Bosques de galería los de mayor distribución presentando un porcentaje que asciende a 63%.

ESTADO DEL LICENCIAMIENTO

En la SZH del río Ariari se encuentran en seguimiento ambiental por parte de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales – ANLA un total de quince (15) proyectos del sector de hidrocarburos y están en proceso de evaluación ambiental cinco (5) proyectos de este mismo sector. En la Figura 2 se puede observar la localización de estos proyectos en el área de estudio y en la Figura 3 se presenta el número de licencias otorgadas por año.

Reporte Sobre Subzona Hidrográfica SZH Del Río Ariari

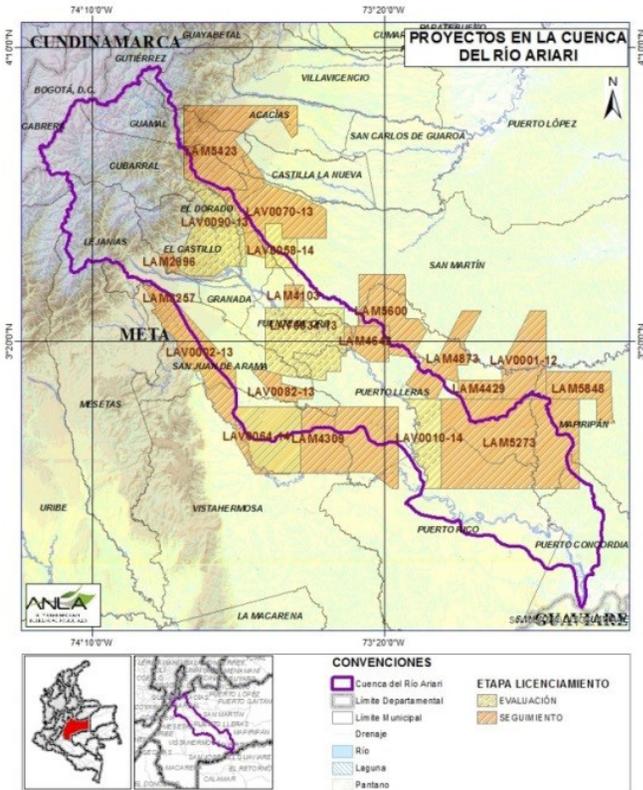


Figura 2. Localización de los proyectos licenciados por la ANLA en la Cuenca del río Ariari; Fuente: ANLA, 2015.

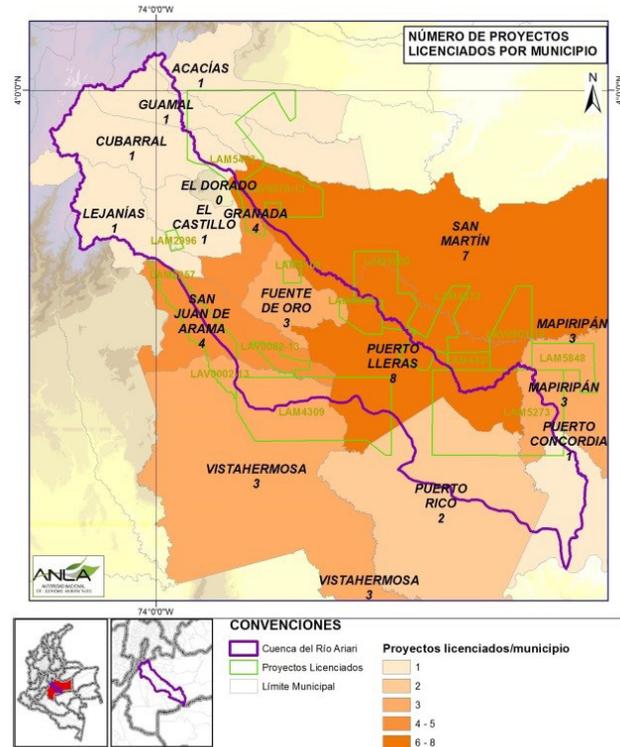


Figura 4. Número de proyectos licenciados por municipio. Fuente: ANLA, 2015.

De acuerdo al área de influencia definida para los proyectos se distinguen cuatro grupos de municipios. En primer lugar, los municipios de San Martín de los Llanos y Puerto Lleras con la mayor concentración de proyectos, ocho y siete respectivamente; en segundo lugar, los municipios de Granada, Guamal y San Juan de Arama con cuatro proyectos licenciados; en tercer lugar, los municipios de Vista Hermosa, Mapiripán y Fuente de Oro con tres proyectos y Puerto Rico con dos. Finalmente, los municipios de Acacías, El Castillo, Lejanías, Puerto Concordia y San Luis de Cubarral con un proyecto localizado sobre la SZH del río Ariari (Figura 5).

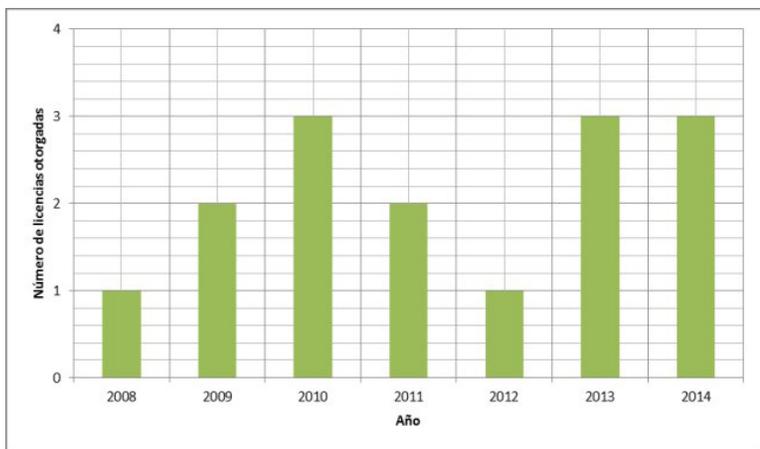


Figura 3. Número de licencias ambientales otorgadas por la ANLA en la cuenca del río Ariari; Fuente: ANLA, 2015.

Según la información registrada en los documentos que integran los expedientes localizados en la SZH del río Ariari¹, se encuentra que de los catorce municipios que conforman la SZH hay presencia de proyectos licenciados en trece de estos. El único municipio que aún no se ha constituido como área de influencia de un proyecto en seguimiento es el municipio de El Dorado, localizado en la parte alta de la SZH (Figura 4).

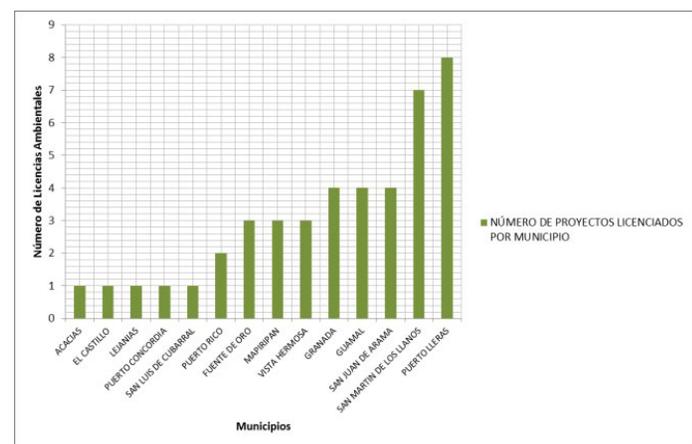


Figura 5. Número de licencias ambientales otorgadas por la ANLA en la SZH del Río Ariari. Fuente: ANLA, 2015.

¹ Se hace referencia a los conceptos técnicos de evaluación y seguimiento y a los Estudios de Impacto Ambiental

Instrumento de Regionalización

Subdirección de Instrumentos, Permisos y Tramites Ambientales

De igual manera, es pertinente resaltar que en los municipios con mayor concentración de proyectos (San Martín de los Llanos y Puerto Lleras), los procesos de licenciamiento ambiental han sido continuos desde el año 2008. Asimismo, se observa un aumento en las solicitudes de licenciamiento entre 2013 y 2014 en siete de los municipios que conforman la SZH, a saber: Fuente de Oro, Granada, San Juan de Arama, Vista Hermosa, San Martín de los Llanos, Puerto Lleras y Mapiripan (Figura 6).

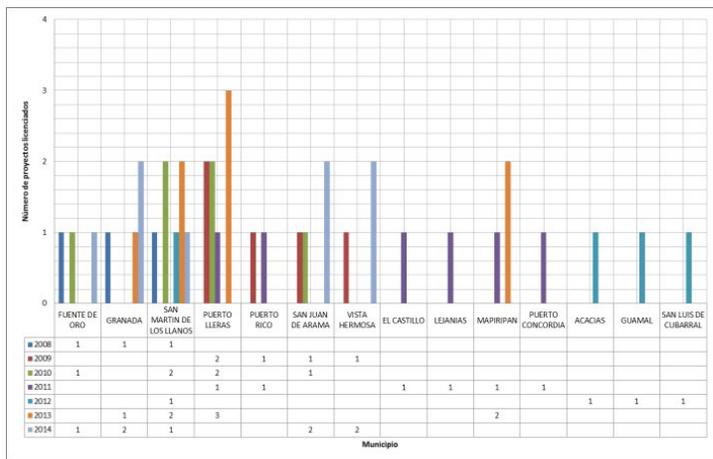


Figura 6. Número y fecha de licencias ambientales otorgadas por la ANLA por municipio en la SZH del Río Ariari. Fuente: ANLA, 2015.

Por otro lado, en relación con las veredas identificadas como área de influencia de los proyectos licenciados localizados en la SZH del río Ariari se encuentra que los municipios de Puerto Lleras, Acacias, San Juan de Arama, San Martín de los Llanos y Vista Hermosa concentran un rango entre 20 y 27 veredas que hacen parte del área de influencia de algún proyecto; le siguen los municipios de Guamal y Fuente de Oro con un rango de 10 a 19 veredas y por último los municipios de El Castillo, Granada, Mapiripan, Puerto Concordia, Puerto Rico y San Juan de Arama con un rango de 1 a 9 veredas identificadas como área de influencia.

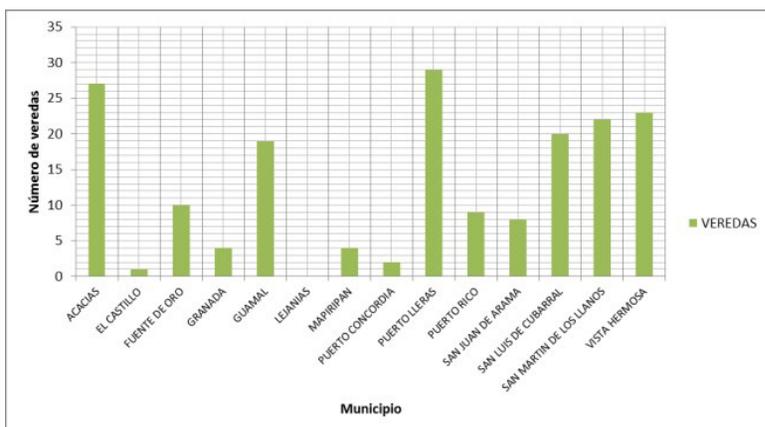


Figura 7. Número de veredas identificadas como área de influencia de los proyectos licenciados en la SZH del río Ariari. Fuente: ANLA, 2015.

La información presentada anteriormente sobre proyectos licenciados en los municipios, se complementa con la que se muestra la Figura 8, en la cual se espacializan las áreas de influencia propuestas para los proyectos que se encuentran a la fecha en estado de evaluación por parte de la ANLA. Frente a esto, es importante resaltar que uno de los proyectos en trámite de licenciamiento se encuentra localizado en los municipios El Dorado y El Castillo; municipios en los que se manifiesta renuencia al licenciamiento ambiental y el desarrollo del sector de hidrocarburos. Los otros cuatro proyectos tienen como área de influencia municipios en los cuales se han surtido procesos de licenciamiento en diferentes períodos, como se observa en la Figura 8.

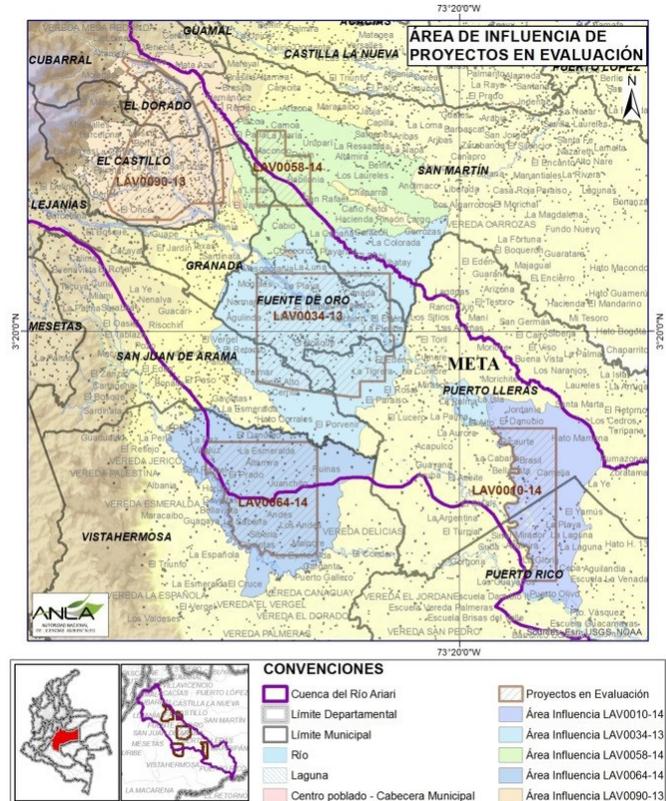


Figura 8. Áreas de influencia de proyectos en evaluación en la cuenca del río Ariari. Fuente: ANLA, 2015.

Finalmente, otro aspecto que se identifica en términos del estado del licenciamiento ambiental en la SZH del río Ariari es la predominancia de un operador en el área, es así como la empresa Ecopetrol S.A concentra la operación de 12 proyectos; seguido de la empresa HOCOL, quien tiene 2 proyectos y la empresa Petrominerales con un proyecto.

Reporte Sobre Subzona Hidrográfica SZH Del Río Ariari

PERCEPCIÓN CIUDADANA FRENTE AL LICENCIAMIENTO AMBIENTAL EN LA SZH DEL RÍO ARIARI

Con base en la información documental que reposa en los expedientes licenciados a continuación se relacionan las situaciones de inconformidad manifestadas por las comunidades frente al licenciamiento ambiental en la SZH².

En la parte alta de la SZH (paisajes de montaña y piedemonte) se identifica un rechazo generalizado de las comunidades localizadas en esta área al desarrollo de las actividades de hidrocarburos. Esta renuencia se sustenta en una percepción negativa de los pobladores de la zona por las posibles afectaciones que pueda tener el servicio de recarga hídrica que presta la parte alta de la SHZ y el posible aumento de deslizamientos por sismicidad. Esta percepción se origina de experiencias que manifiestan haber tenido las comunidades en relación con la perforación de pozos estratigráficos y actividad sísmica en la zona. Esta percepción ha conllevado a una reticencia de las comunidades a participar en los procesos de socialización que se adelantan en la elaboración de los Estudios de Impacto Ambiental y a la atención en la verificación que surte la Autoridad en su proceso de evaluación, así como a solicitar la exclusión de sus veredas de las áreas de influencia e intervención de los proyectos.

Dentro de los aspectos identificados que motivan la inconformidad de los actores locales y regionales al desarrollo del sector de hidrocarburos en la SZH del río Ariari se señalan a continuación las siguientes tensiones identificadas:

- Desarrollo de proyectos que confluyen o se encuentran cerca al Área de Manejo Especial La Macarena, Distritos de Manejo Integrados y Parques Nacionales y Regionales, y la zona de amortiguación del Parque Natural Nacional Sumapaz.
- Desarrollo de proyectos en zonas que se están consolidando económicamente por su potencial turístico y ecoturístico.
- Desarrollo de proyectos y de sus actividades en áreas de importancia hídrica para el abastecimiento de los acueductos municipales y verdales.
- Desarrollo de proyectos en áreas consideradas con potencial agrícola y de despensa alimentaria.

² Para la cuenca del río Ariari no se encuentra sistematizada la información de QUEDASI que reposa en los expedientes, razón por la cual, no se puede realizar el análisis respectivo de esta información. Por tal motivo el análisis presentado se basa en la información contenida en los conceptos de evaluación y seguimiento de los proyectos licenciados.

Es de resaltar que el recurso hídrico ha sido uno de los factores de mayor incidencia para la movilización social en la SZH del río Ariari en torno a la actividad de hidrocarburos. Frente a este aspecto se identifican dos sucesos, el primero relacionado con la intervención de proyectos en zonas cercanas a fuentes hídricas abastecedoras de agua para los acueductos municipales, lo cual motivó uno de los casos de mayor polémica en el municipio de Guamal y Castilla La Nueva por la localización de un pozo en la cercanía a un brazo del río Humea y a la bocanoma del Municipio de Castilla La Nueva, situación que llevó a la celebración de una audiencia pública de seguimiento en dicho municipio. El segundo con la inconformidad social que se presentó en el municipio de Vista Hermosa debido a los presuntos vertimientos sobre el río Guejar de lodos de perforación y que derivó en un rechazo de las comunidades y autoridades municipales a los vertimientos directos sobre fuentes hídricas superficiales³.

Por otro lado, esta situación de inconformidad se ve reflejada en el uso de los mecanismos de participación ciudadana desde el proceso de evaluación de los estudios de impacto ambiental a través de los derechos de petición, la solicitud de reconocimiento de terceros intervinientes y de audiencias públicas ambientales. Frente a este último mecanismo, es de resaltar que sobre los proyectos de hidrocarburos localizados en la SZH se han celebrado desde el año 2012, dos audiencias públicas ambientales de evaluación: en el año 2012 se realizó una en el municipio de Acacias; en el año 2015 se llevó a cabo otra en el municipio de San Martín de Los Llanos y en el año 2014 se desistió de otra en el municipio de Fuente de Oro. Respecto a las audiencias públicas de seguimiento, en el año 2013 se realizó en uno de los proyectos licenciados en la SZH, la cual fue solicitada por el municipio de Castilla la Nueva, (que aunque no está dentro de la cuenca, conforma parte del área de influencia del proyecto). De igual manera, se identifica que uno de los proyectos que se encuentra actualmente en proceso de licenciamiento ambiental surtió la celebración de audiencia pública en el año 2014 en el municipio de Fuente de Oro.

Frente a lo descrito anteriormente se evidencia que el proceso de licenciamiento ambiental en la SZH de del río Ariari tiene unos retos en cuanto a la participación y la movilización social, principalmente en su parte alta y media, por el desarrollo de proyectos de hidrocarburos. Esto teniendo en cuenta, por un lado, las situaciones de rechazo al licenciamiento de proyectos, y por otro al incremento en el uso de los mecanismos de participación ciudadana desde las etapas tempranas de la

³ Esta situación hace parte de los hechos objeto de investigación ambiental por parte de la ANLA en el sancionatorio 1852 del 20 de junio de 2012.

Instrumento de Regionalización

Subdirección de Instrumentos, Permisos y Tramites Ambientales

evaluación de proyectos, así como a la multiplicidad de actores que intervienen activamente en el control social de la actividad: comunidades, autoridades municipales y regionales, ONGs, entes de control, entre otros.

CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL

Suelos, Coberturas y Servicios Ecosistémicos

La amplia gama de ecosistemas presentes en la cuenca del río Ariari (constituida por sabanas, selvas húmedas, bosques y matorrales tanto densos como claros), son el resultado de la heterogeneidad edafológica, sustentada en al menos cuatro factores formadores: a) el clima, definido por la altitud y la precipitación, que va desde el muy frío muy húmedo hasta el cálido húmedo; b) el material parental, constituido por rocas sedimentarias (areniscas, lutitas y arcillolitas), depósitos de fragmentos de estas rocas y arenas cuarzosas, c) El Paisaje, conformado por montañas, planicies, piedemonte, lomerío, altiplanicies y valles, con diferentes grados de inclinación del terreno y d) la distribución de organismos florísticos y faunísticos.

En general, los suelos presentes en la cuenca corresponden a cuatro órdenes: a) los Entisoles; b) los Inceptisoles, c) los Ultisoles y d) los Oxisoles. Los primeros, corresponden a suelos jóvenes, con una evolución incipiente, desarrollados bajo la influencia de condiciones líticas (contactos rocosos), con buena adaptación a las condiciones fluvénticas (inundaciones) y acúicas (encharcamientos prolongados); en consecuencia, las unidades de cobertura asociadas corresponden a los Herbazales Densos Inundables (comúnmente conocidos como esteros) y los bosques que se distribuyen en las vegas de los ríos (como es el caso de los Bosques de galería).

Los segundos, cuentan con una mayor evolución, por lo que es posible apreciar el desarrollo pedogenético de los horizontes A, B y C, con propiedades óxicas (altos contenidos de óxidos de hierro).

El tercero y cuarto, presentan condiciones edafológicas de alta evolución, siendo mayormente evolucionado el Oxisol; caracterizado por la baja capacidad de intercambio catiónico y altas concentraciones de aluminio intercambiable, cuyas coberturas dominantes corresponden a Herbazales Densos de Tierra Firme, con presencia o no de árboles. Para una mejor comprensión, a continuación se presenta la caracterización de cada uno de los paisajes.

El Paisaje de Montaña. Presenta suelos de baja evolución (Entisoles e Inceptisoles) que se caracterizan por texturas francas a arenosas de baja capacidad de intercambio catiónico, superficiales en las zonas escarpadas a profundos en los rellanos, que corresponden a una baja representación. En cuanto a la concentración de

materia orgánica, se identifican contenidos medios a altos, en las zonas más altas, además se encuentran en este paisaje, misceláneos rocosos donde la formación de suelos es nula o muy incipiente. Tales condiciones favorecen la existencia de Bosque Húmedo Tropical y herbazales, que corresponden a las coberturas presentes en cercanías con el páramo de Sumapaz, además se presenta en baja proporción Mosaicos de pastos con espacios naturales.

En las Figura 9, 10 y 11, se presenta, de manera general la distribución de los paisajes en la cuenca, sus principales contenidos pedológicos y las coberturas de la tierra y en la figura 11 la espacialización de los servicios ecosistémicos respectivamente.

De acuerdo al análisis realizado desde Regionalización, se identificó que el paisaje de montaña presenta una sensibilidad Alta a Muy alta, dada por pendientes mayores al 75%, profundidad efectiva superficial a extremadamente superficial, presencia de erosión en grado moderado y en algunos sectores, alta susceptibilidad a la remoción en masa.

Las coberturas de este paisaje prestan servicios de Regulación con categoría "Alta", hace referencia al Arbustal denso, Bosque Abierto Alto de Tierra Firme, Bosque Denso Alto de Tierra Firme, Bosque Denso Bajo de Tierra Firme y Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria, entre otros, los cuales ofrecen servicios como control de erosión, regulación climática e hídrica y refugio de hábitat (Figura 11).

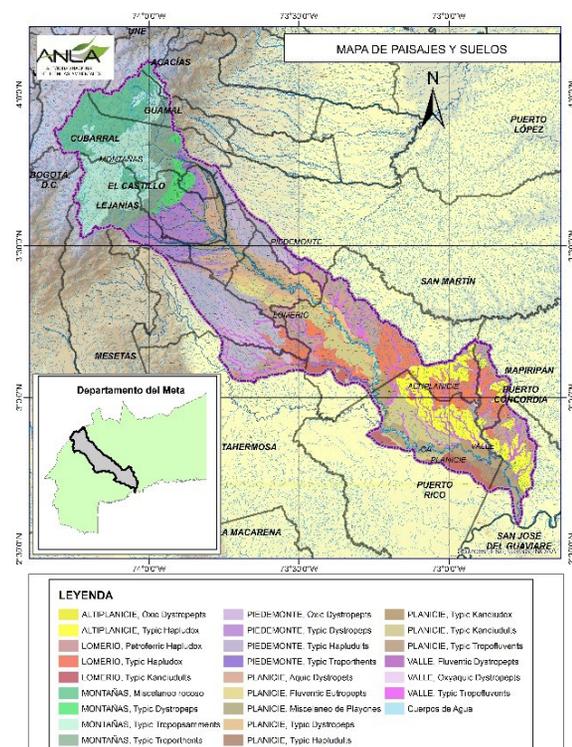


Figura 9. Distribución de los paisajes y sus contenidos taxonómicos.

Fuente: IGAC, 2004

Reporte Sobre Subzona Hidrográfica SZH Del Río Ariari

En el **paisaje de lomerío**, los suelos presentes corresponden a los órdenes de los Oxisoles y Ultisoles, derivados de las arcillolitas y los conglomerados (lo cual ha permitido la formación de suelos con texturas finas y drenaje excesivo y gruesas con drenaje moderado, respectivamente). Químicamente son de reacción muy fuertemente ácidos (pH), pobres en carbono orgánico, calcio, magnesio, potasio y fósforo, de lo cual heredan una fertilidad natural muy baja, además presentan toxicidad por aluminio, bajo estas condiciones se presentan coberturas relacionadas con los Herbazales densos de Tierra Firme en las zonas altas y Bosques de Galería en las bajas.

Para este paisaje se identificó que en algunos sectores la sensibilidad es alta a muy alta, debido a la profundidad efectiva que es de superficial a muy superficial; es de resaltar que aproximadamente en una tercera parte del paisaje se presenta erosión de grado ligero, lo cual puede incrementar en tamaño y magnitud, al introducir estas tierras a actividades agropecuarias. Las coberturas asociadas corresponden a Herbazales Densos de Tierra Firme, que corresponden a la mayor extensión, prestan altos servicios de regulación y aprovisionamiento, mientras que las coberturas transformadas, relacionadas con Pastos Limpios dedicados a la ganadería extensiva, presentan una baja calificación de regulación, pero alta en aprovisionamiento.

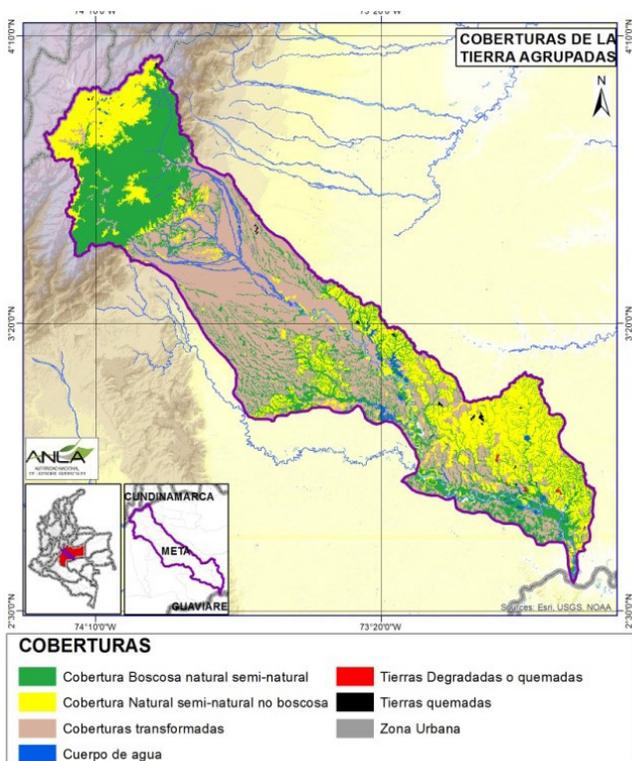


Figura 10. Coberturas de la tierra de la cuenca del río Ariari
Fuente: ANLA, 2015. Adaptado Corine Land Cover 2007.

El **paisaje de altiplanicie** ocupa 59.484,09 ha, localizado en clima cálido húmedo, cuyo material parental corresponde a arcillas, las cuales en algunos sectores están cubiertas por material coluvial, estos factores permiten la formación de suelos que pertenecen a los órdenes de Inceptisoles con propiedades óxicas y Oxisoles; presentan texturas finas a moderadamente gruesas; en algunos sectores existen suelos arenosos. Químicamente, son pobres en carbono orgánico, calcio, magnesio, potasio y fósforo lo cual les proporciona una fertilidad natural muy baja y con toxicidad dada por los altos contenidos de aluminio.

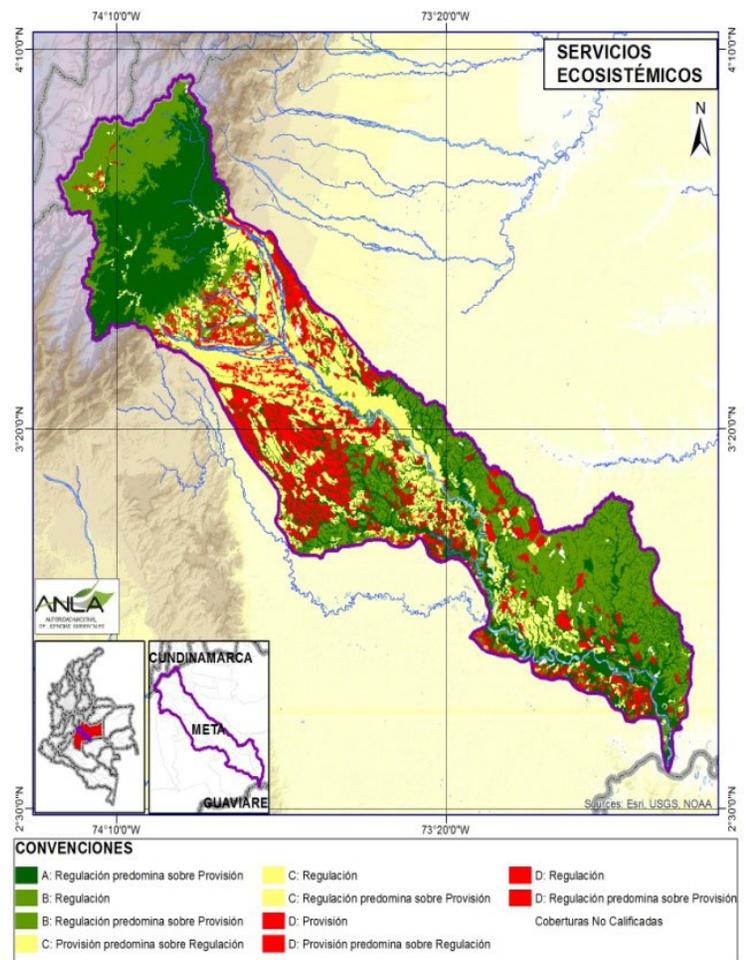


Figura 11. Servicios ecosistémicos en la cuenca del Río Ariari.
Fuente: ANLA, 2015.

De acuerdo a sus características, la sensibilidad del paisaje de altiplanicie es media puesto que su profundidad efectiva es moderadamente profunda, además se encuentra afectado por un grado moderado de erosión. En cuanto a las coberturas dominantes, se relacionan principalmente los Herbazales densos de Tierra Firme y en menor proporción los Bosques de galería y los Pastos Limpios.

Instrumento de Regionalización

Subdirección de Instrumentos, Permisos y Tramites Ambientales

En relación a la prestación de servicios ecosistémicos, las coberturas naturales se asocian a una alta prestación de servicios de regulación y en menor medida de aprovisionamiento, mientras que las coberturas transformadas (relacionadas con Pastos Limpios dedicados a la ganadería extensiva), presentan una baja calificación de regulación, pero alta en aprovisionamiento.

El **paisaje de piedemonte** abarca 156.204,471 ha, que se encuentran en clima cálido húmedo y muy húmedo, los suelos se han desarrollado principalmente a partir de gravas y en menor proporción arcillolitas y areniscas, en pendientes que no superan el 12%; los órdenes más representativos son Inceptisoles, seguido por los Ultisoles y Entisoles, que presentan texturas finas a moderadamente gruesas, son bien a pobremente drenados, profundos en mayor proporción a moderadamente profundos, limitados por contenidos elevados de aluminio y por fluctuaciones del nivel freático en las zonas más bajas; son pobres en carbono orgánico, calcio, magnesio, potasio y fósforo; presentan fragmentos rocosos en superficie lo cual impide las labores de mecanización. Para este paisaje se identificó que la mayor parte de su extensión presenta sensibilidad baja, debido a que la profundidad efectiva en la mayoría del paisaje es profunda, la erosión es grado ligero.

Se resalta que la dominancia de coberturas transformadas (Ver Figura 10) como son los Pastos Limpios y los Mosaico de pastos y cultivos (arroz y palma de aceite) genera presiones sobre la persistencia estructural de las coberturas naturales, tal como se evidencia en la reducción de la vegetación secundaria de las coberturas boscosas y herbazales que se puedan presentar en el paisaje.

El **paisaje de planicie**, presenta 180.981 ha, pertenecientes a clima cálido y húmedo, el material parental está compuesto por depósitos arcillosos aluviales, en las zonas bajas se encuentran suelos arcillosos mal drenados desarrollados bajo condiciones fluvénticas y acuáticas, los órdenes presentes son Inceptisoles, Entisoles, Oxisoles y Ultisoles; en general presentan altas concentraciones de hierro y bajas concentraciones de materia orgánica, químicamente son ácidos y fertilidad baja a moderada, en cuanto a la profundidad efectiva, son profundos; donde se encuentran los Oxisoles y Ultisoles, se presenta toxicidad por aluminio.

De acuerdo a las características del paisaje se identificó que aproximadamente el 50% del paisaje presenta sensibilidad

baja debido a la profundidad efectiva que es superficial, drenaje pobre; el resto del paisaje no presenta ninguna limitante física. En cuanto a las coberturas se encontró que el 63% del paisaje está representado por coberturas transformadas compuestas por mosaicos de pastos y cultivos, cultivos limpios, entre los que se tienen Arroz que se encuentra en la cuenca media y Palma de aceite que se encuentra en la cuenca baja, y Pastos Limpios los cuales prestan altos servicios ecosistémicos por provisión pero bajos por regulación; en el restante 37% se encuentran coberturas naturales boscosa y no boscosas, las cuales prestan de muy altos a altos servicios de regulación, mientras que el de aprovisionamiento es de moderada a baja.

El **paisaje de Valle** ocupa un área de 58.717,4 ha, localizado en clima cálido húmedo, cuyo material parental está constituido por depósitos aluviales mixtos, estos factores han generado Inceptisoles, Entisoles con propiedades acuáticas y fluvénticas; debido a fluctuaciones del nivel freático, se han desarrollado horizontes con frentes de oxidación-reducción que desarrollan Plintita; en general los suelos presentan texturas finas, son mal drenados, muy superficiales, químicamente son de reacción muy fuerte a extremadamente ácidos, contienen moderados contenidos de materia orgánica que varían irregularmente con la profundidad. En términos de sensibilidad desde este grupo se determinó una calificación de "alta" debido a que se presentan profundidades efectivas superficiales y drenajes pobres.

En relación a las coberturas, se asocian principalmente a coberturas naturales y seminaturales boscosas y no boscosas que ocupan el 75%, dentro de los que se destacan el Bosque de galería, el Bosque denso inundable y los Herbazales densos de tierras firmes e inundables. Dichas coberturas se asocian con una alta prestación de servicios de regulación y una moderada prestación de servicios ecosistémicos de aprovisionamiento. Se destaca que el 20% del paisaje, presenta coberturas transformadas dedicadas a la agricultura con cultivos limpios y a la ganadería, que se asocian a calificaciones bajas en la provisión de servicios de regulación y moderada por servicios de provisión. En los **Cuerpos de agua** si bien los valores no son significativos, si se resalta su persistencia, en especial por la regulación de la dinámica hídrica asociada y la prestación de hábitats para la fauna silvestre, como se aprecia en la Figura 12.

Reporte Sobre Subzona Hidrográfica SZH Del Río Ariari

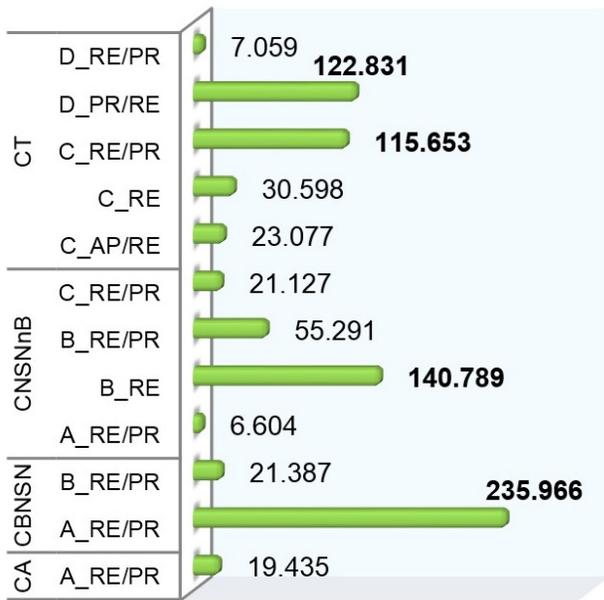


Figura 12. Prestación de servicios ecosistémicos en la cuenca del Río Ariari. Fuente: ANLA, 2015.

En síntesis, la prestación de servicios ecosistémicos de la cuenca del río Ariari, guarda una estrecha relación con la distribución de las coberturas vegetales presentes a lo largo del gradiente altitudinal. Es así, que en la medida en que las coberturas boscosas (asociadas a los paisajes de montaña, en las estribaciones de la cordillera oriental, así como en la parte baja de la cuenca) mantengan una alta composición florística, tendrán una importancia alta para la conservación de la biodiversidad, a la vez que permitirán el comportamiento de corredores biológicos "para la dispersión de la fauna asociada y la preservación del recurso hídrico".

Inversamente, la prestación de servicios de **aprovisionamiento**, se encuentra mayoritariamente asociado a las coberturas transformadas, como son los pastos limpios y enmalezados y los mosaicos con diferentes proporciones en la distribución arbórea.

A pesar que no tienen una representación significativa en área (representadas por 1.897 hectáreas, para 0,23%), las **Tierras Degradadas o quemadas** constituidas por Tejido urbano continuo y discontinuo; Zonas arenosas naturales y Zonas quemadas, se ubican a lo largo de la cuenca, en los paisajes de montaña, lomerío, valle y planicie, por lo que se constituyen como motores de cambio al generar un efecto en cascada de la reducción de la conectividad de coberturas naturales, tal como se analiza en la siguiente sección.

Análisis de Fragmentación

Una de las principales consecuencias de la transformación de los ecosistemas a lo largo de las cuencas que componen el departamento del Meta, es la fragmentación, definida por el grupo de Regionalización –basado en IIRSA (2009)- como la reducción de la cobertura vegetal a "remanentes (relictos), de tamaños y formas variados inmersos en una matriz de ecosistemas transformados"(Pg.257). Los análisis relacionados se enfocan en términos del estado de las áreas relacionadas y la tendencia, bajo el análisis de dos periodos: 2005 -2007.

De los resultados expuestos en la Figura 13 se resaltan los valores de fragmentación "Muy alta" y "Alta", que hacen referencia a los Mosaicos de pastos con espacios naturales y a la Vegetación secundaria -o en transición-, que en sentido estricto mostraría los estados sucesionales de las coberturas boscosas y no boscosas.

Es así, que siguiendo los lineamientos de Saunders et al. (1991)⁴, la Figura 13 muestra la división progresiva de las coberturas en parches aislados y de menor tamaño en una matriz de "hábitat degradado cualitativamente muy diferente a la original"(Pg.19) y que responde a la alta diversificación industrial que ha estado latente en el gradiente altitudinal de la cuenca.

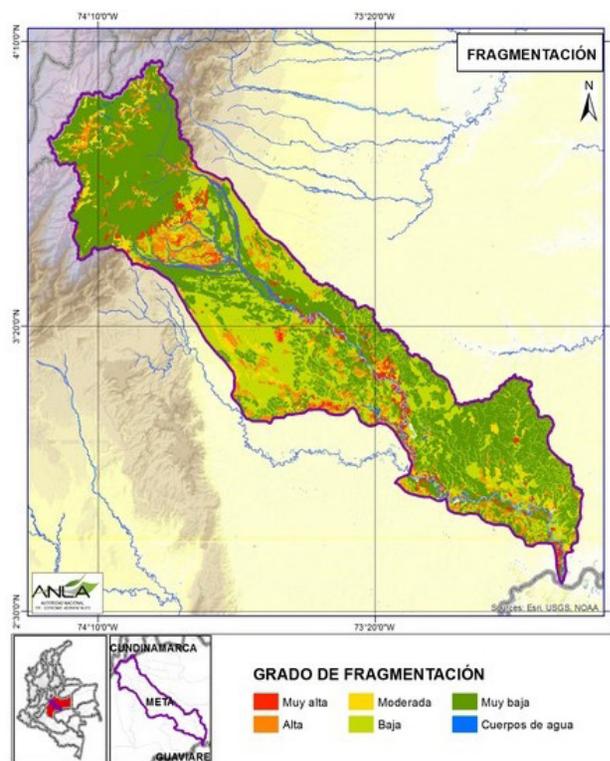


Figura 13. Grado de fragmentación asociado a las coberturas naturales y seminaturales presentes en la cuenca del río Ariari. Fuente: ANLA, 2015.

4 Saunders, D.A., Hobbs, R.J., Margules, C. (1991). Biological consequences of ecosystem fragmentation: a review. Conservation Biology 5:18-3

Instrumento de Regionalización

Subdirección de Instrumentos, Permisos y Tramites Ambientales

Es así, que al realizar la comparación de las áreas boscosas señaladas en verde (Ver Figura 14) en las estribaciones de la cordillera oriental se evidencia un incremento en la ocurrencia de los parches naranja, evidenciando así una tendencia incremental en el grado de fragmentación. Lo que genera una alerta puesto que puede relacionarse con el favorecimiento en el cambio en la estructura, composición y función de las coberturas boscosas en cercanías de la determinante "Complejo Páramo Cruz verde -Sumapaz" (que para la SZH del río Ariari, se encuentra en los municipio de Lejanías, - y que conforme al Acuerdo N° 014 de 1977, es considerado como "Suelo de protección", con objetivos de conservación de los arreglos ecosistémicos, de los sistemas hídricos y los escenarios paisajísticos de valor histórico y cultural del macizo de Sumapaz representados en el área protegida)⁵, y al Bosque húmedo tropical o a los Bosques de galería, ubicados en los márgenes de los cuerpos loticos. Tal resultado cobra relevancia, en especial si se considera la importancia de los bosques en la protección de los nacimientos de agua que sirven de abastecimiento para los pobladores del área estudiada, bien para consumo doméstico o para las actividades ganaderas que se realizan durante todo el año.

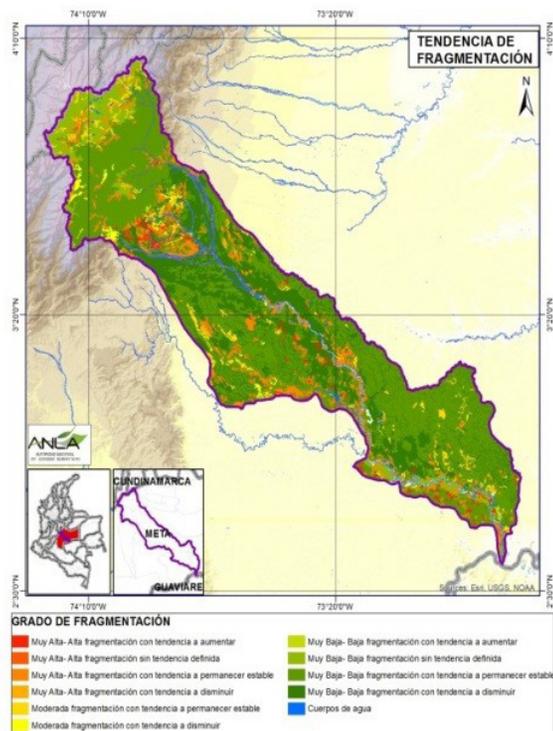


Figura 14. Tendencia de fragmentación asociado a las coberturas naturales y seminaturales presentes en la cuenca del río Ariari

Fuente: ANLA, 2015.

⁵ CORMACARENA (2015). Determinantes ambientales EOT-Municipio de Lejanías. Disponible en: http://www.cormacarena.gov.co/contenido-vin.php?tp=5&contenido_in=184&titulo=DETERMINANTES

Al respecto, se sugiere que dicho comportamiento puede estar ligado al incremento de Coberturas Transformadas, que empiezan a consolidarse y a aumentar su conectividad, dando como resultado que coberturas como Mosaicos de pastos y cultivos y espacios naturales, así como los Pastos Limpios, correspondan a categorías de fragmentación "Muy Baja" y "Baja" (en colores verdes claros en la Figura 13).

De acuerdo con Cormacarena (2010)⁶, debido a que las unidades de paisaje dominantes no presentan pendientes pronunciadas, es posible que las especies faunísticas puedan desplazarse en grandes superficies y acceder a diferentes hábitats necesarios para su ciclo de vida.

Sin embargo, si el impacto causado por el incremento de la fragmentación de hábitats alcanza el límite de tolerancia de las especies, el riesgo de pérdida o cambio de la composición tanto florística como faunística, aumentará (Ver Figura 14).

Determinantes ambientales y elementos articuladores

CORMACARENA (2014)⁷ define las determinantes ambientales como "las regulaciones establecidas en relación con el ordenamiento espacial del territorio, la declaratoria de áreas protegidas, el manejo de cuencas hidrográficas y las áreas protegidas bajo la administración de la Corporación" (Pg.11), tal como se resume a continuación:

⁶ Cormacarena (2010). Creación e importancia del Área de manejo especial la macarena "AMEM". Presentación de Power Point

⁷ Cormacarena (2014). Determinantes ambientales EOT-Municipio de Lejanías. Disponible en: http://www.cormacarena.gov.co/contenido-vin.php?tp=5&contenido_in=184&titulo=DETERMINANTES

Reporte Sobre Subzona Hidrográfica SZH Del Río Ariari

Criterios para identificar determinantes	
Ecológicos	Representatividad biogeográfica y ecosistémica.
	Disponibilidad de hábitats (alimento, reproducción, regulación y producción de agua).
	Núcleos de alta diversidad biológica.
	Rasgos paisajísticos y escénicos.
	Vulnerabilidad, fragilidad y rareza del área.
Culturales	Presencia de comunidades indígenas o afrocolombianas
	Valores históricos, arquitectónicos.
Factibilidad de Manejo	Sitios para la investigación científica
	Sitios para recuperación de ecosistemas.
	Sitios para recreación ecológica y el ecoturismo
	Lugares para el desarrollo de la educación ambiental.
Categorías	Áreas del sistema de parques nacionales naturales
	Reservas forestales
	Distritos de manejo integrado de los recursos naturales
	Distritos de conservación de suelos y restauración ecológica
	Páramos y Subpáramos
	Resguardos indígenas

Tabla 1. Elementos articuladores para la definición de determinantes ambientales.

Fuente: ANLA, 2015 a partir de Cormacarena 2010⁸.

Conforme a los análisis de Cormacarena (2014), dentro de la SZH del río Ariari, el grupo de Regionalización identificó los incluidos en la Tabla 2:

DETERMINANTE	ÁREA (HA; m2)
Producción Ariari -Guayabero	21915; 906
Parque Nacional Natural Sumapaz - Cruz Verde (SINAP)	18676; 906
Preservación vertiente oriental	40065; 873

Tabla 2. Elementos articuladores para la definición de determinantes ambientales.

Fuente: ANLA, 2015 a partir de Cormacarena 2014⁷.

Correspondencia con las prioridades de conservación regional

Los análisis de fragmentación y prestación de servicios ecosistémicos abordados previamente, sugieren que a lo largo del gradiente altitudinal que compone la cuenca del río Ariari, existen amplios procesos de cambio asociados a la ampliación de las fronteras industriales. En la Figura 10 se evidencia la persistencia de las coberturas boscosas (en menor o mayor grado de sucesión), que se evidencian en la Figura 14 como

⁸ Cormacarena (2010). Creación e importancia del Área de manejo especial la macarena "AMEM". Presentación de Power Point. Disponible en: http://181.49.19.3/ws/documentos/PRESENTACION-MODIFICACION-PAT02-04-2010_12-56-29.pdf

pequeños parches, por lo que se proyecta la continuidad en la prestación de servicios ecosistémicos de regulación y provisión.

No obstante, el creciente incremento de las coberturas transformadas, así como la continuidad en las prácticas de degradación o quema de las coberturas naturales se encuentran presente a lo largo de los paisajes de montaña, lomerío, valle y planicie y se constituyen como los agentes tensionantes en la medida que pueden generar otros efectos en cascada como son:

- Erosión y degradación de los suelos, debido a posibles conflictos de uso del suelo.
- Propiciar la conectividad con otras zonas degradadas y/o fragmentadas.
- La pérdida de continuidad en las coberturas naturales, conducentes a la merma en la funcionalidad y prestación de bienes y servicios ecosistémicos
- Degradación por contaminación de suelos y aguas por el arrastre de fertilizantes.
- Degradación por compactación de los suelos generado por la ganadería, lo cual acelera los procesos de erosión hídrica.
- Ampliación de los riesgos por inundación, en términos de extensión (aumento) y magnitud (al pasar de una sensibilidad moderada a alta).

Debido a que el estado de las coberturas (ver Figura 13) y su posible tendencia (ver Figura 14) muestran un incremento en las conexiones entre las diferentes Coberturas transformadas y en consecuencia, una reducción en las coberturas naturales (boscosas o no boscosas) se realizó un recorte de las áreas susceptibles a restauración definidas por MADS (2014), tal como se muestra a continuación en la Figura 15:

Instrumento de Regionalización Subdirección de Instrumentos, Permisos y Tramites Ambientales

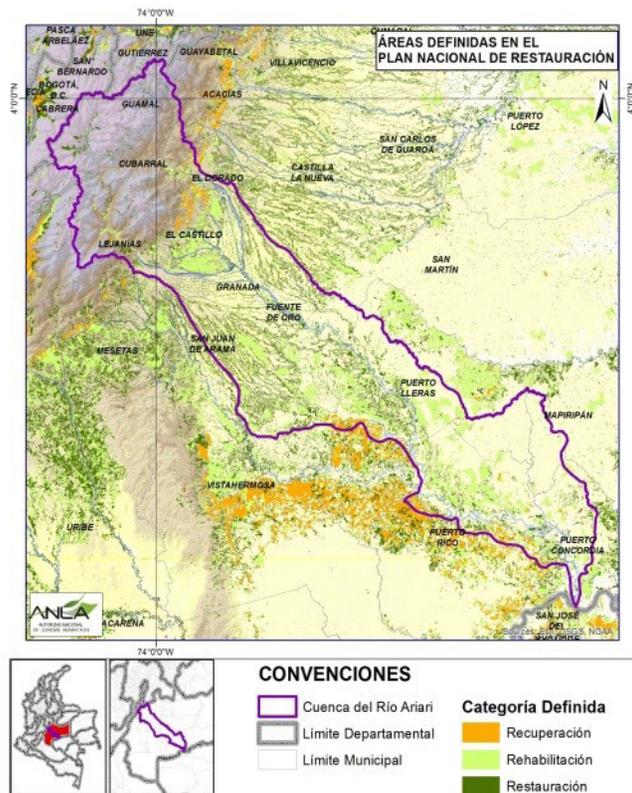


Figura 15. Áreas susceptibles de restauración, recuperación o rehabilitación, presentes en la cuenca del río Ariari.

Fuente: ANLA, 2015 modificado a partir de MADS (2014).

En términos generales, las acciones de rehabilitación se proyectan en áreas de piedemonte correspondientes a municipios como El Castillo; San Juan de Arama y Puerto Lleras, donde las Coberturas transformadas tienen una alta distribución. En consecuencia, las acciones de conservación deberán estar destinadas a reparar “la productividad y los servicios ecosistémicos en relación a los atributos funcionales o estructurales” (MADS, 2014, Pg.15) ⁹.

Las acciones de recuperación se asocian a las Coberturas naturales y seminaturales no boscosas, así como Coberturas Transformadas presentes en los lomeríos, correspondientes a los municipios de, San Juan de Arama, Fuente de Oro, San Martín, Puerto Lleras, Puerto Rico, Puerto Concordia, Mapiripán y Vista Hermosa, debido a que los análisis realizados por este grupo evidencian una prelación de los servicios de aprovisionamiento sobre regulación. Según el Plan Nacional de Restauración, dichas acciones tendrán como fin “recuperar algunos servicios ecosistémicos de interés social; generalmente los ecosistemas resultantes no son autosostenibles y no se parecen al sistema predisturbio” (MADS, 2014, Pg.16).

⁹ Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible- MADS. 2014. Plan Nacional de Restauración: restauración ecológica, rehabilitación y recuperación de áreas disturbadas. Bogotá D.C.: Colombia.

En relación a las actividades de restauración se deberán enfocar a lo largo de la SZH del río Ariari, puesto que su finalidad consiste en el restablecimiento de los ecosistemas degradados –boscosos o no boscosos- respecto a su estructura, composición y función (MADS, 2014). En tal sentido, se recomienda generar conexiones entre los bosques que permanecen como relictos (22%) y como bosques de galería y ripario (9%), en aras de propiciar los esfuerzos por la conservación de especies, de los ecosistemas y la prestación de bienes y servicios ecosistémicos.

Recurso Hídrico

Hidrología de la SZH del río Ariari

A continuación, se presenta la descripción y análisis de las variables hidroclimáticas que inciden en el comportamiento de la escorrentía a escala anual para la SZH del río Ariari. De igual manera se pretende analizar el grado de precisión que tiene la aplicación de la ecuación del balance hídrico, con el fin de dar claridad en las ventajas y limitaciones para el entendimiento del ciclo hidrológico.

La ecuación de balance hídrico considera como volumen de control la cuenca hidrográfica, incorporando los procesos atmosféricos y aquellos que ocurren en el suelo y los acuíferos. Típicamente la ecuación del balance hidrológico se simplifica, asumiendo que la única entrada es la precipitación y como salidas solo existen la evapotranspiración y el caudal, es decir, que el cambio en la capacidad de almacenamiento del volumen de control es cercano a cero, lo cual en una escala anual puede ocurrir cuando los periodos de déficit y exceso presentan una magnitud semejante. Como se sustentará más adelante, aplicar esta suposición para la estimación de caudales anuales en la cuenca del río Ariari no es del todo pertinente debido a que el almacenamiento neto en un año, fluctúa considerablemente debido a la interacción con las aguas subterráneas.

$$\text{Entradas} - \text{Salidas} = \frac{dS}{dt}$$

Como entradas se considera: la precipitación (P), la escorrentía superficial y los flujos de aguas subterráneas desde otras cuencas; como salidas están: evaporación y transpiración (ETP), la escorrentía superficial (Q) y el agua subterránea hacia otras cuencas y la infiltración; finalmente el término del almacena-

Reporte Sobre Subzona Hidrográfica SZH Del Río Ariari

miento en el suelo incluye: el almacenamiento de aguas subterráneas, por cambio de humedad del suelo, almacenamiento superficial en embalses canales y en la escorrentía superficial, en este último tipo de almacenamiento también se encuentran los cuerpos de agua lénticos que regulan el caudal superficial como las ciénagas, esteros y morichales, entre otros semejantes.

Las entradas consideradas en el balance hidrológico realizado contemplan únicamente la precipitación debido a la disponibilidad de la información, tomando como referencia la información de la red hidrometeorológica del IDEAM para 31 estaciones espacialmente representativas¹⁰, para el periodo comprendido entre 1970 a 2014. Debido a que algunas de las series de tiempo no estaban completas o presentaban vacíos en la información, se realiza la homogenización y llenado de series mediante la aplicación de curvas de dobles masas a escala mensual, rellenando información con coeficientes de correlación superiores al 90% en todos los casos. En la Figura 16, se presenta el comportamiento anual de la precipitación en la estación Lejanías del Castillo, ubicada en el paisaje de montaña en donde se observan valores de precipitación desde los 5000 a los 8000 mm, contrastando con la estación Caño Blanco ubicada entre los paisajes de lomerío y planicie con valores de precipitación entre los 2000 a 3000 mm.

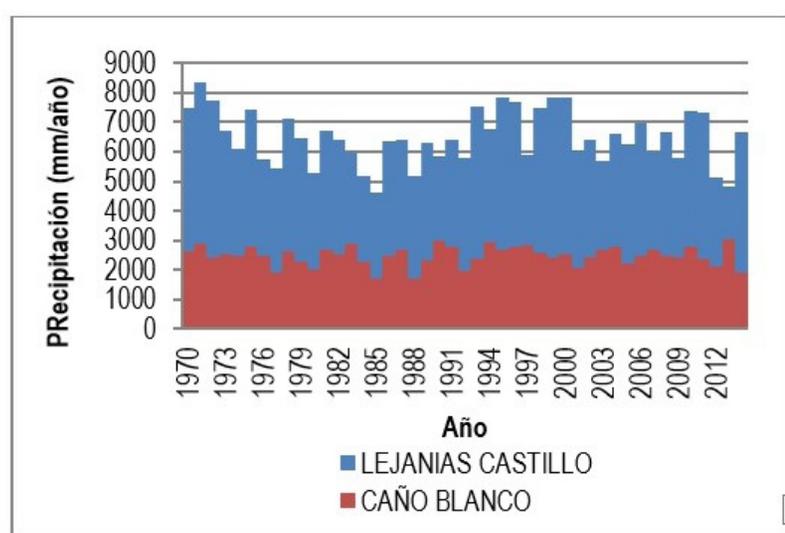


Figura 16. Precipitación anual en la zona de montaña y planicie de la SZH del río Ariari.
Fuente: IDEAM, Adaptado ANLA 2015

10 Códigos: 32070110, 32020020, 32060020, 32060030, 32060090, 32070010, 32070030, 32075080, 32070080, 32070100, 32070120, 32080010, 35010070, 35010090, 32040020, 32060060, 32060100, 32070020, 32070040, 32075060, 32070060, 32070090, 35010040, 35020340, 35020310, 35015050, 32105070, 31015010, 32075040, 32075030, 32075050.

El comportamiento oscilante de la precipitación a nivel anual, está asociado a variaciones regionales de los vientos y frentes de humedad, lo cual se observa con mayor incidencia en el paisaje de montaña, cuya funcionalidad en el ciclo hidrológico de la SZH del río Ariari, es coleccionar la mayor parte de humedad que genera el almacenamiento y la escorrentía que abastece a las comunidades y los ecosistemas ubicados vertiente abajo.

La temperatura de la SZH del río Ariari fue determinada con base en la información de 11 estaciones del IDEAM¹¹. En este caso la homogenización y relleno de las series de temperatura se realiza empleando la correlación directa que existe entre la temperatura respecto a la altitud sobre nivel del mar, determinando para cada mes la ecuación de correlación y relleno en los lugares en donde no existía información, vale la pena mencionar que en todos los casos los coeficientes de correlación fueron superiores al 90%.

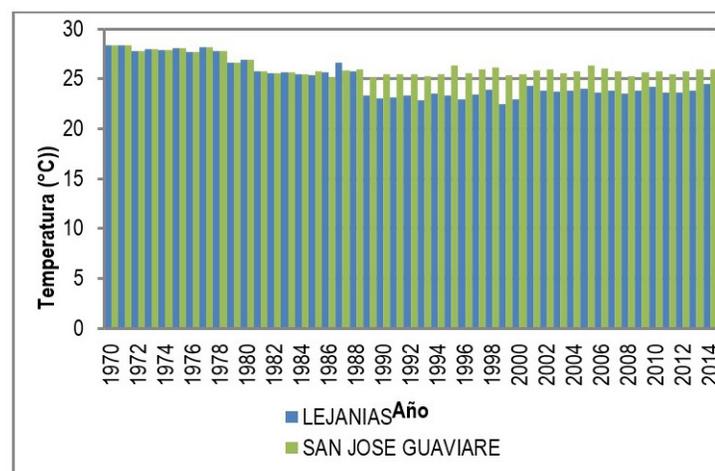


Figura 17. Temperatura anual en la zona de piedemonte y planicie de la SZH del río Ariari. Fuente: IDEAM, Adaptado ANLA 2015

En la Figura 17, se observan que los valores de temperatura mensuales han tenido una ligera disminución, en especial en la zona más cercana a la montaña. Las temperaturas registradas se encuentran en el rango de 28,3 hasta los 25,0 °C. La importancia de la temperatura en el ciclo hidrológico está relacionada con la evapotranspiración (ETP), calculada mediante el método de Turc anual¹², la cual depende de la precipitación total anual y la temperatura media anual.

11 Códigos: 35045020, 32075040, 32075050, 32035010, 32065010, 32075080, 35015050, 32075030, 31015010, 32105070 y 21195110.

12 Turc, L. (1954). Le bilan d'eau des sols. Relation entre la précipitation, l'évaporation et l'écoulement. Ann. Agron. , 5, 491-569.

Instrumento de Regionalización Subdirección de Instrumentos, Permisos y Tramites Ambientales

El balance hidrológico es aplicado en áreas de la cuenca del río Ariari delimitadas hasta donde se cuenta con información de caudales anuales, a fin de contrastar el resultado de la escorrentía calculada contra la escorrentía medida. La estación Puerto Angosturas (32060100) operada por el IDEAM, delimita una subcuenca del paisaje de montaña, ubicada sobre la corriente del río Ariari con un área de 766 km². La ecuación del balance hidrológico no logra predecir la tendencia natural de la escorrentía, salvo en algunos años entre el 2004 a 2010, por lo cual se puede afirmar que existen procesos hidrológicos que son necesarios incluir en el balance, los cuales podrían explicar el descenso fuertemente marcado de la escorrentía desde el año 1994 hasta el 2004, pasando de 140 a 60 m³/s. Vale la pena mencionar que en dicha cuenca no existen proyectos licenciados por la ANLA.

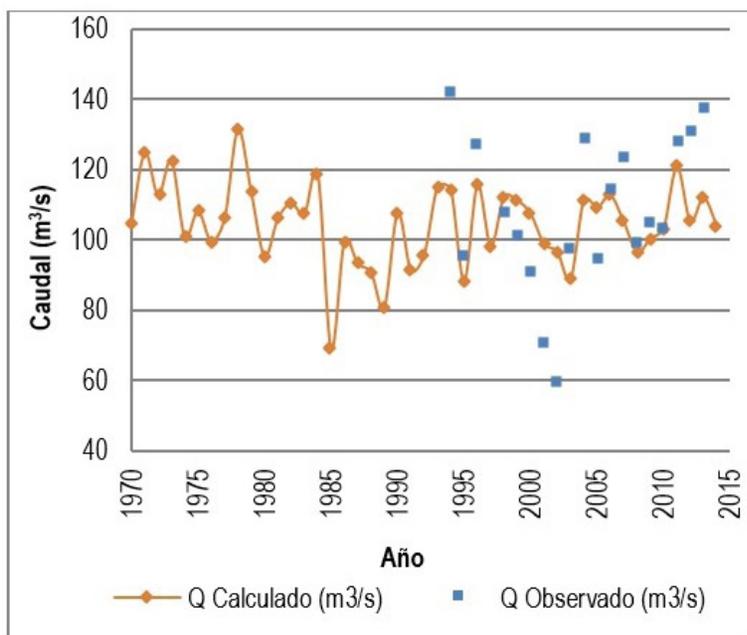


Figura 18. Escorrentía media anual observada y calculada mediante balance hidrológico hasta la estación Puerto Angosturas.

Fuente: ANLA, 2015.

La segunda estación considerada para el análisis es PTO Rico (32077080). La cuenca del río Ariari tiene un área de 6.936 km² hasta dicha estación, aguas arriba de la confluencia con el río Güejar. Los resultados indican que el balance hidrológico logra representar la tendencia natural de la escorrentía, sin embargo, en órdenes de magnitud mayores debido a que la cuenca presenta un alto nivel de almacenamiento (zona intermedia entre el caudal observado y calculado), que puede estar asociado a la interacción con las aguas subterráneas y el suelo.

De acuerdo a lo anterior, es recomendable que la aplicación de la ecuación de balance hidrológico contemple la caracterización de procesos de almacenamiento en la cuenca. Final-

mente vale la pena mencionar, que en la estación PTO Rico no se observa la tendencia descendente registrada en la estación Puerto Angosturas, evidenciando el nivel de recuperación de la cuenca ante perturbaciones de origen antrópico o natural.

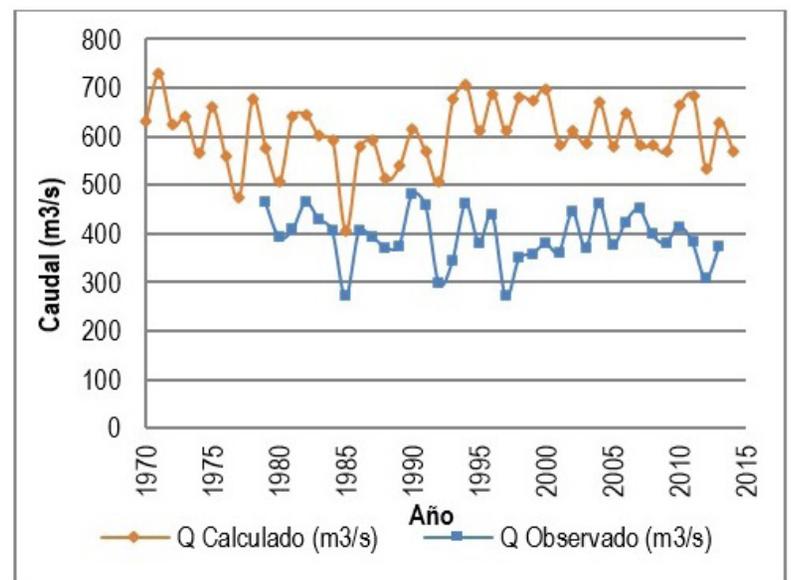


Figura 19. Escorrentía media anual observada y calculada mediante balance hidrológico hasta la estación PTO Rico.

Fuente: ANLA, 2015.

Finalmente se utiliza la estación Candilejas (32087040), la cual se ubica a 1,2 km aguas abajo de la estación PTO Rico, permitiendo registrar el aporte de la cuenca del río Güejar, la cual tiene un área de 3.370 km², para un área total de la cuenca de 10.306 km². Es importante observar el cambio en los caudales observados entre las dos estaciones operadas por el IDEAM, siendo hasta PTO Rico entre los 270 a 500 m³/s, incrementando en Candilejas hasta los 1200 a 2500 m³/s, lo que implica que la cuenca incrementa su caudal a una razón más alta que el área de la cuenca. Por lo tanto, la aplicación de metodologías de correlaciones hidrológicas que consideran transposición de caudales o que se fundamentan en el rendimiento hídrico como una constante, no logran los resultados esperados. Para el caso de la estación Candilejas, la escorrentía se subestima, mientras que para la estación PTO Rico la escorrentía se sobreestima. Respecto a los resultados para la estación Candilejas, existe la posibilidad de que existan zonas de descarga de acuíferos, los cuales podrían aportar el gran volumen de agua registrado por la estación, por otro lado, por los cuerpos de agua lénticos característicos del paisaje de planicie los cuales retienen y acumulan la escorrentía superficial.

Reporte Sobre Subzona Hidrográfica SZH Del Río Ariari

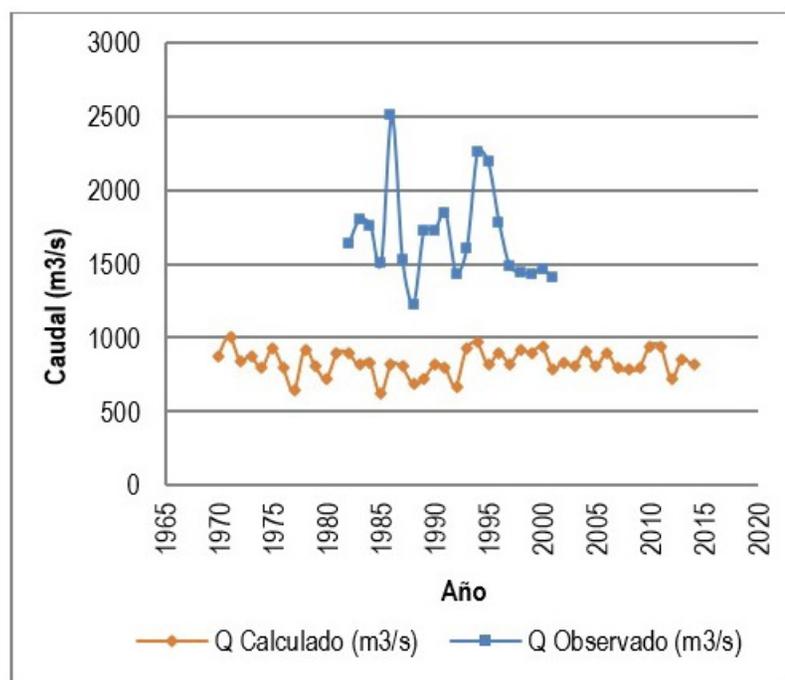


Figura 20. Escorrentía media anual observada y calculada mediante balance hidrológico hasta la estación Candilejas.

Fuente: ANLA, 2015.

Demanda hídrica en la SZH del río Ariari

Para la evaluación de la demanda hídrica en la SZH del río Ariari, se utilizó como principal insumo el Estudio Nacional del Agua 2014¹³, en el cual se realizó la estimación de los requerimientos hídricos a nivel sectorial, definiendo la demanda hídrica desde una visión más amplia que la abordada en el ENA 2010¹⁴.

De acuerdo a la definición anterior, es importante tener en cuenta que la demanda establecida para cada sector, se asocia al uso del agua como: materia prima, insumo, cadenas de uso (aplicable al uso que se hace del agua en cada una de las etapas de los procesos productivos sectoriales) y al agua que se reincorpora o es devuelta a la red de drenaje de la cuenca como remanente de los volúmenes usados o aprovechados en los procesos productivos.

¹³ Estudio Nacional del Agua ENA 2014, Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM, Mayo de 2015

¹⁴ "La sustracción de agua del sistema natural destinada a suplir las necesidades y los requerimientos de consumo humano, producción sectorial y demandas esenciales de los ecosistemas existentes sean intervenidos o no. La extracción y, por ende, la utilización del recurso implica sustracción, alteración, desviación o retención temporal del recurso hídrico, incluidos en este los sistemas de almacenamiento que limitan el aprovechamiento para usos compartidos u otros usos excluyentes".

En la Tabla 3, se presentan los valores de demanda hídrica en la Subzona Hidrográfica (SZH) del río Ariari, para cada uno de los sectores objeto de estudio, se registra que aproximadamente al año en la cuenca se requiere de 300 Millones de m³ de agua para suplir las necesidades de los sectores analizados, siendo el sector agrícola y pecuario el de los mayores requerimientos con aproximadamente el 50% de la demanda total de la cuenca, le sigue el uso doméstico y piscícola, y en menores proporciones el sector servicios, industrial y construcción, en la cuenca no se encuentran actualmente requerimientos de agua para uso energético y debido a la carencia de información para el sector minero no se estimó dicha demanda, lo cual no implica que en la cuenca no se estén presentando actividades mineras.

Para el análisis de la demanda hídrica del sector de hidrocarburos, se estimó el volumen de agua usado para el proceso productivo y el uso doméstico. El cálculo se realiza a partir de los módulos de consumo identificados por la Asociación Colombiana del Petróleo [ACP]¹⁵, la cual valoró el uso de agua por: fases de producción volumen (m³), unidad de exploración, unidad de producción, unidad de transporte y unidad de refinación. Estos módulos se multiplican por el número de unidades correspondientes a cada actividad.

De acuerdo al ENA (2014) para la SZH del río Ariari, la demanda de agua para el sector de hidrocarburos oscila entre los 3.900 a 5.900 Millones de m³ de agua al año. No obstante de acuerdo a lo reportado en el Informe de Gestión Ambiental de la ACP para el año 2014, se estimó que el consumo de agua a nivel nacional por parte del sector de hidrocarburos para el periodo enero-diciembre 2013 fue de 69 Millones m³/año. Razón por la cual es importante analizar de manera exhaustiva los aspectos metodológicos bajo los cuales el ENA 2014 estimó la demanda del sector.

SZH	Sector	Demanda Hídrica (Millones metros 3/año)
Río Ariari	Todos	100 a 300
	Sector Agrícola	50 a 100
	Sector Pecuario	20 a 50
	Sector Piscícola	2 a 5
	Uso Domestico	10 a 20
	Sector Servicios	Menores a 2
	Sector Industrial y Construcción	Menores a 2
	Generación de Energía	0
	Sector Minero	Sin Información

Tabla 3 Demanda hídrica sectorial/anual cuenca del río Ariari; Fuente: Estudio Nacional del Agua IDEAM, 2014.

¹⁵ Asociación Colombiana del Petróleo [ACP] (2014). Informe de Gestión Ambiental. Bogotá.

Instrumento de Regionalización

Subdirección de Instrumentos, Permisos y Tramites Ambientales

Es importante tener en cuenta que en el análisis de la demanda realizado por el IDEAM en el ENA 2014, no se hace una discriminación de la procedencia del agua (superficial y/o subterránea).

Para establecer la representatividad o incidencia de los requerimientos de agua de los sectores analizados en la oferta hídrica y la dinámica hidrológica, en el ENA 2014 se realizó la determinación de índices, que permiten identificar zonas críticas y/o de conflicto asociado a la disponibilidad y calidad hídrica. En Tabla 4 y la Tabla 5, se presenta el resultado del Índice de Uso de Agua IUA, Índice de Regulación Hídrica IRH, Índice de Vulnerabilidad IVH y el Índice de Alteración Potencial de la Calidad del Agua IACAL para la SZH del río Ariari.

Sistema Acuífero	SUBZONA HIDROGRÁFICA	IUA		Índice Regulación	Índice Vulnerabilidad		IACAL	
		Medio	Seco	Categoría	Medio	Seco	Medio	Seco
Villavicencio-Meta	Río Ariari	Bajo	Bajo	Moderado	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo

Tabla 4. Índices hídricos SZH río Ariari frente a sistema acuíferos asociado.
Fuente: Estudio Nacional del Agua IDEAM, 2014

SISTEMA ACUÍFERO	CABECERA MUNICIPAL	SUBZONA HIDROGRÁFICA	NOMBRE FUENTE	CONDICIONES HIDROLOGICAS MEDIAS		CONDICIONES HIDROLOGICAS SECAS	
				IUA	IVH	IUA	IVH
Villavicencio-Meta	Granada	Río Ariari	Río Ariari	Muy Bajo	Medio	Muy Bajo	Medio

Tabla 5. Índices hídricos SZH río Ariari asociado a cuenca abastecedoras de cabecera municipal.
Fuente: Estudio Nacional del Agua IDEAM, 2014

De acuerdo a los resultados de la Tabla 4, se encuentra que para condiciones climáticas secas y medias, la demanda hídrica es baja respecto a la oferta disponible e igualmente la vulnerabilidad y el IACAL presentan una calificación Baja, lo cual representa que la demanda hídrica estimada para los sectores analizados puede ser suplida por la oferta disponible en la cuenca, sin afectar su estado en términos de cantidad y de calidad asociada a la capacidad de dilución de las corrientes. Únicamente se aprecia una leve alteración en el Índice de Re-

gulación Hídrica, presentando una calificación de Moderado, que expresa que el comportamiento de los caudales de manera anual, de acuerdo con las variaciones climáticas y la capacidad de regulación de los sistemas hídricos para mantener dichos volúmenes en el tiempo, es moderado y no representa mayores alteraciones para el sistema.

De igual manera en la Tabla 5, a manera de ejemplo del comportamiento hidrológico a nivel de cuencas abastecedoras en la SZH del río Ariari, se presentan los resultados del IUA y IVH del municipio de Granada, encontrando que no se aprecian alteraciones ocasionadas por la demanda hídrica, ya que el IUA tiene una calificación de Muy Bajo, lo cual significa que la demanda hídrica es muy baja en proporción a la oferta disponible; respecto al IVH, el cual mide el grado de fragilidad del sistema hídrico para mantener una oferta en el abastecimiento de agua, que ante amenazas como periodos largos de estiaje o eventos extremos, podría generar riesgos de desabastecimiento, manifiesta una calificación de Medio, lo que constituye que en la cuenca se pueden presentar alteraciones que afecten el abastecimiento hídrico.

Aprovechamiento del recurso hídrico en la SZH del río Ariari

Anteriormente se mostró un breve análisis sobre las condiciones de demanda y aprovechamiento hídrico en la SZH del río Ariari, con base en el ENA 2014. A manera de complemento, a continuación se presenta el estado de los permisos asociados al uso y aprovechamiento del recurso hídrico, autorizados por la Corporación para el Desarrollo Sostenible del Área de Manejo Especial la Macarena CORMACARENA y por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales ANLA.

Concesiones de Agua

- **Concesiones de agua autorizadas por la ANLA**

En la cuenca del río Ariari, de las 15 licencias ambientales otorgadas por ANLA, 12 cuentan con concesión de agua superficial, con 104 puntos autorizados y un caudal de 395,4 l/s. En la Figura 21, se presenta el número de captaciones y caudal según el tipo de autorización, la cual puede ser puntual o lineal.

Reporte Sobre Subzona Hidrográfica SZH Del Río Ariari

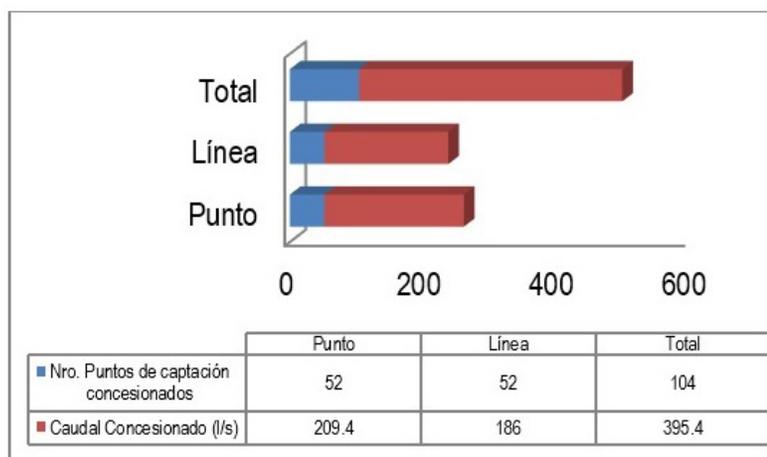


Figura 21. Concesiones de aguas superficiales autorizadas por ANLA
Fuente: ANLA, 2015

En total ANLA ha autorizado 395,4 l/s de los cuales 53% corresponde a captaciones puntuales y el 47% a captaciones en tramos específicos.

Respecto al aprovechamiento subterráneo, en las licencias ambientales autorizadas por ANLA no se registra ninguna concesión, no obstante, al momento de elaborar el presente reporte se registran 10 solicitudes de exploración de aguas subterráneas vigentes.

De igual manera respecto al aprovechamiento subterráneo, es importante analizar la información procedente de los inventarios exhaustivos que han desarrollado las empresas petroleras en sus EIA, los cuales han permitido identificar que dentro de las áreas de influencia de los proyectos petroleros en la SZH del río Ariari se encuentran 1.758 puntos que se distribuyen así:

- Pozos: 218
- Manantiales: 810
- Aljibes: 746
- Piezómetros: 2
- Sin Información: 9

En la Figura 22, se presenta la distribución espacial de los puntos de agua subterránea inventariados por los proyectos del sector de hidrocarburos licenciados por ANLA en la SZH del río Ariari.

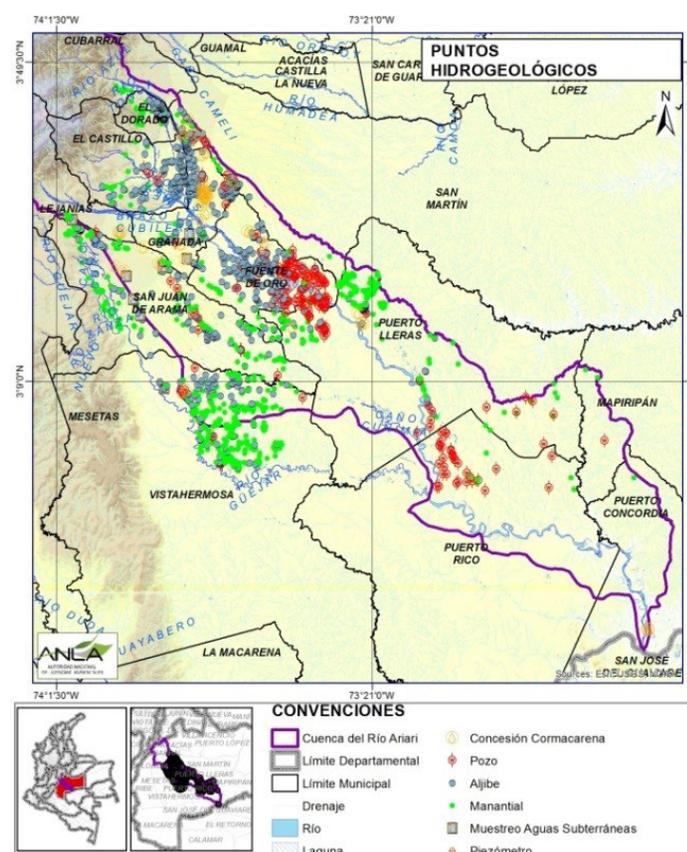


Figura 22. Inventario Puntos de Agua Subterránea.
Fuente: ANLA, 2015.

Con el fin de estimar la demanda hídrica subterránea de la SZH del río Ariari, se realizó un cálculo presuntivo basado en la información de los inventarios de puntos hidrogeológicos registrados en los Estudios de Impacto Ambiental presentados en el marco del licenciamiento ambiental; con lo cual se pudieron establecer algunos valores promedio de caudales que son presentados en la Tabla 6.

	Caudal Total	Caudal promedio	Caudal máximo	Captaciones con registro de caudal	Total captaciones inventariadas
	l/s				
Aljibes	193.3	1.09	11.9	177	746
Manantiales	57.9	0.89	5	65	810
Pozos	20.74	2.3	4.1	9	218
Concesiones Cormacarena	101.6	2.2	20	47	47

Tabla 6. Demanda conocida de aguas subterráneas en la cuenca Ariari
Fuente: ANLA, 2015.

Instrumento de Regionalización

Subdirección de Instrumentos, Permisos y Tramites Ambientales

Como se aprecia, el desconocimiento de la demanda hídrica subterránea total es un factor limitante en el análisis de la información disponible con lo cual no es posible establecer conclusiones con respecto a este recurso. Solo de aquellos puntos que tienen registro se totalizan 373 l/s, sin embargo este es un dato que subvalora considerablemente la demanda real.

De acuerdo al inventario reportado por los proyectos de exploración y explotación de hidrocarburos, se pudo establecer la distribución de usos para los pozos, manantiales y aljibes que se presenta en las Figura 23, Figura 24 y Figura 25:

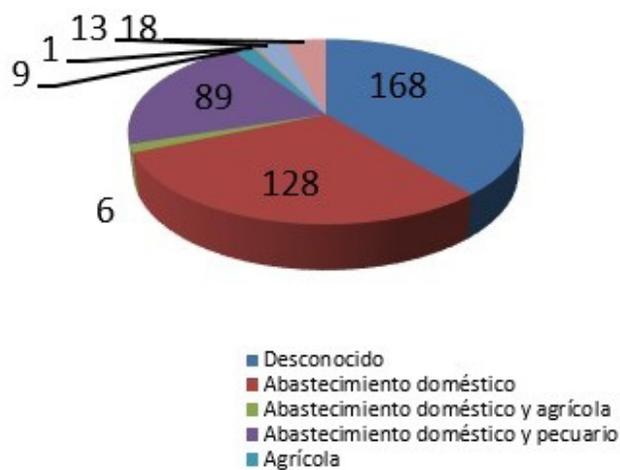


Figura 23. Usos del Agua Subterránea – Aljibes
Fuente: ANLA, 2015.

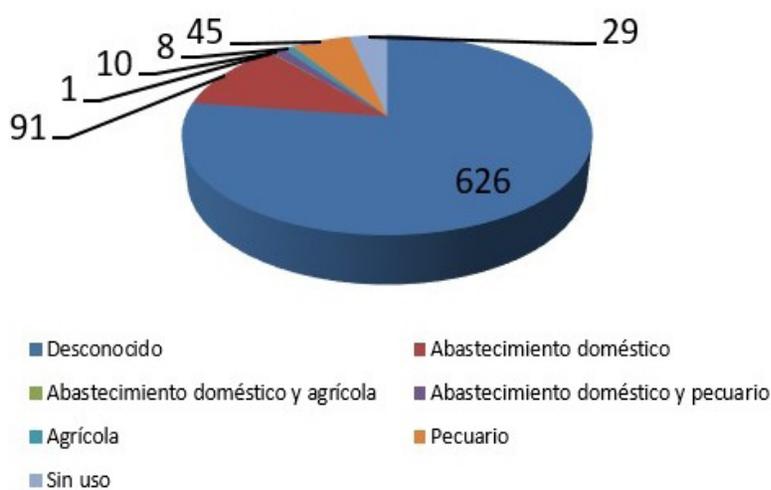


Figura 24. Usos del Agua Subterránea – Manantiales
Fuente: ANLA, 2015.

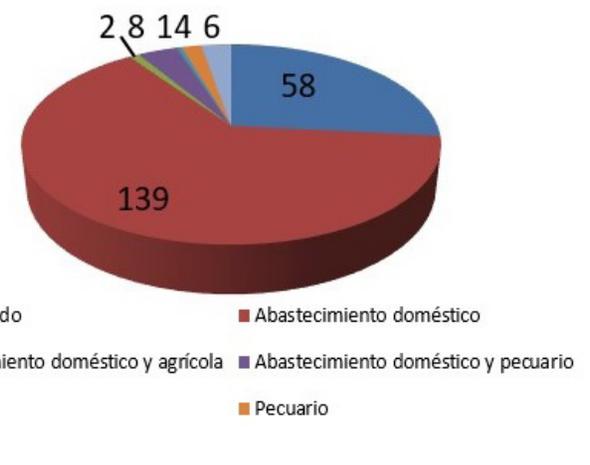


Figura 25. Usos del Agua Subterránea - Pozos
Fuente: ANLA, 2015.

Es de resaltar, que existe un número importante de puntos donde se desconoce el uso (852 puntos), situación que resulta particularmente visible en los manantiales. Es probable que, dada la oferta de agua superficial, una gran proporción de estos manantiales no sean objeto de uso. El abastecimiento doméstico representa el uso con mayor número de captaciones de aguas subterráneas (358). Cabe mencionar que de la información reportada por CORMACARENA en el Sistema de Información del Recurso Hídrico SIRH, no se identifican los usos de las captaciones subterráneas concesionadas y por lo tanto esa información no se incluye en este análisis.

• Concesiones de agua autorizadas por CORMACARENA

CORMACARENA, ha autorizado un total de 97 puntos de captación superficial, con un caudal de 146,6 l/s. En la Figura 26, se aprecia las captaciones y caudales concesionados a nivel municipal, encontrando que los municipios con mayor representatividad son Lejanías con el 34% del caudal total concesionado, le sigue Granada con el 25% y San Juan de Arama con el 13%.

Reporte Sobre Subzona Hidrográfica SZH Del Río Ariari

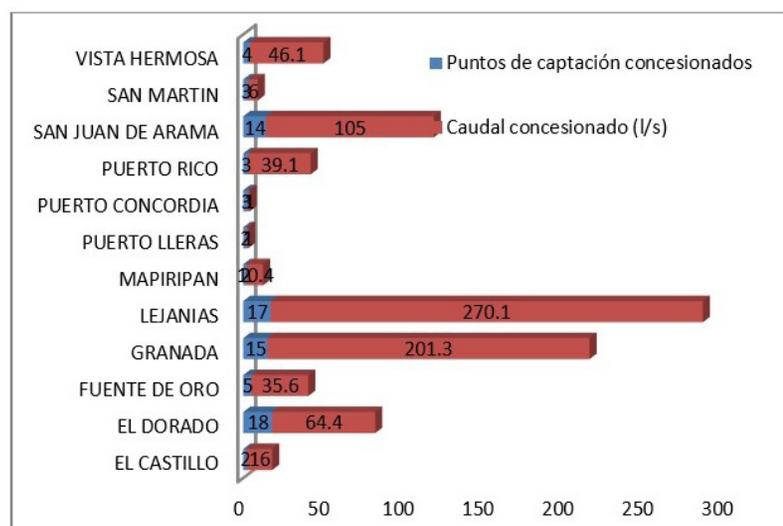


Figura 26. Concesiones de aguas superficiales autorizadas por Cormacarena.

Fuente: ANLA, 2015

Respecto al aprovechamiento subterráneo, se registran 47 concesiones, que suman un caudal total de 101,6 l/s; ver Figura 22 y Tabla 6.

En la Figura 27, se presenta el mapa con el total de puntos de captación sobre fuentes hídricas superficiales autorizados en la SZH del río Ariari, de los cuales el 52% corresponde a puntos concedidos por ANLA y el 48% a puntos concedidos por CORMACARENA; el caudal total autorizado es de 542 l/s, siendo el 73% autorizado por ANLA y el 27% por CORMACARENA.

Igualmente es importante resaltar que en la SZH del río Ariari, se encuentran afluentes o tributarios que se constituyen en fuentes hídricas abastecedoras de acueductos municipales, es el caso del río Güejar y los caños Cural, Aguas Zarcas, Aguas Claras, La Cristalina, Arenas Blancas, Agua Linda, Urichare y Curía. En la cuenca se presentan dos formas diferentes de abastecimiento de acueductos: a través de fuentes superficiales y por pozos profundos; es así como las cabeceras municipales de El Dorado, El Castillo, Lejanías, San Juan de Arama y Cubarral, se abastecen de fuentes superficiales y las cabeceras de Granada, Puerto Lleras, Puerto Rico, Puerto Concordia y Vista Hermosa, se abastecen de pozos profundos; mientras que los municipios de Fuente de Oro y Mesetas hacen uso de sistemas de abastecimiento mixto.

Si se comparara la demanda hídrica concesionada en la SZH del río Ariari y la demanda estimada para esta misma área en el ENA 2014, se encuentra que la demanda regulada representa aproximadamente el 6% del total de la demanda repor-

tada para los sectores objetos de estudio en el ENA 2014. Dicha condición no necesariamente constituye que el 94% restante corresponda a demandas no reguladas, ya que en el ENA se cuantifica la cantidad de agua usada en toda la cadena productiva de los sectores analizados. Este estudio incluye los conceptos de: La huella hídrica verde como apropiación humana de agua almacenada en el suelo para un uso antrópico, indica el grado de competencia del sector agropecuario con los ecosistemas naturales; la huella hídrica azul como apropiación humana de agua de los sistemas hídricos superficiales, subsuperficiales y subterráneos para un uso antrópico que no retorna a la cuenca origen, señala los conflictos por uso en relación a la oferta hídrica disponible y por tanto, aporta a determinar la vulnerabilidad del agua en una cuenca y la huella hídrica gris como el volumen de agua dulce necesario para asimilar la carga contaminante vertida a un cuerpo receptor, expresa la reducción de la disponibilidad por afectación a la calidad del agua.

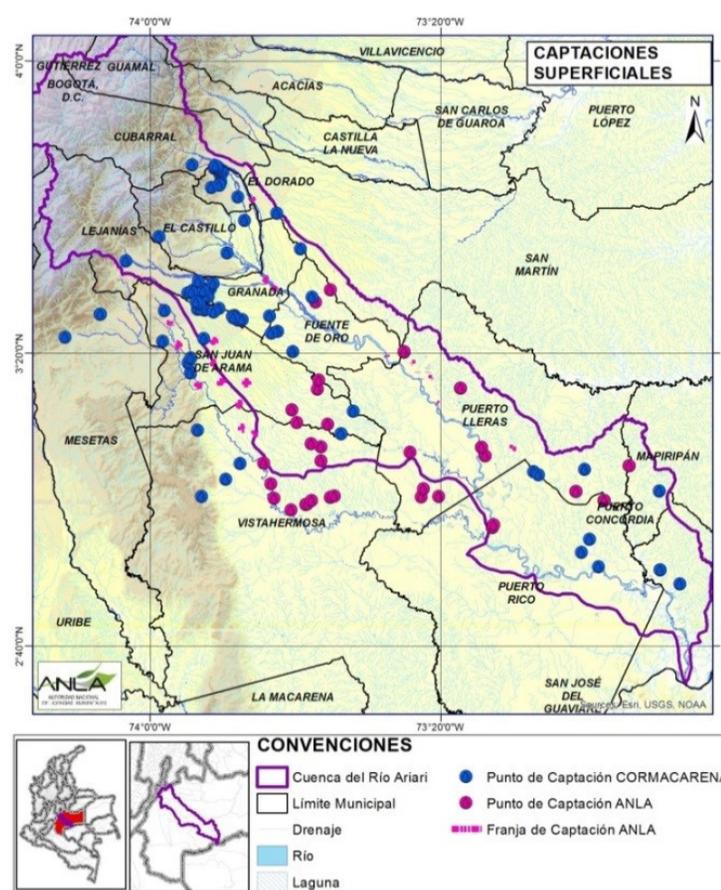


Figura 27. Mapa de concesiones de agua superficiales en la cuenca del río Ariari.

Fuente: ANLA, 2015

Instrumento de Regionalización

Subdirección de Instrumentos, Permisos y Tramites Ambientales

Permisos de Vertimientos

- **Permisos de vertimientos autorizados por la ANLA**

En la SZH del río Ariari, de las 15 licencias ambientales otorgadas por ANLA, 14 cuentan con permiso de vertimiento, con 59 autorizaciones y un caudal de 131,9 l/s. En la Figura 28, se presenta el número de vertimientos y caudal según el tipo de autorización, la cual puede ser puntual, lineal o áreal (campos de aspersión, infiltración y riego en vías).

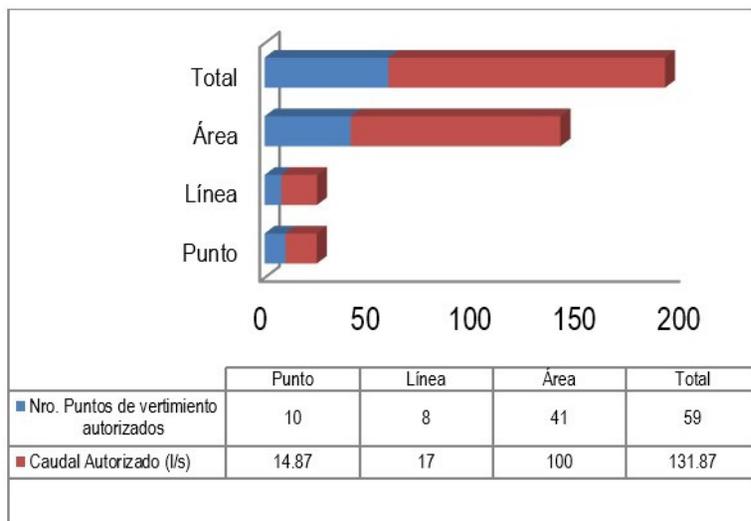


Figura 28. Permisos de vertimiento autorizados por ANLA
Fuente: ANLA, 2015.

En total ANLA ha autorizado un caudal total de vertimiento de 131,87 l/s; de dicho caudal el 76% corresponde a vertimientos al suelo, el 13% a corrientes hídricas superficiales en la modalidad de tramos y el 11% a corrientes hídricas superficiales en puntos específicos. Más del 90% de puntos autorizados por ANLA en fuentes hídricas superficiales se encuentran ubicados en el municipio de Puerto Lleras y el restante en el municipio de Granada.

- **Permisos de vertimientos autorizados por CORMACARENA**

CORMACARENA, ha otorgado un total de ocho (8) permisos de vertimiento sobre fuentes hídricas superficiales, con un caudal de 81,81 l/s; cuatro (4) permisos para aguas residuales domesticas con un caudal de 43,31 l/s; dos (2) permisos para aguas residuales industriales con un caudal de 7,5 l/s y dos (2) para aguas residuales procedentes de estanques piscícolas con un caudal de 31 l/s. Como se aprecia en la Figura 29, el municipio que presenta el mayor número de puntos de vertimientos y caudal autorizado es San Martín con el 58% del

caudal total, seguido de Granada con el 37%; mientras que en los municipios de Cubarral, Fuente de Oro, Lejanías y Vista Hermosa se vierte menos del 2% del caudal total autorizado.

De igual manera, es importante tener en cuenta que en la cuenca del río Ariari, se encuentran 9 cabeceras municipales (Granada, Puerto Lleras, Cubarral, El Castillo, Puerto Rico, Puerto Concordia, Fuente De Oro, San Juan De Arama y Vista Hermosa) que cuentan con Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimiento PSMV aprobado por CORMACARENA entre los años 2007 a 2010, lo cual es equivalente a los permisos de vertimientos, dicha condición sumado a los puntos de vertimientos descritos previamente en la SZH del río Ariari hace que en la cuenca existan 17 puntos de vertimientos de injerencia de CORMACARENA.

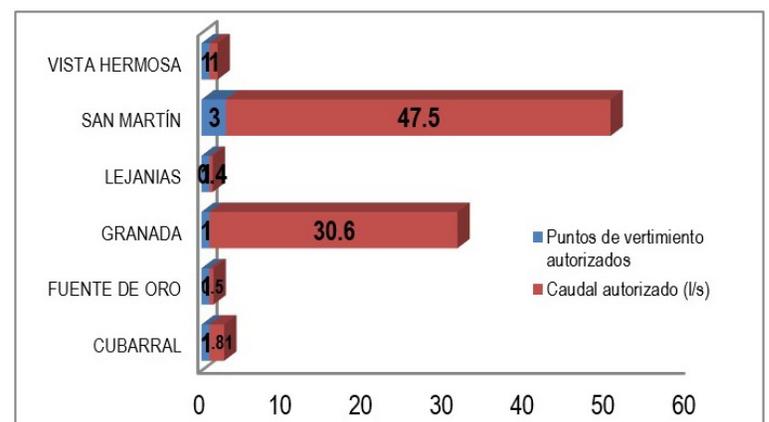


Figura 29. Permisos de vertimiento a fuentes superficiales autorizados por Cormacarena.
Fuente: ANLA, 2015.

En la Figura 30, se presenta el mapa con el total de puntos de vertimiento sobre fuentes hídricas superficiales autorizados en la SZH del río Ariari (es importante resaltar que para algunos puntos no se registran coordenadas, lo cual imposibilitó espacializar todos los puntos autorizados, razón por la cual, en el mapa solo se puede apreciar aquellos puntos que cuentan con georreferenciación correcta), de los cuales el 52% corresponde a puntos concesionados por ANLA y el 48% a puntos concesionados por CORMACARENA; el caudal total autorizado es de 542 l/s, siendo el 73% autorizado por ANLA y el 27% por CORMACARENA.

Reporte Sobre Subzona Hidrográfica SZH Del Río Ariari

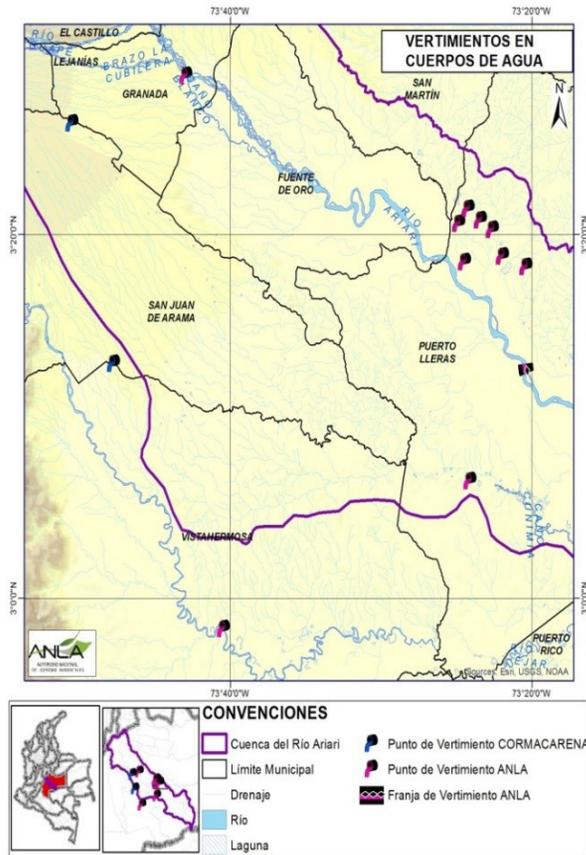


Figura 30. Mapa de permisos de vertimiento en la cuenca del río Ariari
Fuente: ANLA, 2015.

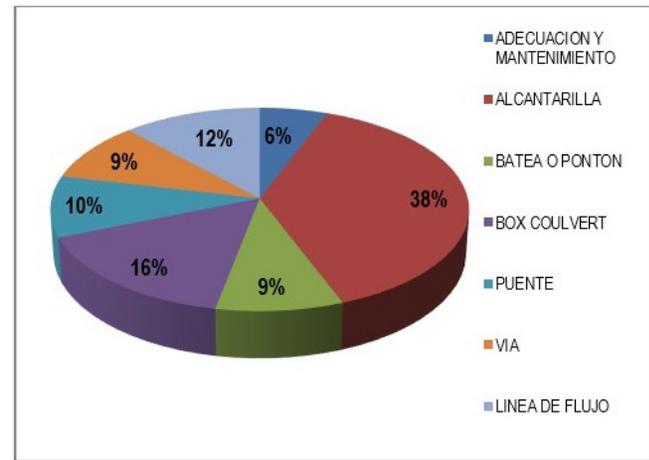


Figura 31. Ocupaciones de cauces y lechos autorizadas por ANLA
Fuente: ANLA, 2015.

En la Figura 32, se presenta el mapa con los puntos de ubicación de las ocupaciones de cauces y lechos autorizadas por ANLA (es importante tener en cuenta que del total de puntos autorizados solo fue posible espacializar el 39% por carencia de coordenadas), de acuerdo a la información espacializada, la mayor cantidad de puntos de ocupación se encuentran en el municipio de San Juan de Arama con el 47%, seguido de Puerto Lleras con el 20% y el restante se encuentran dispersos en los municipios de Granada, Vista Hermosa, San Martín de los Llanos y Fuente de Oro.

Ocupaciones de Cauces y Lechos

• Ocupaciones de cauces y lechos autorizadas por ANLA

De las 15 licencias ambientales otorgadas por ANLA, 12 cuentan con algún tipo de autorización de ocupación de cauces y lechos, representada en 360 autorizaciones. Como se aprecia en la Figura 31, el mayor porcentaje corresponde a estructuras asociadas a alcantarillado con 138 autorizaciones, le sigue Box Couvert con 57, líneas de flujo con 43, puentes con 35, vías con 34, batea o pontón con 32 y adecuación y mantenimiento de diversas obras con 21.

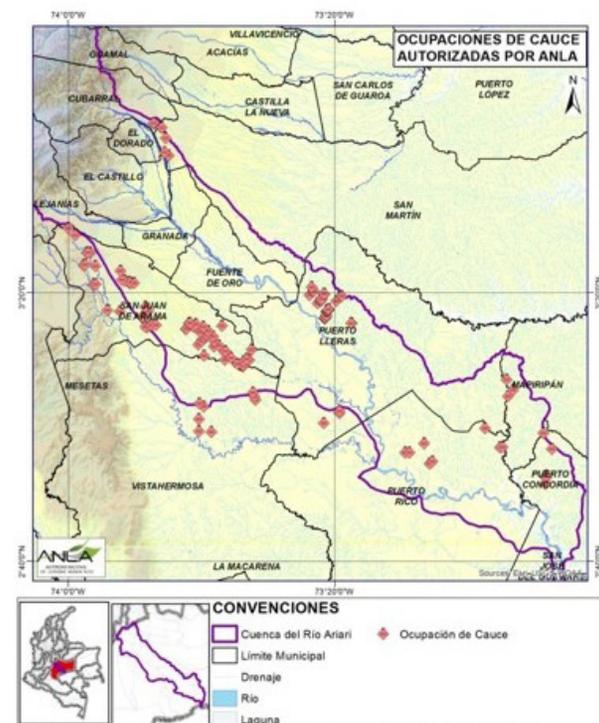


Figura 32. Mapa de ocupaciones de cauces y lechos en la cuenca del río Ariari
Fuente: ANLA, 2015.

Instrumento de Regionalización

Subdirección de Instrumentos, Permisos y Tramites Ambientales

Análisis de calidad hídrica en la SZH del río Ariari

- **Análisis de Calidad Aguas Superficiales**

A continuación se presentan los resultados de los registros de monitoreos de calidad del agua superficial para el río Ariari, realizados en el marco de la evaluación y seguimiento de los proyectos licenciados por ANLA.

Como referencia para el cumplimiento de los estándares de calidad del agua, se consideran los objetivos de calidad establecidos por CORMACARENA para el río Ariari, mediante Resolución 2.6.06.0644¹⁶ incluyendo el río Ariari sobre el sector urbano del municipio de Puerto Lleras y la Resolución 2.6.08.0410 que establece objetivos de calidad para el periodo 2008 a 2018 en los cuerpos de agua en jurisdicción de los municipios de Puerto Rico y Puerto Concordia, asignando 6 tramos con usos diferentes de acuerdo a la calidad del recurso, en función de las descargas actuales y proyectadas de los vertimientos de las áreas urbanas. En la Tabla 7, se presenta el resumen de los objetivos de calidad para los principales parámetros:

Res.	Tramo	DBO ₅	OD	SST	Col. Totales	Col. Fecales
		mg/l			NMP/100ml	
2.6.06.0644	1	14	4	14	5000	5000
2.6.08.0410	1	5	4	50	1000	200
	2	25	2	50	--	--
	3	25	4	50	5000	5000
	4	25	2	50	--	--
	5	25	4	50	5000	5000
	6	25	2	--	--	--

Tabla 7. Objetivos de calidad en el río Ariari
Fuente: CORMACARENA, 2015

En la Figura 33 a Figura 38, se presentan las concentraciones de los parámetros de calidad del agua en un tramo sobre el río Ariari comprendido entre el municipio de Granada aguas abajo de la confluencia del río Guape hasta el municipio de Puerto Rico cerca a la confluencia con el río Güejar, con una distancia aproximada de 104 km. Vale la pena mencionar, que los muestreos son tomados en periodos y condiciones climatológicas diferentes y por lo tanto, no se debe correlacionar los resultados con tendencias estacionales.

La DBO₅, al inicio del tramo, presenta una concentración de 17 mg/l, siendo la concentración más alta registrada. Aproximadamente hasta los 40 km, el río Ariari se encuentra en jurisdicción de los municipios de Granada y Fuente de Oro, posteriormente al ingresar al municipio de Puerto Lleras, se observa el cumplimiento del objetivo de calidad propuesto (14 mg/l), mientras que en los municipios de Puerto Rico y Puerto Concordia se da cumplimiento al objetivo de calidad de 25 mg/l con concentraciones inferiores a los 10 mg/l.

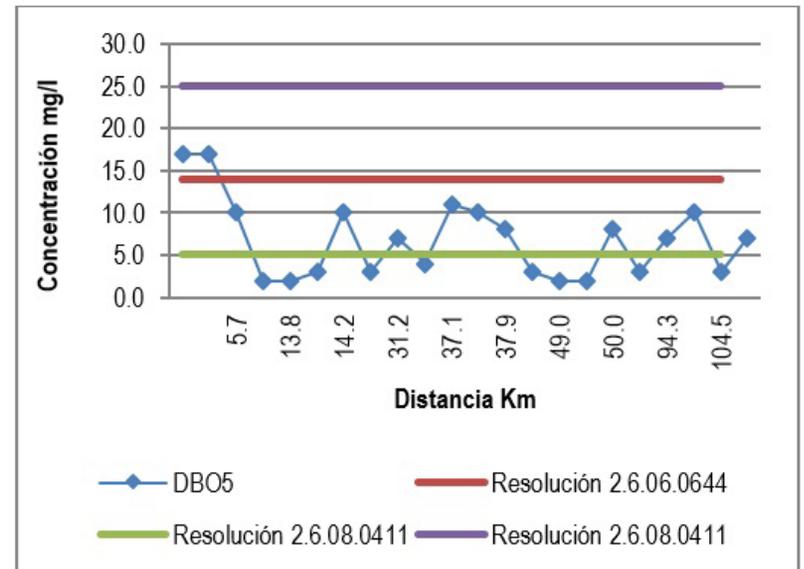


Figura 33. Concentración de DBO5 en el río Ariari
Fuente: ANLA, 2015

El Oxígeno Disuelto a lo largo de toda la corriente permanece con valores superiores a los 4 mg/l, cumpliendo los objetivos de calidad propuestos según el registro de muestreos disponibles.

¹⁶ Resolución 2.6.06.0644 del 14 de septiembre de 2006, por medio de la cual se establecen los objetivos de calidad para algunos cuerpos de agua receptores de vertimientos de aguas residuales en las cuencas de la jurisdicción de CORMACARENA para el año 2006 a 2016.

Reporte Sobre Subzona Hidrográfica SZH Del Río Ariari

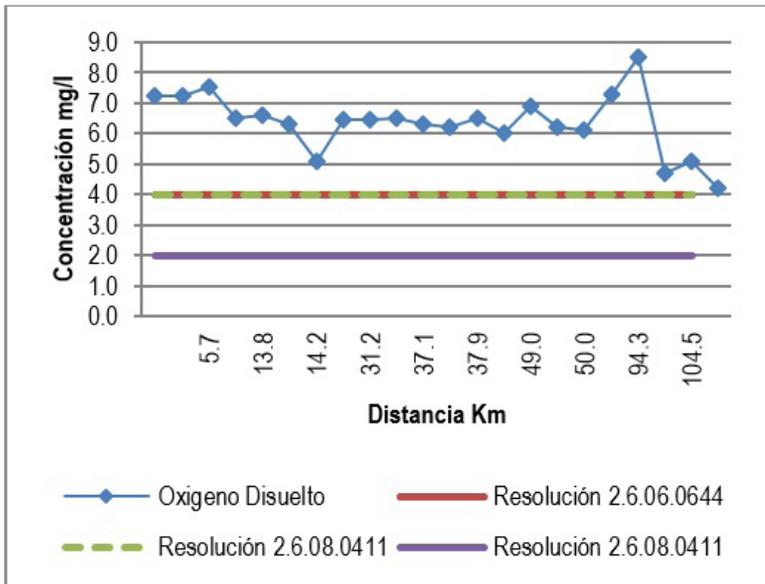


Figura 34. Concentración de Oxígeno disuelto en el río Ariari
Fuente: ANLA, 2015

Los SST presentan niveles de concentración relativamente bajos en el tramo aguas arriba, llegando a incrementar en un factor de 10 su concentración respecto a los valores aguas abajo, con amplias fluctuaciones en los sectores intermedios, este comportamiento es típico en ríos con amplia generación de sedimentos, como en el caso del río Ariari, fenómeno que se presenta en los paisajes de montaña y cuyo tránsito y depositación ocurre en los paisajes aluviales de valle y planicie, presentando mayor acumulación en la zona de menor energía cerca a la confluencia al río Meta, lo que se ve reflejado en el incremento significativo de los SST.

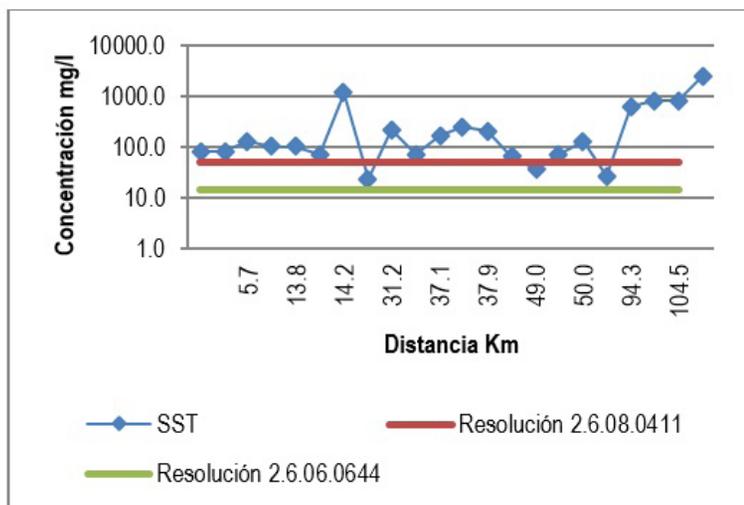


Figura 35. Concentración de SST en el río Ariari
Fuente: ANLA, 2015.

En cuanto a Coliformes Totales y Fecales, se observa que en el sector aguas arriba, del tramo analizado, los niveles de calidad permiten el contacto primario, posteriormente el cauce aumenta su concentración hasta permitir el uso agrícola con restricciones, sin superar el objetivo de calidad de 5000 NMP/100 ml.

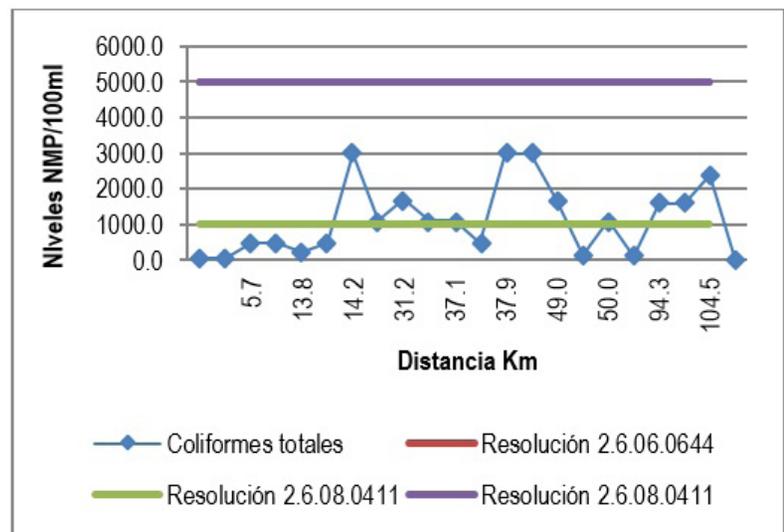


Figura 36. Concentración de Coliformes Totales en el río Ariari
Fuente: ANLA, 2015.

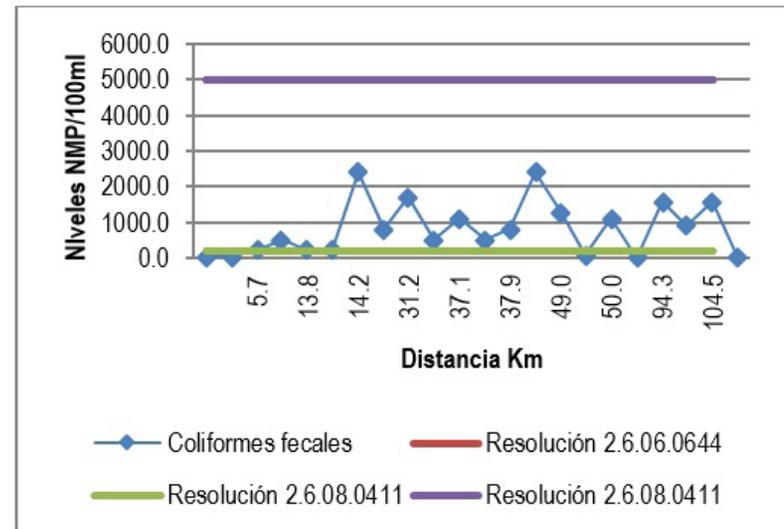


Figura 37. Concentración de Coliformes Fecales en el río Ariari
Fuente: ANLA, 2015.

Finalmente el pH presenta valores en un rango entre las 6 a 8 unidades, dando cumplimiento a las reglamentaciones, por lo que se puede afirmar que no existen problemas de acidificación o desbalance de carbono en el río Ariari, para el tramo analizado según la información registrada.

Instrumento de Regionalización

Subdirección de Instrumentos, Permisos y Tramites Ambientales

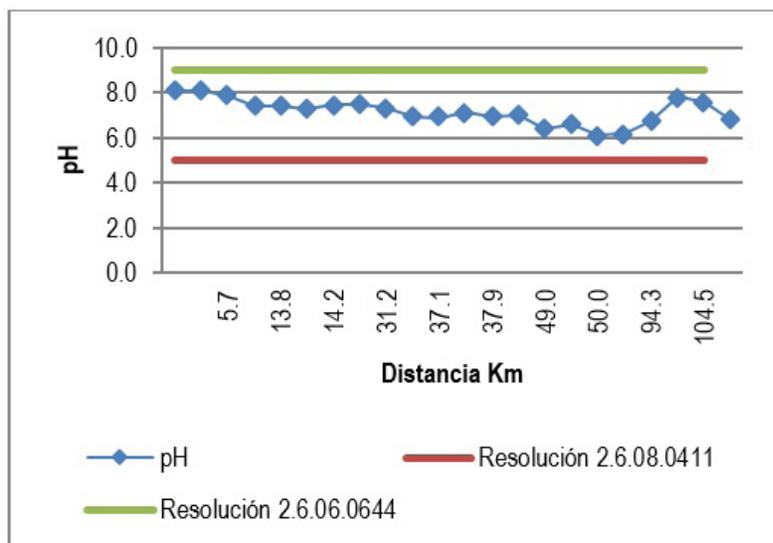


Figura 38. Concentración de pH en el río Ariari
Fuente: ANLA, 2015.

Análisis de Calidad Aguas Subterráneas

A partir de la información reportada por los proyectos de exploración y explotación de hidrocarburos donde se han efectuado monitoreos a algunos pozos, manantiales y aljibes, se presentan los siguientes resultados genéricos:

• Aljibes

De acuerdo a la información disponible, se pudo establecer que los aljibes presentan profundidades que oscilan entre 1 y 20 metros, con valor promedio de 4 metros; sus niveles estáticos oscilan entre 1 y 10 metros de profundidad; el pH promedio registrado es de 6,1, oscilando valores entre 2,3 y 7,25 unidades lo que indica que en general se presentan condiciones ácidas en el medio; los valores de conductividad eléctrica varían de 1 a 426 $\mu\text{S}/\text{cm}$ implicando baja mineralización de las aguas freáticas. En general se reporta presencia de Coliformes Fecales cuyo nivel fluctúa entre 2 y 24.196 NMP/100ml con un valor promedio de 1.555. Lo anterior se debe a que los aljibes captan de los niveles someros que son susceptibles de ser contaminados por actividades domésticas como la cría de animales, letrinas, pozos sépticos, etc. En todas las muestras reportadas la concentración de TPH estuvo por debajo del límite de detección.

• Manantiales

El pH promedio registrado en los manantiales monitoreados es de 6,0; oscilando valores entre 2,3 y 7,25 unidades, lo que

es concordante con el pH bajo de los aljibes que captan de los mismos horizontes y que indica que en general los acuíferos libres son ácidos. Los valores de conductividad eléctrica varían de 1 a 477 $\mu\text{S}/\text{cm}$, valores también muy similares a los registrados para los aljibes, de igual manera se registran Coliformes Fecales cuyo nivel fluctúa entre 2 y 3.500 NMP/100ml con un valor promedio de 211. En todas las muestras reportadas la concentración de TPH estuvo por debajo del límite de detección.

• Pozos

Con base en la información disponible, se establece que las profundidades de los pozos, oscilan entre 5 y 90 metros, con valor promedio de 21 metros; sus niveles estáticos oscilan entre 1 y 13 metros de profundidad, mientras que el pH registra valores promedio de 6,0 oscilando entre 4,9 y 7,5 unidades, lo que indica que al igual que en los manantiales y aljibes, se presentan condiciones ácidas en el medio. Los valores de conductividad eléctrica varían de 7 a 306 $\mu\text{S}/\text{cm}$. En algunos pozos se identificaron Coliformes Fecales cuyo nivel fluctúa entre 2 y 1950 NMP/100ml. En todas las muestras reportadas la concentración de TPH estuvo por debajo del límite de detección.

Componente de valoración Económica Ambiental de los servicios ecosistémicos asociados al recurso hídrico

El análisis de los servicios ecosistémicos en el contexto del licenciamiento ambiental basa su importancia en la necesidad de comprender cómo varía el bienestar de un individuo o de una comunidad, al alterar la provisión de servicios de los ecosistemas. En tal sentido, conocer en términos económicos como es el estado y comportamiento del recurso hídrico y de los servicios asociados a éste, ofrece una aproximación al entendimiento del nivel de importancia del recurso en el contexto de las inversiones y en el lenguaje del bienestar para la población.

Para realizar la valoración de los servicios ecosistémicos del recurso hídrico en la SHZ del río Ariari, se transfieren los valores de referencia obtenidos del estudio de política el documento resultado de la consultoría ANH-FONADE-ANLA¹⁷.

Las valoraciones de referencia incluyen la aplicación de la metodología Conjoint para estimar la disponibilidad a pagar

¹⁷ Valoración Económica de Referencia de los componentes aire y agua como instrumento para el fortalecimiento del proceso de licenciamiento ambiental de proyectos para el sector hidrocarburos- estudio de caso Casanare y Meta", realizado por la empresa Valoración Económica S.A.

Reporte Sobre Subzona Hidrográfica SZH Del Río Ariari

(DAP), por la cantidad y calidad del recurso hídrico para el funcionamiento de los ecosistemas en las SZH de las zonas de estudio.

También, se realiza la valoración económica del recurso agua en los procesos productivos de ganadería, piscicultura, cultivos de arroz, palma de aceite, e hidrocarburos y la valoración de un sistema de aprovisionamiento de agua subterránea para una agrupación urbana típica.

Respecto al cálculo de la DAP, en la Tabla 8 se presentan los resultados obtenidos para las disponibilidades a pagar por las opciones seleccionadas y que contienen los diferentes programas de intervención (Alternativa 1 y 2- Valoración Económica Ambiental S.A.S).

	Alternativa 1	Alternativa 2
DAP Media	\$ 46.199	\$ 28.684
Límite Inferior DAP	\$ 19.858	\$ 9.148
Límite Superior DAP	\$ 72.541	\$ 48.220

Tabla 8. Disponibilidad a Pagar Modelo Conjoint.
Fuente: (Valoración Económica Ambiental S.A.S., 2015).

Para realizar la transferencia del valor de la DAP, se sumaron los valores obtenidos para las alternativas 1 y 2 en el límite inferior del valor económico de todos los impactos obtenidos, de acuerdo con lo establecido por el panel de la NOAA¹⁸. A continuación se presentan los cálculos, para el componente de bienestar relacionado con la Disponibilidad a Pagar por calidad y cantidad del recurso hídrico para el funcionamiento adecuado de los ecosistemas, la metodología propuesta se basa en un Análisis Conjoint.

El cálculo de DAP se fundamenta en el hecho que los consumidores asignan valor a un bien o servicio ambiental observando la combinación de sus diferentes atributos o características y cómo estas características y atributos influyen en la cantidad del ingreso del hogar destinado como decisión del consumo de los individuos (Tabla 9).

Población	Hogares	DAP (mes/hogar)	DAP (Total año)	VPN (Tasa del 8,5%, Período de análisis de 10 Años)
116,416	29,104	29,006	10,130,258,191	81,057,140,128

Tabla 9. Disponibilidad a pagar agregada para el mantenimiento de la calidad y cantidad del recurso hídrico para el funcionamiento de los ecosistemas.
Fuente: Cálculos Instrumentos ANLA a partir de Valoración Económica Ambiental S.A.S, 2015.

¹⁸ Administración Nacional de Océanos y Atmósfera NOAA (1993).

Considerando la DAP, de los individuos como una inversión que a futuro les permitirá percibir el beneficio por preservar la calidad y cantidad del recurso hídrico, el Valor Presente Neto (VPN) se constituye en el método que permite determinar si dicha inversión puede incrementar o reducir su valor a través del tiempo, para este análisis se consideró un periodo de diez años. Considerando que el valor obtenido para el VPN descontado, es mayor que la inversión inicial y por tanto positiva, como se señala en la Tabla 9. Esta inversión no sugiere riesgos y por el contrario generará beneficios a través del tiempo.

La tasa social de descuento es una variable importante para el cálculo del VPN, esta refleja la oportunidad a la cual una sociedad está dispuesta a cambiar consumo presente por consumo futuro o, dicho de otra manera, el patrón de consumo ahorro de una sociedad en cada momento; lo cual no es otra cosa que el valor tiempo que le asigna la sociedad a la postergación. Para el presente cálculo se utiliza una tasa social de descuento de 8,5%.

Para evaluar los demás componentes de bienestar del recurso hídrico, el documento de política propone un modelo financiero de producción de los sistemas típicos para la actividad ganadera, piscícola, agrícola (arroz y palma), y de hidrocarburos. Adicionalmente, se realiza el análisis de una estructura de costos de aprovisionamiento de agua subterránea para una agrupación urbana típica.

- **Servicio de aprovisionamiento hídrico para el proceso productivo de la ganadería**

Esta valoración se realiza a partir de la estimación de la productividad marginal del agua en la producción ganadera. Para el sistema productivo ganadero, se realizó el análisis de los costos según los materiales y recursos necesarios tales como infraestructura, mano de obra, e insumos, estimando las cantidades de cada uno de ellos y sus precios en un sistema productivo de 150 Hectáreas, que es el tamaño promedio del terreno utilizado en la zona, según encuestas realizadas en el departamento del Meta (Valoración Económica Ambiental S.A.S 2015).

De esta revisión, se obtiene que los costos totales anuales del sistema productivo de la actividad ganadera es de ciento cincuenta y nueve millones ciento cincuenta y dos mil ochocientos veintiún pesos (\$159.152.821); y a su vez, una unidad de área adicional genera un cambio en los costos totales de \$1'122.126,88. Por otra parte, el cambio en la producción a

Instrumento de Regionalización

Subdirección de Instrumentos, Permisos y Tramites Ambientales

precios de mercado del año 2015 para una producción de un animal por hectárea fue estimado en \$ 1'176.400.

Con estos valores se construye la productividad marginal asumiendo una función de beneficios que depende del nivel de producción alcanzado ($p \cdot q$), menos los costos fijos y variables del proceso productivo (C_T , C_F), y menos la introducción de una variable de consumo hídrico que considera el consumo en m^3 por año, tanto para riego como para consumo animal asumiendo un costo por m^3 parametrizado e igual a 1 ($Q \times C_A$).

$$\pi_{h=x} = Q(P - (C_T + C_F + C_A))$$

Así, para analizar el cambio en los beneficios atribuible al consumo hídrico se evalúa un cambio marginal en la función prevista, logrando encontrar el impacto de un cambio porcentual en las condiciones iniciales que genera un cambio en el valor final de la producción (Valoración Económica Ambiental S.A.S 2015).

En el documento de política se informa que de acuerdo al Estudio Nacional del Agua—ENA— (IDEAM, 2010), para el Casanare y Meta el consumo efectivo del cultivo de pasto es de 1.357 $m^3/año$ por hectárea. Adicionalmente, según el Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria (CIPAV, 2014) en promedio al año se consumen 8,21 $m^3/año$, lo que corresponde a un valor de 1.232 $m^3/año$ para 150 animales y 1.240 $m^3/año$ para 151 cabezas de ganado. En la Tabla 10 se agrupan los valores estimados teniendo en cuenta el consumo anual del sistema para 150 y 151 hectáreas.

Concepto	Valor	Unidades
Consumo de Agua en el Sistema	250.679	$m^3/año$
Consumo de Agua en el Sistema con Adición	252.351	$m^3/año$
Cambio en las Utilidades previstas del sistema productivo	144.151	Pesos/año
Cambio en el volumen de Agua que demanda la producción	1617	$m^3/año$

Tabla 10. Parámetros para la estimación del costo marginal del agua en la actividad ganadera.

Fuente: (Valoración Económica Ambiental S.A.S., 2015).

Finalmente, para obtener el valor marginal del agua, en el estudio de política, se realiza el cociente entre el producto del (Cambio en las Utilidades previstas del sistema productivo *Costo atribuible al agua) y el cambio en el volumen de Agua que demanda la producción (Tabla 11).

CONCEPTO	VALOR UNITARIO	UNIDADES
Valor marginal del m^3	41,56	Pesos/ m^3

Tabla 11. Valor Marginal del agua en la actividad ganadera
Fuente: (Valoración Económica Ambiental S.A.S., 2015)

En síntesis, el valor marginal del agua se obtiene a partir de la productividad marginal que relaciona el beneficio neto de la producción (agrícola, piscícola, ganadera, industrial) con el patrón de uso del agua o volumen de agua consumida o desviada. Por lo tanto este valor será mayor cuando se destine a cultivos o actividades con alta productividad, es decir con mayores precios de mercado.

De manera que el valor marginal obtenido (\$ 41,56/ m^3), corresponde al valor asignado que se relaciona con la importancia del último metro cúbico de agua consumido (o marginal), o sea, que a cada metro cúbico adicional de agua empleado, se le asignará un valor menor al que se atribuyó a las unidades previas gastadas.

Este mismo argumento aplica para los valores marginales obtenidos para el recurso hídrico en las actividades productivas de piscicultura, cultivo de arroz, cultivo de palma de aceite, hidrocarburos y consumo doméstico, que se desarrollan a continuación.

- **Servicio de aprovisionamiento hídrico para el proceso productivo de la piscicultura.**

Para la estimación de la productividad generada por el recurso hídrico en la actividad piscícola se estimó un sistema de producción sobre tierra en estanque con una capacidad de 5 toneladas de carne de tilapia mensuales en canal. Los costos presentados a continuación describen la dinámica anual de un cultivo que cuenta con 10.800 m^3 de agua en una hectárea de funcionamiento. Adicionalmente, se dispone de un reservorio para realizar el recambio de agua requerido como parte del proceso de oxigenación de los peces de acuerdo a los parámetros descritos en la Tabla 12:

Etapa	% de Recambio	Densidad de Siembra
Crianza	10%-15%	100-150 peces / m^3
Levante	5%-10%	20-50 peces/ m^3
Engorde	40%-50%	Más de 12 peces/ m^3

Tabla 12. Parámetros de recambio de agua en la producción piscícola.
Fuente: (INCODER, 2006)

Reporte Sobre Subzona Hidrográfica SZH Del Río Ariari

El sistema de costos, incluye las cantidades de obra de construcción para la realización de las excavaciones y la infraestructura de tubería necesaria para realizar el recambio del recurso. La caracterización de la producción se realizó para la unidad de área seleccionada (1 Ha), posteriormente se realiza este mismo análisis pero intensificando la producción a una unidad adicional de área (2 Ha).

El total calculado para los costos anuales para el sistema productivo piscícola es de mil trescientos sesenta y seis millones seiscientos noventa mil novecientos setenta y cinco pesos aproximadamente (\$1.366.690.975). El cambio en los costos por una hectárea adicional de producción corresponde a \$353'539.627 (Valoración Económica Ambiental S.A.S 2015).

A partir de esto se estima que el cambio en la producción a precios de mercado del año 2015 para una producción de 5 toneladas mensuales de carne por hectárea se calcula en \$ 549.194.758 en un año.

Ahora, para analizar el cambio en los beneficios atribuible al consumo hídrico, en el documento de política se evalúa un cambio marginal en la función prevista, logrando encontrar cómo el impacto de un cambio porcentual en las condiciones iniciales, genera un cambio en el valor final de la producción (Tabla 13).

Concepto	Valor	Unidades
Consumo de Agua en el Sistema	\$ 1.014.700	m ³ /año
Consumo de Agua en el Sistema con Adición	\$ 2.029.400	m ³ /año
Cambio en las Utilidades previstas del sistema productivo	\$ 195.655.132	Pesos/año
Cambio en el volumen de Agua que demanda la producción	1.014.700	m ³ /año

Tabla 13. Parámetros para la estimación del valor marginal del agua en la actividad piscícola.

Fuente: (Valoración Económica Ambiental S.A.S., 2015).

De esta manera el valor marginal del agua para esta actividad, corresponde a \$113.1 (pesos /m³/año) m³. Los cálculos realizados para obtener el valor marginal del agua en esta actividad se calculan siguiendo la misma metodología empleada para el cálculo en la actividad ganadera (Valoración Económica Ambiental S.A.S 2015).

- **Servicio de aprovisionamiento hídrico para el proceso productivo del arroz.**

Para el sistema productivo del arroz, se realizó el análisis de los costos según los materiales y recursos necesarios estimando las cantidades de cada uno de ellos y sus precios en un sistema productivo de 100 Hectáreas, que es el tamaño promedio del terreno utilizado en la zona. Según la secretaria de Agricultura, Ganadería y Desarrollo de la Gobernación del Meta, en este municipio el Arroz Secano es el que tiene mayor cantidad de siembra y producción según datos registrados del 2001, por lo que en el documento de la consultoría se presentan los costos anuales de producción de tipo de Arroz Secano equivalentes a (\$428.773.193).

Como en los casos anteriores se presentan los costos considerando una unidad adicional en el proceso de arroz secano. Se observa que para el nuevo Sistema Productivo de 151 Hectáreas, la adición de una hectárea genera un cambio en los costos totales de \$ 4.387.323.

A partir de lo anterior se construyó la productividad marginal asumiendo una función de beneficios que depende del nivel de producción alcanzado, menos los costos fijos y variables del proceso productivo, y menos la introducción de una variable de consumo hídrico que considera el consumo en m³ por año para riego.

De acuerdo al Estudio Nacional del Agua por el Ministerio de Agricultura (2013), para el Casanare y Meta el consumo efectivo del cultivo de Arroz Secano es de 975.46 m³/año por hectárea. En la Tabla 14, se agrupan los valores estimados teniendo en cuenta el consumo anual del sistema para 100 y 101 hectáreas.

Consumo de Agua en el Sistema	191.718,32	m3
Consumo de Agua en el Sistema con Adición	193.635,5	m3
Valor adicional	355.851,1	Pesos
Agua Adicional	1.917,18	m3

Tabla 14. Parámetros para la estimación del valor marginal del agua en la actividad de producción de Arroz Secano.

Fuente: (Valoración Económica Ambiental S.A.S., 2015).

Finalmente, el resultado obtenido expone un costo marginal de \$89,192 Pesos/m³. El cual fue calculado en el documento, de igual manera que los valores marginales anteriores (Valoración Económica Ambiental S.A.S 2015).

Instrumento de Regionalización

Subdirección de Instrumentos, Permisos y Tramites Ambientales

- **Servicio de aprovisionamiento hídrico en el proceso productivo de la palma de aceite.**

De acuerdo con los datos obtenidos a partir de (Fedepalma, 2013), la producción total de aceite de palma para el 2012 era de 3,11 toneladas por Hectárea, lo que representan en total 354.234 toneladas de aceite de palma para un área sembrada de 170.662 hectáreas de las cuales 113.820 estaban en producción y 56,842 Ha estaban en desarrollo para ese momento.

Para el sistema productivo de Palma de Aceite, se realizó el análisis de los costos del establecimiento, puesta en marcha y operación de un cultivo de palma de aceite, considerando los materiales y recursos necesarios y estimando las cantidades de cada uno de ellos y sus precios en un sistema productivo de 1000 Hectáreas, que es el tamaño promedio del terreno utilizado en la zona (Valoración Económica Ambiental 2015). Considerando lo anterior los costos totales anuales por establecimiento del sistema productivo de palma es de seiscientos noventa y tres millones quinientos noventa mil trescientos cuarenta pesos (\$693.590.340). Para el Sistema Productivo de 1001 Hectáreas, se obtiene que la adición de una hectárea genera un cambio en los costos totales de \$692.867 (Valoración Económica Ambiental 2015).

A partir de lo anterior se construyó la productividad marginal de igual manera como se desarrolla para el servicio de aprovisionamiento hídrico en la actividad ganadera.

En los cálculos se considera el consumo efectivo del cultivo de Palma de Aceite es de 393.46 m³/año por hectárea, información consignada en la Tabla 15. (Estudio Nacional del Agua por el Ministerio de Agricultura 2013).

Concepto	Valor \$	Unidades
Consumo de Agua en el Sistema	2.555.920,44	m ³ /año
Consumo de Agua en el Sistema con Adición	2.558.476,36	m ³ /año
Cambio en las Utilidades previstas del sistema productivo	238.789,1	Pesos/año
Cambio en el volumen de Agua que demanda la producción	2.555,92	m ³ /año

Tabla 15. Parámetros para la estimación del valor marginal del agua en la actividad de producción de Aceite.

Fuente: (Valoración Económica Ambiental S.A.S., 2015).

Finalmente, el resultado obtenido expone un costo marginal para el agua de \$ 53.71 m³. (Valoración Económica Ambiental 2015).

- **Servicio de aprovisionamiento hídrico para el Sector Hidrocarburos.**

Para definir los costos asociados a la producción petrolera el estudio de política toma como referencia, el ejercicio de costos de producción que corresponde a un informe realizado por la Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH) (2009), denominado "Costos Hallazgo, Desarrollo, Producción y Transporte en las Cuencas Colombianas (2002-2006)". En este estudio se muestra una estimación, un análisis y una comparación de los costos de producción y exploración petrolera para las cuencas colombianas. En este se obtiene un valor promedio en el costo de producción de \$17,33 (USD/barril), con un máximo de (\$31,03 USD/barril) y un valor mínimo de (\$13.95 USD/barril).

También se emplea como segunda referencia el cálculo realizado por el senador del partido liberal Luis Fernando Velasco Cháves, elaborado a partir de los costos de producción de Crudo en Colombia propuestos por Ecopetrol y el estudio desarrollado por la Ziff Energy Group en el año 2007 (a precios constantes de 2009) denominado "Estimación, análisis y comparación de los costos exploración y producción de hidrocarburos en las cuencas colombianas y el diseño de una metodología para la actualización periódica de los mismos". En este documento se especifican costos por hallazgo, desarrollo, producción, transporte, refinación y otros.

De esta manera el total de los costos según respuesta de Ecopetrol (Promedio Último Trienio 2007-2009), es de 42,97 (USD/barril) y según el estudio por Ziff Energy Group, el costo total es de 28,25 (USD/barril) (Valoración Económica Ambiental S.A.S 2015).

Respecto al uso del agua en el proceso extractivo de hidrocarburos, hay también una amplia gama tecnológica y los volúmenes y finalidades del uso son diversos. Lo anterior sumado a la poca información detallada de costos, dificulta el uso de un modelo financiero para determinar la productividad marginal del agua en el sector. La revisión sobre costos de producción da un marco general para tener un orden de magnitud de aporte del agua en el sector de hidrocarburos. En la Tabla 16 se presentan los resultados para la obtención del valor marginal del agua en el sector hidrocarburos.

Reporte Sobre Subzona Hidrográfica SZH Del Río Ariari

Sector	Elasticidad de la producción del agua	Valor Marginal del Agua (\$/M3)	Elasticidad del Precio del Agua
Extracción de Petróleo	0,15	222,025	-0,63
Cadena completa del Petróleo	0,25	198,615	-1,19

Tabla 16. Valor marginal del M3 de agua para el sector de hidrocarburos. Fuente: (AUNAP, 2013) (Wang & Lall, 1993) Información de Cálculos: (Valoración Económica Ambiental S.A.S., 2015)

- **Servicio de aprovisionamiento de agua subterránea para una agrupación urbana típica.**

En caso de que las actividades desarrolladas por los diferentes sectores tengan vertimientos en corrientes hídricas que contaminen el agua para consumo humano de una población, o el consumo hídrico de estas actividades disminuya la oferta hídrica de las fuentes usadas por los habitantes de la zona, es importante incorporar los costos para la construcción de un pozo subterráneo de agua, con su respectiva planta de tratamiento y accesorios necesarios para satisfacer las necesidades de una unidad familiar.

Considerando la construcción del pozo profundo, el sistema de succión, el sistema de tratamiento, más los costos indirectos como administración, imprevistos y utilidad; el valor total es de cuarenta y cinco millones doscientos treinta y ocho mil ciento veinte pesos (\$45.238.120) a precios de 2015. Valoración económica Ambiental 2015.

Los costos se encuentran estimados para 10 hogares con un bombeo diario de 2 horas por hogar. Se consideran las características propias de aprovisionamiento a partir de un pozo con un caudal de 0,10 Lts/seg y una operación de 20 horas diarias (10 hogares x 2 horas).

A partir de esta proyección se estima el costo por m³ de elaborar una alternativa de consumo hídrico que dura 20 años, realizando una operación entre el costo total de la inversión y operación sobre el caudal que extrae del pozo (52.560 m³) en este período de tiempo, obteniendo como resultado un valor de \$191 por m³ (Valoración Económica Ambiental S.A.S 2015).

A partir del valor marginal del agua y la demanda hídrica para cada sistema productivo analizado se obtiene la productividad marginal del agua para la cuenca del río Ariari y el VPN para este recurso (Tabla 17):

Sistema Productivo	Valor marginal del m3 de Agua (\$/m3)	Demanda Hídrica (m3/ Anual) Cuenca Río Ariari	Productividad del Agua (\$/año) Cuenca Río Ariari	VPN (Tasa del 8,5%, Período de análisis de 10 Años)
Ganadería	41.56	46640033.36	1938359786	15509762719
Piscícola	113.1	10897299.48	1232484572	9861710606
Arroz Tradicional	89.19	684418.9225	61043323.7	488437426.8
Palma	53.71	22354800.91	1200676357	9607197555
Industria Hidrocarburos	198.61	35645.985	7079649.081	56647727.71
Consumo Humano	191	7683433.779	1467535852	11742470621
TOTAL			5907179540	47266226655

Tabla 17. Productividad marginal del recurso hídrico para las principales actividades económicas del área de estudio. Fuente: Cálculos GVE-SIPTA ANLA a partir de Valoración Económica Ambiental S.A.S.2015.

En este caso el término productividad marginal del agua representa el producto entre el valor marginal del agua para cada sector y la demanda o volumen del agua consumida o desviada.

Tal como se explicó anteriormente, el Valor Presente Neto (VPN) se constituye en el método que permite determinar si el sistema productivo es rentable a través del tiempo, para este análisis se consideró un horizonte de diez años, con una tasa social de descuento de 8,5%.

Ruido

La zona con mayor número de proyectos licenciados en la cuenca del SZH del río Ariari para el sector de hidrocarburos, se encuentra localizada en el municipio de Puerto Lleras (Ver Figura 4), con ocho (8) proyectos.

En los proyectos licenciados en la SZH del río Ariari por parte de la autoridad ambiental se cuenta con resultados de monitoreos de ruido en siete (7) de ellos. Una vez revisados los procedimientos y metodologías aplicadas en los estudios de ruido, se validan cuatro (4) de ellos con la siguiente información: ocho (8) de ruido ambiental y seis (6) de ruido de emisión, como se aprecia en la Tabla 18.

Reporte Sobre Subzona Hidrográfica SZH Del Río Ariari

• Ruido de Emisión

El análisis del proyecto ubicado en el municipio de Guamal en zona de paisaje pie de monte, determinó niveles de emisión diurna que oscilan entre los 54 y los 80.5 dB(A); mientras que para el horario nocturno los nivel de emisión se encuentran entre los 50 y los 80 dB(A). Estos niveles de emisión son atribuidos a la operación de los motores diesel que alimentan la planta de generación eléctrica. Los potenciales receptores que se encuentran en la zona de influencia sonora generada por las actividades propias del proyecto son los ubicados en la Vereda Las Violetas. (Ver Figura 41 y Figura 42).

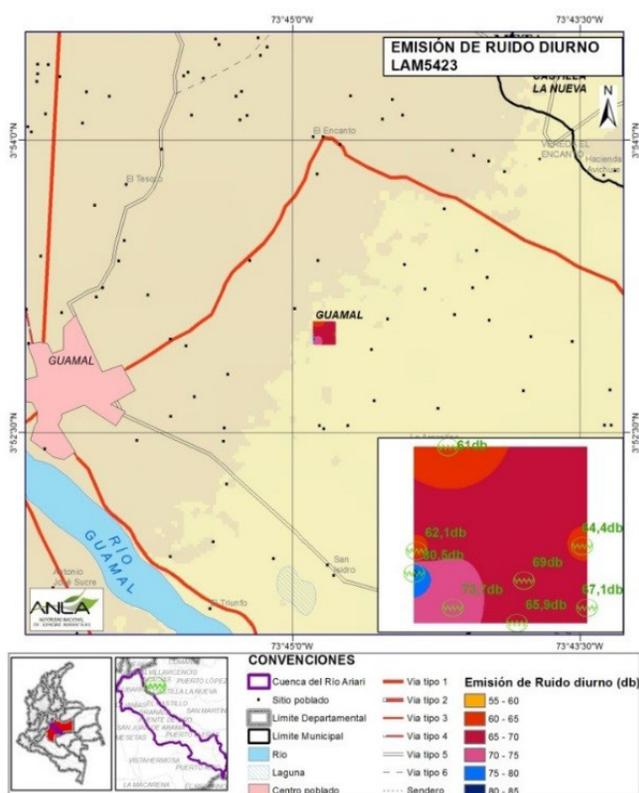


Figura 41. Mapas de ruido de emisión diurna LAM5423-1
Fuente: ANLA, 2015.

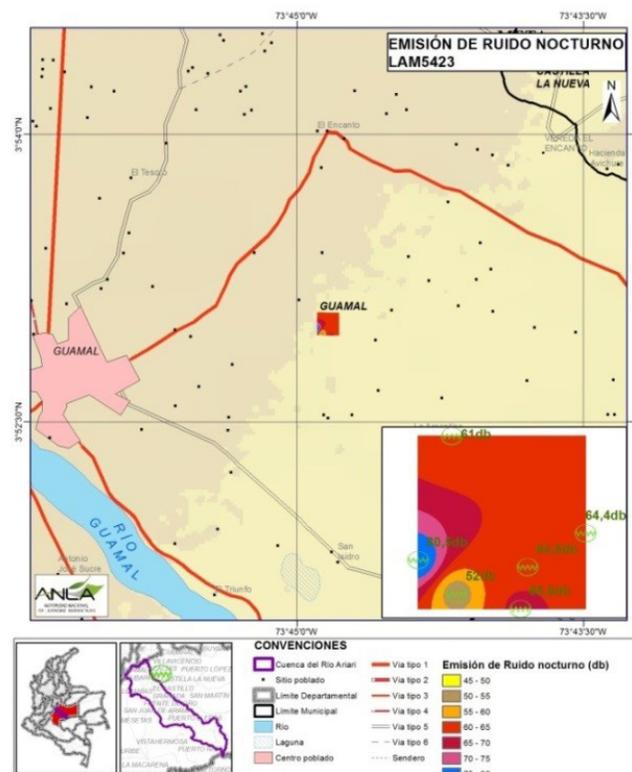


Figura 42. Mapas de ruido de emisión nocturno LAM5423-1
Fuente: ANLA, 2015.

Socioeconómico

El poblamiento en la SZH del río Ariari¹⁹ es el resultado de procesos migratorios provenientes del interior del país, en donde la colonización se constituye en el factor determinante de la ocupación territorial y de una economía de orientación agropecuaria.

La SZH del río Ariari corresponde a la subregión del Ariari del departamento del Meta y está dividida en tres zonas: el Alto Ariari que integra los municipios del El Castillo, El Dorado, Cubarra, San Martín y Lejanías; el Medio Ariari constituida por los municipios de Fuente de Oro, San Juan de Arama y Granada; este último concentra la segunda ciudad más importante del Meta y el núcleo de desarrollo hacia San José de Guaviare. Por último, el Bajo Ariari que integra los municipios de Puerto Rico, Puerto Lleras, Mapiripan y Puerto Concordia. Es de resaltar que esta división no integra el municipio de Guamal y el de Vista Hermosa, sin embargo, en razón a que estos dos municipios hacen parte de la SZH del río Ariari definida para este reporte, se incluyen dentro del análisis. En la Tabla 19 y Tabla 20 se sintetizan las características socioeconómicas de los municipios que conforman la SHZ del río Ariari.

¹⁹ Plan estratégico Meta 2000, diagnóstico de la zona del Alto Ariari del Meta

Instrumento de Regionalización Subdirección de Instrumentos, Permisos y Tramites Ambientales

CARACTERÍSTICA	MUNICIPIO						
	Guamal	Cubarral	Lejanías	El Castillo	El Dorado	San Martín de Los Llanos	Fuente de Oro
Total de población 2015	9366	5946	9404	6362	3429	24670	13263
Extensión territorial Km ²	638	1159	852	573	117	6454	576
Densidad de población por Km ²	15	5	11	11	29	4	23
Distribución poblacional urbana	73%	65%	47%	32%	43%	89%	45%
Distribución poblacional rural	17%	35%	53%	68%	57%	11%	55%
Índice de ruralidad (2013)	52,15	61,78	55,5	65,93	48,46	66,5	52,87
Índice de Pobreza Multidimensional	46%	62%	74%	76%	60%	60%	73%
Índice de desempeño Integral (vigencia 2013)	76,23	86,14	74,97	59,7	73,67	85,53	60,49
Categoría municipal (vigencia 2015)	6	6	6	6	6	6	6

Tabla 19. Características socioeconómicas municipales Fuente. Fichas de caracterización municipal (DNP, 2014); fichas estadísticas territoriales (DNP 2015), adaptado ANLA.

CARACTERÍSTICA	MUNICIPIO						
	San Juan de Arama	Granada	Puerto Rico	Puerto Lleras	Mapiripán	Puerto Concordia	Vista Hermosa
Total de población 2015	8837	62209	18626	9871	17229	20897	25461
Extensión territorial Km ²	1163	381	3772	2061	11938	1298	4749
Densidad de población por Km ²	8	163	5	5	1	16	6
Distribución poblacional urbana	44%	84%	28%	30%	80%	50%	35%
Distribución poblacional rural	56%	16%	72%	70%	20%	50%	65%
Índice de ruralidad (2013)	59,81	36,37	65,06	65,51	77,74	58,52	65,93
Índice de Pobreza Multidimensional	72%	60%	77%	86%	98%	88%	77%
Índice de desempeño Integral (vigencia 2013)	73,97	71,39	73,61	78,56	48,34	63,23	78,24
Categoría municipal (vigencia 2015)	6	5	6	6	6	6	6

Tabla 20. Características socioeconómicas municipales Fuente. Fichas de caracterización municipal (DNP, 2014); fichas estadísticas territoriales (DNP 2015), adaptado ANLA.

Respecto a los datos presentados se observa que la cuenca concentra un total de 235.570 habitantes; de este total, un cuarto de la población se encuentra asentada en un sólo municipio (Granada), que además presenta la mayor densidad poblacional de la zona con 167 hab/km². Con excepción de este municipio, y de los municipios de San Martín, Puerto Concordia y Vista Hermosa, se observa que los municipios de la SZH se caracterizan por tener poblaciones menores de 20.000

habitantes y una baja densidad poblacional. El municipio de Mapiripán es la entidad territorial de mayor extensión, mientras El Dorado tiene el menor número de Km².

En cuanto a la distribución poblacional, en la SZH del río Ariari se encuentran municipios con altas tasas de urbanización (Guamal, San Martín, Granada, Cubarral y Mapiripán); municipios que se encuentran en una transición urbano-rural: Lejanías, El Dorado, Fuente de Oro, San Juan de Arama y Puerto Concordia; y municipios con predominancia de población asentada en la zona rural, tales como El Castillo, Puerto Rico, Puerto Lleras y Vista Hermosa. Al respecto, es pertinente resaltar que existen municipios, que a pesar de tener unas altas tasas de urbanización, registran un índice de ruralidad²⁰ que indica que se mantienen relaciones fuertes con lo rural, estos son Guamal, Cubarral, San Martín y Mapiripán. En este sentido, en la SZH del río Ariari los municipios comparten unas características de ruralidad similar, con excepción del municipio de Granada en donde predominan las dinámicas urbanas.

Frente a las condiciones de pobreza, según el Índice de Pobreza Multidimensional – IPM²¹ se encuentra que todos los municipios con excepción del municipio de Guamal, registran un Índice de Pobreza Multidimensional por encima de la media departamental (54%), no obstante, los casos más críticos se observan en los municipios localizados en la parte baja de la SZH, con porcentajes superiores al 85%, seguido de los municipios localizados en la parte media.

En términos de la capacidad institucional, los municipios reportan un índice de desempeño integral IDI²² con niveles sobresalientes y satisfactorios, por encima de la media departamental (69,82). Solamente Fuente de Oro y Puerto Concordia tiene desempeños medios, y El Castillo y Mapiripán desempeños bajos. De igual manera es pertinente

20 Este índice propone una visión de lo rural distinta a la del concepto demográfico entre cabecera y resto; adopta tres enfoques: "(a) combina densidad demográfica con distancia de los centros poblados menores a los mayores; (b) adopta como unidad de análisis el municipio como un todo y no solo el tamaño de las aglomeraciones (cabecera, centro poblado y rural disperso en el mismo municipio), y (c) asume la ruralidad como un continuo (se refiere a municipios más o menos rurales, antes que a urbanos y rurales)". (PNUD, 2011, pp 31).

21 El IMP refleja el grado de privación que tienen las personas de acuerdo a un conjunto de dimensiones (educación, salud, trabajo, niñez, y nivel de vida) estimando la pobreza multidimensional a partir del número de privaciones. Para el IMP Colombia, se considera que una persona está en condición de pobreza multidimensional si tiene 33% de las privaciones, es decir si tiene carencias en 5 de las variables que constituyen el índice (DNP, 2011).

22 El IDI evalúa la gestión pública y desempeño de las administraciones municipales a partir de cuatro componentes i) eficacia, ii) eficiencia, iii) cumplimiento de requisitos legales, y iv) gestión. Los municipios con calificaciones satisfactorias corresponden a municipios que "cumplen lo establecido en sus planes de desarrollo, consiguen la mayor cantidad de bienes y servicios en relación con los insumos que utilizan, cumplen a cabalidad lo estipulado en la Ley 715 de 2001 en cuanto a la ejecución de los recursos del SGP y tienen una alta capacidad de gestión administrativa y fiscal" (DNP, 2014, p7).

Instrumento de Regionalización

Subdirección de Instrumentos, Permisos y Tramites Ambientales

rigidas por el Estado desde mediados de 1950, los procesos de colonización espontanea por la apertura de vías y bonanzas económicas, y el fenómeno de la violencia política y la expansión de cultivos ilícitos desde la década de los 70.

Estas dinámicas socioeconómicas, junto con las características del suelo para el uso agrícola y pecuario en la SZH del río Ariari crean las condiciones para la ampliación de la frontera agrícola y el establecimiento de empresas agroindustriales comerciales que generan cambios en las formas de ocupación y concentración de la tierra reconfigurando las relaciones socioeconómicas de la región y posicionan a la región como despensa agrícola proyectándose la producción de cultivos de maíz, cacao, yuca, plátano, arroz, sorgo, algodón, palma y pastos para ganadería.

De igual manera, la situación ambiental²⁶ actual de la SZH del río Ariari no puede entenderse desvinculada de estos procesos colonizadores debido los efectos sobre los ecosistemas estratégicos por la expansión de la frontera agrícola y las características extensivas e intensivas de los desarrollos agroindustriales que se han emplazado en la región. Al respecto, es de resaltar la incursión de los monocultivos de palma de aceite, arroz y cultivos ilícitos en la década de los ochentas, la actividad agropecuaria, así como, las nuevas presiones sobre los recursos que genera el avance del sector hidrocarburífero desde finales de la década de los noventa.

Lo presentado anteriormente permite identificar dos actividades que por su tendencia o proyecciones sectoriales pueden implicar una presión futura sobre los recursos naturales y los ecosistemas en la SZH del río Ariari: el aumento en el desarrollo de actividades agropecuarias y el desarrollo del sector hidrocarburífero, como se explica a continuación:

- **Desarrollo de las actividades agropecuarias**

En cuanto al desarrollo agrícola se destacan dos subsectores el arrocero y palmero. El primero predomina en la cuenca media, destacándose el municipio de Fuente de Oro con un promedio de 10.380 ha de áreas de arroz por año y Granada con un promedio de 4.053 ha/año para el periodo; de igual manera, en los municipios de El Castillo, Lejanías y San Juan de Arama también se presenta cultivos de arroz en pequeñas proporciones con un promedio de 200 ha por año²⁷ En el caso del segundo subsector se evidencia un importante

26 Corporinoquia. (2002). Plan de Gestión ambiental regional - PEGAR-2002-2012; Programa DEL de la Unión Europea para Colombia (2011). Plan para el uso sostenible de la biodiversidad región Alto Ariari

27 Censo Arrocero de los Llanos Orientales (1999-2012); Fondo Nacional del Arroz Fedearroz, Julio 2012.

desarrollo en la cuenca baja, sobre todo en el municipio de Puerto Rico, donde éste representa el 71,5 % de su actividad agrícola al registrar 4.200 ha sembradas en 2012. Al respecto es importante resaltar que debido a procesos de integración comercial con otros países, el subsector presenta una tendencia de crecimiento de las áreas sembradas en palma de aceite²⁸ Respecto al desarrollo pecuario se resalta la ganadería bovina presente en toda la SZH del Río Ariari, con desarrollos importantes en la cuenca media donde se presenta el mayor número de cabezas de ganado, sobre todo en el municipio de San Martín con 166.000 cabezas de ganado a 2015, seguido de Puerto Lleras con 111.000, San Juan de Arama y Vista Hermosa con 70.000 cabezas cada uno; en el resto de municipios de la cuenca el rango de ganado oscila entre 10.000 a 60.000 cabezas de ganado.²⁹

De igual manera, en cuanto al desarrollo este sector es necesario tener en cuenta la construcción y operación del “Distrito de Riego del Ariari” que se tiene proyectado por sus implicaciones ambientales y sociales en la SZH de la cuenca del río Ariari:

Distrito de Riego del Ariari

En el marco del estudio de factibilidad del “Proyecto de Desarrollo Agrícola Integrado de la Cuenca del Río Ariari” realizado en los años 1988 y 1989 por la Agencia de Cooperación Internacional del Japón, JICA³⁰, se planteó la construcción del “Distrito de Riego del Ariari”, para proveer de agua para irrigación de 37.472 hectáreas, convirtiéndose en el distrito de riego de mayor extensión en Colombia; durante más de dos décadas la expectativa de la construcción e implementación del distrito ha sido reiterativa, pero a la fecha el avance en la gestión del proyecto ha sido mínima.

Es de destacar que este distrito se encuentra proyectado en la jurisdicción de los municipios de Lejanías, Granada, San Juan de Arama y Fuente de Oro, en una zona habitada por 1.251 familias³¹, y pretende contribuir al aseguramiento del suministro alimenticio de Bogotá y sus poblaciones vecinas para garantizar la seguridad alimentaria de productos básicos de la canasta familiar. El Distrito de Riego del Ariari, se licenció mediante la Resolución 0103 del 30 de enero de 2004 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, en la cual se otor-

28 Minianuario Estadístico 2013, principales cifras de la agroindustria de la palma de aceite en Colombia; Fedepalma - Unidad de Planeación Sectorial y Desarrollo Sostenible

29 Censo Pecuario Nacional – 2015; Instituto Colombiano Agropecuario ICA.

30 Rosales A. Eraso A., Aldana C. et al. Análisis de metodologías de evaluación financiera, económica, social y ambiental de proyectos de inversión agrícola utilizada en Colombia. Finanzas y política económica. 1(1). 67-96. 2007.

31 Rosales et Al.

Reporte Sobre Subzona Hidrográfica SZH Del Río Ariari

ga al INCODER licencia ambiental autorizando los correspondientes permisos de uso y aprovechamiento de los recursos naturales y demás condiciones para la construcción de obras.

La fuente de agua considerada para el Distrito es el río Guape, el cual es tributario al río Ariari en el municipio de Puerto Rico. El río Guape corre en dirección Oeste-Este en dirección paralela al río Ariari, al igual que las quebradas y caños del área tales como: Urichare, Guanayas, Upín, Sardinata, Mucuya, Mogotes, Venado, Taparo Milagro, Uricharito, Venadito, Mucuyita, Colorado, Negro, Arrecife, etc. Se prevé la derivación del río Guape, en un tramo que presenta condiciones geomorfológicas estables.

Se prevé una longitud aproximada de 55 km del canal principal de riego del proyecto, desde su captación en el río Guape en la zona alta (municipio de Lejanías) hasta la zona baja ubicada en el municipio de Fuente de Oro. La red está compuesta por 11 canales que derivan directamente del canal principal y cinco ramales de algunos de ellos, estos canales tienen una longitud total de 159 km. Es importante tener en cuenta que el Distrito también cumple con una funcionalidad de drenaje superficial para la evacuación de los excesos de agua ocasionados sobre todo por las fuertes precipitaciones que se presentan en todos los meses del año con excepción en los meses de enero a marzo.

De acuerdo a lo presentado, se puede establecer que el proyecto Distrito de Riego del Ariari se constituye en un proyecto de gran importancia para el desarrollo agropecuario de la SZH del río Ariari, el departamento del Meta y del país, y aunque a la fecha no se ha podido consolidar por inconvenientes de índole económico y político, es necesario considerar sus potenciales demanda de recursos y efectos ambientales en las proyecciones sectoriales (hidrocarbúferos, minero, energético e infraestructura), fin de evitar posibles conflictos ambientales.

• Desarrollo del sector de hidrocarburos

En cuanto a las actividades asociadas a la exploración, explotación y transporte de hidrocarburos, el mapa de tierras de la ANH de julio de 2015³² muestra que, salvo el paisaje de montaña, toda la SZH se encuentra dividida en bloques que en la actualidad son objeto de prospección o exploración de hidrocarburos o que podrán estarlo en un futuro (ver Figura 45).

32 Tomado de: <http://www.anh.gov.co/Asignacion-de-areas/Paginas/Mapa-de-tierras.aspx>. Página consultada el 26/08/2015.

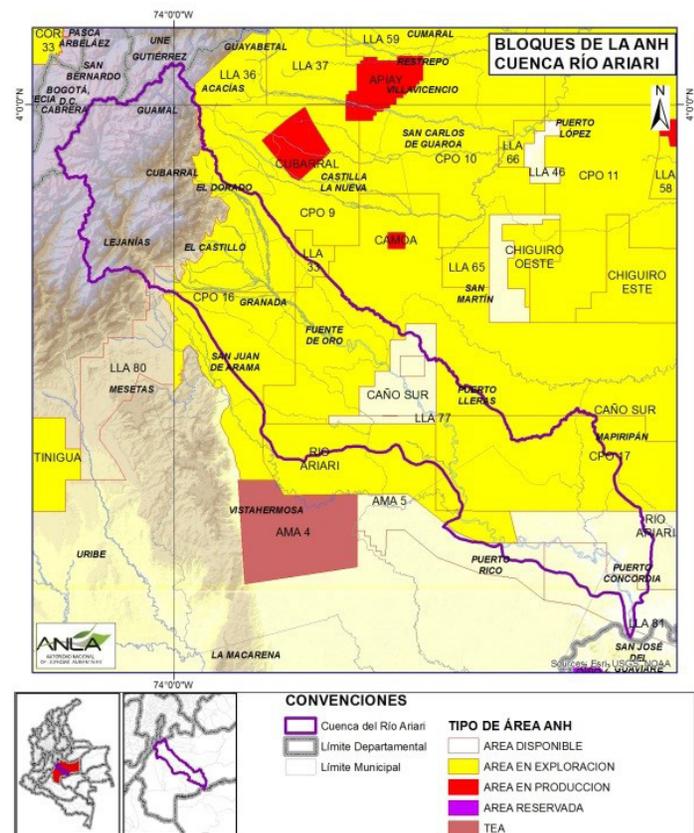


Figura 45. Mapa de Tierras ANH (Julio 2015)
Fuente: ANH, 2015.

De acuerdo con los criterios de la ANH, "área en exploración" son áreas que pueden estar siendo objeto de prospección geológica, sísmica o perforación exploratoria. Por esta razón no todos los polígonos de la ANH catalogados con esa condición coinciden con los polígonos con los que cuenta la ANLA (Figura 2) ya que estos últimos corresponden únicamente a aquellos proyectos que se encuentran en fase de perforación exploratoria o los que se encuentran en fase de producción, los cuales constituyen las actividades objeto de licenciamiento ambiental para el sector.

Lo anterior es importante para entender que prácticamente toda la cuenca está siendo objeto de actividades asociadas a la prospección y exploración de hidrocarburos y que la presión que este sector pueda tener sobre el medio dependerá en gran medida de los resultados y hallazgos de estas actividades. Dado el alcance del presente reporte, no se cuenta con valores de las reservas de hidrocarburos en la cuenca, ni con los planes de inversión de las compañías operadoras que indiquen la proyección de sus actividades en la región. Adicionalmente se debe tener en cuenta que los planes de inversión de las compañías petroleras en el país, se han reducido considerablemente por los bajos precios internacionales del

Instrumento de Regionalización

Subdirección de Instrumentos, Permisos y Tramites Ambientales

petróleo lo cual podrá ralentizar el desarrollo de actividades asociadas al sector, y en consecuencia, posponer los impactos ambientales que genera.

La Figura 45 también permite identificar que en el límite oriental de la SZH del Ariari (cuenca baja) se encuentran tres (3) polígonos identificados por la ANH como "área disponible", lo que significa que aún no han sido objeto de actividades de prospección o de exploración de hidrocarburos, pero que en el futuro podrá estarlo. Cabe mencionar que la ANLA desconoce los planes de prospección y exploración de la ANH y por lo tanto ignora cuándo podrán iniciar dichas actividades.

ANÁLISIS INTEGRAL DE LOS FACTORES CRÍTICOS

Con base en las características ambientales, los antecedentes históricos, las tendencias de desarrollo y la percepción ciudadana respecto al emplazamiento de proyectos hidrocarburíferos en la SZH, se identifican factores críticos de interés frente al licenciamiento ambiental debido a las presiones sectoriales sobre el uso y aprovechamiento de los recursos naturales y las particularidades del territorio.

Debido a la proyección del sector hidrocarburífero, es importante la consideración de estos factores, ya que éste puede realizarse en zonas donde prevalecen otros desarrollos sectoriales como el agropecuario y el turístico y en donde adicionalmente existen reglamentaciones asociadas al manejo y conservación de ecosistemas, como se abordan a continuación:

Calidad Hídrica Superficial

De acuerdo a la información disponible, en la cuenca baja de la SZH del río Ariari, se presentan alteraciones sobre la calidad hídrica superficial, específicamente en el tramo del río Ariari que atraviesa el municipio de Puerto Rico, donde de acuerdo al ENA 2014, existe un desbalance de nutrientes (relación de la concentración de Nitrógeno/Fosforo) con un valor de 2,04 mg, siendo el óptimo de 20; dicha condición puede deberse a malas prácticas agrícolas. De igual manera, en esta zona se registra un Índice de Calidad del Agua ICA con calificación "Malo", dicho resultado se debe sobre todo a altos valores de Coliformes Totales y Fecales y Cargas Orgánicas.

Es importante resaltar que esta zona es altamente intervenida por cultivos de palma de aceite y ganadería. Adicional a la

intervención directa se debe tener en cuenta, que en la cuenca media también se presenta una elevada intervención por cultivos de arroz y ganadería, y es la receptora de las descargas residuales domésticas de nueve (9) cabeceras municipales, condiciones que quizá estén contribuyendo a las alteraciones de calidad de la cuenca baja por efectos acumulativos de carga orgánica, nutrientes y patógenos.

Ecosistemas Estratégicos y Dinámica Hídrica

La SZH se caracteriza por la presencia de áreas que prestan servicios de aprovisionamiento y regulación hídrica, las cuales en algunos casos hacen parte de zonas reglamentadas y de amortiguación, y se constituyen en las fuentes abastecedoras de acueductos municipales y veredales.

En el paisaje de montaña se encuentran las zonas de recarga de los acuíferos profundos y un número importante de manantiales. Dicha condición constituye a esta área como de especial importancia ambiental, razón por la cual a pesar de que en la proyección de la ANH en la SZH no se contempla la actividad del sector, es importante considerar estrategias que propendan por la protección y conservación de este paisaje.

La importancia de estos ecosistemas para los pobladores locales en términos del servicio del abastecimiento de recurso hídrico ha generado aprensión por el desarrollo de actividades hidrocarburíferas dada la percepción que existe sobre el impacto que la cercanía de estos proyectos podría tener sobre las fuentes abastecedoras y zonas de recarga hídrica. De igual manera se presenta la percepción de un alto uso de recurso, que puede alterar la calidad y disponibilidad hídrica.

Desarrollo Agropecuario y Turístico

Existe una percepción que el desarrollo hidrocarburífero en la región podría afectar al sector agropecuario y turístico, sectores que son apreciados por las comunidades como ejes centrales para su economía, especialmente el agrícola al considerarse la región como la despensa agrícola de Colombia en el entendido de que puede garantizar la seguridad alimentaria de la población. Este factor es importante porque evidencia tensiones que se presentan entre las visiones de desarrollo regional agropecuario y turístico y la proyección sectorial, y pueden traducirse en conflictos por el uso del suelo.

Reporte Sobre Subzona Hidrográfica SZH Del Río Ariari

Impactos Acumulativos

Este análisis tiene como alcance la identificación de los impactos acumulativos que pueden tener lugar en la Subzona Hidrográfica (SZH) del río Ariari y los que se podrían esperar en dos escenarios diferentes: un escenario A en el que se contempla la construcción e implementación del Distrito de Riego del río Ariari así como el crecimiento de las actividades agropecuarias y de hidrocarburos; y un escenario B donde solo se considera el crecimiento de las actividades agropecuarias y de hidrocarburos.

Para el análisis se identificaron tres tipos de actividades que inciden en la presión sobre los recursos naturales: actividades agrícolas, pecuarias, y la exploración y explotación de hidrocarburos; adicionalmente se considera como otro factor de análisis las descargas de aguas residuales domésticas de las nueve cabeceras municipales presentes en la SZH.

En el escenario actual y de acuerdo a los aspectos analizados en este reporte, la mayor significancia de los impactos acumulativos se identifica en los cambios de cobertura vegetal, cambios de uso de suelos y afectación de suelos (degradación por erosión, compactación y contaminación). En este caso la intensidad, extensión y persistencia de dichos impactos está asociada sobre todo a la actividad agrícola, seguida de la pecuaria y en menor magnitud de la hidrocarburífera.

Para el escenario futuro A, se estima que la construcción e implementación del Distrito de Riego del Ariari incrementaría el uso de los suelos para nuevas actividades agropecuarias, con un aumento potencial de la afectación si no se contemplan medidas de manejo adecuadas para estos suelos de alta sensibilidad. El distrito de riego en sí mismo alteraría sustancialmente la demanda hídrica de la cuenca y la calidad de las aguas sobre todo por el aporte de nutrientes presentes en agroquímicos y pesticidas; en su área de influencia potenciaría los cambios de cobertura vegetal, cambios en usos del suelo y la afectación de los suelos en general.

Para el escenario futuro B, si bien hay expectativas sectoriales de nuevos desarrollos agropecuarios y de hidrocarburos, se induce que los impactos acumulativos presentes en el escenario actual persistirían con una significancia relativamente estable: los cambios en uso del suelo se mantienen como el impacto de mayor relevancia.

Se debe tener en cuenta que tanto en el escenario A como en el escenario B puede llegar a presentarse acumulación de nutrientes en las aguas superficiales de la parte baja de la SZH

como consecuencia de las actividades agrícolas que se desarrollan en la parte media. De igual manera, debido a todas las descargas domésticas de las cabeceras municipales presentes en la zona y por el desarrollo pecuario se podría llegar a presentar un efecto acumulativo en aspectos bacteriológicos (Coliformes Totales y Fecales) sobre todo en la cuenca baja.

En conclusión, los componentes ambientales de mayor sensibilidad frente a los potenciales impactos acumulativos generados por las diferentes actividades que pueden tener lugar en la SZH del río Ariari, lo constituyen el suelo y la calidad del recurso hídrico. Lo anterior debe llevar a que los nuevos Planes de Manejo Ambiental de los proyectos objeto de licenciamiento ambiental y las actividades agropecuarias deben establecer medidas efectivas de conservación y protección del suelo, así como el fortalecimiento y robustecimiento de la instrumentación de la SZH tanto en calidad como en cantidad hídrica con el fin lograr un seguimiento efectivo de la dinámica hidrológica. El sector agropecuario debe implementar el uso controlado de agroquímicos de acuerdo a las características fisicoquímicas de los suelos, e implementar estrategias de riego de bajo consumo y de reuso de agua.

ASPECTOS A TENER EN CUENTA

Con base en lo expuesto en la caracterización ambiental y el análisis integral de los factores críticos de la SZH del río Ariari, a continuación se exponen las recomendaciones a tener en cuenta; en primer lugar las que aportan al proceso de licenciamiento ambiental, seguido de las que potencialmente se pueden convertir en estrategias regionales y finalmente se presentan las recomendaciones generales.

Al proceso de Licenciamiento Ambiental

- Los monitoreos de ruido ambiental que se presentan en los planes de manejo específico de los proyectos, deben cumplir con los procedimientos y metodologías establecidas en la Resolución 627 de 2006, no olvidemos que esta información se constituyen en la línea base en materia de ruido para la zona de estudio.
- El comparativo normativo en materia de ruido de los proyectos en la cuenca del Río Ariari, debe realizarse teniendo en cuenta el Sector más restrictivo de afectación, que para zonas urbanas tales como Guamal, Lejanías, San Martín, entre otras son el Sector B: Tranquilidad y ruido Moderado con estándares máximos permisible de emisión de rui-

Instrumento de Regionalización

Subdirección de Instrumentos, Permisos y Tramites Ambientales

do para el horario diurno de 55 dB(A) y nocturno de 50 dB(A); para el ruido ambiental 55 dB(A) diurno y nocturno 45 dB(A). En el caso de zonas rurales, es el Sector D: zona suburbana o rural de tranquilidad y ruido moderado, con estándares máximos permisible de emisión de ruido para el horario diurno de 65 dB(A) y nocturno de 55 dB(A); para el ruido ambiental 65 dB(A) diurno y nocturno 50 dB(A).

- El sector privado y público deben aunar esfuerzos por la implementación y seguimiento de acciones de restauración y recuperación en áreas compuestas por Vegetación secundaria y Coberturas transformadas, debido a que se constituyen como la matriz circundante de las coberturas naturales, y su conectividad puede conllevar a la reducción y/o deterioro de las Coberturas naturales, boscosas o no boscosas.
- Propiciar el desarrollo de actividades de conservación pasiva y protección para coberturas de las que se tiene poco conocimiento de los procesos de recuperación, tal como es el caso de los herbazales (densos e inundables) y que se asocian a la oferta de hábitats y presencia de cuerpos de agua de gran interés para la Orinoquia.
- Definir medidas de protección –aún bajo el desarrollo de proyectos- en las áreas de importancia ecológica como son:
- Coberturas boscosas y nacimientos de agua que se localizan principalmente en la parte alta de los municipios de Cubarral, Lejanías y El Castillo, donde nacen los ríos Azul, Ariari y Tequendama, entre otros, debido a su estrecha relación en la regulación hídrica.
- Zona de recarga de acuíferos.
- Rondas hidráulicas de los cuerpos de agua, relacionados con bosques de galería que se distribuyen en la cuenca media y baja de la cuenca.
- Humedales o esteros ubicados en la zona centro del municipio de Puerto Lleras, asociados a la llanura de inundación del río Ariari y algunos pocos en el municipio de Puerto Rico en la parte baja de la cuenca.
- Definir medidas de seguimiento y monitoreo del recurso suelo, asociado con la erosión a lo largo de la cuenca media, donde se desarrolla la actividad agrícola y pecuaria de la región.
- Debido a las tensiones entre la visión del desarrollo regional de los pobladores de la SZH basada en la producción agropecuaria y turística, y las proyecciones de desarrollo sectorial

de los hidrocarburos, así como la percepción generalizada que tienen las comunidades y pobladores, particularmente de la parte alta y media de la cuenca sobre los efectos potenciales que puede generar la intervención de proyectos de exploración y explotación de hidrocarburos en áreas que prestan servicios de regulación y aprovisionamiento del recurso hídrico y de importancia ambiental se evidencia una resistencia social a los procesos de licenciamiento ambiental de este tipo de proyectos en la región del Ariari.

- En tal sentido se debe tener en cuenta que esta percepción está generando las condiciones para el rechazo a la exploración y explotación de los hidrocarburos por parte de las comunidades y por lo tanto, plantean un reto para los procesos de licenciamiento ambiental y seguimiento a los proyectos en esta zona, en términos del manejo de la percepción de los conflictos ambientales por el uso del recurso hídrico y los cambios en el uso del suelo, así como, en la capacidad de respuesta institucional frente a las mayores solicitudes relacionadas con la activación de mecanismos de participación ciudadana.
- Para el análisis de posibles puntos de vertimientos sobre fuentes hídricas superficiales en la cuenca baja de la SZH del río Ariari, se debe enfatizar en una campaña de monitoreo rigurosa que contemple como mínimo dos periodos hidrológicos, con muestreos integrados en la sección transversal, teniendo en cuenta además los tributarios y abstracciones presentes en el drenaje; esto con el fin de realizar una evaluación objetiva aguas arriba del tramo en el cual se proyecta efectuar las descargas.
- Es importante que para el análisis hidrológico de proyectos en la SZH del río Ariari, se tenga en cuenta que la ecuación de balance hidrológico a nivel anual, introduciendo únicamente valores de precipitación y evapotranspiración, no logra una estimación aproximada de la escorrentía media anual y por lo tanto se debe considerar el término del almacenamiento e interacción con las aguas subterráneas y el suelo. Por lo anterior se recomienda fortalecer a una escala regional el conocimiento de los procesos hidrológicos que interactúan con las aguas subterráneas y cuerpos de agua lénticos.

Reporte Sobre Subzona Hidrográfica SZH Del Río Ariari

Estrategias Regionales

- En la SZH del río Ariari, el componente hídrico se constituye en un factor de gran importancia para el desarrollo regional, razón por la cual el conocimiento de su dinámica es fundamental para el sostenimiento del mismo y de las actividades que requieren de él como la agricultura, el turismo, el abastecimiento doméstico y el desarrollo de otros sectores productivos. En este orden de ideas se recomienda la instrumentación de la cuenca en términos de cantidad y calidad hídrica (superficial y subterránea) a una escala muy detallada que permita un conocimiento exhaustivo que aporte a la toma acertada de decisiones oportunas y sostenibles para la protección, conservación y usos eficiente del recurso.
- Como se evidencia en el capítulo de Estado del Licenciamiento, en la SZH del río Ariari, 12 de las 15 licencias ambientales pertenecen a un mismo operador: Ecopetrol, en donde cada una de las licencias contiene obligaciones asociadas al seguimiento y control del recurso hídrico, aire, flora, fauna y ruido. Dicha condición es propicia para que estas obligaciones se estandaricen y articulen en términos de frecuencias, parámetros y demás condiciones que permitan unificar la información para su posterior análisis de manera regional. De igual manera, desde el punto de vista regional, se recomienda revisar los actuales puntos de monitoreo y seguimiento establecidos para cada proyecto y estructurar una red de monitoreo integral que permita no solo el seguimiento a las áreas directas de cada proyecto sino a la dinámica regional, aportando información para un análisis integral y para posibles efectos acumulativos.

Es así como, la concentración de la mayoría de las Licencias Ambientales de los proyectos hidrocarburíferos de la SZH en un mismo operador, se constituye en una oportunidad para el establecimiento de medidas de manejo ambiental y obligaciones que propendan por integrar acciones de seguimiento y control que permitan consolidar y generar monitoreos con un enfoque regional.

Generales

- La SZH del río Ariari tiene el 24% de población del departamento del Meta y concentra el segundo municipio (Granada) más poblado del departamento, igualmente reúne nueve cabeceras municipales. Esta forma de asentamiento es un aspecto a tener en cuenta debido a las presiones inherentes a los desarrollos urbanos en términos de uso y aprovechamiento de recursos natura-

les que aprovisiona la misma subzona, como es el caso del abastecimiento de acueductos municipales y la disposición de aguas residuales domésticas e industriales.

Por último debe tenerse en cuenta en la planificación sectorial y en el análisis del contexto regional las potenciales conflictos ambientales que pueden derivarse por la ejecución de proyectos de desarrollo regional, como el que se tiene previsto con la construcción y operación del Distrito de Riego del Río Ariari y el desarrollo de proyectos del sector de hidrocarburos, así como, de otros sectores objeto de licenciamiento de la entidad.

Instrumento de Regionalización Subdirección de Instrumentos, Permisos y Tramites Ambientales



De igual manera lo invitamos a participar en los eventos de capacitación y de divulgación de resultados que se convocan desde el grupo de regionalización.

Nos puede contactar en la extensión 2054 o en la sede La Merced – primer piso.

Cualquier comentario y sugerencia puede remitirla al correo mramirez@anla.gov.co

AUTORIDAD NACIONAL DE LICENCIAS AMBIENTALES
CLL 37 N° 8 - 40 Bogotá - Colombia