

**MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE**AUTO No. 084

(07 ABR 2020)

"Por el cual se solicita información adicional dentro del expediente SRF 504"

El Director de Bosques, Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

En ejercicio de la función delegada por el Ministro de Ambiente y Desarrollo Sostenible mediante la Resolución No. 0053 del 24 de enero de 2012, 0016 del 09 de enero de 2019 y

CONSIDERANDO**I. ANTECEDENTES**

Que, mediante el radicado N° 2019-11958 del 17 de julio de 2019, el señor JUAN PABLO ÁNGEL PÉREZ, identificado con la cédula de ciudadanía No. 71.787.913, en su calidad de Representante Legal de la **CENTRAL HIDROELÉCTRICA MONTEBONITO S.A.S. E.S.P.**, identificada con NIT 900.731.909-0, solicitó a la Dirección de Bosques, Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos la sustracción definitiva de un área de la **Reserva Forestal Central** para el desarrollo del proyecto denominado "*Pequeña Central Hidroeléctrica de Montebonito*", en jurisdicción de los municipios de Marulanda y Manzanares, en el departamento de Caldas.

Que, una vez verificado el lleno de los requisitos establecidos en la normatividad ambiental vigente para dar inicio al trámite de sustracción de Reserva Forestal, esta Dirección profirió el **Auto N° 535 del 15 de noviembre de 2019**, mediante el cual el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible dio apertura al expediente SRF 504 y ordenó el inicio de la evaluación técnica de la información presentada por la empresa.

Que, en ejercicio de la función establecida en el numeral 3, artículo 16 del Decreto Ley 3570 de 2011 "*Por el cual se modifican los objetivos y la estructura del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y se integra el Sector Administrativo de Ambiente y Desarrollo Sostenible*" y en el marco de lo establecido en la Resolución 1526 de 2012 "*Por la cual se establecen los requisitos y el procedimiento para la sustracción de áreas en las reservas forestales nacionales y regionales para el desarrollo de actividades consideradas de utilidad pública o interés social, se establecen las actividades sometidas a sustracción temporal y se adoptan otras determinaciones*", la Dirección de Bosques, Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible emitió el **Concepto Técnico No. 120 del 24 de diciembre de 2019**, a través del cual se evaluó la información soporte de la solicitud de sustracción definitiva de un área de la Reserva Forestal Central.

"Por el cual se solicita información adicional dentro del expediente SRF 504"

II. COMPETENCIA DE LA DIRECCIÓN DE BOSQUES, BIODIVERSIDAD Y SERVICIOS ECOSISTÉMICOS

Que la Constitución Política de Colombia establece en sus artículos 8°, 79° y 80° que es obligación del Estado y de las personas proteger las riquezas culturales y naturales de la Nación, adicionalmente es deber del Estado planificar el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales para garantizar, entre otros fines, su conservación y restauración, así como proteger la diversidad e integridad del ambiente.

Que en el artículo 1 de la Ley 2 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 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.

Que el literal b) del artículo 1 de la Ley 2 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 sólo podrán destinarse al aprovechamiento racional permanente de los bosques que en ella existen o se establezcan, garantizando la recuperación y supervivencia de los mismos.

Que, según lo establecido en el artículo 2° de la Ley 99 de 1993, el Ministerio del Medio Ambiente, actual Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, es el organismo rector de la gestión del medio ambiente y de los recursos naturales renovables, encargado de impulsar una relación de respeto y armonía del hombre con la naturaleza y de definir, en los términos de la ley, las políticas y regulaciones a las que se sujetarán la recuperación, conservación, protección, ordenamiento, manejo, uso y aprovechamiento de los recursos naturales renovables y del medio ambiente de la Nación a fin de asegurar el desarrollo sostenible.

Que el numeral 18 del artículo 5° de la Ley 99 de 1993 determinó como una de las funciones del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible la de sustraer las áreas que integran las reservas forestales nacionales.

Que el numeral 14 del artículo 2° del Decreto Ley 3570 de 2011, le reiteró al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible la función de declarar, reservar, alinderar, realinderar, sustraer, integrar o recategorizar las áreas de la Reserva Forestal Nacionales.

Que, a su turno, el numeral 3° del artículo 16 del Decreto Ley 3570 de 2011, señaló como función de la Dirección de Bosques, Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos, la de rendir concepto técnico al Ministro para declarar, reservar, alinderar, realinderar, sustraer integrar o recategorizar las áreas de la Reserva Forestal Nacionales.

"Por el cual se solicita información adicional dentro del expediente SRF 504"

Que, mediante la Resolución No. 053 de 2012, el Ministro de Ambiente y Desarrollo Sostenible delega en la Dirección de Bosques, Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos la función de suscribir los actos administrativos relacionados con las solicitudes de sustracción de áreas de Reservas Forestales de orden Nacional.

Que a través de la Resolución 0016 del 09 de enero de 2019 *"Por la cual se efectúa un nombramiento ordinario"* el Ministro de Ambiente y Desarrollo Sostenible nombró con carácter ordinario al señor **EDGAR EMILIO RODRIGUEZ BASTIDAS** en el empleo de Director Técnico, código 0100, grado 22, de la Dirección de Bosques y Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos, de la planta de personal del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

III. FUNDAMENTOS TÉCNICOS

Que, en ejercicio de la función establecida en el numeral 3, artículo 16 del Decreto Ley 3570 de 2011 *"Por el cual se modifican los objetivos y la estructura del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y se integra el Sector Administrativo de Ambiente y Desarrollo Sostenible"* y en el marco de lo establecido en la Resolución 1526 de 2012 *"Por la cual se establecen los requisitos y el procedimiento para la sustracción de áreas en las reservas forestales nacionales y regionales para el desarrollo de actividades consideradas de utilidad pública o interés social, se establecen las actividades sometidas a sustracción temporal y se adoptan otras determinaciones"*, la Dirección de Bosques, Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible emitió el **Concepto Técnico No. 120 del 24 de diciembre de 2019**, a través del cual se evaluó la información soporte de la solicitud de sustracción presentada.

En relación a la evaluación en comento, el Concepto Técnico aludido incorporó los siguientes elementos:

INFORMACIÓN PRESENTADA

"A continuación, se relaciona información textual remitida por el usuario en el documento denominado "ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL PARA LA SUSTRACCIÓN DE UN ÁREA DE LA RESERVA FORESTAL CENTRAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA PEQUEÑA CENTRAL HIDROLÉCTRICA DE MONTEBONITO" que soporta técnicamente la solicitud de sustracción:

"IMPORTANCIA DE LA ACTIVIDAD CONSIDERADA DE UTILIDAD PÚBLICA O DE INTERÉS SOCIAL

El proyecto cuenta con Licencia Ambiental para su construcción y operación, según la Resolución No. 060 del 17 de febrero de 2011 de la Corporación Autónoma Regional de Caldas – CORPOCALDAS. Actualmente se encuentra en trámite ante dicha Corporación, una solicitud de modificación de la licencia ambiental del proyecto, la cual tuvo Auto de Inicio No.659 del 30 de octubre de 2015.

De acuerdo con la Ley 56 de 1981 en Colombia los proyectos de generación de energía, se consideran de utilidad pública debido a que se consideran como proyectos estratégicos para el desarrollo y sostenibilidad del país.

La creciente demanda de energía eléctrica del país requiere la implementación de proyectos de generación de energía amigables con la naturaleza, dentro de los cuales, los proyectos hidroeléctricos a filo de agua, que son proyectos de pequeña escala y de

"Por el cual se solicita información adicional dentro del expediente SRF 504"

amplias posibilidades de desarrollo en el país por la topografía de la región andina y la disponibilidad del recurso hídrico, se han convertido en opciones de una amplia aceptación entre las comunidades y las autoridades ambientales.

De manera especial vale la pena destacar que un sistema nacional de generación energía robusto y confiable, es la base para sustentar el desarrollo económico y social del país pues la energía eléctrica permite, entre otras cosas:

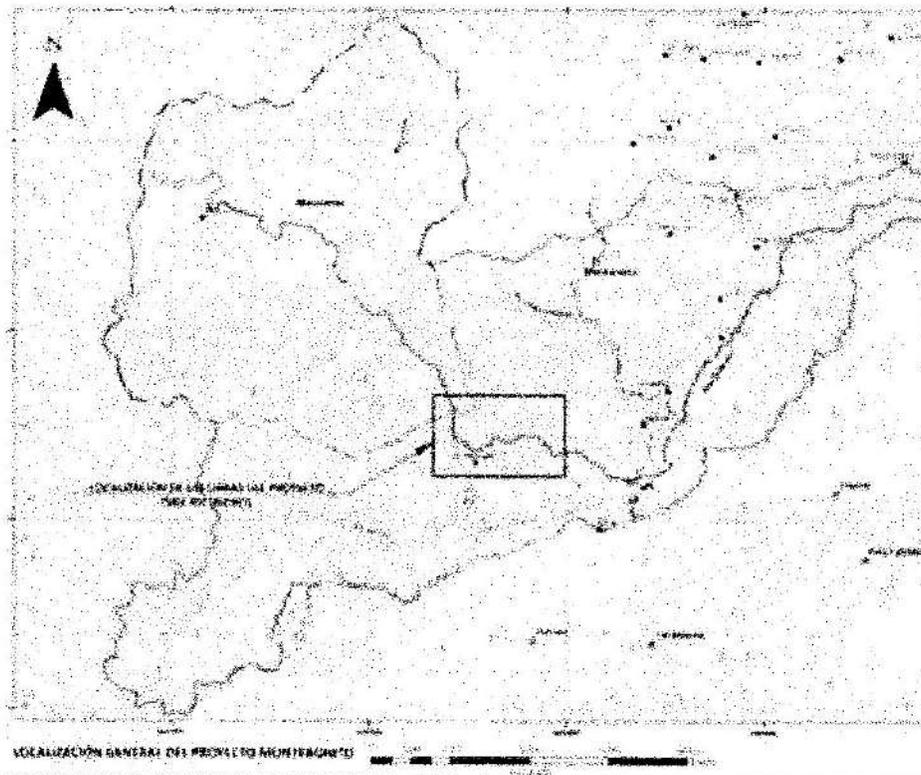
*Soportar el crecimiento de las ciudades (iluminación, telecomunicaciones, internet, etc).
Soportar el crecimiento industrial (puertos, vías, industrias)
Aportar energía para planes de las ciudades en el uso de sistemas de transporte masivo que usen energía eléctrica.*

ASPECTOS TÉCNICOS DE LA ACTIVIDAD

El proyecto de generación eléctrica Montebonito, corresponde a una Pequeña Central Hidroeléctrica (PCH) a filo de agua el cual planea aprovechar las aguas del río Guarinó en su cuenca media en jurisdicción de los municipios de Marulanda y Manzanares del departamento de Caldas. Se describe a continuación los principales aspectos técnicos de la PCH.

Localización

El Proyecto Hidroeléctrico Montebonito está localizado a una distancia aproximada de 60 km del municipio de Manizales, sobre la cuenca media del río Guarinó, al Oriente del departamento de Caldas, en jurisdicción de los municipios de Marulanda y Manzanares.



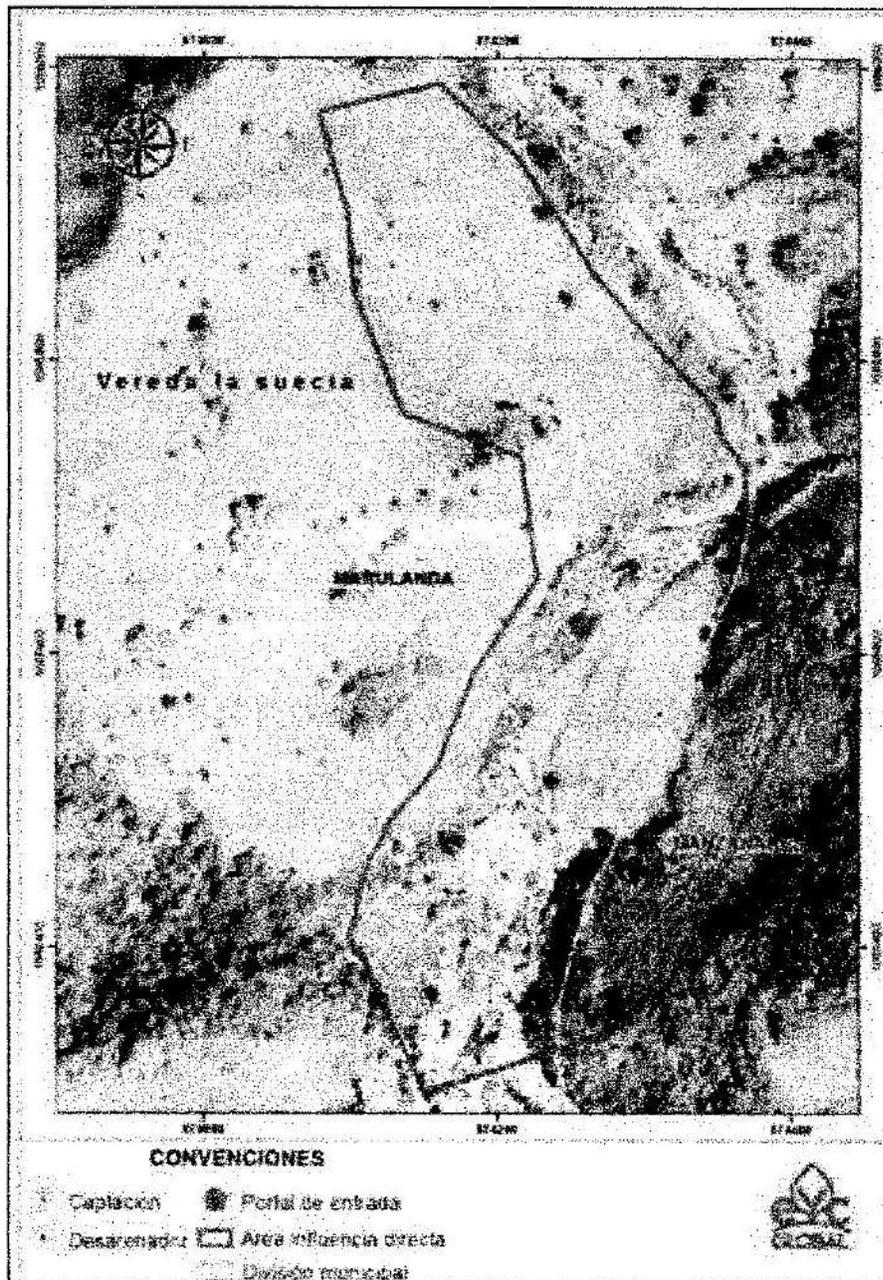
Localización general del proyecto de generación hidroeléctrica – Montebonito.

Fuente: Figura 2.1. Radicado No. 2019-11958 del 17 de julio de 2019 "ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL PARA LA SUSTRACCIÓN DE UN ÁREA DE LA RESERVA FORESTAL CENTRAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA PEQUEÑA CENTRAL HIDROLÉCTRICA DE MONTEBONITO"

"Por el cual se solicita información adicional dentro del expediente SRF 504"

Localización del proyecto con relación a la reserva forestal central

Respecto a la ubicación del proyecto es preciso aclarar que sólo una parte del mismo se encuentra en la zona delimitada como de reserva forestal y esta corresponde a la zona de captación y áreas auxiliares (Véase Anexo_5_Cartografía).



Localización de la infraestructura asociada a captación, tanques desarenadores y portal de entrada del túnel

Fuente: Figura 2.2. Radicado No. 2019-11958 del 17 de julio de 2019 "ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL PARA LA SUSTRACCIÓN DE UN ÁREA DE LA RESERVA FORESTAL CENTRAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA PEQUEÑA CENTRAL HIDROLÉCTRICA DE MONTEBONITO"

"Por el cual se solicita información adicional dentro del expediente SRF 504"



Localización del proyecto de generación con respecto a la reserva forestal central

Fuente: Figura 2.3. Radicado No. 2019-11958 del 17 de julio de 2019 "ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL PARA LA SUSTRACCIÓN DE UN ÁREA DE LA RESERVA FORESTAL CENTRAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA PEQUEÑA CENTRAL HIDROLÉCTRICA DE MONTEBONITO"

En la figura anterior se aprecia en un sombreado rojo el área de reserva forestal, así como se pueden identificar la zona de captación, zona de descarga y el trazado del túnel a flujo libre que conecta las dos áreas. El área que se encuentra sobre el túnel de conducción no es objeto de la sustracción de reserva forestal debido a que las condiciones superficiales se mantienen y las mismas no cambian.

Descripción técnica

El proyecto contará con dos frentes de trabajo, la zona de captación y la zona de descarga:

El frente de captación se encuentra en la vereda La Suecia del municipio de Marulanda y La Floresta en el municipio de Manzanares, zona en la cual se construirán las obras de captación, obras anexas, portal entrada túnel de conducción, depósito de materiales, campamento, oficinas y talleres.

La central se desarrollará en dos etapas. En la primera se instalarán dos unidades con turbinas Pelton de 10 MW cada una; en la segunda fase se instalará una unidad Pelton de 5.8 MW. La central se conectará a la red de transmisión y distribución de la Central Hidroeléctrica de Caldas, específicamente en la subestación ubicada cerca al casco urbano del municipio de Manzanares. Para ello se construirá una línea de 115 KV, con una longitud aproximada de 11 kilómetros, ubicada íntegramente en territorios del municipio de Manzanares.

"Por el cual se solicita información adicional dentro del expediente SRF 504"

El frente de descarga se encuentra en las veredas San Pedro, La Cristalina, San Vicente y La Sonrisa correspondientes al municipio de Manzanares Caldas, donde se desarrollarán las obras del portal salida del túnel de conducción, tanque de carga, tubería y pozo de presión, casa de máquinas, túnel de descarga y los correspondientes accesos viales, zonas de depósito de materiales.

Actualmente la Central Hidroeléctrica Montebonito se encuentra en fase de diseño, y se tiene proyectado un cronograma de construcción de alrededor de 36 meses, para luego entrar en la respectiva fase de operación.

La energía generada por la Central Hidroeléctrica Montebonito será transportada al punto de conexión del sistema integrado nacional de transmisión en la subestación Manzanares de la empresa Central Hidroeléctrica de Caldas-CHEC.

Para el polígono de sustracción, donde quedarán ubicadas las obras de captación, portal de entrada y obras anexas, se adquirieron dos predios, El remanso de 0,85 ha ubicado en la vereda la Suecia en jurisdicción de municipio de Marulanda, y el predio La playa de 14,6 ha ubicado en la vereda la floresta con destinación de obras de captación, desarenador y portal de entrada del túnel de conducción.

En el área de sustracción se contemplarán las siguientes obras principales:

Azud

Para la captación se adoptó un esquema consistente en un azud en concreto de 35 metros de ancho, 15 metros de altura (6 de los cuales corresponden a la cimentación), y longitud de 20 metros; rematado en una piscina de disipación de energía en concreto de 35 metros de ancho por 35 metros de longitud y 1.25 metros de profundidad, acondicionada con dentellones disipadores.

La captación del caudal de generación se realizará mediante una rejilla ubicada sobre el azud (1.7 metros de ancha y 35 metros de longitud), y se conducirá hacia la margen izquierda del río a través de un canal recolector de pendiente fuerte rematada en una compuerta vertical.

Al final de dicho canal, se construirá una caja desgravadora provista de un vertedero lateral de excesos, donde se retirarán las partículas de más de 2 mm de diámetro. La caja desgravadora se conectará con el tanque desarenador a través de un canal en concreto a flujo libre de 4.0 metros de ancho por 2.0 metros de altura.

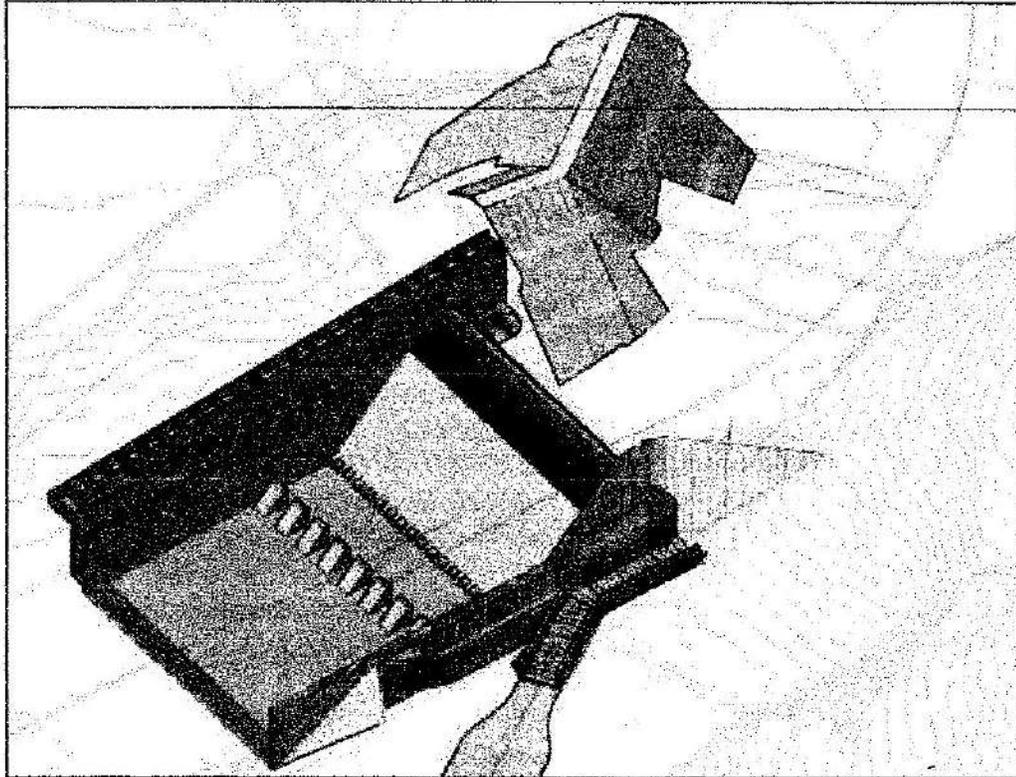
Para el tránsito de las crecientes máximas de un período de retorno de 500 años, el azud cuenta con un vertedero de 35 metros de ancho por una altura de 5 metros (muros laterales de confinamiento).

Para asegurar el correcto funcionamiento del canal de peces, y su permanencia durante todo el año, se ubicó el orificio de entrada al canal de peces sobre la aleta de cierre de la margen izquierda, con un ancho de 2.0 metros y una altura de 0.50 metros, con cota inferior 1.856.03 (25 centímetros por debajo de la cota superior del azud), con lo que se garantiza que estarían entrando al canal de peces por lo menos 450 lts/seg antes de que se inicie la captación en la rejilla ubicada sobre la corona del azud.

De acuerdo con el análisis de la información recopilada en las estaciones de medición de caudales de la cuenca, el caudal mínimo medido en el sitio de captación es de 3.06 m3/seg. De repetirse este caudal mínimo histórico durante la época de operación de la

"Por el cual se solicita información adicional dentro del expediente SRF 504"

central, los cálculos hidráulicos del funcionamiento combinado del azud de captación y el orificio de captación de la escalera de peces, arrojan un valor captado por el orificio de 750 lts/seg y de 3010 lts/seg para la rejilla del azud.



Diseño del Azud

Fuente: Figura 2.4. Radicado No. 2019-11958 del 17 de julio de 2019 "ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL PARA LA SUSTRACCIÓN DE UN ÁREA DE LA RESERVA FORESTAL CENTRAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA PEQUEÑA CENTRAL HIDROLÉCTRICA DE MONTEBONITO"

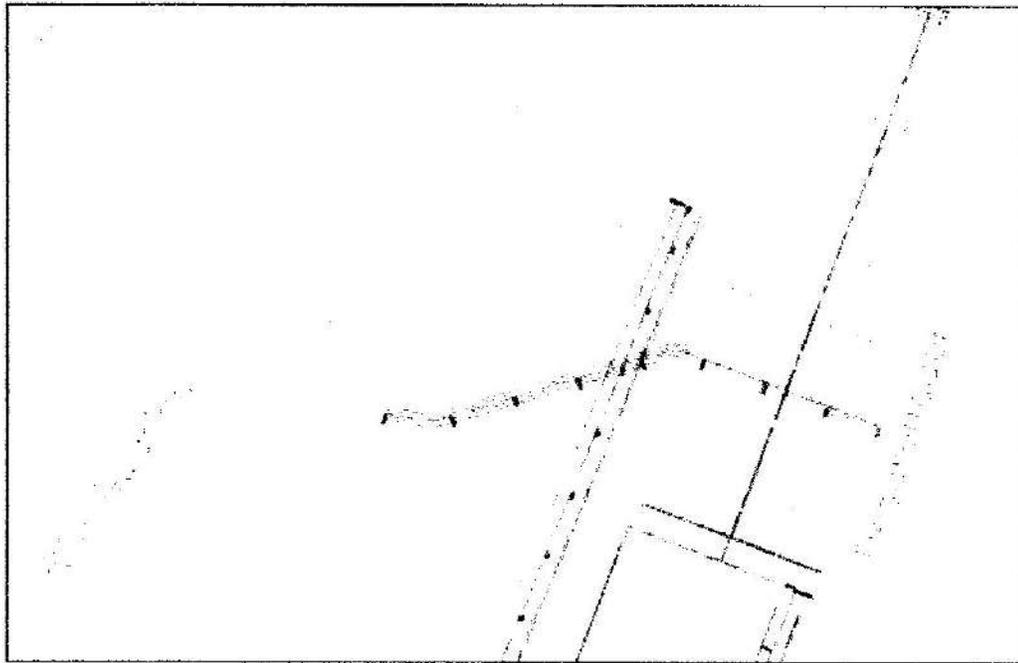
Desarenador

El desarenador será estático de flujo horizontal, de concreto y contará con cuatro celdas para la facilidad de la limpieza y mantenimiento sin perjudicar la producción de energía.

El desarenador está diseñado para un caudal de 10.0 m³/seg, pero tendrá implementado un vertedero de excesos graduable, de tal forma que inicialmente solo se captarán los 7.7 m³/seg de la primera fase; para la construcción de la segunda fase se subirá el nivel del vertedero para captar los 10 m³/seg correspondientes.

Contará con una estructura de distribución de flujos de 48.5 metros de longitud, y dimensiones efectivas de cada celda de 7.0 metros de ancho por 35.0 de longitud. Cada celda contará con su respectiva compuerta de acceso y válvula para limpieza.

"Por el cual se solicita información adicional dentro del expediente SRF 504"



Esquema de tanque desarenador

Fuente: Figura 2.5. Radicado No. 2019-11958 del 17 de julio de 2019 "ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL PARA LA SUSTRACCIÓN DE UN ÁREA DE LA RESERVA FORESTAL CENTRAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA PEQUEÑA CENTRAL HIDROLÉCTRICA DE MONTEBONITO"

Para el desarrollo de las actividades del Proyecto, se requerirá el aprovechamiento, uso y/o afectación de recursos naturales relacionados a continuación:

Aguas superficiales

Durante las fases de construcción, operación y cierre, el proyecto Central Hidroeléctrica Montebonito, requerirá agua para usos domésticos e industrial.

El uso doméstico corresponde al consumo de las personas que laborarán directamente en el área de donde estarán ubicadas las infraestructuras asociadas a la captación; el agua para consumo se suministrará en bolsas, que serán entregadas diariamente en el frente de obra, su almacenamiento se hará en neveras de icopor, el agua se adquirirá a través de distribuidores de la zona. Para la ejecución de las obras, se utilizará una unidad sanitaria portátil, cuyo servicio será suministrado por empresas que cuenten con los permisos y autorizaciones que establece la normatividad vigente.

El uso industrial del agua está asociado a la preparación del concreto para la construcción de las obras de captación, tanques desarenadores y tubería de portal de entrada, las aguas serán obtenidas a través del permiso de concesión pertinente.

Vertimientos

Durante la etapa de construcción, operación y cierre del proyecto, no se requiere permiso de vertimientos.

De igual manera se prevé que no se generarán vertimientos industriales por cuanto el mantenimiento de equipo y maquinaria se realizara en talleres y sitios autorizados para el Proyecto Montebonito, localizados por fuera del área de sustracción.

"Por el cual se solicita información adicional dentro del expediente SRF 504"

Emisiones Atmosféricas

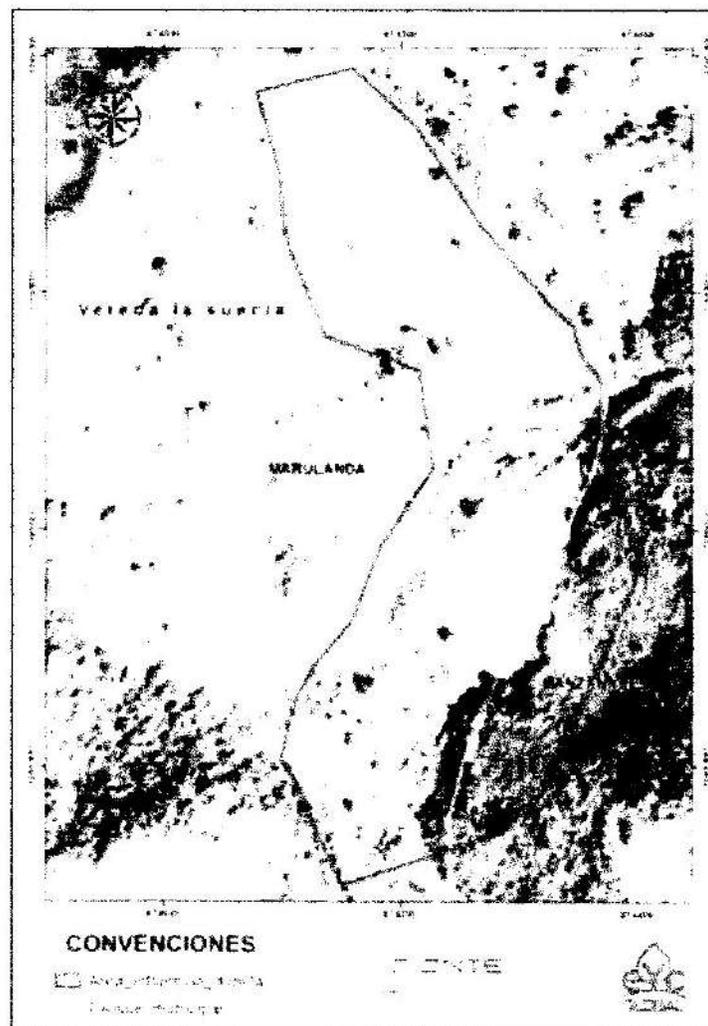
Las principales fuentes de emisión la constituyen la emisión de material particulado generado por el tránsito de los vehículos pesados y la disposición de materiales, al igual que la emisión de gases por la operación de los vehículos y la maquinaria.

El proyecto Central Hidroeléctrica Montebonito ha sido concebido a filo de agua, sin necesidad de la consideración de una presa, por tanto, sin embalse. Este proyecto contempla conducciones subterráneas en la medida de lo posible, minimización de vías, no requiere trasvase y mucho menos el reasentamiento poblacional. Por esta razón, el proyecto hidroeléctrico es ambientalmente sostenible y susceptible de Mecanismos de Desarrollo Limpio (MDL).

ÁREAS DE INFLUENCIA

Área de Influencia Directa (AID)

De acuerdo con los resultados de los análisis realizados y que se presentan a continuación, el área que se analiza y la cual es objeto de la solicitud de sustracción definitiva del área de reserva forestal, corresponde al área de influencia directa de la sustracción.



Área de Influencia Directa del polígono de sustracción

Fuente: Figura 3.1. Radicado No. 2019-11958 del 17 de julio de 2019 "ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL PARA LA SUSTRACCIÓN DE UN ÁREA DE LA RESERVA FORESTAL CENTRAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA PEQUEÑA CENTRAL HIDROLÉCTRICA DE MONTEBONITO"

"Por el cual se solicita información adicional dentro del expediente SRF 504"

Área de Influencia Indirecta (AII)

Debido al alto grado de intervención que se presenta en el área de influencia directa y la baja oferta de servicios ecosistémicos que se tiene para esta zona, el área de influencia indirecta para este caso corresponde a la misma área de sustracción, es decir, para este caso el área de influencia directa e indirecta son iguales y corresponden al mismo polígono.

LÍNEA BASE

COMPONENTE FÍSICO

Geología

El área de influencia del proyecto Hidroeléctrica Montebonito se caracteriza, a nivel geológico, por la presencia de las siguientes unidades:

Complejo Cajamarca (PES). Esquitos (Cuarzo-Grafitosos – Grafitosos - Cuarzo – Sericiticos).

Son de color gris plata a negro, con variables contenidos de grafito y abundante cuarzo entre los planos de foliación; presentan esquistosidad desde finamente laminada a néisica, en capas de 3 mm a 5 mm de espesor, intensamente replegadas con venas y lentes de cuarzo lechoso de 0,10 cm a 10,0 cm de espesor, paralelas a la foliación y que se acomodan a la forma de los plegamientos.

Son rocas resistentes de carácter anisotrópico, de partición tabular irregular debido a la foliación, y presentan generalmente dos sistemas de diaclasamiento perpendiculares a la esquistosidad. Estas generan un moderado perfil de suelo residual debido a las altas pendientes de las laderas, pero es común la existencia de un nivel de roca muy fracturada, medianamente meteorizada y con desarrollo de un suelo naranja claro correspondiente a un limo arcilloso. En zonas de falla se presentan muy cizalladas y frágiles. Abarcan el área casi en su totalidad.

Depósitos Cuaternarios.

Con esta denominación se agrupan los depósitos de sedimentos recientes, los cuales se pueden diferenciar debido a su origen y composición, asociados a las llanuras de inundación de los principales cauces de la zona como lo es el río Guarino y algunos de sus tributarios más importantes, en donde se forman planicies aluviales importantes como las encontradas en la vereda La Suecia.

Depósitos Aluviales (Qal).

Son acumulaciones recientes y no consolidadas de bloques, gravas y arenas de naturaleza heterogénea en cuanto a composición y tamaño, que forman barras laterales y longitudinales a lo largo del lecho del río Guarino, formando la carga actual de la corriente y de las llanuras de inundación.

Depósitos Coluviales (Qc).

Corresponden a depósitos asociados a movimientos en masa y posterior acumulación en zonas de ladera de menor pendiente. Comúnmente con matrices finas, de arenosas a limo arcillosas, que envuelven bloques de tamaño y composición variable pero que

"Por el cual se solicita información adicional dentro del expediente SRF 504"

pueden alcanzar hasta los 1,5 m de diámetro y corresponden principalmente a rocas metamórficas (Esquistos).

Geomorfología y geodinámica

Morfológicamente, se destacan el cañón del río Guarinó, que es estrecho y profundo, con quebradas tributarias de gradiente hidráulico alto, con una capacidad de erosión alta, en las cabeceras y laderas, donde se originan movimientos locales de remoción en masa, que hoy en día se evidencian por las cicatrices en el terreno y por las geoformas de circos.

En general, los procesos morfodinámicos activos más importantes son de tipo erosivo, presentándose erosión por escorrentía, erosión por remoción en masa y de origen antrópico.

La erosión antrópica que se presenta en la zona de estudio, está asociada a las actividades agrícolas y a la construcción de carreteras. En las laderas con pendientes fuertes se observan sembrados que permiten un lavado de los suelos de manera más intensa que junto con las altas pendientes hacen que la erosión predominante sea la superficial. La construcción de carreteras en las altas pendientes también lleva a que los cortes de los taludes sean de gran altura y por lo tanto el mal manejo de las aguas superficiales y la falta de revegetación u otras formas de protección de taludes, unidos a prolongados e intensos períodos invernales y a bajas propiedades geomecánicas de los materiales, propician el deslizamiento de los horizontes más superficiales de suelo.

Teniendo presente el análisis del relieve del área del proyecto y clasificando el terreno de acuerdo a las unidades de paisaje, las formas de las laderas, los procesos denudativos y el mapa de pendientes se puede definir para la zona en estudio dos (2) unidades geomorfológicas, que se describen a continuación.

Unidad de Planicie Bajas (U.P.B.).

Corresponde a los fondos de los valles, de forma no continua, ubicada alrededor del río Guarinó y algunos de sus afluentes, teniendo forma alargada y pendiente suave, menor de los 7°. Esta desarrollada en depósitos aluviales, y sometida a procesos erosivos de tipo socavación de orillas. La Captación de proyecto se desarrollará en esta Unidad.

Unidades de Pendientes Fuertes (U.P.F).

Esta unidad geomorfológica, está caracterizada por laderas largas, de pendientes fuertes que varían entre 30° a 70°, pudiendo llegar a ser verticales en algunos sectores. Conforman las paredes del cañón del río Guarinó y de todos los afluentes a este río, motivo por el cual está sometida a fuertes procesos denudativos, de manera que se puede catalogar como unas laderas en evolución donde predominan las geoformas de erosión.

Esta unidad geomorfológica se aprecia en el área en estudio, en las laderas que limitan el cañón del río Guarinó y en donde, se plantea parte de la compensación por la sustracción planteada para el proyecto.

Hidrogeología

Específicamente en lo relacionado con el tema hidrogeológico, el área solicitada para la sustracción de la reserva, es posible indicar que el área se encuentra en la llanura

"Por el cual se solicita información adicional dentro del expediente SRF 504"

aluvial del río Guarinó y que es el río Guarinó la principal fuente de recarga de los acuíferos de la zona. En el área de sustracción no existen pozos o aljibes para la extracción de agua subterránea y al interior de la misma no se evidenciaron zonas de nacimiento, manantiales o afloramientos de agua.

- **Anexo 4: Estudio hidrogeológico.**

Geología Regional

En la región predominan rocas metamórficas correspondientes al Complejo Cajamarca de edad paleozoica, cuerpos intrusivos andesíticos porfíricos de edad Terciaria y material piroclástico y fluvio volcánico probablemente del Terciario Superior. A nivel regional el fallamiento principal es N-NE dominado por el sistema de fallas Palestina.

Estratigrafía.

- **Complejo Cajamarca**

Las rocas paleozoicas que afloran en el área son metamorfitas de bajo a medio grado, predominantemente en la facies esquisto verde a anfibolita, con evidencias radiométricas de haber estado sometidas a más de un evento metamórfico de los cuales, uno al menos, sería del Paleozoico inferior y otro del Paleozoico superior. Estas rocas forman el núcleo de la Cordillera Central y han sido agrupadas como Complejo Cajamarca.

- **Andesíticas Posfíricas (Pd)**

Esta Andesita se presenta macroscópicamente masiva, de color crema a amarillo pálido, de textura porfídica con numerosos fenocristales de grano medio de cuarzo, plagioclasa, agujas negras y brillantes de hornblenda y ocasionalmente aparecen láminas finas de biotita en una matriz afanítica de tono claro. Los minerales oscuros algunas veces se encuentran orientados, lo que es indicativo de estructuras de flujo. Las andesitas generan saprolitos arenosos de color claro y se presentan muy a menudo con una característica meteorización esferoidal. No aflora en el área de estudio.

- **Depósitos de cenizas**

En la zona se identifican niveles de ceniza volcánica que cubren algunas partes del área principalmente las comprendidas entre la almenara – casa de máquinas; son de color café claro y se presentan como una masa arenosa. Está conformada por pequeños cristales de biotita, hornblenda, feldespato y cuarzo, y cuando es un lapilli por pequeños fragmentos de Andesita Púmica y ocasionalmente de Esquistos. La ocurrencia de este material en el área de estudio es muy continua, aunque su espesor es variable; en las zonas de fuerte pendiente ha sido parcial o totalmente removido por erosión, mientras que en las zonas con pendiente moderada se han observado espesores hasta de 2 m.

- **Depósitos de Flujo (Qf)**

Son formaciones compuestas por depósitos de detritos clásticos, que vistos en planta presentan formas característicamente lobuladas. Se desarrollan en las zonas aledañas a las porciones que delimitan los escarpes de altos morfológicos y a veces son producto de eventos torrenciales con gran aporte de sedimentos. No se presentan en el área de estudio.

"Por el cual se solicita información adicional dentro del expediente SRF 504"

Geología Local

- Complejo Cajamarca (Pes). Esquistos (Cuarzo-Grafitosos – Cuarzo-Sericíticos)

Son rocas resistentes de carácter anisotrópico, de partición tabular irregular debido a la foliación, y presentan generalmente dos sistemas de diaclasamiento perpendiculares a la esquistosidad. Estas generan un moderado perfil de suelo residual debido a las altas pendientes de las laderas, pero es común la existencia de un nivel de roca muy fracturada, medianamente meteorizada y con desarrollo de un suelo naranja claro correspondiente a un limo arcilloso. En zonas de falla se presentan muy cizalladas y frágiles. Abarcan el área casi en su totalidad.

- Depósitos Cuaternarios

Con esta denominación se agrupan los depósitos de sedimentos recientes, los cuales se pueden diferenciar debido a su origen y composición, asociados a las llanuras de inundación de los principales cauces de la zona como lo es el río Guarinó y algunos de sus tributarios más importantes, en donde se forman planicies aluviales importantes como las encontradas en la vereda La Suecia.

- Depósitos Aluviales (Qal)

Son acumulaciones recientes y no consolidadas de bloques, gravas y arenas de naturaleza heterogénea en cuanto a composición y tamaño, que forman barras laterales y longitudinales a lo largo del lecho del río Guarinó, formando la carga actual de la corriente y de las llanuras de inundación.

- Depósitos Coluviales (Qc)

Corresponden a depósitos asociados a movimientos en masa y posterior acumulación en zonas de ladera de menor pendiente. Comúnmente con matrices finas, de arenosas a limo arcillosas, que envuelven bloques de tamaño y composición variable pero que pueden alcanzar hasta los 1,5 m de diámetro y corresponden principalmente a rocas metamórficas (Esquistos).

Geología Estructural

A nivel regional, la cordillera está enmarcada dentro de dos sistemas de fallas aproximadamente perpendiculares entre sí: el sistema de fallas Romeral-Cauca al oeste y la de Palestina y Mulato al este con direcciones variables entre NNE-SSW y NE-SW que coinciden con las direcciones generales de los sistemas tectónicos de la cadena andina. El segundo sistema tiene dirección aproximada NW-SE a E-W y está constituido por la falla Salamina – Marulanda y el alineamiento del Río Arma.

Aparte de estos dos grandes sistemas de fracturación existen otras menores, a veces con direcciones paralelas a los grandes sistemas o satélites de ellas, en forma oblicua, formando sistemas denominados "Colas de Caballo" muy comunes en la falla de Palestina y a algunos de los cuales podría estar relacionado el vulcanismo del complejo volcánico Ruiz – Tolima.

Las grandes fracturas tienen en general una clara expresión morfológica y presentan rocas fracturadas y cizalladas, alteración y brechamiento, mientras que las menores solo presentan algunas de estas características y están marcadas principalmente por lineamientos.

"Por el cual se solicita información adicional dentro del expediente SRF 504"

En el área del proyecto, a lo largo del lineamiento de las obras subterráneas como túneles de conducción, descarga, casa de máquinas y pozo de carga se identificó que la unidad principal correspondiente a las rocas metamórficas del complejo Cajamarca se encuentran medianamente fracturadas, ligeramente alteradas con una disposición estructural preferencial donde su principal sistema de discontinuidad está dado por la foliación con tendencia (115-130/56-80), sub-perpendicular con respecto al eje del túnel de conducción.

A partir del levantamiento sistemático de estaciones en la zona de captación y sobre el alineamiento del túnel y de los índices obtenidos a partir de datos de campo, se concluye que el macizo presenta una matriz rocosa conformada por rocas metamórficas del complejo Cajamarca, correspondientes a Esquistos cuarzo - Sericiticos y Cuarzo - Grafitosos, con una resistencia a la compresión uniaxial alta (roca muy dura), una densidad de fracturamiento de 1-3 diaclasas/m², con un grado de meteorización correspondiente a roca fresca con ocasionales zonas poco meteorizadas asociadas a los principales planos de discontinuidad.

Es importante tener en cuenta que el contacto entre los Esquistos cuarzo -Sericiticos y cuarzo -Grafitosos, corresponde a cambios composicionales mineralógicos de la roca metamórfica; en ambas unidades litológicas el plano de discontinuidad principal está definido por la foliación de la roca, la cual presenta una tendencia estructural preferencial 120/72, sub-paralela - sub-vertical con respecto al eje del túnel de conducción. Los principales lineamientos identificados presentan una tendencia estructural NE - SW, sub perpendicular con respecto al eje del túnel de conducción, geomorfológicamente caracterizados por presentar depresiones topográficas que alinean pequeños drenajes de la zona.

Perforaciones

Se realizaron perforaciones con recuperación de núcleo en la zona de captación y a lo largo del alineamiento de los túneles de conducción y descarga, con el objetivo de conocer las condiciones geo mecánicas del macizo en estas zonas. Esta información fue útil para refinar la caracterización geológica del área de influencia hidrogeológica. En total se realizaron 9 perforaciones para una longitud total explorada de 268 m.

Geofísica

La exploración geofísica de la zona se realizó por medio de 4 ensayos de Refracción Sísmica y 4 ensayos dispersión de ondas superficiales tipo MASW Pasivo - ReMi, haciendo uso de un arreglo lineal usando geófonos verticales de 4.5 Hz, así, para las línea 1 y 3, se usaron 20 geófonos espaciados de forma equidistante con separaciones de 4.0 metros para una longitud total de línea 80.0 m, para la línea 2, se usaron 18 geófonos espaciados de forma equidistante con separaciones de 4.0 metros para una longitud total de línea 72.0 m, finalmente para la línea 4, se usaron 20 geófonos espaciados de forma equidistante con separaciones de 5.0 metros para una longitud total de línea 100 m.

Se realizaron 4 arreglos lineales ubicados en la zona correspondiente a las obras de captación con el fin de caracterizar y clasificar el perfil del suelo.

- Línea sísmica 1: Se ubica en el sector de captación, con velocidades entre 514 y 20097 m/s, alcanzo una profundidad de 30.50 m.*
- Línea sísmica 2: Se ubica en el sector de captación, con velocidades entre 506 y 1712 m/s, alcanzo una profundidad de 30.10 m.*

"Por el cual se solicita información adicional dentro del expediente SRF 504"

- Línea sísmica 3: Se ubica en el sector de captación, con velocidades entre 553 y 1736 m/s, alcanzo una profundidad de 27.20 m.
- Línea sísmica 4: Se ubica en el sector de captación, con velocidades entre 372 y 2214 m/s, alcanzo una profundidad de 33.9 m.

Los resultados del ensayo de refracción Sísmica permiten identificar el perfil del subsuelo en función de la velocidad de onda compresional (V_p), en las 4 tomografías presentadas es posible identificar superficialmente un suelo de rigidez media hasta una profundidad variable entre 14.1 m y 19.9, con velocidades entre 1106.5 m/s y 1550.7 m/s, indicando el contraste al material de mayor rigidez, lo cual posiblemente estaría asociado al espesor de depósito aluvial existente en la zona.

En la margen occidental se realizó la línea 4, donde se identifica un estrato superficial de aproximadamente 7.5 m, con velocidades de onda de corte de 319.0 m/s, seguido del segundo de un estrato de suelo rígido, caracterizado por una velocidad de 434.0 m/s, alcanzando una profundidad de 14.10 m, posterior este se identifica el tercer estrato caracterizado igualmente como suelo rígido alcanzando una profundidad aproximada de 25.0 m y una velocidad de 428.0 m/s, a dicha profundidad se identifica el mayor cambio de rigidez, marcado por una velocidad de 1019.0 m/s, estrato caracterizado como roca.

Infiltración Eficaz

Con el fin de determinar los valores de infiltración eficaz en el área de estudio, se realizaron 5 pruebas de infiltración en la zona. Estas pruebas se ejecutaron mediante el método del doble anillo, el cual garantiza la dirección de flujo sólo en el sentido vertical y permite mediante la estabilización de los valores medidos en campo, obtener un valor de infiltración permanente, el cual se aproxima al valor de permeabilidad saturada para el suelo analizado.

El postulado de Horton establece que la curva que representa la capacidad de infiltración se manifiesta de esa manera, solo si la intensidad de precipitación es mayor que la capacidad de infiltración del suelo analizado. Este principio o postulado es debidamente respetado en el ensayo de infiltración de doble anillo, porque siempre hay agua en superficie que satisface la capacidad de absorción que tiene el suelo en su grado máximo o potencial, cualquiera sea el tiempo que transcurre desde el inicio del ensayo. Los valores obtenidos de la velocidad de infiltración para cada prueba por el método de Horton, se muestran en la tabla, donde además se relacionan con el tipo de velocidad establecido por NCRS.

Velocidad de infiltración obtenida en cada prueba de infiltración

Velocidad De Infiltración (Cm/Hr)	Clases De Infiltración
PI 1	Moderadamente lento
PI 2	Muy lento
PI 3	Moderado
PI 4	Rápido
PI 5	Rápido

Fuente: Tabla 3.4. Radicado No. 2019-11958 del 17 de julio de 2019
 "ESTUDIO HIDROGEOLOGICO PARA EL PROYECTO HIDROELECTRICO
 MONTEBONITO, EN EL MUNICIPIO DE MANZANARES, DEPARTAMENTO DE CALDAS."

"Por el cual se solicita información adicional dentro del expediente SRF 504"

Inventario de puntos de agua subterránea

El inventario se llevó a cabo en un área de aproximadamente 60 Has, correspondiente a la zona de sustracción de reserva (Vereda La Suecia), en predios de la empresa, donde a través del recorrido del área se recolectó la información concerniente a puntos de agua subterránea que fueron consignados en el "Formulario Único Nacional para Inventario de Puntos de Agua Subterránea" (FUNIAS) (IDEAM) donde se describen las principales características físicas e hidrogeológicas de los puntos naturales referidas a manantiales, y las artificiales como piezómetros, pozos y aljibes.

Debido al conflicto con la comunidad no se pudo realizar el inventario en la totalidad del área de influencia del túnel de conducción, pero se recolectó información de los lugares donde se tuvo acceso.

En la zona de influencia del proyecto hidroeléctrica Montebonito se identificaron en total 8 puntos de agua subterránea. Del total de los puntos de agua subterránea identificadas, 5 corresponden a manantiales y 3 a piezómetros construidos por la empresa.

Análisis del Inventario

Los puntos de agua subterránea incluidos en el inventario, fueron analizados teniendo en cuenta sus propiedades fisicoquímicas in situ como son el pH, la conductividad, la temperatura y el caudal con el fin de determinar la distribución de estos parámetros en el área del proyecto, así como también establece unas condiciones iniciales para el área.

El pH registrado durante el inventario presenta valores 6.16 y 6.78 unidades, lo que indica que en términos generales se trata de agua ácida a básica en un rango normal para el agua subterránea. La temperatura registrada en los puntos inventariados varía entre 17.93 y 22.5°C.

Los valores de conductividad de las aguas subterráneas naturales varían considerablemente. Los valores normales en aguas dulces oscilan entre 100 y 2000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ mientras que las salmueras pueden alcanzar valores de 100000 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Los valores de conductividad medidos en campo, relacionan el agua de los puntos inventariados a aguas dulces con un grado de mineralización muy débil, lo que en primera instancia se asocia a tiempos de permanencia cortos en las unidades hidrogeológicas por las que fluyen.

La fluctuación del caudal de un manantial depende de la recarga, la descarga, la variación de niveles y los parámetros hidrogeológicos del acuífero. Por ende, un manantial con clasificación 1 estará asociado a un equilibrio del sistema con bajas fluctuaciones en los niveles de agua que alimentan el acuífero. En el área de estudio los manantiales pertenecen al grupo 6 ($0.06 \text{ l/s} < Q \leq 0.6 \text{ l/s}$) lo que indica en términos generales, que los caudales de los manantiales inventariados son bajos.

Al comparar los datos obtenidos a través del procesamiento del MED con los datos recopilados en campo, se obtuvo que, de cada 10 drenajes marcados por el software, 4 corresponden a puntos perennes de flujo de agua, lo que les da a los resultados un 40% de certeza con respecto a las condiciones reales presentes en el área del proyecto.

"Por el cual se solicita información adicional dentro del expediente SRF 504"

Caracterización hidráulica

Para determinar los principales parámetros hidráulicos de las unidades hidrogeológicas presentes en el área de influencia del proyecto se ejecutaron dos (2) pruebas tipo slug de llenado y vaciado en los piezómetros construidos a lo largo del trazado, en donde la comunidad permitió la realización de las pruebas. Los dos piezómetros se encuentran captando los esquistos del Grupo Cajamarca.

Pruebas Slug

Estos ensayos se caracterizan por ser un método económico, en el cual se necesitan pocos equipos para su realización, se requiere de muy poco tiempo para la obtención de los datos, la interpretación de los mismos es rápida y se pueden realizar en pozos con diámetros pequeños.

Los piezómetros instalados presentan un diseño conformado por tubería de PVC con tramos de filtros que van desde la superficie del terreno hasta la profundidad total de perforación.

– Prueba Slug de llenado en el Piezómetro PZ3

Después de esta profundidad se presenta roca muy fracturada de color gris, con presencia de arenas y arcilla entre las fracturas. La perforación registra una profundidad de 30 m, se encuentra revestida en tubería de PVC con un diámetro de 2 pulgadas con un nivel estático de 14,25 m. Para realizar la prueba Slug de llenado se adicionaron 300 litros de agua a la perforación logrando obtener una columna de agua de 10.3 m y se llevó un registro del descenso del nivel del agua cada cinco segundos mediante un transductor de presión tipo MiniDiver, durante 0.45 horas, obteniendo 442 datos, registrando un nivel final de 15,2 m.

– Pruebas Slug de llenado en el Piezómetro PZ 4

La perforación registra una profundidad de 30 m, se encuentra revestida en tubería de PVC con un diámetro de 2 pulgadas con un nivel estático de 4,6 m. Para realizar la prueba Slug de llenado se adicionaron 400 litros de agua a la perforación logrando obtener una columna de agua de 1.5 m y se llevó un registro del descenso del nivel del agua cada 5 segundos mediante un transductor de presión tipo MiniDiver, durante 4.35 horas, obteniendo 3483 datos, registrando un nivel final de 4.7 m.

La interpretación de la prueba presenta una conductividad hidráulica promedio de 2.53 E-4 m/d y un coeficiente de almacenamiento de 2.45 E-5. La interpretación se realizó mediante el método de Hvorslev y Cooper- Bredehoeft-Papadopulos para acuíferos confinados a semi-confinados.

Caracterización hidrogeoquímica

Con respecto al recorrido del agua en el subsuelo, en términos generales se puede decir que las aguas jóvenes (de infiltración reciente) o de poca interacción agua-roca tienden a tener como anión y catión dominantes al bicarbonato y al calcio, respectivamente, mientras que las aguas más viejas, con largo tiempo de infiltración y/o de interacción agua-roca, tienden a tener mayor porcentaje de cloruro y sodio.

Las propiedades físicas y la composición química del agua, se definen a partir de los análisis de muestras recogidas de los puntos de agua subterránea, siguiendo un

"Por el cual se solicita información adicional dentro del expediente SRF 504"

protocolo de recolección y transporte determinado, para que estas lleguen adecuadamente al laboratorio y sean analizadas.

- Metodología

Los puntos que fueron muestreados para la caracterización fisicoquímica del área del proyecto Montebonito corresponden a manantiales ubicados en el área de captación y a lo largo del trazado, a piezómetros construidos por el proyecto, así como también muestras de agua superficial de quebradas de menor tamaño presentes en el área; también se recolectó una muestra de agua lluvia a la que se le realizaron los análisis correspondientes.

Para hacer las clasificaciones y determinar la calidad del agua, se debe hacer primero, una evaluación del análisis químico para verificar la consistencia de los análisis realizados en laboratorio. Esto se realiza, con un balance iónico (electroneutralidad) y la verificación de relaciones entre algunos iones y parámetros, los cuales indican que la muestra de agua fue analizada correctamente y los resultados son confiables. En general, los iones mayoritarios (con mayores concentraciones) en cualquier muestra de agua analizados corresponden a calcio, magnesio, sodio, potasio, cloruros, sulfatos, y bicarbonatos, mientras que entre los iones minoritarios generalmente se encuentra al nitrato, hierro, manganeso, entre otros.

Los valores de conductividad registrados durante el inventario y en la campaña de muestreo reflejan que en el área los valores de conductividad tienden a ser bajos, por debajo de los 90 $\mu\text{s}/\text{cm}$ en la mayoría de los puntos, por lo que se considera que un error del 30 % en el balance es aceptable.

- Caracterización Hidrogeoquímica de las Aguas del Área de Estudio

Los análisis realizados consideran los siguientes parámetros: Temperatura, pH, Sólidos Disueltos Totales (TDS), Conductividad Eléctrica (CE), Oxígeno Disuelto, Acidez, Turbiedad, Alcalinidad Total, Dureza Total, Bicarbonatos, Carbonatos, Sulfatos, Cloruro, Nitrato, Nitrito, Fosfato, Calcio, Magnesio, Sodio, Potasio, Hierro Total, Manganeso, Oxígeno Disuelto y Potencial Redox.

Los diferentes componentes y las diferentes características fisicoquímicas del agua en su estado natural, exigen su clasificación en grupos, para tener una información breve y sencilla sobre la composición química; esta clasificación puede ser entorno a la dureza del agua o a los iones dominantes que contienen. El agua presente en el área del proyecto Hidroeléctrica Montebonito se clasifica como Blanda.

Unidades Hidrogeológicas

La descripción de las unidades hidrogeológicas tiene como base la evaluación y cartografía geológica realizada tanto en el presente estudio como en el POMCA del Río Guarinó; también se utilizó información de las perforaciones realizadas en el presente estudio que ayudaron a determinar las características litológicas de las principales unidades hidrogeológicas presentes en el área.

A nivel hidrogeológico, el proyecto Hidroeléctrica Montebonito pertenece a la Provincia Hidrogeológica Andina-Vertiente Atlántica, en donde el mayor porcentaje del área corresponde a formaciones de bajo interés hidrogeológico.

"Por el cual se solicita información adicional dentro del expediente SRF 504"

- **Acuitardo Complejo Cajamarca (Pes):** Los valores de la absorción para esta unidad son muy bajos, por debajo del 1%, lo que indica una porosidad primaria muy baja. Debido al alto grado de fracturamiento que se presenta ya que dichas discontinuidades en muchos casos se encuentran abiertas y sin relleno.
- **Acuífero Depósitos Aluviales (Qal):** Corresponden a depósitos asociados al Río Guarinó, que presentan porosidad primaria; tienen un porcentaje de absorción de 3.2%, una permeabilidad media, recargados superficialmente. En general son acuíferos de tipo libre, discontinuos de extensión local y de baja productividad.
- **Acuífero Depósitos Coluviales (Qc):** Corresponden a depósitos de ladera asociados a pendientes fuertes; son unidades con porosidad primaria, de porosidad media- baja, recargados superficialmente que se clasifican como acuíferos libres, discontinuos, de extensión local, con baja productividad. Hidrogeoquímicamente pertenecen a la familia bicarbonatada cálcica con valores bajos de conductividad y SDT.

Recarga

Como la estimación de la recarga tiene un marcado carácter cuantitativo, los atributos o variables cualitativas se transforman en variables cuantitativas, mediante valores ordinales, para su posterior tratamiento. Es decir, cada una de estas variables es representada en una capa con su respectiva puntuación y clasificación en base a los criterios que se detallan a continuación.

Altitud (A)

En el área del proyecto Hidroeléctrica Montebonito las alturas varían entre 1500 y 2560 m predominando las alturas entre 1800 y 2100 m.

Pendiente (P)

Velocidad de infiltración obtenida en cada prueba de infiltración

Pendiente (%)	Ponderación	Área (Ha)
< 3	10	158.56
3-8	9	333.52
8-16	8	359.17
16-21	7	304.89
21-31	5	182.60
31-46	4	89.02
46-76	3	36.61
76-100	2	10.64
>100	1	1.60

Fuente: Tabla 8.1. Radicado No. 2019-11958 del 17 de julio de 2019 "ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO PARA EL PROYECTO HIDROELÉCTRICO MONTEBONITO, EN EL MUNICIPIO DE MANZANARES, DEPARTAMENTO DE CALDAS."

Litología (L)

Ponderación de valores de litología

Litología	Ponderación	Área (Ha)
Arenas y gravas, coluviones	4	23.62
Rocas plutónicas y metamórfi	2	1346

Fuente: Tabla 8.2. Radicado No. 2019-11958 del 17 de julio de 2019 "ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO PARA EL PROYECTO HIDROELÉCTRICO MONTEBONITO, EN EL MUNICIPIO DE MANZANARES, DEPARTAMENTO DE CALDAS."

"Por el cual se solicita información adicional dentro del expediente SRF 504"

Infiltración (I)

Ponderación de valores de litología

Infiltración (I)	PONDERACIÓN	AREA (Ha)
Áreas preferenciales	10	23.62
Resto	1	1346

Fuente: Tabla 8.3. Radicado No. 2019-11958 del 17 de julio de 2019 "ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO PARA EL PROYECTO HIDROELÉCTRICO MONTEBONITO, EN EL MUNICIPIO DE MANZANARES, DEPARTAMENTO DE CALDAS."

Suelos (S)

Ponderación de valores de litología

Litología	Ponderación	Área (Ha)
EMf1	8	564.41
SEef1	8	260.53
GAef1	3	650.20
SRg	2	5.16

Fuente: Tabla 8.4. Radicado No. 2019-11958 del 17 de julio de 2019 "ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO PARA EL PROYECTO HIDROELÉCTRICO MONTEBONITO, EN EL MUNICIPIO DE MANZANARES, DEPARTAMENTO DE CALDAS."

Una vez se realizan los procedimientos a través de la herramienta algebra de mapas del software ArcGis 10.3 se obtiene que en el área del proyecto Hidroeléctrica Montebonito la recarga varía entre Alta y Baja.

Vulnerabilidad a la contaminación de acuíferos

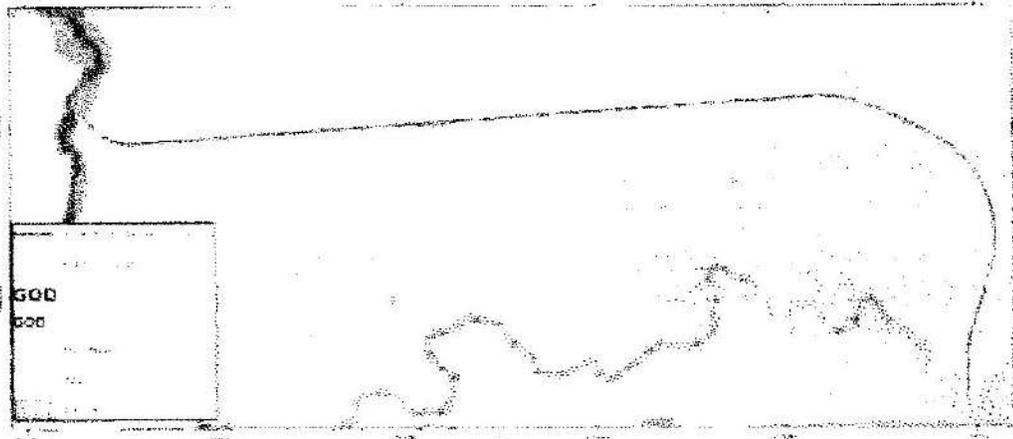
Para estimar la vulnerabilidad a la contaminación de las aguas subterráneas existen diferentes métodos los cuales se basan en tres principios 1) métodos de índice y superposición, los cuales evalúan la vulnerabilidad de manera cualitativa y relativa; 2) los modelos de simulación, que cuantifican el tiempo de viaje de la sustancia hasta la superficie del agua y requieren gran cantidad de información y 3) los modelos estadísticos, donde la vulnerabilidad se expresa como una probabilidad a la contaminación

Evaluación de la vulnerabilidad en el proyecto hidroeléctrico Montebonito

Mediante la multiplicación de la ponderación para cada parámetro la superposición de las capas de información, usando Sistemas de Información Geográfica - SIG, se obtiene la zonificación de vulnerabilidad de los acuíferos a la contaminación presentes en proyecto Hidroeléctrica Montebonito.

La vulnerabilidad de los acuíferos a la contaminación, se categorizó principalmente como muy baja y en menor proporción alta y muy alta.

"Por el cual se solicita información adicional dentro del expediente SRF 504"

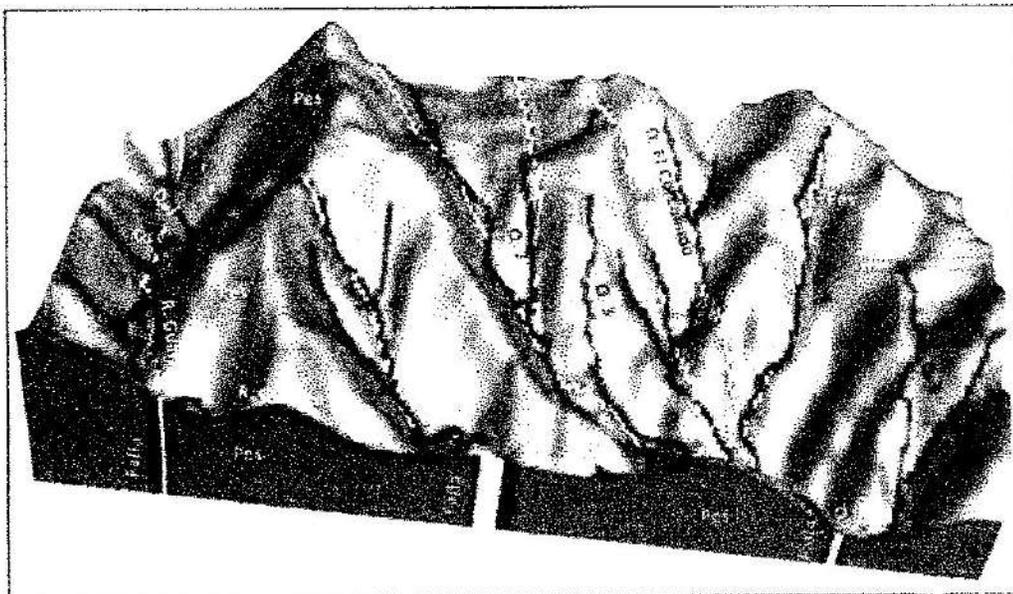


Distribución de la vulnerabilidad intrínseca de los acuíferos a la contaminación
Fuente: Figura 9.2. Radicado No. 2019-11958 del 17 de julio de 2019 "ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO PARA EL PROYECTO HIDROELÉCTRICO MONTEBONITO, EN EL MUNICIPIO DE MANZANARES, DEPARTAMENTO DE CALDAS"

Modelo hidrogeológico conceptual para el proyecto

Tomando como base los diferentes marcos expuestos anteriormente, se plantea la elaboración del Modelo Hidrogeológico Conceptual para el proyecto Hidroeléctrica Montebonito, mediante un bloque diagrama que represente cada uno de los componentes que integran el sistema hidrogeológico de la zona de estudio, de acuerdo al tipo de porosidad desarrollada por las unidades hidrogeológicas, los parámetros hidráulicos, la hidrogeoquímica y su clasificación hidrogeológica.

El bloque diagrama presentado en la representa la geología de la zona de estudio, tanto en superficie como en profundidad correspondientes al Complejo Cajamarca (Pes) y los Depósitos recientes entre los cuales se diferencian los Depósitos Aluviales (Qal) y los Depósitos Coluviales (Qce).



Distribución de la vulnerabilidad intrínseca de los acuíferos a la contaminación
Fuente: Figura 9.2. Radicado No. 2019-11958 del 17 de julio de 2019 "ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO PARA EL PROYECTO HIDROELÉCTRICO MONTEBONITO, EN EL MUNICIPIO DE MANZANARES, DEPARTAMENTO DE CALDAS"

"Por el cual se solicita información adicional dentro del expediente SRF 504"

Las corrientes superficiales normalmente presentan una correlación con los sistemas hídricos subterráneos, por lo cual el modelo conceptual contempla las principales corrientes superficiales que cruzan por el área del proyecto, como es en este el Río Guarinó y sus afluentes principales, los cuales carecen de toponimia, por lo cual de definen como Q. 1 a la Q.6.

Este tipo de topografía influye en el tipo de drenaje que se presenta en la zona de estudio, el drenaje se caracteriza por ser paralelo y rectilíneo de fuertes pendientes y ondas de creciente de rápido tránsito, lo cual genera una fuerte erosión, siendo el lecho de estos cauces la roca (esquistos) sana y general de láminas de agua no muy profundas en las partes altas.

El modelo hidrogeológico conceptual contempla la geología de la zona de estudio y su comportamiento hidrogeológico con respecto a sus propiedades hidráulicas y las posibles interacciones con el agua subterránea, el agua superficial y la infiltración.

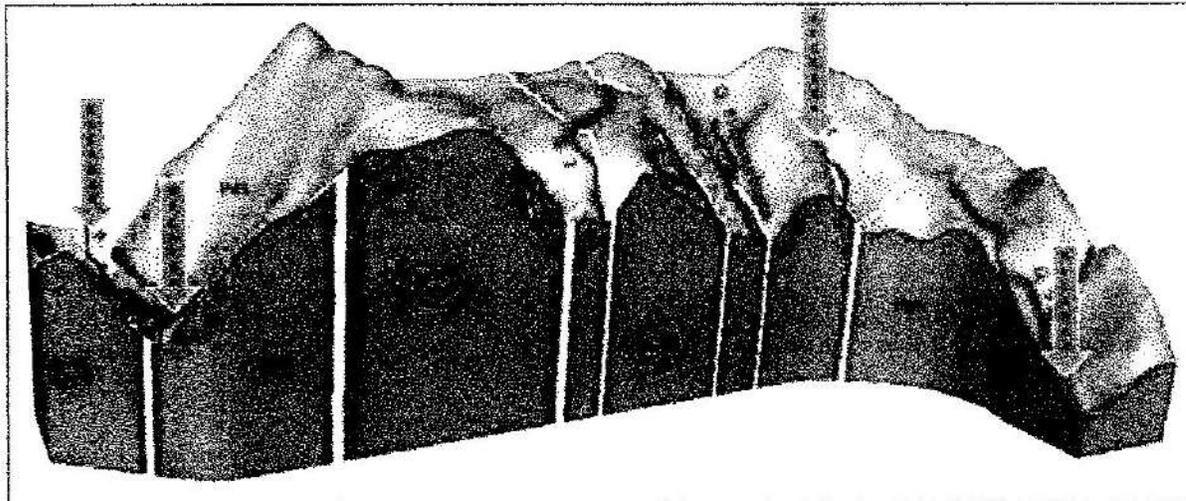
El bloque diagrama del modelo hidrogeológico conceptual representa cada una de las unidades geológicas presentes en la zona de estudio tanto en superficie como en profundidad. En el sector noroccidental del área del proyecto, con un área de aproximadamente 0.015 Km² se presentan Depósitos Coluviales (Qc), con espesores que no superan los 10 metros y con una composición totalmente heterogénea producto del arrastre de materiales o efectos gravitatorios de rocas meteorizadas y desarrollo de suelos limo-arcillosos. Hidrogeológicamente presenta un comportamiento de acuífero de carácter local con un comportamiento semicontinuo a libre.

Representando el Complejo Cajamarca, unidad compuesta por esquistos cuarzo-sericíticos y cuarzo grafitosos, color gris plata a negro, con variables contenidos de grafito y abundante cuarzo entre los planos de foliación; presentan esquistosidad desde finamente laminada a néisica, en capas de 3 mm a 5 mm de espesor, intensamente replegadas con venas y lentes de cuarzo lechoso de 0,10 cm a 10,0 cm de espesor, paralelas a la foliación y que se acomodan a la forma de los plegamientos. Son comunes porfiroblastos a veces hasta de 5 cm de longitud de andalucita parcial o totalmente sericitizada, con sus ejes ligeramente orientados en sentido de la foliación.

Hidrogeológicamente esta unidad se comporta como un acuitardo, ya que presenta una porosidad secundaria (por fracturas) permitiendo el almacenamiento de agua, pero la transmite a unas velocidades muy bajas. Se estima un espesor mayor a los 800 m. Las pruebas hidráulicas realizadas en la unidad muestran que su conductividad hidráulica promedio es de 1.15E-4 m/d y un coeficiente de almacenamiento promedio de 1.8E-5, con importancia hidrogeológica muy baja.

En la siguiente figura se presenta el bloque diagrama que representa las condiciones hidrogeológicas, sus interacciones y comportamientos, según el modelo conceptual.

"Por el cual se solicita información adicional dentro del expediente SRF 504"



Distribución de la vulnerabilidad intrínseca de los acuíferos a la contaminación

Fuente: Figura 9.2. Radicado No. 2019-11958 del 17 de julio de 2019 "ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO PARA EL PROYECTO HIDROELÉCTRICO MONTEBONITO, EN EL MUNICIPIO DE MANZANARES, DEPARTAMENTO DE CALDAS"

El área de estudio donde se desarrollara el proyecto Hidroeléctrico Montebonito, se encuentra caracterizado hidrogeológicamente por una porosidad secundaria, donde los flujos del agua subterránea se da por medio de fracturas, por lo cual no se establece un nivel piezométrico homogéneo y dadas las condiciones hidráulicas del Complejo Cajamarca en la zona de estudio, se presentan flujos localizados a las zonas donde se encuentra alto grado de fracturamiento asociado a zonas de falla o lineamientos.

Modelo hidrogeológico numérico

El modelo numérico se configura en el programa Visual Modflow Pro Versión 2011.1, incorporando las principales características hidrogeológicas y demás componentes que interactúan con el agua subterránea y de esta forma realizar simulaciones para el estado estacionario o condiciones naturales de flujo y en estado transitorio simulando la construcción del Túnel de conducción, así como las posibles medidas de mitigación.

• Configuración del Modelo Hidrogeológico Numérico

La hidrogeología del área se representa a través de un modelo tridimensional con una malla de 200 columnas por 119 filas y cinco capas, cubriendo un área de 15 km², donde puede tener influencia la construcción del túnel de conducción para la Hidroeléctrica Montebonito. El modelo presenta un grado de detalle en cada una de sus celdas de 30 x 25 m y en el trazado el túnel las celdas se refinaron para tener un detalle de 12.5 m x 30 m.

– La primera (capa 1) representa la geología en superficie y principalmente busca representar los Depósitos Cuaternarios, así como los esquistos con un alto grado de fracturamiento, con espesor de hasta 20 metros. El límite superior de esta capa corresponde a la topografía del área.

– Las Capas 2 a 5 representan el Complejo Cajamarca con un espesor hasta de 1100 m, incorporando propiedades hidrogeológicas propias de los esquistos con grados de fracturamiento moderadas a muy bajas. La capa 3 se construyó con un espesor de máximo 8 metros para poder simular el Túnel de conducción.

"Por el cual se solicita información adicional dentro del expediente SRF 504"

El modelo contempla las fallas o alineamientos que se presentan en la zona de estudio y los cuales fueron identificados durante el estudio geológico para el proyecto, a estas zonas se les extiende una zona adyacente como zona de alto grado de fracturamiento de techo a fondo del modelo, dado que estas zonas pueden ser favorables para el almacenamiento y transporte de aguas subterránea.

- **Fronteras de Flujo**

El valor de la conductancia empleado se disminuye (entre 0 y 4000 1/d) para simular el proceso de impermeabilización como una medida de manejo, si se generan impactos relevantes en el sistema hídrico de la zona de estudio.

- **Fronteras de flujo segundo orden**

El modelo numérico hidrogeológico contempla fronteras de flujo de segundo orden, bajo dos condiciones: Condición de flujo Nulo o limitado por una superficie impermeable como es el caso de las fallas y flujo asignado con valores diferentes de 0, como es la recarga y la evapotranspiración.

– *Fallas y zonas de no flujo: El modelo numérico hidrogeológico incorpora las fallas o lineamientos identificados en el estudio geológico para el proyecto, las cuales se convierte en una frontera de flujo de segundo orden, presentando valores de Conductividad Hidráulica entre 1.0 E-8 m/d.*

– *Recarga: Esta condición de frontera permite imponer un flujo de entrada al sistema hidrogeológico por unidad de área, es usada para representar la recarga natural por precipitación, basados en la hidrogeología de la cuenca del Río Guarinó se establece un valor de infiltración potencial promedio de 110 mm/año.*

- **Fronteras de tercer orden**

Las fronteras de tercer orden (Fourier) están representadas por las diferencias de carga $\Delta h = h_{río} - h_{NE}$, generando un gradiente suficiente para que se presente un flujo por unidad de superficie en la zona de contacto río-acuífero (interacción río-acuífero).

– *Causes superficiales y cuerpos de agua: Como no se conocen las propiedades hidráulicas de los lechos de las citadas corrientes superficiales, se le asignan valores de conductividad hidráulica según las características litológicas de los materiales que los componen, los cuales se presentan a continuación.*

Parámetros hidráulicos asignados a las corrientes superficiales del área de estudio

PARÁMETRO	UNIDAD	Río Guarinó	Q.1, Q.2, Q.3, Q.4, Q.5, Q.6
Conductividad del Lecho	m/d	0.5	0.1
Espesor del Lecho	m	0.5	0.2
Ancho promedio	M	3	1.5
Altura de la lámina de agua	M	1.5	0.5

Fuente: Tabla 11.1. Radicado No. 2019-11958 del 17 de julio de 2019 "ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO PARA EL PROYECTO HIDROELÉCTRICO MONTEBONITO, EN EL MUNICIPIO DE MANZANARES, DEPARTAMENTO DE CALDAS."

"Por el cual se solicita información adicional dentro del expediente SRF 504"

- **Tipos de acuíferos y parámetros hidráulicos**

Los parámetros hidráulicos empleados para la elaboración del modelo numérico están soportados en cinco pruebas de infiltración y dos pruebas hidráulicas tipo slug realizadas dentro del presente estudio, las cuales permitieron caracterizar hidráulicamente los esquistos del Complejo Cajamarca. Los parámetros para las unidades que no presentan pruebas hidráulicas son estimados con base en la litología de cada unidad, así como de unidades similares en el país.

- **Simulaciones**

Para determinar el comportamiento del agua subterránea y evaluar los posibles impactos que se puedan generar por causas de la construcción del túnel de conducción, se desarrolla el modelo numérico integrando los componentes que interactúan con el sistema hidrogeológico y controlando cada una de las unidades mediante zonas de balance que permiten evaluar el comportamiento y las interacciones del agua subterránea.

- **Simulación en Estado Estacionario:** Con el fin de representar las condiciones actuales del sistema hidrogeológico de la zona de estudio, se incorporó al modelo numérico cada una de las características que interactúan con el agua subterránea; como control se emplearon los niveles medidos en tres piezómetros del área de estudio sin ninguna influencia por la construcción del proyecto. Estos niveles son los puntos que permitirán hacer la calibración del modelo mediante comparación de los niveles calculados frente a los observados, así como los caudales identificados en los cinco manantiales que se lograron inventariar.

- **Calibración del Modelo en Estado estacionario.** La calibración se logra a partir de los tres puntos existentes e ingresados al modelo, presentando una diferencia máxima residual de 2.87 m en el área donde se ubica el piezómetro PZ-1 y un mínimo residual de -0.37 m en el área donde se localiza el piezómetro PZ-3. La calibración presenta un error medio cuadrático de 1.69 m y un error estándar de 0.97 m. El coeficiente de correlación entre los niveles piezométricos observados y calculados es de 1, estos datos nos permiten tomar el modelo estacionario como una buena representación del sistema hidrogeológico de la zona en condiciones naturales, bajo los datos obtenidos en campo.

- **Balance de Masas:** Para las condiciones naturales del sistema, el balance presenta como entradas: la recarga, la cual aporta 0.75 l/s y la interacción río-acuífero con 10.43 l/s. Las salidas están dadas por la evapotranspiración con 0.9 l/s, la interacción río-acuífero la cual extrae 9.9 l/s y los manantiales mediante los cuales el sistema hídrico subterráneo descarga 0.3 l/s.

El balance presenta un sistema en equilibrio con una discrepancia porcentual del -0.05%, confirmando la consistencia del modelo numérico.

- **Comportamiento de las Corrientes Superficiales:** Los manantiales son descargas naturales de los sistemas hídricos subterráneos, estos se presentan en las zonas de mayor saturación de las unidades hidrogeológicas. En la zona de estudio se presentan manantiales de contacto asociado a los Depósitos Cuaternarios y por la saturación de la zona meteorizada del Complejo Cajamarca.

"Por el cual se solicita información adicional dentro del expediente SRF 504"

El modelo numérico representa los manantiales mediante la propiedad Drain con una conductancia de 800 m²/d, representando caudales entre 0.05 l/s y máximo 0.08 l/s, caudales similares a los que se presentan en los manantiales del área de estudio.

• **Simulaciones en Estado Transitorio**

Tomado como base el modelo en estado estacionario, el cual representa de buena manera las condiciones naturales del sistema hidrogeológico de la zona de estudio. Se simulan un escenario el cual contempla la construcción del túnel de conducción con una longitud de 5550 m, esta simulación no contempla ningún proceso para controlar los flujos de agua que pueden ingresar al túnel.

– *Estado transitorio – Escenario con Túnel de Conducción: Después de tener representadas las condiciones hidrogeológicas actuales por medio del modelo en estado estacionario, se procede a realizar el modelo en estado transitorio donde se contempla la construcción del túnel de conducción mediante la propiedad Drain y una conductancia por unidad de área alta (40000 1/d) buscando representar un espacio vacío dentro de los esquistos del Complejo Cajamarca, unidad geológica sobre la que se construirá el túnel. El modelo se simula para un periodo de diez años, correspondiente a 5 años de construcción y 5 años de operación.*

– *Caudales de Ingreso al Túnel de Conducción: Para simular la construcción del túnel, se tuvo en cuenta la programación de obra tentativa establecida por PCH-Montebonito, donde se establecieron tiempos y rendimientos de excavación, de esta manera se incluyeron los túneles de forma progresiva. El túnel fue monitoreado mediante una zona de balance, permitiendo conocer los caudales de ingreso durante la etapa constructiva (5 años), así como durante un periodo de operación de 5 años.*

Los mayores volúmenes de agua al interior del túnel se presentarán a partir del año tres, momento en el cual se atraviesan las fallas y se tiene la menor cobertura en el túnel. En los dos primeros años se presenta un caudal promedio de 10.4 l/s, para el año tres el caudal aumenta a 47.6 l/s, en el año cuatro se estima que se presente el mayor caudal, llegando a registrar hasta 62.2 l/s y a partir del año cinco y hasta el último año simulado (año 10) simulados se espera un caudal promedio de 55.4 l/s.

– *Variación de los niveles piezométricos: El comportamiento simulado para los niveles piezométricos PZ-3 y PZ-4 es estable, no presentan variación en sus niveles para ninguno de los años simulados. El piezómetro PZ-1, presenta un descenso de hasta 3.6 m, para el último año simulado, el descenso se presenta a partir del tercer año con 0.41 m y en el año siete alcanza los 3.6 m, nivel que permanece constante hasta el último año simulado.*

– *Posibles impactos sobre las corrientes superficiales y manantiales: Con el fin de poder cuantificar los posibles impactos que se puedan generar sobre la interacción entre las corrientes superficiales y las unidades hidrogeológicas adyacentes del área de estudio, durante las simulaciones se monitorea cada una de las corrientes mediante zonas de balance.*

Este seguimiento se realizó para todos los periodos de simulación, donde se observa que no se presenta ninguna variación en los caudales del Río Guarinó y las quebradas denominadas como Q. 1, Q. 3, Q. 5 y Q. 6. La quebrada El Corcobudo presenta una disminución en el caudal de interacción hasta de 2.92 l/s; la quebrada Q. 2 presenta una pérdida de 1.36 l/s en el caudal de interacción y la Q. 4 es la quebrada que presenta mayor afectación, registrando una disminución de hasta 3.13 l/s.

"Por el cual se solicita información adicional dentro del expediente SRF 504"

Las tres corrientes que se pueden ver afectadas en el caudal de interacción, se pueden dar ya que son quebradas que corren sobre las zonas de falla o alineamientos, y son las tres quebradas por donde pasa el túnel con una menor cobertura, siendo la quebrada El Corcobudo la que presenta menor cobertura la cual no supera los 60 metros.

Los manantiales identificados en el inventario e incluidos en el modelo no presentan ninguna alteración en sus caudales, ni en su dinámica.

• **Estado transitorio – Escenario Mitigación Basado en Bieniawski**

Después de tener el modelo que representa la construcción del túnel de conducción, sin ningún proceso de impermeabilización se calculó el caudal de ingreso al túnel por cada 10 m, siguiendo lo sugerido por Bieniawski (1989) en cuanto al sistema de clasificación del macizo rocoso frente a las condiciones del agua subterránea, con el fin de representar las impermeabilizaciones en las zonas adecuadas.

Según la clasificación de Bieniawski, el túnel de conducción para el proyecto Hidroeléctrico Montebonito presenta una clasificación como húmedo en los primeros 2200 metros de excavación (2 años) y no sería necesario ningún tratamiento que controle los flujos al interior del túnel, pero debido al impacto evidenciado en las quebradas Q. 2, Q. 4 y El Corcobudo, se realiza una simulación impermeabilizando los sectores que más presentan ingreso de agua al túnel, para evitar la disminución de los caudales de interacción río-acuífero en las corrientes superficiales.

– *Caudales de ingreso al túnel de conducción con impermeabilización: La simulación realizada aplicando las medidas para la impermeabilización del túnel, presenta que el proceso de impermeabilización en los cinco tramos establecidos (fallas y sus zonas de influencia) permiten la disminución de ingreso de agua al túnel de hasta un 63.7% en el segundo año, un 54.3% en el año uno, un 54.1% en el año cinco, la reducción para el año tres es del 52.5% y un 52.3% en el año cuatro.*

Durante el periodo de operación la reducción del caudal que puede ingresar al túnel es de 52.9% en promedio.

– *Variación de los niveles piezométricos: Después del proceso de impermeabilización se observa que el descenso de los niveles del agua subterránea en el piezómetro PZ-1 son controlados. En el año tres presenta un descenso de 0.41 m, posteriormente en el año cuatro el descenso es de 1.31 m y a partir del año cinco se recupera el nivel manteniéndose hasta el último año simulado; los otros dos piezómetros no presentan variación de sus niveles para ninguno de los periodos simulados.*

– *Posibles impactos sobre las corrientes superficiales: Después de simular el proceso de impermeabilización para los cinco tramos establecidos, se observa que el impacto sobre los caudales de interacción río-acuífero disminuye, generando una recuperación de los caudales después de los procesos de impermeabilización.*

El mayor descenso se presenta en la quebrada denominada como Q. 4 en el año cuatro donde su caudal baja en un 0.83 l/s, pero posteriormente presenta una recuperación progresiva recuperando sus condiciones naturales a partir del año nueve.

El proceso de impermeabilización permitiría disminuir el impacto en los caudales de interacción de las corrientes superficiales hasta en un 94.5% en la quebrada El

"Por el cual se solicita información adicional dentro del expediente SRF 504"

Corcobudo, de 73.4% en la quebrada Q. 4 y del 72.8% en la quebrada denominada como Q. 2.

Los manantiales continúan presentando un comportamiento estable, sin presentar alteración en su dinámica, ni en sus caudales.

Consideraciones de los tratamientos de impermeabilización del macizo rocoso

El método propuesto de impermeabilización de las excavaciones se denomina "abanico/cono de preinyección y consiste en inyecciones perimetrales a presión a manera de sombrilla, de mezclas de lechadas de cemento y/o (microcementos y polímeros; dependiendo de las condiciones de permeabilidad encontradas) que permitan sellar las fisuras del macizo rocoso (diaclasas-foliación-cizallas), y a su vez lograr un aumento de la resistencia del mismo. El procedimiento se repite reiteradamente hasta atravesar completamente las zonas de incidencias de infiltraciones, las cuales se espera correspondan a zonas de alto fracturamiento asociado a la presencia de fallas geológicas, contactos litológicos y posibles estructuras de almacenamiento.

Para grandes tramos de los túneles mencionados, las condiciones de infiltración encontradas se pueden clasificar como de baja permeabilidad con la ocurrencia de tramos secos, humedad y goteos locales, que por su baja velocidad de descarga no generaron desequilibrios hídricos con corrientes superficiales. Con base en las perforaciones realizadas, se pudo comprobar que las unidades acuíferas superiores (Depósitos de Coluvión y suelos residuales), presentaron una muy baja interconexión con la roca fresca (por donde cruza el túnel), ya que existe una zona de transición de la roca que se comporta como impermeable, evitando flujos verticales desde los cuerpos acuíferos superiores.

Las infiltraciones de importantes volúmenes de agua actuando a presión, que se consideran las zonas que pudieran llegar a generar un descenso de los niveles profundos e impactar cauces superficiales, estuvieron asociados a estructuras geológicas como contactos litológicos entre rocas de permeabilidad contrastante, límites de zonas de fallas y en algunos casos a estructuras plegadas como sinclinales.

Para evaluar esta condición durante la construcción del proyecto, es necesario efectuar de manera previa exploraciones que permitan definir el tipo de estructura geológica intervenida, grado de fracturamiento asociado, características de resistencia geomecánica y los caudales/ presiones registradas.

Se recomienda una vez detectada la infiltración hacer una evaluación previa esperando la evolución de las infiltraciones ante la ocurrencia de bolsas de agua locales de rápida declinación. Si las infiltraciones persisten en un espacio de 24-48 horas manteniendo caudales/presiones constantes se recomienda la implementación de tratamientos de impermeabilización con sistemas de pre-inyección.

Monitoreo y control

Para evaluar aspectos importantes del agua subterránea y poder implementar programas de gestión al recurso hídrico subterráneo se requieren datos hidrogeológicos representativos, partiendo de una línea base que represente de buena manera las condiciones básicas iniciales, para poder hacer comparaciones y evaluar los cambios del recurso en el tiempo.

"Por el cual se solicita información adicional dentro del expediente SRF 504"

- **Red de Monitoreo**

Se recomienda establecer una Red de Monitoreo que incluye fuentes de agua subterránea y superficiales localizadas en el área donde pueda tener influencia la construcción del túnel de conducción.

La Red de Monitoreo se conforma con el fin de establecer la línea base, la cual permite tener conocimiento sobre las condiciones actuales y futuras del agua subterránea en el área de estudio ante la construcción del túnel de conducción del proyecto Hidroeléctrico Montebonito. Estas condiciones relacionan la variación de los niveles, el caudal y la calidad físico-química del agua subterránea.

Se recomienda que la Red de Monitoreo contemple los cinco (5) manantiales, los tres (3) piezómetros existentes y las (5) corrientes superficiales que quedarían sobre el techo del túnel.

- **Seguimiento y Monitoreo**

Se propone hacer un monitoreo a los manantiales, piezómetros y corrientes superficiales registrar caudales y parámetros físicoquímicos in-situ (pH, temperatura, conductividad, sólidos disueltos totales, salinidad, potencial de óxido reducción y oxígeno disuelto).

Se recomienda que para la etapa de pre-construcción y construcción del túnel de conducción la escala temporal sea trimestral, permitiendo obtener mínimo dos registros de la red de monitoreo para el periodo de alta precipitación, así como igual número de monitoreos para el periodo de baja precipitación.

Ante irrupciones al interior del túnel de caudales superiores a los 35 l/s y los cuales se mantengan constantes al igual que su presión se debe realizar un monitoreo inmediato en superficie, manteniendo control sobre posibles impactos.

Se debe llevar un registro diario de avance de excavación, tipo de terreno y caudales de infiltración al interior del túnel.

Hidrografía e Hidrología.

La cuenca hidrográfica del río Guarinó está localizada en el oriente del departamento de Caldas, en el flanco oriental de la cordillera central en la región occidental del centro de Colombia, sobre la margen izquierda del Río Grande de La Magdalena.

El río Guarinó, que será intervenido con las obras de captación, presenta en el sitio de estudio (área de sustracción) un ancho aproximado de 25 m, caracterizado por presencia de grandes rocas y el arrastre de sedimentos considerables, como se ilustra en la Foto 4.1. En el área de sustracción del proyecto Montebonito, se observan algunos afluentes de mediana y baja importancia (quebradas La Noruega y El Contenido sobre la margen derecha).

El río Guarinó presenta un ciclo hidrológico del área del proyecto, se caracteriza por tener un régimen de distribución de tipo bimodal en la cuenca del río Guarinó, con dos periodos, uno seco en los meses de enero y febrero, julio y agosto, y un segundo período lluvioso, los meses restantes, marzo, abril, mayo, junio, septiembre, octubre, noviembre y diciembre.

"Por el cual se solicita información adicional dentro del expediente SRF 504"

Para la estimación de los caudales se hizo uso de los registros de las estaciones limnimétricas Butantán y Puente Linda, localizadas sobre el río Samaná Sur, y de la estación limnigráfica Puente Carretera, localizada sobre el río Guarinó.

A partir de estas estaciones se obtuvo la información necesaria de caudales, que, analizada mediante diferentes metodologías hidrológicas, permitió determinar el caudal medio disponible en el sitio de captación propuesto para el proyecto Montebonito, calculado en 14,0 m³/s.

Características morfométricas del Río Guarinó.

Parámetro	Unidades	Sitio de Estudios
Área de la cuenca	Km ²	310,78
Perímetro de la cuenca	Km	82,95
Longitud del cauce principal	km	31,2
Longitud de la cuenca	km	24,42
Distancia desde el sitio de interés al centro gravedad de la cuenca.	km	11,39
Cota superior de la cuenca	m.s.n.m.	3.875
Cota superior del cauce	m.s.n.m.	3.250
Cota en el punto de control	m.s.n.m.	1.850
Pendiente promedio del cauce	%	4,5
Pendiente promedio de la cuenca	%	23,81

Fuente: Radicado No. 2019-11958 del 17 de julio de 2019 "ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL PARA LA SUSTRACCIÓN DE UN ÁREA DE LA RESERVA FORESTAL CENTRAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA PEQUEÑA CENTRAL HIDROELÉCTRICA DE MONTEBONITO"

Sistemas lénticos

Las características morfométricas de la cuenca del río Guarinó hasta el sitio del proyecto son propias de cauces de montaña, los cuales presentan un cauce con alineamiento predominantemente recto, con fondos encañonados en forma de "V" y valles estrechos, donde se presentan altas pendientes en los cauces y las márgenes de las cuencas asociadas a las corrientes principales y secundarias. Por lo tanto, en zonas con estas características es poco probable la existencia de sistemas lénticos, los cuales, dada su naturaleza, requieren de zonas de pendientes y velocidades de flujo bajas para su desarrollo.

Sistemas lóticos

La cuenca del río Guarinó, asociada al proyecto Montebonito, se encuentra entre los municipios de Marulanda y Manzanares en el departamento de Caldas. El río, cuyo nacimiento se encuentra localizado aproximadamente sobre la cota 3.150 msnm, se encuentra alineado en dirección sureste hasta aproximadamente 5 km aguas abajo de su confluencia con el río Perrillo, el cual es considerado su principal afluente. A partir de este punto el río cambia su alineamiento al entrar en contacto con la falla Palestina y cambia su rumbo en dirección noreste (Paralelo a la falla), para posteriormente quedar alineado en dirección este hasta descargar sus aguas al Río Grande de la Magdalena.

"Por el cual se solicita información adicional dentro del expediente SRF 504"

Suelos

Unidades Cartográficas de Suelo

Para el área de análisis del proyecto se presenta una única unidad cartográfica conocida como asociación, que está conformada por unidades integradas en un 75% o más de varios suelos dominantes y suelos similares y 25% o menos de suelos disímiles (UCS).

A continuación, se describe las condiciones actuales del suelo en el área de intervención.

- Asociación MKFf1 y su estado actual.

Se encuentra en la cordillera central, con altitudes que oscilan entre 2.000 y 3.000 m.s.n.m. encontrándose en los municipios de Pensilvania, Marulanda, Marquetalia y Manzanares, concentrándose en el centro del departamento de Caldas en un relieve montañoso. El clima es frío húmedo correspondiente a bosque muy húmedo montano bajo (bmh-MB), con precipitación promedio anual de 1000 a 4000 mm/año y temperaturas que pueden oscilar entre 12 y 18°C.

Geomorfológicamente comprende las montañas de tipo de relieve de glacis coluviales y coluvios de remoción, esto en la zona particular del área de estudio; en general, la UCS presenta vertientes de relieve quebrado a escarpado generalmente cubiertos por mantos de ceniza volcánica de espesores variables.

El suelo asociado a esta UCS corresponde a la clase taxonómica *Typic Troorthents*. Estos se caracterizan por ser suelos superficiales a muy superficiales, limitados por presencia de abundante roca de origen metamórfico; son bien a excesivamente drenados, de texturas francas a franco arenoso, y de colores pardo grisáceo muy oscuro a negro, en algunas ocasiones sobre pardo amarillentos.

Uso Potencial o Capacidad de Uso del Suelo

- Subclase y grupo de manejo 7 esc-10

Las tierras de esta clase (Clase 7) tienen limitaciones muy severas que la hacen inviable para el establecimiento de la mayoría de los cultivos. Su uso debe estar orientado hacia el pastoreo, la reforestación y la conservación de la vegetación natural.

Estas tierras presentan limitaciones debido a un relieve fuertemente quebrado a escarpado con pendientes entre 50 a 75%; clima frío muy húmedo con susceptibilidad a presentar heladas. Adicionalmente tiene limitaciones en la profundidad radicular en algunas áreas.

Debido a las fuertes restricciones de uso de este grupo de manejo, se recomienda la conservación de la vegetación natural y el fomento de la reforestación con especies nativas propiciando una recuperación del sistema natural y ecológico. En sectores de pendientes menos fuertes, se recomienda la implementación de plantaciones forestales (bosque protector-productor), ganadería con pastos introducidos, cultivos densos (caña) o de semibosque (café y cacao con sombrío) o para frutales y cítricos. Cada actividad debe contar con labores de conservación para evitar la degradación del recurso.

"Por el cual se solicita información adicional dentro del expediente SRF 504"

Uso Actual del Suelo

Los usos de la tierra identificados para el área de intervención del proyecto fueron levantados a partir de imágenes satelitales y la descripción de las coberturas terrestres, donde se destaca principalmente el uso que se describe a continuación.

- *Pastoreo Extensivo (PEX)*

Para el caso del área de estudio del proyecto, este se encuentra relacionado en coberturas de pastos limpios y pastos arbolados. Este uso actual se extiende en una amplia zona del predio y comprende el 100% de su extensión.

Conflicto de uso del suelo.

En la zona de estudio de tiene un conflicto de uso por sobreutilización severa (O3).

- *Conflicto de uso por Sobreutilización severa (O3)*

Las actividades que generan un uso en Sobreutilización Severa (O3) dada las condiciones del terreno y el ecosistema, se extienden por toda el área de estudio; Sin embargo, es necesario considerar las condiciones que son marcadas por el cruce del Rio Guarinó, por la extensión del predio, donde debe tenerse en cuenta la conservación de los cuerpos de agua.

Meteorología y clima

Temperatura

La zona de sustracción de reserva forestal, se ubica en la parte baja de la cuenca de análisis del proyecto y esta zona presenta una temperatura media multianual cercana a los 18°C.

Precipitación en la cuenca de estudio.

En la zona de estudio se observan dos modos climáticos en el año, con dos épocas de pocas lluvias, una más intensa que la otra. El primer periodo seco, entre junio y agosto, con una precipitación media mensual multianual en dicho periodo, de 134 mm/mes, es menos lluvioso que el segundo periodo seco, comprendido entre diciembre y febrero, cuya precipitación media mensual multianual es de 179 mm/mes. El promedio de ambos periodos corresponde a la precipitación media mensual multianual en los meses de verano y tiene un valor de 157 mm/mes.

La precipitación media mensual multianual de los dos periodos lluviosos también difiere entre ellos. En el primer periodo, correspondiente a los meses de marzo, abril y mayo, es de 285 mm/mes, mientras que, para el segundo periodo, comprendido entre septiembre y noviembre es de 299 mm/mes.

BIODIVERSIDAD PARA EL ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA E INDIRECTA

Para la caracterización de los grupos biológicos del área de influencia se tomó información importante del Estudio de Impacto Ambiental, dado a que algunas áreas encontradas en el polígono producto de sustracción, ya habían sido estudiadas previamente al otorgamiento de la licencia ambiental. Cabe mencionar que las coberturas vegetales del área de influencia indirecta corresponden a las mismas del

"Por el cual se solicita información adicional dentro del expediente SRF 504"

área de influencia directa (área de sustracción) y que las coberturas presentes en el área de sustracción corresponden básicamente a pastos limpios, vegetación secundaria, pastos enmalezados y mosaico de pastos y cultivos.

Flora

Zonas de vida

De acuerdo con la clasificación de zonas de vida propuesta por Holdridge (1982), el área solicitud de sustracción corresponde a una zona de vida de Bosque Húmedo Premontano en una franja localizada en el intervalo altitudinal entre los 1.700 y los 2.000 msnm, para el área de interés producto de agro ecosistemas ganaderos, persiste la cobertura de pastos limpios.

Ecosistemas

El área producto de sustracción pertenece al Gran Bioma Orobioma Húmedo Tropical principalmente en el ecosistema del Orobioma Andino de la Cordillera Central, con la cobertura de Pastos, Mosaico de pastos con cultivos y vegetación secundaria.

Ecosistemas del área producto de sustracción

Gran biom	Ecosistema terrestre	Área (há)
Orobioma Húmedo Tropical	Pastos limpios del Orobioma Andino de la Cordillera Central	10,9
Orobioma Húmedo Tropical	Pastos enmalezados del Orobioma Andino de la Cordillera Central	0,16
Orobioma Húmedo Tropical	Mosaicos del Orobioma Andino de la Cordillera Central	0,37
Orobioma Húmedo Tropical	Vegetación secundaria alta del Orobioma Andino de la Cordillera Central	0,85
Total		12,28

Fuente: Tabla 1.17. Radicado No. 2019-11958 del 17 de julio de 2019 "ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL PARA LA SUSTRACCIÓN DE UN ÁREA DE LA RESERVA FORESTAL CENTRAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA PEQUEÑA CENTRAL HIDROLÉCTRICA DE MONTEBONITO"

Coberturas vegetales

Para el área de estudio se identificaron coberturas vegetales correspondiente a: cobertura de Pastos Limpios (PL), pastos enmalezados (PE), Vegetación secundaria alta (Vsa) y Mosaico de pastos y cultivos (Mc), que en total suman una extensión de 12,28 ha, de acuerdo a lo descrito en la Metodología del Corine Land Cover.

Pastos Limpios (PL)

Los principales pastos que se trabajan en la zona Kikuyo o cocuy (*Pennisetum clandestinum*), Raygrass (*Lolium multiflorum*), falsa poa (*Holcus lanatus*), en sectores puntuales del área del proyecto se presentan pastos naturales donde no se lleva a cabo la actividad ganadera.

"Por el cual se solicita información adicional dentro del expediente SRF 504"

Pastos enmalezados (PE)

Dentro del polígono de sustracción, esta cobertura se encuentra asociada principalmente a la zona a obras relacionadas con la captación, infraestructura asociada a oficinas y la zona donde estarán ubicados los tanques desarenadores.

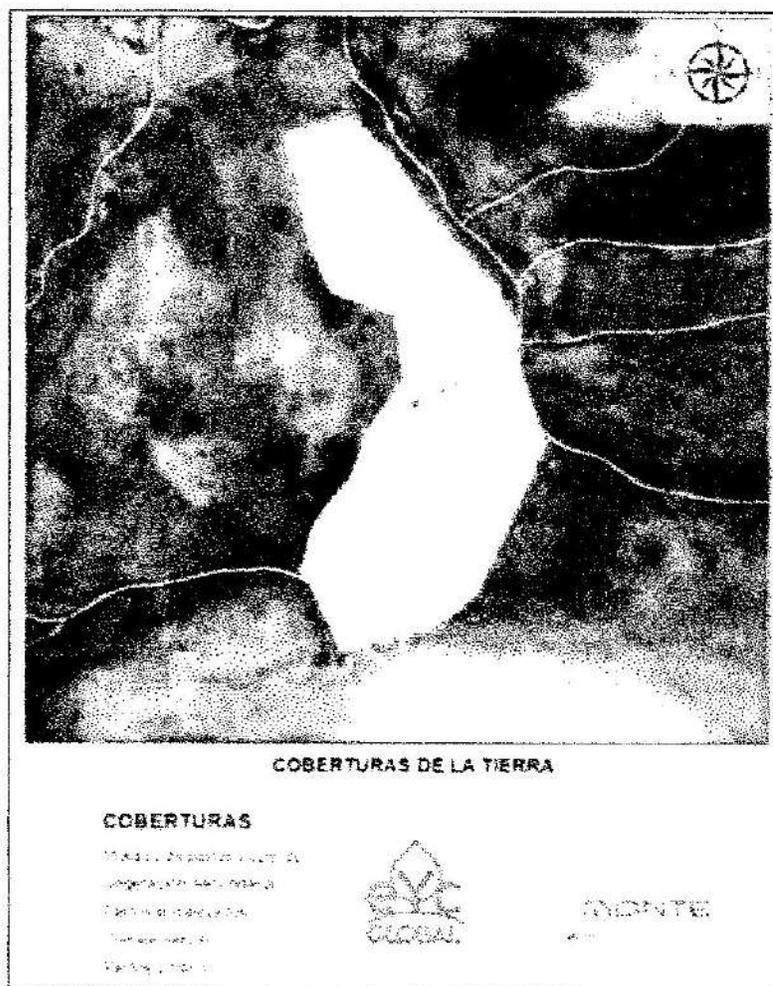
Mosaico de pastos y cultivos

Para el área solicitada en la sustracción de Reserva ley 2da, se constató que esta cobertura comprende una pequeña parte del polígono (0,37 ha), donde en la actualidad se ubica el predio denominado La Playita, en el cual se encuentran cultivos de café, plátano, frutales, yuca, entre otros. Este predio si bien hace parte de la zona de sustracción por su ocupación y presencia de personas no sería objeto de intervención por parte del proyecto.

Vegetación secundaria alta

Dentro del polígono a sustraer, dicha cobertura predomina principalmente en el portal de entrada al túnel, es importante recalcar que dicha área contempla pendientes pronunciadas, lo cual imposibilitó el censo a dichas áreas, sin embargo, se hace un registro fotográfico significativo que sustenta lo anteriormente mencionado.

No obstante, se hace claridad que la cobertura de vegetación secundaria o en transición corresponden a áreas de intervención, inventariadas previo al otorgamiento de licencia, para lo cual se ratifica que estas áreas ya están con un estudio florístico previo.



Coberturas en área de solicitud de sustracción

Fuente: Figura 4.9. Radicado No. 2019-11958 del 17 de julio de 2019 "ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL PARA LA SUSTRACCIÓN DE UN ÁREA DE LA RESERVA FORESTAL CENTRAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA PEQUEÑA CENTRAL HIDROLÉCTRICA DE MONTEBONITO"

"Por el cual se solicita información adicional dentro del expediente SRF 504"

Fauna

Herpetofauna

La comunidad de anfibios y reptiles con posible ocupación en las coberturas vegetales identificadas en el área de sustracción definitiva de reserva forestal en la zona de captación es altamente diversa, constituida tanto por especies generalistas tolerantes a la perturbación del hábitat por el desarrollo de actividades de origen antrópico como *Rhinella horribilis*, *Pristimantis factiosus*, *Dendropsophus columbianus*, *Anolis mariarum*, *Pholidobolus vertebralis* y serpientes del género *Atractus* o por especies especialistas notablemente vulnerables a la pérdida o modificación del hábitat y contaminación de las fuentes de agua como *Rhinella macrorhina*, *Andinobates opisthomelas*, *Cryptobatrachus fuhrmanni*, las especies de ranas de la familia *Centrolenidae*, *Ptychoglossus bicolor* y *Bothriechis schlegelii*. No obstante, la estructura forestal actual del área de influencia compuesta predominantemente por territorios agrícolas selecciona rigurosamente las poblaciones de pocas especies de anfibios y reptiles que pueden explotar extensas zonas de pastos limpios con temperaturas elevadas, pocos lugares de refugio y baja oferta de alimento o que pueden subsistir en abundancias poblacionales bajas en pequeños relictos de bosque de galería que albergan una amplia oferta de recursos.

Durante la visita técnica se constató únicamente la presencia de la especie de rana *Pristimantis taeniatus* detectada anteriormente en la elaboración de la línea base del proyecto, la cual tolera un alto grado de deterioro del hábitat encontrándose habitualmente durante la noche en la transición entre el bosque y los pastos. Asimismo, se pudo haber constatado la presencia de las demás especies que fueron detectadas durante la elaboración de la línea base y con fortuna confirmar la presencia de otras especies vinculadas al área de influencia a través de información secundaria, si hubiera sido posible desarrollar las nuevas actividades de campo.

El área de influencia tiene el potencial de albergar 70 especies de anfibios y reptiles clasificadas en 3 órdenes, 15 familias y 35 géneros (véase Tabla 4.18). Según estos datos, el orden más diverso fue Anura con un 50% de representatividad de familias seguido por el orden Squamata con un 47.14% y Caudata con un 2.86%.

La prevalencia de la estructura natural y la amplia oferta de recursos para refugio, alimentación, comportamiento social, entre otros que brinda la vegetación secundaria encontrada en la ribera del río Guarinó en el área de interés para la sustracción definitiva de la reserva forestal promueve la ocupación de una gran diversidad de especies vulnerables a la fragmentación y deterioro del hábitat, no obstante, su limitada área dirige la selección por competencia interespecífica de las especies que podrían ser detectadas con mayor facilidad en esta cobertura.

Esta posible distribución de diversidades entre coberturas vegetales pone de manifiesto la necesidad de conservar los pocos relictos de vegetación secundaria, para garantizar la permanencia de las pocas especies de anfibios y reptiles que aún se podrían encontrar en el área de influencia de la sustracción y a su vez impulsar la recuperación forestal de las coberturas antropizadas como los pastos limpios para promover la reocupación de las especies que habían sido desplazadas por el cambio en el uso del suelo.

En el área de influencia, las consecuencias de estas actividades antrópicas se encuentran sectorizadas y dirigidas por la topografía del terreno que determina las áreas propensas para la explotación agropecuaria en términos de accesibilidad y de

"Por el cual se solicita información adicional dentro del expediente SRF 504"

conservación del recurso hídrico. Estos dos factores permiten el mantenimiento de pequeños bosques de galería que ofrecen recursos de nicho para la supervivencia de especies altamente vulnerables a la perturbación de los hábitats. Si estas coberturas fueran intervenidas con talas, quemas o contaminación de los cuerpos de agua, especies como *Andinobates opisthomelas*, *Andinobates daleswansonii*, *Cryptobatrachus fuhrmanni*, *Lepidoblepharis duolepis*, *Bothriechis schlegelii*, entre otras, perderían éxito reproductivo y demográfico ya que dependen de áreas con permanente sombra, alimento y humedad que encuentran entre la vegetación, el musgo y la hojarasca de las coberturas boscosas conservadas.

Las especies con mayor amenaza son *Pristimantis alalocophus*, *Andinobates daleswansonii*, *Colostethus ucumari*, *Hemiphractus johnsoni* y *Riama columbiana* halladas en la categoría en peligro (EN) dado que sus áreas de ocupación no superan los 849 Km² (a excepción de *P. alalocophus* y *R. columbiana* con 2700 y < 5000 Km², respectivamente) y declinan progresivamente en extensión y calidad por el desarrollo de actividades agropecuarias. Las siguen las especies *Rhinella macrorrhina*, *Centrolene quindianum*, *Nymphargus rosada*, *Pristimantis dorsopictus*, *Pristimantis fallax*, *Pristimantis lemur*, *Andinobates opisthomelas*, *Ptychoglossus bicolor* y *Riama laevis* halladas en la categoría vulnerable (VU) ya que sus rangos de ocupación abarcan áreas desde 4.238 hasta 20.000 Km² y continúan siendo severamente fragmentados para la extracción de madera, el establecimiento de extensos sistemas agropastoriles, la instalación de proyectos hidroeléctricos y la expansión urbana. Por su parte, las especies *Rhinella sternosignata*, *Rulyrana susatamai*, *Hyloxalus lehmanni* y *Anolis ventrimaculatus* se encontraron en la categoría casi amenazada (NT) porque su extensión de ocupación es solo un poco mayor a 20.000 Km², no obstante, la continua fragmentación de sus hábitats podría hacerlas candidatas a categorías de amenaza (VU, EN, CR).

A nivel nacional *Anolis calimae* y *Riama Columbiana* se encontraron en la categoría de amenaza en peligro (EN) ya que enfrentan un riesgo de extinción muy alto en estado de vida silvestre y *Rhinella macrorrhina*, *Pristimantis fallax*, *Hemiphractus johnsoni* y *Riama laevis* se hallaron en la categoría VU porque enfrentan un riesgo de extinción alto en estado de vida silvestre.

En la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES) se encontró a las especies *Andinobates daleswansonii* y *Andinobates opisthomelas*, dado que se han estado extrayendo de sus hábitats naturales para comercializarlas en el mercado ilegal como mascotas ornamentales. Por esto, la CITES las incluyó en el apéndice II

Avifauna

Se reportan 129 especies agrupadas en 18 órdenes y 39 familias. De las cuales 25 especies fueron registradas en enero de 2019, 45 especies fueron registradas en el EIA del 2010 y 101 especies corresponden a especies probables en la zona reportadas en el EIA del 2010.

No se reportaron especies en ninguna categoría de amenaza, tampoco especies endémicas, y solo se reportó una especie casi endémica para Colombia, la Tangara rastrojera *Stilpnia vitriolina*. En general la comunidad de aves está compuesta por especies en su mayoría generalistas adaptadas a ambientes intervenidos.

Los valores más altos de diversidad de especies los registró el orden Passeriformes (Aves cantoras o de percha) con 80 especies (62%), seguido de Apodiformes (Vencejos

"Por el cual se solicita información adicional dentro del expediente SRF 504"

y Colibrís) con 14 especies (11%) además de los órdenes Accipitriformes (Águilas y gavilanes), Piciformes (Carpinteros y tucanes) y Psittaciformes (Loras y periquitos) con cuatro especies (3%). Estos órdenes presentan una distribución cosmopolita, es decir, que las especies que los conforman se encuentran distribuidas alrededor del mundo. Los demás órdenes estuvieron representados por menos de 3 especies.

La cobertura más susceptible de afectación a su biodiversidad en la vegetación secundaria alta, que alberga casi el 95% (123 sp.) de las especies reportadas en el área del proyecto aunque la mayoría de especies son generalistas, las pocas con baja tolerancia a perturbaciones se encuentran allí, como es el caso del Pato de torrentes *Merganetta armata* y el Tinamú chico *Crypturellus soui* especies que requieren hábitats con sotobosques definidos y fuentes hídricas en excelentes condiciones, aunque los fragmentos existentes cumplen dichas condiciones, estos tienden a desaparecer. La cobertura de pastos limpios es utilizada por cerca de 24 de las 129 especies, esto corresponde a menos del 20% de la riqueza reportada

De las 129 especies reportadas para el área para la sustracción definitiva de reserva forestal del proyecto hidroeléctrico Montebonito, nueve especies son migratorias en su mayoría Reinitas de la Familia Parulidae (cinco especies), que usan como ruta de migración los valles de los Ríos Magdalena y Cauca, aunque también se registraron especies como el Gavilán aliancho *Buteo platypterus*, el Águila pescadora *Pandion haliaetus*, el Cuclillo *Coccyzus americanus* y la Piranga abejera *Piranga rubra*. Este aspecto indica que la zona de estudio es de importancia para la conservación de estas especies, pues encuentran refugio y disponibilidad de recursos en los diferentes ecosistemas presentes en el área de interés y su alteración puede implicar afectaciones importantes en la ecología de la avifauna que migra a la zona de estudio.

Para el área de la sustracción definitiva de reserva forestal del proyecto hidroeléctrico Montebonito no se registró ninguna especie endémica para el país.

Solo se reportó una especie casi endémica, la Tangara rastrojera *Stilpnia vitriolina* que se encuentra sólo en Colombia y Ecuador.

En el área de influencia de la sustracción definitiva de reserva forestal del proyecto hidroeléctrico Montebonito no se registraron especies para el apéndice I y solo una para el apéndice III, la garcita bueyera *Bubulcus ibis*, para el apéndice II se reportaron 26 especies.

Mastofauna

Se obtuvo una lista de 41 especies de mamíferos, los cuales están incluidos en siete órdenes y 18 familias. En general, las especies listadas son de hábitos generalistas y suelen ser comunes en sus áreas de distribución.

Sin embargo, las especies *Puma concolor* (puma), *Aotus lemurinus* (marteja) y *Dinomys branickii* (guagua colona) pueden ser tal vez las especies más vulnerables ya que sus requerimientos ecológicos son más específicos, no obstante, es probable que se muevan entre los pocos relictos de bosque que aún persisten en el área de influencia.

Dentro de las 41 especies registradas o de presencia potencial en el área de sustracción, solo los murciélagos frugívoros nómadas *Artibeus jamaicensis* y *Dermanura bogotensis* podría estar incluidos dentro de los mamíferos que exhiben movimientos cíclicos estacionales de carácter altitudinal ya que se han registrado especies de los géneros *Artibeus* y *Dermanura* realizando estos movimientos

"Por el cual se solicita información adicional dentro del expediente SRF 504"

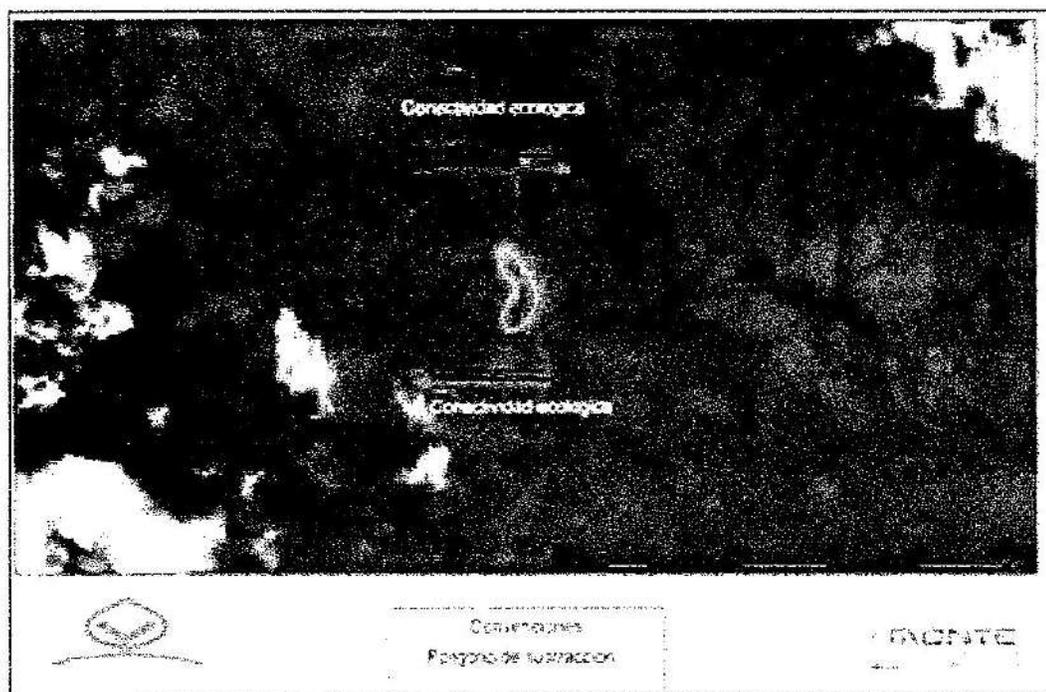
La información proporcionada por la caracterización de la mastofauna durante la elaboración del EIA de la PCH Montebonito hace referencia a la cacería de algunas especies dentro de las cuales las más perseguidas según el informe, son la guagua colona *D. branickii*, la guagua *C. paca* y el guatín *D. punctata* con el fin de aprovechar su carne, seguida de los armadillos (*D. novemcinctus* y *C. centralis*) y los cusumbos (*N. nasua* y *N. olivacea*).

Seis especies de las 41 de mamíferos registradas se encuentran incluidas dentro de listas rojas (UICN, MADS) y/o apéndices del CITES. Dentro del apéndice I de la CITES se encuentran dos felinos (*P. concolor* y *L. pardalis*), es importante recalcar que la presencia de estas especies corresponde a la caracterización del Estudio de Impacto Ambiental, y no a lo inventariado en la caracterización del presente documento de sustracción de reserva forestal, y dentro del apéndice II están la marteja *A. lemurinus* y el zorro *C. thous*. Dos especies están catalogadas dentro de listas rojas, *A. lemurinus* está catalogada como vulnerable (VU) tanto por la UICN como por el MADS y este último incluye a *D. branickii* dentro de la misma categoría. Con respecto a las especies con distribución restringida, solo el ratón *Akodon affinis* es endémico para Colombia con una distribución que comprende la cordillera Occidental y Central desde los 1300 a los 3000 metros.

Especies como *P. concolor* y *L. pardalis* aunque aparentemente puede tolerar cierto grado de perturbación en su hábitat, se han considerado objeto de conservación como especies sombrilla.

Conectividad ecológica

Se evidencia que el área de reserva nacional ley segunda, ya presenta una transformación principalmente silvopastoriles, por lo cual no existe ninguna afectación a la conectividad ecológica, principalmente al grupo de Aves y Mamíferos que puedan estar en dichos ecosistemas.



Conectividad ecológica

Fuente: Figura 4.20. Radicado No. 2019-11958 del 17 de julio de 2019 "ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL PARA LA SUSTRACCIÓN DE UN ÁREA DE LA RESERVA FORESTAL CENTRAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA PEQUEÑA CENTRAL HIDROLÉCTRICA DE MONTEBONITO"

"Por el cual se solicita información adicional dentro del expediente SRF 504"

Escenario sin proyecto

Se presentan los valores obtenidos de las métricas del paisaje en el escenario actual (sin proyecto), teniendo en cuenta las coberturas naturales presentes en el entorno al área de sustracción, de acuerdo con el índice de forma y de dimensión fractal promedio general, los cuales son discontinuos y con lóbulos, especialmente en la cobertura de bosque fragmentado.

Métricas del paisaje utilizadas para el análisis de integridad ecológica. Métricas del paisaje utilizadas para el análisis de integridad ecológica

Métricas	Descripción
Número de parches	Corresponde al número de parches de una clase
Medía del Tamaño de Fragmentos	Corresponde al promedio de las áreas de los parches
Área total de parche	Es la suma de las áreas de todos los parches de una clase
Índice de forma	Es igual a 1 cuando el fragmento es circular y aumenta a medida que la forma del fragmento se vuelve más irregular
Índice de Dimensión Fractal	Se acerca a 1 en formas de perímetros muy sencillos tales como círculos o cuadrados, y se acerca a 2 en formas de perímetros altamente lobulados
Área Total	Área total de los parches
Distancia euclidiana del Vecino más cercano	Distancia de cada parche con respecto a su vecino más cercano de la misma

Fuente: Tabla 4.21. Radicado No. 2019-11958 del 17 de julio de 2019 "ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL PARA LA SUSTRACCIÓN DE UN ÁREA DE LA RESERVA FORESTAL CENTRAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA PEQUEÑA CENTRAL HIDROLÉCTRICA DE MONTEBONITO"

Escenario con proyecto

Con la intervención del proyecto, no se genera la pérdida de cobertura vegetal dado a que dicha área está constituida principalmente por pastos limpios, pastos enmalezados y vegetación secundaria por tanto no existe partición de parches en los ecosistemas, de esta manera se conserva la dinámica ecosistémica presente el lugar.

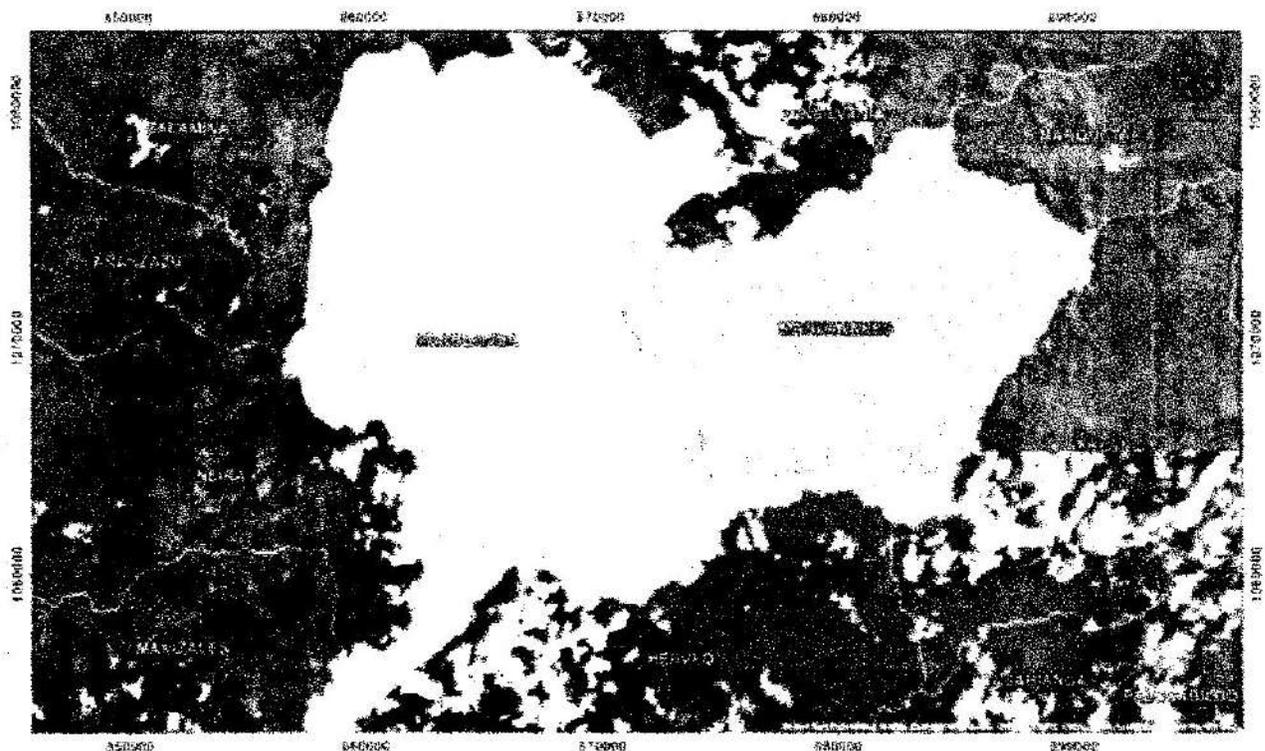
Respecto a la funcionalidad ecosistémica, se estima que en términos funcionales, los corredores biológicos no tendrán una afectación significativa en su funcionamiento interno ni en las interrelaciones con las diferentes clases de coberturas de la zona, ya que a pesar de la introducción del proyecto se sigue manteniendo la dinámica ecosistémica, No obstante en términos de área se pretende favorecer y aumentar la variabilidad genética entre los parches de bosque fragmentado lo cual ayuda a mitigar los efectos de extinciones locales y procesos de endemismos entre las especies.

COMPONENTE SOCIOECONOMICO

Jurisdicción político administrativa

El polígono del área a sustraer se encuentra localizado en un 88,35% en la vereda La Suecia del corregimiento Montebonito en el municipio de Marulanda (margen derecha del río Guarinó), mientras que el 11,64% restante se encuentra ubicado en la vereda La Gallera del municipio de Manzanares (margen izquierda del río Guarinó), ambos municipios en jurisdicción del departamento de Caldas.

"Por el cual se solicita información adicional dentro del expediente SRF 504"



División político administrativa

Fuente: Figura 4.23. Radicado No. 2019-11958 del 17 de julio de 2019 "ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL PARA LA SUSTRACCIÓN DE UN ÁREA DE LA RESERVA FORESTAL CENTRAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA PEQUEÑA CENTRAL HIDROLÉCTRICA DE MONTEBONITO"

El polígono definido como área de solicitud de la sustracción, consta de cuatro predios, de los cuales dos son propiedad del Proyecto de Aprovechamiento Hidroeléctrico del río Guarinó - Montebonito y, otro más lo tiene este mismo titular, bajo la modalidad de arriendo. El cuarto predio llamado finca La Playita es el único que se encuentra habitado en el momento y, sobre el cual, no se planea realizar algún tipo de intervención, compra, arriendo o usufructo.

Tipo de asentamiento

En el área de influencia de la sustracción (delineado morado), no se identifican asentamientos humanos, toda vez que sólo se identifica en ella una vivienda en jurisdicción del municipio de Marulanda que dista 20 minutos de la más próxima a pie.

Total de población asentada en el área a sustraer

La finca La Playita alberga una población de tres personas, representada por dos hombres y una mujer, dos de ellos en edad adulta y un adulto mayor, según la información levantada en campo.

"Por el cual se solicita información adicional dentro del expediente SRF 504"

Población que habita el área a sustraer

Grupo etáreo	Hombres	Porcentaje	Mujeres	Porcentaje
36 - 59 años	1	33,33	1	33,33
60 años	1	33,33	0	0,00
Total	2	66,66	1	33,33

Fuente: Tabla 4.22. Radicado No. 2019-11958 del 17 de julio de 2019 "ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL PARA LA SUSTRACCIÓN DE UN ÁREA DE LA RESERVA FORESTAL CENTRAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA PEQUEÑA CENTRAL HIDROLÉCTRICA DE MONTEBONITO"

Servicios ecosistémicos que presta la Reserva forestal

Los bienes y servicios ambientales que presta la RFC se relacionan con su cobertura boscosa, equivalente al 48% de su área (740.134 ha), donde alrededor del 74% de esta superficie corresponde a bosques tipo andino sin intervención. No obstante, el texto en referencia indica que entre el periodo 1996 y 2003, se evidenció un descenso de coberturas, equivalente a 8.631 ha, que se explica principalmente en el interés de ampliar las tierras destinadas a la actividad agropecuaria, causado por la menor rentabilidad e inestabilidad de la producción cafetera y el auge de los cultivos ilícitos, entre otros factores de tipo socioeconómico.

Pese a que las áreas de Reserva Forestal se enfocan en la protección de los bosques, los suelos, las aguas y la vida silvestre, lo evidenciado en campo, es que, en el área de sustracción, las actividades antrópicas se inclinan principalmente al mantenimiento de ganado de leche y engorde, al establecimiento de potreros, el aprovechamiento forestal para cercos, corrales, bodegas y viviendas, entre otros.

Así mismo, es común el aprovechamiento de biomasa (leña) para la preparación de alimentos, la cual se puede encontrar en áreas boscosas cercanas y en las orillas de quebradas y ríos. Durante el trabajo de campo la población indicó que usan principalmente palos de guamo y guayabo y que hacen la recolección de leña semanalmente.

Configurando el recurso hídrico superficial un servicio de aprovisionamiento fundamental para los habitantes, también se identificaron, por fuera del área de la solicitud de reserva forestal, usos culturales y recreativos en el río Guarinó; paseos familiares que involucran baño en el río y, algunas veces, preparación de sancocho en leña en la orilla y pesca.

En el área de 12,28 ha. Solicitada para sustracción los vecinos cercanos realizan en forma ocasional es el pastoreo de ganado ya que es un área predominantemente sembrada en pastos; en el caso de presentarse la necesidad de requerir material de río tienen la facilidad de acceso a playas del río Guarinó para extraer arena o piedra, aunque no es una actividad de subsistencia ni comercial.

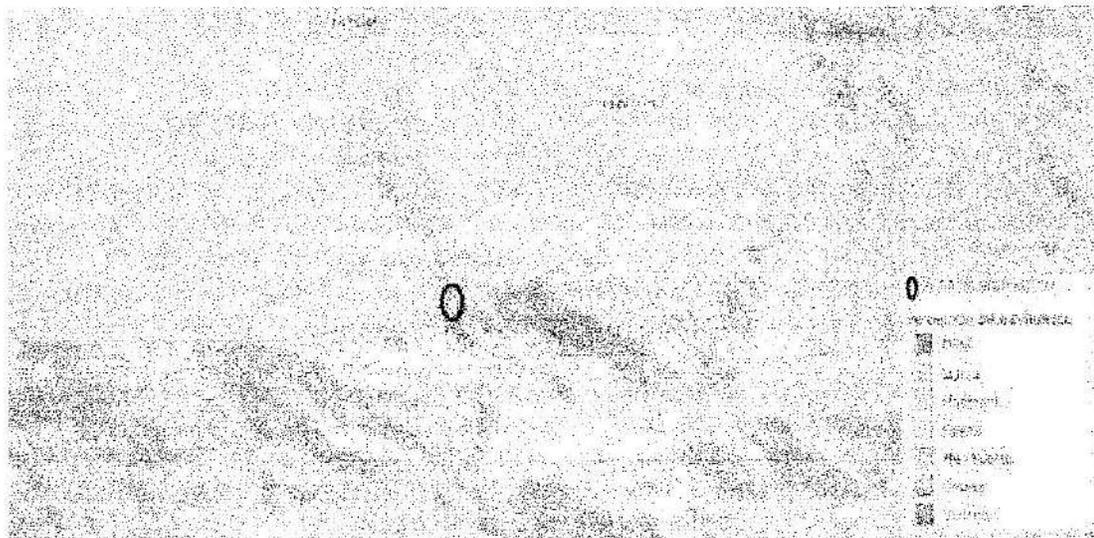
La finca La Playita (única dentro del polígono), en la que se identificó un cultivo de café, con presencia de algunas plantas de maíz y plátano, la zona de potrero y el lugar donde en ocasiones se extrae material pétreo. Por fuera de éste, también se especializa el lugar de baño y las fuentes de agua empleadas para el consumo y abastecimiento de las casas (fuentes sin nombre que discurren por la parte alta de las montañas que forman el cañón del río Guarinó).

"Por el cual se solicita información adicional dentro del expediente SRF 504"

AMENAZAS Y SUSCEPTIBILIDAD AMBIENTAL

Amenaza sísmica

De acuerdo con la base de datos de la Red Sismológica Nacional de Colombia, en un radio de 200 km alrededor de la zona del Proyecto se han registrado desde el 03 de junio de 1993 hasta el 15 de julio de 2015, cerca de 18.800 eventos sísmicos de cualquier magnitud. Las actividades sísmicas encontradas para el polígono de sustracción, están consideradas en una percepción de movimiento moderado.



Amenaza sísmica para el área de sustracción

Fuente: Figura 5.1. Radicado No. 2019-11958 del 17 de julio de 2019 "ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL PARA LA SUSTRACCIÓN DE UN ÁREA DE LA RESERVA FORESTAL CENTRAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA PEQUEÑA CENTRAL HIDROELÉCTRICA DE MONTEBONITO"

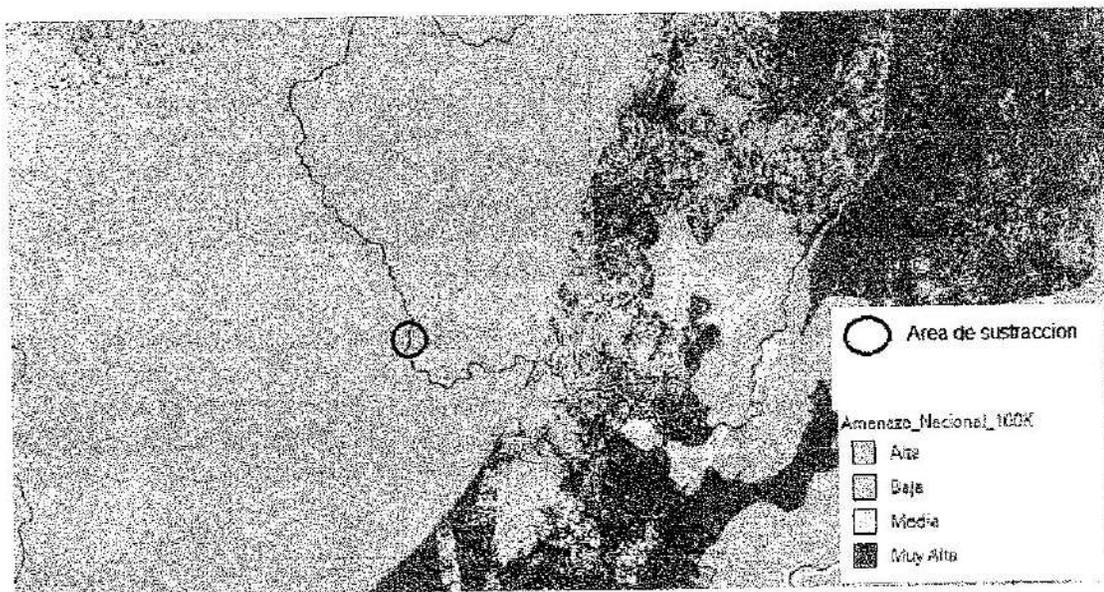
Amenaza volcánica.

La actividad volcánica se ha asociado históricamente a los desastres de mayor impacto, tanto por su característica de evento súbito o impredecible, como por la severidad en la afectación sobre el territorio y la población. De acuerdo con el mapa de amenaza volcánica para el volcán Nevado del Ruiz, la zona objeto de sustracción de la reserva, así como todo el proyecto, se encuentra en zona de amenaza baja.

Amenaza por remoción en masa.

La mayor parte del Proyecto se localiza en una zona de amenaza por deslizamiento alta, asociada a la condición natural del río Guarinó, sin embargo, el diseño de la obra civil se planteó con las medidas geotécnicas adecuadas para garantizar la estabilidad de la ladera, durante la conformación de las obras de captación y tanques desarenadores.

"Por el cual se solicita información adicional dentro del expediente SRF 504"



Área de amenaza por procesos de remoción en masa para el área de sustracción.
Fuente: Figura 5.3. Radicado No. 2019-11958 del 17 de julio de 2019 "ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL PARA LA SUSTRACCIÓN DE UN ÁREA DE LA RESERVA FORESTAL CENTRAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA PEQUEÑA CENTRAL HIDROELÉCTRICA DE MONTEBONITO"

ANÁLISIS AMBIENTAL

Beneficios ambientales

Servicio de aprovisionamiento

Dentro del área de estudio, puede observarse que los servicios ecosistémicos de provisión que presta el suelo corresponden principalmente al suministro de biomasa producida por el crecimiento de pastos y forrajes, además de servicios biogeoquímicos (regulación del ciclo del agua, conservación de la fertilidad del suelo, sumideros de carbono) entre otros

Servicios de regulación y soporte

Aunque estos servicios ecosistémicos no son fácilmente individualizables dentro del área de estudio, puede deducirse que los suelos en este sector cumplen las funciones mencionadas, adicionalmente la fijación de nutrientes como el nitrógeno, fósforo, calcio, potasio, magnesio, entre otros que hacen parte fundamental de las características químicas que brindan fertilidad y sustento a las diversas especies vegetales presentes.

Los servicios ecosistémicos de soporte están relacionados con la formación de suelos, los ciclos bioquímicos y geoquímicos que se realizan en el suelo; involucran procesos como la fijación del carbono atmosférico, transformación de los nutrientes a formas aprovechables para las plantas y para el sustento de la vida como nitrógeno, fósforo, azufre, calcio, entre otros elementos. Todos estos procesos están presentes en el área de estudio del proyecto, dado la alta actividad biológica que se presenta en el sitio, especialmente en las que cuentan con coberturas en vegetación secundaria.

"Por el cual se solicita información adicional dentro del expediente SRF 504"

Servicios culturales

En el área de estudio del proyecto puede apreciarse la alta relevancia económica y social debido a las actividades ganaderas desarrolladas en el predio, las cuales constituyen el recurso alimentario principal para el ganado, y a su vez, el sustento económico para las familias habitantes de la zona.

PROPUESTA DE ZONIFICACION AMBIENTAL

Con base en lo expuesto anteriormente y debido a la baja oferta de servicios ecosistémicos identificada en el área objeto de sustracción, se considera que la totalidad del área solicitada (12,28 ha) presenta restricciones menores asociadas con la oferta de servicios ecosistémicos que podría prestar la reserva forestal central. No se identifican por tanto áreas de exclusión para para la intervención o áreas con restricciones mayores.

Previo conocimiento de la zona, y con el objeto de complementar la zonificación propuesta en los términos de referencia, se determinaron tres criterios con el fin de establecer la sensibilidad ambiental de las coberturas presentes en la zona de influencia del proyecto Montebonito, y que como se indicó previamente presentan restricciones menores para ser incluidas en la sustracción.

*Presencia de especies endémicas.
Presencia de especies vulnerables.
Capacidad de recuperación de los ecosistemas.*

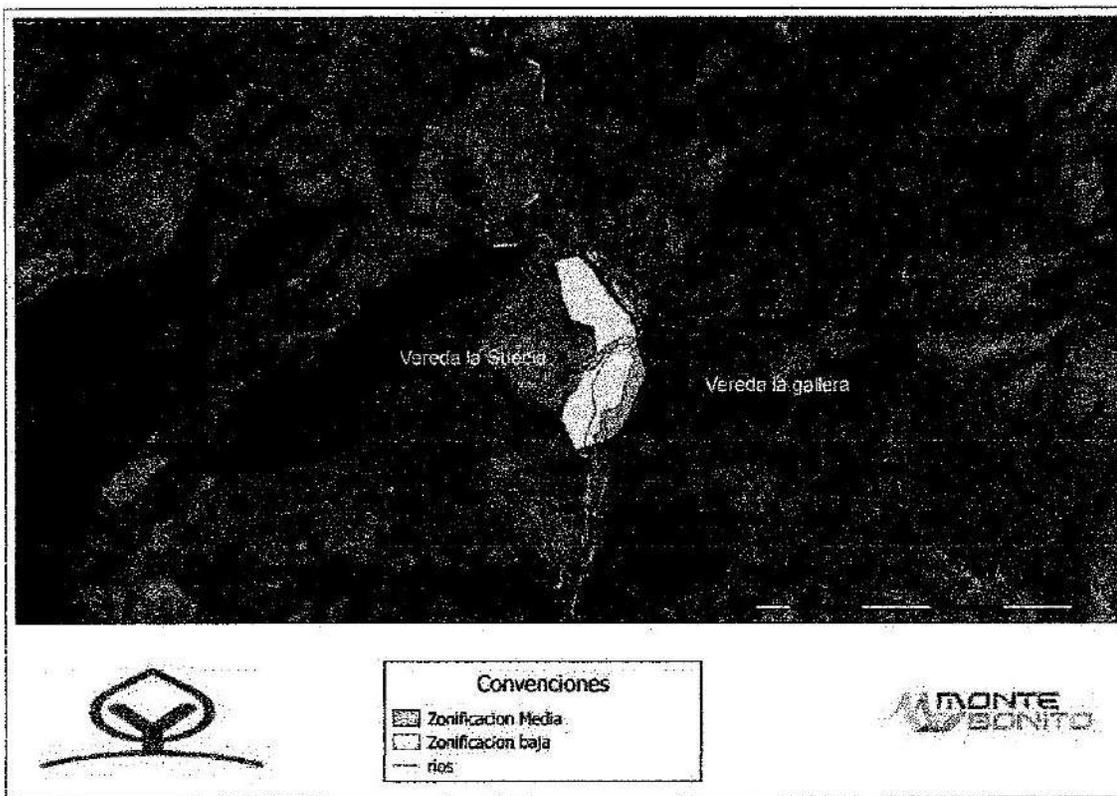
Una vez conocida la zona, se observó que la cobertura boscosa se encuentra reducida en comparación con las coberturas agrícolas, y conformada en gran parte por sucesiones secundarias. De acuerdo con lo anterior, se propenderá por conservar los fragmentos boscosos existentes, ya que éstos representan una cobertura que cumple funciones ecosistémicas como captura de CO₂, producción de oxígeno, retención de sedimentos, protección de suelo, hábitat de fauna, corredor biológico) orientándose principalmente a la conservación de la conectividad en los ecosistemas y a la preservación de los corredores biológicos.

Zonificación Ambiental Media: *Fragmentos de vegetación densa identificados en el mapa de coberturas como vegetación secundaria alfa y pastos enmalezados, que se encuentren fuera y dentro de las áreas de retiro y sus pendientes sean inferiores al 75 %.*

Se pueden intervenir con restricciones, ya que, aunque presentan buena capacidad de recuperación, la extensión de los mismos es pequeña.

Zonificación Ambiental Baja: *zonas de arbustos y matorrales, pastos limpios, mosaico de pastos y cultivos y espacios naturales, las cuales presentan especies con buena capacidad de recuperación después de un disturbio,*

"Por el cual se solicita información adicional dentro del expediente SRF 504"



Zonificación Ambiental para el área de sustracción (subdivisión del área identificada en su totalidad con restricciones menores)

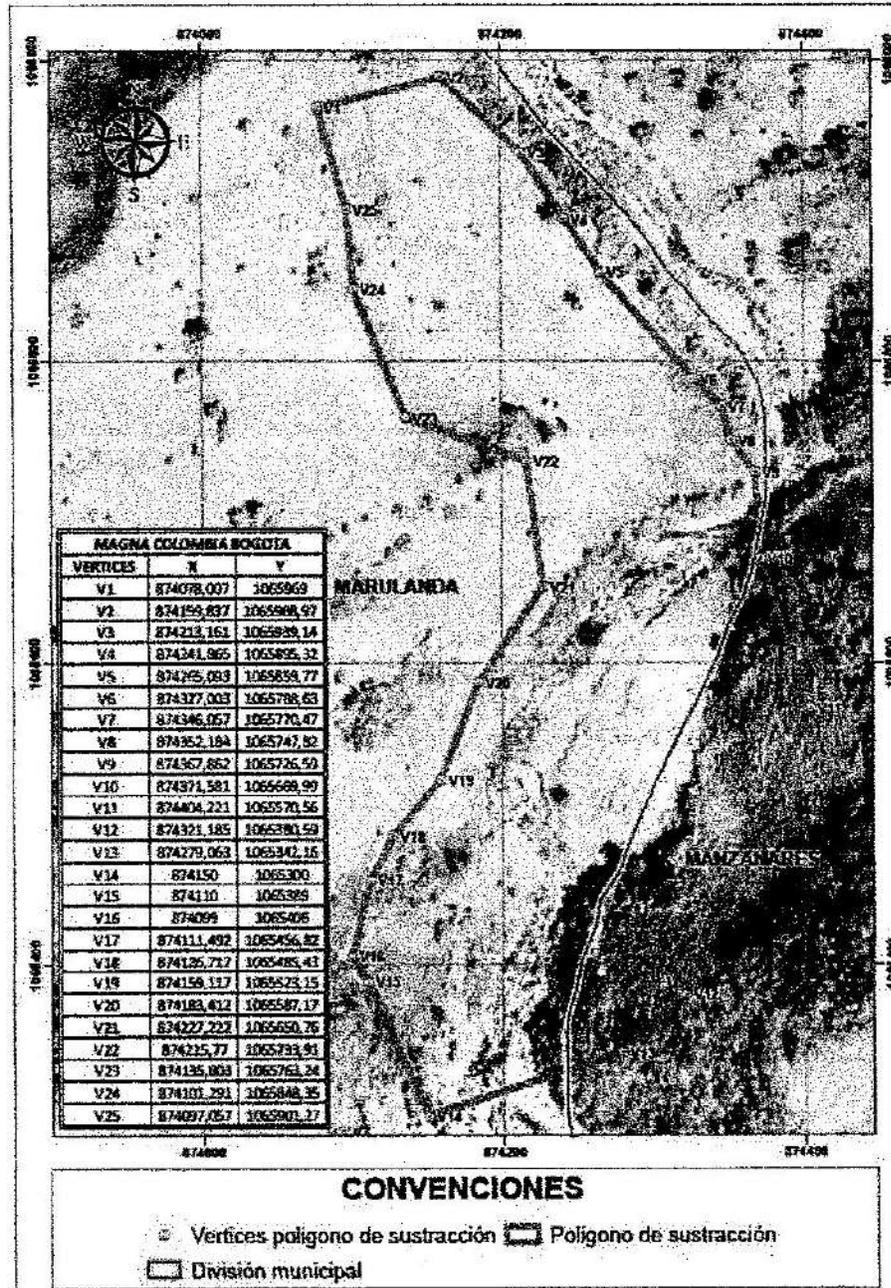
Fuente: Figura 7.2. Radicado No. 2019-11958 del 17 de julio de 2019 "ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL PARA LA SUSTRACCIÓN DE UN ÁREA DE LA RESERVA FORESTAL CENTRAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA PEQUEÑA CENTRAL HIDROELÉCTRICA DE MONTEBONITO"

AREA SOLICITADA A SUSTRAR

El área solicitada a sustraer, corresponde a las 12,28 ha que se marcan como de interés para el proyecto para el desarrollo de las actividades propio del mismo en la zona de captación y las cuales se encuentran aprobadas en la licencia ambiental del proyecto.

Esta área corresponde al área de influencia (para este caso tanto directa como indirecta) por la sustracción y es el área que ha enmarcado los análisis realizados previamente. En la siguiente figura se presenta la delimitación definitiva del área solicitada a sustraer.

"Por el cual se solicita información adicional dentro del expediente SRF 504"



Vértices del polígono de sustracción

Fuente: Figura 8.1. Radicado No. 2019-11958 del 17 de julio de 2019 "ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL PARA LA SUSTRACCIÓN DE UN ÁREA DE LA RESERVA FORESTAL CENTRAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA PEQUEÑA CENTRAL HIDROLÉCTRICA DE MONTEBONITO"

"Por el cual se solicita información adicional dentro del expediente SRF 504"

Coordenadas donde se ubica el polígono solicitud de sustracción

MAGNA COLOMBIA BOGOTA		
VERTICES	X	Y
V1	874078,007	1065969
V2	874159,837	1065988,97
V3	874213,161	1065939,14
V4	874241,865	1065895,32
V5	874265,093	1065859,77
V6	874327,003	1065788,63
V7	874346,057	1065770,47
V8	874352,184	1065747,82
V9	874367,862	1065726,59
V10	874371,581	1065669,99
V11	874404,221	1065570,56
V12	874321,185	1065380,59
V13	874279,063	1065342,16
V14	874150	1065300
V15	874110	1065389
V16	874099	1065406
V17	874111,492	1065456,82
V18	874126,717	1065485,43
V19	874159,117	1065523,15
V20	874183,412	1065587,17
V21	874227,222	1065650,76
V22	874215,77	1065733,91
V23	874135,803	1065763,24
V24	874101,291	1065848,35
V25	874097,057	1065901,27

Fuente: Tabla 8.1. Radicado No. 2019-11958 del 17 de julio de 2019 "ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL PARA LA SUSTRACCIÓN DE UN ÁREA DE LA RESERVA FORESTAL CENTRAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA PEQUEÑA CENTRAL HIDROLÉCTRICA DE MONTEBONITO"

MEDIDAS DE COMPENSACIÓN Y RESTAURACIÓN POR SUSTRACCIÓN DE RESERVA FORESTAL LEY 2DA

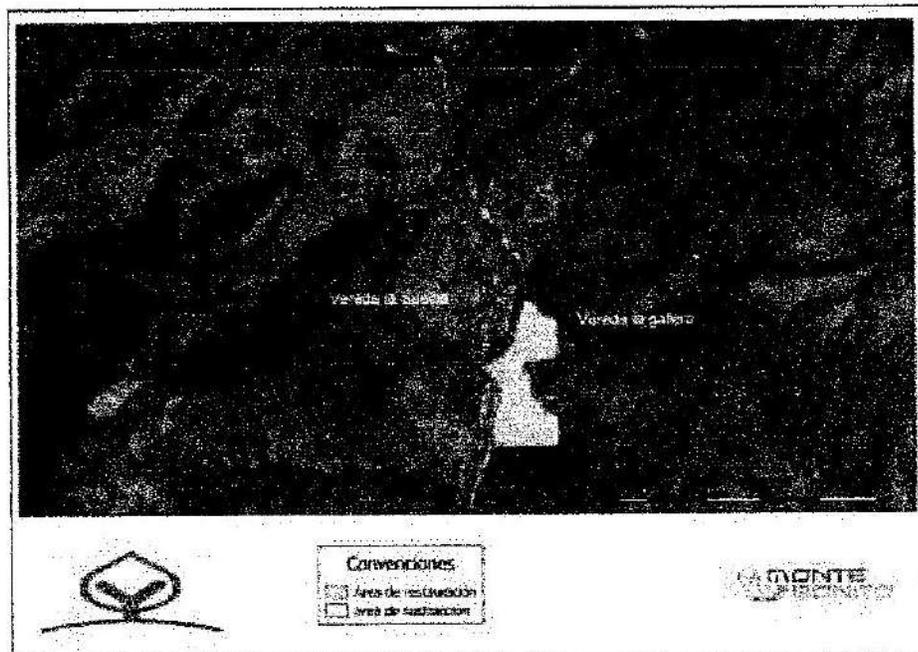
Será necesaria la compensación de un área equivalente y que para este caso corresponde a 12,28 ha, la cual es el área solicitada en el presente documento.

Teniendo en cuenta los mecanismos disponibles para la compensación dispuestos en el manual, el proyecto propone dos alternativas para la realización de la compensación de las 12,28 ha.

Como primera opción, la compensación de 12,28 ha de la Reserva Ley 2da se realizará por medio del establecimiento de un convenio BANCO2, el cual propende el pago por la conservación y mejora de áreas con valor ecológico en manos de privados. La corporación autónoma de Caldas, CORPOCALDAS, hace parte de la estrategia de BANCO2 y con ellos se realizará los análisis pertinentes enfocados a realizar la compensación necesaria por la sustracción del área de reserva. Los convenios se buscarán establecer con propietarios de terrenos cercanos al área de influencia del proyecto.

"Por el cual se solicita información adicional dentro del expediente SRF 504"

Como segunda opción se propone el uso para preservación y restauración un predio propio del proyecto, el cual es colindante con el área de sustracción, y el cual cuenta con un área de 14,7 ha en donde predominan coberturas con un proceso de sucesión vegetal, puesto que el mismo se destinaba previamente a ganadería y desde el momento en que fue adquirido por el proyecto esta actividad se redujo considerablemente. Como se muestra, el predio tiene el área suficiente y las condiciones adecuadas para la realización de un proceso de restauración.



Área para segunda opción de compensación

Fuente: Figura 9.1. Radicado No. 2019-11958 del 17 de julio de 2019 "ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL PARA LA SUSTRACCIÓN DE UN ÁREA DE LA RESERVA FORESTAL CENTRAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA PEQUEÑA CENTRAL HIDROLÉCTRICA DE MONTEBONITO"

A partir del análisis de la información presentada por la empresa, en el **Concepto Técnico No. 120 del 24 de diciembre de 2019** se expresaron las siguientes consideraciones:

CONSIDERACIONES

"En el marco de la evaluación a la solicitud de sustracción definitiva presentada por la sociedad Central Hidroeléctrica Montebonito S.A.S. E.S.P., para el desarrollo del proyecto Pequeña Central Hidroeléctrica de Montebonito, correspondiente al expediente SRF-0504, se efectuó la revisión del documento presentado por dicha empresa, denominado "ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL PARA LA SUSTRACCIÓN DE UN ÁREA DE LA RESERVA FORESTAL CENTRAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA PEQUEÑA CENTRAL HIDROLÉCTRICA DE MONTEBONITO" y sus correspondientes anexos, a partir de lo cual se tienen las siguientes consideraciones:

"Por el cual se solicita información adicional dentro del expediente SRF 504"

ANEXO CARTOGRÁFICO

Revisados los anexos de la solicitud, remitidos por el peticionario mediante radicado N° 2019-11958 del 17 de julio de 2019, se encuentra una carpeta denominada **Anexos_5_Cartografico**, que a su vez contiene archivos shape file y excel correspondientes a coberturas, infraestructura y polígono de sustracción, no obstante dentro de la información entregada no se evidencia la GeoDataBase donde se debió almacenar en físico toda la información geográfica soporte de la solicitud de sustracción, requerida para realizar la evaluación individual e integral de los componentes establecidos en los términos de referencia anexos a la Resolución 1526 de 2012; es así que, no fue posible verificar espacialmente cada uno de los aspectos abordados en el informe presentado.

En este sentido, la información cartográfica básica deberá presentarse en el modelo de almacenamiento de la información cartográfica temática GeoDataBase, estandarizado por el IGAC. Link: (<http://www.anla.gov.co/contenido/contenido.aspx?catID=1324&conID=7967>), cuyo contenido será:

N°	Título	Escala captura de información	Especificaciones	Observaciones
1	Localización general de la actividad considerada de utilidad pública e interés social	1:25.000 o más detallada	Límites departamentales, municipales, veredales, recurso hídrico, accidentes geográficos, toponimia actualizada y límites de las áreas protegidas, etc., con la escala gráfica y concordantes con la cartografía oficial producida por las instituciones encargadas del tema	Según el tamaño y etapas de la actividad considerada de utilidad pública e interés social, se deben presentar diferentes mapas o arreglos en diferentes escalas.
2	Área solicitada a sustraer	1:25.000 a 1:10.000	Debe incluir toda la infraestructura necesaria durante las fases de construcción y operación de la actividad considerada de utilidad pública e interés social. Para los proyectos mineros y de hidrocarburos, se debe incluir la zonificación ambiental y los polígonos de las áreas solicitadas a sustraer.	Según el tamaño y las etapas, se deben presentar diferentes mapas o arreglos en diferentes escalas.
3	Área de influencia directa	1:5.000 a 1:10.000	Se debe identificar y delimitar el AID, con respecto al área a sustraer. Incluye los límites político	Se presenta en todos los mapas o planchas si mejoran la

"Por el cual se solicita información adicional dentro del expediente SRF 504"

N°	Título	Escala captura de información	Especificaciones	Observaciones
			administrativos y la ubicación de las áreas protegidas del orden nacional, regional o local, así como el área objeto de interés en la sustracción.	ubicación de referencia.
4	Área de influencia indirecta	1:10.000 a 1:50.000	Ibidem al anterior (mapa de localización general de la actividad)	Se presenta en todos los mapas o planchas si mejoran la ubicación de referencia.
5	Geología	1:25.000 a 1:100.000	Unidades litológicas, fallas, brechamientos, tectónicos y geomorfología.	
6	Hidrogeología	1:5.000 a 1:25.000	Utilizar las categorías y/o caracterizaciones utilizadas por el Servicio Geológico Nacional y/o IDEAM.	
7	Hidrología	1:5.000 a 1:25.000	Ubicación de cuerpos lénticos y lóticos con sus zonas de alimentación y/o interdependencia estacional o cíclica. Identificación de la cota máxima de inundación.	
8	Suelos	1:10.000 a 1:25.000	Uso actual y uso potencial y conflictos de uso, según las categorías del IDEAM y/o IGAC	Los mapas de uso actual, uso potencial y conflictos de uso deben hacer referencia al área de Reserva Forestal con y sin la actividad considerada de utilidad pública e interés social, de forma separada.
9	Biodiversidad	1:25.000 a 1:100.000	Identificar los ecosistemas y las coberturas vegetales existentes, localizar los sitios de muestreo de flora y fauna.	
10	Socioeconómico	1:5.000 a 1:25.000	Delimitación de territorios de comunidades: resguardos indígenas, territorios colectivos, áreas en solicitud de	Se deben identificar áreas de importancia por manejo del espacio de

"Por el cual se solicita información adicional dentro del expediente SRF 504"

Nº	Título	Escala captura de información	Especificaciones	Observaciones
			titulación, reservas campesinas, colonos, asentamientos existentes, etc.	expresiones culturales al interior y exterior de las comunidades, aclarando sitios sagrados y jerarquías desde su cosmología.
			Incluir la información de tenencia de la tierra, señalar los polos de desarrollo con sus rutas de intercambio e infraestructura en relación o dependencia de la Reserva Forestal.	
11	Amenaza y susceptibilidad ambiental	1:5.000 a 1:25.000	Identificar las posibles amenazas naturales en la reserva, así como la influencia de la eventual sustracción en potenciar las amenazas en dichas áreas durante las diferentes etapas de la actividad.	Los riesgos deben estar soportados con el análisis de amenaza, vulnerabilidad y riesgo.
12	Zonificación ambiental del área.	1:5.000 a 1:10.000	Identificación y localización de las áreas con restricciones menores, mayores y de exclusión.	

ASPECTOS TÉCNICOS DE LA ACTIVIDAD

Dentro del documento soporte de la solicitud de sustracción, se aclara que sólo una parte del proyecto se encuentra en la zona de reserva forestal y esta corresponde a la zona de captación y áreas auxiliares. Si bien el peticionario presenta alguna información sobre obras asociadas a la captación, no se evidencia la descripción y georreferenciación de toda la infraestructura requerida para el proyecto, especialmente aquella se localizará dentro de la Reserva Forestal Central, esto según sea el caso: desarenadores, canal de conducción, túnel de conducción, campamentos, zonas de almacenamiento de equipos y materiales, talleres, oficinas, campamentos temporales o volantes, entre otros, que fueron mencionados en diferentes apartes del documento. Dicha infraestructura deberá ser incluida en geometría tipo punto, línea y polígono en la Geodatabase y justificada en el documento, presentando su descripción técnica y articulación con los diferentes aspectos evaluados, considerando que esto se constituye en el punto de partida para la evaluación integral desde los diferentes componentes, en relación con el cambio de usos de la reserva.

Tampoco se evidencia la identificación, descripción y espacialización de los accesos viales y caminos requeridos para el proyecto, ya sean existentes o aquellos a ser

"Por el cual se solicita información adicional dentro del expediente SRF 504"

construidos o adecuados según la necesidad. En este sentido, se requiere que el peticionario incluya el trazado, justificación, aspectos técnicos de las vías a ser empleadas, así como especificar si serán de carácter temporal o definitivo, información que deberá acompañarse de la cartografía correspondiente en formato shapefile.

En cuanto al cronograma de actividades, en la solicitud se indica que actualmente la Central Hidroeléctrica Montebonito se encuentra en fase de diseño y se tiene proyectado un cronograma de construcción de alrededor de 36 meses, para luego entrar en la respectiva fase de operación. Información que es insuficiente para el proceso de evaluación, dado que no se presentan las fases o etapas, actividades, ni tiempos para el desarrollo de cada una. De igual forma el soporte técnico que sustenta la solicitud, en cada uno de sus aspectos, incluido el cronograma debe ser lo suficientemente preciso y definitivo, evitando al máximo las ambigüedades.

ÁREAS DE INFLUENCIA

El área presentada como de influencia directa corresponde a la misma solicitada en sustracción, adicionalmente, el peticionario señala que debido al alto grado de intervención que se presenta y la baja oferta de servicios ecosistémicos que se tiene para esta zona, el área de influencia indirecta corresponde a la misma área de sustracción, es decir, para este caso el Área de Influencia Directa – AID y Área de Influencia Indirecta – AI son iguales y corresponden al mismo polígono; lo cual no es coherente, teniendo en cuenta que, para la definición y delimitación de dichas áreas se deben considerar integralmente los aspectos físicos, bióticos y sociales de la línea base, articulados con la posible afectación directa e indirecta del aporte en los servicios ecosistémicos que presta la reserva forestal, bajo los escenarios con proyecto y sin proyecto, lo que implícitamente es diferente en cada caso.

Bajo este contexto, el ASS, el AID y el AI no pueden corresponder al mismo polígono, considerando que las condiciones físico biótica y sociales, así como la afectación en el aporte de los servicios ecosistémicos es diferente en cada caso. En este sentido, la delimitación de las áreas requiere de un análisis integral de los componentes establecidos para la línea base que afectaría en diferentes grados el aporte de los servicios ecosistémicos de provisión, regulación, culturales y de soporte, en el entendido que, si bien los SE están asociados al bienestar que obtiene el ser humano de los ecosistemas, se deben incluir los SE de soporte como los asociados al funcionamiento, la integridad y significancia de los ecosistemas.

El producto final de delimitación de dichas áreas deberá generarse para cada componente (físico, biótico y social) y luego a través de la envolvente de los tres aspectos evaluados, para lo cual se deberán presentar las coordenadas planas de la(s) poligonal(es) correspondientes(s) a las áreas, las cuales se deben ubicar de forma precisa sobre cartografía oficial, de acuerdo con las especificaciones del Anexo Base cartográfica de los términos de referencia.

LÍNEA BASE

El desarrollo de este aparte se presenta de manera general, para lo que denomina el peticionario como "área de influencia", sin tener en cuenta que cada uno de los aspectos requeridos dentro de la línea base deben ser evaluados tanto para el AID como para el AI, lo que se constituye en el insumo para el análisis ambiental integral y la zonificación ambiental.

"Por el cual se solicita información adicional dentro del expediente SRF 504"

COMPONENTE FÍSICO

Geomorfología

Teniendo en cuenta las características geomorfológicas de la zona, donde por sus altas pendientes se originan movimientos locales de remoción en masa y se evidencian cicatrices en el terreno de eventos anteriores, y teniendo presente que el área de influencia directa del proyecto se encuentra catalogada como zona de amenaza alta por procesos de remoción en masa, es necesario realizar el inventario de procesos morfodinámicos activos, inactivos y cicatrices de deslizamientos que se desarrollen a lo largo del área de influencia de la PCH, identificando principalmente eventos de remoción en masa tipo deslizamiento, terraceo, caída de rocas, entre otros, y procesos erosivos tipo socavación asociados al cauce actual del río Guarinó.

Además, teniendo en cuenta que se identificaron evidencias de procesos antiguos, es necesario incorporar el análisis multitemporal de acuerdo como lo indican los términos de referencia de la Resolución 1526 en su anexo 1, considerando como mínimo tres fechas (actual y al menos dos décadas anteriores), con el propósito de evaluar el comportamiento que presenta la zona frente a los diferentes procesos morfodinámicos que la puedan afectar.

Hidrología.

De acuerdo con la caracterización hidrológica del área de estudio, el área de influencia del proyecto se encuentra localizada en la cuenca del río Guarinó identificando como corriente principal el río Guarinó, afluente proyectado para el aprovechamiento hidráulico del proyecto. Teniendo en cuenta lo anterior, es necesario realizar la caracterización de los regímenes de caudales de las principales fuentes que se puedan afectar por la actividad, determinando caudales máximos, medios y mínimos, y realizando el respectivo análisis para la identificación del caudal ecológico para el área de influencia directa del proyecto.

Adicionalmente, se requiere realizar la caracterización de los usuarios y tipos de uso del recurso hídrico superficial a lo largo del tramo donde se proyecta realiza el aprovechamiento del mismo y aguas abajo; realizando los respectivos análisis del índice de escases, índice de uso de agua e índice de vulnerabilidad al Desabastecimiento Hídrico.

Teniendo en cuenta las condiciones del área, así como del proyecto que se pretende desarrollar en el sector, es necesario que dentro de la definición del AID, AID, análisis ambiental y zonificación ambiental se considere y evalúe el aporte de servicios ecosistémicos hídricos de aprovisionamiento y de regulación, asociados entre otros, al recurso hídrico que sería intervenido, al ciclaje de nutrientes, dinámica de sedimentos, provisión de hábitat, mantenimiento de cadenas tróficas, almacenamiento de agua.

BIODIVERSIDAD PARA EL ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA E INDIRECTA

Flora

En el componente de flora se hace una relación de las zonas de vida y ecosistemas presentes en el área objeto de sustracción, así como una descripción de las coberturas identificadas y que según la metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia, corresponden a vegetación secundaria, pastos enmalezados, pastos limpios y mosaico de pastos y cultivos. Sin embargo, no se presenta la descripción de la vegetación por

"Por el cual se solicita información adicional dentro del expediente SRF 504"

cobertura vegetal dentro de cada ecosistema, como tampoco el análisis de la estructura, composición (índices de riqueza) y diversidad (índices de diversidad) de la misma, información que debe ser aportada y evaluada dentro del soporte de la solicitud de sustracción, incluyendo la respectiva localización y georrefrenciación de los sitios de muestreo.

Fauna

Dentro de la información remitida para el componente fauna, se indica que se realizó una visita de técnica de campo, sin embargo, no se evidencia la localización ni georreferenciación de los puntos de muestreo. Es de resaltar que la información recopilada para el análisis de los componentes de biodiversidad, debe ser de origen primario y deberá estar relacionada, de manera que, para cada cobertura identificada, deberán caracterizarse los grupos faunísticos; anfibios, reptiles, aves, mamíferos y peces. Este último grupo no fue analizado en el documento, pese a su importancia dada su relación con las actividades habituales de la comunidad de la zona y debido a que la intervención de su hábitat para el proyecto es inminente.

Conectividad ecológica

Para este componente, en el documento se señala que la reserva forestal ya presenta una transformación principalmente silvopastoriles, por lo cual no existe ninguna afectación a la conectividad ecológica, principalmente al grupo de aves y mamíferos que puedan estar en dichos ecosistemas, sin embargo, no se presenta un análisis concienzudo que justifique tal afirmación, basado en la evaluación estructural de las coberturas a partir de las métricas del paisaje (parches, matrices, corredores), así como el análisis desde el ámbito funcional, donde se consideren las relaciones puntuales entre el comportamiento de la fauna y la estructura espacial del paisaje; esto para los escenarios con y sin proyecto. Se requiere que dicho análisis se realice considerando las especies de significancia ecológica por ser sombrilla, endémicas, migratorias o por encontrarse en algún grado de amenaza (presentadas en el aparte de fauna), información que deberá ser integrada en los capítulos de análisis ambiental, zonificación y de servicios ecosistémicos.

AMENAZAS Y SUSCEPTIBILIDAD AMBIENTAL.

Teniendo en cuenta, que el principal recurso a intervenir por el proyecto, se encuentra asociado al recurso hídrico superficial aportado por el río Guarinó, es necesario analizar la susceptibilidad del área de influencia a posibles amenazas por inundación, asociadas a las características morfométrías de la cueca y a las condiciones naturales de precipitación que presenta la zona. De igual manera, se reitera lo solicitado en el aparte de Geomorfología en relación con los procesos de remoción en masa.

ANÁLISIS AMBIENTAL

En el documento de soporte, el solicitante describe brevemente los servicios ecosistémicos que oferta la reserva forestal en la que denomina área de influencia, no obstante, no realiza un análisis del estado del área con y sin proyecto que incluya la condición de los ecosistemas respecto a su biodiversidad (vulnerabilidad de flora y Fauna), el potencial de conectividad ecológica, el potencial aumento de las amenazas naturales tanto en el Área de Influencia Directa como en el Área de Influencia Indirecta, como tampoco la afectación de la red hidrológica e hidrogeológica en el AID y AI. Lo anterior considerando que es en este capítulo deberá articularse y analizarse integralmente la información de todos los componentes evaluados previamente.

"Por el cual se solicita información adicional dentro del expediente SRF 504"

PROPUESTA DE ZONIFICACION AMBIENTAL

Para la zonificación ambiental, el peticionario considera que la totalidad del área requerida en sustracción se encuentra dentro de la zona de restricciones menores, teniendo en cuenta únicamente la baja oferta de servicios ecosistémicos, pasando por alto el hecho de que, para la definición de las zonas se debe considerar y evaluar de forma integral lo relativo a la línea base y el análisis ambiental, incluyendo los niveles de amenaza ante diferentes fenómenos, así como la fragilidad, sensibilidad y funcionalidad ecosistémica, dadas las especies de importancia ecológica que fueron identificadas en el componente de biodiversidad. La zonificación debe generar como mínimo: áreas con restricciones menores, áreas con restricciones mayores, áreas de exclusión, y no solamente una como se indicó el documento de soporte de la solicitud, buscando establecer manejos diferenciados según las condiciones encontradas en cada zona.

AREA SOLICITADA A SUSTRAR (ASS)

*Según indica el peticionario en el informe, el área solicitada a sustraer corresponde a 12.28 ha, no obstante, el polígono presentado en el **Shape_polígono de sustracción de Anexos_5_Cartográfico** tiene un área de 12.12 ha, con lo cual se evidencia disparidad entre la información textual y la gráfica remitida como soporte de la solicitud de sustracción.*

Por otro lado, la información aportada por la Sociedad Central Hidroeléctrica Montebonito S.A.S. E.S.P., no es suficiente para realizar la respectiva verificación, entre otra, del área solicitada a sustraer, por cuanto no se presenta claridad del tipo, localización y justificación de toda la infraestructura proyectada.

Es importante señalar que el área solicitada a sustraer debe estar limitada y relacionada únicamente con las actividades que de manera justificada generarán cambio en el uso del suelo de la Reserva Forestal; es decir, aquella donde se establecerá la infraestructura requerida para la construcción y operación de la actividad, evitando que dicha área sea sub o sobredimensionada.

MEDIDAS DE COMPENSACION Y RESTAURACION POR SUSTRACCION DE RESERVA FORESTAL LEY 2DA

Si bien en el documento de soporte de la solicitud de sustracción definitiva para la Pequeña Central Hidroeléctrica Montebonito, se incluyen algunos aspectos para el desarrollo de las medidas de compensación, en la propuesta falta incluir de forma precisa información relacionada con los objetivos y metas, identificación y descripción de ecosistema de referencia de las áreas a restaurar como medida de compensación, caracterización físico biótica, estrategias e indicadores puntuales, entre otros, que están dirigidos a resarcir la afectación que se genera al levantar la estrategia de conservación de la reserva por el cambio de uso del suelo para el desarrollo del proyecto.

A partir de las anteriores consideraciones, se emitió el siguiente Concepto:

CONCEPTO

"Revisado el documento radicado en el marco del trámite de solicitud de sustracción definitiva de un área de la Reserva Forestal Central, junto a los respectivos anexos, para la construcción e instalación de infraestructura asociada a la Pequeña Central Hidroeléctrica de Montebonito, así como las consideraciones expuestas, se determina lo

"Por el cual se solicita información adicional dentro del expediente SRF 504"

siguiente, en relación con lo establecido en la Resolución 1526 de 2012:

La información presentada por la sociedad Central Hidroeléctrica Montebonito S.A.S. E.S.P. no es suficiente para tomar una decisión de fondo respecto a la sustracción definitiva requerida mediante radicado N° 2019-11958, por lo que se requiere que el solicitante dentro del término de seis (6) meses a partir de la fecha de ejecutoria del acto administrativo que adopte este Concepto Técnico, presente un nuevo documento junto a los respectivos anexos, que incluya los siguientes aspectos:

Cartografía en el modelo de almacenamiento de la información cartográfica temática Geodatabase, cuyo contenido debe ser el establecido en el Anexo Base Cartográfica de los Términos de Referencia para la Evaluación de Solicitudes de Sustracción Definitiva de Áreas de Reserva Forestal Nacionales y Regionales, para el Desarrollo de Actividades Consideradas de Utilidad Pública e Interés Social, que hace parte integral de la Resolución 1526 de 2012.

Ubicación exacta y definitiva de toda la infraestructura requerida para el proyecto, en geometría tipo punto, línea y polígono dentro de la Geodatabase, junto a las respectivas coordenadas, especialmente la que se localiza dentro de la Reserva Forestal Central. Asimismo, se deberá presentar la justificación y descripción técnica de cada una, incluyendo los métodos, técnicas y equipos a emplear, indicando si su implantación es de carácter definitivo o temporal.

Descripción detallada de la red de accesos y caminos que serán utilizados durante el desarrollo de las actividades de construcción y operación de la pequeña central hidroeléctrica, que incluya la georreferenciación, dimensiones, longitud, ancho y materiales, además de especificar su condición actual: existente; a ser construido o por adecuar).

Cronograma definitivo donde se describan las fases a ejecutar con el detalle de las mismas, que incluya las actividades asociadas, descripción, duración y localización.

Áreas de influencia directa e indirecta delimitadas y justificadas de forma independiente, considerando la afectación directa e indirecta, respectivamente, de la oferta de los Servicios Ecosistémicos – SE que presta la Reserva Forestal, por el desarrollo de todas las actividades asociadas al área objeto de la solicitud de sustracción, considerando el análisis integral de cada uno de los componentes (biótico, abiótico, socioeconómico) establecidos en la línea base. Deberán generarse los polígonos de AID y AII para cada componente (físico, biótico y social) y luego uno con la envolvente de los tres aspectos evaluados. Asimismo, se deberán presentar las coordenadas planas de la(s) poligonal(es) correspondientes(s) a las áreas, las cuales se deben ubicar de forma precisa sobre cartografía oficial, de acuerdo con las especificaciones del Anexo Base cartográfica de los términos de referencia.

Desarrollo y evaluación de todos los aspectos de la línea base tanto para el Área de Influencia Directa, como para el Área de Influencia Indirecta.

Realizar el inventario de procesos morfodinámicos activos, inactivos y cicatrices de deslizamientos que se desarrollen a lo largo del área de influencia de la PCH, identificando principalmente eventos de remoción en masa tipo deslizamiento, terraceo, caída de rocas, entre otros, y procesos erosivos tipo socavación asociados al cauce actual del río Guarinó. Incorporar el análisis multitemporal de acuerdo como lo indican los términos de referencia de la Resolución 1526 en su anexo 1, considerando como mínimo tres fechas (actual y al menos dos décadas anteriores).

"Por el cual se solicita información adicional dentro del expediente SRF 504"

Efectuar la caracterización de los regímenes de caudales de las principales fuentes que se puedan afectar por la actividad, determinando caudales máximos, medios y mínimos, y realizar el respectivo análisis de identificación del caudal ecológico para el río Guarinó.

Se requiere realizar el análisis de calidad de agua para el río Guarinó, efectuando un punto de monitoreo en la zona de captación, un punto de muestreo en la zona de descarga y un punto de muestreo aguas abajo de la zona de descarga, para conocer las características fisicoquímicas que presenta el recurso hídrico superficial, a lo largo del tramo en intervención.

Realizar la caracterización de los usuarios y tipos de uso del recurso hídrico superficial a lo largo del tramo donde se proyecta realiza el aprovechamiento del mismo; realizando los respectivos análisis del índice de escases, índice de uso de agua e índice de vulnerabilidad al Desabastecimiento Hídrico.

Descripción de la vegetación presente en el área, por cobertura vegetal dentro de cada ecosistema, con el análisis de la estructura, composición (índices de riqueza) y diversidad (índices de diversidad) de la misma, incluyendo la localización y georreferenciación de los sitios de muestreo.

Localización georreferenciada de los puntos de muestreo y monitoreo de los grupos de anfibios, reptiles, aves, mamíferos y peces por cobertura. De igual manera incluir los muestreos hidrobiológicos en los mismos puntos de muestreo de calidad de agua solicitados anteriormente: previo a la toma; tramo entre la toma y la descarga y posterior a la descarga.

Análisis de conectividad ecológica que incluya la evaluación estructural de las coberturas a partir de las métricas del paisaje (parches, matrices, corredores), así como el análisis desde el ámbito funcional, donde se consideren las relaciones puntuales entre el comportamiento de la fauna y la estructura espacial del paisaje, esto para los escenarios con y sin proyecto. Se requiere que dicho análisis se realice considerando las especies de significancia ecológica por ser sombrilla, endémicas, migratorias o por encontrarse en algún grado de amenaza (presentadas en el aparte de fauna), información que deberá ser integrada en los capítulos de análisis ambiental, zonificación y de servicios ecosistémicos.

Analizar la susceptibilidad del área de influencia a posibles amenazas por inundación y remoción en masa, asociadas a las características morfométricas de la cuenca, a las condiciones naturales de precipitación que presenta la zona, a la geomorfología del área y la información solicitada en relación con los procesos morfodinámicos.

Se requiere de la identificación y análisis de todos los Servicios Ecosistémicos - SE de provisión, regulación, culturales y de soporte, que aporta la Reserva Forestal en el área objeto de la solicitud de sustracción, incluyendo aquellos que están asociados al funcionamiento y la integridad de los ecosistemas, entre ellos, los servicios ecosistémicos hídricos de aprovisionamiento y de regulación, relacionados, entre otros al ciclaje de nutrientes, dinámica de sedimentos, provisión de hábitat, mantenimiento de cadenas tróficas, almacenamiento de agua.

Análisis ambiental del estado del área con y sin proyecto, que incluya de manera articulada e integral y desde una perspectiva funcional toda la información del área. En este sentido, además de la afectación a la oferta de servicios ecosistémicos, la condición de los ecosistemas respecto a su biodiversidad en términos de fauna y flora y su vulnerabilidad, potencial de conectividad ecológica, potencial aumento de las

"Por el cual se solicita información adicional dentro del expediente SRF 504"

amenazas naturales tanto en el Área de Influencia Directa como en el Área de Influencia Indirecta y alteración de la red hidrológica e hidrogeológica en el AID y AI.

Zonificación del área solicitada en sustracción, que incluya como mínimo áreas con restricciones menores, áreas con restricciones mayores, áreas de exclusión, considerando y analizando de forma integral lo relativo a la línea base y el análisis ambiental, incluyendo los niveles de amenaza ante diferentes fenómenos, así como la fragilidad, sensibilidad y funcionalidad ecosistémica, dadas las especies de importancia ecológica que fueron identificadas en el componente de biodiversidad. De igual manera, identificar los criterios establecidos y utilizados para incluir un área dentro de cada zona.

Delimitación precisa y unificada de la información del área solicitada a sustraer, tanto en el informe como en la cartografía, teniendo como justificación el cambio de uso del suelo por el establecimiento, en caso de ser viable, de la infraestructura para construcción y operación el proyecto.

Propuesta de compensación por la sustracción solicitada, entregando información del área a compensar. Dicha área, deberá ser por lo menos ser equivalente en extensión al área solicitada en sustracción definitiva, deberá implementarse al interior de la Reserva Forestal solicitada en sustracción y estar enmarcada en alguno de los siguientes criterios:

- a. Corresponder a áreas prioritarias para la conservación o la restauración definidas por la autoridad ambiental competente.*
- b. Localizarse en cuencas abastecedoras de acueductos veredales o municipales, o en suelos de protección identificados en el instrumento de ordenamiento territorial municipal o instrumentos de ordenación ambiental del territorio.*
- c. En área propuesta para la compensación por sustracción definitiva, se deberá realizar en áreas ecológicamente equivalentes.*

Para el proceso de aprobación por parte de este Ministerio de la propuesta de compensación por la sustracción definitiva solicitada conforme lo anterior, la sociedad Central Hidroeléctrica Montebonito S.A.S. E.S.P, deberá entregar, un documento que contemple como mínimo lo siguiente:

Identificar el área equivalente en extensión al área solicitada en sustracción, en la que desarrollará el plan de restauración. Para ello se deberán presentar las coordenadas de los vértices que forman el polígono de la zona propuesta para la restauración (shape file con bases de datos), en el sistema de proyección Magna Sirgas indicando el origen.

- a. Indicar si el área seleccionada es de carácter público o privado adjuntando el certificado de tradición y libertad del predio correspondiente.*
- b. Indicar el modo, mecanismo y forma de compensación escogido, de acuerdo del numeral 8 del Manual de Compensación del Componente Biótico, adoptado por la Resolución 256 de 2018.*
- c. Allegar los soportes documentales que fundamentan la viabilidad de aprobar el modo de compensación escogido (Acuerdos para la celebración de contratos de arrendamiento, compraventa, usufructo, entre otros).*
- d. Justificar técnicamente la selección del área.*
- e. Evaluar del estado físico y biótico actual del área en que se ejecutará el*

"Por el cual se solicita información adicional dentro del expediente SRF 504"

Plan de Restauración. En cuanto a los aspectos físicos, debe definir: hidrología, suelos, meteorología y clima; respecto a los aspectos bióticos definir: flora (coberturas presentes, descripción de la estructura, composición - índices de riqueza y diversidad) y fauna para grupos de anfibios, reptiles, aves y mamíferos (índices de riqueza y composición).

f. Definir ecosistema de referencia del área a restaurar, indicando su localización y estableciendo para la cobertura vegetal la estructura y composición - índices de riqueza.

g. Definir el alcance y los objetivos del Plan de Restauración, los cuales deben estar articulados con los indicadores, la frecuencia de medición y las metas definidas en el alcance del plan.

h. Identificar los disturbios presentes en el área a restaurar.

i. Identificar los tensionantes y limitantes que puede presentar el Plan de Restauración, estableciendo las estrategias de manejo.

j. Determinar las estrategias de restauración, estableciendo de forma clara el porqué de su utilización y las especificaciones técnicas a involucrar.

k. Programa de seguimiento y monitoreo que deberá iniciarse una vez implementadas las estrategias de restauración. Dicho programa debe: a) incluir los indicadores de efectividad del proceso de restauración relacionados con flora y fauna, b) las estrategias de cambio en caso de no cumplirse los objetivos definidos, y c) tener en cuenta que los indicadores a evaluar deben reflejar los cambios que experimenta el ecosistema. Para el monitoreo de fauna se puede tomar como guía el documento técnico publicado en 2015 por el instituto Alexander von Humboldt-IAvH, titulado "Monitoreo a procesos de restauración ecológica aplicado a ecosistemas terrestres".

l. El programa de seguimiento y monitoreo de las estrategias de restauración debe ser mínimo de cinco (5) años. Debe contener el Plan Detallado de Trabajo - PDT, expresado en un cronograma que incluya: las actividades a implementar con la fecha de inicio y finalización, frecuencia y fechas de entregables - HITOS.

m. Cronograma de actividades del Plan de Restauración, incluyendo el programa de seguimiento y monitoreo".

IV. FUNDAMENTOS JURÍDICOS

Mediante la Resolución No. 1526 del 3 de septiembre de 2012, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, estableció los requisitos y el procedimiento para la sustracción de áreas en las Reservas Forestales Nacionales y Regionales para el desarrollo de las actividades consideradas de utilidad pública o interés social; y en su procedimiento determina que **la autoridad ambiental podrá solicitar al interesado la información adicional que se considere pertinente**, mediante acto administrativo motivado, a fin de contar con todos los elementos de juicio para decidir.

"Por el cual se solicita información adicional dentro del expediente SRF 504"

Una vez evaluados los documentos que soportan la solicitud de sustracción definitiva de unas áreas de la Reserva Forestal Central, establecida mediante la Ley 2 de 1959, presentada por la empresa **CENTRAL HIDROELÉCTRICA MONTEBONITO S.A.S. E.S.P.**, identificada con NIT 900.731.909-0, para el proyecto "*Pequeña Central Hidroeléctrica de Montebonito*", en jurisdicción de los municipios de Marulanda y Manzanares, en el departamento de Caldas y de acuerdo a lo determinado en el Concepto Técnico No. 120 del 24 de diciembre de 2019, esta Dirección determina que para decidir de fondo la solicitud en mención, es procedente requerir al peticionario la información adicional necesaria para continuar con el proceso de evaluación.

4.1 Sobre la propuesta de compensación

Como se expresa en las consideraciones técnicas del Concepto No. 120 del 24 de diciembre de 2019, que funge como fundamento de este acto administrativo, si bien la empresa **CENTRAL HIDROELÉCTRICA MONTEBONITO S.A.S.** mencionó dos posibilidades de compensación, lo hizo de forma somera, se refirió sólo a algunos aspectos y su propuesta carece de precisión respecto a la información sobre objetivos y metas, identificación y descripción de ecosistema de referencia de las áreas a restaurar como medida de compensación, caracterización físico biótica, estrategias e indicadores puntuales, entre otros, que están dirigidos a resarcir la afectación que se genera al levantar la estrategia de conservación de la reserva por el cambio de uso del suelo para el desarrollo del proyecto.

De conformidad con el artículo 210 del Decreto 2811 de 1974 "*Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente*", las medidas de compensación, restauración y recuperación son obligaciones inherentes a las sustracciones temporales o definitivas de reservas forestales, efectuadas por esta Dirección para el desarrollo de actividades de utilidad pública o interés social que impliquen remoción de bosques o cambio en el uso de los suelos o cualquiera otra actividad distinta del aprovechamiento racional de los bosques.

Respecto a la obligación de compensar, la Ley 1450 de 2011 estableció en su artículo 204 que en el caso en que las autoridades ambientales, con fundamento en estudios técnicos, económicos, sociales y ambientales, determinen que es procedente efectuar la sustracción de áreas de reserva forestal, dichas autoridades impondrán al interesado las medidas de compensación, restauración y recuperación a que haya lugar. Es decir, que no puede efectuarse la sustracción sin imponer a la vez las medidas de compensación tendientes a resarcir la pérdida de patrimonio natural que la sustracción ocasiona.

La Resolución No. 256 del 22 de febrero de 2018 "*Por la cual se adopta la actualización del Manual de Compensaciones Ambientales del Componente Biótico y se toman otras determinaciones*", aplicable a las sustracciones temporales y/o definitivas de áreas de reserva forestal, señala en su artículo 2° que el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible es competente para la evaluación y aprobación del Plan de Compensaciones del Componente Biótico y en su artículo 3° que la implementación del plan de compensaciones deberá iniciarse a más tardar dentro de los seis (6) meses siguientes a partir de la ejecutoria del acto administrativo que apruebe el plan de compensación.

"Por el cual se solicita información adicional dentro del expediente SRF 504"

La empresa **CENTRAL HIDROELÉCTRICA MONTEBONITO S.A.S.** interesada en la sustracción tiene a su cargo la selección de la alternativa de compensación, siguiendo los lineamientos del Manual de Compensaciones del Componente Biótico y debe someter a consideración de esta Dirección el Plan de Compensaciones, con anterioridad a la decisión sobre la sustracción. Dicho Plan o Propuesta será evaluado por esta Dirección y su aprobación será decidida en el acto administrativo que resuelva de fondo la solicitud de sustracción definitiva de áreas de la Reserva Forestal Central.

4.1 Criterios que deben ser tenidos en cuenta en la formulación de la Propuesta de Compensación

Además de los criterios técnicos que deben ser tenidos en cuenta en la formulación de la Propuesta de Compensación, y que fueron desarrollados en el **Concepto Técnico No. 120 del 24 de diciembre de 2019**, la empresa **CENTRAL HIDROELÉCTRICA MONTEBONITO S.A.S.** deberá tener en cuenta los siguientes lineamientos, en virtud de la Resolución No. 256 de 2018.

En lo atinente al **CÓMO** compensar, definido en el numeral 8° del Manual de Compensaciones del Componente Biótico, se establecieron las diferentes estrategias que consideran para garantizar la permanencia y legalidad de las acciones de compensación. De esta manera el **CÓMO** compensar las sustracciones temporales o definitivas de reserva forestal, abarca las siguientes acciones, modos, mecanismos y formas:

-Acciones: Preservación, restauración en sus diferentes enfoques. Las acciones dirigidas al uso sostenible no son admisibles en las propuestas de compensación por sustracción definitiva de áreas de reserva forestal.

-Modos: Que son alternativas de manejo que permiten la implementación de las acciones de compensación en las áreas definidas para tal fin, como: Acuerdos de conservación, servidumbres ecológicas, pagos por servicios ambientales, arrendamiento, usufructo, compra de predios

-Mecanismos: La implementación y administración del plan de compensación podrá ser realizado por el usuario, o a través de operadores, mediante la constitución de encargos fiduciarios, en convenio/contrato con ONG's, comunidades organizadas, universidades, Institutos, etc.; fondos públicos o privados; bancos de hábitat, bosques de paz y otros que se encuentren enmarcados en la normatividad colombiana.

-Formas: Individual o agrupadas.

El mismo numeral 8 del Manual de Compensaciones del Componente Biótico se señala que para definir el **CÓMO** realizar la compensación se **deben analizar los 4 componentes antes relacionados**.

Es decir, que una propuesta que sólo se refiera a un mecanismo o a un modo, no será viabilizada, puesto que no sería una propuesta completa. La propuesta de compensación debe abarcar todos los componentes: acciones, modos, mecanismos y formas, so pena de ser rechazada por esta cartera ministerial.

En mérito de lo expuesto,

DISPONE

ARTÍCULO 1. REQUERIR a la empresa **CENTRAL HIDROELÉCTRICA MONTEBONITO S.A.S. E.S.P.**, identificada con NIT 900.731.909-0, para que en un **término máximo de seis (6) meses**, contados a partir de la ejecutoria del presente acto

"Por el cual se solicita información adicional dentro del expediente SRF 504"

administrativo, presente la siguiente información técnica adicional necesaria para continuar con la evaluación de la solicitud de sustracción definitiva de áreas de la Reserva Forestal Central, establecida en la Ley 2 de 1959, para el desarrollo del proyecto *"Pequeña Central Hidroeléctrica de Montebonito"*, en jurisdicción de los municipios de Marulanda y Manzanares, en el departamento de Caldas:

1.1 Cartografía en el modelo de almacenamiento de la información cartográfica temática Geodatabase, cuyo contenido debe ser el establecido en el Anexo Base Cartográfica de los *"Términos de Referencia para la Evaluación de Solicitudes de Sustracción Definitiva de Áreas de Reserva Forestal Nacionales y Regionales, para el Desarrollo de Actividades Consideradas de Utilidad Pública e Interés Social"*, que hace parte integral de la Resolución 1526 de 2012.

1.2 Ubicación exacta y definitiva de toda la infraestructura requerida para el proyecto, en geometría tipo punto, línea y polígono dentro de la Geodatabase, junto a las respectivas coordenadas, especialmente la que se localiza dentro de la Reserva Forestal Central. Asimismo, se deberá presentar la justificación y descripción técnica de cada una, incluyendo los métodos, técnicas y equipos a emplear, indicando si su implantación es de carácter definitivo o temporal.

1.3 Descripción detallada de la red de accesos y caminos que serán utilizados durante el desarrollo de las actividades de construcción y operación de la pequeña central hidroeléctrica, que incluya la georreferenciación, dimensiones, longitud, ancho y materiales, además de especificar su condición actual: existente, a ser construido o por adecuar.

1.4 Cronograma definitivo donde se describan las fases a ejecutar con el detalle de las mismas, que incluya las actividades asociadas, descripción, duración y localización.

1.5 Áreas de influencia directa e indirecta delimitadas y justificadas de forma independiente, considerando la afectación directa e indirecta, respectivamente, de la oferta de los Servicios Ecosistémicos – SE que presta la Reserva Forestal, por el desarrollo de todas las actividades asociadas al área objeto de la solicitud de sustracción, considerando el análisis integral de cada uno de los componentes (biótico, abiótico, socioeconómico) establecidos en la línea base. Deberán generarse los polígonos de AID y AII para cada componente (físico, biótico y social) y luego uno con la envolvente de los tres aspectos evaluados. Asimismo, se deberán presentar las coordenadas planas de la(s) poligonal(es) correspondientes(s) a las áreas, las cuales se deben ubicar de forma precisa sobre cartografía oficial, de acuerdo con las especificaciones del Anexo Base cartográfica de los términos de referencia.

1.6 Desarrollo y evaluación de todos los aspectos de la línea base tanto para el Área de Influencia Directa, como para el Área de Influencia Indirecta.

1.7 Realizar el inventario de procesos morfodinámicos activos, inactivos y cicatrices de deslizamientos que se desarrollen a lo largo del área de influencia de la PCH, identificando principalmente eventos de remoción en masa tipo deslizamiento, terraceo, caída de rocas, entre otros, y procesos erosivos tipo socavación asociados al cauce actual del río Guarinó. Incorporar el análisis multitemporal de acuerdo a los términos de referencia de la Resolución 1526 en su anexo 1, considerando como mínimo tres fechas (actual y al menos dos décadas anteriores).

"Por el cual se solicita información adicional dentro del expediente SRF 504"

1.8 Efectuar la caracterización de los regímenes de caudales de las principales fuentes que se puedan afectar por la actividad, determinando caudales máximos, medios y mínimos, y realizar el respectivo análisis de identificación del caudal ecológico para el río Guarínó.

1.9 Se requiere realizar el análisis de calidad de agua para el río Guarínó, efectuando un punto de monitoreo en la zona de captación, un punto de muestreo en la zona de descarga y un punto de muestreo aguas abajo de la zona de descarga, para conocer las características fisicoquímicas que presenta el recurso hídrico superficial, a lo largo del tramo en intervención.

1.10 Realizar la caracterización de los usuarios y tipos de uso del recurso hídrico superficial a lo largo del tramo donde se proyecta realiza el aprovechamiento del mismo; realizando los respectivos análisis del índice de escases, índice de uso de agua e índice de vulnerabilidad al Desabastecimiento Hídrico.

1.11 Descripción de la vegetación presente en el área, por cobertura vegetal dentro de cada ecosistema, con el análisis de la estructura, composición (índices de riqueza) y diversidad (índices de diversidad) de la misma, incluyendo la localización y georreferenciación de los sitios de muestreo.

1.12 Localización georreferenciada de los puntos de muestreo y monitoreo de los grupos de anfibios, reptiles, aves, mamíferos y peces por cobertura. De igual manera incluir los muestreos hidrobiológicos en los mismos puntos de muestreo de calidad de agua solicitados anteriormente: previo a la toma; tramo entre la toma y la descarga y posterior a la descarga.

1.13 Análisis de conectividad ecológica que incluya la evaluación estructural de las coberturas a partir de las métricas del paisaje (parches, matrices, corredores), así como el análisis desde el ámbito funcional, donde se consideren las relaciones puntuales entre el comportamiento de la fauna y la estructura espacial del paisaje, esto para los escenarios con y sin proyecto. Se requiere que dicho análisis se realice considerando las especies de significancia ecológica por ser sombrilla, endémicas, migratorias o por encontrarse en algún grado de amenaza (presentadas en el aparte de fauna), información que deberá ser integrada en los capítulos de análisis ambiental, zonificación y de servicios ecosistémicos.

1.14 Analizar la susceptibilidad del área de influencia a posibles amenazas por inundación y remoción en masa, asociadas a las características morfométrías de la cueca, a las condiciones naturales de precipitación que presenta la zona, a la geomorfología del área y la información solicitada en relación con los procesos morfodinámicos.

1.15 Se requiere de la identificación y análisis de todos los Servicios Ecosistémicos de provisión, regulación, culturales y de soporte, que aporta la Reserva Forestal en el área objeto de la solicitud de sustracción, incluyendo aquellos que están asociados al funcionamiento y la integridad de los ecosistemas, entre ellos, los servicios ecosistémicos hídricos de aprovisionamiento y de regulación, relacionados, entre otros al ciclaje de nutrientes, dinámica de sedimentos, provisión de hábitat, mantenimiento de cadenas tróficas, almacenamiento de agua.

1.16 Análisis ambiental del estado del área con y sin proyecto, que incluya de manera articulada e integral y desde una perspectiva funcional toda la información del área. En este sentido, además de la afectación a la oferta de servicios ecosistémicos,

"Por el cual se solicita información adicional dentro del expediente SRF 504"

la condición de los ecosistemas respecto a su biodiversidad en términos de fauna y flora y su vulnerabilidad, potencial de conectividad ecológica, potencial aumento de las amenazas naturales tanto en el Área de Influencia Directa como en el Área de Influencia Indirecta y alteración de la red hidrológica e hidrogeológica en el AID y AIJ.

1.17 Zonificación del área solicitada en sustracción, que incluya como mínimo áreas con restricciones menores, áreas con restricciones mayores, áreas de exclusión, considerando y analizando de forma integral lo relativo a la línea base y el análisis ambiental, incluyendo los niveles de amenaza ante diferentes fenómenos, así como la fragilidad, sensibilidad y funcionalidad ecosistémica, dadas las especies de importancia ecológica que fueron identificadas en el componente de biodiversidad. De igual manera, identificar los criterios establecidos y utilizados para incluir un área dentro de cada zona.

1.18 Delimitación precisa y unificada de la información del área solicitada a sustraer, tanto en el informe como en la cartografía, teniendo como justificación el cambio de uso del suelo por el establecimiento, en caso de ser viable, de la infraestructura para construcción y operación el proyecto.

1.19 Propuesta de área en la cual se efectuará la compensación. Dicha área, deberá ser por lo menos ser equivalente en extensión al área solicitada en sustracción definitiva, deberá localizarse al interior de la Reserva Forestal Central y estar enmarcada en alguno de los siguientes criterios:

a. Corresponder a áreas prioritarias para la conservación o la restauración definidas por la autoridad ambiental competente.

b. Localizarse en cuencas abastecedoras de acueductos veredales o municipales, o en suelos de protección identificados en el instrumento de ordenamiento territorial municipal o instrumentos de ordenación ambiental del territorio.

c. El área propuesta para la compensación por sustracción definitiva, deberá ser ecológicamente equivalente.

1.20 Para el proceso de aprobación por parte de este Ministerio de la Propuesta de Compensación por la sustracción definitiva solicitada conforme lo anterior, la sociedad **CENTRAL HIDROELÉCTRICA MONTEBONITO S.A.S. E.S.P.**, deberá entregar, un documento que contemple como mínimo lo siguiente:

a. Identificar el área equivalente en extensión al área solicitada en sustracción, en la que desarrollará el Plan de Restauración. Para ello se deberán presentar las coordenadas de los vértices que forman el polígono de la zona propuesta para la restauración (shape file con bases de datos), en el sistema de proyección Magna Sirgas indicando el origen.

b. Indicar si el área seleccionada es de carácter público o privado adjuntando el certificado de tradición y libertad del predio correspondiente.

c. Indicar el modo, mecanismo y forma de compensación escogido, de acuerdo del numeral 8 del Manual de Compensación del Componente Biótico, adoptado por la Resolución 256 de 2018.

d. Allegar los soportes documentales que fundamentan la viabilidad de aprobar el modo de compensación escogido (Acuerdos para la celebración de contratos de arrendamiento, compraventa, usufructo, entre otros).

"Por el cual se solicita información adicional dentro del expediente SRF 504"

- e Justificar técnicamente la selección del área
- f Evaluar del estado físico y biótico actual del área en que se ejecutará el Plan de Restauración. En cuanto a los aspectos físicos, debe definir: hidrología, suelos, meteorología y clima; respecto a los aspectos bióticos definir: flora (coberturas presentes, descripción de la estructura, composición - índices de riqueza y diversidad) y fauna para grupos de anfibios, reptiles, aves y mamíferos (índices de riqueza y composición).
- g Definir ecosistema de referencia del área a restaurar, indicando su localización y estableciendo para la cobertura vegetal la estructura y composición - índices de riqueza.
- h Definir el alcance y los objetivos del Plan de Restauración, los cuales deben estar articulados con los indicadores, la frecuencia de medición y las metas definidas en el alcance del plan.
- i Identificar los disturbios presentes en el área a restaurar.
- j Identificar los tensionantes y limitantes que puede presentar el Plan de Restauración, estableciendo las estrategias de manejo.
- k Determinar las estrategias de restauración, estableciendo de forma clara el porqué de su utilización y las especificaciones técnicas a involucrar.
- l **Programa de seguimiento y monitoreo** que deberá iniciarse una vez implementadas las estrategias de restauración. Dicho programa debe:
 - l.1 Incluir los indicadores de efectividad del proceso de restauración relacionados con flora y fauna
 - l.2 Incluir las estrategias de cambio en caso de no cumplirse los objetivos definidos, y
 - l.3 Tener en cuenta que los indicadores a evaluar deben reflejar los cambios que experimenta el ecosistema. Para el monitoreo de fauna se puede tomar como guía el documento técnico publicado en 2015 por el instituto Alexander von Humboldt-IAvH, titulado *"Monitoreo a procesos de restauración ecológica aplicado a ecosistemas terrestres"*.
- m El programa de seguimiento y monitoreo de las estrategias de restauración debe ser mínimo de cinco (5) años. Debe contener el Plan Detallado de Trabajo - PDT, expresado en un cronograma que incluya: las actividades a implementar con la fecha de inicio y finalización, frecuencia y fechas de entregables - HITOS.
- n Cronograma de actividades del Plan de Restauración, incluyendo el *"Programa de seguimiento y monitoreo"*

ARTÍCULO 2. ADVERTIR a la empresa **CENTRAL HIDROELÉCTRICA MONTEBONITO S.A.S. E.S.P.**, identificada con NIT 900.731.909-0 que, en caso de no presentar la información requerida en este acto administrativo dentro del término otorgado, la Dirección de Bosques, Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos procederá conforme al parágrafo 1° del artículo 9° de la Resolución No. 1526 de 2012.

"Por el cual se solicita información adicional dentro del expediente SRF 504"

ARTÍCULO 3. Notificar el presente acto administrativo al representante legal de la empresa **CENTRAL HIDROELÉCTRICA MONTEBONITO S.A.S. E.S.P.**, identificada con NIT 900.731.909-0, o a su apoderado debidamente constituido o a la persona que esta autorice, de conformidad con lo establecido en la Ley 1437 del 18 de enero de 2011 *"Por la cual se expide el Código de Procedimiento Administrativo y de lo Contencioso Administrativo"*.

ARTÍCULO 4. Publicar el presente acto administrativo en la página web del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

ARTÍCULO 5. Contra el presente acto administrativo, no procede recurso alguno de conformidad con el artículo 75 del Código de Procedimiento Administrativo y de lo Contencioso Administrativo.

NOTIFÍQUESE, PUBLÍQUESE Y CÚMPLASE

07 ABR 2020

Dada en Bogotá D.C., a los _____



EDGAR EMILIO RODRÍGUEZ BASTIDAS
Director de Bosques, Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos
Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

Proyectó: Lizeth Burbano Guevara / Abogada contratista DBBSE *L.B.*

Revisó: Rubén Darío Guerrero Useda/ Coordinador Grupo GIBRFN. *R.D.*

Concepto técnico: 120 del 24 de diciembre de 2019

Expediente: SRF 504

Auto: "Por el cual se solicita información adicional dentro del expediente SRF 504"

Proyecto: "Pequeña Central Hidroeléctrica de Montebonito"

Municipios: Marulanda y Manzanares (Caldas)

Solicitante: CENTRAL HIDROELÉCTRICA MONTEBONITO S.A.S. E.S.P.