

Libertad y Orden

**MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE**

AUTO No. 552  
 ( 23 DIC 2015 )

“Por medio del cual se requiere información adicional”

**LA DIRECTORA DE BOSQUES, BIODIVERSIDAD Y SERVICIOS ECOSISTÉMICOS DEL MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE – MADS.**

En ejercicio de la función delegada por el Ministro de Ambiente y Desarrollo Sostenible mediante Resolución No. 0053 del 24 de enero de 2012 y,

**CONSIDERANDO**

Que mediante el Radicado No. **4120-E1-25552** del 31 de julio de 2015, el señor **JORGE ENRIQUE PINZÓN ROZO**, en su calidad de Representante Legal de la sociedad **ENERGÍA PARA EL FUTURO S.A.S.**, remite información para la solicitud de sustracción definitiva de un área ubicada en la Reserva Forestal Central establecida en la Ley 2ª de 1959, para la ejecución del proyecto pequeña Central Hidroeléctrica Río Rojo, localizado en jurisdicción del municipio de Génova en el departamento del Quindío.

Que mediante el Auto No. 315 del 12 de agosto de 2015, la Dirección de Bosques, Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos de este Ministerio, da inicio a la evaluación de la solicitud de sustracción definitiva presentada por la sociedad **ENERGÍA PARA EL FUTURO S.A.S**, para la ejecución del proyecto pequeña Central Hidroeléctrica Río Rojo, localizado en jurisdicción del municipio de Génova en el departamento del Quindío.

**FUNDAMENTOS TÉCNICOS**

Que la Dirección de Bosques, Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, en ejercicio de la función establecida en el numeral 3 del artículo 16 del Decreto – Ley 3570 de 2011, emitió concepto técnico No. 155 del 9 de diciembre de 2015, en el cual analizó la información allegada por la sociedad **ENERGÍA PARA EL FUTURO S.A.S**, respecto a la solicitud de sustracción definitiva de un área de la Reserva Forestal del Central establecida en la Ley 2ª de 1959.

Que el mencionado concepto señala:

“(…)

**2. EVALUACIÓN DE LA INFORMACIÓN**

*La información que se presenta a continuación es extraída del documento técnico denominado “Documento de sustracción de Reserva Forestal Central de la Ley 2ª proyecto Pequeña central Hidroeléctrica – Río Rojo”*

**2.1 IMPORTANCIA DE LA ACTIVIDAD CONSIDERADA DE UTILIDAD PÚBLICA**



“Por medio del cual se requiere información adicional”

*dicha y conducción del agua hasta la casa de Máquinas. Estas conducciones pueden ser en tubería de diferentes especificaciones o en canal de concreto.*

*Para la construcción de esta estructura es necesario excavar los sedimentos del río hasta una cierta profundidad, en nuestro caso unos 3 ó 4 metros y remplazarlo por la estructura de concreto que se eleva por encima del nivel del agua otros 3 ó 4 metros. Con esta estructura de retención de agua, se “obliga” a las aguas del río a encausarse por la conducción previamente diseñada. En caso que ocurra AZUD o contención, el agua circula o pasa por encima de la cresta de la presa.*

- *Bocatoma: Estructura en concreto lateral a la estructura de desviación, contiene compuertas de cierre que permiten la entrada libre del agua al canal de carga. Las compuertas tienen como finalidad regular la entrada de agua al canal de carga y finalmente a la conducción propiamente dicha.*
- *Rejas y compuerta: Es la estructura metálica que regula la entrada de agua a la tubería de conducción. Las compuertas de cierre son las encargadas de controlar el caudal de agua que previamente se ha diseñado como caudal de generación para efectos de entrada a las turbinas.*
- *Desarenador: Es una estructura en concreto que como su nombre lo indica debe eliminar un buen porcentaje de los sedimentos tamaño limo arenoso y arena para evitar que el agua conducida transporte una carga de sedimentos arenosos, en proporción tal, que pueda causar un desgaste inusual a las turbinas de generación. Todo un sistema de decantación y manejo de los sedimentos de tamaño arena se implementa en esta estructura con los fines anteriormente descritos.*
- *Trampa de grava: En la bocatoma se instalan “rejas coladeras” para impedir la entrada de material grueso. Así mismo cuenta con una trampa de gravas, provista de una compuerta de limpia, de dimensiones aproximadas 1.0 x 1.0 metros que permite la limpia y previo tránsito del agua hacia el canal de limpia.*
- *Canal de limpia: Esta estructura sirve para la limpieza periódica de sedimentos que se depositen al frente de la estructura de toma.*
- *Líneas de conducción: Es aquella infraestructura civil que sirve para conducir el agua de la bocatoma hasta la casa de máquinas donde se alojan las turbinas y generadores. Las conducciones pueden ser en tubería de diferente diámetro dependiendo del caudal a manejar o también pueden ser en forma de canal abierto o rectangular en concreto, dependiendo de costos y facilidades constructivas.*
- *Tanque de carga: Estructura en concreto reforzado que recibe y almacena el agua temporalmente antes de empalmar con la tubería forzada o de presión, que es la que llega finalmente a la casa de máquinas.*
- *Casa de máquinas: Es una estructura de concreto reforzado donde se alojan las turbinas y los generadores. Recibe lateralmente las tuberías forzadas de la conducción de agua que alimenta las respectivas turbinas. El área prevista para esta estructura no debe superar los 400 m<sup>2</sup>.*
- *Descarga de aguas turbinas: Es el caudal de agua que sale de las turbinas después de haber producido en los generadores la energía para la cual fue diseñado el complejo de casa de máquinas donde se alojan todos los equipos electromecánicos y electrónicos automatizados que regulan la producción de energía. Convencionalmente esta descarga de agua se hace con la utilización de un canal de concreto por donde circula el agua hasta entregarla al cauce del río.*

“Por medio del cual se requiere información adicional”

**Descripción de los accesos a sitios de obra:** Para este proyecto en Río Rojo no se prevé la construcción de nuevas vías de acceso, sin embargo, se hará utilización de las vías existentes dentro del área de influencia del proyecto.

#### **Uso y Demanda de Recursos Naturales del Proyecto**

**Concesión de aguas superficiales:** La Corporación Autónoma Regional del Quindío, mediante Resolución 1025 de julio 23 de 2010, otorgó permiso de concesión de agua para la PCH de río Rojo.

**Vertimientos:** Durante la construcción del proyecto, se prevé la generación de aguas residuales domésticas, por lo cual se implementarán unidades sanitarias portátiles (USP) en los frentes de trabajo.

El mantenimiento de las USP instaladas lo realizará el proveedor del servicio 2 veces por semana, cuya disposición final de las aguas residuales generadas se realizará mediante una empresa que cuente con licencia Ambiental y/o permisos ambientales para esta actividad.

En relación a la casa de máquinas de la PCH de río Rojo, las aguas residuales domésticas provenientes de las áreas de servicio del edificio de la portería, se dispondrán en un sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas que estará conformado por un tanque séptico y un filtro tipo FAFA, para posteriormente ser vertidas por medio de un campo de infiltración.

Las aguas turbinadas son aquellas que salen de las turbinas después de haber producido en los generadores la energía para la cual fue diseñado el complejo de casa de máquinas donde se alojan todos los equipos electromecánicos y electrónicos automatizados que regulan la producción de energía.

Esta descarga de agua se realizará mediante la utilización de un canal de concreto por donde circula el agua hasta entregarla al cauce del río.

Con base a lo anteriormente descrito, para la operación del proyecto se requiere un permiso de vertimientos de las aguas turbinadas en un volumen igual al concedido para captación, el cual es de 2968 L/s, cuyo vertimiento se realizará en cercanías de las coordenadas Norte 991046 y Este 811516.

**Ocupación de cauces:** La Corporación Autónoma Regional del Quindío, mediante Resolución 1024 de julio 23 de 2010, otorgó permiso de ocupación de cauce para la PCH de río Rojo.

**Emisiones atmosféricas:** Durante la construcción y operación de la Pequeña Central Hidroeléctrica río Rojo, las únicas emisiones asociadas corresponden a fuentes móviles no permanentes y eventuales, generadas por movilización de personal, maquinaria y equipos, principalmente.

**Materiales de construcción:** Para la construcción de la Pequeña Central Hidroeléctrica río Rojo se requiere material para llevar a cabo el mismo (v.gr. agregados pétreos finos y gruesos), los que se adquirirán de canteras activas y autorizadas, sin que se haga necesaria la explotación por parte del proyecto de fuentes de materiales

**Residuos sólidos:** Para el manejo de los residuos sólidos domésticos se instalarán puntos ecológicos temporales (por medio de bolsas o canecas plásticas de colores) y su ubicación será definida por el contratista y la interventoría. Diariamente se removerán los residuos generados en cada frente de trabajo y serán dispuestos adecuadamente por medio de una empresa que cuente con Licencia Ambiental o permisos ambientales para el manejo de residuos sólidos.

Durante la etapa de operación, para el manejo de los residuos sólidos de la casa de máquinas se instalará un punto ecológico para almacenar temporalmente los residuos generados, previa

"Por medio del cual se requiere información adicional"

*separación en la fuente. Los residuos serán recogidos y dispuestos adecuadamente una empresa que cuente con Licencia Ambiental o permisos ambientales para el manejo de residuos sólidos.*

*El manejo de los residuos peligrosos, se efectuará bajo el procedimiento establecido para tal fin por Energía Para el Futuro, y serán entregados al gestor autorizado para su tratamiento.*

*Para la disposición de los materiales sobrantes de construcción se han previsto tres zonas ZODMES a saber:*

- *En proximidades del área de la bocatoma. Esta área está delimitada por la margen derecha del río Rojo y la margen izquierda de la quebrada La Martina, donde se puede disponer de unos 15.000 m<sup>2</sup>, respetando la "faja" de la ronda ambiental tanto para la margen derecha del río Rojo como la margen izquierda de la quebrada San Martín. Existe igualmente una zona similar a la anteriormente mencionada, ubicada entre la margen derecha de la quebrada San Martín y la margen derecha del río Rojo de unos 600 m<sup>2</sup>. En esta área se pueden disponer unos 10.000m<sup>3</sup>.*
- *En proximidades de la confluencia de la quebrada La Laguna, en los dos costados de la vía y limitada por la margen derecha del río Rojo, estaría disponible una área de unos 10.000 m<sup>2</sup> para depositar un volumen aproximado de 10.000m<sup>3</sup>. En este sector se puede depositar el material sobrante que se obtenga de la excavación para la banca donde se posicionará la tubería, unos 500 m tanto aguas arriba como aguas abajo del sentido del flujo del agua en la tubería.*
- *Finalmente la tercera zona para disposición de materiales de construcción es aquella que se encuentra en la parte final del alineamiento de la tubería de conducción. En efecto entre la banca de la vía veredal actual que conduce al área de la bocatoma, existe una área semiplana en la margen derecha del río, que corresponde a una terraza aluvial escalonada, ubicada unos 10 metros por encima del nivel del agua del río. Esta zona está comprendida entre el borde del río, respetando la "ronda ambiental" hasta la banca de la vía mencionada. El área de esta zona es de unos 4000 m<sup>2</sup>, en la cual se pueden disponer unos 10.000m<sup>3</sup>.*

*Aprovechamiento Forestal: Se requiere solicitar el permiso de aprovechamiento forestal para los 146 árboles identificados en la línea de conducción y 12 árboles identificados para el área de bocatoma, los cuales arrojan un volumen total de 102,33 m<sup>3</sup> y un volumen comercial de 52,83 m<sup>3</sup> a aprovechar.*

### **ÁREAS DE INFLUENCIA**

**Área de Influencia Directa (Físico Biótica):** *De acuerdo con lo requerido para la construcción y operación del proyecto, se requiere un área para las obras asociadas a la captación de 0,09 ha, siguiendo una línea de conducción de 2,56 km con un ancho de servidumbre de 4,5 mts, lo que equivale a un área de 1,27 ha para dicha línea de conducción, la cual entrega el agua conducida a un tanque de carga, para el cual se contempla un área de 0,03 ha, el que a su vez empalma con la tubería forzada ó de presión, la cual posee una longitud de 0,16 km con un ancho de servidumbre de 4,5 mts, lo que equivale a un área de 0,08 ha para esta tubería que es la que llega finalmente a la casa de máquinas, contemplándose para esta un área de 0,05 ha. La sumatoria de las áreas de influencia directa para cada una de las estructuras y líneas establecidas para el proyecto, equivale a un AID para la PCH río Rojo de 1,52 ha, en las cuales se realizarán los movimientos de tierra, actividades de construcción y montaje de tuberías y estructuras.*

**Área de Influencia Directa (Social):** *Para el caso del componente socioeconómico, el AID para la PCH de río Rojo, está conformado por las veredas donde se implanta el proyecto, El Recreo, Río Rojo y La Primavera del municipio de Génova.*

“Por medio del cual se requiere información adicional”

**Área de Influencia Indirecta:** Está delimitada para los medios abióticos y bióticos, por las unidades fisiográficas, geológicas y de drenajes y es en la que se manifiestan los impactos indirectos o inducidos, así como el contexto municipal desde el punto de vista socioeconómico. Para el área de influencia indirecta se definió un buffer de 600 m (300 m de lado y lado a partir del eje de las estructuras), el cual, equivale a 175,67 ha.

Para el componente social, el Área de Influencia Indirecta (All) comprende la cabecera municipal de Génova en jurisdicción del departamento de Quindío, en donde cualquier actuación de gestión institucional en el contexto local por parte del proyecto debe ser de conocimiento de las autoridades locales.

## **LINEA BASE**

### **Componente Físico**

#### **Geología**

##### **Área de Influencia Indirecta (All)**

La zona de estudio hace parte de la vertiente occidental de la cordillera Central las elevaciones fluctúan entre 1000 m y 3800 m; el clima y la vegetación varía de acuerdo a la ubicación geográfica y altura. Los distintos estudios geológicos sobre la cordillera Central han planteado diferentes hipótesis y modelos sobre su historia, evolución, edad y ámbitos geotécnicos de las unidades litológicas que las conforman.

El área de estudio PCH Río Rojo se encuentra ubicada en el municipio de Génova en la cual demarca una franja que se extiende en sentido SW.

Según las planchas 243 Armenia y 262 de Génova se encuentran emplazadas en rocas metamórficas ígneas y sedimentarias además se identifican las unidades litológicas comprendidas entre el Terciario, Jurásico y Paleozoico. Tal como se puede ver en **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** hace referencia a la Geología para el área de influencia indirecta.

##### **Estratigrafía de All**

La evolución geológica del departamento del Quindío se enmarca dentro de la historia geológica de la Cordillera Central, como parte de la cadena andina más septentrional, constituida por segmentos con origen y edad diferentes, cada uno de los cuales con una evolución tectonoestratigráfica diferente ha contribuido a darle la configuración geológica y geomorfológica actual. A continuación se presenta una breve descripción de las unidades aflorantes de la más antigua a la más reciente, en la zona de estudio PCH Río Rojo (Tabla 1).

##### **Terciario**

- **Pórfidos (Tda):** Se trata de diques y stocks de composición intermedia, dacítica-andesítica, que intruye las rocas paleozoicas y mesozoicas. Su edad exacta es desconocida.

##### **Jurásico**

- **Formación Quebradagrande Miembro Sedimentario – Volcánico (Kqs):** El segmento sedimentario consiste en una secuencia de rocas con amplia variación en el tamaño de grano. Brechas, conglomerados y areniscas conglomeráticas de cantos y gravas de rocas volcánicas y chert (Gomez- Cruz, Moreno-Sanchez et al. 1995) son comunes y sugieren sedimentación volcanoclastica subacuosa producida por movimiento en masa.

##### **Paleozoico**

“Por medio del cual se requiere información adicional”

- **Complejo Cajamarca:** Se divide en el Grupo Bugalagrande y Complejo Rosario.

**Grupo Bugalagrande (Pzb):** De acuerdo a De Armas 1985; McCourt 1985; McCourt y Verdugo 1985; McCourt, Mosquera et al. 1985a; McCourt Millward et al. 1985b, forman la mayor parte del flanco occidental de la Cordillera Central y se presentan limitados al Oeste por la Falla Cauca- Almaguer como una secuencia metamórfica pelítica-metavolcánica (básica) probablemente de origen oceánico.

**Complejo Rosario (Pzr):** Los afloramientos de esta unidad meta-ígneas están íntimamente relacionados, aunque siempre con contactos fallados en este caso con el sistema de fallas de Pijao con los esquistos básicos de Bugalagrande.

**Tabla 1. Distribución de unidades geológicas en el Área de Influencia Indirecta.**

PCH RÍO ROJO		
Unidad geológica	All	
	Área (ha)	% Área
Pzb	21.88	12.46
Pzr	74.10	42.18
Kqs	73.37	41.77
Tda	6.32	3.60
<b>Total</b>	<b>175.67</b>	<b>100.00</b>

Fuente: Radicado No. 4120-E1-25552 del 31 de julio de 2015.

#### **Geología Estructural del All:**

En la región cafetera, el Sistema de fallas de Romeral es el rasgo más importante. Este sistema tiene una longitud de más de 600 km. Y va de sur a norte siguiendo el trazo de la Cordillera Central. En la zona epicentral, un sistema de fallas ha sido identificado en la zona de estudio el Sistema de fallas de Silvia Pijao.

#### **Área de Influencia Directa (AID)**

**Estratigrafía AID:** El área de influencia (AID), parte en primera instancia de la información encontrada en las planchas geológicas 243 Armenia y 262 Génova del Servicio Geológico Colombiano a escala 1:100.000, así como la toma, de datos estructurales. A continuación se presenta la información correspondiente al área de influencia directa del proyecto (Figura 2 y Tabla 2).

#### **Terciario**

**Pórfidos (Tda):** Esparcidos a lo largo de la Cordillera Central se presentan diques y silos porfíricos de composición andesítica dacítica, intruidos generalmente siguiendo los lineamientos de las fallas principales N-S que definen contactos entre las unidades metamórficas (Pzr Complejo Rosario). Estos pórfidos consisten en fenocristales euhedrales de plagioclasa, cuarzo en menor proporción y ocasionalmente hornblenda.

#### **Mesozoico (Cretáceo)**

**Formación Quebradagrande Miembro Sedimentario – Volcánico (Kqs):** Unidad sedimentaria. Pizarras arcillosas y silíceas, grauvacas, limolitas, liditas y localmente bancos de calizas e intercalaciones de rocas volcánicas. En gran parte muestra efectos de metamorfismo dinámico. Consta de shales negros, areniscas, grauvacas y bancos delgados de chert negro. En el sector donde aflora es en el inicio de la Bocatoma formando un cinturón continuo de conglomerados formada mayoritariamente por clastos redondeados tamaño grava o mayor (>2 mm), limitado por la falla Silvia-Pijao.

“Por medio del cual se requiere información adicional”

**Paleozoico**

• **Complejo Cajamarca**

**Grupo Bugalagrande (Pzb):** Aflora en la parte Oeste del río Rojo, consiste en esquistos anfibólico-cloríticos y esquistos grafiticos (“negros”) con cantidades subordinadas de esquistos micáceos y cuarzitas. Los diferentes tipos de esquistos están íntimamente mezclados a través de la unidad aunque alguno predomina localmente; la cartografía detallada muestra que de anfibólico cloríticos pasan gradualmente a grafiticos que en sí mismo varían entre ricos en grafito y cuarzo-sericiticos. Se puede apreciar este tipo de rocas, sobre todo en la vereda El Recreo extendiéndose de Oeste a Este en contacto fallado hacia occidente con rocas volcánicas mesozoicas por la Falla principal de Pijao.

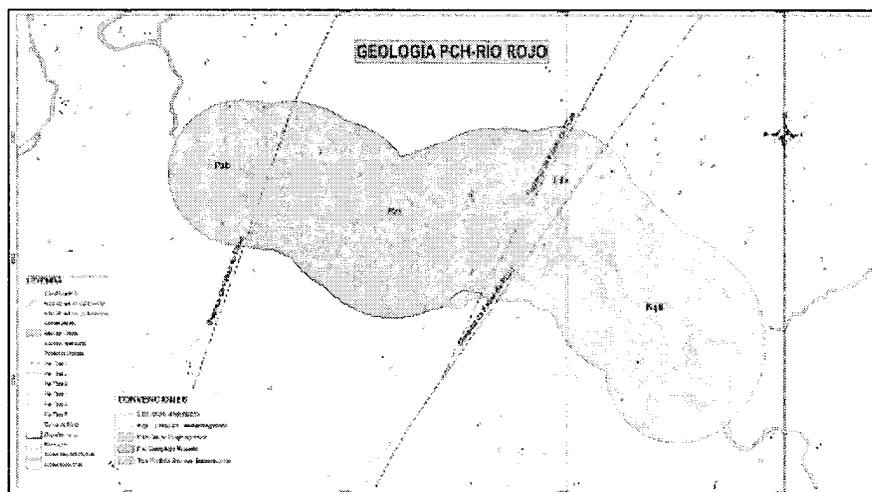
**Complejo Rosario (Pzr):** Los afloramientos de esta unidad meta-ígneas se encuentran siempre en contactos fallados, con los esquistos Básicos de Bugalagrande. La unidad está compuesta de anfibolitas con intercalaciones menores de esquistos anfibólicos y en menor frecuencia cuerpos ultrabásicos de poco tamaño. Las anfibolitas son de color verde oscuro a negro, localmente moteadas con pequeños granates, masivas aunque con una marcada esquistosidad penetrativa y fuertemente diaclasadas.

**Tabla 2. Distribución de unidades geológicas en el Área de Influencia Directa.**

PCH RÍO ROJO		
Unidad geológica	AID	
	Área (ha)	% Área
Pzb	0.18	7.73
Pzr	1.10	46.25
Kqs	0.94	39.64
Tda	0.15	6.38
<b>Total</b>	<b>2.38</b>	<b>100.00</b>

Fuente: Radicado No. 4120-E1-25552 del 31 de julio de 2015.

**Figura 2. Unidades geológicas en el marco del proyecto PCH Río Rojo.**



Fuente: Radicado No. 4120-E1-25552 del 31 de julio de 2015

**Geología estructural AID**

En general, se observa que los indicios de actividad neotectónica están concentrados en los trazos de las fallas pertenecientes al sistemas de fallas Silvia-Pijao que afectan principalmente el Grupo Bugalagrande (Pzb) y el Complejo Rosario (Pzr), aunque dichos indicios son más evidentes en las rocas cretácicas debido a las marcadas diferencias en cuanto a patrones

"Por medio del cual se requiere información adicional"

*erosionales y atenuación de laderas. No obstante, la complejidad en el trazado de los diferentes sistemas de fallas está centrada en los numerosos lineamientos menores que en muchas ocasiones confunden el trazo de una falla determinada, pues se encuentran asociados a un mismo indicio.*

- **Sistema de Fallas de Silvia-Pijao**

*Es una de las más importantes fallas del Sistema Romeral. Su rumbo predominante es N-S a NNE-SSW; corre al lado del Valle del Río Cauca. Constituye el límite entre el Complejo Arquía y el Complejo Quebradagrande (Guzmán et al., 1988). Se compone de una falla principal conocida como Pijao y de ramales subparalelos, como las fallas Buenavista, Córdoba y Bellavista.*

*Presenta alineamientos de corrientes, pasos de montaña en forma de silleta, facetas triangulares desgastadas, quiebres de pendiente, lomos de obturación e interfluvios desplazados en sentido lateral izquierdo (Servicio Geológico Colombiano. 2000c). Guzmán et al., (1998), reportan existencia de geformas de origen neotectónico, como lomos de flexión, lomos de obturación, desplazamientos de cauces, trincheras de falla, desplazamientos planimétricos de interfluvios, basculamientos predominante al E, valles lineares, zonas de cizalla.*

*Este sistema de fallas esta orientados NNE-SSW corresponden a direcciones que varían entre N10°-20°, que se caracteriza porque la mayor parte de estas sistema de fallas son invertidas y de alto ángulo, con componente de rumbo dextral. Presenta un movimiento principal transcurrente lateral izquierdo y plano de falla de ángulo buzando al oriente.*

## **GEOMORFOLOGÍA Y GEODINÁMICA**

*A continuación se presenta el análisis Geomorfológico y Geodinámica para el área de estudio, lo cual incluye el AII y AID, teniendo en cuenta que para ambas áreas de influencia se relacionan las mismas unidades geomorfológicas (figura 2 y Tabla 3).*

*Para la PCH Río Rojo se identificaron Unidades y Subunidades de los ambientes morfogenéticos, morfoestructural denudativo, volcánico, denudacional, fluvial, glaciær-periglaciær y antropogénico.*

### **Geformas de origen estructural**

*Se presentan afectadas por procesos erosivos de moderada a baja intensidad y se caracterizan por su relieve montañoso a colinado de laderas de pendientes abruptas y escarpadas. Conforman el armazón estructural en dirección NNE del departamento, con inclinaciones estructurales predominantemente hacia el este, dejando valles profundos de laderas rectas y cóncavo convexas, suavizadas localmente por mantos de ceniza volcánica y lapilli. Entre las unidades y Subunidades geomorfológicas se presentan:*

**Espolones Estructurales por Fallamiento:** *Se caracterizan por presentar una morfología colinada a montañosa asociada principalmente con esquistos de los llamados miembro sedimentario del complejo Quebradagrande. Es característica la disposición estructural de la estratificación o foliación hacia el oriente con inclinaciones de los 60° - 80°, la cual se ve afectada por fallamiento con inclinaciones del mismo orden en dirección oeste, lo cual determina que los espolones se muestren escalonados asociados con facetas triangulares desplazadas tanto normal como localmente con dirección de rumbo aproximadamente N-S.*

- **Escarpe o línea de falla:**

“Por medio del cual se requiere información adicional”

*Escarpe muy cortó a largo, abrupto a escarpado, cóncavo o convexo, originado por erosión acentuada a lo largo de un escarpe de falla definida este último por el truncamiento de las estructuras topográficas y geológicas.*

*Presentan gran expresión particularmente los escarpes asociados a las fallas de dirección predominante NNE, cuyos escarpes están definidos por la profundización del Río Rojo.*

- **Laderas de contrapendiente:**

*Se presentan en longitudes muy largas y de una forma cóncava a irregular escalonadas con pendientes escarpadas. Localmente en salientes de la ladera presenta cobertura de ceniza volcánica y desarrolló de procesos de disección intensa de la ladera coluvial, con la generación local de deslizamientos de tipo rotacional que determinan la conformación de laderas asociadas con el drenaje subparalelo.*

- **Laderas Estructurales:**

*Son de longitud moderadamente larga, de forma convexa y con pendiente muy escarpada. Se encuentra asociadas con rocas duras (cuerpos ígneos) con suelos residuales delgados. Se presentan en el área de influencia indirecta del proyecto.*

**Geoformas de origen fluvial:** Estas geoformas están ampliamente distribuidas en el sector centro suroccidental del departamento del Quindío, y particularmente asociadas a la acumulación de sedimentos del curso del río Rojo. La geoforma de este ambiente geomorfológico, evidenciadas en la zona de estudio presenta la siguiente característica.

**Planicies o Llanuras de Inundación:** Franja o terreno plana, de morfología baja y ondulada eventualmente inundable. Se presenta bordeando los cauces fluviales y se limita localmente por escarpes de terraza. Estas geoformas también se pueden presentar controladas principalmente por estructuras sinclinales. Se constituye de sedimentos finos producto de la sedimentación durante eventos de inundación fluvial. Las planicies aluviales presentan geoformas menores, como cauces difluentes, meandros abandonados, terrazas de acumulación. En la zona de estudio se encuentra una pequeña planicie bordeando el Río Rojo.

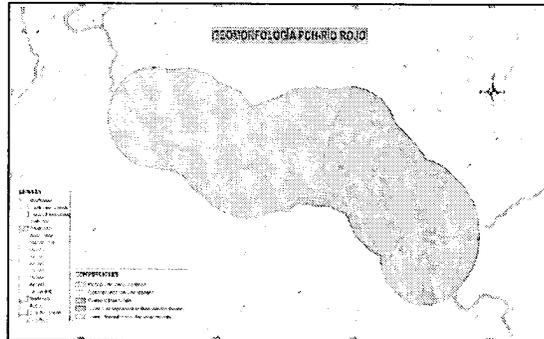
**Tabla 3. Distribución de unidades geomorfológicas en el área de influencia.**

<b>PCH RÍO ROJO</b>		
<b>Unidad Geomorfológica</b>	<b>AID</b>	
	<b>Área (ha)</b>	<b>% Área</b>
<i>Espolones estructurales por fallamiento</i>	1.25	52.44
<i>Laderas de contrapendiente</i>	0.89	37.43
<i>Laderas estructurales</i>	0.00	0.00
<i>Escarpe o línea de falla</i>	0.18	7.73
<i>Planicies o Llanura de Inundación</i>	0.06	2.39
<b>Total</b>	<b>2.38</b>	<b>100.00</b>

**Fuente:** Radicado No. 4120-E1-25552 del 31 de julio de 2015

**Figura 3. Unidades geomorfológicas en el área de influencia.**

"Por medio del cual se requiere información adicional"



Fuente: Radicado No. 4120-E1-25552 del 31 de julio de 2015.

### **Dinámica en el área de estudio**

Los agentes geomorfológicos responsables de la generación de los procesos exógenos, como el agua de lluvia, de escorrentía y del viento, son los causantes de la degradación continua del paisaje, imprimiéndole a este un gran dinamismo. A continuación se describen los procesos de remoción en masa y erosión más relevantes en el área de estudio.

#### **Procesos de remoción en masa y erosión:**

Se distinguieron tres tipos diferentes de movimientos en masa: Pequeños desgarres en zonas de alta pendiente, caída de rocas y desplomes de volumen variable en las márgenes de las corrientes principales.

**Características de Pequeños Desgarres:** Son derrumbes de volúmenes que pocas veces superan los 10.000 m<sup>3</sup> de material. Ocurren con más frecuencias en las partes altas, donde las pendientes son generalmente fuertes y bastante largas. El derrumbe típico tiene unos 20 m de ancho en la corona y 40 m en la base; la longitud más frecuente es de 100 m y la profundidad de la zona de ruptura es de 4 m.

Este tipo de movimientos involucra en la mayoría de los casos, la cubierta de cenizas volcánicas; se ubica en la zona de estudios en la parte alta de Río Rojo, se acumuló sobre un depósito de vertiente, el cual está conformado por bloques de roca decimétricos. Muy probablemente este tipo de fenómenos se originan por las presiones intersticiales existentes en el contacto entre las cenizas volcánicas, muy permeables y el depósito de vertiente de baja permeabilidad, las fuertes pendientes, la alta humedad y la deforestación a que ha sido sometido el sector son factores que contribuyen para su ocurrencia. No se descarta la influencia de la actividad sísmica en el desencadenamiento de estos derrumbes.

**Caída de Rocas:** Menos frecuentes que las anteriores, pueden alcanzar volúmenes considerables; ocurren en zonas de fuerte pendiente donde las discontinuidades de la roca (diaclamamiento, foliación) tienen buzamientos (inclinaciones) similares a las de la pendiente. Aunque solo se observan unos pocos lugares con actividad, es muy frecuente, a todo lo largo de la zona de estudio visitada ver grandes acumulaciones de bloques de roca de tamaños variables, desde unos pocos centímetros hasta varios metros de diámetro; todas las acumulaciones de bloques estudiadas se depositaron sobre la cubierta de ceniza volcánica lo que permite distinguirlas de los depósitos de vertiente, mencionados en la parte anterior.

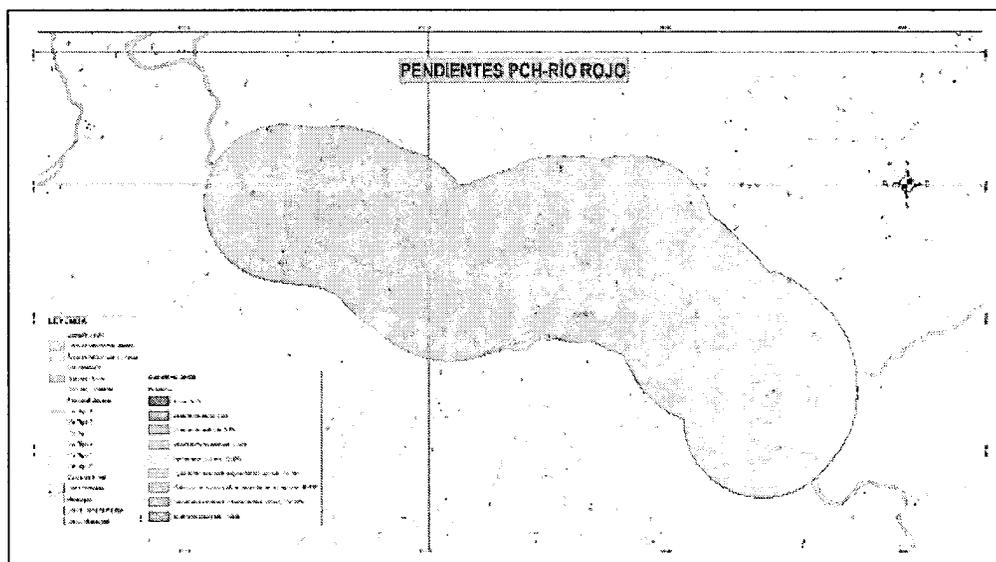
**Desplome:** Con esta denominación se incluyen movimientos masivos con pocos desplazamientos laterales; frecuentes en las zonas de fuerte pendiente, próximos a los cauces de las quebradas más importantes. Su volumen puede variar entre centenas y varios miles de metros cúbicos de material; algunos son activos y abundan evidencias morfológicas de desplome inactivos o en equilibrio inestable.

**Rangos de pendientes:** El área del proyecto es una zona ligeramente escarpada o ligeramente empinada del 25 a 50%.

“Por medio del cual se requiere información adicional”

Para calcular las pendientes en el área de influencia del proyecto (AII Y AID), además se manejó los rangos de pendientes planteados por el Servicio Geológico Nacional en el estudio “Propuesta metodológica para el desarrollo de la cartografía geomorfológica para la zonificación geomecánica” en el año de 2004 (Figura 4 y Fuente: Radicado No. 4120-E1-25552 del 31 de julio de 2015 Tabla 4).

**Figura 4. Mapa de pendientes en el área de influencia.**



Fuente: Radicado No. 4120-E1-25552 del 31 de julio de 2015

**Tabla 4. Clasificación y distribución de pendientes.**

<b>PCH RÍO ROJO</b>				
<b>Pendiente</b>	<b>AII</b>		<b>AID</b>	
	<b>Área (ha)</b>	<b>% Área</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>% Área</b>
Ligeramente Inclinada 3-7%	0,18	0,10	0,00	0,00
Moderadamente Inclinada 7-12%	0,00	0,00	0,00	0,00
Fuertemente Inclinada 12-25%	13,95	7,94	0,14	9,37
Ligeramente Escarpada 25-50%	59,26	33,73	0,39	25,53
Moderadamente Escarpada 50-75%	66,43	37,82	0,49	32,16
Fuertemente Escarpada 75-100%	33,83	19,26	0,42	27,72
Totalmente Escarpada 100%	2,00	1,14	0,08	5,22
<b>Total</b>	<b>175,67</b>	<b>100</b>	<b>1,52</b>	<b>100</b>

Fuente: Radicado No. 4120-E1-25552 del 31 de julio de 2015.

**Hidrogeología:** Según el documento técnico de soporte, se realizó un análisis de superficie, que se complementó con información regional permitiendo identificar diferentes unidades del recurso hídrico subterráneo y para el caso del área de estudio en una sola unidad denominada “D: Sin capacidad de absorber o transmitir agua”.

Teniendo en cuenta la unidad hidrogeológica definida y el inventario de puntos de agua levantados en campo se observa la siguiente tendencia:

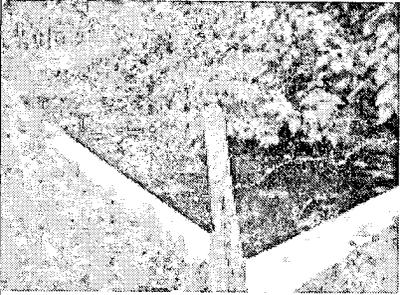
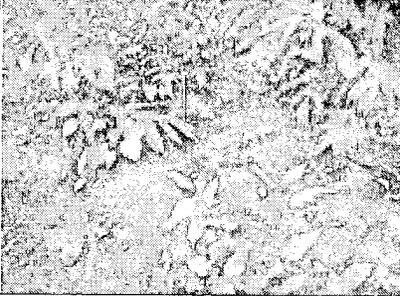
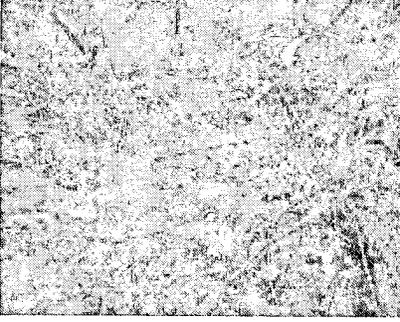
"Por medio del cual se requiere información adicional"

Se identificaron pozos, aljibes y manantiales, esto debido a que buena parte de la población se abastece de aguas superficiales y son fuente de recarga hídrica.

En la

Tabla 5 Se presentan los resultados del inventario realizado para puntos de aguas subterráneas dentro del área de influencia.

**Tabla 5. Inventario de puntos de aguas subterráneas.**

COD-PUNTO	VEREDA	FECHAR ECOL	COORD _X	COORD _Y	USO PRINC.	TIPO PUNTO	FOTOGRAFIA
POZ1	El Recreo	28 DE Mayo 2015	813324	957 173	Abastecim iento	Pozo 1	
MAN 1	El Recreo	28 de Mayo- 2015	813247	957 308	Abastecim iento	Manantial permanente 1	
MAN 2	El Recreo	28 de Mayo- 2015	812278	957 491	Abastecim iento	Manantial permanente 2	
ALJ 1	El Recreo	28 de Mayo- 2015	812000	957 616	Domestico	Aljibe 1	

Fuente: Radicado No. 4120-E1-25552 del 31 de julio de 2015

"Por medio del cual se requiere información adicional"

Adicionalmente, de acuerdo a la información que se presenta en el documento "Memoria técnica Plancha 5-09, mapa de permeabilidades de Colombia" Servicio Geológico Colombiano, 2011, se reconocieron acuíferos cuaternarios someros y acuífugos, como se describen a continuación:

- **Acuíferos cuaternarios someros**

Estos acuíferos litológicamente están compuestos por sedimentos no consolidados de arenas y gravas finas, limos y arcillas con espesores que fluctúan entre 5 y 40 m.

En general, son acuíferos de tipo libre, discontinuos de extensión local y de baja productividad, con una capacidad específica entre 0,05 y 1,0 l/s/m. Su recarga proviene de la precipitación y de las corrientes superficiales en las épocas de lluvia donde el flujo subterráneo tanto vertical como horizontal es de carácter local. Durante las épocas de sequía estos acuíferos, aportan agua al flujo base de las corrientes superficiales.

En relación con el proyecto, estos acuíferos se ubican alrededor del río Rojo sobre la unidad de la Formación Quebrada grande identificada.

- **Acuífugos**

Se trata de materiales rocosos que por sus características litológicas no permiten el almacenamiento ni el transporte del agua subterránea. Se tratan de rocas de naturaleza ígnea y metamórfica no alteradas ni afectadas por meteorización y/o fracturamiento. Este tipo de unidad hidrogeológica aflora en gran parte del complejo Cajamarca específicamente en los afloramientos de rocas metamórficas (Grupo Bugalagrande (Pzb) y Grupo el Rosario (Pzr)).

A partir de la información mencionada se generó un modelo hidrogeológico conceptual que caracteriza en términos hidrogeológicos el área de proyecto, describiendo cada uno de los componentes relacionados en la Tabla 6.

**Tabla 6. Modelo Hidrogeológico Conceptual.**

PARÁMETROS	CARACTERÍSTICAS	DESCRIPCIÓN
Unidades hidrogeológicas	- Grupo Cajamarca (rocas metamórficas, Grupo Bugalagrande Pzb y Complejo Rosario Pzr)	<b>Acuífugos:</b> Se trata de materiales rocosos que por sus características litológicas <b>no permiten el almacenamiento ni el transporte del agua subterránea</b>
	- Formación Quebradagrande Miembro Sedimentario-Volcanico	<b>Acuíferos:</b> Son las capas de sedimentos que se comportan como capas permeables de buena transmisividad del agua subterránea
Hidrografía	Río Rojo	Dirección de flujo de sur a norte, como drenaje principal
Flujo de agua subterránea	Vector NW – SE	Vector principal de noroeste a sureste (NW-SE), con recarga por fuera del área de estudio.
	Vector N-W	Vector secundario que muestra la descarga de los acuíferos libres sobre el Río Rojo.
Zonas de recarga y descarga	Recarga	Las zonas de recarga están representadas por las zonas topográficamente más elevadas por fuera del área de estudio.
	Descarga	Las zonas de descarga de agua subterránea corresponden a sitios donde se presentan nacimientos de agua o manantiales en las zonas de cuaternarios aluviales cercanos a la población de Génova por fuera del área del área de estudio.

**Fuente:** Radicado No. 4120-E1-25552 del 31 de julio de 2015.

“Por medio del cual se requiere información adicional”

A partir de la integración de la información primaria y secundaria de los componentes geológico, geofísico, hidrológico, hidráulica, hidrológica y piezométrica se generó el modelo hidrogeológico conceptual que fue la base para la realización del modelo numérico de elementos finitos.

El modelo se desarrolló con base en la información disponible suministrada por el Servicio Geológico Colombiano y contando con pruebas hidráulicas para la definición de los parámetros de modelamiento.

Para la determinación de la recarga del acuífero el valor de la precipitación cubrió con las demandas de ETP, escorrentía superficial, y la capacidad de infiltración del suelo, las características de los suelos se calcularon a partir de las unidades geológicas del área de estudio, la textura del suelo y de métodos directos de infiltración en campo, el valor de la recarga para el área de 2626 Ha corresponde a 2'090.000 m<sup>3</sup>/año.

Para tener un control del modelo matemático, se decidió, por simplicidad, tratar los límites con un nivel fijo, obtenidos de los niveles freáticos reportados en los datos de perforaciones suministradas por el Servicio Geológico Colombiano realizadas en el sector, los cuales se encontraron hacia aproximadamente los 81 m de elevación. Asimismo teniendo en cuenta que la única fuente de recarga del área es la precipitación se incluyó la divisoria de aguas como cabeza constante, la cual corresponde a los puntos con mayor elevación topográfica.

El modelamiento hidrogeológico numérico se realizó para periodos de 1,2 y 3 años como se muestra en la Tabla 7.

**Tabla 7. Resultado de simulación de modelo.**

Modelo Visual Mod Flow			Conversion		
Año	Recarga (m3/d)	Aporte de Agua (m3/d)	Recarga	Aporte de Agua al Suelo (L/S)	Litros segundos hectárea (Total)
1	110953.4	5185.148	1284.183	60.01328704	0.040196441
2	221882.2	13764.95	2568.081	159.3165509	0.106709009
3	333080.3	20639.41	3855.096	238.8820602	0.16001138

Fuente: Radicado No. 4120-E1-25552 del 31 de julio de 2015.

Adicionalmente, en el documento técnico soporte se describe un método por el cual determinaron la vulnerabilidad de los acuíferos hacia la contaminación en donde se determina que la Formación Quebradagrande en el Miembro Sedimentario Volcánico presenta una vulnerabilidad moderada y el Complejo Cajamarca – Grupo Bugalagrande y Complejo Rosario Presentan una vulnerabilidad insignificante.

**Hidrografía e Hidrología:** El régimen hidrológico de caudales para los cauces principales, se obtuvo a partir de la información de caudales suministrada por el IDEAM, mostrando a nivel mensual el comportamiento de los caudales mínimos, medios y máximos registrados en una estación de medición.

**Tabla 8. Estaciones de medición de caudal utilizada**

CÓDIGO	ESTACIÓN	TIPO	OPERADA POR	CORRIENTE
26127150	PIJAO	LM	IDEAM	LEJOS

Fuente: Radicado No. 4120-E1-25552 del 31 de julio de 2015

De acuerdo con la red hidrográfica local, todas las alternativas se localizan en la subzona hidrográfica del Río La Vieja, Zona Hidrográfica del río Cauca, área hidrográfica del Magdalena-Cauca.

Una de las alternativas se localiza sobre el Río Santo Domingo, el cual descarga en el Río Verde, que a su vez descarga al Río Quindío, y este al Río La Vieja, que finalmente entrega al Río Cauca dentro del área hidrográfica del Magdalena Cauca. Otras de las alternativas, plantea

“Por medio del cual se requiere información adicional”

una intervención sobre el río Verde justo en el tramo aguas arriba de la descarga del Río Santo Domingo. Igualmente, se analiza la localización de una PCH sobre un tramo del río Lejos, río que descarga sobre el río Barragán, este último afluente del río La Vieja. Por último, se plantea la posible construcción de una PCH el Río Rojo, afluente también del río La Vieja.

Con respecto a las condiciones hídricas de la zona en cuando a los cuerpos léntico, se resalta que el proyecto no contempla la intervención de este tipo de fuentes.

A nivel regional, como se mencionó anteriormente, todo el sistema hídrico drena hacia el cauce principal del río La Vieja, siendo este el eje articulador del drenaje de la zona. Estos tres cauces son los que articulan el drenaje de la zona

Las características de la cuenca del Río La Vieja, y de las subcuencas Río Santo Domingo, Río Verde, Río Lejos, Río Rojo, se presentan en la siguiente tabla.

**Tabla 9. Características generales de las cuencas La Vieja, Santo Domingo, Verde y Rojo.**

Características	Río La Vieja (La Vieja y Barragán)	Río Santo Domingo	Río Verde	Río Lejos	Río Rojo
Área (km <sup>2</sup> )	96.91	151.99	122.82	231.07	127.55
Perímetro (km)	312.48	58.7	70.98	90.23	56.22
Long. Cauce (km)	138.3	35.61	25.97	34.48	20.53
Ancho Max. Cuenca (km)	59.39	8.4	7.61	16.6	12.6
Cota de Nacimiento (m.s.n.m.)	3000	3600	3600	3800	3750
Cota de Llegada (m.s.n.m.)	900	1200	1180	1150	1350
Factor de forma	0.01	0.12	0.18	0.19	0.30
Coefficiente de compacidad	8.60	1.33	1.79	1.66	1.39
Indicie de Alargamiento	2.33	4.24	3.41	2.08	1.63

Fuente: Radicado No. 4120-E1-25552 del 31 de julio de 2015

Para el sitio de la central hidroeléctrica – RG, sobre la parte baja del río Rojo, se calcula un valor de caudal a nivel medio anual multianual en el sitio de proyecto igual a 3.38 m<sup>3</sup>/s, como se presenta en la siguiente tabla. En esta misma tabla se presentan los valores de caudales medios mensuales en el sitio de proyecto.

**Tabla 10. Valores Medios Mensuales de Caudales en el sitio de Captación sobre el río Rojo**

CAUDAL (m <sup>3</sup> /s)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
MEDIOS	3.33	3.22	3.45	3.90	3.69	3.49	2.76	2.30	2.19	3.17	5.00	4.93	3.45
MAXIMOS	5.48	5.61	7.29	6.72	5.98	6.47	4.65	4.39	3.95	4.72	8.14	7.55	8.14
MINIMOS	2.44	1.60	1.36	1.66	1.87	1.74	1.27	1.11	1.09	1.66	2.50	2.34	1.09

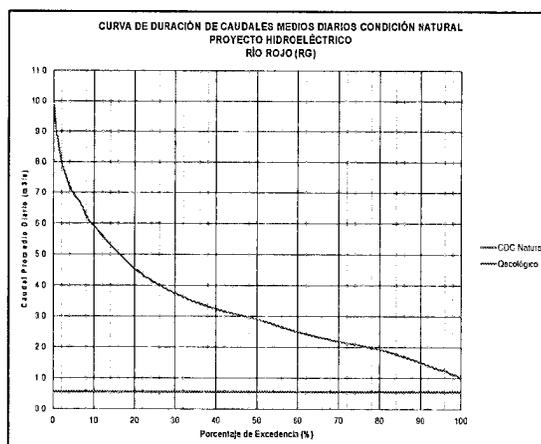
Fuente: Radicado No. 4120-E1-25552 del 31 de julio de 2015

#### Posibles afectaciones al sistema hídrico

No se prevé afectación al recurso hídrico del río Rojo, ya que acorde con los cálculos y resultados del estudio climatológico e hidrológico se concluye que a partir de la Resolución 865 de 2004 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, “Por el cual se adopta la metodología para el cálculo del índice de escasez para aguas superficiales”. De acuerdo a la información disponible, las características de la zona y considerando el alcance de un estudio de pre-factibilidad, se adopta la metodología propuesta por el IDEAM, en la cual el caudal ecológico es un valor aproximado de 25 % del caudal mínimo medio mensual multianual. Este valor corresponde a 0.55 m<sup>3</sup>/s y es superado más del 100% del tiempo de acuerdo a la figura mostrada.

**Figura 5 Curva de caudales PCH- Río Rojo**

“Por medio del cual se requiere información adicional”



Fuente: Radicado No. 4120-E1-25552 del 31 de julio de 2015

### Suelos

#### GEf2 ASOCIACIÓN EL CEDRAL PEDREGALES (TYPIC HAPLUDOLLS, TYPIC TROPORTHENTS)

Son suelos de los valles de clima frío muy húmedo y medio húmedo. El relieve es plano a ligeramente ondulado, con pendientes mayores del 50%. En algunos sectores ocurren inundaciones y encharcamiento, lo mismo que erosión ligera, son suelos de desarrollo incipiente, evolucionados a partir de aluviones recientes, se caracterizan por presentar una serie de capas de texturas medias a gruesas y colores que van desde los pardos oscuros hasta los pardos grisáceos y amarillentos. El drenaje natural varía de moderado a imperfecto y la profundidad efectiva de superficial a profunda, limitada por presencia de fragmentos gruesos.

#### Uso Actual de Suelos

A continuación se presenta la relación y la descripción de las unidades del suelo, cuyo uso actual predominante tanto para el AII (37,54%) como para el AID (40,62%) corresponde al de Ganadero, en el que se encuentran asociados los pastos limpios, pastos arbolados y pastos enmalezados. Posteriormente se encuentran las áreas de Forestal (46,03%) para el AID Y (29,38%) para el AII. Posteriormente se encuentran las áreas de Conservación y Urbano.

Tabla 11. Uso actual PCH Río Rojo

PCH RÍO ROJO				
Uso Actual	AII		AID	
	Área (ha)	% Área	Área (ha)	% Área
Agrícola	0,10	0,05	0,00	0,00
Agroforestal	0,00	0,00	0,00	0,00
Ganadera	65,93	37,54	0,62	40,62
Forestal	51,61	29,38	0,70	46,03
Conservación	54,54	31,05	0,18	11,62
Urbano	3,48	1,98	0,03	1,74
<b>Total</b>	<b>175,65</b>	<b>100</b>	<b>1,52</b>	<b>100</b>

Fuente: Radicado No. 4120-E1-25552 del 31 de julio de 2015

#### Uso potencial de suelos

- Área de Sustracción: áreas para cultivo de semibosque, especialmente café con sombrío, plátano y frutales

Estas áreas se extienden desde Génova hasta Buenavista y Pijao: son de relieve escarpado, con pendientes mayores del 50%, se localizan en clima medio, muy húmedo. Ocupan una extensión de 175,67 hectáreas del área de influencia indirecta y para el área de influencia directa ocupa una extensión de 1,52 hectáreas.

“Por medio del cual se requiere información adicional”

Los suelos son superficiales a moderadamente profundos, bien a excesivamente drenados. Se deben dedicar al cultivo de café bajo sombrío, principalmente con especies nativas como guamo, carbonero y cámbulo. También se puede cultivar frutales y plátano. No se deben sembrar cultivos limpios porque aceleran los procesos erosivos y los deslizamientos en masa.

### Conflictos de Uso de Suelo

A continuación se relacionan los conflictos del uso del suelo identificado, incluyendo el área de influencia directa e indirecta.

**Tabla 12. Conflicto uso del suelo PCH.**

PCH RÍO ROJO				
Conflicto uso del suelo	AII		AID	
	Área (ha)	% Área	Área (ha)	% Área
Tierras sin conflicto de uso o uso adecuado	0,10	0,05	0,00	0,00
Conflicto por subutilización severa	172,08	97,97	1,50	98,26
No aplica	3,48	1,98	0,03	1,74
<b>Total</b>	<b>175,65</b>	<b>100</b>	<b>1,52</b>	<b>100</b>

Fuente: Radicado No. 4120-E1-25552 del 31 de julio de 2015

### Meteorología y Clima

Los análisis hidrológicos regionales, se realizaron a partir de la información hidroclimatológica suministrada por el IDEAM y la CAR, correspondiente a los datos de la estación climatológica Ordinaria (CO) Cumberco, de la estación Sinóptica (SP) Apto El Edén, y de las estaciones pluviométricas (PM) Pijao y La Camelia. Estas estaciones se localizan alrededor del área de estudio.

Temperatura: Una lectura general de los datos permite observar que la temperatura aumenta de Sur a Norte, es decir, de la cuenca alta del Río La Viaja hacia el valle. Aproximadamente la temperatura promedio para la zona de estudio varía entre 22 y 19 °C.

### Presión atmosférica

Teniendo en cuenta las elevaciones de cada una de las estaciones, se estima la presión atmosférica que se presenta en la siguiente tabla.

**Tabla 13. Presión atmosférica estimada en las estaciones**

Código	Estación	Tipo	Elevación (m.s.n.m.)	Presión Atmosférica (Kpa)
26125060	APTO EL EDEN	SP	1229	87.52
26125130	CUMBARCO	CO	1692	82.70
26120170	PIJAO	PM	1700	82.62
26120120	CAMELIA LA	PM	1240	87.40

Fuente: Radicado No. 4120-E1-25552 del 31 de julio de 2015

**Precipitación: media mensual y anual.** En términos generales, los valores más altos en la región se presentan en los meses de mayo y noviembre, en tanto que los valores más bajos se encuentran entre los meses de julio y agosto en casi todas las estaciones.

“Por medio del cual se requiere información adicional”

Para cada una de las estaciones se estimó la precipitación total anual. Como es de esperarse, la precipitación tiende a aumentar en la medida que se aumenta la altura sobre el nivel del mar.

Para la zona de estudio (de acuerdo con el mapa de Isoyetas) a nivel espacial, la precipitación promedio anual varía de 2500 mm a 2100 mm al año, siendo la zona más lluviosa, la que se encuentra hacia el SUR del área de estudio. De acuerdo con esto, la precipitación se comporta descendente de sur a norte.

**Humedad relativa:** media, máximas y mínimas mensuales

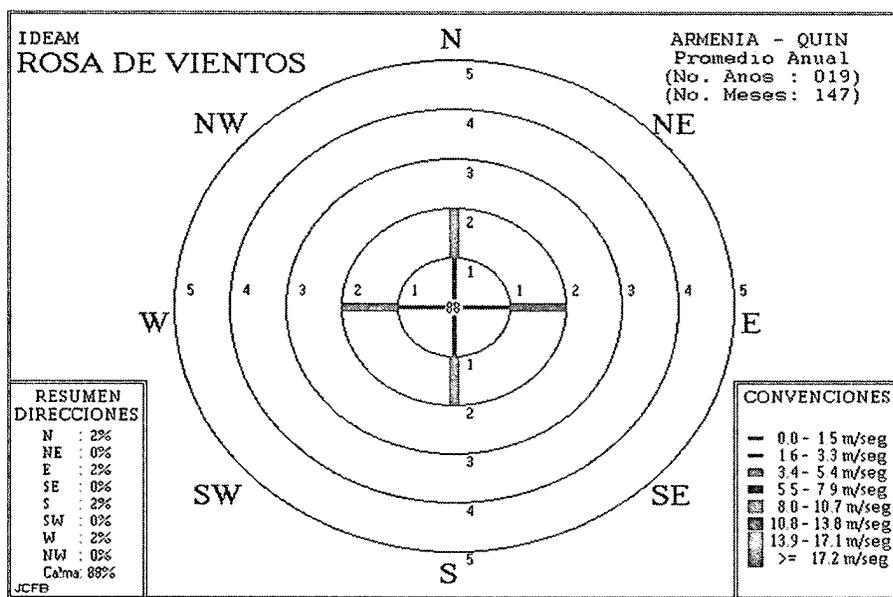
La humedad relativa media mensual multianual en las estaciones analizadas, presentan valores promedio de 79% en el Edén y de 88% en Cumbarco.

**Viento:** dirección, velocidad y frecuencias en que se presentan. Elaborar y evaluar la rosa de los vientos.

En relación con la velocidad media mensual y la dirección predominante media vectorial mensual de los vientos en la zona, se analizarán los datos de las estaciones APTO El Edén, que es la estación que cuentan con información suficiente para realizar este análisis, siendo representativa la zona de estudio.

En esta se aprecia que la mayor parte del tiempo permanece la calma con un permanencia del 88%, y que las direcciones Norte (N), Este (E), Sur (S), Oeste (W), tiene una predominancia del 2% cada una, con velocidades máximas de 5.4 m/s. Las direcciones NE, SE, SW, NW, no registran presencia de vientos.

**Figura 6. Vientos predominantes en la región estación Apto El Eden**



Fuente: Radicado No. 4120-E1-25552 del 31 de julio de 2015

**Brillo solar:** En promedio en la zona del proyecto se tienen 149 horas mensuales de sol en Apto El Edén, y 106 horas en Cumbarco, siendo el mes con mayor brillo solar agosto, lo que concuerdan con el mes de menor precipitación y menor nubosidad.

**Nubosidad**

La nubosidad es un parámetro que en general está ligado con la precipitación, ya que a medida que aumenta la nubosidad, existe un incremento de la precipitación en la zona de estudio. De esta manera, la nubosidad promedio anual multianual en la zona varían entre 5 y 6 octas.

“Por medio del cual se requiere información adicional”

### Evaporación

Con respecto a la evaporación, los valores más altos se presentan a mediados del año, entre los meses de julio y agosto. Para la estación del Apto El Edén en estos meses se alcanzan valores de 123 y 127 mm, respectivamente, mientras en Cumbarco la evaporación registrada es de 93 y 100 mm.

Entre los meses de noviembre y diciembre, se presentan los valores mínimos de 102 y 107 mm para el Apto El Edén, y de 76.6 y 80.4 mm en Cumbarco.

### FLORA

#### Zonas de vida

Se encontraron dos tipos de zona de vida, las cuales corresponden al bosque muy húmedo Montano Bajo (bmh-MB) el cual ocupa para el All un área de 13,70 ha que representa el 7,80% y el bosque muy húmedo Pre Montano (bmh-PM) el cual ocupa para el All un área de 161,95 ha que representa el 92,20%, del área total.

Para el Área de Influencia directa del proyecto, se identificaron dos tipos de zona de vida, las cuales corresponden al bosque muy húmedo Montano Bajo (bmh-MB) el cual ocupa un área de 0,14 ha que representa el 8,90% y el bosque muy húmedo Pre Montano (bmh-PM) el cual ocupa un área de 1,39 ha que representa el 91,10%, del área total.

#### Biomás

Para el área de influencia indirecta (AID) se identificó un gran Bioma, el cual corresponde al bosque húmedo tropical (BHT), también se identificaron dos biomas continentales los cuales corresponden al Orobioma bajo de los Andes y el Orobioma medio de los Andes.

Para el área de influencia directa (AID) se identificó un gran Bioma, el cual corresponde al bosque húmedo tropical (BHT), también se identificaron dos biomas continentales los cuales corresponden al Orobioma bajo de los Andes y el Orobioma medio de los Andes.

#### Cobertura vegetal

Tabla 14. Coberturas vegetales presentes

NIVEL								
Coberturas	2	3	4	5	All Área (ha)	%	AID Área (Ha)	%
1. TERRITORIOS ARTIFICIALIZADOS	1.1. Zonas Urbanizadas	1.1.2. Tejido urbano discontinuo			3,55	2,02	0,03	1,74
		2.3.1. Pastos limpios			12,66	7,21	0,27	18,05
2. TERRITORIOS AGRÍCOLAS	2.3. Pastos	2.3.2. Pastos arbolados			18,4	10,47	0,08	5,32
		2.3.3. Pastos enmalezados			34,86	19,85	0,26	17,26
		2.4.2. Mosaico de pastos y cultivos			0,1	0,05		
3. BOSQUES Y ÁREAS SEMINATURALES	3.1. Bosques	3.1.1. Bosque denso	3.1.1.2. Bosque denso bajo	3.1.1.2.1. Bosque denso bajo de tierra firme (guadua)	3,26	1,86		
			3.1.3. Bosque fragmentado	3.1.3.2. Bosque fragmentado con vegetación secundaria		48,35	27,53	0,7
		3.1.4. Bosque de galería y/o ripario			24,64	14,03	0,17	11,29

"Por medio del cual se requiere información adicional"

	3.2. Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva	3.2.3. Vegetación secundaria o en transición	3.2.3.1. Vegetación secundaria alta		23,67	13,47		
			3.2.3.2. Vegetación secundaria baja		2,38	1,36		
5. SUPERFICIES DE AGUA	5.1. Aguas continentales	5.1.1. Ríos			3,78	2,15	0,01	0,33
<b>TOTAL</b>					<b>175,65</b>	<b>100</b>	<b>1,52</b>	<b>100</b>

Fuente: Modificado de Radicado No. 4120-E1-25552 del 31 de julio de 2015

### Ecosistemas Terrestres

Para el área de influencia directa se registran diecinueve (19) ecosistemas, siendo los más representativos: el bosque fragmentado con vegetación secundaria del Orobioma bajo de los Andes con un área de 48,35 ha que representan el 27,53%, seguido de los pastos enmalezados del Orobioma bajo de los Andes con un área de 28,75 ha que representan el 16,37%, seguido de la vegetación secundaria alta del Orobioma bajo de los Andes con 23,67 ha que representan el 13,47%, seguido del bosque de galería y/o ripario del Orobioma bajo de los Andes con un área de 20,67 ha (11,77%)

Para el área de influencia directa se registran ocho (8) ecosistemas, siendo los más representativos: el bosque fragmentado con vegetación secundaria del Orobioma bajo de los Andes con un área de 0,70 ha que representan el 46,03%, seguido de los pastos limpios del Orobioma bajo de los Andes con un área de 0,27 ha que representan el 18,05%, seguido de los pastos enmalezados del Orobioma bajo de los Andes con 0,22 ha que representan el 14,12%, seguido del bosque de galería y/o ripario del Orobioma bajo de los Andes con un área de 0,9 ha (5,64%) y el bosque de galería y/o ripario del Orobioma medio de los Andes con un área de 0,9 ha (5,65%).

En el área de influencia indirecta y directa del proyecto se presenta una moderada intervención y perturbación antrópica, indicando esto que las áreas boscosas aún conservan su estado natural y ecosistémico

### Caracterización Florística de los Ecosistemas Naturales

#### BOSQUE FRAGMENTADO CON VEGETACIÓN SECUNDARIA DEL OROBIOMA BAJO DE LOS ANDES

En términos de dominancia relativa las especies con mayor importancia ecológica para este ecosistema son: *Ochroma pyramidale* con 30,32%, *Cecropia telenitida* con 21,36% y la especie *Inga sp.*, con 10,85%. La siguiente tabla presenta el índice de valor de importancia de las especies encontrada

**Tabla 15. Índice de Valor de Importancia de las especies reportadas en el bosque fragmentado con vegetación secundaria del Orobioma bajo de los Andes.**

Nombre común	Nombre científico	Familia	ABUNDANCIA		FRECUENCIA		DOMINANCIA		I.V.I %
			ABS	REL	ABS	REL	ABS	REL	
Arrayan	<i>Myrcianthes sp</i>	MYRTACEAE	8	7,692	3	10	0,26	9,42	27,11
Balso	<i>Ochroma pyramidale</i>	BOMBACACEAE	28	26,92	3	10	0,85	30,32	67,25
Cariseco	<i>Billia rosea</i>	HIPPOCASTANACEAE	4	3,846	3	10	0,14	4,91	18,76
Chucho	<i>Cestrum spp.</i>	SOLANACEAE	1	0,962	1	3,33	0,02	0,57	4,87
Guamo	<i>Inga sp.</i>	FABACEAE	11	10,58	3	10	0,30	10,85	31,42
Guanabano	<i>Annona muricata</i>	ANNONACEAE	2	1,923	2	6,67	0,05	1,94	10,53
Higueron	<i>Ficus insipida</i>	MORACEAE	2	1,923	2	6,67	0,02	0,76	9,35

"Por medio del cual se requiere información adicional"

Nombre común	Nombre científico	Familia	ABUNDANCIA		FRECUENCIA		DOMINANCIA		I.V.I %
			ABS	REL	ABS	REL	ABS	REL	
Manzanillo	<i>Toxicodendrum striatum</i>	ANACARDIACEAE	5	4,808	2	6,67	0,12	4,17	15,65
Montefrio	<i>Alchornea sp</i>	EUPHORBIACEAE	6	5,769	3	10	0,13	4,72	20,49
Niguito	<i>Miconia lehmannii</i>	MELASTOMATACEAE	5	4,808	3	10	0,15	5,29	20,10
Surrumbo	<i>Trema micrantha</i>	ULMACEAE	9	8,654	2	6,67	0,16	5,69	21,01
Yarumo	<i>Cecropia telenitida</i>	CECROPIACEAE	23	22,12	3	10	0,60	21,36	53,47
<b>Total</b>			<b>104</b>	<b>100</b>	<b>30</b>	<b>100</b>	<b>2,80</b>	<b>100</b>	<b>300</b>

Fuente: Radicado No. 4120-E1-25552 del 31 de julio de 2015

En la siguiente tabla se presenta el consolidado de los resultados de la diversidad alfa para el ecosistema de bosque fragmentado con vegetación secundaria del Orobioma bajo de los Andes.

**Tabla 16. Resultados Alfadiversidad para el bosque fragmentado con vegetación secundaria del Orobioma bajo de los Andes**

CM	Dmg	Dmn	H'	D	d
0,11	2,36	1,17	3,04	0,009	0,18

Fuente: Radicado No. 4120-E1-25552 del 31 de julio de 2015

Estos resultados en términos generales, caracterizan una comunidad biótica muy poco diversa, con tendencia a la homogeneidad (poco heterogénea), típica de las sucesiones secundarias. Melo (2000).

Las especies con el valor más alto de agregación son el Niguito (*Miconia lehmannii*) con 28,72%, Chucho (*Cestrum spp.*) con un 23,00% y la especie Higuero (*Ficus insipida*) con un valor de 10,93%, lo cual indica que estas especies tienen mayor tendencia en el agrupamiento de sus individuos.

La especie que presenta mayor volumen total es el Balso (*Ochroma pyramidale*) con 6,73 m<sup>3</sup>, seguido de la especie Yarumo (*Cecropia telenitida*) con 4,54 m.

- Análisis de los resultados de caracterización de latizales y brinzales (Índice de Regeneración Natural – IRN).**

Los resultados de la regeneración natural del bosque fragmentado con vegetación secundaria del Orobioma bajo de los Andes, en donde se registran 11 familias y 11 especies, entre las familias más sobresalientes por el número de individuos están EUPHORBIACEAE; por su parte, las especies más representativas en todas las categorías de regeneración natural en cuanto al número de individuos son: Montefrio (*Alchornea sp*), Higuero (*Ficus insipida*) y Balso (*Ochroma pyramidale*).

En la siguiente tabla **Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, se presenta el análisis de la estructura horizontal de la regeneración natural del bosque fragmentado con vegetación secundaria del Orobioma bajo de los Andes.

**Tabla 17. Análisis de la estructura horizontal de la regeneración natural para el bosque fragmentado con vegetación secundaria del Orobioma bajo de los Andes**

Nombre común	Nombre científico	Familia	CATEGORÍA DE TAMAÑO		FRECUENCIA		ABUNDANCIA		IRN	IRN%
			Ab	Re%	Ab	Re%	Aa	Ar		
Arrayan	<i>Myrcianthes sp</i>	MYRTACEAE	0,98	0,81	1	2,38	3	3,26	6,45	2,15
Balso	<i>Ochroma pyramidale</i>	BOMBACACEAE	13,15	10,82	4	9,52	11	11,96	32,30	10,77

"Por medio del cual se requiere información adicional"

Nombre común	Nombre científico	Familia	CATEGORÍA DE TAMAÑO		FRECUENCIA		ABUNDANCIA		IRN	IRN%
			Ab	Re%	Ab	Re%	Aa	Ar		
Cordoncillo	<i>Piper sp</i>	PIPERACEAE	0,11	0,09	1	2,38	1	1,09	3,56	1,19
Guamo	<i>Inga sp</i>	FABACEAE	6,96	5,72	4	9,52	8	8,70	23,94	7,98
Chucho	<i>Cestrum spp</i>	SOLANACEAE	18,37	15,12	8	19,05	13	14,13	48,29	16,10
Higueron	<i>Ficus insipida</i>	MORACEAE	27,83	22,90	6	14,29	16	17,39	54,58	18,19
Manzanillo	<i>Toxicodendrum striatum</i>	ANACARDIACEAE	0,43	0,36	1	2,38	2	2,17	4,91	1,64
Montefrio	<i>Alchornea sp</i>	EUPHORBIACEAE	39,24	32,29	6	14,29	19	20,65	67,23	22,41
Niguito	<i>Miconia lehmannii</i>	MELASTOMATACEAE	1,74	1,43	4	9,52	4	4,35	15,30	5,10
Surrumbo	<i>Trema micrantha</i>	ULMACEAE	3,91	3,22	3	7,14	6	6,52	16,88	5,63
Yarumo	<i>Cecropia peltata</i>	URTICACEAE	8,80	7,25	4	9,52	9	9,78	26,55	8,85
Total			121,52	100	42	100	92	100	300	100

Fuente: Radicado No. 4120-E1-25552 del 31 de julio de 2015.

#### BOSQUE DE GALERÍA Y/O RIPARIO DEL OROBIOMA BAJO DE LOS ANDES

En términos de dominancia relativa las especies con mayor importancia ecológica para este ecosistema son: Yarumo (*Cecropia telenitida*) con 18,8%, Manzanillo (*Toxicodendrum striatum*) con 17,99% y la especie Guamo (*Inga sp.*) con 13,41%. La siguiente tabla presenta el índice de valor de importancia de las especies encontradas.

**Tabla 18. Índice de Valor de Importancia de las especies reportadas en el bosque de galería y/o ripario del Orobioma bajo de los Andes**

Nombre común	Nombre científico	Familia	ABUNDANCIA		FRECUENCIA		DOMINANCIA		IV
			ABS	REL	ABS	REL	ABS	REL	
Balzo	<i>Ochroma pyramidale</i>	BOMBACACEAE	14	14,58	3	10,7	0,31	11,14	36,43
Cordoncillo	<i>Piper sp.</i>	PIPERACEAE	6	6,25	2	7,14	0,22	7,784	21,18
Drago	<i>Crotón magdalenensis</i>	EUPHORBIACEAE	5	5,208	2	7,14	0,17	5,901	18,25
Guamo	<i>Inga sp.</i>	MIMOSACEAE	14	14,58	3	10,7	0,38	13,41	38,71
Manzanillo	<i>Toxicodendrum striatum</i>	ANACARDIACEAE	18	18,75	3	10,7	0,50	17,99	47,45
Montefrio	<i>Alchornea sp</i>	EUPHORBIACEAE	3	3,125	2	7,14	0,09	3,225	13,49
Pateloro	<i>Allophylus mollis</i>	SAPINDACEAE	7	7,292	2	7,14	0,28	10,14	24,58
Pringamozo	<i>Urera caracasana</i>	URTICACEAE	2	2,083	2	7,14	0,11	4,002	13,23
Quiebrabarrigo	<i>Trichanthera gigantea</i>	ACANTHACEAE	5	5,208	3	10,7	0,11	3,884	19,81
Surrumbo	<i>Trema micrantha</i>	ULMACEAE	5	5,208	3	10,7	0,10	3,732	19,66
Yarumo	<i>Cecropia telenitida</i>	URTICACEAE	17	17,71	3	10,7	0,53	18,8	47,22
Total			96	100	28	100	2,81	100	300

Fuente: Radicado No. 4120-E1-25552 del 31 de julio de 2015

En la siguiente tabla, se presenta el consolidado de los resultados de la diversidad alfa para el ecosistema de bosque de galería y/o ripario del Orobioma bajo de los Andes.

**Tabla 19. Resultados Alfadeiversidad para el bosque de galería y/o ripario del Orobioma bajo de los Andes**

CM	Dmg	Dm <sup>2</sup>	H'	D	d
----	-----	-----------------	----	---	---

“Por medio del cual se requiere información adicional”

0,11	2,19	1,12	3,16	0,01	0,20
------	------	------	------	------	------

Fuente: Radicado No. 4120-E1-25552 del 31 de julio de 2015

Estos resultados en términos generales, caracterizan una comunidad biótica muy poco diversa, con tendencia a la homogeneidad (poco heterogénea), típica de las sucesiones secundarias. Melo (2000).

Las especies con el valor más alto de agregación son el Yarumo (*Cecropia telenitida*) con 88,44%, Manzanillo (*Toxicodendrum striatum*) con un 21,2% y la especie Guamo (*Inga sp.*) con un valor de 15,68%, lo cual indica que estas especies tienen mayor tendencia en el agrupamiento de sus individuos.

#### Análisis de los resultados de caracterización de latizales y brinzales (Índice de Regeneración Natural – IRN).

Se registran 8 familias y 8 especies, entre las familias más sobresalientes por el número de individuos están CUNNONIACEAE y PIPERACEAE por su parte, las especies más representativas en todas las categorías de regeneración natural en cuanto al número de individuos son: Encenillo (*Weinmania pubescens*) y Cordoncillo (*Piper sp.*).

En la siguiente tabla, se presenta el análisis de la estructura horizontal de la regeneración natural del bosque de galería y/o ripario del Orobioma bajo de los Andes.

**Tabla 20. Análisis de la estructura horizontal de la regeneración natural para bosque de galería y/o ripario del Orobioma bajo de los Andes**

Nombre común	Nombre científico	Familia	CATEGORÍA DE TAMAÑO		FRECUENCIA		ABUNDANCIA		RN	RN%
			Ca	Cr	Fa	Fr	Aa	Ar		
Arrayan	<i>Myrcia sp</i>	MYRTACEAE	2,03	5,60	3	12	4	9,52	27,13	9,04
Balso	<i>Ochroma pyramidale</i>	BOMBACACEAE	2,03	5,60	2	8	4	9,52	23,13	7,71
Manzanillo	<i>Toxicodendrum striatum</i>	ANACARDIACEAE	6,2	17,12	4	16	7	16,67	49,78	16,59
Cordoncillo	<i>Piper sp</i>	PIPERACEAE	3,16	8,72	3	12	5	11,90	32,63	10,88
Encenillo	<i>Weinmania pubescens</i>	CUNNONIACEAE	18,23	50,33	7	28	12	28,57	106,90	35,63
Palma boba	<i>Trichipteris frigida</i>	CYATHEACEAE	0,51	1,41	2	8	2	4,76	14,17	4,72
Surumbo	<i>Trema micrantha</i>	ULMACEAE	2,03	5,60	2	8	4	9,52	23,13	7,71
Yarumo	<i>Cecropia telenitida</i>	URTICACEAE	2,03	5,60	2	8	4	9,52	23,13	7,71
<b>Total</b>			<b>36,22</b>	<b>100</b>	<b>25</b>	<b>100</b>	<b>42</b>	<b>100</b>	<b>300</b>	<b>100</b>

Fuente: Radicado No. 4120-E1-25552 del 31 de julio de 2015

#### VEGETACIÓN SECUNDARIA ALTA DEL OROBIOMA BAJO DE LOS ANDES

En términos de dominancia relativa las especies con mayor importancia ecológica para este ecosistema son: Yarumo (*Cecropia telenitida*) con 16,27%, Arrayan (*Myrcianthes sp.*) con 13,98% y la especie Surrumbo (*Trema micrantha*) con 13,31%. En la siguiente tabla se presenta el índice de valor de importancia de las especies encontradas.

**Tabla 21. Índice de Valor de Importancia de las especies reportadas en la vegetación secundaria alta del Orobioma bajo de los Andes**

Nombre común	Nombre científico	Familia	ABUNDANCIA		FRECUENCIA		DOMINANCIA		I.V.I %
			ABS	REL	ABS	REL	ABS	REL	
Aguacate	<i>Persea americana</i>	LAURACEAE	1	1,06	1	3,13	0,05	1,45	5,64
Arrayan	<i>Myrciathes sp</i>	MYRTACEAE	10	10,64	3	9,38	0,44	13,98	34,00

"Por medio del cual se requiere información adicional"

Nombre común	Nombre científico	Familia	ABUNDANCIA		FRECUENCIA		DOMINANCIA		I.V.I%
			ABS	REL	ABS	REL	ABS	REL	
Balso	<i>Ochroma pyramidale</i>	BOMBACACEAE	14	14,89	3	9,38	0,38	11,93	36,20
Chucho	<i>Cestrum spp.</i>	SOLANACEAE	5	5,32	2	6,25	0,19	6,01	17,58
Drago	<i>Crotón magdalenensis</i>	EUPHORBIACEAE	4	4,26	3	9,38	0,13	4,25	17,88
Guamo	<i>Inga sp.</i>	MIMOSACEAE	11	11,70	3	9,38	0,30	9,46	30,53
Manzanillo	<i>Toxicodendrum striatum</i>	ANACARDIACEAE	1	1,06	1	3,13	0,02	0,51	4,70
Mestizo	<i>Cupania americana</i>	SAPINDACEAE	4	4,26	1	3,13	0,10	3,08	10,46
Naranja	<i>Citrus aurantium</i>	RUTACEAE	2	2,13	1	3,13	0,07	2,11	7,36
Niguito	<i>Miconia lehmannii</i>	MELASTOMACEAE	3	3,19	3	9,38	0,09	2,90	15,47
Pateloro	<i>Allophylus mollis</i>	SAPINDACEAE	7	7,45	2	6,25	0,18	5,81	19,50
Pringamozo	<i>Urera caracasana</i>	URTICACEAE	6	6,38	3	9,38	0,28	8,92	24,68
Surrumbo	<i>Trema micrantha</i>	ULMACEAE	10	10,64	3	9,38	0,42	13,31	33,33
Yarumo	<i>Cecropia telenitida</i>	URTICACEAE	16	17,02	3	9,38	0,52	16,27	42,67
<b>Total</b>			<b>94</b>	<b>100</b>	<b>32</b>	<b>100</b>	<b>3,169</b>	<b>100</b>	<b>300</b>

Fuente: Radicado No. 4120-E1-25552 del 31 de julio de 2015

En la siguiente tabla ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia., se presenta el consolidado de los resultados de la diversidad alfa para el ecosistema de vegetación secundaria alta del Orobioma bajo de los Andes.

**Tabla 22. Resultados Alfadiversidad para la vegetación secundaria alta del Orobioma bajo de los Andes**

C <sub>hi</sub>	D <sub>mg</sub>	D <sub>mn</sub>	H'	D	d
0,14	2,86	1,44	3,45	0,010	0,20

Fuente: Radicado No. 4120-E1-25552 del 31 de julio de 2015

Estos resultados en términos generales, caracterizan una comunidad biótica muy poco diversa, con tendencia a la homogeneidad (poco heterogénea), típica de las sucesiones secundarias. Melo (2000).

Las especies con el valor más alto de agregación son el Guamo (*Inga sp.*) con un valor de 13,34%, el Balso (*Ochroma pyramidale*) con 12,98%, el Arrayan (*Myrcianthes sp.*) con un 12,13%, lo cual indica que estas especies tienen mayor tendencia en el agrupamiento de sus individuos.

#### **Análisis de los resultados de caracterización de latizales y brinzales**

La especie Manzanillo (*Toxicodendrum striatum*) es la que presenta el mayor valor de Índice de Regeneración Natural (IRN) con 29,93, seguido de Drago (*Crotón magdalenensis*) con IRN de 21,21 y Aguacate (*Persea americana*) con un IRN de 20,76. Estas especies son las más representativas de acuerdo con el IRN dado para cada una, debido a la abundancia de las mismas.

#### **FAUNA**

##### **Anfibios**

En el área del proyecto Pequeña Central Hidroeléctrica Río Rojo, hay registros de 13 especies endémicas con presencia potencial, *Pristimantis mars*, *Espadarana prosoblepon*, *Dendropsophus columbianus*, *Leptodactylus colombiensis*, *Leptodactylus fuscus*, *Pristimantis boulengeri*, *Pristimantis achatinus*, *Colostethus fraterdanieli*, *Cochranella savagei*, *Nymphargus posadae*, *Pristimantis gracilis*, *Pristimantis orpacobates*, *Pristimantis platytilus*.

“Por medio del cual se requiere información adicional”

En el área del proyecto, se registran 21 especies de anfibios en alguna categoría de amenaza, de las cuales una especie se encuentra listada en categoría de Peligro Crítico (CR), 4 especies en Peligro (EN), 12 especies son consideradas Vulnerables (VU) y 4 especies son consideradas casi amenazadas (NT). Con respecto al tratado CITES, se observan 6 especies que se incluyen en el apéndice II.

**Tabla 23. Anfibios con alguna categoría de riesgo de extinción en el área del proyecto Pequeña central Hidroeléctrica Río Rojo**

ESPECIE	VERNACULAR	IUCN	CITES	LR	R-192
<i>Atelopus quimbaya</i>	-	CR	-	CR	-
<i>Andinobates bombetes</i>	-	EN	II	VU	-
<i>Phyllobates terribilis</i>	<i>Rana Dorada venenosa</i>	EN	II	EN	CR
<i>Ranitomeya bombetes</i>	<i>Rana venenosa del cauca</i>	EN	II	EN	VU
<i>Pristimantis mars</i>	-	EN	-	EN	-
<i>Centrolene heloderma</i>	-	VU	-	VU	-
<i>Centrolene robledoii</i>	-	VU	-	VU	-
<i>Centrolene buckleyi</i>	-	VU	-	VU	-
<i>Cochranella savagei</i>	-	VU	-	VU	-
<i>Nymphargus posadae</i>	-	VU	-	VU	-
<i>Gastrotheca dendronastes</i>	-	VU	-	VU	-
<i>Pristimantis gracilis</i>	-	VU	-	VU	-
<i>Pristimantis orpacobates</i>	-	VU	-	VU	-
<i>Pristimantis supernatis</i>	-	VU	-	VU	-
<i>Pristimantis platytilus</i>	-	VU	-	VU	-
<i>Pristimantis ruedai</i>	-	VU	-	VU	-
<i>Strabomantis cheiroplethus</i>	-	VU	-	VU	-
<i>Centrolene antioquiense</i>	-	NT	-	NT	-
<i>Colostethus fraterdanieli</i>	<i>Rana silbadora</i>	NT	II	NT	-
<i>Colostethus fraterdanieli</i>	-	NT	II	NT	-
<i>Hyloxalus lehmanni</i>	-	NT	II	NT	-

Fuente: Radicado No. 4120-E1-25552 del 31 de julio de 2015

## REPTILES

Se encontró que existen tres especies consideradas en algún grado de amenaza, de las cuales 1 especie es considerada Vulnerables (VU) *Kinosternon leucostomum* y 2 especies son consideradas casi amenazadas (NT) *Anolis ventrimaculatus* y *Ninia atrata*. Con respecto al tratado CITES, solo 1 de las especies reportadas para el área del desarrollo del proyecto se encuentran incluida en el apéndice II de las categorías CITES *Boa constrictor*.

## AVES

Las familias más diversas son *Tyrannidae* con 57 especies, *Thraupidae* con 53 especies, *Trochilidae* con 44 especies, seguidas de las familias, *Parulidae* con 18 especies, *Fringillidae* con 16 especies, *Emberizidae* con 13 especies, *Psittacidae* con 13 especies, *Picidae* con 12 especies, *Accipitridae* con 11 especies, *Grallariidae* con 10 especies, *Icteridae* con 10 especies, *Troglodytidae* con 10 especies, *Columbidae* con 9 especies, *Cardinalidae* con 9 especies, *Thamnophilidae* con 9 especies, *Turdidae* con 9 especies, *Falconidae* con 7 especies.

“Por medio del cual se requiere información adicional”

Se encuentran 8 especies de aves consideradas endémicas *Penelope perspicax*, *Hapalopsittaca fuertesi*, *Cercomacra parkeri*, *Grallaria milleri*, *Chlorochrysa nitidissima*, *Dacnis hartlaubi*, *Habia cristata*, *Hypopyrrhus pyrohypogaster*.

se encuentra 1 especie en categoría de peligro crítico de extinción (CR) *Hapalopsittaca fuertesi*, 7 especies categorizadas en peligro (EN) *Penelope perspicax*, *Spizaetus isidori*, *Grallaria alleni*, *Grallaria milleri*, *Doliornis remseni*, *Hypopyrrhus pyrohypogaster*, *Grallaricula cucullata*, 10 como vulnerables (VU) *Leptosittaca branickii*, *Bolborhynchus ferrugineifrons*, *Hapalopsittaca amazonina*, *Andigena hypoglauca*, *Grallaricula lineifrons*, *Buthraupis wetmorei*, *Chlorochrysa nitidissima*, *Dacnis hartlaubi*, *Saltator cinctus*, *Dendroica cerulea* y 4 como casi amenazadas *Aburria aburri*, *Megascops colombianus*, *Andigena nigrirostris*, *Xenopipo flavicapilla*.

En la zona donde se proyecta el desarrollo del proyecto área del proyecto Pequeña Central Hidroeléctrica Río Rojo, se ha registrado según la información secundaria, 23 especies de aves con migración de tipo Boreal las cuales pasan por el territorio hasta llegar a la Amazonía o hacia la Patagonia.

### **MAMÍFEROS**

se reportan con presencia potencial 2 especies endémicas *Tapirus pinchaque*, *Ateles geoffroyi*, 2 especies en peligro crítico de extinción (CR) *Tapirus pinchaque*, *Cuniculus taczanowskii*, 3 especies en categorizadas en peligro (EN), *Ateles geoffroyi*, *Pudu mephistophiles*, *Tremarctos ornatus*, 6 especies como vulnerables (VU) *Leopardus tigrinus*, *Lontra longicaudis*, *Aotus lemurinus*, *Dinomys branickii*, *Mazama Rufina*, *Alouatta seniculus* y 2 especies como casi amenazadas (NT) *Panthera onca*, *Sylvilagus brasiliensis*.

### **ECOSISTEMAS ACUÁTICOS.**

El Río Rojo presentó una diversidad reducida, con los valores más altos en los macroinvertebrados bentónicos. Se evidencia una dominancia baja en el perifiton, fitoplancton y bentos, pero definida en el zooplancton, basándose en el índice de Simpson. Las abundancias entre las especies de la comunidad fitoplanctónica son equiparables según lo expresado por Pielou. Se evidencia la presencia de aguas contaminadas basándose en la comunidad de organismos zooplanctónicos con valores entre 0 - 1,5 bit/ind; Las comunidades perifítica, fitoplanctónica y de macroinvertebrados bentónicos presentaron valores entre 1,6 -3 bit/ind, del índice de Shannon - Wiener, mostrando un sistema medianamente contaminado

### **Conectividad Ecológica**

Los efectos de la remoción de vegetación, a pesar de que disminuyen el área total de los ecosistemas considerados de interés, no producen cambios significativos en los índices de fragmentación, por cuanto ésta se encuentra actualmente en grado Medio a Fuerte, y esto es debido a los pequeños porcentajes de disminución de cobertura de los fragmentos de ecosistemas analizados.

En ningún caso habría cambios del estado actual de fragmentación es decir el estado de fragmentación permanecería inalterado simplemente porque actualmente el paisaje ya se haya en el Grado Extremo de Fragmentación.

Las diferencias entre los valores de los índices sin y con proyecto son pequeñas porque las áreas de posible afectación, son igualmente pequeñas, además de que la situación de fragmentación actual presenta un paisaje muy transformado, el cual no se prevé que cambie a la luz de la información disponible.

Los efectos de la remoción de vegetación (0,1489 ha), no tiene efectos evidentes en los valores de fragmentación de los índices calculados, más allá de un leve aumento de los valores se

“Por medio del cual se requiere información adicional”

*distingue con base en la fragmentación detectada, lo cual puede ser debido al hecho de compartir un mismo paisaje y la mayoría de sus caracteres espaciales.*

#### **Componente Socioeconómico**

*No se encontró ningún tipo de infraestructura que se pueda ver afectada con las actividades asociadas a las PCH Río Rojo.*

*La vereda con mayor AID a sustraer dentro de la Reserva Forestal es Río Rojo, seguido de las veredas La Primavera y El Recreo. Todas estas unidades territoriales presentan un patrón de asentamiento disperso, donde predomina la población asentada de origen campesino.*

*Las personas entrevistadas de las veredas del área directa a sustraer mencionan que sus unidades territoriales fueron fundadas hace más de 80 años, por pobladores venidos de diferentes regiones del país (Antioquia, Tolima, Meta, Cundinamarca) durante el periodo de la colonización antioqueña. Actualmente en la vereda existe población campesina asentada en fincas dispersas habitadas por familias de estructura nuclear.*

*La comunidad de estas veredas mencionan la llegada de población flotante en busca de trabajo, especialmente en tiempo de cosecha del cultivo de café y plátano, procedentes de Antioquia, Valle, Tolima y Caldas. No obstante, las comunidades del AID están sujetas a las dinámicas propias de los cultivos en cuanto a los tiempos de cosecha, lo que genera una incertidumbre en la estabilidad laboral y en el nivel de ingresos, pues falta incentivar el crecimiento entre los sectores comerciales, industriales y turísticos, así como en otros servicios y actividades empresariales, las cuales se traduzcan en fuentes generadoras de empleo productivo temporal e indefinido.*

*No se evidencia ningún tipo de conflicto entre veredas por límites o linderos; de igual forma el tipo de tenencia de la tierra en el área a sustraer es de Propiedad Privada, lo cual disminuye la posibilidad de eventos de conflictos por la tenencia de la misma pues, al parecer, todos los propietarios tienen los documentos que acreditan su propiedad, en regla.*

#### **Servicios Ecosistémicos Que Presta El Área De Reserva Forestal**

*Se evidencia que en el área de Reserva Forestal que la PCH Río Rojo atraviesa se encuentra altamente intervenido, resaltando que el 40.63% de la cobertura corresponde a territorios agrícolas donde los pastos limpios ocupan la mayor extensión con el 18,05%, seguido de los pastos enmalezados y los pastos arbolados con una tasa representativa de 17,26% y 5, % respectivamente.*

*En cuanto a los bosques y áreas seminaturales, predominan en el área el bosque fragmentado con vegetación secundaria con un 46,03% y bosque de galería o ripario con un 11,29%*

*De acuerdo con los datos anteriormente consignados, el mayor servicio ecosistémico que presta la Reserva son para los bosques y áreas seminaturales; también para los territorios agrícolas, lo cual ubicaría como principales usuarios de la Reserva a los productores agrícolas y pecuarios teniendo en cuenta que las comunidades asentadas en la zona de estudio basan su economía principalmente en el sector agropecuario, en el que se destaca el establecimiento organizado de la actividad cafetera. A su vez, la ganadería vacuna predomina en las zonas frías de las laderas, aunque surge la necesidad de estudiar y sembrar mejores pastos, con el propósito de obtener un mayor rendimiento económico; también es de importancia la ganadería lechera.*

*En cuanto al recurso hídrico, Génova cuenta con un alto potencial hídrico, resultado de las características hidrológicas del municipio, que forma parte del sistema del río La Vieja. En esta jurisdicción se encuentran cinco microcuencas así: Barragán, Lejos, San Juan, río Gris y río Rojo*

"Por medio del cual se requiere información adicional"

Sin embargo, las principales fuentes de contaminación que afectan los cursos de agua en dichas microcuencas son las aguas residuales rurales, los beneficiaderos de café, los insumos agroquímicos y el alcantarillado municipal. La calidad de agua del municipio tiende a deteriorarse, la contaminación bacteriológica es generalizada en las cinco microcuencas abastecedoras de los acueductos veredales.

**AMENAZAS Y SUSCEPTIBILIDAD AMBIENTAL**

• **Amenaza Sísmica para la zona**

De acuerdo con la clasificación por amenaza sísmica, el área del proyecto atraviesa únicamente una zona de amenaza sísmica catalogada como baja, por lo tanto se puede valorar como improbable 2 (posibilidad de ocurrencia muy baja. Sucede en forma excepcional; 1 entre 11 y 19 años).

➤ **Fenómenos De Remoción En Masa**

Se considera que el área de estudio presenta una alta susceptibilidad a procesos de remoción en masa, por lo que se califica la zona como ocasional 5 "Moderado, Posibilidad de ocurrencia media, Sucede algunas veces".

➤ **Inundación**

Debido a la baja presencia de zonas con presencia de fenómenos de inundación, la probabilidad de ocurrencia de este evento es catalogada como 2, improbable, Posibilidad de ocurrencia muy baja.

➤ **Avenidas Torrenciales**

Los caudales máximos calculados de la hoya hidrográfica del proyecto hidroeléctrico sobre el río Rojo para 2, 5, 10, 20, 50 y 100 años de periodo de retorno son respectivamente 42.1, 73.2, 106.4, 149.1, 224.2, 298.6 m³/s, lo cual muestra una marcada reducción de los caudales máximos con el pasar del tiempo, lo cual reduce la probabilidad que se presenten este tipo de fenómenos.

No obstante, debido a la geomorfología y pendiente del área, pueden presentarse crecidas repentinas que representen avenidas torrenciales y puedan afectar la infraestructura asociada el proyecto que se encuentre en cercanía de los cauces, como son las obras de captación y casa de máquinas.

**Identificación y Análisis de la Vulnerabilidad**

**Tabla 24. Escala de consecuencias**

Origen	Evento	CRITERIO/ CONSECUENCIA				Total	Promedio	Valor Aproximado	Calificación
		Económicas (M\$us)	Vida y salud	Saneamiento	Impacto Ambiental				
Natural	Sismos	3	2	1	1	7	1,75	2	Insignificante
	Remoción en masa	3	2	1	1	7	1,75	2	Insignificante
	Inundaciones	3	2	2	1	8	2	2	Insignificante
	Avenidas Torrenciales	3	2	1	1	7	1,75	2	Insignificante

Fuente: Radicado No. 4120-E1-25552 del 31 de julio de 2015

**Riesgo**

“Por medio del cual se requiere información adicional”

*El mayor valor obtenido para el riesgo corresponde a la remoción en masa (10), posteriormente se encuentran las avenidas torrenciales (8) y en un menor valor los sismos (4) e inundación (4).*

*Aunque la zona donde se construirán las diferentes estructuras y edificios asociados al proyectos se encuentran en zona con amenaza alta de remoción en masa, en cuanto a movimientos de remoción en masa, dada su pendiente abrupta y la influencia de zonas de falla que la atraviesen, el proyecto no incidirá sobre estas, debido a que el proyecto se instalará en áreas estables, sin presencia de procesos actuales de deslizamientos y la casa de máquinas proyectada se ubica en un área estable.*

*No obstante, el proyecto en la etapa de diseño detallado siguiente, contempla un estudio geológico y geomorfológico detallado, el cual incluye el diseño de obras de protección geotecnia para cada sitio con el fin de mantener o mejorar la estabilidad de los sitios donde se proyecta la implantación del proyecto.*

### **ANÁLISIS AMBIENTAL**

*La baja necesidad de intervención de la vegetación por parte del personal para el desarrollo del proyecto a lo largo de los 2,7 km de longitud que atraviesa el proyecto dentro de la Reserva Forestal Central, permite identificar una afectación baja sobre los hábitats de las distintas especies faunísticas, aunque se contemplan posibles ahuyentamientos temporales de la misma en los alrededores de los sitios de obra, dada la generación de ruido durante las labores constructivas, cuyo efecto será temporal y de bajo impacto.*

*Así mismo para prevenir afectaciones sobre las especies de aves, se instalarán desviadores de vuelo en los cables de guarda durante el recorrido de la línea que eviten que se presenten colisiones de las aves con las líneas de transmisión.*

*La baja necesidad de intervención de la vegetación por parte del personal para el desarrollo del proyecto a lo largo de los 2,7 km de longitud que atraviesa el proyecto dentro de la Reserva Forestal Central, permite identificar una afectación baja sobre los hábitats de las distintas especies faunísticas, aunque se contemplan posibles ahuyentamientos temporales de la misma en los alrededores de los sitios de obra, dada la generación de ruido durante las labores constructivas, cuyo efecto será temporal y de bajo impacto.*

*Así mismo para prevenir afectaciones sobre las especies de aves, se instalarán desviadores de vuelo en los cables de guarda durante el recorrido de la línea que eviten que se presenten colisiones de las aves con las líneas de transmisión.*

*Potencial de aumento de las amenazas en las áreas de influencia directa e indirecta. Dada la dimensión y tipo del proyecto, este no genera ningún tipo de incidencia sobre las fuentes de las actividades sísmicas de la zona*

*Aunque la zona donde se construirán las diferentes estructuras y edificios asociados al proyectos se encuentran en zona con amenaza alta de remoción en masa, en cuanto a movimientos de remoción en masa, dada su pendiente abrupta y la influencia de zonas de falla que la atraviesen, el proyecto no incidirá sobre estas, debido a que el proyecto se instalará en áreas estables, sin presencia de procesos actuales de deslizamientos y la casa de máquinas proyectada se ubica en un área estable.*

*Debido a la construcción de un pequeño dique o estructura de derivación, esta ayudará a regular el caudal aguas abajo, reduciendo el riesgo por inundaciones y/o avenidas torrenciales, favoreciendo a las comunidades que se encuentran aguas abajo.*

### **Afectación de la red hidrológica en el AID y el AI**

“Por medio del cual se requiere información adicional”

No se generará afectación a la comunidad aguas abajo, manteniendo el caudal ecológico el cual corresponde a 0.55 m<sup>3</sup>/s y es superado más del 100% del tiempo de acuerdo a la figura mostrada.

El volumen a captar, se mantiene en el concedido por la Resolución 1025 de julio 23 de 2010 para la PCH de río Rojo, el cual corresponde al 70% de 4240 L/s, equivalentes a 2968 L/s.

Las aguas turbinadas requerirán de un permiso de vertimientos de las aguas turbinadas en un volumen igual al concedido para captación, el cual es de 2968 L/s, cuyo vertimiento se realizará en cercanías de las coordenadas Norte 991046 y Este 811516

**Interrelación de los diferentes componentes bióticos, abióticos y socioeconómicos y su papel en el mantenimiento de los servicios que presta la reserva forestal central.**

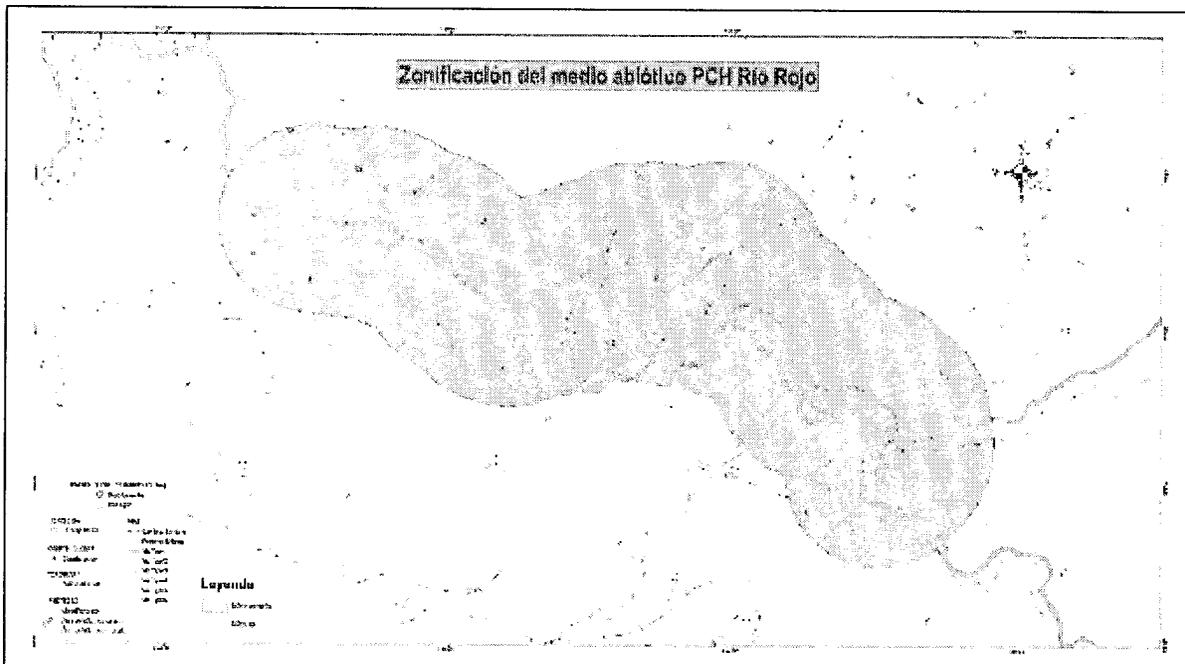
Durante las actividades de caracterización del área de influencia del proyecto, no se evidenció una interrelación de la comunidad con el mantenimiento o preservación de los ecosistemas presentes en el área de la reserva forestal, evidenciándose un deterioro progresivo de las condiciones naturales del entorno, lo que conlleva a la afectación de los hábitats y de las comunidades faunísticas presentes en la zona.

## ZONIFICACIÓN AMBIENTAL

### RESULTADOS DE LA ZONIFICACIÓN DEL MEDIO ABIÓTICO

Los resultados obtenidos de la Zonificación del Medio Abiótico del área de influencia directa e indirecta del proyecto se presentan en la siguiente figura. Las áreas matizadas de color verde claro son de sensibilidad muy baja e importancia compatible con el proyecto, es decir, son las áreas de menor sensibilidad desde la perspectiva ambiental y técnica para el desarrollo del proyecto.

**Figura 7. Mapa de zonificación del medio abiótico**



Fuente: Radicado No. 4120-E1-25552 del 31 de julio de 2015

## Medio biótico

### ECOSISTEMAS TERRESTRES

“Por medio del cual se requiere información adicional”

**Tabla 25. Sensibilidad / importancia ambiental desde la perspectiva de los ecosistemas terrestres**

<b>Ecosistema</b>	<b>Justificación</b>	<b>Importancia</b>	<b>Sensibilidad</b>	<b>Sensibilidad/Importancia</b>
Tejido urbano discontinuo del Orobioma bajo de los Andes	Este ecosistema tiene una baja importancia debido a que por causa de la intervención antrópica no se presentan servicios Ecosistémicos y ambientales. Su sensibilidad es considerada como muy baja dada la alta intervención del mismo y los lentos procesos de regeneración del medio biótico.	Baja	Muy baja	Muy baja
Pastos limpios del Orobioma bajo de los Andes	Este ecosistema presenta una importancia baja ya que por sus condiciones de transformación a causa de la acción antrópica y ganadera se limitan en ofrecer y prestar servicios ambientales. Su sensibilidad es muy baja dado que puede recuperarse fácilmente después de una intervención.	Baja	Muy baja	Muy baja
Pastos arbolados del Orobioma bajo de los Andes	Este ecosistema presenta una importancia baja, al igual que los pastos limpios debido a las condiciones de transformación la generación de bienes y servicios ambientales es limitada. Su sensibilidad es muy baja dado que puede recuperarse fácilmente después de una intervención.	Baja	Muy baja	Muy baja
Pastos enmalezados del Orobioma bajo de los Andes	Este ecosistema presenta una importancia baja, al igual que los pastos limpios y arbolados debido a las condiciones de transformación la generación de bienes y servicios ambientales es limitada. Su sensibilidad es muy baja dado que puede recuperarse fácilmente después de una intervención.	Baja	Muy baja	Muy baja
Bosques fragmentados del Orobioma bajo de los Andes	Este ecosistema presenta una importancia alta que por su ubicación estratégica a manera de parches ofrece bienes y servicios ambientales, sirve de hospedero y alimento a la fauna local asociada, además es fuente de protección, conservación y preservación del recurso hídrico asociado a este. Su sensibilidad es alta dado que por sus condiciones de ecosistemas sensibles la capacidad de regeneración es muy baja, siendo vulnerables a las acciones antrópicas.	Alta	Alta	Alta
Bosques de galería y ripario del Orobioma bajo de los Andes	Este ecosistema presenta una importancia alta que por su ubicación estratégica a manera de parches ofrece bienes y servicios ambientales, sirve de hospedero y alimento a la fauna local asociada, además es fuente de protección, conservación y preservación del recurso hídrico asociado a este. Su sensibilidad es alta dado que por sus condiciones de ecosistemas sensibles la capacidad de regeneración es muy baja, siendo vulnerables a las acciones antrópicas.	Alta	Alta	Alta
Bosque denso bajo de tierra firme del orobioma bajo de los Andes	Este ecosistema presenta una importancia alta que por su ubicación estratégica a manera de parches ofrece bienes y servicios ambientales, sirve de hospedero y alimento a la fauna local asociada, además es fuente de protección, conservación y preservación del recurso hídrico asociado a este. Su sensibilidad es alta dado que por sus condiciones de ecosistemas sensibles la capacidad de regeneración es muy baja, siendo vulnerables a las acciones antrópicas.	Alta	Alta	Alta
Vegetación secundaria baja del	Este ecosistema presenta una importancia media dada las condiciones de ofrecer	Media	Media	Media

## "Por medio del cual se requiere información adicional"

<b>Ecosistema</b>	<b>Justificación</b>	<b>Importancia</b>	<b>Sensibilidad</b>	<b>Sensibilidad/Importancia</b>
Orobioma bajo de los Andes	alimento necesario y hospedaje a la fauna, como también a la flora local asociada, se presenta en pequeños parches, que sirven de conectores biológicos. Su sensibilidad es media dado que pueden llegar a tener una capacidad de regeneración natural no muy rápida pues se encuentra en un estado de sucesión con procesos ecológicos consolidados.			
Vegetación secundaria alta del Orobioma bajo de los Andes	Este ecosistema presenta una importancia baja debido que ofrece las condiciones de alimento y hospedaje a la fauna, como también a la flora local asociada, se presenta en pequeños parches, que sirven de conectores biológicos.  Su sensibilidad es media dado que pueden llegar a tener una capacidad de regeneración natural no muy rápida pues se encuentra en un estado de sucesión con procesos ecológicos consolidados.	Media	Media	Media
Ríos (50mt) del Orobioma bajo de los Andes	La importancia de estos ecosistemas es alta ya que aporta nutrientes y hábitats para varios grupos de fauna y servicios a la población de la región.  Su sensibilidad es muy alta dado que la capacidad de regeneración de su hábitat es muy baja, siendo vulnerables a las acciones antrópicas	Alta	Muy Alta	Muy Alta
Tejido urbano discontinuo del Orobioma medio de los Andes	Este ecosistema presenta una baja importancia debido a que por causa de la intervención antrópica no se presentan servicios Ecosistémicos y ambientales; su sensibilidad es considerada como muy baja dada la alta intervención del mismo y los lentos procesos de regeneración del medio biótico.	Baja	Muy baja	Muy baja
Mosaico de pastos y cultivos del Orobioma medio de los Andes	Este ecosistema presenta una importancia baja en el área a intervenir, dada la alta intervención del mismo.  Su nivel de sensibilidad es muy bajo ya que se considera que este tipo de ecosistemas poseen la capacidad de retomar a su estado original de forma rápida y natural.	Baja	Muy Baja	Muy baja
Pastos limpios del Orobioma medio de los Andes	Este ecosistema presenta una importancia baja ya que por sus condiciones de transformación a causa de la acción antrópica y ganadera se limitan en ofrecer y prestar servicios ambientales. Su sensibilidad es muy baja dado que puede recuperarse fácilmente después de una intervención.	Baja	Muy baja	Muy baja
Pastos enmalezados del Orobioma medio de los Andes	Este ecosistema presenta una importancia baja, al igual que los pastos limpios y arbolados debido a las condiciones de transformación la generación de bienes y servicios ambientales es limitada. Su sensibilidad es muy baja dado que puede recuperarse fácilmente después de una intervención.	Baja	Muy baja	Muy baja
Pastos arbolados del Orobioma medio de los Andes	Este ecosistema presenta una importancia baja, al igual que los pastos limpios debido a las condiciones de transformación la generación de bienes y servicios ambientales es limitada. Su sensibilidad es muy baja dado que puede recuperarse fácilmente después de una intervención.	Baja	Muy baja	Muy baja

“Por medio del cual se requiere información adicional”

<b>Ecosistema</b>	<b>Justificación</b>	<b>Importancia</b>	<b>Sensibilidad</b>	<b>Sensibilidad/Importancia</b>
Bosques de galería y ripario del Orobioma medio de los Andes	Este ecosistema presenta una importancia alta que por su ubicación estratégica a manera de parches ofrece bienes y servicios ambientales, sirve de hospedero y alimento a la fauna local asociada, además es fuente de protección, conservación y preservación del recurso hídrico asociado a este. Su sensibilidad es alta dado que por sus condiciones de ecosistemas sensibles la capacidad de regeneración es muy baja, siendo vulnerables a las acciones antrópicas.	Alta	Alta	Alta
Bosque denso bajo de tierra firme del orobioma medio de los Andes	Este ecosistema presenta una importancia alta que por su ubicación estratégica a manera de parches ofrece bienes y servicios ambientales, sirve de hospedero y alimento a la fauna local asociada, además es fuente de protección, conservación y preservación del recurso hídrico asociado a este. Su sensibilidad es alta dado que por sus condiciones de ecosistemas sensibles la capacidad de regeneración es muy baja, siendo vulnerables a las acciones antrópicas.	Alta	Alta	Alta
Vegetación secundaria baja del Orobioma medio de los Andes	Este ecosistema presenta una importancia media dada las condiciones de ofrecer alimento y hospedaje a la fauna, como también a la flora local asociada, se presenta en pequeños parches, que sirven de conectores biológicos. Su sensibilidad es medio dado que puede llegar a tener una capacidad de regeneración natural no muy rápida pues se encuentra en un estado de sucesión con procesos ecológicos consolidados.	Media	Media	Media
Ríos (50mt) del Orobioma medio de los Andes	La importancia de estos ecosistemas es alta ya que aporta nutrientes y hábitats para varios grupos de fauna y servicios a la población de la región.  Su sensibilidad es muy alta dado que la capacidad de regeneración de su hábitat es muy baja, siendo vulnerables a las acciones antrópicas	Alta	Muy Alta	Muy Alta

Fuente: Radicado No. 4120-E1-25552 del 31 de julio de 2015

**ÁREAS PROTEGIDAS Y ECOSISTEMAS SENSIBLES**

**Tabla 25. Clasificación de Sensibilidad / Importancia ambiental desde la perspectiva de áreas protegidas**

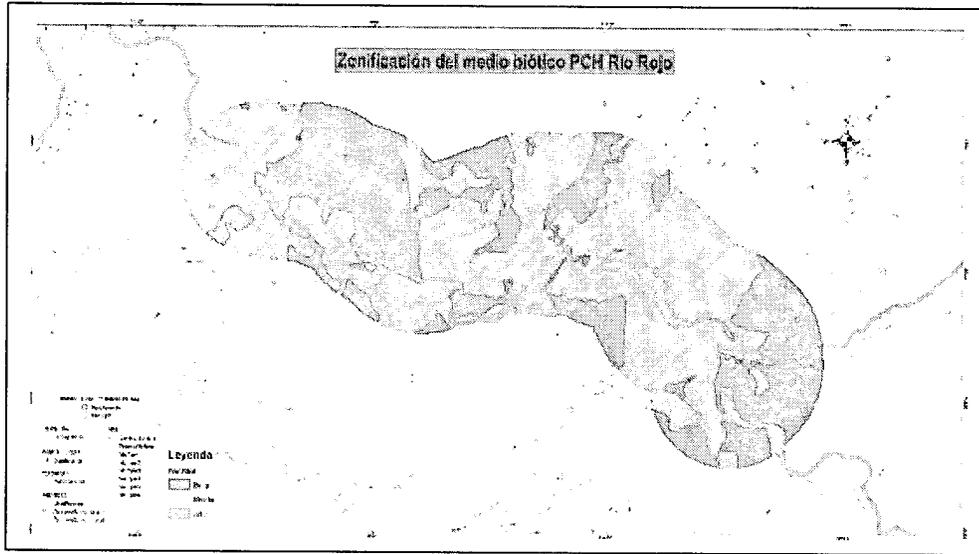
<b>Categoría de protección</b>	<b>Importancia</b>	<b>Sensibilidad</b>	<b>Sensibilidad / importancia</b>
Área de reserva forestal de la Ley 2da – Zona A	Media	Moderada	Moderada
Área de reserva forestal de la Ley 2da – Zona B	Media	Media	Media

Fuente: Radicado No. 4120-E1-25552 del 31 de julio de 2015

**RESULTADOS DE LA ZONIFICACIÓN DEL MEDIO BIÓTICO**

**Figura 8. Mapa de zonificación del medio biótico**

“Por medio del cual se requiere información adicional”



Fuente: Radicado No. 4120-E1-25552 del 31 de julio de 2015

**Medio socioeconómico**

**GRADO DE USO DEL SUELO**

**Tabla 26. Sensibilidad / importancia ambiental desde la perspectiva de grado de uso del suelo**

Grado de uso	Dedicación	Importancia	Sensibilidad	Sensibilidad / Importancia
Zonas de uso intensivo	Zonas agrícolas, forestales y psicológicas	Baja	Media	Moderada
Zonas de uso semi-intensivo	Zonas ganaderas	Baja	Moderada	Baja
Zonas de conservación	Zonas de Conservación	Media	Moderada	Moderada
Zonas de uso urbano e industrial	Zonas con actividades industrial, urbanas, viales y servicios	Alta	Muy Alta	Muy Alta
Sin información	Sin información	Baja	Media	Moderada

Fuente: Radicado No. 4120-E1-25552 del 31 de julio de 2015

**DENSIDAD POBLACIONAL**

**Tabla 27. Valoración de Sensibilidad / Importancia por densidad poblacional**

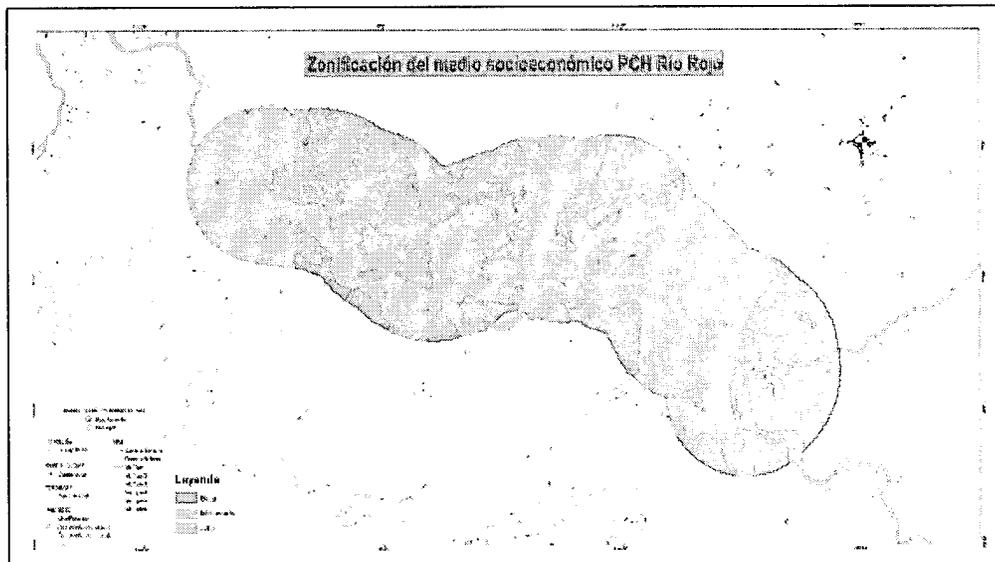
Densidad poblacional	Justificación	Potencialidad y fragilidad	Sensibilidad	Sensibilidad final
Alta Densidad Poblacional	> a 1 Hab/ha	Alta	Alta	Alta
Media Densidad Poblacional	Entre 0.50 y 1 Hab/ha	Media	Media	Media
Media Densidad Poblacional	Sin Información	Media	Media	Media
Baja Densidad Poblacional	Entre 0.00 y 0.50 Hab/ha	Baja	Baja	Baja

Fuente: Radicado No. 4120-E1-25552 del 31 de julio de 2015

**RESULTADOS DE LA ZONIFICACIÓN DEL MEDIO SOCIOECONÓMICO**

**Figura 9. Mapa de zonificación del medio socioeconómico**

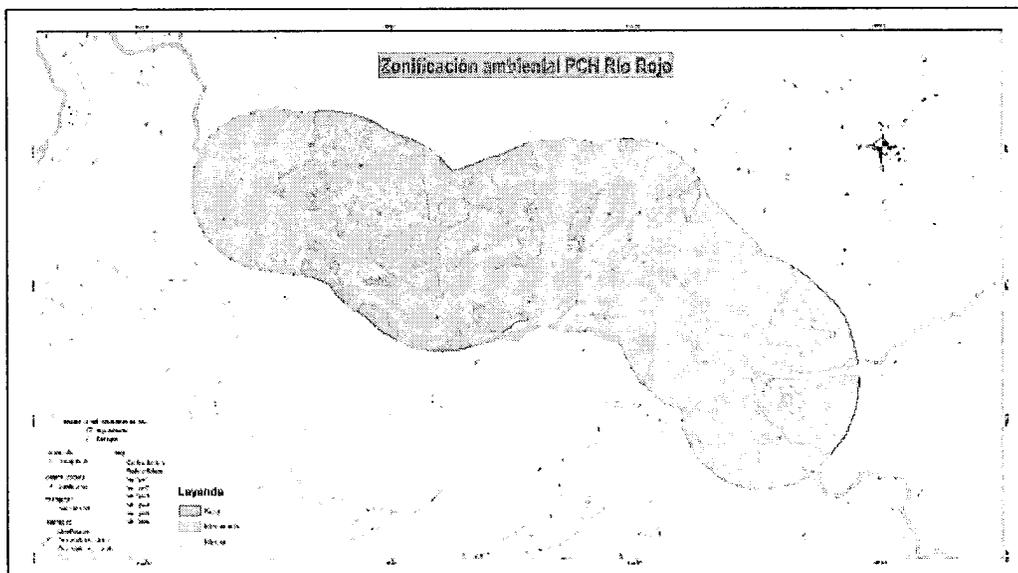
“Por medio del cual se requiere información adicional”



Fuente: Radicado No. 4120-E1-25552 del 31 de julio de 2015

**Zonificación ambiental del área**

**Figura 10. Mapa de zonificación ambiental**



Fuente: Radicado No. 4120-E1-25552 del 31 de julio de 2015

Debido a la alta intervención de los ecosistemas presentes en el área de influencia del proyecto, se ven reducidas las áreas con presencia de vegetación de importancia, lo cual facilita el trazado de la línea de conducción e infraestructura asociada a la central hidroeléctrica, permitiendo que las mismas discurran por áreas desprovistas o con poca presencia de vegetación.

En su mayoría el área de influencia del proyecto, se encuentra en zonas con sensibilidad final ambiental moderada, representadas por el 54,54% para el AII y el 54,65% para el AID, lo cual permite establecer una viabilidad socio ambiental del proyecto.

**ZONIFICACIÓN DE MANEJO AMBIENTAL DEL PROYECTO**

**Tabla 28. Zonificación de manejo de la actividad y manejo ambiental propuesto**

“Por medio del cual se requiere información adicional”

Áreas de Zonificación de Manejo	Sensibilidad / Importancia	AII		AID	
		Área (ha)	% de Ocupación	Área (ha)	% de Ocupación
De Exclusión	Nacederos y/o manantiales	4,39	2,50		
De Intervención con restricciones mayores	Muy Alta y Alta,				
Intervención con restricciones menores	Media y Moderada	121,55	69,20	0,95	62,39
De Intervención	Baja y Muy Baja	49,71	28,30	0,57	37,61

Fuente: Radicado No. 4120-E1-25552 del 31 de julio de 2015

### ÁREA SOLICITADA A SUSTRAR (ASS)

La zona del proyecto que se encuentra dentro de la reserva forestal central, comprende de acuerdo con lo requerido para la construcción y operación del proyecto, un área para las obras asociadas a la captación de 0,09 ha, siguiendo una línea de conducción de 2,56 km con un ancho de servidumbre de 4,5 mts, lo que equivale a un área de 1,27 ha para dicha línea de conducción, la cual entrega el agua conducida a un tanque de carga, para el cual se contempla un área de 0,03 ha, el que a su vez empalma con la tubería forzada ó de presión, la cual posee una longitud de 0,16 km con un ancho de servidumbre de 4,5 mts, lo que equivale a un área de 0,08 ha para esta tubería que es la que llega finalmente a la casa de máquinas, contemplándose para esta un área de 0,05 ha.

La sumatoria de las áreas de influencia directa para cada una de las estructuras y líneas establecidas para el proyecto, equivale a un AID para la PCH río Rojo de 1,52 ha, en las cuales se realizarán los movimientos de tierra, actividades de construcción y montaje de tuberías y estructura, cuya AID se encuentra delimitada por las coordenadas que se relacionan a continuación:

Tabla 29. Área Solicitada a Sustrar

ID	Coordenadas X (Este)	Coordenadas Y (Norte)
1	811595	957933
2	811594	957925
3	811711	957909
4	811746	957921
5	811746	957928
6	811766	957930
7	811766	957923
8	811791	957918
9	811791	957918
10	811792	957918
11	811798	957915
12	811799	957914
13	811799	957914
14	811804	957910
15	811808	957907
16	811821	957896
17	811821	957896
18	811822	957896

ID	Coordenadas X (Este)	Coordenadas Y (Norte)
19	811835	957879
20	811845	957870
21	811854	957867
22	811895	957862
23	811895	957862
24	811895	957861
25	811904	957859
26	811904	957859
27	811904	957858
28	811934	957844
29	811954	957840
30	811954	957840
31	811954	957840
32	811964	957836
33	811964	957836
34	811965	957836
35	811965	957836
36	811969	957832

ID	Coordenadas X (Este)	Coordenadas Y (Norte)
37	811973	957828
38	811973	957828
39	812001	957795
40	812001	957795
41	812005	957788
42	812005	957788
43	812005	957788
44	812010	957773
45	812010	957773
46	812014	957748
47	812021	957736
48	812034	957727
49	812065	957710
50	812065	957710
51	812065	957710
52	812095	957690
53	812095	957690
54	812095	957690

"Por medio del cual se requiere información adicional"

ID	Coordenadas X (Este)	Coordenadas Y (Norte)
55	812095	957690
56	812113	957669
57	812134	957648
58	812163	957633
59	812170	957632
60	812182	957629
61	812202	957633
62	812231	957643
63	812241	957650
64	812260	957682
65	812261	957682
66	812261	957682
67	812261	957683
68	812261	957683
69	812281	957693
70	812288	957698
71	812301	957709
72	812301	957709
73	812302	957710
74	812302	957710
75	812332	957715
76	812333	957715
77	812335	957715
78	812352	957716
79	812371	957730
80	812372	957730
81	812372	957730
82	812382	957735
83	812382	957735
84	812382	957735
85	812438	957754
86	812456	957763
87	812457	957763
88	812457	957763
89	812462	957764
90	812463	957764
91	812463	957764
92	812464	957764
93	812468	957763
94	812469	957763
95	812469	957763
96	812469	957762
97	812470	957762

ID	Coordenadas X (Este)	Coordenadas Y (Norte)
98	812470	957762
99	812484	957739
100	812492	957739
101	812500	957747
102	812500	957747
103	812500	957748
104	812512	957755
105	812512	957755
106	812512	957756
107	812551	957767
108	812557	957776
109	812562	957797
110	812562	957798
111	812562	957798
112	812562	957798
113	812568	957806
114	812569	957807
115	812569	957807
116	812569	957807
117	812576	957810
118	812577	957811
119	812577	957811
120	812577	957811
121	812578	957811
122	812594	957807
123	812603	957804
124	812633	957809
125	812643	957811
126	812643	957812
127	812643	957811
128	812654	957810
129	812654	957810
130	812654	957810
131	812655	957810
132	812655	957810
133	812655	957810
134	812661	957802
135	812661	957802
136	812662	957802
137	812665	957794
138	812665	957793
139	812665	957793
140	812665	957792

ID	Coordenadas X (Este)	Coordenadas Y (Norte)
141	812665	957792
142	812653	957745
143	812652	957730
144	812651	957721
145	812652	957712
146	812655	957707
147	812660	957703
148	812673	957700
149	812711	957707
150	812731	957719
151	812742	957726
152	812751	957737
153	812751	957737
154	812752	957738
155	812759	957742
156	812771	957750
157	812818	957796
158	812819	957796
159	812819	957797
160	812852	957813
161	812852	957813
162	812853	957813
163	812853	957813
164	812866	957814
165	812866	957814
166	812867	957813
167	812867	957813
168	812868	957813
169	812868	957813
170	812877	957805
171	812877	957804
172	812877	957804
173	812877	957804
174	812880	957796
175	812880	957796
176	812880	957795
177	812880	957795
178	812880	957794
179	812876	957782
180	812876	957782
181	812876	957781
182	812868	957768
183	812868	957758

"Por medio del cual se requiere información adicional"

ID	Coordenadas X (Este)	Coordenadas Y (Norte)
184	812872	957753
185	812872	957753
186	812878	957746
187	812883	957740
188	812895	957729
189	812895	957729
190	812895	957729
191	812895	957729
192	812899	957719
193	812899	957719
194	812899	957718
195	812899	957718
196	812898	957697
197	812898	957697
198	812898	957697
199	812890	957659
200	812891	957652
201	812896	957649
202	812922	957654
203	812923	957654
204	812951	957655
205	812951	957655
206	812952	957655
207	812952	957654
208	812952	957654
209	812976	957638
210	812990	957633
211	813012	957626
212	813013	957626
213	813014	957626
214	813014	957626
215	813014	957625
216	813014	957625
217	813032	957603
218	813057	957579
219	813078	957559
220	813096	957545
221	813096	957545
222	813105	957535
223	813105	957535
224	813105	957534
225	813105	957534
226	813107	957530

ID	Coordenadas X (Este)	Coordenadas Y (Norte)
227	813111	957520
228	813111	957520
229	813111	957520
230	813114	957493
231	813114	957493
232	813115	957464
233	813117	957454
234	813137	957414
235	813142	957405
236	813153	957394
237	813172	957385
238	813192	957381
239	813211	957380
240	813241	957390
241	813241	957390
242	813242	957390
243	813252	957390
244	813252	957390
245	813252	957390
246	813312	957384
247	813312	957384
248	813313	957384
249	813313	957384
250	813325	957377
251	813326	957377
252	813326	957376
253	813337	957364
254	813347	957354
255	813347	957354
256	813347	957354
257	813360	957335
258	813361	957334
259	813375	957327
260	813382	957325
261	813382	957325
262	813383	957325
263	813383	957324
264	813383	957324
265	813384	957324
266	813387	957318
267	813393	957314
268	813394	957314
269	813394	957314

ID	Coordenadas X (Este)	Coordenadas Y (Norte)
270	813394	957313
271	813394	957313
272	813397	957307
273	813403	957298
274	813404	957298
275	813404	957297
276	813404	957297
277	813413	957256
278	813413	957256
279	813413	957255
280	813411	957232
281	813416	957210
282	813417	957210
283	813417	957209
284	813416	957209
285	813414	957199
286	813412	957180
287	813412	957180
288	813412	957180
289	813403	957161
290	813403	957160
291	813403	957160
292	813402	957160
293	813393	957152
294	813360	957113
295	813362	957112
296	813366	957108
297	813367	957108
298	813367	957107
299	813368	957106
300	813368	957105
301	813368	957105
302	813368	957104
303	813368	957103
304	813368	957102
305	813367	957102
306	813367	957101
307	813354	957086
308	813353	957085
309	813353	957085
310	813352	957084
311	813351	957084
312	813350	957084

"Por medio del cual se requiere información adicional"

ID	Coordenadas X (Este)	Coordenadas Y (Norte)
313	813349	957084
314	813348	957084
315	813348	957085
316	813347	957085
317	813332	957098
318	813331	957099
319	813330	957099
320	813330	957100
321	813330	957101
322	813330	957102
323	813330	957103
324	813330	957104
325	813330	957104
326	813331	957105
327	813344	957120
328	813344	957121
329	813345	957121
330	813346	957122
331	813347	957122
332	813348	957122
333	813349	957122
334	813349	957122
335	813350	957121
336	813351	957121
337	813355	957117
338	813357	957116
339	813389	957155
340	813389	957156
341	813389	957156
342	813399	957163
343	813407	957181
344	813409	957199
345	813409	957199
346	813409	957199
347	813411	957210
348	813406	957231
349	813406	957232
350	813406	957232
351	813408	957255
352	813399	957296
353	813393	957304
354	813392	957304
355	813392	957304

ID	Coordenadas X (Este)	Coordenadas Y (Norte)
356	813390	957310
357	813384	957314
358	813384	957314
359	813384	957315
360	813384	957315
361	813380	957320
362	813373	957322
363	813373	957322
364	813373	957322
365	813358	957330
366	813357	957330
367	813357	957330
368	813357	957331
369	813356	957332
370	813343	957351
371	813334	957361
372	813322	957373
373	813311	957379
374	813252	957385
375	813242	957385
376	813212	957376
377	813212	957375
378	813212	957375
379	813192	957376
380	813191	957376
381	813191	957376
382	813171	957380
383	813171	957380
384	813171	957380
385	813151	957390
386	813150	957390
387	813150	957390
388	813138	957401
389	813138	957401
390	813138	957402
391	813138	957402
392	813132	957412
393	813113	957452
394	813113	957452
395	813113	957452
396	813113	957452
397	813110	957462
398	813110	957463

ID	Coordenadas X (Este)	Coordenadas Y (Norte)
399	813110	957463
400	813109	957493
401	813106	957519
402	813102	957528
403	813101	957532
404	813093	957541
405	813075	957556
406	813075	957556
407	813054	957576
408	813029	957600
409	813028	957600
410	813011	957621
411	813011	957621
412	812988	957628
413	812988	957628
414	812988	957628
415	812974	957634
416	812974	957634
417	812974	957634
418	812950	957650
419	812923	957649
420	812896	957644
421	812895	957644
422	812895	957644
423	812895	957644
424	812894	957644
425	812894	957645
426	812888	957648
427	812887	957649
428	812887	957649
429	812887	957649
430	812887	957650
431	812887	957650
432	812885	957658
433	812885	957658
434	812885	957659
435	812885	957659
436	812893	957697
437	812894	957718
438	812891	957726
439	812880	957737
440	812874	957742
441	812874	957743

“Por medio del cual se requiere información adicional”

ID	Coordenadas X (Este)	Coordenadas Y (Norte)
442	812874	957743
443	812868	957750
444	812864	957756
445	812863	957756
446	812863	957757
447	812863	957757
448	812863	957758
449	812863	957769
450	812863	957769
451	812863	957770
452	812864	957770
453	812871	957783
454	812875	957795
455	812873	957801
456	812865	957809
457	812854	957808
458	812822	957792
459	812775	957747
460	812775	957747
461	812774	957746
462	812761	957738
463	812755	957734
464	812746	957723
465	812745	957723
466	812745	957723
467	812734	957714
468	812734	957714
469	812713	957703
470	812713	957702
471	812713	957702
472	812673	957695
473	812673	957695
474	812673	957695
475	812672	957695
476	812658	957698
477	812658	957699
478	812657	957699
479	812657	957699
480	812652	957703
481	812651	957704
482	812651	957704
483	812647	957710
484	812647	957710

ID	Coordenadas X (Este)	Coordenadas Y (Norte)
485	812647	957711
486	812647	957711
487	812646	957720
488	812646	957721
489	812646	957721
490	812647	957730
491	812648	957745
492	812648	957745
493	812648	957746
494	812660	957792
495	812657	957799
496	812652	957806
497	812643	957806
498	812634	957805
499	812634	957805
500	812604	957799
501	812603	957799
502	812603	957799
503	812603	957799
504	812593	957802
505	812577	957806
506	812572	957803
507	812567	957796
508	812562	957775
509	812562	957775
510	812562	957774
511	812562	957774
512	812555	957764
513	812555	957764
514	812554	957763
515	812554	957763
516	812554	957763
517	812514	957751
518	812503	957744
519	812495	957735
520	812494	957735
521	812494	957734
522	812494	957734
523	812493	957734
524	812493	957734
525	812483	957735
526	812482	957735
527	812482	957735

ID	Coordenadas X (Este)	Coordenadas Y (Norte)
528	812482	957735
529	812481	957735
530	812481	957735
531	812481	957736
532	812466	957758
533	812463	957759
534	812458	957758
535	812440	957749
536	812440	957749
537	812440	957749
538	812384	957730
539	812374	957726
540	812354	957712
541	812354	957712
542	812354	957712
543	812353	957712
544	812353	957711
545	812335	957710
546	812333	957710
547	812304	957705
548	812291	957694
549	812284	957689
550	812284	957689
551	812284	957689
552	812264	957679
553	812245	957647
554	812244	957646
555	812244	957646
556	812244	957646
557	812234	957639
558	812234	957639
559	812233	957638
560	812203	957628
561	812203	957628
562	812183	957624
563	812182	957624
564	812182	957624
565	812169	957627
566	812162	957628
567	812162	957628
568	812161	957628
569	812131	957644
570	812131	957644

“Por medio del cual se requiere información adicional”

ID	Coordenadas X (Este)	Coordenadas Y (Norte)
571	812131	957644
572	812110	957665
573	812109	957665
574	812092	957686
575	812062	957706
576	812032	957722
577	812031	957722
578	812031	957722
579	812018	957732
580	812018	957732
581	812018	957733
582	812017	957733
583	812010	957745
584	812010	957746
585	812010	957746
586	812005	957771
587	812000	957786
588	811997	957792
589	811970	957824
590	811965	957828
591	811962	957832
592	811952	957835
593	811933	957839
594	811932	957839
595	811932	957839
596	811902	957854
597	811894	957857

ID	Coordenadas X (Este)	Coordenadas Y (Norte)
598	811853	957862
599	811853	957862
600	811852	957862
601	811842	957866
602	811842	957866
603	811842	957866
604	811842	957866
605	811832	957876
606	811831	957876
607	811818	957893
608	811805	957903
609	811801	957906
610	811796	957910
611	811790	957913
612	811766	957917
613	811767	957915
614	811747	957913
615	811746	957916
616	811712	957904
617	811712	957904
618	811711	957904
619	811711	957904
620	811593	957920
621	811592	957913
622	811568	957916
623	811569	957924
624	811569	957924

ID	Coordenadas X (Este)	Coordenadas Y (Norte)
625	811568	957924
626	811565	957924
627	811564	957924
628	811564	957924
629	811564	957925
630	811563	957925
631	811563	957925
632	811563	957926
633	811563	957926
634	811563	957926
635	811563	957927
636	811563	957927
637	811563	957928
638	811563	957928
639	811563	957928
640	811564	957929
641	811564	957929
642	811564	957929
643	811565	957929
644	811565	957929
645	811566	957929
646	811569	957929
647	811569	957929
648	811569	957929
649	811570	957936
650	811595	957933

#### **MEDIDAS DE COMPENSACIÓN Y RESTAURACIÓN POR LA SUSTRACCIÓN**

*Energía Para el Futuro, concertará con la Corporación Autónoma Regional del Quindío – CRQ, el o las áreas donde se pueda llevar a cabo dicha compensación y restauración, y lograr así, implementar el plan de compensación y restauración, el cual será entregado a la Dirección de Bosques Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible para su aprobación.*

*De acuerdo con lo anterior y con el Plan Nacional de Restauración, para la determinación y concertación con la CRQ del o las áreas a compensar, en orden de procedencia se tendrá en cuenta lo siguiente:*

- a. *Realizar la compensación o parte de ésta dentro del área de influencia del proyecto, o en áreas cercanas que hagan parte de la reserva forestal, que sean de interés ecológico municipal y/o departamental y que contribuyan a proteger y conservar los recursos naturales.*

“Por medio del cual se requiere información adicional”

- b. En caso de no existir las áreas descritas en el literal anterior, se podrá realizar la compensación por fuera de la reserva forestal, en áreas priorizadas por la CRQ para adelantar proyectos de restauración y/o compensación.

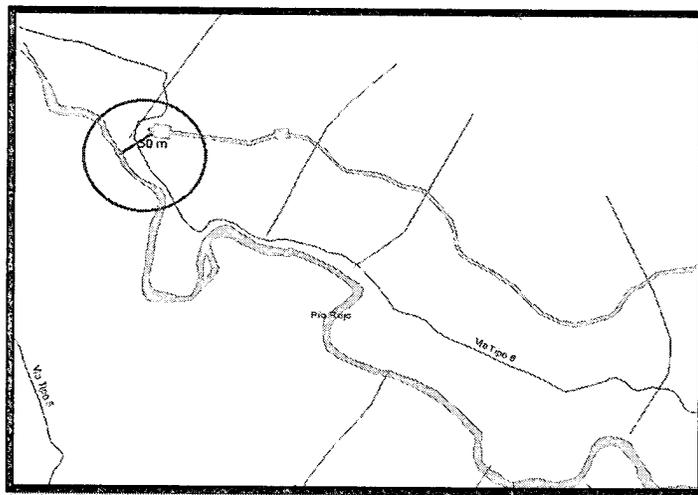
Una vez se determine el o las áreas a compensar y/o restaurar en concertación con la CRQ, se procederá a elaborar el plan de compensación y restauración, el que se realizará con base en los lineamientos estipulados en el Plan Nacional de Restauración, del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – MADS, en el 2012.

### 3. CONSIDERACIONES

La pequeña central hidroeléctrica se encuentra ubicada en las Veredas Río Rojo, La Primavera y El Recreo del municipio de Génova del departamento del Quindío, con un área de 1,52 Ha dentro de la Reserva Forestal Central de la Ley 2ª de 1959. El proyecto hidroeléctrico del río Rojo, se refiere a un proyecto a filo de agua sobre la cuenca media del Río Rojo y cuyo acceso se hace desde la localidad de Génova.

Se plantea la realización de un dique de estructura de desviación o de derivación, la cual se trata de la estructura en concreto o enrocado que contiene las aguas del río para facilitar su desvío hacia la bocatoma propiamente dicha y conducción del agua hasta la casa de Máquinas, Bocatoma, Rejas y compuerta, Desarenador, Trampa de grava, Canal de limpia, Líneas de conducción, Tanque de carga, Casa de máquinas y Descarga de aguas turbinas, sin embargo no se identifica, como se pasará sobre la vía de acceso así como como se transporta el agua desde el punto de captación hasta las diferentes infraestructuras mencionadas como se puede evidenciar en la figura 11.

**Figura 11. Distancia entre el Río Rojo y PCH**



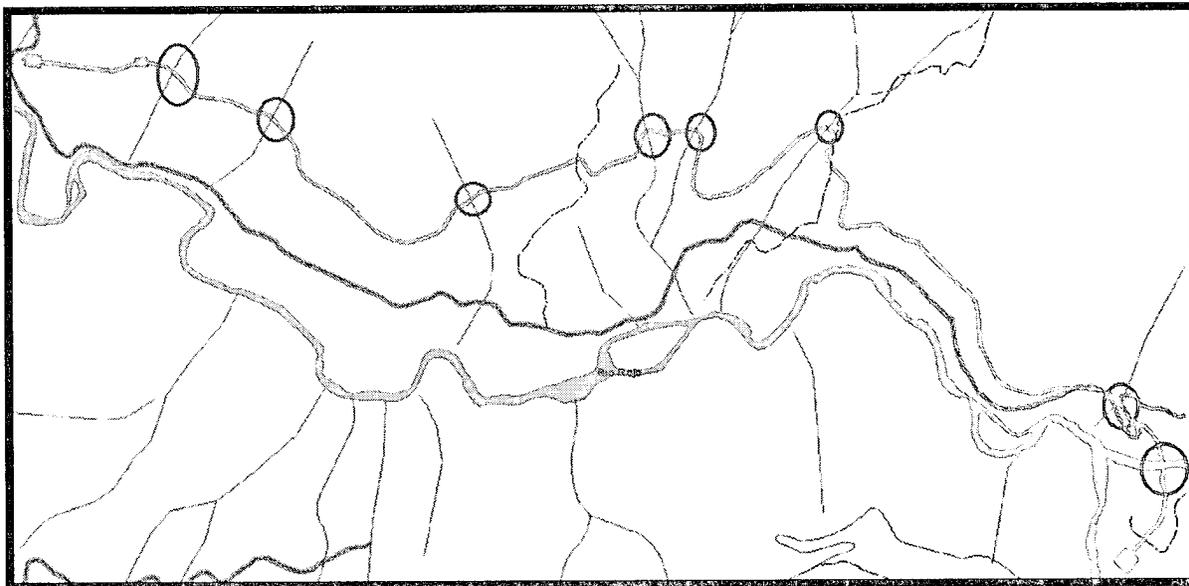
**Fuente:** DBSSE, Tomado de la Información cartográfica presentada mediante Radicado No. 4120-E1-25552 del 31 de julio de 2015.

Se define el Área de influencia indirecta como un buffer de 600 m (300 m de lado y lado a partir del eje de las estructuras), el cual, equivale a 175,67 ha. Sin embargo, no se definen los servicios ecosistémicos afectados que definan esta área.

Se informa por parte del usuario que la Corporación Autónoma Regional del Quindío, mediante Resolución 1024 de julio 23 de 2010, otorgó permiso de ocupación de cauce para la PCH de río Rojo, sin embargo no se informa como se manejarán los diferentes cuerpos de agua con los cuales se cruza el proyecto como se evidencia en la figura 12.

**Figura 12. Cuerpos de agua sobre el proyecto**

"Por medio del cual se requiere información adicional"



**Fuente:** DBSSE, Tomado de la Información cartográfica presentada mediante Radicado No. 4120-E1-25552 del 31 de julio de 2015.

Geológicamente en el área de influencia indirecta predomina el Complejo Rosario (42.18%), seguido por Formación Quebradagrande – Miembro sedimentario volcánico (41.77%), el Grupo Bugalagrande (12.46%), y por último el pórfido terciario (6.32%), en donde el 61% corresponde a rocas ígneas y metamórficas de composición dura, impermeables y estables; el 41.77% corresponde a rocas sedimentarias como lutitas, areniscas y capas de gravas, de permeabilidad baja a alta.

El área solicitada a sustraer (ASS), se encuentra influenciada por el Sistema de Fallas Silvia – Pijao causando fracturas en las rocas generando porosidad secundaria, y en algunas zonas intensifican las pendientes de las laderas.

Geomorfológicamente predominan los Espolones Estructurales por Fallamientos 52.44% del ASS que se caracterizan por una morfología colinada a montañosa, con pendientes ligeramente escarpadas (25-50%) a fuertemente escarpadas, fuertemente escarpadas (75-100%) y en menor proporción totalmente escarpadas (100%). Adicionalmente, se evidencian laderas de contrapendientes en el 37.43 % del ASS presentando laderas muy largas con pendientes escarpadas con inclinaciones del 50-100%.

Asociados a las altas pendientes, a los contrastes de conductividad hidráulica entre unidades (rocas sedimentarias o depósitos cuaternarios sobre rocas duras), el fracturamiento de las rocas y la meteorización de estas se evidencian procesos de remoción en masa a lo largo de la zona, en algunos casos son de 100 m de longitud, 4 m de profundidad y 40 m en la cola, en otros casos son desplomes en los cuales son movimientos masivos pero con poco desplazamientos lateral y también se presentan como caídas de rocas de unos pocos centímetros a varios metros de diámetro.

Se identifican un acuífero en el Miembro Volcánico de la Formación Quebradagrande, son acuíferos libres y de baja productividad. Se identifican las zonas de recarga por medio del agua lluvia y de aguas superficiales. Las zonas de descarga se presentan en los manantiales, y hacia el río rojo para los acuíferos libres.

Se evidencian dos manantiales permanentes, los que significa que es un afloramiento de aguas subterráneas en superficie y un pozo profundo y un aljibe. Uno de estos manantiales se ubica en la Formación Quebrada grande junto con el pozo profundo en uso, el otro manantial y un aljibe se evidencian en el Complejo Rosario.

"Por medio del cual se requiere información adicional"

*Estos manantiales de agua subterránea en el Complejo Rosario sugieren la existencia de un acuífero que fluye entre las fracturas interconectadas de estas rocas. En donde la recarga se da por medio de infiltración entre las fracturas.*

*De acuerdo a lo anteriormente mencionado, el ASS se ubica sobre rocas duras que presentan cierta inestabilidad debido a las altas pendientes, y al alto fracturamiento de las rocas esencialmente, sin embargo, no se considera que el proyecto vaya a generar mayor inestabilidad a gran escala, solo de manera puntal en algunos tramos. Adicionalmente, en la zona se presentan acuíferos que se evidencian por medio de manantiales, pozos y aljibes. No obstante, no es considerada como una zona con alta importancia hidrogeológica, por lo tanto no se considera que se genere alguna afectación hacia hidrogeología de la zona.*

*En la hidrología del área del proyecto no se presenta la identificación del sistema hidrográfico, precisando los cuerpos lénticos y lóticos. Se limita a especificar algunos cuerpos de agua que no se presentan dentro del AID como las cuencas del Río La Vieja, y las subcuentas de los ríos Santo Domingo, Río Verde y Río Lejos.*

*Dentro de la zonificación ambiental no se tiene en cuenta los diferentes drenajes que aportan al Río Rojo dentro del recorrido del proyecto de tal forma no se efectúa un análisis ambiental frente a la posible afectación a los servicios ecosistémicos con o sin proyecto.*

#### **4. CONCEPTO**

*De acuerdo a las consideraciones precedentes, para continuar con el proceso de evaluación de la solicitud de sustracción de un área de la Reserva Forestal Central establecida en la Ley 2ª de 1959, para la ejecución del proyecto "Pequeña Central Hidroeléctrica Río Rojo", se requiere información adicional en los siguientes aspectos:*

- *Se deberá describir todos los componentes, métodos, técnicas y equipos que se requieran para el desarrollo de la actividad incluyendo la intervención del suelo y subsuelo.*
- *Se debe identificar, delimitar y justificar el Área de Influencia Indirecta –AII– considerando la afectación indirecta de la actividad sobre la oferta de Servicios Ecosistémicos que presta la reserva forestal.*
- *Se deberá incluir la identificación del sistema hidrográfico, precisar los cuerpos lénticos y lóticos, y ubicarlos en la cartografía.*
- *Se debe presentar la disponibilidad, usos, limitantes y regímenes de escurrimiento o almacenamiento, si los hubiere y las posibles afectaciones que tendría el sistema hídrico por las actividades.*
- *Así mismo, se debe presentar una caracterización hidrológica en términos de cantidad y calidad, de manera temporal y espacial para las principales corrientes afectadas, incluyendo identificación de usuarios.*
- *Se deberá incluir el sistema hidrográfico en la zonificación ambiental.*
- *Se deberá definir el manejo de los servicios ecosistémicos que prestan los cuerpos de agua que se cruzan con el proyecto.*
- *Se debe presentar las medidas de compensación y restauración por la sustracción en el cual se definan las actividades a desarrollar.*

(...)"

#### **FUNDAMENTOS JURÍDICOS**

Que a través del artículo 1º de la Ley 2ª de 1959 y el Decreto 111 de 1959, se establecieron con carácter de "Zonas Forestales Protectoras" y "Bosques de Interés General", las áreas de reserva forestal nacional del Pacífico, **Central**, del Río Magdalena, de la Sierra Nevada de Santa Marta, de la Serranía de los Motilones, del Cocuy y de la Amazonía, para el desarrollo de la economía forestal y la protección de los suelos, las aguas y la vida silvestre.

“Por medio del cual se requiere información adicional”

Que el **literal b)** del artículo 1 de la Ley 2ª de 1959 dispuso:

*“... b) Zona de Reserva Forestal Central, comprendida dentro de los siguientes límites generales:*

*Una zona de 15 kilómetros hacia el lado Oeste, y otra, 15 kilómetros hacia el este del divorcio de aguas de la Cordillera Central, desde el Cerro Bordoncillo, aproximadamente a 20 kilómetros al Este de Pasto, hasta el Cerro de Los Prados al Norte de Sonsón;... ”.*

Que conforme a los artículos 206 y 207 del Decreto – Ley 2811 de 1974, se denomina área de Reserva Forestal la zona de propiedad pública o privada reservada para destinarla exclusivamente al establecimiento o mantenimiento y utilización racional de áreas forestales, las cuales solo podrán destinarse al aprovechamiento racional permanente de los bosques que en ella existan o se establezcan, garantizando la recuperación y supervivencia de los mismos.

Que el artículo 210 del Decreto– Ley 2811 de 1974 señala que:

*“... Si en área de reserva forestal, por razones de utilidad pública o interés social, es necesario realizar actividades económicas que impliquen remoción de bosques o cambio en el uso de los suelos o cualquiera otra actividad distinta del aprovechamiento racional de los bosques, la zona afectada deberá, debidamente delimitada, ser previamente sustraída de la reserva.*

Que el numeral 14 del Artículo 2 del Decreto Ley 3570 de 2011, señaló a este Ministerio la función de:

*“14. Reservar y alinderar las áreas que integran el Sistema de Parques Nacionales Naturales; declarar, reservar, alinderar, realinderar, sustraer, integrar o recategorizar las áreas de reserva forestal nacionales, reglamentar su uso y funcionamiento.”*

Que mediante Resolución No. 0053 del 24 de enero de 2012, el Ministro de Ambiente y Desarrollo Sostenible, delegó en el Director de Bosques, Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos la función de “Suscribir los actos administrativos relacionados con las sustracciones de reservas forestales de carácter nacional”.

Que mediante la Resolución 0543 del 31 de mayo de 2013, se nombró de carácter ordinario a la doctora **MARÍA CLAUDIA GARCÍA DÁVILA** en el empleo de Director Técnico Código 0100 grado 22, de la Dirección de Bosques, Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos de la planta de personal del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Que en mérito de lo expuesto,

## **DISPONE**

**Artículo 1.** Requerir a la sociedad **ENERGÍA PARA EL FUTURO S.A.S.**, para que dentro del término de cuatro (4) meses, contados a partir de la ejecutoria del presente acto administrativo, allegue a la Dirección de Bosques, Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos de este Ministerio la siguiente información adicional:

- Describir todos los componentes, métodos, técnicas y equipos que se requieran para el desarrollo de la actividad incluyendo la intervención del suelo y subsuelo.

“Por medio del cual se requiere información adicional”

- Identificar, delimitar y justificar el Área de Influencia Indirecta –AII– considerando la afectación indirecta de la actividad sobre la oferta de Servicios Ecosistémicos que presta la reserva forestal.
- Incluir la identificación del sistema hidrográfico, precisar los cuerpos lénticos y lóticos, y ubicarlos en la cartografía.
- Presentar la disponibilidad, usos, limitantes y regímenes de escorrentía o almacenamiento, si los hubiere y las posibles afectaciones que tendría el sistema hídrico por las actividades.
- Presentar una caracterización hidrológica en términos de cantidad y calidad, de manera temporal y espacial para las principales corrientes afectadas, incluyendo identificación de usuarios.
- Incluir el sistema hidrográfico en la zonificación ambiental.
- Definir el manejo de los Servicios Ecosistémicos que prestan los cuerpos de agua que se cruzan con el proyecto.
- Presentar las medidas de compensación y restauración por la sustracción en el cual se definan las actividades a desarrollar.

**Artículo 2.** Notificar el presente acto administrativo al Representante Legal de la sociedad **ENERGÍA PARA EL FUTURO S.A.S**, o a su apoderado debidamente constituido en la Calle 86 A No. 13-42 oficina 502 de la ciudad de Bogotá D.C.

**Artículo 3.** Publicar el presente acto administrativo en la página web del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

**Artículo 4.** Contra el presente acto administrativo procede el recurso de reposición de conformidad con los artículos 74, 76 y 77 del Código de Procedimiento Administrativo y de lo Contencioso Administrativo.

**NOTIFÍQUESE, PUBLÍQUESE Y CÚMPLASE**

Dada en Bogotá D.C., a los 23 DIC 2015



**MARIA CLAUDIA GARCÍA DÁVILA**

Directora de Bosques, Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos

Proyectó:

Diego Andrés Ruiz V/ Abogado D.B.B.S.E.MADS DAR.

Revisó:

Fernando I Santos / Abogado DBBSE MADS Tca

Expediente:

Luis Francisco Camargo F / Coordinador Grupo de GIBRF D.B.B.S.E. MADS  
SRF 360.

