

**MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE**Auto No. **403** --

(04 NOV 2014)

"POR MEDIO DE LA CUAL SE HACE EL SEGUIMIENTO A LAS OBLIGACIONES CONTENIDAS EN LOS ARTÍCULOS 5 Y 8 DE LA RESOLUCIÓN 1567 DE 2009, POR LA SUSTRACCIÓN DE UN ÁREA DE LA RESERVA FORESTAL CENTRAL".

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

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

CONSIDERANDO

Que mediante la Resolución 814 del 4 de mayo de 2009, la entonces Dirección Ecosistemas del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial efectuó la sustracción parcial y temporal de una superficie de 6,39 hectáreas de la Reserva Forestal Central, para adelantar los estudios y demás actividades relacionadas con la fase de exploración minera, de acuerdo con lo definido en el Código de Minas Ley 685 de 2001, requeridos por la empresa ANGLOGOLD ASHANTI COLOMBIA S.A., en el marco de los contratos de concesión identificados con los números GGF-151, EIG-163 y GGL-09261X, suscritos con INGEOMINAS, el área corresponde a las superficies afectadas por vías y accesos, helipuertos, campamentos y plataformas de perforación, que se localizan en el municipio de Cajamarca - Departamento del Tolima.

Que mediante la Resolución 1567 de 2009 se modifican los artículos primero a octavo y décimo tercero y décimo cuarto de la Resolución 814 de 2009, incluyendo obligaciones y medidas a cargo de la empresa ANGLOGOLD ASHANTI S. A, por la sustracción efectuada

Que mediante el artículo 5 de la Resolución 1567 del 14 de agosto de 2009 se establece que la empresa ANGLOGOLD ASHANTI COLOMBIA S.A., durante la ejecución del proyecto deberá contratar con una Universidad o entidad científica reconocida a Nivel Nacional e Internacional para que diseñe y ejecute un programa de Monitoreo Ambiental, con el fin de prevenir e identificar los efectos ambientales no previstos.

Que el artículo 8° de la Resolución 1567 de 2009, señala que ANGLOGOLD ASHANTI COLOMBIA S.A. deberá contratar una Veeduría técnica conformada por autoridades científicas reconocidas para cada uno de los aspectos a monitorear.

Que mediante radicado 4120-E1-127942 del 7 de Octubre de 2011, la empresa ANGLOGOLD ASHANTI COLOMBIA S.A. allega el documento denominado

"POR MEDIO DE LA CUAL SE HACE EL SEGUIMIENTO A LAS OBLIGACIONES CONTENIDAS EN LOS ARTÍCULOS 5 Y 8 DE LA RESOLUCIÓN 1567 DE 2009, POR LA SUSTRACCIÓN DE UN ÁREA DE LA RESERVA FORESTAL CENTRAL".

PRIMER INFORME DEL MONITOREO AMBIENTAL en el que se reportan los aspectos Hidrogeológicos.

Que mediante oficio con radicado No. 8210-E2-7239 del 13 de febrero de 2012 este Ministerio envió a la empresa ANGLOGOLD ASHANTI COLOMBIA S.A., el concepto técnico del IDEAM que aprobó el programa de monitoreo, señalando lo siguiente:

"El monitoreo consiste en realizar observaciones y mediciones repetidas en el tiempo, con el fin de evaluar el cambio en las condiciones actuales de la zona de estudio en los aspectos hidroclimatológico, hidrogeológico y biótico, los cuales ocurren en distintas escalas. Las variables relacionadas con los aspectos hidroclimatológicos, por afectar el área de estudio a escala regional, se evalúan desde la cuenca alta del río Bermellón, en el área donde se localiza el proyecto La Colosa, hasta su desembocadura en el río Coello, esto con el fin de detectar afectaciones en la cantidad y calidad del recurso agua.

Los aspectos hidrogeológicos se evalúan en una escala diferente, con el fin de detectar cambios por las actividades de exploración que ejecuta el Proyecto minero La Colosa en su fase de exploración mediante pozos de perforación. Esta área de estudio comprende desde el nacimiento del Río Bermellón hasta la desembocadura de la quebrada La Guala, área que incluye completamente el polígono de las 515 hectáreas solicitadas inicialmente bajo la figura de sustracción del área de reserva forestal. Dentro de estas 515 hectáreas están las 6 hectáreas autorizadas para realizar los trabajos exploratorios por parte del proyecto Minero la Colosa. Dentro de esta misma área se ubican los piezómetros de monitoreo que tienen la finalidad de detectar cambios en los niveles de agua dentro del área de influencia de las áreas perforadas. Los aspectos bióticos se evalúan a escala regional en la cuenca del río Coello para los peces, perifiton, macroinvertebrados acuáticos y los parámetros físico-químicos. A escala local, mediante parcelas y transectos cercanos al área de exploración del proyecto La Colosa, se evalúa la flora, lepidópteros, coleópteros, herpetofauna, aves y mamíferos".

Que mediante radicado 4120-E1-21610 del 2 de Julio de 2013, la empresa ANGLOGOLD ASHANTI COLOMBIA S.A. allega el documento denominado **SEGUNDO INFORME DEL MONITOREO AMBIENTAL**, en el que se reportan aspectos bióticos, hidroclimatológicos e hidrogeológicos monitoreados, con corte al mes de febrero de 2013.

Que mediante radicado 4120-E1-43423 del 20 de diciembre de 2013, la empresa ANGLOGOLD ASHANTI COLOMBIA S.A. allega el documento denominado **TERCER INFORME DEL MONITOREO AMBIENTAL**, en el que se reportan aspectos bióticos, hidroclimatológicos e hidrogeológicos monitoreados, con corte al mes de agosto de 2013.

Que mediante radicado No. 4120-E1-3268 de 5 de febrero de 2013, la empresa ANGLOGOLD ASHANTI COLOMBIA S.A., allega el documento denominado **"INFORME DE VEEDURIA PARA EL PROGRAMA DE MONITOREO EXIGIDO POR LA RESOLUCIÓN 1567 DEL 14 DE AGOSTO DE 2009 PARA EL PROYECTO EXPLORACIÓN MINERA LA COLOSA, CAJAMARCA (TOLIMA, COLOMBIA).**

Que mediante radicado No.4120-E1-24323 de 23 de julio de 2013, la empresa ANGLOGOLD ASHANTI COLOMBIA S.A. allega el documento denominado **"INFORME DE VEEDURIA"**, verificación de observaciones al segundo informe de monitoreo del periodo septiembre 2012 a febrero de 2013 Revisión No. 4. **PARA EL PROGRAMA DE MONITOREO EXIGIDO POR LA RESOLUCIÓN 1567 DEL 14 DE AGOSTO DE 2009 PARA EL PROYECTO EXPLORACIÓN MINERA LA COLOSA, CAJAMARCA (TOLIMA, COLOMBIA)".**

"POR MEDIO DE LA CUAL SE HACE EL SEGUIMIENTO A LAS OBLIGACIONES CONTENIDAS EN LOS ARTÍCULOS 5 Y 8 DE LA RESOLUCIÓN 1567 DE 2009, POR LA SUSTRACCIÓN DE UN ÁREA DE LA RESERVA FORESTAL CENTRAL".

Que mediante radicado No. 4120-E1-43748 de 23 de diciembre de 2013, la empresa ANGLOGOLD ASHANTI COLOMBIA S.A. allega el documento denominado **"INFORME DE VEEDURIA"**, Informe acumulativo de Monitoreo Ambiental del Proyecto LA COLOSA con corte marzo – agosto de 2013, **PARA EL PROGRAMA DE MONITOREO EXIGIDO POR LA RESOLUCIÓN 1567 DEL 14 DE AGOSTO DE 2009 PARA EL PROYECTO EXPLORACIÓN MINERA LA COLOSA, CAJAMARCA (TOLIMA, COLOMBIA)"**.

Que mediante correo electrónico con radicado No. 4120-E1-20216 de 17 de junio de 2014 y radicado No.4120-E1-20838 de 19 de junio de 2014, la Universidad de Antioquia y la Universidad de Caldas allegan el documento denominado **"INFORME EJECUTIVO DEL PROCESO DE VEEDURIA AL PROGRAMA DE MONITOREO BIOLOGICO DEL PROYECTO MINERO LA COLOSA"**.

FUNDAMENTOS TÉCNICOS

Que la Dirección de Bosques, Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, en ejercicio de la función establecida en el numeral 3 del artículo 16 del Decreto – Ley 3570 de 2011, emitió concepto técnico No 150 del 6 de septiembre de 2014, en el cual se evaluó y se llevó a cabo el seguimiento del Plan de Monitoreo y la Veeduría establecidos en los artículos 5 y 8 de la Resolución 1567 del 14 de agosto de 2009 en el área del proyecto de exploración minera La Colosa, ubicado en el municipio de Cajamarca del departamento del Tolima.

Que el mencionado concepto señala:

"(...)

2. OBJETIVO DEL CONCEPTO.

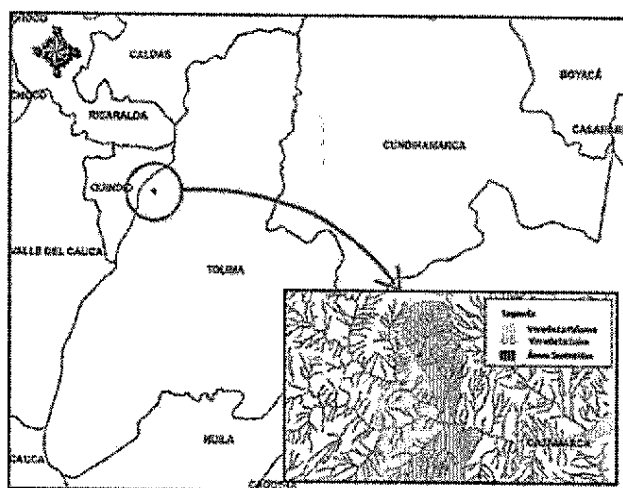
Verificar el estado actual de los requisitos señalados en las Resoluciones 2014 del 20 de octubre de 2009, 1567 de 2009 y 1304 del 9 de julio de 2010, del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, en las obligaciones adquiridas por la empresa ANGLOGLOD ASHANTI COLOMBIA S.A., con este Ministerio, como resultado de la sustracción temporal de 6,39 hectáreas de la Reserva Forestal Central establecida en la Ley 2ª de 1959, en jurisdicción del municipio de Cajamarca, departamento del Tolima.

3. ÁREA DE ESTUDIO.

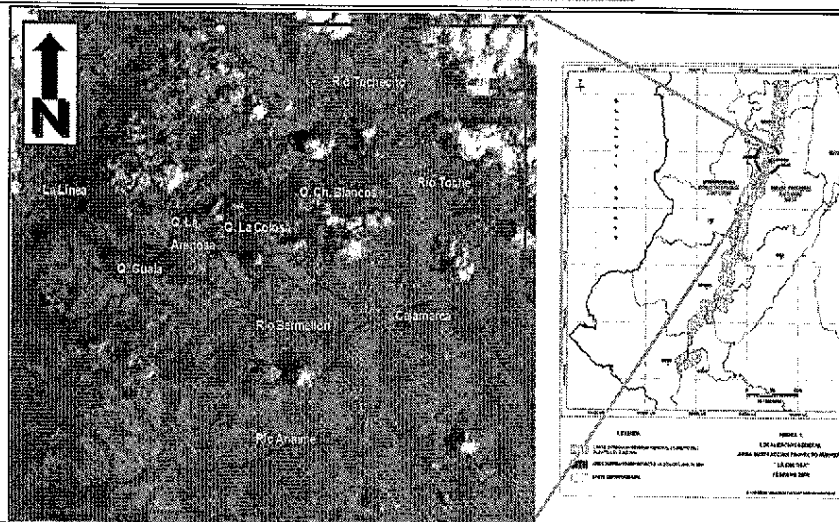
De acuerdo con el Plan de Monitoreo aprobado por el IDEAM, el área de estudio incluirá un sector rural del municipio de Cajamarca, al occidente del departamento del Tolima, a 37 Km de la ciudad de Ibagué y a 10 Km de la vía que del casco urbano de Cajamarca conduce hacia el departamento del Quindío (Figura 1), que hacen parte del proyecto de exploración minera La Colosa (515.75 ha). El proyecto está ubicado entre las microcuencas de las quebradas La Colosa y La Arenosa (Figura 1), en la zona correspondiente al Bosque Húmedo Montano y Bosque Húmedo Montano bajo, según la clasificación de Holdridge (1967). La zona presenta una temperatura promedio de 18°C y una altitud entre 2300 y 3200 m s.n.m. También se incluirá el área de influencia del proyecto (cuenca del Río Coello), para el caso del monitoreo de las variables hidroclimatológicas e hidrobiológicas y en cerca de 9000 ha para la definición del modelo hidrogeológico conceptual.

Figura 1. Ubicación del área donde se realizará el Plan de Monitoreo aprobado por el IDEAM-2012.

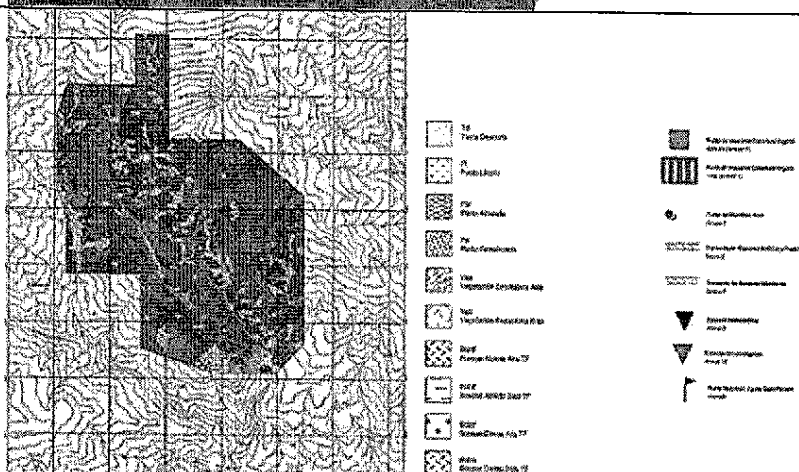
"POR MEDIO DE LA CUAL SE HACE EL SEGUIMIENTO A LAS OBLIGACIONES CONTENIDAS EN LOS ARTÍCULOS 5 Y 8 DE LA RESOLUCIÓN 1567 DE 2009, POR LA SUSTRACCIÓN DE UN ÁREA DE LA RESERVA FORESTAL CENTRAL".



Ubicación de la zona de exploración del proyecto minero La Colosa, Cajamarca - Tolima.



Localización general del área de interés y su ubicación dentro del área de Reserva Forestal Central, Ley 2 de 1959.



Mapa general y coberturas vegetales existentes

Fuente: Documento radicado para el establecimiento de un programa de monitoreo según Resolución 1567 del 14 de agosto de 2009 en el área del proyecto de exploración minera la Colosa, Cajamarca – Colombia

Atendiendo los requerimientos de CORTOLIMA, a comienzos del año 2008, la empresa AGA Colombia S.A. suspendió temporalmente las actividades exploratorias y adelantó ante el MAVDT un trámite para la sustracción parcial de 515,75 ha de la Reserva Forestal Central (Figura 2), de las cuales el MADVT sustrajo y autorizó un área de 6,39 ha mediante las Resoluciones 814, 1567 y 2014 de 2009. El área específica que la sustracción se sitúa en las veredas La Luisa y La Paloma del municipio de Cajamarca, sobre los predios Canaán, Bélgica, La Cumbre, La Paz, Campoalegre y El Diamante.

4. PLAN DE MONITOREO.

- Resolución 1567 de 2009.

"POR MEDIO DE LA CUAL SE HACE EL SEGUIMIENTO A LAS OBLIGACIONES CONTENIDAS EN LOS ARTÍCULOS 5 Y 8 DE LA RESOLUCIÓN 1567 DE 2009, POR LA SUSTRACCIÓN DE UN ÁREA DE LA RESERVA FORESTAL CENTRAL".

El MAVDT por medio de las Resoluciones 814 del 4 mayo, 1567 del 14 de agosto y 2014 del 20 de octubre expedidas durante el 2009 y 1304 del 9 de julio de 2010, efectuó la sustracción parcial y temporal de una superficie de 6,39 hectáreas (ha) de la Reserva Forestal Central establecida en la Ley 2ª de 1959, para adelantar los estudios y demás actividades relacionadas con la fase de exploración minera, requeridos por la empresa ANGLOGOLD ASHANTI COLOMBIA S.A., exploración que corresponde a la realización de perforaciones geológicas para definir la continuidad del proyecto.

En la Resolución 1567 de 2009, se resuelven unos recursos de reposición y una solicitud de revocatoria directa contra la Resolución 814 de 2009. El MAVDT estableció la obligación de efectuar el monitoreo ambiental de los componentes biológico, microbiológico, hidroclimatológico e hidrogeológico de la zona, con el fin de tener información base y registros constantes (mensuales) de los cambios en la calidad y cantidad de los recursos mencionados.

En el párrafo del artículo 5, se establece que la Empresa ANGLOGOLD ASHANTI COLOMBIA S.A. deberá presentar a este Ministerio el diseño del programa de monitoreo, para verificación y aprobación por parte del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM.

Mediante oficio con radicado No. 8210-E2-7239 de febrero 13 de 2012 este Ministerio envió a AGAC el concepto técnico del IDEAM que aprobó el programa de monitoreo.

A su vez la Resolución 1567 de 2009, dentro de la cual en su artículo octavo resuelve" La empresa ANGLOGOLD ASHANTI COLOMBIA S.A. deberá contratar una veeduría técnica conformada por autoridades científicas reconocidas para cada uno de los aspectos a monitorear. La veeduría tendrá a su cargo la función de evaluar los métodos, diseño de muestreo, preservación de muestras, análisis de los resultados del programa de monitoreo, entre otros.

La veeduría deberá estar constituida por un Grupo de Investigación científica o tecnológica en el área de Ciencias Exactas y de la Tierra que cuenten con diez (10) años de experiencia, que hayan tenido la categoría de Grupo A del índice ScientiCol durante los años 2007 y 2008, que este conformado por profesionales con una formación doctorado o postdoctorado en hidrogeología, biología, ecología, limnología, hidrología, geología, entre otras.

Lo anterior, sin perjuicio de que el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, con el apoyo del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM -, realice muestreos aleatorios en el área".

• **Documentación presentada por AGA**

- *PRIMER INFORME DEL MONITOREO AMBIENTAL – En el que se reportan aspectos Hidrogeológicos.*
- *SEGUNDO INFORME DEL MONITOREO AMBIENTAL - En el que se reportan aspectos bióticos, hidroclimatológicos e hidrogeológicos monitoreados, con corte al mes de febrero de 2013.*
- *TERCER INFORME DEL MONITOREO AMBIENTAL – En el que se reportan aspectos bióticos, hidroclimatológicos e hidrogeológicos monitoreados, con corte al mes de agosto de 2013.*
- *"INFORME DE VEEDURIA PARA EL PROGRAMA DE MONITOREO EXIGIDO POR LA RESOLUCIÓN 1567 DEL 14 DE AGOSTO DE 2009 PARA EL PROYECTO EXPLORACIÓN MINERA LA COLOSA, CAJAMARCA (TOLIMA, COLOMBIA).*
- *"INFORME DE VEEDURIA Verificación de observaciones al segundo informe de monitoreo del periodo septiembre 2012 a febrero de 2013 Revisión No. 4. PARA EL PROGRAMA DE MONITOREO EXIGIDO POR LA RESOLUCIÓN 1567 DEL 14 DE AGOSTO DE 2009 PARA EL PROYECTO EXPLORACIÓN MINERA LA COLOSA, CAJAMARCA (TOLIMA, COLOMBIA)".*
- *"INFORME DE VEEDURIA. Informe acumulativo de Monitoreo Ambiental del Proyecto La Colosa con corte marzo – agosto de 2013. PARA EL PROGRAMA DE*

"POR MEDIO DE LA CUAL SE HACE EL SEGUIMIENTO A LAS OBLIGACIONES CONTENIDAS EN LOS ARTÍCULOS 5 Y 8 DE LA RESOLUCIÓN 1567 DE 2009, POR LA SUSTRACCIÓN DE UN ÁREA DE LA RESERVA FORESTAL CENTRAL".

MONITOREO EXIGIDO POR LA RESOLUCIÓN 1567 DEL 14 DE AGOSTO DE 2009 PARA EL PROYECTO EXPLORACIÓN MINERA LA COLOSA, CAJAMARCA (TOLIMA, COLOMBIA)".

- "INFORME EJECUTIVO DEL PROCESO DE VEEDURIA AL PROGRAMA DE MONITOREO BIOLOGICO DEL PROYECTO MINERO LA COLOSA".

- **Aprobación del IDEAM.**

- Se radica ante este Ministerio por parte del Instituto de Hidrología, Meteorología y estudios Ambientales (IDEAM) la aprobación del Programa de Monitoreo presentado por AngloGold Ashanti Colombia S.A, mediante radicado No. 4120-E1-4335 del 17 de enero de 2012.
- Mediante comunicación radicada con No. 8210-2-7259 del 10 de febrero de 2012, AngloGold Ashanti Colombia S.A es informada sobre la decisión de aprobación por parte del Instituto de Hidrología, Meteorología y estudios Ambientales (IDEAM), del Programa de Monitoreo presentado por la empresa.

- **Objetivos Generales del Plan de Monitoreo.**

- Desarrollar un plan de monitoreo ambiental del área de influencia del proyecto de exploración minera La Colosa, Cajamarca (Colombia) de acuerdo con lo establecido en la Resolución 1567 de agosto de 2009 emanada del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT).
- Plantear y promover acciones de mitigación y restauración como resultado del monitoreo ambiental, tendientes a la recuperación de la dinámica ecosistémica en ambientes afectados del área objeto de estudio.

- **Capítulo 1: Hidrogeología e Hidroclimático**

Objetivos específicos

- Evaluar la cantidad y calidad de los recursos hídricos en la zona de estudio y sus condiciones actuales, así como las fuentes hídricas que abastecen los acueductos de los municipios de El Espinal, Chicoral, Coello y el distrito de riego de Uso Coello y en las quebradas La Colosa, La Arenosa, La Guala, La Lucha y los ríos Bermellón y Coello.
- Realizar la caracterización hidroclimatológica de la zona de estudio, elaborar balances hídricos y definir modelos lluvia – escorrentía de las corrientes superficiales de interés en la zona de influencia del proyecto de exploración minera La Colosa.
- Establecer las variaciones de niveles, caudales y variables climatológicas en la zona de estudio, mediante sistemas y mecanismos aprobados por el IDEAM y la Organización Meteorológica Mundial.
- Instrumentar las corrientes de las microcuencas de las quebradas La Colosa, La Arenosa, La Guala, Bermellón y La Lucha, localizadas en el sector de la parte alta del municipio de Cajamarca y el municipio de Coello.
- Realizar todos los procedimientos requeridos para la calibración de las estaciones hidrometeorológicas a ser instaladas en la zona de estudio para el monitoreo.
- Identificar, georreferenciar y calcular los usos del agua en las cuencas de la quebrada La Colosa, La Arenosa, La Guala, La Lucha y los ríos Bermellón y Coello.
- Implementar indicadores de estado y seguimiento del recurso hídrico siguiendo lo definido por el IDEAM y el Sistema de Información Ambiental de Colombia – SIAC.
- Construir un modelo hidrogeológico preliminar a partir de la información secundaria existente, que permita entender las relaciones entre las zonas de recarga, tránsito y descarga de los acuíferos y las fuentes superficiales, considerando la geomorfología, geología e hidrología en la zona correspondiente a la cuenca del río Bermellón aguas abajo de la desembocadura de la quebrada La Guala.
- Definir patrones de circulación hídrica superficial y subterránea y su correspondiente interacción.

"POR MEDIO DE LA CUAL SE HACE EL SEGUIMIENTO A LAS OBLIGACIONES CONTENIDAS EN LOS ARTÍCULOS 5 Y 8 DE LA RESOLUCIÓN 1567 DE 2009, POR LA SUSTRACCIÓN DE UN ÁREA DE LA RESERVA FORESTAL CENTRAL".

- Definir un plan de monitoreo de aguas superficiales y aguas subterráneas para la zona de estudio, basados en los modelos hidrológicos e hidrogeológicos conceptuales de la zona para la etapa de exploración minera y los 3 años siguientes, con la cual se puedan evaluar los impactos ambientales en el recurso hídrico superficial y subterráneo en calidad y cantidad.
- Seleccionar los puntos de muestreo de la red de monitoreo de aguas subterráneas, diseñar los piezómetros de acuerdo a la norma ICONTEC NTC 3948 de 1996a y construirlos, aprovechando las perforaciones exploratorias que se tienen proyectadas en la zona.
- Seleccionar los puntos de mediciones de niveles en las corrientes superficiales considerando los requerimientos de la resolución 1567 de 2009.
- Realizar campañas mensuales de medición de niveles piezométricos y trimestrales de calidad de agua superficial y subterránea siguiendo la guía del IDEAM (2003).
- Evaluar indicadores ambientales y actualizar el plan de monitoreo, basados en la información levantada en campo de niveles y calidad del agua.

Insumos (información secundaria)

Aspectos Hidroclimatológicos

- Información fundamentada en datos del IDEAM

Información suministrada para la zona por 4 estaciones climatológicas, 116 pluviométricas y pluviográficas y 13 con registros de caudal manejadas por el IDEAM (Tabla 1 y Figura 2).

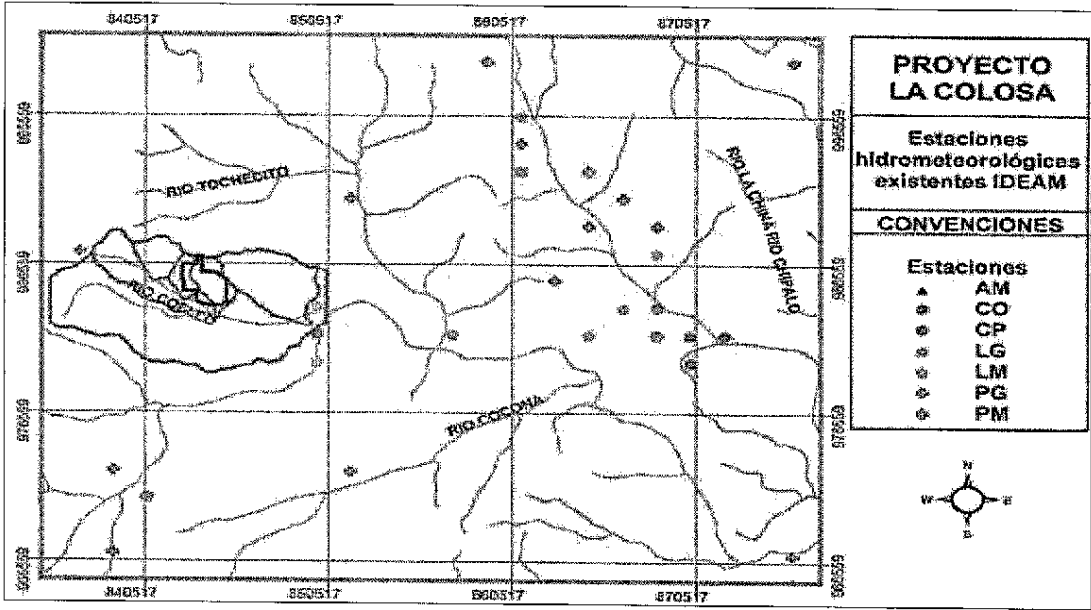
Tabla 1. Estaciones Hidrometeorológicas en la zona de estudio operadas por el IDEAM. Fuente: Plan de Monitoreo

CODIGO	TIPO	NOMBRE	CORRIENTE	DEP	MUNICIPIO	Y	X	COTA
2121507	CO	CHAPETON	COELLO	TOLI	IBAGUE	983624	868384	1300
2121513	CO	CUCUANA HDA	ANAIME	TOLI	CAJAMARCA	970768	840604	2120
2612521	CO	COCORA	QUINDIO	QUIN	SALENTO	1003949	842519	2500
2121501	CP	PRIMAVERA L	COMBEIMA	TOLI	IBAGUE	979934	870228	1300
2121712	LG	PTE CARRETE	COELLO	TOLI	IBAGUE	981799	857279	1220
2121718	LG	MONTEZUMA	COMBEIMA	TOLI	IBAGUE	983627	866533	1450
2121724	LG	TRES ESQUIN	Q CORAZON	TOLI	IBAGUE	981786	864680	1435
2121725	LG	BOCATOMA	Q CAY	TOLI	IBAGUE	987311	868390	1550
2121702	LM	PTE CARRETE	COMBEIMA	TOLI	IBAGUE	983624	868384	1200
2121713	LM	TRES ESQUIN	COMBEIMA	TOLI	IBAGUE	992853	860998	1221
2121714	LM	PTE LUISA	ANAIME	TOLI	CAJAMARCA	970768	840604	2100
2121719	LM	JUNTAS	Q PERLAS	TOLI	IBAGUE	1000230	859161	1760
2121721	LM	CALIFORNIA	Q LA HONDA	TOLI	IBAGUE	996540	861005	1760
2121723	LM	BOCATOMA	Q LA PLATA	+TOLI	IBAGUE	992847	864699	1620
2121726	LM	YULDAIMA	COMBEIMA	TOLI	IBAGUE	981780	868381	1220
2121727	LM	CHUZO EL	ANAIME	TOLI	CAJAMARCA	979968	849874	1800
2121728	LM	PTE LA BOLI	BERMELLON	TOLI	CAJAMARCA	983655	849881	1735
2121002	PG	JUNTAS LAS	Q LAS JUNTA	TOLI	IBAGUE	994697	861002	1765
2121008	PG	SECRETO EL	COMBEIMA	TOLI	IBAGUE	989160	864692	1490
2121011	PG	PLACER EL	COMBEIMA	TOLI	IBAGUE	992847	864699	2170
2121012	PG	ESMERALDA L	COMBEIMA	TOLI	IBAGUE	989154	868393	1965
2121016	PG	DARIEN EL	COMBEIMA	TOLI	IBAGUE	985476	862836	1920
2121018	PG	TOCHE	COELLO	TOLI	IBAGUE	991026	851744	2000
2121019	PG	RESACA LA	LUISA	TOLI	SAN LUIS	965170	881309	1250
2121022	PG	PALMAR EL	COMBEIMA	TOLI	IBAGUE	1000230	859161	2200
2121001	PM	IBAGUE	COMBEIMA	TOLI	IBAGUE	981774	872081	1250
2121006	PM	BALCONCITOS	BERMELLON	TOLI	CAJAMARCA	981812	849877	2000
2121007	PM	PROMIN DC	COELLO	TOLI	SAN LUIS	967022	875760	990
2121014	PM	PLAN EL	COELLO	TOLI	CAJAMARCA	967084	838746	2050
2121017	PM	PALOGRADE	COCORA	TOLI	IBAGUE	972591	851711	2200

"POR MEDIO DE LA CUAL SE HACE EL SEGUIMIENTO A LAS OBLIGACIONES CONTENIDAS EN LOS ARTÍCULOS 5 Y 8 DE LA RESOLUCIÓN 1567 DE 2009, POR LA SUSTRACCIÓN DE UN ÁREA DE LA RESERVA FORESTAL CENTRAL".

CODIGO	TIPO	NOMBRE	CORRIENTE	DEP	MUNICIPIO	Y	X	COTA
2121021	PM	PRIMAVERA_L	COMBEIMA	TOLI	IBAGUE	981780	868381	1200
2124007	PM	ANZOATEGUI	LA CHINA	TOLI	ANZOATEGUI	1000203	875810	1814
2612030	PM	NAVARCO	NAVARCO	QUIN	CALARCA	987368	836935	2278

Figura 2. Estaciones Hidrometeorológicas del IDEAM en la zona de estudio. Fuente: Plan de Monitoreo



Aspectos Hidrogeológicos

Se recolectará y analizará toda la información técnica y legal existente en las entidades públicas y privadas del país con competencia en el tema, considerando entidades ambientales, de planeación y de control; además información generada por las universidades del país y por los dueños y asesores del proyecto La Colosa. La información se enmarca en los siguientes campos temáticos:

- Cartografía.
 - Geología.
 - Geomorfología.
 - Hidrología e hidrogeología.
 - Hidrogeoquímica.
- A. **Relieve y patrones de drenaje:** Se considerarán los registros hidrológicos de entidades como el IDEAM, MAVDT, CORTOLIMA, INGEOMINAS e investigaciones en las universidades colombianas. A partir de esta información se obtendrán el relieve y los patrones de drenaje que darán importantes detalles sobre el flujo y comportamiento de las aguas subterráneas y las posibles áreas de recarga y descarga.
- B. **Análisis multi-temporal:** Se realizará el análisis de la zona de estudio a partir del procesamiento de imágenes satelitales de la zona y fotografías aéreas existentes. Toda la información recolectada y procesada durante la ejecución del proyecto se almacenará en una base de datos que pueda ser accedida mediante un Sistema de Información Geográfica.
- C. **Geología e Inventario de Puntos de Agua:** Con la información existente de la caracterización litológica, estratigráfica y estructural de cada una de las unidades identificadas y a partir de observaciones en campo se definirá:
- **Marco Geológico Regional**

"POR MEDIO DE LA CUAL SE HACE EL SEGUIMIENTO A LAS OBLIGACIONES CONTENIDAS EN LOS ARTÍCULOS 5 Y 8 DE LA RESOLUCIÓN 1567 DE 2009, POR LA SUSTRACCIÓN DE UN ÁREA DE LA RESERVA FORESTAL CENTRAL".

- **Geología local:** se identificarán, cartografiarán y caracterizarán, a escala 1:10.000. Incluyendo Formaciones que conforman la unidad, edades, ambientes de formación, textura, estructuras, composición y tipos de contactos con las unidades subyacentes y suprayacentes.
- **Geología estructural:** mediante fotointerpretación y el trabajo de campo se caracterizará y se cartografiarán las principales estructuras geológicas presentes en el área de estudio. Incluirá: Estructuras regionales tales como fallas, lineamientos, así como evidencias morfológicas de actividad tectónica (facetas triangulares, silletas), además de estructuras locales tales como diaclasamientos, fracturas). Esto permitirá ver la **relación entre la litología y la posible circulación del agua subterránea** por las estructuras. Esta información será procesada para realizar **análisis geoestadísticos**, con construcción de **diagramas equi-áreales** de frecuencia para identificar las principales familias de diaclasas. Este análisis estadístico de estructuras tectónicas, realizado a partir de un software específico, permitirá identificar patrones estructurales, direcciones preferenciales de esfuerzos y zonas de mayor fracturamiento que podrían presentar mayor permeabilidad y, consecuentemente, favorecer la infiltración.
- **Sondeos Eléctricos Verticales:** se interpretarán los existentes y se realizarán **análisis geoeléctricos** en la zona de estudio, si fueren necesarios, los cuales permitirán la correlación entre la geología, geomorfología y la estratigrafía. Se obtendrán valores preliminares de conductividad hidráulica.

Inventario de puntos de agua:

1. Inventario de pozos, aljibes o manantiales, a partir de información secundaria.
2. Los puntos se ubicarán en planchas topográficas escala 1:10000.
3. Se definieran las potenciales zonas de recarga teniendo en cuenta la geología, geomorfología, coberturas vegetales, definidas a partir de mapas temáticos y con un algebra de mapas por medio de un SIG.
4. Construir la red de flujo.

Metodología

Aspectos Hidroclimatológicos

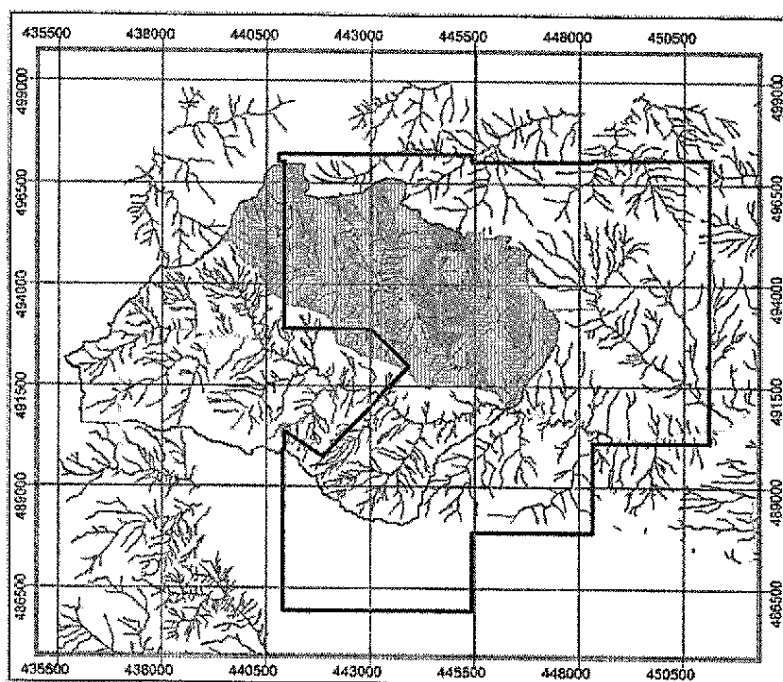
En cuanto a la periodicidad del monitoreo, se cumplirán los requerimientos de la resolución en la cual se definen los periodos del muestreo (Tabla 2). Esto en un área de estudio de 60 km² correspondiente a la cuenca hidrográfica del río Bermellón aguas abajo de la desembocadura de la quebrada La Guala.

Tabla 2. Frecuencia de monitoreo según la Resolución 1567 de 2009.

ASPECTO	VARIABLE	FRECUENCIA 1567 de 2009	Resolución	PROPUESTA
HIDROCLIMATOLÓGICO	Caudales	Monitoreo continuo		Instalación de estaciones de registros continuos
	Calidad de aguas	Una semana de cada mes		Mensual
	Comunidades Hidrobiológicas	Una semana de cada mes		Mensual
HIDROGEOLOGÍA	Niveles	----		Mensual
	Calidad aguas subterráneas	----		Trimestral

Figura 3. Área de estudios para los aspectos hidrogeológicos. Fuente: Plan de Monitoreo

"POR MEDIO DE LA CUAL SE HACE EL SEGUIMIENTO A LAS OBLIGACIONES CONTENIDAS EN LOS ARTÍCULOS 5 Y 8 DE LA RESOLUCIÓN 1567 DE 2009, POR LA SUSTRACCIÓN DE UN ÁREA DE LA RESERVA FORESTAL CENTRAL".



Fuente: Plan de Monitoreo

A. Información fundamentada en datos del IDEAM

A partir de la información suministrada para la zona por 4 estaciones climatológicas, 116 pluviométricas y pluviográficas y 13 con registros de caudal manejadas por el IDEAM (Tabla 3 y Figura 4) se debe:

- Realizar estimaciones de las características climáticas medias en la zona.
 - Estimar la variabilidad espacio temporal de la lluvia.
 - Identificar los caudales medios a largo plazo de cada una de las corrientes instrumentadas.
 - Ajustar modelos lluvias escurrentía para estimaciones de caudales de diseño.
- Adicionalmente, se deben instalar 8 estaciones para obtener más información de las corrientes y cumplir con la Resolución 1567 del 14 de agosto de 2009.

Estimación de caudales medios y balance hídrico:

La estimación de caudales medios y balance hídrico, se realizará usando la metodología del Balance Hidrológico a largo plazo, mediante la utilización de las ecuaciones de conservación de masa de agua en un sistema o volumen de control (Poveda et al. 2007). La integración sobre toda la cuenca estima el volumen total de agua que sale del sistema durante el mismo período de tiempo, éste valor se convierte finalmente a m^3/s para obtener el caudal medio.

B. Usos y usuarios del recurso hídrico

Para identificar el uso y los usuarios del recurso hídrico se realizarán censos de usuarios de las microcuencas de análisis, mediante formatos específicos de levantamiento de información y del formato y protocolo definido por el MAVDT de registro de usuarios del recurso hídrico – RURH. Con esta información se realizará la estimación de la demanda de agua de la cuenca. Adicionalmente, se debe tener en cuenta la información de concesiones otorgadas existentes en los expedientes ambientales de CORTOLIMA, la información levantada para el Plan de Ordenación y Manejo de la cuenca del río Coello y los resultados y las bases de datos del proyecto Registro de usuarios del recurso hídrico en la cuenca piloto del Río Coello – CORTOLIMA, MAVDT.

C. Instrumentación de las corrientes de interés

Se requiere el monitoreo de caudales de forma continua, con el fin de tener registros de la variabilidad temporal de los caudales, lo que permitirá concluir finalizado el periodo de

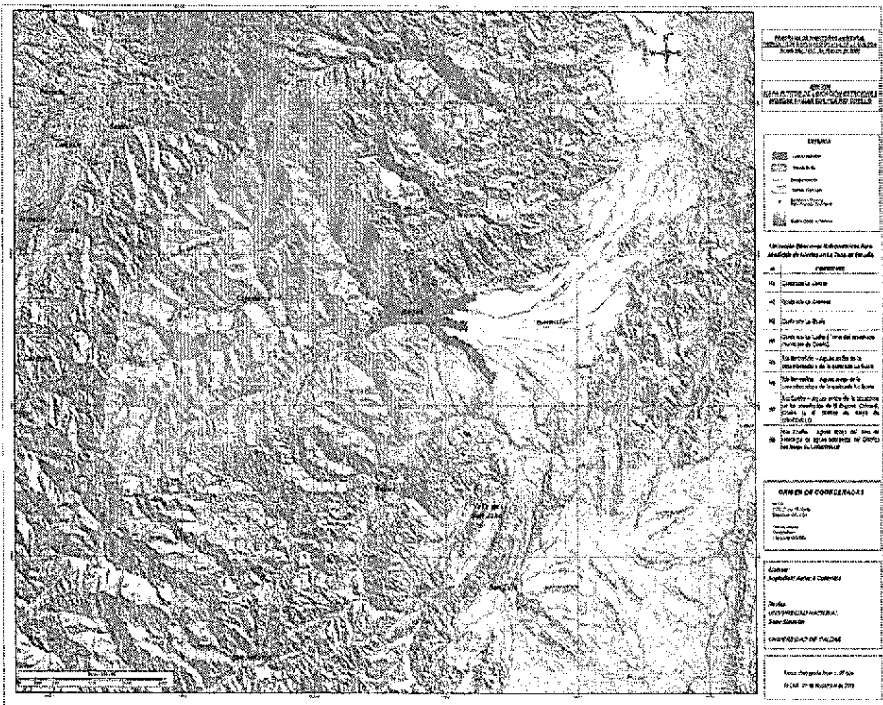
"POR MEDIO DE LA CUAL SE HACE EL SEGUIMIENTO A LAS OBLIGACIONES CONTENIDAS EN LOS ARTÍCULOS 5 Y 8 DE LA RESOLUCIÓN 1567 DE 2009, POR LA SUSTRACCIÓN DE UN ÁREA DE LA RESERVA FORESTAL CENTRAL".

exploración del yacimiento de La Colosa, si estos trabajos causaron cambios en la disponibilidad hídrica de las cuencas hidrográficas. Se propone la instrumentación de 8 sitios (Tabla 3, Figura 4), con estaciones de medición de niveles digitales, siguiendo los protocolos del IDEAM (2004).

Tabla 3. Ubicación estaciones digitales para medición de niveles en la zona de estudio. Fuente. Plan de Monitoreo

ID	CORRIENTE	LATITUD	LONGITUD
H1	La Colosa	-75.480603	4.454119
H2	La Arenosa	-75.498215	4.460686
H3	La Guala	-75.492579	4.449867
H4	Quebrada La Lucha (Toma del acueducto municipio de Coello).	-74.912	4.317
H5	Río Bermellón – aguas arriba de la desembocadura de la quebrada La Guala	-75.49154	4.440854
H6	Río Bermellón – aguas abajo de la desembocadura de la quebrada La Guala	-75.47787	4.440286
H7	Río Coello – aguas arriba de la bocatoma de los acueductos de El Espinal, Chicoral, Coello y, el Distrito de Riego de USOCOELLO	-75.0319	4.2823
H8	Río Coello - aguas abajo del sitio de descarga de aguas sobrantes del Distrito de Riego de USOCOELLO	-75.000	4.2616

Figura 4. Ubicación estaciones de medición de niveles, en las corrientes hídricas en el área de estudio cuenca del río Coello. Fuente: Plan de Monitoreo



Entre algunas de las variables a medir están:

- Medición de Caudal
 - Determinación de sedimentos finos
- Determinación de Sedimentos gruesos
 - Transporte de sedimentos

D. Registro de variables climatológicas

Se cuenta con 3 estaciones climatológicas; 2 de ellas registran datos y una funciona como receptora de la señal que se envía cada 30 minutos (Tabla 5.1.4).

Los datos que se registran son:

- Radiación solar.
 - Presión Barométrica.
- Temperatura y Humedad Relativa.
 - Temperatura del Suelo.

"POR MEDIO DE LA CUAL SE HACE EL SEGUIMIENTO A LAS OBLIGACIONES CONTENIDAS EN LOS ARTÍCULOS 5 Y 8 DE LA RESOLUCIÓN 1567 DE 2009, POR LA SUSTRACCIÓN DE UN ÁREA DE LA RESERVA FORESTAL CENTRAL".

- Contenido de Agua en el Suelo. Evaporación.
- Dirección y Velocidad del Viento.

Tabla 4. Ubicación estaciones climatológicas marca CAMPBELL SCIENTIFIC.

ID	LATITUD	LONGITUD
Mirador	-75.4904	4.4682
San Antonio (Filo)	-75.4947	4.4662
Manantial (Diamante)	-75.501	4.4583

E. Procesamiento de datos.

Se realizarán estadísticas mensuales de los registros obtenidos con los equipos, considerando además la información que se adquirirá del IDEAM; en este punto se debe resaltar que el procesamiento de los registros que el IDEAM vende al público siempre tiene un rezago temporal, por lo que será necesario ir ajustando los periodos de análisis. A partir de los modelos lluvia – escorrentía, calibrados se realizarán validaciones semestrales de las calibraciones realizadas para las cuencas de análisis.

Aspectos Hidrogeológicos

Se debe tener en cuenta:

1. La definición del modelo hidrológico conceptual, a partir del cual se seleccionarán los sitios de muestreo de calidad y cantidad de las aguas subterráneas (IDEAM 2004)
 2. El diseño y puesta en marcha del plan de monitoreo.
- **Levantamiento de información primaria:** Esta se realizará con el fin de recopilar la información faltante necesaria para la elaboración del modelo hidrogeológico conceptual y preliminar de la zona.
 - **Análisis Hidrológico Superficial:** Los caudales son un insumo fundamental para la operación de los planes mineros, la evaluación de los impactos del cambio del paisaje y las necesidades específicas de abastecimiento de la zona y aguas abajo de la misma. Para lo cual se debe tener en cuenta:

Modelo de elevación digital: Definiendo la precipitación, evaporación y temperatura. Realizando varios ensayos que permitan encontrar un mejor ajuste para el balance hídrico en las cuencas de estudio y calculando:

- Caudales máximos.
- Caudales medios.
- Caudales mínimos.

A. Geología e Inventario de Puntos de Agua

- **Sondeos Eléctricos Verticales:** se interpretarán los existentes y se realizarán **análisis geoelectrónicos** en la zona de estudio, si fueren necesarios, los cuales permitirán la correlación entre la geología, geomorfología y la estratigrafía. Se obtendrán valores preliminares de conductividad hidráulica.

B. Inventario de puntos de agua:

1. Levantamiento riguroso de los puntos de agua (pozos, aljibes, perforaciones y manantiales. Información primaria).
2. Se definirán las potenciales zonas de recarga teniendo en cuenta la geología, geomorfología, coberturas vegetales, definidas a partir de mapas temáticos y con un álgebra de mapas por medio de un SIG.
3. Construir la red de flujo.

"POR MEDIO DE LA CUAL SE HACE EL SEGUIMIENTO A LAS OBLIGACIONES CONTENIDAS EN LOS ARTÍCULOS 5 Y 8 DE LA RESOLUCIÓN 1567 DE 2009, POR LA SUSTRACCIÓN DE UN ÁREA DE LA RESERVA FORESTAL CENTRAL".

C. Pedología: Se obtendrá un mapa de espesores de cenizas, con sus características texturales que será combinado luego con los mapas geológicos, geomorfológicos e hidrológicos para determinar posibles áreas de recarga.

D. Localización y construcción de piezómetros: A partir del modelo hidrogeológico conceptual definido se realizará la selección de los puntos donde se construirán los piezómetros. Los piezómetros corresponderán a un porcentaje de las perforaciones planteadas en el plan de exploración del proyecto (una densidad de aproximadamente **1 piezómetro/500 m²**, IDEAM 2004), el cual comprende **87 puntos** más; si se considera necesaria la construcción de piezómetros en zonas que no están dentro de las perforaciones programadas se construirán de igual forma. Los pozos de monitoreo, se diseñaran y construirán siguiendo la norma ICONTEC NTC 3948 del 1996a.

Se realizará **medición de niveles de agua diarios**, los cuales se almacenarán en formatos estandarizados que se concertarán con el IDEAM y CORTOLIMA. El monitoreo de niveles se realizará durante la fase de exploración y los 3 años siguientes como se requiere en la resolución 1567 de 2009 del MAVDT.

E. Monitoreo de calidad de aguas subterráneas: Se realizarán monitoreos trimestrales, considerando:

- *Parámetros in-situ:* pH, Temperatura, conductividad hidráulica, turbiedad (ICONTEC GTC 30, 1996b).
- *Parámetros orgánicos* (ICONTEC GTC 30, 1996b).
- *Parámetros inorgánicos, ANIONES y CATIONES:* calcio, magnesio, sodio, potasio, cloruros, sulfatos, nitratos, nitritos, carbonatos, nitritos, coliformes fecales, potencial oxido-reducción (ICONTEC GTC 30, 1996b).
- *Parámetros cerca de actividad minera:* Mercurio, Cadmio, Plomo, Níquel, Cobre, Cromo Zinc, Estaño, Arsénico (IDEAM 2004).
- *Diseñar una campaña de análisis isotópicos que servirían para el entendimiento de procesos* (se proponen inicialmente la realización de 50 muestras para la determinación de ¹⁸O y ²H, lo que representa una campaña en invierno y una en verano):
 1. La identificación de mecanismos generadores de caudal,
 2. Determinar áreas de recarga patrones de circulación de aguas subterráneas,
 3. Tiempo de residencia,
 4. Edad del agua subterránea,
 5. Verificación de balances hídricos,
 6. Identificación de fuentes de solutos en sistemas contaminados.

F. Procesamiento de datos de monitoreo: Estimar la vulnerabilidad intrínseca de los acuíferos de la zona de estudio, mediante metodologías de tipo paramétrico considerando las características y tipo de acuíferos de la zona.

Indicadores

Para el tema de oferta hídrica y variabilidad climática; se definen las variables relacionadas en el cálculo de los mismos y la escala temporal de aplicación (Tabla 5). Para los indicadores cualitativos se evaluará el comportamiento de los nacimientos y corrientes superficiales asociados a las cuencas hidroclimáticas adyacentes a las obras y definir los posibles impactos en los caudales de las corrientes superficiales y acuíferos, causados por la actividad de exploración minera en dos periodos de tiempo: corto y largo plazo.

Tabla 5. Indicadores para el monitoreo Hidroclimatológico. Fuente. Plan de Monitoreo

INDICADOR	VARIABLES	ESCALA TEMPORAL
Variación de la escorrentía con respecto a la	Q = Caudal medio en m3/s A = Área en km2	Mensual o anual

"POR MEDIO DE LA CUAL SE HACE EL SEGUIMIENTO A LAS OBLIGACIONES CONTENIDAS EN LOS ARTÍCULOS 5 Y 8 DE LA RESOLUCIÓN 1567 DE 2009, POR LA SUSTRACCIÓN DE UN ÁREA DE LA RESERVA FORESTAL CENTRAL".

INDICADOR	VARIABLES	ESCALA TEMPORAL
<i>condición media de referencia</i>		
Índice de aridez	ETP = Evapotranspiración potencial ETR = Evapotranspiración real	Estacionario
Índice de recursos y reservas de agua subterránea	Reservas por efecto elástico $R1 = A \times S \times$ saen m^3 o km^3 Reservas por efecto secular $R2 = A \times m \times S_y$ en m^3 o km^3	Estacionario
Variación de concentración de sedimentos en suspensión	Variable 1: Peso (kilogramo) Cantidad de sedimento por muestra. Variable 2: Volumen (litro) Unidad de solución (sólido-líquido) por muestra de sedimento medido.	Trimestral
Variación de la carga de sedimentos en suspensión	Variable 1: Peso (kilo-toneladas) Cantidad de sedimento por muestra. Variable 2: Tiempo (día, año) Período de tiempo en el cuál se produce el transporte de sedimento medido.	Trimestral
Alteración de la precipitación por el ENSO	Precipitación media anual en años niño, niña y normal	Estacionario
Alteración de la temperatura media mensual del aire por el ENSO	Temperatura media anual en años niño, niña y normal	Estacionario
Índice de uso del agua	Usos del agua	Estacionario

Aspectos Hidroclimáticos

Clima: Se caracterizará climatológicamente la zona de estudio, a través de 3 estaciones climatológicas existentes, con capacidad para registrar las siguientes variables: precipitación, temperatura, humedad, brillo solar, evaporación, velocidad y dirección del viento.

Oferta hídrica: Se elaborarán los balances hídricos específicos, a partir de la instalación de 8 estaciones hidrométricas con dispositivos de registro continuo en las quebradas La Arenosa, La Colosa, Espinal, Chicoral y Coello y en el distrito de riego de Usocoello. Adicionalmente, se realizarán aforos de caudales sólidos y líquidos; así como la identificación, geo-referenciación y cálculo de los diferentes usos del recurso. Asimismo, se realizará la estimación de los indicadores de estado y seguimiento del recurso hídrico.

Aspectos Hidrogeológicos

El monitoreo hidrogeológico permitirá realizar el seguimiento al estado del recurso hídrico en el área de intervención y de influencia del proyecto minero La Colosa durante su fase de exploración, para lo cual se registrará el comportamiento de los niveles freáticos y la calidad del agua subterránea.

Cumplimiento del análisis

PRIMER INFORME

• Hidrología

Es necesaria la información de dos tipos:

- Datos hidrometeorológicos
- Información cartográfica de la zona, a partir de la cual se genera el modelo digital de elevación, que es la base para la obtención de los parámetros morfométricos de la cuenca.

A. INFORMACIÓN HIDROMETEOROLÓGICA

"POR MEDIO DE LA CUAL SE HACE EL SEGUIMIENTO A LAS OBLIGACIONES CONTENIDAS EN LOS ARTÍCULOS 5 Y 8 DE LA RESOLUCIÓN 1567 DE 2009, POR LA SUSTRACCIÓN DE UN ÁREA DE LA RESERVA FORESTAL CENTRAL".

En el documento allegado se aclara que debido a la ausencia de información hidrometeorológica puntual en la zona de estudio, se procedió con la adquisición de información disponible en puntos cercanos que diera cuenta de las características hidrometeorológicas de la zona, se encontró con información hacia el oriente de la zona de estudio, en la cuenca del río Combeima y en general aguas abajo de la zona de impacto directo del proyecto. La información adquirida incluye estaciones hidrometeorológicas tipo LG, LM, PG, PM, CO y SP todas ellas operadas por el IDEAM.

- *Un total de siete (7) estaciones limnigráficas con registros de caudales medios diarios, todas ellas operadas por el IDEAM.*
- *En total ocho (8) estaciones limnimétricas con registros de caudales medios diarios, todas operadas por el IDEAM*
- *Se adquirieron un total de ocho (8) estaciones Pluviográficas operadas por el IDEAM, con registros de precipitación total diaria.*
- *Se adquirieron un total de seis (6) estaciones pluviométricas, todas operadas por el IDEAM con registros de precipitación total diaria.*
- *Se obtuvo un total de 2 estaciones Climatológicas Ordinarias operadas por el IDEAM, con registros de temperatura media diaria y precipitación total diaria.*
- *Se adquirió una (1) estación Sinóptica principal operada por el IDEAM, con registros de precipitación total diaria.*

Las estaciones de precipitación tienen longitudes de registro entre 24 y 52 años, con resolución temporal diaria, mientras las estaciones de caudal tienen periodos de registro más cortos comprendidos entre 5 y 30 años. Las estaciones de caudal tienen un número de datos faltantes considerablemente mayores que las estaciones de precipitación y climatológicas, alcanzando incluso valores de 69,5% de datos diarios faltantes, mientras que el mayor número de faltantes para una estación de precipitación es de 20,08%. A las estaciones de caudal se les realizó un análisis de consistencia espacial.

De acuerdo al análisis de la información allegada, es importante resaltar que siendo un producto correspondiente al 2012, la información de las estaciones de caudal llega hasta el 2009 en ocho de los quince sitios, en los demás casos hasta años anteriores, en general de manera incompleta. De igual forma para las quince estaciones de precipitación, donde una proporciona información hasta el 2011, una hasta el 2010, diez hasta el 2009 y las demás hacia atrás, en todos los casos de manera incompleta. Para las 4 estaciones climatológicas el periodo más reciente es 2009 en dos de los sitios y también de manera incompleta.

B. CONSTRUCCIÓN DEL MODELO DIGITAL DE TERRENO

Un modelo digital de terreno (MDT) o modelo digital de elevación (MDE) es una representación digital del terreno que permite el almacenamiento y procesamiento del mismo en sistemas de información geográfica. Los modelos digitales de elevación tienen la estructura de datos que se conoce como ráster. Según esta estructura, el área que se desea representar se discretiza en regiones elementales rectangulares llamadas píxeles, y a cada una de ellas se les asigna un valor de elevación sobre el nivel del mar; este valor representa el valor medio de la altura tomado sobre todos los puntos al interior del píxel.

Se trabajó con una malla de 10 m en coordenadas planas (UTM, Zona 18N) considerando que es la información de menor escala que se puede tener en la zona.

Para el trazado de la cuenca hidrográfica y la obtención de sus parámetros morfométricos, se realizó corrección del MDE, para eliminar las zonas planas y los sumideros, usando el plug-in WaterShed Delineation de MapWindow. En la Tabla 6, se presentan los parámetros morfométricos de las cuencas de la zona de estudio. De igual manera presentan una figura que representa el modelo de elevación digital del terreno.

Tabla 6. Generalidades de las cuencas de la zona de estudio. A: Área – P: Perímetro.
Fuente: Documento allegado Primer Informe

"POR MEDIO DE LA CUAL SE HACE EL SEGUIMIENTO A LAS OBLIGACIONES CONTENIDAS EN LOS ARTÍCULOS 5 Y 8 DE LA RESOLUCIÓN 1567 DE 2009, POR LA SUSTRACCIÓN DE UN ÁREA DE LA RESERVA FORESTAL CENTRAL".

CUENCA	A [km ²]	Cota Max [msnm]	Cota Salida [msnm]	P [km]	X salida [m]	Y salida [m]
Río Bermellón hasta desembocadura quebrada La Guala	60,2	3630,8	2151,3	44,6	446,251	490,953
Quebrada La Guala aguas debajo de la desembocadura de la quebrada La Colosa	26,2	3610	2166,4	30,2	446,391	491,168
Quebrada La Colosa	5,4	3570	2160	13,8	446,391	491,168
Quebrada La Arenosa	3,1	3550	2400	10,5	444,82	492,319

C. CAMPO DE VARIABLES CLIMÁTICAS

Para el campo de precipitación se trabajó con los registros diarios de las estaciones procesadas, a las cuales se les realizó reconstrucción y posteriormente análisis de homogeneidad. Los campos de precipitación, información importante para la metodología utilizada, se estimaron a partir de la interpolación de series históricas usando el método de Kriging con deriva externa, usando como información secundaria (deriva) los campos de precipitación obtenidos por Álvarez (2007), ya que éstos dan cuenta de la variabilidad espacial de la lluvia. Los campos de temperatura y evapotranspiración real se definieron a partir de expresiones matemáticas con datos de precipitación y altura. En el documento allegado se resalta que algunos de los registros de precipitación diarios no pudieron ser reconstruidos con esta técnica, ya que no se disponía de suficiente información de las estaciones de precipitación en cuencas cercanas.

Precipitación

Debido a la existencia de faltantes dentro de los registros de precipitación diaria de las estaciones adquiridas, se hace necesaria la reconstrucción de dichos datos, para hacerlo se utiliza un método que estima los datos faltantes en el registro de una estación a partir de una ecuación que pondera para cada periodo faltante el registro de la precipitación media de la estación en función de registros conocidos y precipitaciones medias de estaciones cercanas. Teniendo en cuenta que la fiabilidad de un dato depende de homogeneidad en las características de estaciones cercanas y de un número significativo de las mismas, se conforman cuatro grupos de estaciones, según se indica en la tabla 7 tomada del documento allegado.

Tabla 7. Grupos de acuerdo a las estaciones. Fuente: Tabla tomada y modificada del documento allegado

Grupo	Código	Estación	Inicio	Fin	Años	Porcentaje registros faltantes	Precipitación media anual	Precipitación media anual después de la estimación
1	2121510	Cajamarca	1986	2009	24	1,69%	1329,8	1325,9
1	2121018	Toche	1986	2009	24	6,38%	1296,7	1292,6
2	2121513	CuacuanaHda	1987	2009	23	0,73%	1029,7	1026,5
2	2121015	La Cascada	1987	2009	23	17,87%	1328,6	1300,2
2	2121014	El Plan	1987	2009	23	8,06%	1088,3	1057,8
2	2121013	Las Delicias	1987	2009	23	4,89%	1208,1	1200
3	2121505	El Paso	1974	1979	37	0,18%	1809,9	1860,6
3	2612016	Salento	1974	2010	37	14,24%	2506,9	2520
3	2612917	Pijao	1974	2010	37	10,41%	2301,5	2341,3
4	2121010	El Rancho	1985	2008	24	36,61%	1497,9	1523
4	2121022	El Palmar	1985	2008	24	2,89%	1231,9	1340,4
4	2121002	Las Juntas	1985	2008	24	3,15%	1573,5	1498,2
4	2121011	El Placer	1985	2008	24	2,76%	2082,1	2091,2
4	2121003	Pastales	1985	2008	24	15,55%	1990,6	2092
4	2121008	El Secreto	1985	2008	24	10,45%	1954,4	1961,3
4	2121016	El Darién	1985	2008	24	5,38%	2098,7	2129,9

Las estaciones del grupo 3 de reconstrucción, 2612016 Salento y 2612017 Pijao, no pudieron ser reconstruidas para el periodo 1986-1988 y para el año 2001, la estación 2121505 El Paso sólo pudo reconstruirse para 6 años, para esta última se indica en la tabla 7, un periodo de 37 años pero el lapso corresponde sólo a 6 años.

"POR MEDIO DE LA CUAL SE HACE EL SEGUIMIENTO A LAS OBLIGACIONES CONTENIDAS EN LOS ARTÍCULOS 5 Y 8 DE LA RESOLUCIÓN 1567 DE 2009, POR LA SUSTRACCIÓN DE UN ÁREA DE LA RESERVA FORESTAL CENTRAL".

El análisis y modelación de datos hidrológicos a menudo asume que los datos son estacionarios en la media y en la varianza. Sin embargo, si se presentan cambios o tendencias en los datos, la suposición de estacionariedad no es válida, este análisis fue aplicado para los registros correspondientes a las estaciones, encontraron que sólo satisfacen esta homogeneidad los valores correspondientes a las estaciones El Plan y el Darién.

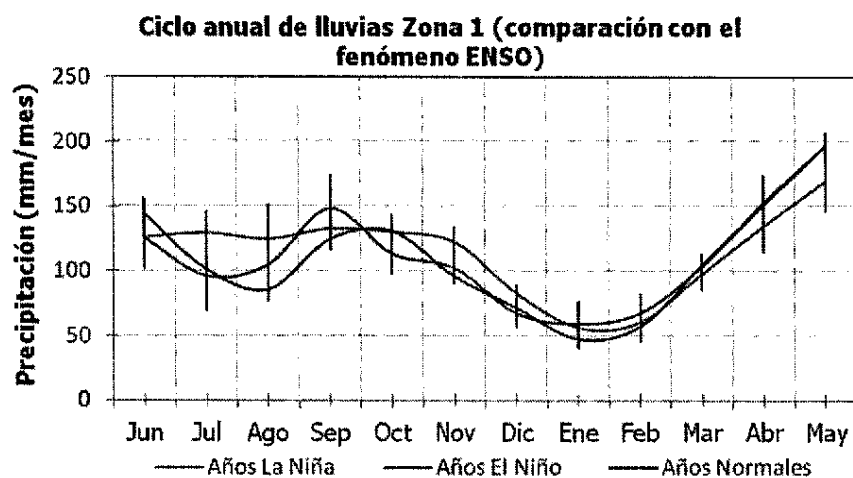
Es de resaltar que se excluyen del análisis los años 1986-1988 y 2001 debido a que no pudieron ser reconstruidos. De igual manera encontraron que sólo una de las pruebas presenta cambios en la varianza para 5 estaciones, dichos cambios aparecen antes de remover el cambio en la media y todos ellos se conservan aún después de removerlo, sin embargo debido a que las demás pruebas no detectan estos cambios se puede concluir que no son suficientemente significativos. Para 4 estaciones dos o más pruebas detectan el cambio en la varianza, de igual manera éste se conserva después de la remoción del cambio en la media por lo que se concluye que dichos cambios pueden ser significativos.

De igual manera se indica que el porcentaje de valores extraordinarios detectados por las pruebas que coinciden con fases del ENSO son superiores al 50% para la mayoría de las estaciones (8 estaciones según la prueba Dixon y 10 estaciones para la prueba de Rango normalizado).

Realizaron la variabilidad interanual de la precipitación-relación con el fenómeno ENSO, para estudiar la dinámica interanual cuantificaron su grado de asociación al fenómeno macroclimáticos El Niño-Oscilación del Sur (ENSO) en sus dos fases extremas El Niño (fase cálida) y La Niña (fase fría). Para el propósito de estudiar este fenómeno se presenta el año "hidrológico" entre Junio (año 0) y Mayo (año +1) para el análisis de las series, ya que esta temporada define la dinámica del ENSO sobre el Océano Pacífico tropical (Poveda et al., 2001; 2006), y por tanto sus efectos sobre la Hidroclimatología del Caribe (Poveda & Mesa, 1997), por ejemplo se tomó para el análisis la serie de la estación Cajamarca.

En la Figura 5 se presenta el ciclo anual de las lluvias promedio en la Zona 1 durante las fases del ENSO (El Niño y La Niña), así como durante las épocas normales. Los resultados indican que en general no se presenta un comportamiento típico durante la ocurrencia del fenómeno ENSO para la Zona 1.

Figura 5: Ciclo anual promedio de las lluvias durante las fases extremas del ENSO (El Niño y La Niña), así como durante épocas normales.



Ciclo anual de precipitación: Las series de precipitación se analizaron siguiendo los cuatro grupos ya conformados, según se indica en la Tabla 8. Presentan gráfica para cada grupo.

Tabla 8. Resumen resultados de precipitación de acuerdo a los grupos.

“POR MEDIO DE LA CUAL SE HACE EL SEGUIMIENTO A LAS OBLIGACIONES CONTENIDAS EN LOS ARTÍCULOS 5 Y 8 DE LA RESOLUCIÓN 1567 DE 2009, POR LA SUSTRACCIÓN DE UN ÁREA DE LA RESERVA FORESTAL CENTRAL”.

Modelo	Estación de Caudal		Datos generales de la cuenca			
	Código	Nombre	Área [km²]	Altura media [msnm]	P media [mm/año]	P distribuida [mm/año]
M1	21217280	Puente La Bolívar	81,8	2839,3	1796,2	1856,9
M2	21217140	Puente Luisa	111,4	3240,1	1642,0	1640,0
M3	21217170	El Chuzo	260,9	2960,8	1694,8	1712,7
M4	21217180	Montezuma	165,2	2881,7	1913,4	1875,6
M5	21217220	San Vicente	105,6	3123,5	1989,8	2000,0
M6	21217200	El Carmen	1095,2	2620,1	1824,7	1449,2
M7	21217120	Puente Carretera	957,6	2755,0	1827,0	1226,2
M8	21217250	Bocatoma	16,7	2130,6	1632,6	2285,6
M9	21217190	Juntas	6,7	3413,5	2061,2	2055,5

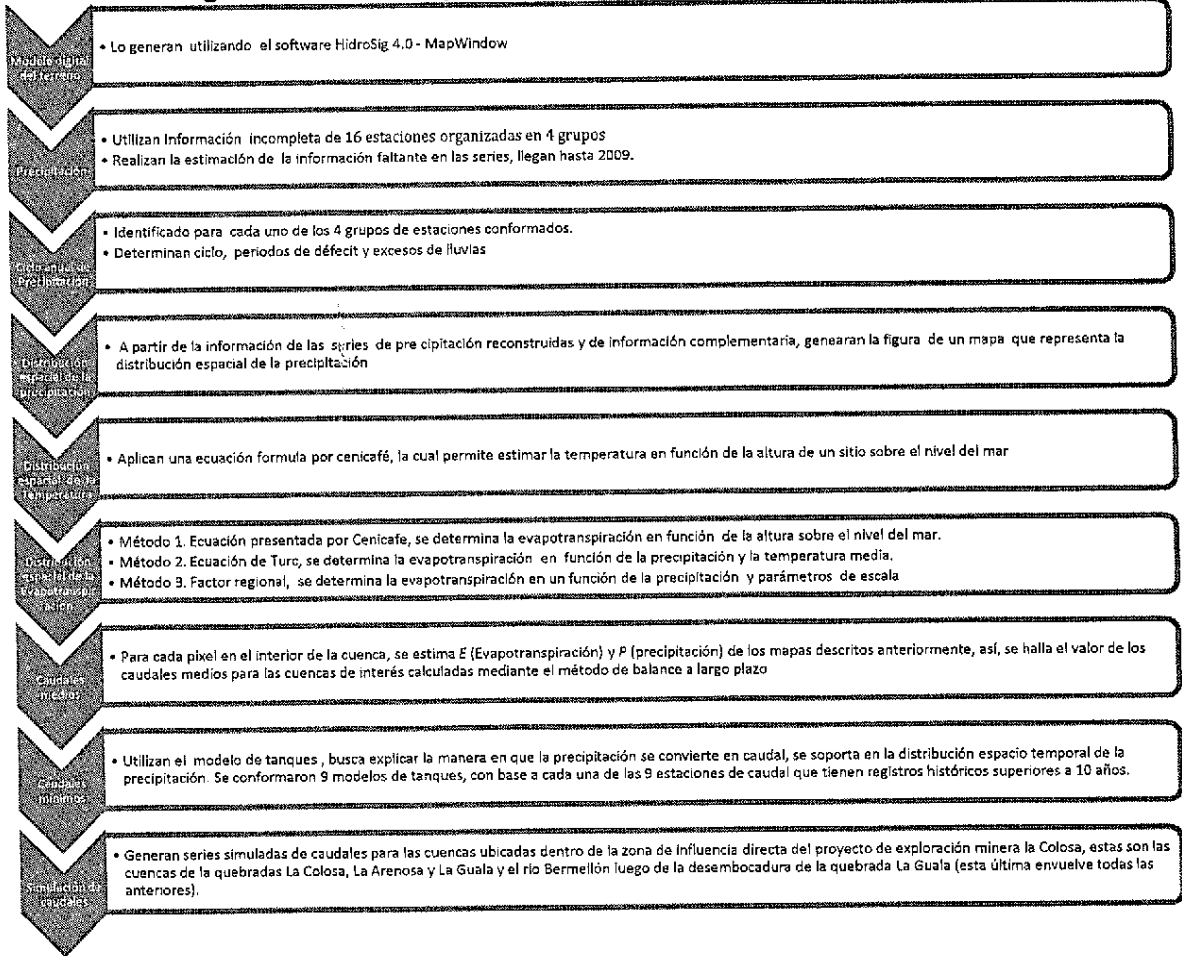
Como producto presentan una figura con la Cuenca definida para cada estación, en la cual se indica el área asociada a cada cuenca, sin especificar valores correspondientes a caudales mínimos.

Simulación de caudales en las cuencas de interés

Generan series simuladas de caudales para las cuencas ubicadas dentro de la zona de influencia directa del proyecto de exploración minera la Colosa, estas son las cuencas de la quebradas La Colosa, La Arenosa y La Guala y el río Bermellón luego de la desembocadura de la quebrada La Guala (esta última envuelve todas las anteriores). El periodo de simulación es el mismo del modelo M1 21217280 Puente la Bolívar (1997 a 2009) y la precipitación también es distribuida temporalmente fundamentada en los registros de la estación 2121510 Cajamarca.

Del análisis de la documentación allegada se tiene la Figura 5, en la cual se resume el proceso de generación del modelo conceptual, evidenciando la importancia de la información base, de la robustez de ésta depende la calidad de las estimaciones y de la simulación lograda con el modelo.

Figura 5. Resumen proceso generación modelo conceptual.



"POR MEDIO DE LA CUAL SE HACE EL SEGUIMIENTO A LAS OBLIGACIONES CONTENIDAS EN LOS ARTÍCULOS 5 Y 8 DE LA RESOLUCIÓN 1567 DE 2009, POR LA SUSTRACCIÓN DE UN ÁREA DE LA RESERVA FORESTAL CENTRAL".

Geología y Geomorfología

Este informe presenta las características geológicas y estructurales de las unidades, para llegar a comprender cómo se da el flujo de agua en las rocas que constituyen un medio fracturado, y cómo se da el flujo en los depósitos aluvio-torrenciales, de vertiente, suelos residuales, depósitos piroclásticos que se comportan como un medio poroso.

INFORMACIÓN SECUNDARIA DISPONIBLE

- Esquema de Ordenamiento Territorial de Cajamarca (EOT)
- Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca del río Coello (POMCA)
- Estudio técnico del Túnel de La Línea.
- Documentación generada por AGA Colombia S.A "Estudio ambiental para la solicitud de sustracción de un área de la reserva central en el municipio de Cajamarca, departamento del Tolima"

ANÁLISIS DE LOS RUMBOS DE LOS DRENAJES: *Se realizó un análisis estadístico a los datos de rumbo tomados en distintos tramos de las corrientes y las longitudes de persistencia de dichos tramos, encontrando que hay una fuerte influencia hacia el N – NE. Incluyen diagrama de rosas.*

DESCRIPCIÓN GENERAL DE LOS REGISTROS DE PERFORACIÓN: *Realizaron las columnas estratigráficas de 17 perforaciones localizadas dentro del polígono sujeto a las actividades de exploración en inmediaciones del Cerro La Guala. Se observó que los niveles de ceniza presentes en la zona de estudio varían entre 3 m y 10 m de espesor, sin presentar ninguna tendencia dominante. Además se encontró que el saprolito generado a partir de las unidades ígneas y metamórficas, tiene en promedio 30 m de espesor con un máximo de 47 m de espesor. Las rocas más abundantes son diorita, dacita y las zonas de brecha de intrusión.*

FOTOINTERPRETACIÓN: *Por medio de la observación de las fotografías aéreas en un estereoscopio de escritorio establecen 4 unidades fotogeológicas, áreas que poseen características similares en su red de drenaje, morfología, pendientes y cobertura vegetal. Generan figura con las unidades fotogeológicas.*

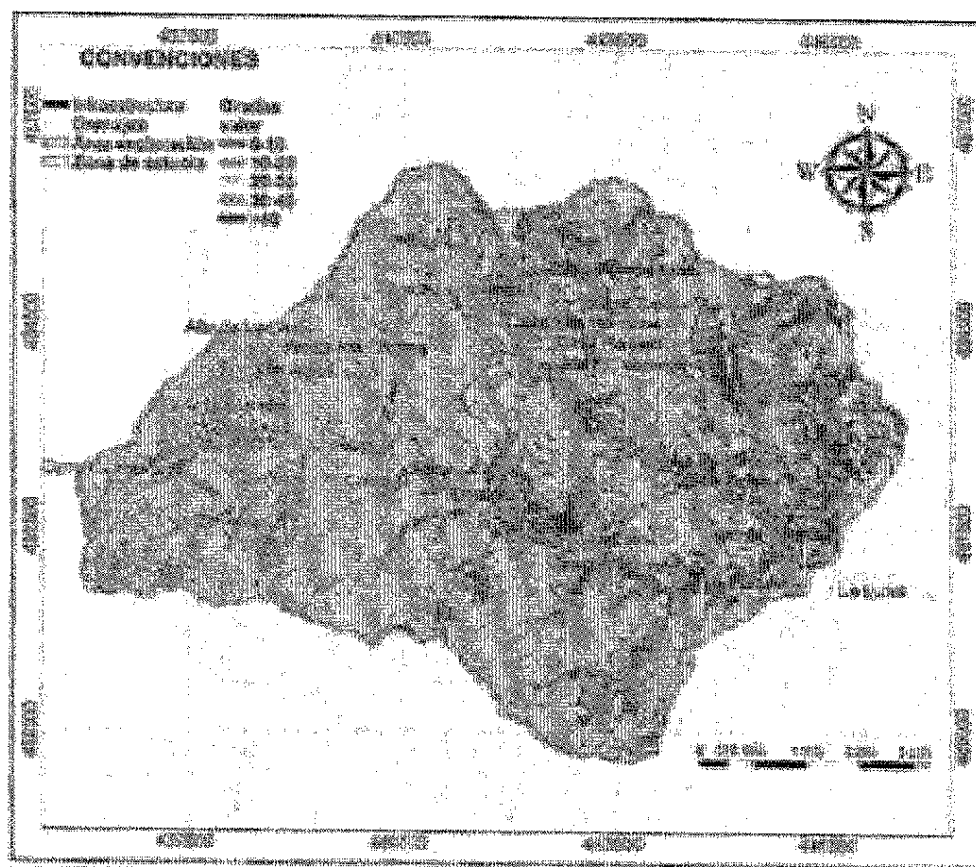
CAMPAÑA DE CAMPO: *Durante los días 9 al 22 de junio de 2011 adelantaron labores de campo en el área de estudio. En total 207 afloramientos de roca y 98 afloramientos de depósitos piroclásticos.*

GEOMORFOLOGÍA: *El área de estudio en general está conformada por una franja de terreno que hace parte de los plegamientos complejos sobre rocas del Grupo Cajamarca del Paleozoico, que se encuentran entre las cotas 2400 y 3550 m.s.n.m., con laderas de pendiente suave a fuertemente inclinada, afectada por plegamientos y fallas regionales. (AGAC, 2008(b)).*

Usando la base cartográfica de Anglogold Ashanti Colombia S.A. y el software ArcGis 9.3, generan un nuevo mapa de pendientes clasificado en cinco grupos: pendientes menores a 10°, pendientes entre 10 y 20°, pendientes entre 20° y 30°, pendientes entre 30° y 40°, y pendientes mayores a 40°, Figura 6.

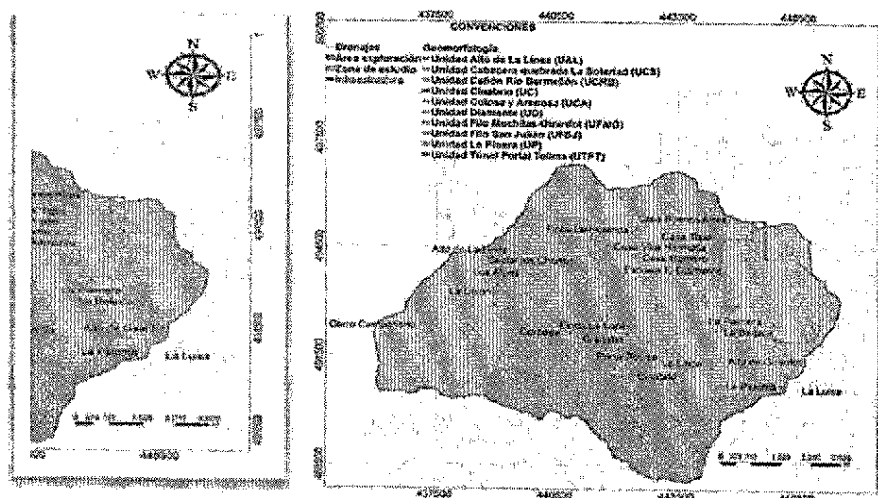
Figura 6. Mapa de pendientes reclasificado. Fuente: Documento primer informe AGA

"POR MEDIO DE LA CUAL SE HACE EL SEGUIMIENTO A LAS OBLIGACIONES CONTENIDAS EN LOS ARTÍCULOS 5 Y 8 DE LA RESOLUCIÓN 1567 DE 2009, POR LA SUSTRACCIÓN DE UN ÁREA DE LA RESERVA FORESTAL CENTRAL".



En el documento allegado se presenta el mapa geomorfológico obtenido luego de definir las unidades geomorfológicas del área de estudio. No se especifican en esta parte del documento los motivos por los cuales no se establecen unidades geomorfológicas hacia el sentido N, E y SE del área de exploración, como se evidencia en la Figura 7 tomada del mapa de unidades geomorfológicas presentado en el documento.

Figura 7. Imagen tomada del mapa de unidades Geomorfológicas y Mapa unidades Geomorfológicas.



Fuente: Documento primer informe AGA

Fundamentado en el mapa de pendientes reclasificado y las observaciones realizadas en campo definieron diez unidades geomorfológicas teniendo en cuenta pendiente de las laderas, grado de incisión, forma de los filos, procesos morfodinámicos identificados y características de las vertientes (Figura 7).

Geología

“POR MEDIO DE LA CUAL SE HACE EL SEGUIMIENTO A LAS OBLIGACIONES CONTENIDAS EN LOS ARTÍCULOS 5 Y 8 DE LA RESOLUCIÓN 1567 DE 2009, POR LA SUSTRACCIÓN DE UN ÁREA DE LA RESERVA FORESTAL CENTRAL”.

Las unidades geológicas presentadas se describieron y cartografiaron tomando como base los estudios del Ingeominas (Plancha 244 INGEOMINAS, 1982), los cuales se modificaron y refinaron con la información levantada de 305 puntos de levantamiento geológico, los cuales incluyen afloramientos de roca, depósitos de material piroclásticos, flujos de vertiente y depósitos aluviales. La densidad de estaciones levantadas permitió realizar un refinamiento de la cartografía geológica cuya escala de trabajo es de 1:10000.

Incluyen las siguientes imágenes

- Ubicación de estaciones de levantamientos geológicos.
- Mapa Geológico
- Perfil geológico A-A´ (SE-NW)
- Perfil geológico B-B´ (S-N)
- Perfil geológico C-C´ (S-N)
- Perfil geológico D-D´ (SW-NE)
- Perfil geológico E-E´ (SW-NE)

En la descripción de las unidades geológicas se indican características generales, composición, lugares en la zona donde se observa imágenes de hallazgos de la roca, esto para cada unidad relacionada en la Tabla 11.

Tabla 11. Unidades geológicas descritas. Fuente: Documento allegado primer informe de monitoreo.

Rocas Metamórficas	Complejo Cajamarca	Esquistos cuarzo- micaceo con grafito (es)
		Esquistos cloríticos actinolíticos (ev)
		Cuarcitas (q)
Rocas Ígneas	Rocas Hipoabisales. Pórfidos, Andesitas y Dacitas Porfídicas (Tad)	
	Complejo Quebradagrande (CQg)	
Depósitos Cuaternarios	Depósitos Aluvio-torrenciales (Qa)	
	Depósitos de Vertiente (Qv)	
	Depósitos Piroclásticos (Qp)	

Describen los distintos tipos de piroclastos clasificados por su tamaño, y presentan imagen con Afloramientos de depósitos piroclásticos en la zona de estudio. Complementan describiendo cenizas por zonas. En este punto incluyen imagen con el Mapa de localización de zonas de depósitos piroclásticos con referencias puntuales obtenidas en el trabajo de campo.

SUELOS Y ROCAS METEORIZADAS: Durante la jornada de campo, levantaron los diferentes perfiles de suelo observados para cada unidad geológica encontrada. Identificaron los perfiles de meteorización, estos se describen con esquemas e imágenes de los diferentes horizontes, discriminados en las unidades:

- Complejo Cajamarca
- Complejo Cajamarca: Cuarcita (q)
- Rocas Hipoabisales (Tad)
- Depósitos Piroclásticos

Geología Estructural

Marco tectónico regional

El Departamento del Tolima está ubicado en la zona andina, región que se encuentra sometida a interacción entre las placas tectónicas del Pacífico (Nazca) y Suramérica. Los mayores rasgos morfotectónicos son las cordilleras Central, Oriental y el valle del río Magdalena. Los esfuerzos de compresión principal, orientados en sentido general este - oeste, ocasionaron deformaciones de la corteza terrestre, en su mayoría pliegues y fallas

"POR MEDIO DE LA CUAL SE HACE EL SEGUIMIENTO A LAS OBLIGACIONES CONTENIDAS EN LOS ARTÍCULOS 5 Y 8 DE LA RESOLUCIÓN 1567 DE 2009, POR LA SUSTRACCIÓN DE UN ÁREA DE LA RESERVA FORESTAL CENTRAL".

geológicas; algunas de estas últimas de mucha importancia en evaluación de la amenaza sísmica (Ingeominas, 2001).

Aunque afirman que las fallas regionales no están presentes en la zona de estudio, describen algunas por su posible influencia, estas son: El sistema de fallas Romeral representado por la falla San Jerónimo, Ibagué, Chapetón-Pericos, y Cajamarca-Las Juntas.

Marco tectónico local

Estructuras geológicas de importancia en el área de estudio, como son fallas regionales y locales se encuentran afectando las distintas unidades geológicas presentes. Teniendo en cuenta el trabajo de campo donde se levantaron 14 datos estructurales correspondientes a fallas sobre distintas rocas y lineamientos detectados en la fotogeología, afirman que las principales estructuras presentes en el área de estudio son el sistema de fallas Palestina y la falla Bermellón-Campanario, así como también fallas menores con orientación variable entre N10W a N60W, las cuales pueden tener una influencia significativa dentro del modelo hidrogeológico conceptual regional, realizan una descripción de las fallas La Palestina y la Cristalina. Incluyen Diagramas de Tendencias Estructurales.

Análisis geoestadísticos de fracturas

Los datos estructurales recolectados en campo son utilizados para la construcción de diagramas estadísticos que permiten un análisis completo de las estructuras de las rocas de la zona de estudio. En los diagramas muestran la distribución de los polos de las discontinuidades levantadas en campo e identifican las rocas más diaclasadas y las familias que presentan los mayores pesos hidráulicos.

A partir de los diagramas presentados concluyen que el peso hidráulico de cada unidad litológica es proporcional a la densidad de fracturamiento, además, al realizar una comparación entre las distintas unidades litológicas presentes en la zona de estudio, es posible ordenar de mayor a menor peso hidráulico las unidades geológicas presentes, así: esquistos cuarzo micaceo grafitosos, posteriormente los esquistos clorítico actinolíticos, los pórfidos y finalmente las cuarcitas. Tomando en cuenta lo mencionado, las rocas esquistosas del Complejo Cajamarca presentan gran importancia en el flujo de agua subterráneo y por tanto en el modelo hidrogeológico conceptual regional ya que estas presentan una alta conductividad y son predominantes en la zona de estudio.

ISOTOPIA E HIDROGEOQUIMICA

- El monitoreo se ha realizado mensual desde el mes de junio de 2011, para analizar las relaciones isotópicas (O18/O16 – H2/H1) de manera que se establezca la variabilidad espacial y temporal de los resultados. Se ha realizado una serie de recolección de muestras mensuales para análisis de O18, H2 y de cloruros (Cl-) del agua lluvia y, desde el mes de octubre de 2011, de algunos puntos de aguas superficiales y afloramientos subterráneos en la zona de estudio.
- Con el fin de conocer la dinámica del sistema hidrogeológico y su interacción con el sistema superficial y atmosférico se plantea una red de monitoreo. La red de monitoreo preliminar consta de:

7 puntos de muestreo de agua lluvia (Totalizadores),

10 puntos de muestreo de agua superficial y

10 puntos de muestreo de agua subterránea, 5 de los cuales corresponden a los piezómetros que se han definido dentro de la zona de influencia directa del proyecto y los 5 restantes a pozos y manantiales distribuidos en la zona de estudio.

De acuerdo al análisis del documento allegado y de los resultados presentados para las diferentes campañas y totalizadores, es importante tener en cuenta que las dificultades de muestreo y la periodicidad del mismo, no permiten que los resultados sean comparables en

"POR MEDIO DE LA CUAL SE HACE EL SEGUIMIENTO A LAS OBLIGACIONES CONTENIDAS EN LOS ARTICULOS 5 Y 8 DE LA RESOLUCIÓN 1567 DE 2009, POR LA SUSTRACCIÓN DE UN ÁREA DE LA RESERVA FORESTAL CENTRAL".

el establecimiento de conclusiones. Tal como lo sugiere el documento allegado, el uso de técnicas isotópicas se constituye en una pieza muy importante durante la construcción de modelos hidrogeológicos, dado que permiten establecer la relación existente entre las aguas lluvias, superficiales y subterráneas; sin embargo, sólo el monitoreo continuo y cuidadoso de estas variables conduce a resultados confiables y concluyentes.

En cuanto a la revisión de información secundaria con respecto a la hidrogeoquímica, se hace una evaluación, básicamente de resultados de muestreos fisicoquímicos practicados por la AGA Colombia S.A y analizados en el laboratorio Antek, la única fuente externa son los resultados de los muestreos practicados en la marco del Esquema de Ordenamiento Territorial del Municipio de Cajamarca, analizados en el Laboratorio Ambiental del Tolima.

En el documento allegado se recomienda incluir algunas variables adicionales a las establecidas en el Plan de Monitoreo para el seguimiento de calidad e hidrogeológico del agua (Tabla 12).

Tabla 12. Variables fisicoquímicas a ser monitoreadas

Aniones	Cationes	Otros	
Cloruro (Cl) ⁻	Sodio (Na ⁺)	Cobre (Cu)	Alcalinidad Total
Sulfato (SO ₄) ²⁻	Calcio (Ca ²⁺)	Arsénico (As)	pH
Bicarbonato (HCO ₃) ⁻	Magnesio (Mg ²⁺)	Hierro total* (Fe)	Temperatura
Nitratos (NO ₃) ⁻	Potasio (K ⁺)	Dureza total	Cadmio**
Fosfatos (PO ₄) ³⁻	Hierro Ferroso (Fe ²⁺)	Sólidos totales en solución	Plomo**
	Amonio (NH ₄) ⁺	Conductividad eléctrica	Níquel**
	Aluminio (Al) ³⁺	Mercurio**	Cromo**
		Zinc**	Estañio**
		Turbidez**	Sólidos totales**
		Oxígeno disuelto**	Nitritos**
		Nitrógeno amoniacal**	Acidez**
		Coliformes totales**	
		Coliformes fecales**	

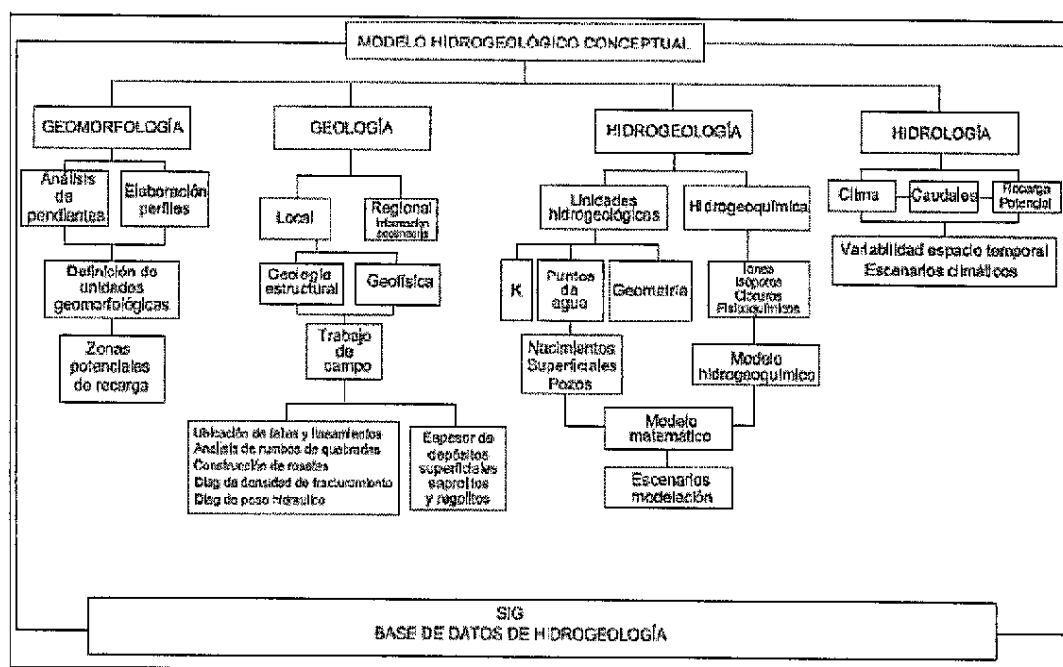
* Hierro total no en solución. ** Según la propuesta de monitoreo aprobada por el IDEAM

Modelo Hidrogeológico Conceptual Regional

La metodología para la construcción del modelo hidrogeológico conceptual regional, es abordada desde la Guía metodológica para la formulación de planes de manejo ambiental de acuíferos, publicada por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (Vélez, 2010), que para el caso de la zona de estudio, fue refinado de acuerdo a la información disponible. También tienen en cuenta la Guía para Planes de Manejo de Aguas Subterráneas (Vélez, 2010), de donde se sigue el esquema presentado en la figura 9.

Figura 8. Esquema metodológico para la construcción de un modelo hidrogeológico conceptual. (Universidad Nacional sede Medellín, 2011).

"POR MEDIO DE LA CUAL SE HACE EL SEGUIMIENTO A LAS OBLIGACIONES CONTENIDAS EN LOS ARTÍCULOS 5 Y 8 DE LA RESOLUCIÓN 1567 DE 2009, POR LA SUSTRACCIÓN DE UN ÁREA DE LA RESERVA FORESTAL CENTRAL".



UNIDADES HIDROGEOLÓGICAS: Se identificaron características importantes hidrogeológicamente como: dimensiones de los cuerpos, como área y espesor potencial, composición mineralógica, disposición estratigráfica de los cuerpos, estado estructural (caracterización de las diferentes discontinuidades), posibles zonas de recarga y descarga, direcciones de flujo, granulometría (en medio poroso) y grado de fracturamiento (medio fracturado).

- **Unidad hidrogeológica 1 (UH1). Esquistos y Cuarcitas (Es, Ev, Ms, q):** Está representada por cuatro tipos de rocas: Esquistos cuarzo micaceo con grafito (Es), Esquistos Clorítico-Actinolíticos (Ev), Metasedimentitas (Ms) y Cuarcitas. Presentan diagramas de barras para longitudes de abertura y número de aberturas por metro cuadrado en esquistos cuarzo micaceos con grafito (Es), esquistos cloríticos-actinolíticos (Ev) y metasedimentitas (Ms). Para las aberturas en Cuarcita presentan diagramas correspondientes al Complejo Cajamarca. De igual forma incluyen gráfico de Roseta de Esquistos Cuarzo micaceo con Grafito (es), Esquistos Actinolíticos Cloríticos (ev) y Cuarcita del Grupo Cajamarca.
1. El análisis estructural realizado en los esquistos con las diaclasas medidas en campo, indica que los planos preferenciales en el flujo del agua subterránea en la unidad (UH1) tienen direcciones de $37^\circ/8$ y $326^\circ/56$, los cuales serán indicadores de la dirección de los vectores de conductividad hidráulica. Estas direcciones se correlacionan con las direcciones principales encontradas en el análisis de rumbos de los drenajes de las cuencas en el área de estudio, lo que indica que las características estructurales de esta unidad controlan el flujo de agua superficial en la gran mayoría del área. Dado que las características estructurales son persistentes en todo el cuerpo, es probable que también controlen el flujo de agua subterránea.
 2. El análisis estructural realizado en las cuarcitas con las discontinuidades medidas en campo, indica que el flujo de agua subterránea tiene un desplazamiento preferencial en los planos con direcciones $359^\circ/1$ y $50^\circ/3$. Debido al poco porcentaje que ocupa este cuerpo en el área de estudio, su importancia hidrogeológica no es de escala regional si no de escala local.
 3. Es probable que la recarga de esta unidad se presente gracias a la precipitación directa sobre el cuerpo o por infiltración directa desde el material piroclástico; esta última puede ser la más común dado que casi toda la zona de trabajo está cubierta por material piroclástico de diferentes espesores.

"POR MEDIO DE LA CUAL SE HACE EL SEGUIMIENTO A LAS OBLIGACIONES CONTENIDAS EN LOS ARTÍCULOS 5 Y 8 DE LA RESOLUCIÓN 1567 DE 2009, POR LA SUSTRACCIÓN DE UN ÁREA DE LA RESERVA FORESTAL CENTRAL".

Unidad hidrogeológica 2 (UH2). Rocas Hipoabisales (Dioritas, pórfidos, dacitas - Tad):

Teniendo en cuenta los datos tomados en la campaña de campo, esta unidad estructuralmente está representada por diaclasamientos (máximo 3 familias) y una mínima cantidad de fracturas continuas; siendo la abertura predominante menor a 1 mm y con una densidad de diaclasamiento promedio de 4 por metro.

1. El análisis estructural de las discontinuidades muestra que las direcciones de los planos preferenciales por donde fluye el agua subterránea, es decir, la dirección de los vectores de conductividad hidráulica, son $224^{\circ}/88$ y $110^{\circ}/30$, donde el primero hace parte de las direcciones más frecuentes en el análisis de direcciones de drenajes, es decir, que la primera dirección es un control estructural importante para las corrientes superficiales y probablemente lo es en el flujo de agua subterránea.
2. Se puede considerar que estos cuerpos pueden ser desviadores de la trayectoria de los flujos superficiales y subterráneos que vienen de la unidad hidrogeológica 1 (UH1)

Unidad hidrogeológica 3 (UH3). Depósitos de vertiente y aluvio-torrenciales (Qv – Qal):

Esta unidad está conformada por depósitos de vertiente y aluvio-torrenciales; juntos hacen parte del 1.5 % del área de trabajo, por esta razón, puede que esta unidad no tenga importancia relevante en el flujo regional, pero sí en los flujos locales. Las geoformas en que se presentan los depósitos aluvio-torrenciales son terrazas aluviales, abanicos aluviales y barras puntuales de longitud no mayor a 20 m. Esta característica de topografías bajas y suaves que pueden facilitar la recarga del mismo.

Unidad hidrogeológica 4 (UH4). Depósitos Piroclásticos y perfiles de meteorización

Depósitos piroclásticos: La composición mineralógica predominante en los depósitos piroclásticos es: cuarzo, feldespato, biotita y minerales ferromagnesianos, además de fragmentos de rocas intermedias a riolitas y pumitas. Las cenizas volcánicas presentan tamaños que van de arcilla a arena muy gruesa, además de lapilli fino a grueso. En toda el área de trabajo, el espesor máximo de cenizas es de 12,5 m y el espesor promedio de 5 m.

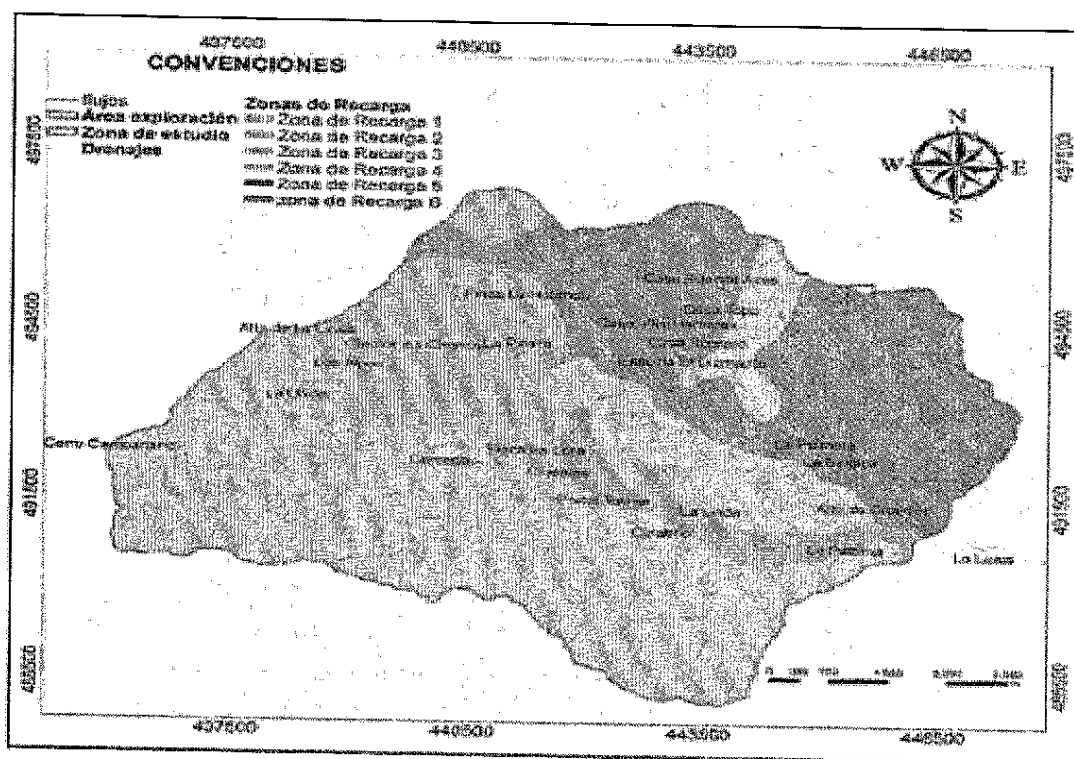
Se concluyó que es posible subdividir estos depósitos en cuatro tipos distintos (columnas tipo) los cuales se describen a continuación: Columna tipo La Pinera, Columna tipo quebrada La Plancha, Columna tipo quebrada La Arenosa, Columna tipo quebrada La Guala. Para obtener valores de permeabilidad ponderada probable en estos materiales piroclásticos, y específicamente para cada una de las columnas tipo, se usó la descripción granulométrica y tefroestratigráfica.

Suelos residuales y horizontes de meteorización: Se obtuvo una posible permeabilidad ponderada para los suelos descritos en el área de estudio con una metodología teórica, la cual consistió en evaluar cada horizonte de meteorización reconocido para cada unidad geológica existente en el área de trabajo. Se usó la granulometría de la matriz de suelo residual y el porcentaje de bloques de roca fresca identificados que aún conservan textura, estructura y mineralogía similar a la roca parental.

Presentan el mapa de unidades hidrogeológicas (Figura 9) se muestra la unidad hidrogeológica 1, la unidad hidrogeológica 2 y la unidad hidrogeológica 3, se considera que la unidad hidrogeológica 4 (UH4), recubre toda el área de estudio, con espesores de depósitos piroclásticos y de suelos residuales variables, por este motivo no se muestra en el mapa, ya que cubriría las demás unidades hidrogeológicas.

Figura 9. Mapa de unidades hidrogeológicas. Fuente: Documento allegado primer informe de monitoreo

"POR MEDIO DE LA CUAL SE HACE EL SEGUIMIENTO A LAS OBLIGACIONES CONTENIDAS EN LOS ARTÍCULOS 5 Y 8 DE LA RESOLUCIÓN 1567 DE 2009, POR LA SUSTRACCIÓN DE UN ÁREA DE LA RESERVA FORESTAL CENTRAL".



EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE INFILTRACIÓN DEL MATERIAL PIROCLÁSTICO:

Durante el proceso de levantamiento de la cartografía geológica y geomorfológica se llegó a la conclusión que en el área de trabajo se encuentran cuatro formaciones que se caracterizan por ser medios porosos las cuales podrían facilitar la infiltración del agua desde la superficie hacia los macizos rocosos. Estas formaciones son: Depósitos piroclásticos (provenientes del Complejo Machín-Cerro Bravo), horizontes de meteorización a partir de las rocas cristalinas (Esquistos, Cuarcitas y rocas hipoahisales), depósitos aluvio-torrenciales y depósitos de vertiente. El método in situ escogido para hallar los valores de infiltración es el Método de Porchet o Método de Pozo de nivel variable. Los resultados anteriormente presentados demuestran que el orden de permeabilidad en las columnas tipo de material piroclástico, de menor a mayor es: Quebrada La Arenosa < La pinera (Paquete de ceniza fina) < quebrada La Guala < La pinera (paquete de ceniza gruesa).

ENSAYOS GEOFÍSICOS: SONDEOS ELÉCTRICOS VERTICALES PARA LA EVALUACIÓN DEL ESPESOR DE LOS DEPÓSITOS PIROCLÁSTICOS: Realizaron cinco sondeos eléctricos verticales (SEV) en diferentes localidades, que permitieran caracterizar más adecuadamente las columnas tipo definidas, pudiendo así estimar la resistividad de los materiales muestreados. El procesamiento de los datos de campo de resistividad se realizó utilizando el software IPI2win versión 3.0.1e (Bobashev et al., 2002).

RED DE MONITOREO DE VARIABLES FÍSICOQUÍMICAS Y NIVELES DE AGUAS SUBTERRÁNEA

La red de monitoreo consta de 13 puntos de muestreo de agua superficial y 16 puntos de muestreo de agua subterránea. En el documento allegado se indica la necesidad de instalar un totalizador extra en el sector de la Holanda, cuenca de la quebrada La Guala y en la parte alta de la quebrada La Guala, hacia el departamento del Quindío y verificar la existencia de un área apropiada para la ubicación del colector de aguas lluvias. Mientras a la red de isótopos (Red de monitoreo agua superficial) existente se les agrega 2 puntos correspondientes a las corrientes superficiales de la margen derecha del río Bermellón, puntos P18 y P19.

Como parte de la red de monitoreo hidrogeoquímico de aguas subterráneas y para lograr un conocimiento completo de las unidades hidrogeológicas y el comportamiento del flujo de agua en las mismas, fue necesario el diseño de una red de piezómetros para el monitoreo de las aguas subterráneas. La red de piezómetros propuesta perfora cada una de las

"POR MEDIO DE LA CUAL SE HACE EL SEGUIMIENTO A LAS OBLIGACIONES CONTENIDAS EN LOS ARTÍCULOS 5 Y 8 DE LA RESOLUCIÓN 1567 DE 2009, POR LA SUSTRACCIÓN DE UN ÁREA DE LA RESERVA FORESTAL CENTRAL".

unidades geológicas presentes en la zona sujeta a exploración del proyecto minero de La Colosa. Los piezómetros serán dobles y se realizarán: uno de menor profundidad en las cenizas volcánicas y el saprolito y otros piezómetros de mayor profundidad en el medio fracturado.

Con el fin de evaluar el cambio de los niveles de agua en la zona de estudios se planteó la construcción de 5 piezómetros en el área.

Una conclusión del documento allegado es que en la propuesta de monitoreo aprobada por el IDEAM se define un monitoreo de niveles mensual, aun así se considera que este debería hacerse quincenal.

La red de monitoreo de niveles está compuesta por los 5 piezómetros construidos, los 47 piezómetros artesanales y pozos de agua saltantes de la zona, estos últimos con aforo volumétrico de agua, los niveles han sido registrados desde el 21/05/2011 y hasta el momento se tiene el registro consolidado hasta el 21/01/2012, el número de datos registrados en las perforaciones dentro de este periodo de tiempo varían entre 1 y 18 datos, la frecuencia en las mediciones no es continua y varía entre 5 y 40 días para una misma perforación.

En el documento allegado se concluye que existe una tendencia clara al aumento en el nivel piezométrico de acuerdo a la cota del terreno, esta situación era de esperarse puesto que es normal que el nivel del agua tenga relación con la forma del terreno, también es posible observar que los puntos ubicados sobre las rocas hipoabisales se encuentran en cotas más altas, observándose niveles más profundos en las cuarcitas.

El documento allegado concluye que:

- La precipitación dentro de la cuenca de la quebrada La Colosa varía entre 1773 y 1836 [mm/año], en la cuenca de la quebrada La Arenosa entre 1770 y 1832 [mm/año] y en la cuenca de la quebrada La Guala entre 1757 y 1876 [mm/año], lo que se significa que los gradientes en la precipitación dentro de las cuencas de la quebrada La Arenosa y La Guala son significativamente menores.
- La quebrada La Colosa aporta el 15,1% del caudal medio total del río Bermellón inmediatamente después del punto de desembocadura de la quebrada La Guala y La Arenosa aporta el 9,2%, estos porcentajes para los caudales mínimos de diferentes periodos de retorno estimados con el modelo de tanques, llegan a ser de 9,0% para la cuenca de la quebrada La Colosa y 5,2% para la cuenca de la quebrada La Guala. El área de la cuenca del río Bermellón en este punto representa el 3,3% del área total de la cuenca del río Coello.
- Las rocas duras que conforman el área de trabajo son rocas metamórficas: esquistos, cuarcitas y rocas hipoabisales en contacto intrusivo con las rocas metamórficas. Los cuerpos hipoabisales se caracterizan por tener diaclasamientos con aberturas generalmente cerradas, lo que indica que es la unidad geológica menos permeable (deflexión de la quebrada El Túnel).
- Se encontraron depósitos superficiales de tipo aluvial y de vertiente en baja proporción (1, 7%).
- Se reportó cobertura de material piroclástico en la totalidad del área de trabajo exceptuando los cauces de las corrientes de agua superficiales. Este material proviene de diferentes eventos de los focos volcánicos que hacen parte del Complejo Cerro Bravo-Machín (antes conocido como Ruiz Tolima).
- Las corrientes superficiales con ayuda de las diferencias topográficas generadas por el levantamiento de la cordillera central y los procesos tectónicos asociados al sistema de Fallas Romeral permitieron la formación de cauces incisivos, generalmente rectos y de alta pendiente.
- La red de drenaje no presenta control estructural por fallas regionales o locales, pero si se observa una relación entre las direcciones del patrón de drenaje y los rumbos de los diaclasamientos, especialmente de las rocas metamórficas.
- Se obtuvieron diez unidades geomorfológicas las cuales fueron diferenciadas por la forma, longitud y ángulo de las pendientes de los flancos, la suavidad de los topes,

"POR MEDIO DE LA CUAL SE HACE EL SEGUIMIENTO A LAS OBLIGACIONES CONTENIDAS EN LOS ARTÍCULOS 5 Y 8 DE LA RESOLUCIÓN 1567 DE 2009, POR LA SUSTRACCIÓN DE UN ÁREA DE LA RESERVA FORESTAL CENTRAL".

procesos morfodinámicos, el grado de incisión de las corrientes superficiales, la forma y longitud de las vertientes, y el patrón de drenaje de las corrientes. La zona del polígono de exploración (515 hectáreas) del proyecto La Colosa está representada por una sola unidad geomorfológica a escala regional.

- Se tiene una red de muestreo preliminar compuesta por: 7 puntos de aguas lluvias (totalizadores), 5 puntos de aguas subterráneas y 10 puntos de aguas superficiales.
- La hidrogeología de la zona de exploración minera del proyecto La Colosa es homogénea desde el punto de vista de unidades geomorfológicas (1) y unidades hidrogeológicas (2). Las unidades hidrogeológicas contenidas dentro del área de exploración minera corresponden a la UH1 (esquistos y cuarcitas) y UH2 (hipoabisales). La permeabilidad de la UH2 es muy baja, lo que limita la probabilidad de flujo de agua en ella.
- Los depósitos aluviales generalmente son materiales con excelente permeabilidad. Éstos en la zona de campo solo ocupan el 0,7% del área total, lo cual indica que su aporte a nivel regional es poco pero puede ser importante su aporte puntual.
- Con base a la caracterización geomorfológica realizada, se obtuvieron seis zonas potenciales de recarga, donde las siguientes ubicaciones pueden ser las de mayor potencial: Cabecera del río Bermellón, Cabecera de la quebrada La Guala, la zona de La Pinera, el Cerro de San Julián y el filo Muchilas-Alto de Girardot.

De acuerdo al documento allegado se recomienda:

- La medición de caudales continuos en el tiempo (por lo menos caudales medios diarios) de las quebradas La Colosa, La Arenosa y el río Bermellón, lo que implica la construcción de estaciones limnigráficas en estos cuerpos de agua.
- Definir una red de monitoreo de variables climatológicas en la cuenca de estudio, con el fin de correlacionar el comportamiento climatológico de la zona con la escorrentía superficial.
- Apoyo en la definición del laboratorio en Colombia donde puedan hacerse los análisis de isótopos.
- Definición de logística específica para el muestreo de parámetros fisicoquímicos del agua según los requerimientos del IDEAM.
- Analizar los resultados de los ensayos Lugeon que se están ejecutando en la zona de exploración minera del proyecto La Colosa para definir con mayor certeza la permeabilidad de las unidades hidrogeológicas.
- Ejecutar la construcción de los piezómetros definidos en la zona de estudio para el posterior monitoreo de niveles y calidad del agua subterránea en la misma.
- Los estudios de infiltración para cuantificar la recarga hacia las rocas cristalinas deben hacerse en los espesores de material piroclástico principalmente en la columna tipo La Pinera, siendo esta la más frecuente encontrada y levantada.

Hidroclimático

Para este periodo de informe no se presentó este Aspecto

SEGUNDO INFORME (Septiembre 2012 a Febrero 2013).

Hidrología

A pesar de la importancia del monitoreo continuo y periódico se señala que los muestreos no se han realizado con la periodicidad adecuada debido a diferentes causas entre las cuales están dificultades contractuales al interior de la Universidad Nacional, a dificultades en la zona debidas a la temporada invernal, entre otras.

Puntos de agua lluvia: De acuerdo a la necesidad que se había evidenciado en el primer informe con respecto a instalar un totalizador extra en el sector de la Holanda, cuenca de la quebrada La Guala y otro en la parte alta de la quebrada La Guala, hacia el departamento del Quindío, en el segundo informe se evidencia la adición de dos (2) totalizadores correspondientes a Finca La Holanda y la Pinera – Policía Nacional.

"POR MEDIO DE LA CUAL SE HACE EL SEGUIMIENTO A LAS OBLIGACIONES CONTENIDAS EN LOS ARTÍCULOS 5 Y 8 DE LA RESOLUCIÓN 1567 DE 2009, POR LA SUSTRACCIÓN DE UN ÁREA DE LA RESERVA FORESTAL CENTRAL".

En el documento allegado hacen un análisis del estado físico en que se encuentran los totalizadores.

Parámetros Físicoquímicos en campo: *En el documento allegado se informa que para las muestras del pH, almacenadas en los totalizadores de agua lluvia se obtiene una variación entre 4,1 y 9,9 unidades de pH, estableciendo que la alta variabilidad en el pH de las muestras puede deberse a reacciones secundarias ocurridas dentro del totalizador (por ejemplo pérdida de CO₂) o por actividad microbiológica. Tampoco es posible descartar deficiencias en el equipo de medición, a pesar que durante cada campaña se siguió el protocolo de calibración del equipo; dado lo anterior es posible que los valores muestreados no sean representativos del agua lluvia en la zona.*

Para el monitoreo de aguas subterráneas, en el documento allegado se menciona que los resultados obtenidos del monitoreo de parámetros físicos de campo son de los puntos de surgencia natural distintos a los piezómetros, dado que éstos sólo han sido monitoreados en una campaña.

Según el documento allegado, no se puede evidenciar diferencias significativas en los órdenes de magnitud entre las perforaciones profundas (P8 y P18) y los manantiales. Los valores elevados en este parámetro son esperados porque la conductividad eléctrica es una medida de la cantidad de iones disueltos en el agua, y el agua subterránea, al hacer contacto con el suelo y la roca, aumenta la cantidad de iones disueltos.

Según el documento allegado la temperatura de los puntos de aguas subterráneas no presenta mayores variaciones, sólo la medida tomada en el punto P8 (pozo saltante de la Graystar) en el mes de diciembre de 2012 muestra un valor alto y claramente anómalo, lo que puede deberse a problemas con el equipo de medición. Allí puede observarse que el punto que exhibe las temperaturas más bajas es el punto P18, correspondiente a la perforación saltante en la plataforma B11. Se resalta que en la actualidad dicho punto se encuentra seco.

En cuanto a los resultados obtenidos de los piezómetros, en el documento se resalta que el agua encontrada en la perforación PZ5-S25-S mostraba evidencias visuales de contener grasas y aceites; como los piezómetros se encontraban debidamente sellados en su parte superior, la única explicación plausible es que se trate de agua remanente de la construcción, por lo que la Universidad Nacional recomendó lavar nuevamente el piezómetro antes del próximo muestreo.

El documento allegado indica las siguientes conclusiones:

- *El monitoreo hidrogeológico que se encuentra en ejecución parte de una Fase I (ejecutada entre enero 2011 y agosto de 2012), que definió el modelo conceptual hidrogeológico y planteó los puntos de la red de monitoreo. Se tomaron muestras de isótopos y cloruros con el fin de refinar el modelo conceptual, ya que éstos dan cuenta del tránsito de agua subterránea. La fase II (septiembre de 2012 a febrero de 2013) tiene como finalidad realizar un monitoreo de iones mayores, menores, metales pesados y parámetros microbiológicos en la red de monitoreo planteada en la fase I y ampliada durante la fase II; dicho monitoreo tiene una periodicidad trimestral y está a cargo del laboratorio ANTEK que se encuentra certificado ante el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS). Los parámetros incluidos en el monitoreo igualmente se encuentran certificados por dicho laboratorio.*
- *Uno de los objetivos tanto del monitoreo hidrogeológico en su Fase I, como en la Fase II es la medición de niveles piezométricos. En la Fase I no se logró tener estas medidas ya que inconvenientes técnicos durante dicha fase retrasaron la construcción, dado que las máquinas convencionales para esta actividad no se podían ingresar a la zona por falta de accesos de suficiente ancho; de otro lado, el lavado de los piezómetros a cargo de la Compañía Anglogold Ashanti Colombia fue muy dispendioso dado el ancho de 2 pulgadas de los piezómetros construidos. Los piezómetros fueron propuestos por la Universidad Nacional de Colombia.*

"POR MEDIO DE LA CUAL SE HACE EL SEGUIMIENTO A LAS OBLIGACIONES CONTENIDAS EN LOS ARTÍCULOS 5 Y 8 DE LA RESOLUCIÓN 1567 DE 2009, POR LA SUSTRACCIÓN DE UN ÁREA DE LA RESERVA FORESTAL CENTRAL".

Actualmente la compañía se encuentra instalando dispositivos que permitirán la medición de niveles con una frecuencia diaria.

- *Para el año 2013 se tiene planeado realizar 4 campañas de muestreo fisicoquímico de aguas subterráneas obtenidas de los piezómetros; a la fecha solo se ha realizado una de estas campañas, en febrero de 2013. Las 3 restantes se realizarán en los meses de mayo, agosto y noviembre de 2013. En los piezómetros donde los niveles de agua sean demasiado bajos muy seguramente no exista la suficiente cantidad de agua necesaria para realizar la purga y tomar la muestra; por ello, no todos los 9 piezómetros serán aptos para la toma de muestras de agua.*
- *Los resultados del primer muestreo fisicoquímico de aguas subterráneas realizado por el laboratorio ANTEK realizado en febrero de 2013, fueron entregados en mayo de 2013, por lo tanto se tendrán en cuenta en el informe de avance número 3.*

Hidroclimático

Según el informe presentado para estas fechas no se habría iniciado el registro de las variables hidroclimatológicas. Plantean las siguientes causas:

- a. Autorización por los propietarios de los predios donde se instalarán dichas estaciones.*
- b. Contratación de "servidumbre" o figura de arrendamiento.*
- c. Permiso de la autoridad ambiental competente, Cortolima, para la intervención de cauce, en el caso de las estaciones hidrométricas.*

TERCER INFORME (Marzo 2013 - Agosto de 2013)

Hidrología

Informe del muestreo mensual de parámetros físicos de campo y muestreo de isótopos y cloruros

En el documento allegado se indica que las campañas correspondientes a los meses de agosto y septiembre de 2012 no se llevaron a cabo debido a que no existía contrato. De igual manera que la información de los parámetros físicos, isótopos ambientales y cloruros son una herramienta para refinar el modelo hidrogeológico conceptual y son independientes del monitoreo trimestral de iones mayores, menores, metales pesados y microbiológicos.

En cuanto a pH, conductividad eléctrica y temperatura, tanto para aguas lluvias como para subterráneas y superficiales, se hace la misma apreciación dada en el segundo informe de monitoreo, no se evidencian los nuevos aportes de acuerdo a la incorporación de cuatro (4) campañas más.

Se evidencian algunas inconsistencias en la información suministrada para el pH de aguas subterráneas ya que en el segundo informe se indica que "Solamente en octubre de 2012 el punto P9 (nacimiento en el sector de La Vara) presentó un pH ligeramente elevado (8,7 unidades)" y en el tercer informe de monitoreo se indica lo mismo pero cambian el nombre del punto 9 "Solamente en octubre de 2012 el punto P19 (sector Cristales) presentó un pH ligeramente elevado (8,95 unidades)"

Respecto al muestreo de isótopos ambientales, en el documento allegado se indica que a la fecha, no se ha realizado actualización de análisis en la investigación de isótopos como trazadores ambientales, ya que no se han obtenido nuevos resultados de laboratorio.

Con respecto a los cloruros en la precipitación, en el documento allegado identifican un aumento en los cloruros disueltos en las aguas lluvias para las últimas campañas de monitoreo, aproximadamente a partir de noviembre de 2012; sin embargo, la extensión de los datos no permite establecer las posibles razones de este comportamiento. En el documento resaltan que para los puntos de afloramiento natural de agua subterránea se obtiene la misma tendencia al aumento en la concentración de cloruros hacia el final de la serie, si bien la cantidad de datos es significativamente menor.

"POR MEDIO DE LA CUAL SE HACE EL SEGUIMIENTO A LAS OBLIGACIONES CONTENIDAS EN LOS ARTÍCULOS 5 Y 8 DE LA RESOLUCIÓN 1567 DE 2009, POR LA SUSTRACCIÓN DE UN ÁREA DE LA RESERVA FORESTAL CENTRAL".

Del análisis hidrológico es posible obtener los parámetros hidrológicos requeridos:

- Escorrentía superficial 944.5 mm/año (método de balance a largo plazo)
- Precipitación 1796.2 mm/año.

Las concentraciones promedio de cloruros en la precipitación, los afloramientos naturales de aguas subterráneas y las perforaciones profundas, respectivamente:

- CP (precipitación almacenada en totalizadores) 0.745 [mg Cl-/l]
- Ci (afloramientos de agua subterránea) 1.424 [mg Cl-/l]
- Ci (perforaciones profundas) 2.764 [mg Cl-/l]

Utilizando la ecuación del balance de cloruros se obtiene que el valor estimado para la recarga que da lugar a los afloramientos naturales de aguas subterráneas en la zona de estudio es de 430 mm/año, lo que representa un 24.4% de la precipitación media anual. Por otro lado, la infiltración profunda que mantiene los niveles en los piezómetros y perforaciones exploratorias saltantes, es de aproximadamente 222 mm/año, lo que representa un 12.6% de la precipitación media anual.

En el documento del tercer informe se afirma que las variables relacionadas con los aspectos hidroclimatológicos, por afectar el área de estudio a escala regional, se evalúan desde la cuenca alta del río Bermellón, en el área donde se localiza el proyecto La Colosa, hasta su desembocadura en el río Coello. Sin embargo, no se presenta evidencia y/o resultados de esta actividad.

En general para los documento allegados de primer, segundo y tercer informe de monitoreo-ASPECTOS HIDROCLIMATOLÓGICOS, no se cuenta con información o registro de las variables hidroclimatológicas.

FISICOQUÍMICOS PARA EL REAFINAMIENTO DEL MODELO HIDROGEOLÓGICO

Los análisis físico-químicos realizados a las aguas subterráneas son una fuente importante de conocimiento, por este motivo se convierten en un insumo para la refinación del modelo hidrogeológico conceptual.

En el documento allegado se presentan los resultados obtenidos para las campañas de monitoreo de los meses de febrero y mayo de 2013 en la zona de exploración del proyecto; una comparación directa entre los resultados de ambas campañas permite concluir que para mayo se tiene en general una disminución en la acidez total y en los coliformes (fecales y totales) y un aumento en los sólidos suspendidos totales y en los cloruros (en la campaña de mayo quedan por debajo del límite de detección). Para ambas campañas se tiene que el amonio, el amoniaco, el hierro ferroso, el aluminio, el cobre, el arsénico, el mercurio, el cadmio, el plomo, el níquel, el cromo y el estaño permanecen por debajo del límite de detección del laboratorio, lo que indica la ausencia o concentraciones muy bajas de estos elementos en las aguas muestreadas. Respecto a los metales se obtiene que el zinc sí está presente en las aguas naturales en la zona, aunque en concentraciones bajas; para la campaña de febrero sobrepasa el límite de detección en tres muestras y alcanza concentraciones de hasta 0.029 mg/l, y para mayo es detectado en dos puntos, alcanzando un valor máximo de 0.018 mg/l.

Según el documento allegado, se tiene que la única diferencia significativa entre las dos campañas realizadas para los fisicoquímicos es el resultado para los nitritos, que son prácticamente constantes en la campaña de febrero y presentan para mayo una variabilidad mayor; a pesar de esto se puede decir que, en general, para la campaña de mayo se obtuvo una variabilidad menor en la mayoría de los parámetros analizados. Este resultado puede deberse al incremento en precipitación iniciado a mediados de mayo con pico en el ciclo de precipitación a mediados de junio, mientras que febrero corresponde a una época significativamente más seca; lo que sugiere que los afloramientos naturales de agua subterránea están relacionados de manera estrecha con la precipitación en la zona, y que parte del agua que surge de manera natural hacia la superficie tiene origen en la precipitación (flujos sub-superficiales).

"POR MEDIO DE LA CUAL SE HACE EL SEGUIMIENTO A LAS OBLIGACIONES CONTENIDAS EN LOS ARTÍCULOS 5 Y 8 DE LA RESOLUCIÓN 1567 DE 2009, POR LA SUSTRACCIÓN DE UN ÁREA DE LA RESERVA FORESTAL CENTRAL".

Con respecto a las perforaciones profundas en el documento allegado se indica que, para el piezómetro profundo ubicado en la plataforma A7 la acidez total, la alcalinidad total, los nitratos, los sólidos suspendidos totales, el sodio y el potasio aumentan de manera considerable entre ambas campañas (aumentos porcentuales mayores a 75%). Además se obtiene que para la campaña del mes de febrero se detectó estaño (en una concentración de 10.89 mg/l) pero para la campaña de mayo se mantuvo por debajo del límite de detección así mismo se observa un aumento en los coliformes fecales, pasando de estar por debajo del límite de detección en febrero a registrar 110 NMP/100 ml. Las concentraciones anómalas de estaño pueden deberse a residuos de trabajos de perforación, ya que de encontrarse anomalías de estaño de origen natural, esta debería ser un efecto regional con manifestaciones en los otros piezómetros instalados en área del proyecto. Probablemente se trata de un efecto localizado en tiempo y espacio que no genera una afectación del sistema hídrico regional.

Para el piezómetro profundo ubicado en la plataforma P23 se tiene una disminución significativa de la turbiedad, los sólidos disueltos totales, el sodio, y los coliformes totales; pero se tiene un aumento en los cloruros y los sólidos suspendidos totales; para el mes de mayo se tuvo una concentración de amonio y amoniaco de 3.08 mg/l. Para el piezómetro somero, ubicado también en la plataforma P23, se presentan aumentos entre las campañas en la acidez, los sólidos suspendidos y el potasio, y una disminución en los sólidos disueltos. Para el piezómetro profundo ubicado en la plataforma J9 se observa un aumento significativo en los nitratos y una disminución en los sólidos suspendidos totales, el sodio y los coliformes totales.

En los resultados se obtuvieron valores de turbiedad, sólidos suspendidos, hierro total y aluminio muy altos, que no se consideran representativos del agua subterránea de la zona.

En cuanto al amonio y al amoniaco, se tiene que superan el límite de detección para los piezómetros profundos ubicados en las plataformas A7 y P23 en el mes de mayo, el aluminio sólo supera el límite de detección para el piezómetro profundo de la plataforma P23 en el mes de febrero, el arsénico supera el límite de detección para el piezómetro somero en la plataforma S25 en ambas campañas (aunque la de febrero no se considera representativa para este piezómetro) y el estaño sólo supera el límite de detección para el piezómetro profundo ubicado en la plataforma A7 en el mes de febrero.

En cuanto al anión dominante en el mes de febrero es el bicarbonato para todos los puntos muestreados, pero para el mes de mayo se observan algunos cambios: el piezómetro profundo en la plataforma P23 (P23-P) no presenta un anión dominante, mientras que el piezómetro profundo ubicado en la plataforma J9 (J9-P) y el piezómetro somero ubicado en la plataforma S25 (S25-P) presentan como ion dominante al sulfato; las muestras correspondientes a perforaciones exploratorias saltantes muestran diferencias entre sí en cuanto al anión dominante: el punto P8 tiene por anión dominante al sulfato, mientras que el punto P28 tiene al bicarbonato.

Los cationes también muestran diferencias entre las campañas para las perforaciones profundas: para febrero se tiene que el piezómetro profundo ubicado en la plataforma A7 (A7-P) y el somero ubicado en la plataforma P23 (P23-S) tienen como catión dominante al calcio y los demás puntos no tienen catión dominante; para mayo todos los puntos muestreados tienen al calcio como catión dominante. Los piezómetros someros muestran aguas menos mineralizadas, con concentraciones y proporciones iónicas comparables a la de los puntos de afloramiento de agua subterránea.

Con base en la secuencia de Chevoratev, en la clasificación geoquímica de las aguas muestreadas y los diagramas de Stiff presentados se concluye que las aguas subterráneas muestreadas que afloran naturalmente corresponden a flujos subsuperficiales o combinación de flujos subsuperficiales y subterráneos de bajo tiempo de residencia y que se encuentran relacionados con el ciclo de precipitaciones en la zona; estas aguas son producto de circulación local, probablemente a escala de ladera.

"POR MEDIO DE LA CUAL SE HACE EL SEGUIMIENTO A LAS OBLIGACIONES CONTENIDAS EN LOS ARTÍCULOS 5 Y 8 DE LA RESOLUCIÓN 1567 DE 2009, POR LA SUSTRACCIÓN DE UN ÁREA DE LA RESERVA FORESTAL CENTRAL".

En el documento allegado indican que como el anión dominante en la mayoría de los casos es el bicarbonato (para mayo se encontró dominante el sulfato en 3 puntos), se puede concluir que son aguas con tiempos de residencia bajos, que circulan por el medio subterráneo sin conformar almacenamientos subterráneos importantes. Las altas concentraciones de iones, especialmente en los piezómetros profundos, sugieren que existe un flujo importante al interior del medio subterráneo, que sigue una distribución en planta desde las partes altas a las partes más bajas (siguiendo el gradiente natural de la topografía); dicho flujo también existe en profundidad, pero a escalas temporales mayores (flujo más lento).

Según el documento allegado, todos los puntos superan el valor de coliformes totales admisible para consumo humano, y los puntos P9, P19 y P24 están por encima del límite para el uso doméstico y el uso agrícola. Para la campaña de mayo el parámetro de turbiedad para los puntos P19 y P24, se encuentra por encima del límite admisible para consumo humano y el punto P17 se establece por encima de los límites admisibles para consumo humano y uso doméstico. El criterio de hierro total muestra que las concentraciones para los puntos P17 y P24 se encuentran por encima del límite admisible para el consumo humano, pero se mantienen por debajo del límite admisible para uso agrícola. El criterio referente a la concentración de aluminio muestra que el punto P17 tiene una concentración superior al límite para el consumo humano, pero no supera el límite establecido para el uso agrícola y pecuario. En cuanto al criterio de coliformes totales se obtiene que todos los puntos están por encima del límite establecido para el consumo humano, pero sólo el punto P17 se encuentra por encima del límite para el uso doméstico. Los demás parámetros están por debajo de los límites admisibles para todos los usos, lo que permite concluir que no hay problemas de contaminación importantes.

Para las muestras de agua provenientes de perforaciones profundas se encuentra para la campaña de febrero que el piezómetro profundo de la plataforma A7 presenta una concentración de hierro total superior al límite establecido para el consumo humano y valores de turbiedad y coliformes totales por encima de los límites aceptables para consumo humano y uso doméstico. El piezómetro profundo localizado en la plataforma J9 presenta un valor de turbiedad por encima del límite establecido para consumo humano y uso doméstico, una concentración de hierro total por encima del límite para el consumo humano y coliformes totales por encima del límite para el uso agrícola.

El piezómetro profundo de la plataforma P23 presenta alcalinidad total, dureza total, concentraciones de calcio, magnesio y aluminio por encima del límite establecido para el consumo humano, un valor de turbiedad por encima del límite para el uso doméstico y coliformes totales y hierro total por encima del límite para el uso agrícola. El piezómetro somero de la plataforma P23 presenta fosfatos y hierro total por encima del límite establecido para el consumo humano, y turbiedad y coliformes totales por encima del límite de uso doméstico. Como se mencionó anteriormente se considera que la muestra analizada del piezómetro S25 no es representativa del agua subterránea de la zona; para esta muestra se obtiene que las concentraciones de cromo, arsénico, hierro total, aluminio y turbiedad se ubican por encima del límite de consumo humano y uso doméstico, mientras que los coliformes totales se encuentran por encima de límite para el uso agrícola.

Para el mes de mayo se obtuvo que todos los puntos de aguas subterráneas profundas presentan turbiedad por encima del límite establecido para el uso doméstico, y coliformes totales por encima del límite para el consumo humano. El piezómetro somero de la plataforma P23 y el piezómetro profundo de la plataforma A7 presentan coliformes totales por encima del límite en el uso doméstico. El amoníaco supera el límite para el uso doméstico en los piezómetros profundos de las plataformas A7 y P23, el calcio supera el límite para el consumo humano en el piezómetro profundo de la plataforma P23 al igual que el hierro total en el piezómetro profundo de la plataforma A7.

Respecto a los metales en el documento allegado se manifiesta que zinc está presente en las aguas naturales en la zona, aunque en concentraciones bajas: para la campaña de febrero sobrepasa el límite de detección en todas las muestras y alcanza concentraciones

"POR MEDIO DE LA CUAL SE HACE EL SEGUIMIENTO A LAS OBLIGACIONES CONTENIDAS EN LOS ARTÍCULOS 5 Y 8 DE LA RESOLUCIÓN 1567 DE 2009, POR LA SUSTRACCIÓN DE UN ÁREA DE LA RESERVA FORESTAL CENTRAL".

de hasta 0.074 mg/l, y para mayo es detectado en dos puntos, alcanzando un valor de 0.018 mg/l.

El amoniaco supera el límite para el uso doméstico en los piezómetros profundos de las plataformas A7 y P23.

Con relación a las concentraciones iónicas en el documento allegado indican que para el P22, estas concentraciones son muy pequeñas y se puede concluir que el agua está más relacionada con la escorrentía directa proveniente de la precipitación, ya que las concentraciones iónicas del agua lluvia son muy bajas, mientras para el afluente pequeño P27, correspondiente a una pequeña corriente llamada La Clarena cerca al campamento de Anglogold. Este afluente muestra una composición iónica atípica ya que se trata de un agua sulfatada y no bicarbonatada como las demás corrientes pequeñas muestreadas.

Análisis de los indicadores de calidad del agua subterránea.

Según el documento allegado, luego de una comparación de dichos indicadores con los resultados obtenidos para las campañas de monitoreo de los puntos de aguas superficiales se encuentra que solamente los criterios de turbiedad, hierro total y coliformes totales sobrepasan los límites admisibles para consumo humano.

Algunos de los puntos muestreados no cumplen con la Guía Técnica Colombiana GTC 30 (que es la guía para el monitoreo de aguas subterráneas).

Hidroclimatológicos

ASPECTOS HIDROCLIMATOLÓGICOS: no se cuenta con información o registro de las variables hidroclimatológicas.

Cuadro de cumplimiento

"POR MEDIO DE LA CUAL SE HACE EL SEGUIMIENTO A LAS OBLIGACIONES CONTENIDAS EN LOS ARTÍCULOS 5 Y 8 DE LA RESOLUCIÓN 1567 DE 2009, POR LA SUSTRACCIÓN DE UN ÁREA DE LA RESERVA FORESTAL CENTRAL".

OBJETIVOS PLAN DE MONITOREO APROBADO	CUMPLIMIENTO			OBSERVACIÓN
	Primer	Segundo	Tercer	
Desarrollar un plan de monitoreo ambiental del área de influencia del proyecto de exploración minera La Colosa, Cajamarca (Colombia) de acuerdo con lo establecido en la Resolución 1567 de agosto de 2009 emanada del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT).	SI			El plan de monitoreo fue aprobado por el IDEAM
Plantear y promover acciones de mitigación y restauración como resultado del monitoreo ambiental, tendientes a la recuperación de la dinámica ecosistémica en ambientes afectados del área objeto de estudio	NO	NO	NO	No se presenta ninguna acción de mitigación ni de restauración
Evaluar la cantidad y calidad de los recursos hídricos en la zona de estudio y sus condiciones actuales, así como las fuentes hídricas que abastecen los acueductos de los municipios de El Espinal, Chicoral, Coello y el distrito de riego de Usocoello y en las quebradas La Colosa, La Arenosa, La Guala, La Lucha y los ríos Bermellón y Coello.	PARCIAL	PARCIAL	PARCIAL	No se relaciona información que cuantifique la cantidad de los recursos hídricos en la zona de estudio. No se relaciona información de las fuentes hídricas que abastecen los acueductos de los municipios.
Realizar la caracterización hidroclimática de la zona de estudio, elaborar balances hídricos y definir modelos lluvia – escorrentía de las corrientes superficiales de interés en la zona de influencia del proyecto de exploración minera La Colosa.	NO	NO	NO	No se relaciona información de caracterización hidroclimática de la zona de estudio. No se presenta información de modelos lluvia – escorrentía de las corrientes superficiales de interés en la zona de influencia del proyecto de exploración minera La Colosa.
Establecer las variaciones de niveles, caudales y variables climatológicas en la zona de estudio, mediante sistemas y mecanismos aprobados por el IDEAM y la Organización Meteorológica Mundial.	NO	NO	NO	No se presenta información al respecto
Instrumentar las corrientes de las microcuencas de las quebradas La Colosa, La Arenosa, La Guala, Bermellón y La Lucha, localizadas en el sector de la parte alta del municipio de Cajamarca y el municipio de Coello.	PARCIAL	PARCIAL	PARCIAL	Si bien se han instalado algunos piezómetros no se está representando todas las quebradas indicadas.
Realizar todos los procedimientos requeridos para la calibración de las estaciones hidrometeorológicas a ser instaladas en la zona de estudio para el monitoreo.	NO	NO	NO	No se presentan evidencias de esta actividad
Identificar, georreferenciar y calcular los usos del agua en las cuencas de la quebrada La Colosa, La Arenosa, La Guala, La Lucha y los ríos Bermellón y Coello.	NO	NO	NO	No se presentan evidencias de esta actividad
Implementar indicadores de estado y seguimiento del recurso hídrico siguiendo lo definido por el IDEAM y el Sistema de Información Ambiental de Colombia – SIAC.	PARCIAL	PARCIAL	PARCIAL	De acuerdo a los indicadores establecidos por el IDEAM y el SIAC, no se presenta información sobre Evolución, Origen, Oferta y Demanda del recurso Agua
Construir un modelo hidrogeológico preliminar a partir de la información secundaria existente, que permita entender las relaciones entre las zonas de recarga, tránsito y descarga de los acuíferos y las fuentes superficiales, considerando la geomorfología, geología e hidrología en la zona correspondiente a la cuenca del río Bermellón aguas abajo de la desembocadura de la quebrada La Guala.	PARCIAL	PARCIAL	PARCIAL	Se menciona información de modelo hidrogeológico, pero no evalúa el potencial hidrogeológico de las unidades geológicas presentes en el área de estudio. No se relaciona información del modelo hidrogeológico con respecto a: zonas de recarga, tránsito y descarga de los acuíferos y las fuentes superficiales.
Definir patrones de circulación hídrica superficial y subterránea y su correspondiente interacción.	PARCIAL	PARCIAL	PARCIAL	Se presentan algunos mapas pero no se evidencia la correspondiente interacción
Definir un plan de monitoreo de aguas superficiales y aguas subterráneas para la zona de estudio, basados en los modelos hidroclimáticos e hidrogeológicos conceptuales de la zona para la etapa de exploración minera y los 3 años siguientes, con la cual se puedan evaluar los impactos ambiental en el recurso hídrico superficial y subterráneo en calidad y cantidad.	SI			El plan de monitoreo fue aprobado por el IDEAM
Seleccionar los puntos de muestreo de la red de monitoreo de aguas subterráneas, diseñar los piezómetros de acuerdo a la norma CONTEC NTC 3948 de 1996a y construirlos, aprovechando las perforaciones exploratorias que se tienen proyectadas en la zona.	PARCIAL	PARCIAL	PARCIAL	Se seleccionaron puntos de muestreo para aguas subterráneas donde se instalaron 4 piezómetros. Sin embargo según el Plan de Monitoreo aprobado por el IDEAM, indica una densidad de aproximadamente 1 piezómetro/500 m ² , IDEAM 2004
Seleccionar los puntos de mediciones de niveles en las corrientes superficiales considerando los requerimientos de la resolución 1567 de 2009.	SI			
Realizar campañas mensuales de medición de niveles piezométricos y trimestrales de calidad de agua superficial y subterránea siguiendo la guía del IDEAM (2003).	NO	NO	NO	No se cuenta con información completa del periodo programado para el muestreo puesto En marzo de 2013 se instaló la instrumentación necesaria para la medición de niveles piezométricos. Y no se ha tenido rigurosidad con la periodicidad del muestreo
Evaluar indicadores ambientales y actualizar el plan de monitoreo, con base en la información levantada en campo de niveles y calidad del agua	PARCIAL	PARCIAL	PARCIAL	Si bien se evalúan algunos indicadores, no se evidencia la actualización del Plan de Monitoreo

“POR MEDIO DE LA CUAL SE HACE EL SEGUIMIENTO A LAS OBLIGACIONES CONTENIDAS EN LOS ARTÍCULOS 5 Y 8 DE LA RESOLUCIÓN 1567 DE 2009, POR LA SUSTRACCIÓN DE UN ÁREA DE LA RESERVA FORESTAL CENTRAL”.

INDICADOR	VARIABLES	ESCALA TEMPORAL	CUMPLIMIENTO INFORME			OBSERVACIONES
			PRIMER	SEGUNDO	TERCERO	
Variación de la escorrentía con respecto a la condición media de referencia	Q = Caudal medio en m3/s A = Área en km2	Mensual o anual	PARCIAL	PARCIAL	PARCIAL	Se establecen valores de escorrentía, sin embargo, no se evidencia los resultados de la variación con respecto a la media de referencia
Índice de aridez	ETP = Evapotranspiración potencial ETR = Evapotranspiración real	Estacionario	SI			
Índice de recursos y reservas de agua subterránea	Reservas por efecto elástico R1 = A x S x saen m ³ o km ³ Reservas por efecto secular R2 = A x m x Sy en m ³ o km ³	Estacionario	PARCIAL	PARCIAL	PARCIAL	Si bien se establecen los flujos, en ningún informe se incorporan los índices indicados
Variación de concentración de sedimentos en suspensión	Variable 1: Peso (kilogramo) Cantidad de sedimento por muestra. Variable 2: Volumen (litro) Unidad de solución (sólido-líquido) por muestra de sedimento medido.	Trimestral	NO	NO	NO	No se evidencia dicha información en los diferentes informes
Variación de la carga de sedimentos en suspensión	Variable 1: Peso (kilo-toneladas) Cantidad de sedimento por muestra. Variable 2: Tiempo (día, año) Periodo de tiempo en el cual se produce el transporte de sedimento medido.	Trimestral	NO	NO	NO	No se evidencia dicha información en los diferentes informes
Alteración de la precipitación por el ENSO	Precipitación media anual en años niño, niña y normal	Estacionario	PARCIAL	PARCIAL	PARCIAL	El cumplimiento se da parcialmente puesto que la serie llega hasta el 2009 y el informe es del 2012.
Alteración de la temperatura media mensual del aire por el ENSO	Temperatura media anual en años niño, niña y normal	Estacionario	NO	NO ¹	NO	No se evidencia dicha información en los diferentes informes
Índice de uso del agua	Usos del agua	Estacionario	NO	NO	NO	No se evidencia dicha información en los diferentes informes

CAPITULO 2: HIDROBIOLOGICOS Y FISICOQUIMICOS.

Objetivos específicos

- Determinar las condiciones actuales de los sistemas hídricos del área de influencia del proyecto de exploración minera La Colosa en su componente biológico y emplear estos como bioindicadores para valorar el impacto durante el programa de exploración.
- Establecer la composición y estructura del perifiton en el área de influencia del proyecto de exploración minera La Colosa a través de muestreos mensuales y durante diferentes periodos climáticos.
- Establecer la composición y estructura de los macroinvertebrados en el área de influencia del proyecto de exploración minera La Colosa a través de muestreos mensuales y durante diferentes periodos climáticos.
- Establecer la composición y estructura de la comunidad de peces en el área de influencia del proyecto de exploración minera La Colosa a través de muestreos mensuales y durante diferentes periodos climáticos.
- Establecer la relación entre la composición y estructura de las comunidades hidrobiológicas y su asociación con los cambios ambientales durante la fase de exploración.

Insumos (información secundaria)

Calidad del recurso hídrico: Se realizará el monitoreo de calidad del agua en las quebradas La Arenosa, La Colosa, La Guala, en las fuentes hídricas que surten los acueductos de El Espinal (La Lucha), Chicoral, Coello y, en el distrito de riego de Usocoello. Los parámetros a medir son los siguientes:

- Caracterización física: Temperatura, Sólidos Totales, Sólidos en Solución, Conductividad eléctrica, pH, Turbidez.

"POR MEDIO DE LA CUAL SE HACE EL SEGUIMIENTO A LAS OBLIGACIONES CONTENIDAS EN LOS ARTÍCULOS 5 Y 8 DE LA RESOLUCIÓN 1567 DE 2009, POR LA SUSTRACCIÓN DE UN ÁREA DE LA RESERVA FORESTAL CENTRAL".

- Caracterización Química: Oxígeno Disuelto, bicarbonatos, cloruros, sulfatos, nitritos, nitratos, nitrógeno amoniacal, hierro, calcio, magnesio, sodio, fosfatos, potasio, arsénico, alcalinidad y acidez.
- Caracterización Bacteriológica: Coliformes totales y fecales.
- Comunidades hidrobiológicas: los resultados de composición y estructura del bentos, perifiton y peces se correlacionarán con la calidad del agua.

Metodología

Determinaciones Físicas, Químicas y Microbiológicas

Con esto se pretende conocer la calidad ambiental actual de los recursos hídricos y formular planes, para que estos se afecten lo menos posible. Para lo cual se establecieron 13 puntos de muestreo (Tabla 13). Estos muestreos también se harán en las estaciones hidrométricas.

Tabla 13. Identificación y coordenadas de los puntos de muestreo Hidrobiológicos, Fisicoquímicos y Bacteriológicos. Fuente. Plan de Monitoreo

ID	Longitud	Latitud	Observación
HB1	-75.486838	4.473195	Quebrada La Colosa Aguas Arriba
HB2	-75.488444	4.468127	Quebrada La Colosa Parte Media
HB3	-75.480603	4.454119	Quebrada La Colosa Aguas Abajo
HB4	-75.48205	4.44641	Quebrada La Colosa Aguas Abajo Vía
HB5	-75.497467	4.474721	Quebrada La Arenosa Aguas Arriba
HB6	-75.50024	4.468865	Quebrada La Arenosa Parte Media
HB7	-75.498215	4.460686	Quebrada La Arenosa Aguas Abajo
HB8	-75.492579	4.449867	Quebrada La Guala
HB9	-75.49154	4.440854	Río Bermellón – aguas arriba de la desembocadura de la quebrada La Guala
HB10	-75.47787	4.440286	Río Bermellón – aguas abajo de la desembocadura de la quebrada La Guala
HB11	-74.914135	4.304995	Quebrada La Lucha (Toma del acueducto municipio de Coello)
HB12	-75.0319	4.2823	Río Coello – aguas arriba de la bocatoma de los acueductos de El Espinal, Chicoral, Coello y, el Distrito de Riego de USOCOELLO
HB13	-75.0000	4.2616	Río Coello - aguas abajo del sitio de descarga de aguas sobrantes del Distrito de Riego de USOCOELLO

- El muestreo para el monitoreo físico, químico, microbiológico y de medición del caudal será de tipo manual.
- Muestras "puntuales", entendiéndose como tal, la que se toma en un determinado punto del espacio y del tiempo.
- Se realizará siete (7) días por mes durante el tiempo de ejecución del proyecto, en las mismas estaciones de evaluación hidrológica. Un equipo de trabajo muestreará la microcuenca La Arenosa; otro, hará lo propio en La Colosa y, un tercer grupo muestreará los acueductos del Espinal, Chicoral, Coello y el distrito de riego de USOCOELLO.
- Este proceso aplicará tanto para las muestra de aguas superficiales como subterráneas.
- Se debe tener en cuenta cualquier información que se considere necesaria para el adecuado análisis de la información, así como las condiciones y características generales del sitio de muestreo (tipo de sustrato, vegetación presente, color de las aguas, etc.).

"POR MEDIO DE LA CUAL SE HACE EL SEGUIMIENTO A LAS OBLIGACIONES CONTENIDAS EN LOS ARTÍCULOS 5 Y 8 DE LA RESOLUCIÓN 1567 DE 2009, POR LA SUSTRACCIÓN DE UN ÁREA DE LA RESERVA FORESTAL CENTRAL".

Manejo e interpretación de resultados: Se deben tener en cuenta de forma simultánea las características del agua correspondiente, así: microcuencas, acueductos y distrito de riego, las cuales deberán cumplir con las exigencias legales, desde el punto de vista de estándares físicos, químicos y bacteriológicos. Los resultados de cada uno de los parámetros fisicoquímicos, microbiológicos y de comunidades hidrobiológicas serán **contrastados** con los estándares definidos por las normas de calidad del agua del país: decreto 1594 de 1984, decreto 475 de 1998 y la resolución 2115 de 2007 que reglamentan la calidad y el uso.

Se **emplearán métodos paramétricos o no paramétricos, univariados o multivariados** según el cumplimiento de supuestos estadísticos, para detectar cambios o diferencias significativas espaciales y temporales. Las variables individuales serán integradas en índices de calidad del agua, tales como **ICA, ICOMO, ICOMI, ICOSUS, ICOTRO** (Ramírez y Viña 1998).

En cuanto a las comunidades hidrobiológicas se harán análisis específicos de la **correlación entre las variables físicas, químicas y microbiológicas** con los resultados obtenidos (composición, abundancia, riqueza, frecuencia, etc.) y su papel como bioindicador de la calidad del agua.

Biota Acuática: Perifiton, Macroinvertebrados y Peces

El monitoreo hidrobiológico se realizará con **periodicidad mensual**, durante el tiempo de ejecución del proyecto de exploración minera La Colosa. Los muestreos permitirán la **identificación de la composición y estructura del perifiton, macroinvertebrados bénticos y peces** en las quebradas La Colosa, La Arenosa y La Guala, así como su papel bioindicador de calidad de agua. Los puntos de muestreo son los mismos del muestreo hidrobiológico (Tabla 13).

A. Perifiton

- En cada punto de muestreo se elegirá un área representativa para el raspado en sustratos naturales (Wetzel y Likens 1990).
- En transectos lineales de 20 m, se toman al azar piedras, troncos y hojarasca y en un área de 8 cm²
- En el transecto se incluirán **30 réplicas** de tal manera que se muestree un área de 240 cm² por estación.
- Determinación y conteo del perifiton, siguiendo el método descrito por Ramírez (2000):

B. Macroinvertebrados Acuáticos

- En cada punto de muestreo, se seleccionará aleatoriamente un tramo de 100 m representativo de la fuente hídrica,
- Se emplearán métodos cualitativos (red triangular, dos palos) y cuantitativos con red Surber (Roldán 2008)
- Se tomarán fotografías bajo estereomicroscopio/microscopio con una cámara digital articulada al equipo.

C. Peces

- Se empleará electropesca
- Se estimará la abundancia y composición de peces

D. Análisis de datos

- Los datos de **abundancias** y registros de especies serán analizados a través del programa **EstimateS** (Colwell 2005) para obtener los valores de diversidad, curvas de acumulación de especies y representatividad de los muestreos.
- A través de Análisis de Ordenación, se obtendrán las **correlaciones** entre las variables biológicas, abundancia de especies y hábitats muestreados.

“POR MEDIO DE LA CUAL SE HACE EL SEGUIMIENTO A LAS OBLIGACIONES CONTENIDAS EN LOS ARTÍCULOS 5 Y 8 DE LA RESOLUCIÓN 1567 DE 2009, POR LA SUSTRACCIÓN DE UN ÁREA DE LA RESERVA FORESTAL CENTRAL”.

Indicadores

Determinaciones Físicas, Químicas y Microbiológicas

Se establecieron los indicadores, de acuerdo a los recomendados por el IDEAM y el SIAC para el monitoreo de cambios en la calidad del agua (Tabla 14).

Tabla 14. Indicadores para el monitoreo de calidad de agua.

INDICADOR	VARIABLES	ESCALA TEMPORAL
Demanda Bioquímica de Oxígeno -DBO5-	DBO5T = DBO5 total DBO5D = DBO5 generada por el sector doméstico DBO5I = DBO5 generada por el sector industrial DBO5A = DBO5 generada por el sector agrícola DBO5P = DBO5 generada por el sector pecuario	Anual
Potencial de asimilación de carga orgánica biodegradable en corrientes superficiales	Concentración DBO5 medida Concentración DBO5 máxima permisible	Mensual
Déficit de oxígeno disuelto en corrientes superficiales	Ox = Oxígeno disuelto Cp = Concentración de oxígeno a presiónno estándar, mg/L	Mensual
pH	----	Mensual
Conductividad	----	Mensual
Oxígeno disuelto	----	Mensual
Temperatura del agua.	----	Mensual
Sólidos totales	----	Mensual
Sólidos en solución	----	Mensual
Oxígeno Disuelto	----	Mensual
Bicarbonatos	----	Mensual
Cloruros, sulfatos	----	Mensual
Nitritos, nitratos	----	Mensual
Nitrógeno amoniacal	----	Mensual
Hierro	----	Mensual
Calcio	----	Mensual
Magnesio	----	Mensual
Sodio	----	Mensual
Fosfatos	----	Mensual
Potasio	----	Mensual
Arsénico	----	Mensual
Alcalinidad	----	Mensual
Acidez.	----	Mensual
Coliformes totales	----	Mensual
Fecales	----	Mensual

Fuente. Plan de Monitoreo

Biota Acuática: Perifiton, Macroinvertebrados y Peces

Entre las variables a evaluar están riqueza, abundancia, entre otras (Tabla 15)

Tabla 15. Variables e indicadores para el monitoreo del perifiton, macroinvertebrados bénticos y peces.

Variable	Indicador
Riqueza de especies/ hábitat	Número de especies
Abundancia de especies/ hábitat	Número de individuos por especie
Diversidad por hábitat	Diversidad alfa, beta y gamma. Índices Ecológicos
Especies Endémicas/raras o poco comunes	Número de especies endémicas/raras o poco comunes
Distribución altitudinal o biogeográfica	Nuevo reporte (si aplica)
Calidad de agua	Especie indicadora (basado en investigaciones previas o como resultado de la valoración).

Fuente. Plan de Monitoreo

"POR MEDIO DE LA CUAL SE HACE EL SEGUIMIENTO A LAS OBLIGACIONES CONTENIDAS EN LOS ARTÍCULOS 5 Y 8 DE LA RESOLUCIÓN 1567 DE 2009, POR LA SUSTRACCIÓN DE UN ÁREA DE LA RESERVA FORESTAL CENTRAL".

Cumplimiento del análisis

PRIMER INFORME

No se presenta información al respecto durante este periodo.

SEGUNDO INFORME (Septiembre 2012 a Febrero 2013)

Según los índices EPT, BMWP e IMERA los puntajes más bajos de calidad de agua los obtuvo la estación HB10, esto posiblemente se deba a que esta estación presenta fuertes impactos producidos por actividades humanas. Así mismo, estos índices también muestran las fluctuaciones que se han presentado en la estación HB9 con respecto a la calidad de agua. Esto puede deberse a que en esta estación se practica la minería artesanal, produciéndose un constante cambio en el curso y lecho del río por la remoción de material y cambios en el paisaje en general. En general las estaciones restantes presentaron una calidad de agua buena, posiblemente se deba a que estas estaciones presentan vegetación en sus riberas compuestas principalmente por árboles y arbustos.

PERIFITON

Con respecto a la composición y estructura total del perifiton y según el documento allegado, de julio de 2012 a Abril de 2013 se realizaron diez muestreos en el área de influencia del proyecto minero La Colosa (PLC), donde se evaluó un área total de 78.720 cm² correspondiente a 1230 raspados. Se registraron 327.883 organismos, distribuidos en trece filos, dieciocho clases, 35 órdenes, 58 familias y 90 taxones.

Con respecto a la densidad relativa y total de los trece filos registrados, Ochrophyta fue el más abundante con 92.52%, seguido de Cyanobacteria con 3.38%, Chlorophyta con 2.45% y Charophyta con 1.08%, los nueve filos restantes presentaron densidades inferiores a 0.2%, ya que solo se registraron durante algunos muestreos, por lo que se pueden considerar como raros y poco frecuentes en las colectas del perifiton. Respecto a la densidad relativa de las clases, la más frecuente y abundante fue Bacillariophyceae con 92.56%, seguida por Cyanophyceae con 92.52%, Chlorophyceae con 1.48% y Conjugatophyceae con 1.08%, las catorce clases restantes presentaron valores muy bajos.

En relación a la composición taxonómica presente en cada estación de muestreo la mayor densidad para la parte alta y media de la Quebrada la Colosa (HB1 y HB2) fue *Hannea* sp seguida de *Fragilaria* sp, para la parte baja de la Q. la Colosa (HB3 y HB4) predominó *Fragilaria* sp, seguida de *Rhoicosphenia curvata*. Para la Quebrada la Arenosa predominan *Fragilaria* sp y *Rhoicosphenia curvata* en todas las estaciones (HB5, HB6 y HB7). En la quebrada la Guala (HB8) predomina *Melosira* sp, seguida de *Navicula* sp y *Fragilaria* sp. En el río Bermellón (HB9 y HB10) la mayor densidad la presentó *Fragilaria* sp, seguida de *Navicula* sp, *Melosira* sp y *Nitzschia* sp. En la zona baja de la cuenca, Q. la Lucha (HB11), predominan *Fragilaria* sp, *Spirogyra* sp y *Cocconeis* sp. En el río Coello (HB12 y HB13) predominan *Navicula* sp, *Fragilaria* sp, y *Nitzschia* sp. Las estaciones con mayor abundancia fueron HB3, HB9 y HB10 y los meses de mayor abundancia fueron enero (2013) y diciembre (2012).

Con relación al Índices ecológicos por sustrato, los valores más altos de riqueza de Margalef se registraron en los sustratos roca y tronco, y los más bajos en hojarasca y lodo. La diversidad de Shannon mostró los valores más altos en roca y hojarasca, y los más bajos en lodo y tronco. Los resultados del índice de Simpson fueron considerados bajos, lo que indica una presencia baja o poca frecuencia de especies dominantes.

MACROINVERTEBRADOS

Al cabo de diez meses de muestreo se han colectado 98298 individuos, distribuidos en 20 órdenes y 83 familias. Con la metodología de red surber se colectaron 93414 organismos, pertenecientes a 20 órdenes y 83 familias. Para la colecta con red de pantalla se tienen 4483 individuos distribuidos en 15 órdenes y 45 familias. En general el orden más abundante fue Ephemeroptera con 22593 organismos, seguido por Trichoptera con 22593, Diptera con

"POR MEDIO DE LA CUAL SE HACE EL SEGUIMIENTO A LAS OBLIGACIONES CONTENIDAS EN LOS ARTÍCULOS 5 Y 8 DE LA RESOLUCIÓN 1567 DE 2009, POR LA SUSTRACCIÓN DE UN ÁREA DE LA RESERVA FORESTAL CENTRAL".

12453 y Coleoptera con 10766. En cuanto a familias, Baetidae es la más abundante con 32052 individuos, seguida por Hydropsychidae con 16509, Leptohyphidae con 10927 y Chironomidae con 8152.

Con respecto a la composición se obtuvo que Baetidae y Leptohyphidae (Ephemeroptera), Glossosomatidae, Hydropsychidae y Leptoceridae (Trichoptera), Chironomidae, Simuliidae y Tipulidae (Diptera) y Elmidae y Staphilinidae (Coleoptera) fueron las familias compartidas por las trece estaciones. De acuerdo a las familias compartidas la composición se fracciona en dos grandes grupos, las estaciones HB11, HB12 y HB13 y otro grupo con las estaciones restantes, que a su vez tienen dos divisiones principales, que separa a HB10 del resto de las estaciones. Así mismo, dentro de estas últimas HB9 se separa de las estaciones restantes.

De acuerdo a registros nuevos y según el documento allegado, hasta el momento se presentan dos nuevos registros para el departamento del Tolima. La familia Atriplectididae (Trichoptera), con el género Neoatriplectides, siendo un nuevo registro tanto de género como de familia en este departamento, con un organismo capturado en la Quebrada La Colosa aguas arriba (HB1). Además, el género Cabecar perteneciente a la familia Leptohyphidae (Ephemeroptera), con un solo individuo colectado en la Quebrada La Lucha (HB11).

PECES

Durante los meses evaluados se han capturado 2148 individuos pertenecientes a seis órdenes, 13 familias y 33 especies. Los Siluriformes y Characiformes fueron los órdenes con mayor abundancia. Las familias Astroblepidae y Characidae representan cerca del 70% de las especies colectadas. De las especies registradas en el primer informe, se hicieron algunos ajustes en la taxonomía: *Creagrutus brevipinnis* por *Creagrutus cf. magdalenae* y *Ancistrus sp.* por *Lasiancistrus caucanus*, *Astroblepus guentheri* por *Astroblepus homodon*, *Sturisoma panamense* por *Sturisomatichthys leightoni*, *Trichomycterus transandinianum* por *Trichomycterus sp. 1*.

Las especies más abundantes fueron *Astroblepus micrescens* (37%), *Poecilia reticulata* (20%) y *Creagrutus magdalenae* (11%). En cuanto a la abundancia absoluta por estación, las estaciones por debajo de los 1000 m s.n.m. presentaron los valores más altos, la quebrada La Lucha presentó la mayor abundancia, seguido por el río Coello que presentó las mayores abundancias aguas arriba (231) y abajo (215) del distrito de riego USOCOELLO (datos de febrero 2013). Las menores abundancias se registraron por encima de los 2000 m s.n.m. El río Bermellón aguas abajo de la desembocadura de la quebrada La Guala (HB10) presentó dos individuos. Durante febrero de 2013 se registraron siete especies (*Prochilodus magdalenae*, *Microgenys minuta*, *Poecilia caucana*, *Crossoloricaria variegata*, *Chaetostoma milesi*, *Cetopsorhamdia nasus* y *Spatuloricaria gymnogaster*) no reportadas en los monitoreos previos.

Con respecto a las Especies categorizadas en la UICN, migratorias, endémicas y/o raras, el documento allegado, indica que en la cuenca del río Coello se incluyen: *Prochilodus magdalenae* (VU), *Leporinus muyscorum* (VU), *Pimelodus grosskopfii* (VU), *Caquetaia umbrifera* (NT), *Hypostomus hondae* (NT) y *Microgenys minuta* (NT). Además se resalta la presencia de tres especies migratorias como *L. muyscorum*, *P. magdalenae*, *P. grosskopfii* (Usma et al. 2009). Hasta el momento se puede considerar como única especie endémica a *Bryconamericus tolimae*. Existen algunas especies poco frecuentes de la familia Loricariidae, subfamilia Loricariinae, como *Spatuloricaria gymnogaster* y *Crossoloricaria variegata*. Además se capturó en la estación HB12, un individuo de *Apteronotus eschmeyeri* del orden Gymnotiformes.

TERCER INFORME (Marzo 2013 - Agosto de 2013)

PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS

La metodología implementada consiste en una clasificación de la calidad del agua dentro de la zona de influencia directa e indirecta del proyecto la Colosa (cuenca del río Coello) mediante la aplicación de Índices de Calidad del Agua (ICA) e índices de contaminación

"POR MEDIO DE LA CUAL SE HACE EL SEGUIMIENTO A LAS OBLIGACIONES CONTENIDAS EN LOS ARTÍCULOS 5 Y 8 DE LA RESOLUCIÓN 1567 DE 2009, POR LA SUSTRACCIÓN DE UN ÁREA DE LA RESERVA FORESTAL CENTRAL".

(ICO), a partir de los valores de los parámetros físicoquímicos y microbiológicos monitoreados en las quebradas La Colosa, La Arenosa, La Guala, La Lucha y los ríos Bermellón y Coello.

Los parámetros determinados en cada una de las estaciones muestreadas fueron analizados en el laboratorio ACUATEST S. A. de la ciudad de Manizales, determinaron in situ con los equipos multi-parámetro SCHOTT® Handylabmulti 12/set y turbidímetro HACH 2100Q, los siguientes parámetros: temperatura ambiente, temperatura del agua, pH, conductividad, salinidad, oxígeno disuelto, % de saturación de oxígeno y turbidez, los cuales se pueden ver afectados por el tiempo y condiciones de transporte.

De los resultados obtenidos encontraron que de los 15 parámetros reglamentados por la ley solo 7 cumplen con los valores permisibles por el decreto en cada una de sus consideraciones, estos parámetros corresponden a cloruros, magnesio, sulfatos, fosfatos, nitratos, nitritos, y pH. Sin embargo, parámetros como turbiedad, calcio, alcalinidad, porcentaje de saturación de oxígeno, hierro, coliformes totales, coliformes fecales y arsénico están excediendo el límite permisible para algunos usos en varias de las estaciones durante los 14 meses de muestreo. No se indican posibles causas de dichas concentraciones.

Al comparar los valores de los parámetros evaluados en las estaciones de monitoreo con la normatividad que reglamenta el agua a ser destinada al consumo humano, se observa que los parámetros de cloruros, magnesio, sulfatos, fosfatos, nitritos, nitratos, y pH se encuentran dentro de las concentraciones permitidas por la ley, sin embargo parámetros como turbiedad, calcio, alcalinidad, hierro, arsénico, coliformes fecales y coliformes totales están por fuera de los límites permisibles, es decir, la calidad del agua no cumple con las normas para ser usada como fuente para abastecimiento humano en ninguna de las estaciones muestreadas a lo largo de la cuenda del río Coello. En el documento allegado no se establecen las posibles causas de dicha contaminación, ni las medidas de manejo.

En el documento allegado se indica que pese a lo anterior, el agua de la parte alta de la cuenca que comprende las estaciones que van desde HB1 hasta HB8, podría en su momento ser utilizada para el consumo humano ya que en esta parte de la cuenca los parámetros que exceden las concentraciones límite se reducen a turbiedad, hierro y coliformes totales y fecales, los cuales pueden ser fácilmente removidos del agua con un tratamiento convencional previo.

Con respecto a la destinación del recurso para uso agrícola, éste también se ve limitado por las concentraciones de coliformes totales y fecales que exceden los límites permitidos en la normatividad en la parte alta de la cuenca y de hierro en las estaciones HB12 y HB13 ubicadas en el río Coello. El uso del recurso para fines pecuarios no está limitado en ninguna estación ya que los parámetros que lo reglamentan (arsénico, nitratos y nitritos) se encuentran con concentraciones dentro del límite establecido en la normatividad.

La destinación del recurso con fines recreativos de contacto primario y secundario se ve restringido en todas las estaciones monitoreadas a causa de las concentraciones fuera de los límites establecidos en los parámetros de porcentaje de saturación de oxígeno y de coliformes totales y fecales, mientras que la destinación del recurso para preservación de flora y fauna se ve limitada por el Hierro al exceder los límites permisibles. No se establecen las posibles causas de dicha contaminación, ni las medidas para su mitigación y control.

No se reportan resultados de parámetros físicoquímicos para el mes de enero de 2013 en las estaciones HB5, HB6, HB7 y HB8, igual sucede para el mes de marzo en las estaciones HB11, HB12 y HB3.

Concluyen que a lo largo de los sitios de muestreo convergen una serie de perturbaciones antrópicas y biológicas, dentro de los procesos que pueden afectar la calidad del agua se encuentran contenidos los procesos naturales, los efectos del uso de la tierra no relacionado con la minería, y las operaciones mineras y de procesamiento mineral. En el área de monitoreo y a lo largo de la cuenca del río Coello no existen trabajos de este tipo que puedan

"POR MEDIO DE LA CUAL SE HACE EL SEGUIMIENTO A LAS OBLIGACIONES CONTENIDAS EN LOS ARTÍCULOS 5 Y 8 DE LA RESOLUCIÓN 1567 DE 2009, POR LA SUSTRACCIÓN DE UN ÁREA DE LA RESERVA FORESTAL CENTRAL".

servir como punto de partida para hacer comparaciones más profundas acerca de la dinámica de las fuentes de agua.

La zona en estudio posee en su parte alta (estaciones desde HB1 hasta HB9) procesos físicos naturales que pueden degradar la calidad del agua limitándola a un uso específico, incluyendo procesos erosionales como aluviones, colapso de orillas de quebradas y erosión inducida por escorrentía de tierra negra y subsuelos. Estos procesos introducen sedimento en las aguas superficiales, cambiando el color natural de las quebradas, afectando adversamente la vida acuática.

En el documento allegado se indica que en el área de estudio, las construcciones y las alteraciones que eliminan la vegetación que estabilizan los suelos, incluyendo, en particular, la agricultura y la ganadería, usos principales no relacionados con la minería, aumentan la erosión y la carga de sedimentos en las quebradas. Estos impactos se ven más reflejados en las estaciones de la parte alta sobre las quebradas La Colosa, La Arenosa y la Guala. La minería del lecho de las quebradas para extraer arena y rocas destruye la estructura de las corrientes de aguas superficiales, moviliza sedimentos finos y crea un canal fluvial inestable. Este impacto se observa principalmente en las estaciones HB9, HB10, HB12 y HB13. El hecho de verter residuos, como aceites, solventes y desechos domésticos e industriales, y el lavado de carros a los cuerpos de agua en especial al río Bermellón y Coello introducen contaminantes químicos y biológicos tóxicos en las aguas superficiales. Los desechos humanos y de ganado sin tratar, también introducen bacterias y otros microorganismos potencialmente dañinos en las quebradas mediante escorrentía y descarga directa.

*Sólo se detectaron diferencias significativas ($p < 0.05$) a escala temporal en la DQO, nitrógeno amoniacal, acidez, coliformes totales y oxígeno disuelto. Por el contrario, analizando las mismas variables bajo el criterio espacial, se encontraron diferencias significativas en la mayoría de los parámetros, dichos parámetros son: DBO, cloruros, hierro, nitratos, alcalinidad, magnesio, arsénico, T° ambiente, T° agua, conductividad, salinidad y turbidez. Los parámetros sólidos suspendidos totales, sólidos totales, sulfatos, fosfatos, nitritos, calcio, sodio, potasio, *Escherichia coli*, y pH presentaron diferencia significativa tanto espacial como temporal. Sin embargo, en el documento allegado no se establecen las causas de estas diferencias.*

Efectúan Análisis de Componentes Principales (ACP) de las variables fisicoquímicas y de las estaciones de muestreo, incluyendo diagrama para el primer y segundo componente. No establecen interrelaciones entre variables y estaciones.

Los resultados del análisis multivariado evidencian dos grupos claramente diferenciados de estaciones, uno de ellos correspondientes a las estaciones ubicadas en la zona de exploración del proyecto y el otro a aquellas ubicadas en la quebrada la Lucha y en el Río Coello, situación que se explica por la marcada distancia geográfica entre grupos de estaciones, la diferencia de condiciones ambientales y los factores influyentes sobre el segundo grupo. Por lo anterior se sugiere establecer análisis separados entre grupos, esto para evidenciar diferencias significativas entre variables, estaciones y temporadas.

HIDROBIOLÓGICOS

Entre los objetivos del segundo informe se plantean el cálculo del índice de contaminación ICOTRO, sin embargo, para el tercer informe es excluido en los objetivos.

Para cada punto de muestreo (cuenca del Río Coello, donde se incluyeron las fuentes hídricas que abastecen a los acueductos de los municipios de Espinal, Chicoral, Coello y distrito de riego USOCOELLO e incluyó 13 estaciones de muestreo), describen las condiciones bióticas y abióticas de cada estación de muestreo e identifican los factores antrópicos con posible influencia sobre las mediciones.

Según el documento allegado, al emplear los macroinvertebrados acuáticos como indicadores de calidad de agua para las trece estaciones, se obtuvo que con el índice EPT, la estación HB3 presentó una calidad de agua regular en noviembre de 2012 y marzo de

"POR MEDIO DE LA CUAL SE HACE EL SEGUIMIENTO A LAS OBLIGACIONES CONTENIDAS EN LOS ARTÍCULOS 5 Y 8 DE LA RESOLUCIÓN 1567 DE 2009, POR LA SUSTRACCIÓN DE UN ÁREA DE LA RESERVA FORESTAL CENTRAL".

2013, igualmente la estación HB4 presentó una calificación regular en noviembre de 2012. Esto puede deberse a la cercanía de estas estaciones con la carretera de acceso al proyecto La Colosa. Particularmente la estación HB4 que se encuentra ubicada unos metros abajo del paso de las camionetas por encima de la Q. la Colosa, en el sector La Vara. Este continuo paso de vehículos por la quebrada puede llegar con el tiempo a ser una potencial fuente de contaminación, debido a los lixiviados como aceites, gasolina y otros residuos. En las estaciones restantes, la calidad de agua estuvo entre buena y muy buena.

Con el índice EPT, la estación HB9 presentó una calidad de agua de regular a buena en casi todos los muestreos, excepto en enero y febrero de 2013 donde se presentó una calidad mala. En la estación HB10 se obtuvo que la mayoría de los muestreos tuvieron una mala calidad excepto en noviembre de 2012 donde se presentó una puntuación buena y en julio y agosto de 2013 que presentó una calidad regular. Igualmente, al calcular el índice IMERA en las estaciones ubicadas por encima de los 1900 msnm (HB1 a HB10), se obtuvo que la estación HB9 presentó en la mayoría de muestreos aguas de muy buena y buena calidad excepto en febrero de 2013 donde la calidad fue moderada. La estación HB10 presentó en casi todos los muestreos aguas de mala o pésima calidad. Las estaciones restantes presentaron aguas de muy buena calidad con este último índice.

PERIFITON

Durante julio de 2012 a agosto de 2013 se realizaron catorce muestreos en el área de influencia del proyecto minero La Colosa (PLC), donde se evaluó un área total de 109440 cm² correspondiente a 1710 raspados. Se registró una densidad total de 381087 organismos/mm², distribuidos en catorce phylas, diecinueve clases, 37 órdenes, 59 familias, 94 géneros y 11 especies.

De los catorce filos registrados, Ochrophyta fue el más abundante con 91%, seguido de Cyanobacteria con 5%, Chlorophyta con 2.8% y Charophyta con 1.1%, los diez filos restantes presentaron densidades inferiores a 0.3 %, ya que solo se registraron durante algunos muestreos, por lo que se pueden considerar como raros y poco frecuentes en las colectas del perifiton. Respecto a la densidad relativa de las clases, la más frecuente y abundante fue Bacillariophyceae con 90.6%, seguida por Cyanophyceae con 5%, Chlorophyceae con 1.7% y Conjugatophyceae con 1.1%, las quince clases restantes presentaron valores muy bajos.

La estructura de la comunidad perifítica observada en los trece puntos de muestreo, estuvo dominada en su mayor parte por la clase Bacillariophyceae, tanto a nivel espacial como temporal. Esta clase se caracterizó por su abundancia y frecuencia a lo largo de todas las estaciones de muestreo, desde las zonas altas hasta las zonas bajas.

Las géneros más abundantes y frecuentes durante los 14 muestreos realizados fueron: *Fragilaria*, *Navicula*, *Melosira*, *Rhoicosphenia*, *Nitzschia*, *Hannaea*, *Gomphonema*, *Oscillatoria*, *Cymbella*, *Frustulia*, *Cocconeis* y *Synedra* todas pertenecientes a la clase Bacillariophyceae, a excepción de *Oscillatoria* que pertenece a las Cyanophyceae.

En relación a la composición taxonómica presente en cada estación de muestreo, la mayor densidad para la parte alta y media de la Q. la Colosa (HB1 y HB2) fue *Hannaea* seguida de *Fragilaria*, para la parte baja de la Q. la Colosa (HB3 y HB4) predominó *Fragilaria*, seguida de *Rhoicospheniacurvata*. En la Quebrada la Arenosa predominan *Fragilaria*, *Rhoicospheniacurvata* y *Navicula* en todas las estaciones (HB5, HB6 y HB7). En la quebrada la Guala (HB8) predomina *Melosira*, seguida de *Navicula* y *Fragilaria*. En el río Bermellón (HB9 y HB10) la mayor densidad la presentó *Fragilaria*, seguida de *Navicula*, *Melosira* y *Nitzschia*. En la zona baja del proyecto en la Q. la Lucha (HB11) predominan *Fragilaria*, *Spirogyra* y *Gloeotrichia*. En el río Coello (HB12 y HB13) predominan *Navicula*, *Fragilaria* y *Nitzschia*. El comportamiento de las estaciones mostró que las estaciones con mayor abundancia fueron HB3, HB9 y HB10 a lo largo del proyecto y los meses de mayor abundancia fueron enero (2013) y diciembre (2012).

Con relación a los sustratos evaluados, se observó que el sustrato de roca y tronco, presentaron los valores más altos de riqueza, densidad y diversidad, aspectos relacionados

"POR MEDIO DE LA CUAL SE HACE EL SEGUIMIENTO A LAS OBLIGACIONES CONTENIDAS EN LOS ARTÍCULOS 5 Y 8 DE LA RESOLUCIÓN 1567 DE 2009, POR LA SUSTRACCIÓN DE UN ÁREA DE LA RESERVA FORESTAL CENTRAL".

con una mayor frecuencia y estabilidad en los ecosistemas acuáticos, lo que permite la colonización y un óptimo desarrollo de las comunidades perifíticas.

MACROINVERTEBRADOS

En total durante los trece meses de muestreo se han recolectado 118435 individuos, distribuidos en 19 órdenes y 80 familias. Con la metodología de red Surber se recolectaron 113551 organismos, pertenecientes a 19 órdenes y 80 familias. Para la recolecta con red de pantalla se tienen 4483 individuos distribuidos en 14 órdenes y 45 familias. En general el orden más abundante fue Ephemeroptera con 54205 organismos, seguido por Trichoptera con 26155, Diptera con 14061 y Coleoptera con 13528. En cuanto a familias, Baetidae es la más abundante con 38715 individuos, seguida por Hydropsychidae con 19115, Leptohyphidae con 13796 y Chironomidae con 9029.

Con respecto a la composición de macroinvertebrados acuáticos en las diferentes estaciones de muestreo, se obtuvo que trece familias compartidas por todas las estaciones, entre ellas Baetidae y Leptohyphidae (Ephemeroptera), Hydropsychidae y Leptoceridae (Trichoptera), Chironomidae, Simuliidae y Tipulidae (Diptera) y Elmidae y Staphilinidae (Coleoptera). De acuerdo a las familias compartidas, la composición se fracciona en dos grandes grupos. Las estaciones HB11, HB12 y HB13 y otro grupo con las estaciones restantes, que a su vez tienen dos divisiones principales, que separa a HB9 y HB10 del resto de las estaciones.

Con respecto a nuevos registros, se mantiene la identificación reportada para el segundo informe.

PECES

Durante los trece meses evaluados (agosto 2012-agosto 2013) se han capturado 2696 individuos pertenecientes a 6 órdenes, 13 familias y 37 especies. Los Siluriformes y Characiformes fueron los órdenes con mayor abundancia. Las familias Astroblepidae y Characidae representan el 61% de las especies colectadas. Los órdenes más representativos y abundantes son Siluriformes y Characiformes, el orden Cyprinodontiformes es el tercer orden en abundancia (18%), sin embargo sólo representó el 6% de las especies.

Con relación a especies endémicas y/o raras tal como se registró en el informe anterior según el documento allegado, se tiene registro de seis especies categorizadas en el UICN, tres especies migratorias, una endémica, dos introducidas y tres poco frecuentes en el área de influencia del proyecto de exploración minero La Colosa.

Cuadro de cumplimiento.

"POR MEDIO DE LA CUAL SE HACE EL SEGUIMIENTO A LAS OBLIGACIONES CONTENIDAS EN LOS ARTÍCULOS 5 Y 8 DE LA RESOLUCIÓN 1567 DE 2009, POR LA SUSTRACCIÓN DE UN ÁREA DE LA RESERVA FORESTAL CENTRAL".

OBJETIVOS	INDICADORES	CUMPLIMIENTO - INFORMES			OBSERVACIONES
		PRIMER	SEGUNDO	TERCER	
Determinar las condiciones actuales de los sistemas hídricos del área de influencia del proyecto de exploración minera La Colosa en su componente biológico y emplear estos como bioindicadores para valorar el impacto durante el programa de exploración.		No	PARCIAL	Si	Respecto a los resultados obtenidos para macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores en el segundo informe, no se establecen las posibles causas de la calidad de agua en los diferentes puntos de muestreo. Se sugiere establecer puntos de muestreo intermedios entre los dos sectores de estaciones que permitan hacer un seguimiento a los posibles efectos ambientales causados por el proyecto.
Establecer la composición y estructura del perfiton en el área de influencia del proyecto de exploración minera La Colosa a través de muestreos mensuales y durante diferentes periodos climáticos.	Número de especies	No	Si	Si	
	Número de individuos por	No	Si	Si	
	Diversidad alfa, beta y gamma. Índices Ecológicos	No	Si	Si	
	Número de especies endémicas/raras o poco comunes	No	No	No	No se evidencia dicho registro en los diferentes informes
	Nuevo reporte (si aplica)	No	No	No	
	Especie indicadora (basado en investigaciones previas o como resultado de la valoración).	No	PARCIAL	PARCIAL	Para el segundo y tercer informe se establecen algunas relaciones de bioindicadores, sin embargo no se especifican especies como tal que cumplan dicha función.
Establecer la composición y estructura de los macroinvertebrados en el área de influencia del proyecto de exploración minera La Colosa a través de muestreos mensuales y durante diferentes periodos climáticos.	Especie indicadora (basado en investigaciones previas o como resultado de la valoración).	No	PARCIAL	PARCIAL	algunas relaciones de bioindicadores, sin embargo no se especifican especies como tal que cumplan dicha función.
	Número de especies	No	Si	Si	
	Número de individuos por	No	Si	Si	
	Diversidad alfa, beta y gamma. Índices Ecológicos	No	Si	Si	
	Número de especies endémicas/raras o poco comunes	No	No	No	No se evidencia dicho registro en los diferentes informes
	Nuevo reporte (si aplica)	No	Si	Si	
Establecer la composición y estructura de la comunidad de peces en el área de influencia del proyecto de exploración minera La Colosa a través de muestreos mensuales y durante diferentes periodos climáticos.	Especie indicadora (basado en investigaciones previas o como resultado de la valoración).	No	No	No	
	Número de especies	No	Si	Si	
	Número de individuos por	No	Si	Si	
	Diversidad alfa, beta y gamma. Índices Ecológicos	No	Si	Si	
	Número de especies endémicas/raras o poco comunes	No	Si	Si	
	Nuevo reporte (si aplica)	No	No	No	
Establecer la relación entre la composición y estructura de las comunidades hidrobiológicas y su asociación con los cambios ambientales durante la fase de exploración.		No	PARCIAL	PARCIAL	No se evidencian las asociaciones de los resultados obtenidos con respecto a la exploración

CAPITULO 3: FLORA

Objetivos específicos

- Caracterizar la composición y estructura de la flora de los diferentes tipos de cobertura vegetal presentes en el área del proyecto de exploración minera La Colosa.

"POR MEDIO DE LA CUAL SE HACE EL SEGUIMIENTO A LAS OBLIGACIONES CONTENIDAS EN LOS ARTÍCULOS 5 Y 8 DE LA RESOLUCIÓN 1567 DE 2009, POR LA SUSTRACCIÓN DE UN ÁREA DE LA RESERVA FORESTAL CENTRAL".

- *Determinar los cambios espaciales y temporales de la flora de los diferentes tipos de cobertura vegetal presentes en el área del proyecto de exploración minera La Colosa y su correlación con factores ambientales durante el proceso de exploración.*
- *Establecer la dinámica de la Vegetación Leñosa de las coberturas vegetales del área de influencia del proyecto La Colosa mediante la cuantificación de las Tasas de Crecimiento Anual (o Crecimiento Diamétrico), de Mortalidad y de Reclutamiento.*
- *Plantear y evaluar acciones de mitigación y restauración en las áreas intervenidas durante la fase de exploración del proyecto minero La Colosa y en la conexión entre fragmentos.*
- *Establecer el inventario de las especies indicadores de calidad de hábitat y aquellas con algún grado de amenaza (IUCN, CITES, libros rojos).*
- *Describir el uso del suelo en la zona de influencia del proyecto minero La Colosa así como los cambios biofísicos (espacial y temporal) y el efecto sobre la conectividad entre los ecosistemas, la provisión de servicios ambientales y los potenciales efectos acumulativos.*

Insumos

La metodología planteada para el componente florístico evidencia que toda la información que será utilizada para los análisis será adquirida a partir de información primaria que será obtenida en campo mediante los muestreos que serán llevados a cabo.

Hasta la fecha se han entregado dos informes de cumplimiento del monitoreo ambiental, a partir de los cuales este Ministerio realizó la evaluación y seguimiento a los objetivos específicos.

- ***El segundo Informe de Avance se realizó entre Septiembre de 2012 – Febrero de 2013.***
- ***El Tercer Informe de Avance Informe Acumulativo de Monitoreo Ambiental durante La Fase De Exploración del Proyecto Minero La Colosa con corte de Marzo de 2013 – Agosto de 2013.***

Metodología

De acuerdo con los informes presentados, para el desarrollo de este componente se implementó la siguiente metodología. Cabe resaltar que el informe No. 2, corresponde a un acumulativo hasta el mes de Marzo de 2013, por lo cual contiene la misma información que el primero pero de forma ampliada.

Trabajo de campo

Establecimiento de parcelas permanentes y transectos complementarios

Según los informes, a partir del mes de junio de 2012, y hasta el presente (Marzo 2013), se han realizado recorridos aleatorios por los caminos y alrededores de los bosques dentro del área, lo que ha permitido cubrir la mayor cantidad de área, aumentando las posibilidades de encontrar un mayor número de familias, géneros y especies, que permitan estimar la riqueza de la vegetación de la zona y sirvan de referencia para la determinación de los individuos de las parcelas permanentes.

Para el establecimiento de las parcelas permanentes (57 de 0,05 ha y 1 de 1 ha) y los transectos complementarios, se contó con nueve salidas de 12 días cada una, desde el mes de julio de 2012 hasta el mes de marzo de 2013. Para el establecimiento de éstas, se tomó como referencia la propuesta aprobada por el IDEAM en enero de 2012; sin embargo, al cotejar las coordenadas inicialmente determinadas en la metodología y en el mapa de coberturas, no se encontraron coincidencias con las unidades de vegetación, lo que se ha atribuido a procesos de regeneración natural, derrumbes o desmontes que han ocurrido desde la época de formulación de la propuesta; lo mismo que a diferencias en el registro de las coordenadas, derivadas del uso de equipos con diferentes niveles de precisión.

"POR MEDIO DE LA CUAL SE HACE EL SEGUIMIENTO A LAS OBLIGACIONES CONTENIDAS EN LOS ARTÍCULOS 5 Y 8 DE LA RESOLUCIÓN 1567 DE 2009, POR LA SUSTRACCIÓN DE UN ÁREA DE LA RESERVA FORESTAL CENTRAL".

En razón de lo anterior, se redefinió la ubicación de las parcelas de 0.05 ha (50 m ×10 m), de acuerdo con la cobertura vegetal observada y en concordancia con las nuevas coordenadas registradas.

Para el establecimiento de la parcela de una hectárea, correspondiente al Bosque Abierto Alto de Tierra Firme, fue necesario dividir la parcela inicialmente planteada de 100 m × 100 m como se describe en la propuesta aprobada por el IDEAM, en dos parcelas de 20 m × 250 m. De manera complementaria a la parcela permanente, se ubicaron cuatro transectos de 250 m2 (125 m × 2 m) dentro del mismo tipo de bosque, pero por fuera de la parcela.

Después de definir los límites del área donde se establecerían las parcelas permanentes se procedió a delimitar subparcelas de 10 m × 10 m para las 57 parcelas de 0.05 ha (5 cuadrantes cada una) y de 10 m × 10 m para la parcela de una hectárea (100 cuadrantes).

Para el establecimiento de esta última se contó con el apoyo del personal de topografía de AGAC, con quienes se establecieron cada una de las líneas, la respectiva corrección de pendiente y se verificaron los ángulos de las intersecciones.

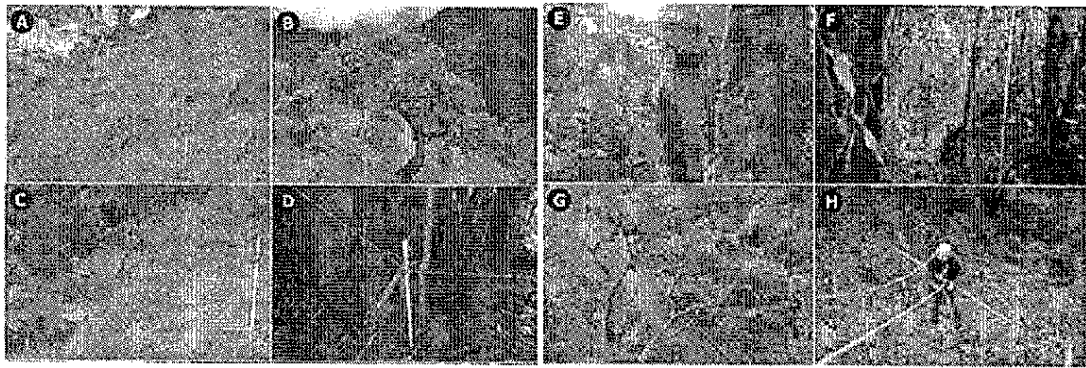
Tabla 16. Coberturas vegetales evaluadas. * Parcelas aún no establecidas.

Cobertura			Símbolo	Área (ha)	%	Número de parcelas	Área efectiva de las parcelas (ha)
Territorios agrícolas	Pastos	Pastos limpios (Figura 2a)	PL	85,08	16,52	7	0,35
		Pastos Arbolados (Figura 2b)	PA	33,54	6,51	7	0,35
		Pastos Enmalezados (Figura 2c)	PE	42,41	8,19	7	0,35
Bosques y áreas seminaturales	Bosques	Bosque denso alto de tierra firme	BDA	2,88	0,56	6	0,3
		Bosque Denso Bajo de Tierra Firme	BDB	36,64	7,11	6	0,3
		Bosque Abierto Alto de Tierra Firme (Figura 2d)	BAA	218,4	42,4	1 (100 cuadrantes)	1
		Bosque Abierto Bajo de Tierra (Figura 2e) Firme	BAB	55,34	10,74	6	0,3
	Áreas con vegetación Herbácea o Arbustiva	Vegetación Secundaria Alta (Figura 2f)	VSA	25,17	5,08	7	0,35
		Vegetación Secundaria Baja (Figura 2g)	VSb	10,31	2	7	0,35
	Áreas Abiertas sin o con Poca Vegetación	Tierras Desnudas (Figura 2h)	TD	2,58	0,50	4	0,2
		Revegetalización*	RV	1,94	0,38	3*	0,15
Total				515	100	61	4

Fuente: Documento radicado 4120-E1-21610 del 2 de Julio de 2013

Figura 12. Aspecto de las coberturas vegetales evaluadas en PLC. A. Pastos limpios; B. Pastos arbolados; C. Pastos Enmalezados; D. Bosque Abierto Alto; E. Bosque Abierto Bajo; F. Vegetación Secundaria Alta; G. Vegetación Secundaria Baja; H. Tierras Desnudas.

"POR MEDIO DE LA CUAL SE HACE EL SEGUIMIENTO A LAS OBLIGACIONES CONTENIDAS EN LOS ARTÍCULOS 5 Y 8 DE LA RESOLUCIÓN 1567 DE 2009, POR LA SUSTRACCIÓN DE UN ÁREA DE LA RESERVA FORESTAL CENTRAL".



Fuente: Documento radicado 4120-E1-21610 del 2 de Julio de 2013

Tabla 17. Ubicación geográfica de parcelas permanentes de 0,05 ha. * BAB: Bosque Abierto Bajo, BDA: Bosque Denso Alto, BDB: Bosque Denso Bajo, PA: Pastos Arbolados, PE: Pastos Enmalezados, PL: Pastos Limpios, TD: Tierras Desnudas, VSA: Vegetación Secundaria Alta, VSB: Vegetación Secundaria Baja. ** Coordenadas UTM (Z 18 N).

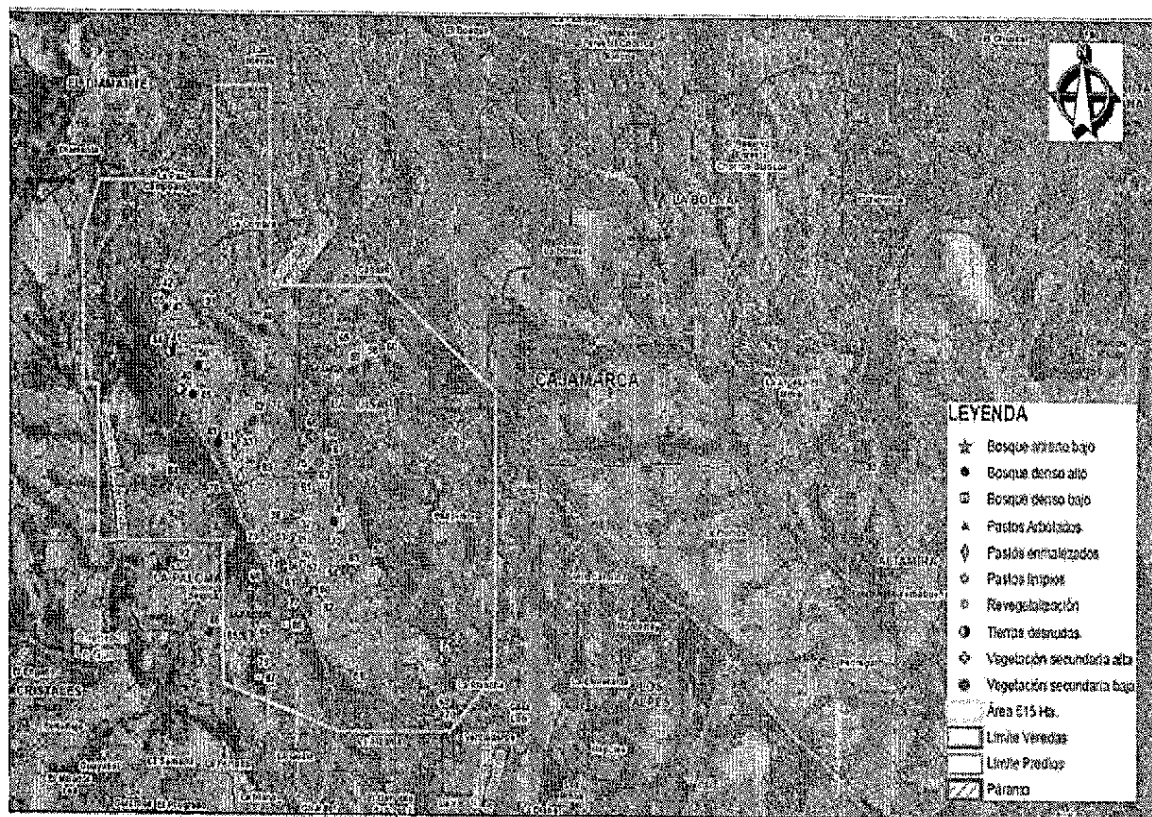
PARCELA*	COORDENADAS**	PARCELA*	COORDENADAS**
BAB-1	N 445.600, E 492.210	PE-5	N 445.820, E 492.920
BAB-2	N 445.896, E 492.868	PE-6	N 445.640, E 492.964
BAB-3	N 445.754, E 492.786	PE-7	N 445.795, E 492.835
BAB-4	N 445.980, E 492.662	PL-1	N 446.030, E 492.850
BAB-5	N 446.131, E 492.743	PL-2	N 445.643, E 492.917
BAB-6	N 445.056, E 493.188	PL-3	N 445.654, E 492.858
BDA-TF-1	N 445.208, E 493.659	PL-4	N 445.820, E 493.250
BDA-TF-2	N 445.308, E 492.439	PL-5	N 445.633, E 493.606
BDA-TF-3	N 446.052, E 493.018	PL-6	N 445.777, E 492.536
BDA-TF-4	N 494.002, E 445.616	PL-7	N 445.300, E 493.117
BDA-TF-5	N 445.355, E 493.413	TD-1	N 445.135, E 493.685
BDA-TF-6	N 445.236, E 493.803	TD-2	N 445.074, E 493.880
BDB-1	N 445.600, E 492.210		N 445.023, E 494.159
BDB-2	N 445.755, E 492.486	TD-4	N 445.031, E 494.110
BDB-3	N 445.613, E 493.225	VSA-1	N 446.069, E 493.884
BDB-4	N 445.848, E 492.787	VSA-2	N 493.450, E 445.920
BDB-5	N 445.280, E 494.080	VSA-3	N 446.041, E 493.315
BDB-6	N 445.124, E 492.783	VSA-4	N 445.550, E 492.664
PA-1	N 446.162, E 492.163	VSA-5	N 446.674, E 492.032
PA-2	N 446.280, E 492.810	VSA-6	N 446.660, E 492.030
PA-3	N 445.700, E 492.869	VSA-7	N 446.686, E 492.316
PA-4	N 492.689, E 446.003	VSB-1	N 446.240, E 493.820
PA-5	N 445.039, E 494.207	VSB-2	N 446.156, E 493.788
PA-6	N 445.733, E 492.803	VSB-3	N 493.843, E 446.355
PA-7	N 445.887, E 492.711	VSB-4	N 445.916, E 493.268
PE-1	N 445.454, E 493.422	VSB-5	N 445.565, E 493.530
PE-2	N 445.454, E 493.361	VSB-6	N 445.957, E 493.322
PE-3	N 449.183, E 493.235	VSB-7	N 446.000, E 493.390
22	N 445.485, E 493.238		

Tabla 18. Ubicación geográfica de los transectos alternos a la parcela de una ha.

Transectos	Ubicación (0 m)	Ubicación (125 m)
Tr-1	445.306, E 494.329	445.306, E 494.329
Tr-2	445.332, E 494.232	445.280, E 494.145
Tr-3	445.306, E 494.329	445.306, E 494.329
Tr-4	445.198, E 494.559	445.267, E 494.663

Figura 13. Localización de parcelas de muestreo

"POR MEDIO DE LA CUAL SE HACE EL SEGUIMIENTO A LAS OBLIGACIONES CONTENIDAS EN LOS ARTÍCULOS 5 Y 8 DE LA RESOLUCIÓN 1567 DE 2009, POR LA SUSTRACCIÓN DE UN ÁREA DE LA RESERVA FORESTAL CENTRAL".



Censo de parcelas permanentes y transectos complementarios

En cada parcela permanente donde se censan árboles (Bosque Abierto Alto, Bosque Abierto Bajo, Bosque Denso Alto, Bosque Denso Bajo, Pastos Arbolados, Vegetación Secundaria Alta y Vegetación Secundaria Baja), así como en los transectos complementarios, se incluyen únicamente individuos enraizados dentro de las mismas. Se registran los individuos con diámetro a la altura del pecho (DAP – a 1.3 m del suelo) mayor o igual a 5 cm (i.e. circunferencia a la altura del pecho (CAP) mayor o igual a 15.7 cm). Cada individuo registrado se marca con aerosol de color vistoso (aplicando una franja en el lugar en que se mide su CAP), con cinta flagging y con una placa de aluminio previamente grabada con el respectivo código que es sujeta al tronco con un clavo.

En la parcela de una hectárea se establecieron unidades de muestreo secundarias para la cuantificación de vegetación. Los arbustos y brinzales medidos en estos cuadrantes son marcados con pintura de color visible, cinta flagging y placas de aluminio previamente grabadas con el código correspondiente.

En el caso de las parcelas en las que es necesario censar el hábito herbáceo (Pastos Arbolados, Pastos Enmalezados, Pastos Limpios y Tierras Desnudas), se utiliza el método de Línea o método de Canfield, consistente en registrar las especies hasta un metro de cada lado de la línea recta central.

Para determinar la especie de cada planta inventariada en las parcelas, se toman muestras botánicas de todos los individuos, según métodos estandarizados de RangelCh. & Velázquez (1997). Todos los ejemplares se procesan en el Laboratorio y Taller de Botánica de la Universidad de Caldas y la Universidad del Quindío. Éstos son prensados y secados según métodos estándar (Liesner 1990, Villareal et al. 2006) y la determinación inicial se realiza por medio de claves genéricas: Gentry (1993c) y Vargas (2002) para Angiospermas; Tryon & Tryon (1982), Moran & Riba (1995), Mickel & Smith (2004) Triana Moreno & Murillo (2005) para helechos y licófitos; y Churchill & Linares (1995), Uribe & Aguirre (1997) y Gradstein et al. (2001a) para Briófitos.

Análisis de la información

"POR MEDIO DE LA CUAL SE HACE EL SEGUIMIENTO A LAS OBLIGACIONES CONTENIDAS EN LOS ARTÍCULOS 5 Y 8 DE LA RESOLUCIÓN 1567 DE 2009, POR LA SUSTRACCIÓN DE UN ÁREA DE LA RESERVA FORESTAL CENTRAL".

Composición florística: Se realiza el análisis de riqueza taxonómica de la vegetación y para cada especie se define la categoría de vulnerabilidad de acuerdo con la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN2010). Para la presentación del inventario se sigue el sistema de Smith et al. (2006) para los helechos y licófitos, y APG (2009) para las angiospermas. La escritura de los nombres científicos, así como su actualización nomenclatural, se realiza por la consulta de la base de datos de TROPICOS® (2013).

Estructura florística: Se evalúa tanto la estructura horizontal como la estructura vertical.

Curva de acumulación de especies: Para cada cobertura vegetal se realiza una curva de acumulación de especies con el objetivo de determinar la representatividad del muestreo y comparar la riqueza y la diversidad de especies de las coberturas estudiadas. El análisis se realiza en el programa EstimateS 9.0.0 (Colwell 2013), utilizando el estimador no paramétrico que se basa en la abundancia Chao 1.

Diversidad: Considera el número de especies (riqueza) y el número de individuos de cada especie. Para determinar la diversidad de cada una de las coberturas vegetales se realiza el análisis de la diversidad Alfa (α) y Beta (β).

- Diversidad Alfa (α):
 - o El índice de ShannonWiener (H')
 - o Índice de diversidad de Simpson (D')
- Diversidad Beta (β)
 - o Índice de Sørensen (I_s)
 - o Índice de Jaccard (S_j)

Tasas demográficas

- Crecimiento diamétrico: fórmula propuesta por Koring & Baslev
- Mortalidad: fórmula propuesta por Condit et al. (1999)
- Reclutamiento: Parámetros propuestos por Phillips (1994)
- Tasa de ganancia y de pérdida de AB por hectárea: Base propuesta de Samper & Vallejo 2007

Monitoreo y evaluación de las actividades de restauración y revegetalización

Las actividades de restauración y revegetalización se evaluarán en las zonas intervenidas por la exploración minera, en las cuales se iniciarán procesos de recuperación de la cubierta vegetal, ya sean las plataformas de exploración o los corredores de conexión entre los fragmentos de bosque. Esta revegetalización será concertada con los miembros de AGAC, de tal manera que, sin interferir con sus procesos de exploración, permita prevenir y mitigar efectos pasados, actuales y futuros de la actividad humana.

El monitoreo consiste en la valoración del establecimiento total y de cada una de las especies involucradas, la determinación trimestral del diámetro basal y la altura total durante los estados de brinzal y latizal y, posteriormente del DAP, la altura total y forma de los fustes.

Indicadores

De acuerdo con el Plan de Monitoreo aprobado por el IDEAM, se tiene estipulados los siguientes indicadores y/o productos a entregar por parte de la empresa:

1. Un documento inicial sobre el estado de las coberturas vegetales.
2. Evaluaciones periódicas en cumplimiento de las mediciones de monitoreo por tipo de coberturas en su tiempo establecido de medición (esto será un indicador del cumplimiento en el levantamiento de la información de campo).

Estos informes darán cuenta del registro de la dinámica de crecimiento de las coberturas vegetales, los reportes de los índices de biodiversidad de especies, la determinación de especies naturales, especies endémicas, raras o en vía de extinción. Se informará sobre los

"POR MEDIO DE LA CUAL SE HACE EL SEGUIMIENTO A LAS OBLIGACIONES CONTENIDAS EN LOS ARTÍCULOS 5 Y 8 DE LA RESOLUCIÓN 1567 DE 2009, POR LA SUSTRACCIÓN DE UN ÁREA DE LA RESERVA FORESTAL CENTRAL".

procesos sucesionales hallados por cobertura y su estado de protección. Todos los demás aspectos que contempla el proceso de monitoreo para el cumplimiento de los requerimientos de la Resolución 1567 del 14 de Agosto de 2009.

Tabla 19. Resumen de indicadores del Monitoreo del componente Flora, aprobado por el IDEAM

COBERTURA	METODOLOGIA	NO. DE PARCELAS	HA	INDICADORES	PERIODICIDAD
PASTOS Y SUELOS DESNUDOS	Parcelas Permanentes de Monitoreo (10X50)-Método de Línea o Método de Canfield-Muestreos Aleatorios	21	1,05	- Composición y Riqueza: (especies, Géneros, Familias) - Abundancia - Cobertura - Incremento medio en diámetro y altura fustal: - Asociaciones de especies por cada etapa sucesional - Factores limitantes y tensionantes procesos de regeneración	Cada 3 meses
VEGETACIÓN SECUNDARIA (ALTA Y BAJA)	Parcela Permanentes de Monitoreo (10X50)-Método de Línea o Método de Canfield-Muestreos Aleatorios	14	0,7	- Composición y Riqueza - Abundancia - Cobertura: - Incremento medio anual diámetro y altura fustal - Asociaciones de especies por cada etapa sucesional - Factores limitantes y tensionantes procesos de regeneración	Cada 6 meses
BOSQUES	Parcelas Permanentes de Monitoreo Cuadradas PPMC-Método de Línea o Método de Canfield - Muestreos Aleatorios	18 parcelas de 0.05 1 parcela de 1 ha (20 subparcelas de 0.05 ha)	1,9	Dinámica sucesional del bosque	Cada 3 meses
VEGETACIÓN PRODUCTO DE ACTIVIDADES DE RESTAURACIÓN Y REVEGETALIZACIÓN	Monitoreo áreas revegetalizadas se seleccionará el 10% de las plantas sembradas.	7	0,35	- Supervivencia - Estado fitosanitario - Vigor. - Crecimiento: incremento anual en DAP y altura - v. Inventario general de especies asociadas a la revegetalización.	Cada 3 meses
TOTAL	61	4			

Cartografía digital generada a partir de la plataforma Mapinfo a escala 1: 7.500

- Georreferenciación de la red de parcelas y subparcelas, coberturas vegetales y estratificación (suelo desnudo, pastos, rastrojos altos y bajos)
- Determinación de parcelas de muestreo en línea base y parcelas de monitoreo.
- Con base en las imágenes definidas a partir del muestreo inicial, se realizará el contraste con imágenes periódicas (semestrales o anuales) durante la fase del monitoreo, lo que nos permitirá visualizar los cambios en las coberturas vegetales en el espacio y en el tiempo.

"POR MEDIO DE LA CUAL SE HACE EL SEGUIMIENTO A LAS OBLIGACIONES CONTENIDAS EN LOS ARTÍCULOS 5 Y 8 DE LA RESOLUCIÓN 1567 DE 2009, POR LA SUSTRACCIÓN DE UN ÁREA DE LA RESERVA FORESTAL CENTRAL".

Informe sobre los posibles impactos generados a la flora de acuerdo a:

- La variación en la calidad ambiental
- Por extensión
- Por persistencia
- Por su capacidad de recuperación
- Por la relación causa-efecto
- Por la interrelación de acciones y/o efectos
- Por su periodicidad.

De acuerdo a los tipos de impacto que se presenten se definirán de manera oportuna y rápida las medidas de:

- Medidas de compensación.
- Medidas de recuperación
- Medidas de mitigación
- Medidas de prevención

Se presentará también informe periódico sobre el desarrollo y comportamiento de las acciones de restauración, en particular lo referente a la revegetalización, con las características y las variables aquí definidas.

Resultados Esperados

- Las familias de plantas con mayor riqueza de especies en las coberturas vegetales a estudiar corresponderán a las mismas encontradas en bosques andinos ubicados a altitudes similares (Cuatrecasas 1958, Gentry 1995, Rangel 1995), como Melastomataceae, Rubiaceae, Lauraceae, Asteraceae, Solanaceae y Myrsinaceae, entre otras.
- En la determinación de la composición florística de toda el área de influencia del proyecto La Colosa se espera registrar al menos 400 especies de plantas en el primer año de estudio.
- La cuantificación de la estructura y diversidad (Alfa y Beta) de las coberturas vegetales del área de influencia del proyecto La Colosa, tendrán valores fácilmente comparables con estudios realizados en Bosques Tropicales con diferentes grados de intervención.
- La dinámica de la vegetación leñosa seguirá patrones de crecimiento anual, mortalidad y reclutamiento influenciados directamente por el grado de intervención antrópica, factores ambientales y factores propios de los bosques tropicales, específicamente los bosques andinos.
- Si se tiene una apropiada elección de las especies con las cuales reforestar (elección con base en los datos florísticos arrojados por el presente estudio) y una adecuada técnica de Restauración y Revegetalización, el monitoreo de estas actividades arrojará valores positivos en cuanto a los criterios técnicos de sobrevivencia, vigor y crecimiento.
- Se generará en el primer año una lista de al menos 30 especies endémicas o que presenten problemas de conservación, según los registros de la IUCN, libros rojos a nivel nacional y el CITES.
- Se aportará a través de este estudio florístico información que permitirá realizar una caracterización ambiental de la zona de influencia del proyecto La Colosa.

Análisis de Cumplimiento

A continuación se presenta los resultados más relevantes obtenidos en el monitoreo y el análisis de esta información en relación con los objetivos del plan de monitoreo y los indicadores y resultados esperados para este componente.

"POR MEDIO DE LA CUAL SE HACE EL SEGUIMIENTO A LAS OBLIGACIONES CONTENIDAS EN LOS ARTÍCULOS 5 Y 8 DE LA RESOLUCIÓN 1567 DE 2009, POR LA SUSTRACCIÓN DE UN ÁREA DE LA RESERVA FORESTAL CENTRAL".

Como se indicó anteriormente, la empresa ha entregado a este Ministerio dos informes, aclarando en el último "TERCER INFORME DE AVANCE INFORME ACUMULATIVO DE MONITOREO AMBIENTAL DURANTE LA FASE DE EXPLORACIÓN DEL PROYECTO MINERO LA COLOSA CON CORTE DE MARZO DE 2013 – AGOSTO DE 2013" que:

"Al cabo de 14 meses del inicio de las actividades de campo del monitoreo ambiental durante la fase de exploración del proyecto minero La Colosa en su componente biológico, pues solo a partir de la expedición del PIC por parte de CORTOLIMA en julio de 2012, fue posible dar curso al mismo.

Este tercer informe de avance (...), El componente biológico tuvo curso a partir de julio del mismo año; el presente informe reúne la información acerca de los alcances logrados en el proceso de manera acumulativa, pues en el primer año se logró una adecuada dimensión de la composición y estructura de las poblaciones naturales objeto de estudio; a partir de allí se viene construyendo nuevas alternativas de análisis de la información que mes a mes se ha levantado con el propósito de determinar cómo las diversas acciones humanas en el área de estudio afectan el ecosistema, en particular las actividades asociadas a la exploración minera".

El informe No. 2 se hace referencia a monitoreos realizados entre Septiembre 2012 y Febrero de 2013, y el informe No. 3, a 14 meses posteriores a fechas de iniciación del monitoreo. De manera general, este Ministerio considera que el informe No. 2 presenta información del estado actual de las coberturas en el área de estudio, basado en la composición florística, su riqueza y estructura (arbórea), mientras el tercero, recoge la información del primero y hace un análisis más profundo y basado en los indicadores dispuestos en el Plan de Monitoreo aprobado por el IDEAM. El informe No. 3, obedece a un análisis de las diferentes mediciones realizadas en el informe No. 2, más no a la comparación y análisis de información de dos tiempos diferentes, objetivo clave del plan de monitoreo.

En el caso de la composición florística, a la fecha se cuenta con la información correspondiente a la composición florística de la zona de estudio, encontrando 51 especies y morfoespecies de plantas no vasculares (Briófitos) distribuidas en 29 familias y 36 géneros; y 426 especies y morfoespecies de plantas vasculares (Helechos y licófitos, y Angiospermas) distribuidas en 105 familias y 257 géneros.

En el tercer informe se indica que a pesar de las condiciones disímiles entre las parcelas evaluadas, en todas ellas se registran plantas vasculares sin semillas, sin embargo, es notable que ambientes particulares albergan especies particulares. Por ejemplo, en sitios expuestos, con alta radiación solar, como pastizales, barrancos y orillas de quebradas es frecuente la presencia de *Thelypteris cf. rudis*, una especie terrestre distribuida ampliamente en la región andina (TrianaMoreno & Murillo 2005). De lo anterior, este Ministerio realiza el siguiente cuadro comparativo de la información contenida en los informes presentados, correspondiente a la a composición y riqueza encontradas en el monitoreo.

Tabla 20. Generalidades de los dos informes presentados

INFORME No 2	INFORME No. 3
Se registraron 372 especies y morfo-especies de plantas vasculares, de las cuales, 51 son Helechos y Licófitos, y 321 plantas con flores (20 Angiospermas basales, 60 Monocotiledóneas y 241 Eudicotiledóneas).	Se registraron 426 especies y morfoespecies de plantas vasculares, de las cuales, 72 son Plantas vasculares sin semilla (helechos y licófitos) y 354 son plantas con flores (20 Angiospermas basales, 64 Monocotiledóneas y 270 Eudicotiledóneas).
Helechos y licófitos, presentan 51 especies distribuidas en 16 familias y 33 géneros. Las especies de briófitos registradas hasta el momento no presentan estatus de conservación en IUCN.	Helechos y licófitos, presentan 72 especies distribuidas en 46 géneros y 18.
Las familias de Angiospermas	Las familias de Angiospermas

“POR MEDIO DE LA CUAL SE HACE EL SEGUIMIENTO A LAS OBLIGACIONES CONTENIDAS EN LOS ARTÍCULOS 5 Y 8 DE LA RESOLUCIÓN 1567 DE 2009, POR LA SUSTRACCIÓN DE UN ÁREA DE LA RESERVA FORESTAL CENTRAL”.

INFORME No 2	INFORME No. 3
- Basales con mayor número de especies reportadas hasta el momento han sido Solanaceae (29), Asteraceae (21), Ericaceae (14) y Melastomataceae (14) - Monocotiledóneas; Orchidaceae (30), Bromeliaceae (10) y Poaceae (6) y - Eudicotiledóneas; Lauraceae (7) y Piperaceae (7)	- Basales más diversas hasta el presente son Lauraceae (4 géneros, 8 especies) y Piperaceae - Monocotiledóneas son Orchidaceae (19, 30), Bromeliaceae (5, 13) y Poaceae (6, 6); y en las - Eudicotiledóneas son Solanaceae (13, 37), Asteraceae (17, 21), Melastomataceae (4, 19) y Ericaceae (9, 14)

De la información presentada hasta la fecha, se considera que la metodología utilizada concuerda con la estipulada en el Plan de Monitoreo aprobado por el IDEAM, sin embargo, dentro de los resultados se incluye información de hábitats diferentes a los contemplados, a saber: Barrancos, Orilla de quebrada, potrero, borde de camino. Cabe resaltar que aunque la información puede ser útil, no se enmarca dentro de los objetivos del monitoreo.

Así mismo, dentro de los informes presentados no se indican las fechas y duración de las jornadas de campo que permitieron levantar esta información, y la información entregada en el tercer informe como su mismo título lo indica es un acumulativo, en el cual se extiende en el análisis de la información. Aunque se observa que aumentaron el número de especies entre el segundo y tercer informe, no es claro cuando se realizaron las jornadas de campo y cuáles son los resultados de cada una.

En cuanto a las características de cada una de las coberturas seleccionadas para ser monitoreadas, y de acuerdo con los resultados presentados por la empresa en los dos informes, hasta la fecha se encontró que:

Tabla 21. Resultados del Monitoreo

INFORME No 2	INFORME No. 3
En el muestreo de 3,85 ha (sin incluir parcelas de Revegetalización (0,15 ha)) se han registrado 4531 individuos, de la siguiente manera: 1454 en Territorios agrícolas (Pastizales), y 3077 en Bosques y áreas seminaturales (Bosques, Transectos y áreas con vegetación herbácea o arbustiva)	En el muestreo de 3.85 ha (sin incluir parcelas de Revegetalización) se ha registrado 4531 individuos, distribuidos así: 1454 en Terrenos agrícolas (Pastizales) y 2953 en Bosques y áreas seminaturales (Bosques, Transectos y Áreas con vegetación herbácea o arbustiva)

Como se indicó anteriormente, la información es confusa, ya que se presentan datos diferentes entre los dos informes, es más, en el caso de los bosques y áreas seminaturales el número de especies descendió, para lo cual no se presenta una aclaración o posible explicación. De los resultados presentados en el número de individuos, se puede observar que la información contenida es similar en ambos informes, lo que denota que a la fecha, se pueden no haber realizado más jornadas de campo, corresponde a un error de digitación o la vegetación que existe en cada parcela es estática.

Además el Bosque Abierto Alto de Tierra Firme fue una cobertura que presentó disminución e individuos. La información aportada solo permite conocer el estado actual de sus componentes vegetales.

Tabla 22. Número de individuos muestreados en cada parcela dentro del PLC.

"POR MEDIO DE LA CUAL SE HACE EL SEGUIMIENTO A LAS OBLIGACIONES CONTENIDAS EN LOS ARTÍCULOS 5 Y 8 DE LA RESOLUCIÓN 1567 DE 2009, POR LA SUSTRACCIÓN DE UN ÁREA DE LA RESERVA FORESTAL CENTRAL".

Número de Parcela	Símbolo Cobertura	Cobertura	No de Individuos	
			(Info. 2)	(Info. 3)
1 (20 subparcelas de 0.05 ha)	BAA1	Bosque Abierto Alto de Tierra Firme	1258	652
	BAA2		-	482
Total			1258	1134
2	BAB-TF1	Bosque Abierto Bajo de Tierra Firme	55	55
3	BAB-TF2		74	74
4	BAB-TF3		66	66
5	BAB-TF4		27	27
6	BAB-TF5		40	40
7	BAB-TF6		61	61
Total			323	323
8	BDA-TF1	Bosque Denso Alto de Tierra Firme	69	69
9	BDA-TF2		55	55
10	BDA-TF3		52	52
11	BDA-TF4		63	63
12	BDA-TF5		73	73
13	BDA-TF6		84	84
Total			396	396
14	BDB-TF1	Bosque Denso Bajo de Tierra Firme	27	27
15	BDB-TF2		21	21
16	BDB-TF3		71	71
17	BDB-TF4		42	42
18	BDB-TF5		38	38
19	BDB-TF6		27	27
Total			226	226
20	PA1	Pastos Arbolados	101	101
21	PA2		90	90
22	PA3		79	79
23	PA4		55	55
24	PA5		103	103
25	PA6		97	97
26	PA7		69	69
Total			594	594
27	PE1	Pastos Enmalezados	70	70
28	PE2		42	42
29	PE3		40	40
30	PE4		54	54
31	PE5		67	67
32	PE6		49	49
33	PE7		57	57
Total			379	379
34	PL1	Pastos Limpios	69	69
35	PL2		101	101
36	PL3		80	80
37	PL4		82	82
38	PL5		59	59
39	PL6		45	45
40	PL7		45	45
Total			481	481
41	RV1	Zona Revegetalización	-	-
42	RV2		-	-
Total				
43	TD1	Tierra Desnuda	110	110
44	TD2		85	85
45	TD3		116	116
46	TD4		95	95
47	TD5		-	-
Total			406	406
48	VSA1	Vegetacion Secundaria Alta	49	49

"POR MEDIO DE LA CUAL SE HACE EL SEGUIMIENTO A LAS OBLIGACIONES CONTENIDAS EN LOS ARTÍCULOS 5 Y 8 DE LA RESOLUCIÓN 1567 DE 2009, POR LA SUSTRACCIÓN DE UN ÁREA DE LA RESERVA FORESTAL CENTRAL".

Número de Parcela	Símbolo Cobertura	Cobertura	No de Individuos	
			(Info. 2)	(Info. 3)
49	VSA2		88	88
50	VSA3		33	33
51	VSA4		19	19
52	VSA5		57	57
53	VSA6		12	12
54	VSA7		23	23
Total			281	281
55	VSB1	Vegetación Secundaria Baja	4	4
56	VSB2		8	8
57	VSB3		3	3
58	VSB4		12	12
59	VSB5		5	5
60	VSB6		17	17
61	VSB7		25	25
Total			74	74
62	T -1	Transectos complementarios	24	24
63	T-2		29	29
64	T-3		22	22
65	T-4		38	38
Total			113	113
TOTAL			4135	4407

Sumado a lo anterior, en el informe No. 3, se presenta con base en los datos presentados para el informe 2 las características de la composición y riqueza florística e información estructural (vertical y horizontal) en las coberturas vegetales identificadas, que con un poco más de detalle permite establecer las diferencias entre éstas.

Es evidente que la similitud en las tablas de número de individuos puede deberse a un error de digitación, ya que en la descripción de cada cobertura se presentan otros datos. Cabe resaltar que existen datos que no son explicados y sustentados en relación a los objetivos del monitoreo, por ejemplo en áreas de vegetación arbustiva hubo una disminución del número de especies, o en bosques un aumento del número de especies. A su vez, los resultados indican que aún falta mayor esfuerzo de muestreo (Curvas de acumulación de especies- Chao 1), por lo cual es necesario continuar con las jornadas de campo y monitoreo, cuestión que no se refleja en informes u obtención de más información.

De lo anterior, se puede anotar que solo se está dando cumplimiento al primer indicador; "Un documento inicial sobre el estado de las coberturas vegetales", por lo cual se considera que a la fecha, pasados cerca de 24 meses de iniciado el proceso no se ha reportado información acumulativa que pueda contribuir con el objetivo central del monitoreo.

Se considera que a la fecha la información presentada del componente flora, solo ha cumplido con un indicador, ya que no se da evidencia de haber realizado nuevos monitoreos que permitan brindar soporte del registro de la dinámica de crecimiento de las coberturas vegetales, de los índices de biodiversidad de especies, la determinación de especies naturales, especies endémicas, raras o en vía de extinción. A su vez, no se relaciona información acerca de monitoreo en áreas de restauración y revegetalización. Tampoco se entrega información de los procesos sucesionales hallados por cobertura y su estado de protección.

Del cumplimiento de la metodología se resalta que no se ha cumplido con la periodicidad de los muestreos, pasados cerca de 24 meses, el monitoreo no arrojado resultados, que permitan tomar acciones para prevenir e identificar los posibles efectos ambientales no previstos del proyecto minero, y que en caso de presentarlo poder plantear y promover acciones de mitigación y restauración, tendientes a la recuperación de la dinámica ecosistémica en ambientes afectados del área objeto de estudio.

"POR MEDIO DE LA CUAL SE HACE EL SEGUIMIENTO A LAS OBLIGACIONES CONTENIDAS EN LOS ARTÍCULOS 5 Y 8 DE LA RESOLUCIÓN 1567 DE 2009, POR LA SUSTRACCIÓN DE UN ÁREA DE LA RESERVA FORESTAL CENTRAL".

Del cronograma estipulado en el plan de monitoreo aprobado por el IDEAM, no se han cumplido todas las actividades.

Tabla 23. Estado de cumplimiento del Cronograma de actividades del componente flora

Actividades / Meses	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Establecimiento y Adecuación de las parcelas Permanentes.	x	x	x	x								
Censo de los Individuos (Medición, marcación y localización)					x	x	X	x		x	x	x
Fase de Oficina y Verificaciones en Campo.									x	x	x	x
Determinación del material vegetal y fase de Herbario.	x	x	x	x	x	x	X	x	x	x	x	x
Entrega de Informes Técnicos de Pastos y Tierras Desnudas.			x			x			x			x
Entrega de Informes Técnicos de las demás coberturas vegetales.						x						x

De la Conectividad Ecosistémica, no se ha presentado el análisis integral de los aspectos de flora, fauna, hidroclimáticos e hidrogeológicos, permitirá determinar la relación entre variables, su independencia y dependencia, efectos y causas de algún cambio observado en estos componentes ecológicos existentes en el proyecto de exploración minera La Colosa.

No se ha presentado información sobre los posibles impactos generados a la flora de acuerdo a: La variación en la calidad ambiental

- o Por extensión
- o Por persistencia
- o Por su capacidad de recuperación
- o Por la relación causa-efecto
- o Por la interrelación de acciones y/o efectos
- o Por su periodicidad.

No se han presentado información de los tipos de impacto que se presenten se definirán de manera oportuna y rápida las medidas de:

- o Medidas de compensación.
- o Medidas de recuperación
- o Medidas de mitigación
- o Medidas de prevención

En cuanto los resultados esperados planteados en el Plan de Monitoreo Ambiental, los informes no hacen alusión alguna y sumado a lo anterior se considera que las actividades presentadas hasta la fecha no están cumpliendo a cabalidad con lo estipulado en la Resolución 1567 de 2009 ni al objetivo del Plan de Monitoreo. Se esperaría que en los informes se presentará un análisis referente a:

- Si las familias de plantas con mayor riqueza de especies en las coberturas vegetales a estudiar corresponderán a las mismas encontradas en bosques andinos ubicados a altitudes similares (Cuatrecasas 1958, Gentry 1995, Rangel 1995), como Melastomataceae, Rubiaceae, Lauraceae, Asteraceae, Solanaceae y Myrsinaceae, entre otras.
- Si de la determinación de la composición florística de toda el área de influencia del proyecto La Colosa se han registrado al menos 400 especies de plantas en el primer año de estudio.
- Si la dinámica de la vegetación leñosa seguirá patrones de crecimiento anual, mortalidad y reclutamiento influenciados directamente por el grado de intervención antrópica, factores ambientales y factores propios de los bosques tropicales, específicamente los bosques andinos.

"POR MEDIO DE LA CUAL SE HACE EL SEGUIMIENTO A LAS OBLIGACIONES CONTENIDAS EN LOS ARTÍCULOS 5 Y 8 DE LA RESOLUCIÓN 1567 DE 2009, POR LA SUSTRACCIÓN DE UN ÁREA DE LA RESERVA FORESTAL CENTRAL".

- Si se realizó una apropiada elección de las especies con las cuales reforestar y si se llevó a cabo una adecuada técnica de Restauración y Revegetalización,

Cuadro de cumplimiento

Objetivos específicos	Cumplimiento			Observaciones
	Inf. 1	Inf. 2	Inf. 3	
Caracterizar la composición y estructura de la flora de los diferentes tipos de cobertura vegetal presentes en el área del proyecto de exploración minera La Colosa.		S	S	El informe No. 2 y 3, entrega información completa de este componente
Determinar los cambios espaciales y temporales de la flora de los diferentes tipos de cobertura vegetal presentes en el área del proyecto de exploración minera La Colosa y su correlación con factores ambientales durante el proceso de exploración.		N	N	La información presentada no analiza y reporta los cambios que se han venido dado en los últimos 24 meses de vigencia del monitoreo
Establecer la dinámica de la Vegetación Leñosa de las coberturas vegetales del área de influencia del proyecto La Colosa mediante la cuantificación de las Tasas de Crecimiento Anual (o Crecimiento Diamétrico), de Mortalidad y de Reclutamiento.		N	N	En el informe 3 si indica la metodología utilizada, mas no se presentan datos de esta dinámica de la vegetación
Plantear y evaluar acciones de mitigación y restauración en las áreas intervenidas durante la fase de exploración del proyecto minero La Colosa y en la conexión entre fragmentos.		N	N	No se reporta la información
Establecer el inventario de las especies indicadores de calidad de hábitat y aquellas con algún grado de amenaza (IUCN, CITES, libros rojos).		S	S	En el informe No. 3 se presenta el listado, pero se considera que la información de cada una de las especies debe ser más completa y basado en registro fotográficos de los individuos de la zona.
Describir el uso del suelo en la zona de influencia del proyecto minero La Colosa así como los cambios biofísicos (espacial y temporal) y el efecto sobre la conectividad entre los ecosistemas, la provisión de servicios ambientales y los potenciales efectos acumulativos.		N	N	En los informes no se presenta esta información.
INDICADORES DE CUMPLIMIENTO				
Un documento inicial sobre el estado de las coberturas vegetales		S	S	Corresponde al Informe No. 3.
Evaluaciones periódicas en cumplimiento de las mediciones de monitoreo por tipo de coberturas en su tiempo establecido de medición (Esto será un indicador del cumplimiento en el levantamiento de la información de campo).			P	Solo se reporta 1 evaluación, después de 24 meses de ejecución del Monitoreo.
Cartografía Digital generada a partir de la plataforma MapInfo a escala 1:7.500		P	P	Se ubican las parcelas sobre una fotografía aérea y sobre el área de sustracción de la Resolución 814 de 2009 pero no se entrega de manera digital a este Ministerio
Informe sobre los posibles impactos generados a la flora de acuerdo I) La variación en la calidad ambiental II) por extensión III) Por persistencia y iv) por su capacidad de recuperación		N	N	
De acuerdo a los tipos de impacto que se presenten se definirán de manera oportuna y rápida las medidas de Medidas de i) compensación ii) Recuperación iii) Mitigación iv) Prevención		N	N	

“POR MEDIO DE LA CUAL SE HACE EL SEGUIMIENTO A LAS OBLIGACIONES CONTENIDAS EN LOS ARTÍCULOS 5 Y 8 DE LA RESOLUCIÓN 1567 DE 2009, POR LA SUSTRACCIÓN DE UN ÁREA DE LA RESERVA FORESTAL CENTRAL”.

Objetivos específicos	Cumplimiento			Observaciones
	Inf. 1	Inf. 2	Inf. 3	
Informe periódico sobre el desarrollo y comportamiento de las acciones de restauración, en particular lo referente a la revegetalización, con las características y las variables aquí definidas		N	P	Las actividades de restauración y revegetalización que se adelantaron, deben evaluarse aspectos como sobrevivencia, estado fitosanitario, vigor y crecimiento por un tiempo mínimo de tres (3) años después de realizada la actividad.

CAPÍTULO FAUNA

Objetivos Específicos

La metodología aprobada por el IDEAM presenta los siguientes objetivos específicos para el componente faunístico:

- Generar un inventario de la fauna presente en el área del proyecto de exploración minera La Colosa.
- Determinar la composición y estructura de lepidópteros y coleópteros presentes en el área del proyecto de exploración minera La Colosa.
- Determinar la composición y estructura de los anfibios, reptiles, aves y mamíferos presentes en el área del proyecto de exploración minera La Colosa.
- Establecer el inventario de las especies indicadores de calidad de hábitat y aquellas con algún grado de amenaza (IUCN, CITES, libros rojos).
- Determinar la incidencia de las coberturas vegetales sobre la diversidad de la fauna en el área de exploración minera La Colosa.
- Analizar la relación de la flora como refugio y alimento para la fauna en la zona de exploración minera La Colosa.

Insumos

La metodología planteada para el componente faunístico evidencia que toda la información que será utilizada para los análisis será adquirida a partir de información primaria que será obtenida en campo mediante los muestreos que serán llevados a cabo, y que según el grupo taxonómico en cuestión, abarca monitoreos que se realizarán mediante diferentes técnicas de observación directa e indirecta, así como la aplicación de encuestas.

Igualmente la metodología señala que en algunos casos para determinación taxonómica y otros aspectos se así lo requieran, se realizarán confirmaciones y consultas con expertos a nivel nacional.

Metodología

Lepidópteros

Sobre los puntos de monitoreo, el documento establece que este se realizará mensualmente en cuatro coberturas con dos sitios de muestreo. Las coberturas establecidas son:

- Bosque
- Pastos
- Vegetación secundaria
- Herbáceas – arbustivo
- Sin o con poca vegetación

Los métodos usados en cada sitio de monitoreo serán:

- Observación visual directa y captura con red entomológica

"POR MEDIO DE LA CUAL SE HACE EL SEGUIMIENTO A LAS OBLIGACIONES CONTENIDAS EN LOS ARTÍCULOS 5 Y 8 DE LA RESOLUCIÓN 1567 DE 2009, POR LA SUSTRACCIÓN DE UN ÁREA DE LA RESERVA FORESTAL CENTRAL".

Cuatro transectos de 100 x 10 m, con recorridos de 30 minutos entre las 7:00 – 15:00 y un recorrido adicional entre las 17:00 – 18:30.

- Trampas Van Someren – Rydon:

Dos transectos lineales de 250 m en cada sitio de muestreo, donde se instalaran seis trampas suspendidas a 3 m y separadas entre sí 50 m. Cada una permanecerá 48 horas y se revisarán cada 3 horas entre las 9:00 – 18:00 usando al menos dos tipos de atrayente.

Coleópteros

Para el estudio de este grupo el Plan de Monitoreo plantea una metodología denominada "Prospección integral intensiva", que requiere de la participación de dos personas y la aplicación de los siguientes métodos durante 12 meses:

- Se utilizarán dos trampas de luz negra con encendido automático en cada punto de muestreo desde las 18:00 a las 06:00 h.
- Una trampa de luz de mercurio tipo pantalla de 220 watts de potencia durante siete noches continuas/mes, desde las 18:00 a las 23:00 h.
- Se instalarán 20 trampas con fruta fermentada colgadas de los árboles en un transecto de 3 Km, diez de ellas a 3 m de altura y diez a 6 m de altura separadas entre sí 100 m. Las trampas deben permanecer expuestas durante 15 días al mes y se debe renovar el material de fruta cada 6 días. Estas serán revisadas diariamente.
- Se realizarán mensualmente siete transectos diurnos de 500 m observando y recolectando manualmente los escarabajos asociados con las plantas situadas a un alcance aproximado de 2 m de la línea de marcha, conservando por separado las muestras asociadas con cada planta y una muestra de ellas para identificación en herbario.
- Con ayuda de linternas potentes, realizar cada mes siete transectos nocturnos de 200 m observando y recolectando manualmente los escarabajos asociados con las plantas situadas a un alcance aproximado de 2 m de la línea de marcha, conservando por separado las muestras asociadas con cada planta y una muestra de ellas para identificación en herbario.
- Se instalarán trampas de intercepción de vuelo en los corredores boscosos con el objeto que los insectos choquen en la malla plástica y caigan en recipientes preparados con agua jabonosa.

En cuanto al análisis de datos para los grupos de coleópteros y lepidópteros, según el Plan de Monitoreo aprobado, se utilizará estadística descriptiva y un resumen de las variables con estadística multivariada (análisis de componentes principales). Para detectar diferencias significativas entre sitios de muestreo, se realizarán pruebas de normalidad (Kolgomorov-Smirnov), homogeneidad de varianza (prueba de Levene) y de acuerdo con la distribución de los datos, se utilizarán pruebas paramétricas o no paramétricas.

Herpetos

El Plan de Monitoreo aprobado por el IDEAM contempla las siguientes metodologías para el estudio de este grupo:

Cuatro transectos de muestreo, cada uno de los cuales será evaluado durante dos días y dos noches para un total de diez días de esfuerzo total de captura, a lo largo de un año. Los transectos se ubican en las siguientes coberturas vegetales:

- Bosque Abierto Bajo de Tierra Firme
- Vegetación Secundaria Alta

"POR MEDIO DE LA CUAL SE HACE EL SEGUIMIENTO A LAS OBLIGACIONES CONTENIDAS EN LOS ARTÍCULOS 5 Y 8 DE LA RESOLUCIÓN 1567 DE 2009, POR LA SUSTRACCIÓN DE UN ÁREA DE LA RESERVA FORESTAL CENTRAL".

La metodología aprobada por el IDEAM en el Plan de Monitoreo contempla:

Establecer dos (2) franjas altitudinales de muestreo: (1) 2300-2800 m y (2) 2800-3200, y en cada franja, se seleccionan tres tipos de hábitat o cobertura vegetal (bosque, pastos y vegetación secundaria). De esta manera se establecieron los siguientes puntos de monitoreo:

Tabla 24. Estaciones de monitoreo para aves en el área de influencia del proyecto de exploración minera La Colosa.

Estación de monitoreo	Longitud	Latitud	Altura (m)	Hábitat (Cobertura Vegetal)
Aves1	-75.49480	4.47273	2800-3200	Bosque
Aves2	-75.48830	4.45737	2800-3200	Vegetación Secundaria
Aves3	-75.48950	4.46263	2800-3200	Pastos
Aves4	-75.49200	4.45529	2300-2800	Pastos
Aves5	-75.48270	4.45174	2300-2800	Vegetación Secundaria
Aves6	-75.48010	4.45571	2300-2800	Bosque

Fuente: Propuesta de monitoreo aprobada por el IDEAM y radicada en este Ministerio con No.4120-E1-4335 del 17 de enero de 2012.

Las actividades de campo presentadas, plantean 15 días de campo que se realizarán mensualmente e incluirán épocas de lluvia y sequía y al menos un muestreo nocturno/mes.

- **Redes de niebla**

Se instalarán 15 redes de niebla (12x2.5m) en cada hábitat posible (incluido el dosel), para un total de 180 m de redes. Estas se abrirán desde las 06:00 hasta las 11:00 h durante dos días consecutivos para un total de 150 h/red/hábitat, con participación de al menos 3 personas. Se registrará en fichas de campo la localidad, coordenadas, altitud, fecha, número de captura, determinación taxonómica, coloración de las partes blandas (iris, patas, pico, partes de piel desnuda), sexo, edad, estado reproductivo, cantidad de grasa en la fúrcula y flancos y estado del plumaje (adulto, juvenil). También se registrarán rasgos biométricos como: peso, culmen, rictus, altura del pico, longitud de la cola, del tarso y del ala. Cada especie capturada será fotografiada para complementar la información de captura.

- **Puntos de conteo**

Se empleará el método de conteo por puntos en el área de redes y sus alrededores, estableciendo nueve puntos de conteo separados entre sí por 250m para cubrir un área de 25 ha por hábitat. La duración en cada punto de conteo será de diez minutos y se registrarán las aves vistas y escuchadas en un radio $\leq 50m$.

- **Bioacústica**

Para registrar los cantos se realizarán recorridos de 4 Km. diarios a una velocidad promedio de 0.8 Km/h, durante dos días en cada tipo de hábitat. Las grabaciones serán digitalizadas, catalogadas, identificadas y archivadas en formatos digitales. Los cantos serán comparados con guías auditivas existentes para el país.

Sobre el análisis de datos se propone en el documento evaluado que los datos de abundancias y registros de especies serán analizados con el software EstimateS para obtener los valores de diversidad, curvas de acumulación de especies y representatividad de los muestreos. Adicionalmente, a través de Análisis de Ordenación se obtendrán las correlaciones entre las variables biológicas, abundancia de especies y hábitats muestreados. Adicionalmente se indica que los análisis biométricos y las características de plumaje, permitirán identificar los estados reproductivos y ciclos de vida de las especies capturadas.

Mamíferos

"POR MEDIO DE LA CUAL SE HACE EL SEGUIMIENTO A LAS OBLIGACIONES CONTENIDAS EN LOS ARTÍCULOS 5 Y 8 DE LA RESOLUCIÓN 1567 DE 2009, POR LA SUSTRACCIÓN DE UN ÁREA DE LA RESERVA FORESTAL CENTRAL".

- *Bosque Abierto Alto de Tierra Firme*
- *Pasto Arbolado*
- *Vegetación Secundaria Baja*
- *Tierra desnuda*

Y se plantea agrupar los resultados (número de registros de anfibios y reptiles) según las siguientes coberturas:

- *Pastos*
- *Bosques*
- *Áreas con vegetación herbácea o arbustiva*
- *Áreas sin o con poca vegetación*

Adicionalmente se plantea establecer una grilla sobre el mapa del área de estudio para selección aleatoria de puntos de muestreo en las coberturas propuestas. Se plantean cuadrantes o parcelas de búsqueda de 5 x 5 m, donde se dispondrán trampas Pitfall con barrera de 10 m de largo x 1 m de alto, en las cuales se inspeccionarán los diferentes hábitats desde las 14:00 – 18:00. Igualmente se realizarán registros auditivos en secciones de 500m en los que se realizarán grabaciones durante 10 minutos de los organismos que estén vocalizando, con estaciones cada 100 mt; así como muestreo por encuentro visual que se plantea serán realizados desde las 9:00 – 12:00 y de 14:00 – 16:00 para especies de actividad diurna y entre las 18:00 – 22:00 para las de actividad nocturna. Se menciona que en cada punto de monitoreo se tomará la siguiente información:

- *Posición del cuadrante o transecto.*
- *Fecha, horario de comienzo y finalización del muestreo*
- *Condiciones climáticas (temperatura, humedad relativa) generales dentro del muestreo*
- *Tipo de vegetación en el cuadrante o transecto*
- *Pendiente del área en el que se ubique el cuadrante o transecto.*

Además, se menciona que se incluirán datos relacionados con la captura y el sitio de colecta de los individuos, tales como preferencias de microhábitats, cercanía a cuerpos de agua, fase lunar, comportamientos amplexantes, vocalización, depredación o sitios de ovoposición, entre otros.

Se plantea en el Plan de Monitoreo que se realizará marcaje de los ejemplares capturados y que se realizará la toma de algunas medidas biométricas para cada individuo colectado en las trampas:

- *Peso*
- *Longitud total*
- *Longitud hocico – cloaca*
- *Ancho de la cabeza*
- *Sexo*
- *Coloración*

En cuanto al análisis de datos se contempla en el Plan de Monitoreo aprobado, un análisis cuantitativo en dos fases. En la primera, se trabajará con el programa EstimateS 8.2 para hallar todos los estimadores de diversidad: curvas de acumulación de especies, índices de diversidad y similitud, la reproducción aleatoria para explorar los efectos de agregación, especies compartidas, cobertura de las especies compartidas. Para detectar diferencias significativas de las colectas entre fragmentos de bosque (factor: coberturas vegetales) y su variación temporal (factor tiempo: 12 meses), se realizará un ANAVA con el programa Statistica 9, siempre y cuando se cumplan los supuestos de homogeneidad de varianza y normalidad. En caso contrario se realizará una prueba no paramétrica.

Aves

"POR MEDIO DE LA CUAL SE HACE EL SEGUIMIENTO A LAS OBLIGACIONES CONTENIDAS EN LOS ARTÍCULOS 5 Y 8 DE LA RESOLUCIÓN 1567 DE 2009, POR LA SUSTRACCIÓN DE UN ÁREA DE LA RESERVA FORESTAL CENTRAL".

La metodología presentada para el estudio de este grupo propone que se establecerán 3 transectos de muestreo correspondientes a las diferentes coberturas vegetales. Allí se realizarán muestreos mensuales de 10 días de duración en campo (3 días por punto de muestreo). Se establecerá la abundancia específica y la diversidad empleando técnicas de captura (quirópteros, pequeños mamíferos), observación directa y registro indirecto de pequeños, medianos y grandes mamíferos a través de trampas-cámara, además de la identificación de los ecosistemas a los que se encuentren asociados (refugios, zonas de alimentación y reproducción, entre otros).

Para la captura de quirópteros se emplearán 10 redes de niebla de 12x3m, las cuales serán expuestas desde las 17:30h hasta las 01:00h, en los diferentes hábitats encontrados, incluyendo áreas abiertas y en dosel ($\geq 5m$) en el área de estudio. Adicionalmente se realizarán búsquedas de refugios naturales y artificiales donde se podrá registrar las diferentes perchas encontradas. Se realizarán mediciones biométricas a los organismos capturados para su determinación en campo, mediante el uso de claves taxonómicas, incluyendo estado de madurez sexual. Cada organismo se mantendrá durante al menos una hora en bolsas de tela para obtener muestras fecales que serán preservadas en alcohol (70%) y analizadas en el laboratorio para determinar la composición de la dieta.

Para los pequeños mamíferos no voladores se emplearán 50 trampas Sherman (3 x 3.5 x 9") las cuales serán dispuestas en transectos lineales, con 8 - 10 m entre cada trampa, en los diferentes hábitats del área de estudio.

Para los medianos y grandes mamíferos (se considerarán como medianos mamíferos aquellos con un peso entre 150 g y 5kg y grandes a aquellos con una masa superior a 5kg) se proponen diferentes técnicas.

- *Métodos de observación directa*

Se recorrerán los caminos disponibles dentro del área de estudio a una velocidad aproximada de 0.7 - 1.0 Km/h en bosque. Los recorridos se realizarán entre las 05:00 y 17:00 h, incluyendo desplazamientos nocturnos ocasionales entre las 18:00 y 22:00 h. Se registrará el número de animales observados y la distancia sobre el transecto a la que el animal es detectado. Para el caso de mamíferos gregarios, que con frecuencia responden al observador en forma coordinada, se registrará la distancia sobre el transecto del primer animal observado de cada grupo y el grupo se tomará como un solo avistamiento para esa especie. En caso de escuchar un sonido característico de alguna especie, se tomará nota de al menos un individuo escuchado y bajo criterio del investigador, se podrá determinar el número total de individuos. Las huellas encontradas en el transecto se registrarán con moldes de yeso o se delinearán con marcador permanente sobre acetatos transparentes.

- *Métodos de observación indirecta*

- a. Trampas de huellas: Se prepararán superficies circulares de aproximadamente 1m de diámetro como sigue: se retirará el material vegetal y rocas, dejando suelto el terreno con un azadón y la superficie lo más plana posible. Se usará arena y superficies lodosas en sitios cercanos a cursos de agua. En cada trampa se dejará un atrayente en el centro que será distribuido al azar y será renovado periódicamente. Las trampas se dispondrán a cada lado de los recorridos realizados guardando una distancia de 20m de la línea central del recorrido y separadas entre sí 30 - 50m. La distancia entre trampas variará en áreas de pendiente pronunciada y/o con vegetación muy densa. Las trampas se revisarán diariamente y se tendrá en cuenta la operabilidad de la trampa cada noche. En las huellas registradas, se medirá el largo y ancho de la huella y se considerará el largo y ancho del cojinete y de los dedos. Así mismo, se realizará registro fotográfico. Se aplicará esta técnica durante 8 noches de muestreo y se usarán 20 trampas en total.*
- b. Búsqueda de rastros: Se registrará toda evidencia de alimentación o de actividad que pudiera identificarse con certeza como perteneciente a un mamífero con la colaboración de un guía de la región y con apoyo bibliográfico. Este método se hará paralelamente al método de observación directa.*

"POR MEDIO DE LA CUAL SE HACE EL SEGUIMIENTO A LAS OBLIGACIONES CONTENIDAS EN LOS ARTÍCULOS 5 Y 8 DE LA RESOLUCIÓN 1567 DE 2009, POR LA SUSTRACCIÓN DE UN ÁREA DE LA RESERVA FORESTAL CENTRAL".

- c. *Encuestas: Se realizarán entrevistas a personas mayores de 18 años, habitantes de la zona o sus alrededores. La identificación de los mamíferos por parte de los entrevistados, se realizará con la ayuda de láminas de mamíferos neotropicales.*
- d. *Cámaras-trampa: Las trampas fotográficas se utilizarán para estudiar la abundancia de mamíferos medianos y grandes que son muy raros, esquivos o de hábitos nocturnos, diferenciando las recapturas fotográficas por sus marcas naturales. Se instalarán al menos dos cámaras para cada hábitat separadas 200m junto a una estación de atracción olfativa, con el fin de maximizar la probabilidad de captura fotográfica de los animales en el área de muestreo.*

Indicadores

A continuación se señalan los indicadores de evaluación planteados para cada uno de los grupos taxonómicos según las metodologías planteadas.

Coleópteros y Lepidópteros

- *Número de especies registradas en la zona de interés*
- *Especies endémicas*
- *Especies raras o poco comunes*
- *Especies con algún grado de amenaza*
- *Nuevos reportes altitudinales y/o distribución geográfica*
- *Especies indicadoras de calidad ambiental.*

Herpetos (Anfibios y reptiles)

- *Número de especies registradas en la zona de interés*
- *Especies endémicas*
- *Especies raras o poco comunes*
- *Especies registradas en los libros Rojos de anfibios y reptiles de Colombia (CITES, UICN)*
- *Nuevos reportes altitudinales y/o distribución geográfica*
- *Especies indicadoras de calidad ambiental.*

Aves

- *Número de especies*
- *Número de individuos por especie*
- *Diversidad alfa, beta y gamma*
- *Índices ecológicos*
- *Número de sitios / hábitats georeferenciados*
- *Número de especies endémicas*
- *Número de especies en categoría de amenaza*

Mamíferos

- *Número de especies registradas en la zona de interés*
- *Especies endémicas*
- *Especies raras o poco comunes*
- *Especies registradas en el Libro Rojo de Mamíferos de Colombia (CITES, UICN)*
- *Nuevos reportes altitudinales y/o distribución geográfica*
- *Especies indicadoras de calidad ambiental.*

Análisis de cumplimiento

La evaluación de los dos informes presentados a la fecha permitió establecer lo siguiente para cada uno de los grupos taxonómicos evaluados:

Lepidópteros

"POR MEDIO DE LA CUAL SE HACE EL SEGUIMIENTO A LAS OBLIGACIONES CONTENIDAS EN LOS ARTÍCULOS 5 Y 8 DE LA RESOLUCIÓN 1567 DE 2009, POR LA SUSTRACCIÓN DE UN ÁREA DE LA RESERVA FORESTAL CENTRAL".

El capítulo referente al grupo de los lepidópteros presentado en el segundo informe, compila los datos recogidos desde el inicio del monitoreo de este grupo faunístico en julio de 2012, y muestra en algunos apartes análisis de datos con discriminación temporal de los mismos y en otros análisis acumulativos de todo el periodo de seguimiento.

Segundo Informe: Se discrimina entre la riqueza y abundancia de especies por cobertura vegetal, se presentan diferentes análisis estadísticos y ecológicos que permiten realizar una aproximación a la caracterización de la comunidad de lepidópteros en la zona de estudio y se destacan algunos atributos ecológicos de algunas de las especies encontradas.

Se presenta una tabla con el listado de especies encontradas y la cobertura vegetal a la cual se encontró asociada cada una de ellas

Tercer informe: La metodología utilizada para el monitoreo de este grupo es consistente con la planteada en el Plan aprobado por el IDEAM. Básicamente esta consta de muestreo en dos transectos en las siguientes coberturas vegetales: Bosque, vegetación secundaria, pasto arbolado y pasto limpio. En cada transecto se ubicaron trampas suspendidas a 3 m de altura y distanciadas entre si 50 m. Igualmente se realizó observación directa y búsqueda libre con red entomológica, aunque en ésta se encontró una diferencia entre las horas planteadas en el Plan de Monitoreo y las reportadas en los informes.

La siguiente Tabla 25 muestra los indicadores planteados en el Plan de Monitoreo aprobado para el grupo de los Lepidópteros, así como el cumplimiento y la información respecto a los mismos que ha sido presentada en los informes de monitoreo.

Tabla 25. Resumen de los indicadores de evaluación propuestos en el Plan de Monitoreo para el grupo de los Lepidópteros y cumplimiento de los mismos hasta la fecha.

LEPIDÓPTEROS		Informe de monitoreo 2	Informe de monitoreo 3
Puntos de muestreo	Las estaciones de monitoreo deben cubrir las siguientes coberturas: bosque, pastos, vegetación secundaria, herbáceas-arbustivo, sin o con poca vegetación. Cada una de ellas debe contar con dos sitios de monitoreo. No se establecen estaciones.	SI	SI
Indicadores	Número de especies	SI	SI (aclarar número)
	especies endémicas	SI	SI (Se registran 37)
	Especies raras	SI (se mencionan en el texto, implícitamente)	SI (se mencionan en el texto, implícitamente)
	especies con algún grado de amenaza	SI (se mencionan en el texto, implícitamente)	SI (se mencionan en el texto, implícitamente)
	Nuevos reportes altitudinales o distribución geográfica	SI (hay información sobre algunos de los taxa encontrados, pero ninguno constituye nuevo reporte)	SI (hay información sobre los taxa encontrados, pero ninguno constituye nuevo reporte)
	Especies indicadoras de calidad ambiental	Parcial (Se mencionan atributos de algunas especies)	Parcial (Se presenta un tabla con los hábitats frecuentados por cada especie)
Frecuencia de muestreo	Mensual	Parcial (Se menciona que los datos se tomaron mensualmente, pero el análisis es acumulativo)	Parcial (algunos análisis son acumulativos, no se discrimina mensualidad)

Fuente: MADS.

"POR MEDIO DE LA CUAL SE HACE EL SEGUIMIENTO A LAS OBLIGACIONES CONTENIDAS EN LOS ARTÍCULOS 5 Y 8 DE LA RESOLUCIÓN 1567 DE 2009, POR LA SUSTRACCIÓN DE UN ÁREA DE LA RESERVA FORESTAL CENTRAL".

Coleópteros

Segundo informe: Se presenta un análisis mensual de la variación en riqueza y abundancia, así como una comparación de las capturas según el método de colecta.

No se presenta un listado de las especies encontradas, no obstante el informe menciona que debido a cambios en el personal, el material colectado el cual ha sido identificado taxonómicamente hasta el nivel de familia, está siendo sometido a una revisión taxonómica para incluir estos datos de forma confiable en el informe anual, en el cual se hará relación con los atributos ecológicos de las especies con las zonas de vida.

Tercer informe: El capítulo referente al grupo de los coleópteros presentado en el segundo informe, compila los datos recogidos desde el inicio del monitoreo de este grupo faunístico en julio de 2012, y muestra en algunos apartes análisis de datos con discriminación temporal de los mismos y en otros análisis acumulativos de todo el periodo de seguimiento.

La metodología empleada consistió en monitoreos mensuales realizados entre julio de 2012 – agosto de 2013, en cada monitoreo se muestreó durante 12 días en dos zonas del proyecto, sobre las vertientes de las quebradas La Arenosa y La Colosa, consideradas en el estudio como las zonas de mayor influencia de la exploración minera. Ambas quebradas poseen zonas con alta intervención en la parte baja y zonas boscosas de menor intervención en la parte alta.

Respecto a la metodología aprobada por el IDEAM se encontraron las siguientes inconsistencias: no se utilizó la metodología propuesta en el literal b. Una trampa de luz de mercurio tipo pantalla durante siete noches continuas, en su lugar se revisaron las lámparas de las instalaciones durante los recorridos nocturnos; para el literal c. las trampas de fruta fermentada no estuvieron expuestas 15 días como lo señala el Plan de Monitoreo, el monitoreo se realizó durante 10 días; para el literal d. no se realizaron recorridos diurnos en transectos de 500 mt durante siete días, se realizaron tres recorridos diurnos en transectos de 500 m; para el literal e. no se realizaron siete transectos nocturnos de 200 m, se realizaron tres transectos nocturnos de 500 m; para el literal f. no se instalaron las trampas de intercepción de vuelo. Por último se utilizó una metodología no contemplada en el Plan de Monitoreo consistente en la instalación de trampas tipo Pitfall con cuatro tipos de cebo (heces, pescado, calamar y carne), aclarando que a partir de marzo de 2013 solo se utilizó excremento humano por ser el cebo que presentaba mayor eficiencia.

El informe señala que debido a problemas internos las estadísticas realizadas corresponden a los datos colectados desde marzo de 2013. Se indica que debido a problemas en catalogación y curatoría se excluyeron muchos datos.

En el informe se presentan características ecológicas de algunos de los grupos encontrados, pero no se hace un análisis de las diferencias entre diferentes atributos para cada una de las coberturas vegetales.

Cabe resaltar que en el documento no se hace mención sobre el total de especies endémicas o bajo alguna categoría de conservación, así como no se menciona si se realizaron nuevos registros de distribución altitudinal o geográfica.

Concluye el estudio que a partir de marzo de 2013 se observaron algunas tendencias en la comunidad de coleópteros que deben ser corroboradas en posteriores monitoreos. Igualmente señala que el periodo de estudio ha sido corto para evaluar los efectos directos de la exploración minera sobre la coleóptero-fauna de la zona, siendo evidente que aún falta conocer más sobre los organismos que están siendo objeto de estudio y que por tanto aún no se pueden lanzar conjeturas basadas específicamente en la ecología de las especies.

La Tabla 26 muestra los indicadores planteados en el Plan de Monitoreo aprobado para el grupo de los Coleópteros, así como el cumplimiento y la información respecto a los mismos que ha sido presentada en los informes de monitoreo.

"POR MEDIO DE LA CUAL SE HACE EL SEGUIMIENTO A LAS OBLIGACIONES CONTENIDAS EN LOS ARTÍCULOS 5 Y 8 DE LA RESOLUCIÓN 1567 DE 2009, POR LA SUSTRACCIÓN DE UN ÁREA DE LA RESERVA FORESTAL CENTRAL".

Tabla 26. Resumen de los indicadores de evaluación propuestos en el Plan de Monitoreo para el grupo de los Coleópteros y cumplimiento de los mismos hasta la fecha.

COLEOPTEROS		Informe de monitoreo 2	Informe de monitoreo 3
Puntos de muestreo	Las estaciones de monitoreo deben cubrir las siguientes coberturas: bosque, pastos, vegetación secundaria, herbáceas-arbustivo, sin o con poca vegetación. Cada una de ellas debe contar con dos sitios de monitoreo. No se establecen estaciones.	NO (Aunque se menciona una diferenciación de coberturas en la metodología mencionada, no se presenta discriminación en los datos)	NO (no se presenta un listado de coordenadas de las estaciones)
Indicadores	Número de especies	NO (Se menciona que en el próximo informe este aspecto estará establecido)	SI (No obstante se habla durante el documento de la incertidumbre y confiabilidad de los datos)
	Especies endémicas	NO	NO
	Especies raras	NO	NO
	Especies con algún grado de amenaza	NO	NO
	Nuevos reportes altitudinales o distribución geográfica	NO	Parcial (hay información sobre algunos de los taxa encontrados, pero ninguno constituye nuevo reporte)
Frecuencia de muestreo	Especies indicadoras de calidad ambiental	NO	SI
	Mensual	Parcial (El análisis de diversidad y riqueza presentado es mensual)	SI

Fuente: MADS.

Anfibios

Segundo informe: Se presentan análisis de la efectividad del muestreo, concluyendo que aún son necesarias más colectas para alcanzar la representatividad total del monitoreo.

Se presenta una tabla con las especies colectadas e identificadas y las coberturas en las cuales se registró cada una de ellas; y se hace una descripción de los hábitos de algunas de las especies registradas en relación con las coberturas en las cuales fueron colectadas.

El documento presenta una descripción completa de las especies que presentan características de interés como endemismo y/o amenaza, condiciones que atribuye a la distribución restringida de las especies y a que las áreas de presencia se encuentran fragmentadas o sus hábitats muy deteriorados.

Tercer informe: El capítulo referente al grupo de los anfibios presentado en el segundo informe, compila los datos recogidos desde el inicio del monitoreo de este grupo faunístico en julio de 2012 hasta agosto de 2013, y muestra en algunos apartes análisis de datos con discriminación temporal mensual de los mismos y en otros análisis acumulativos trimestrales y de todo el periodo de seguimiento.

La metodología utilizada para el monitoreo de este grupo es consistente con la planteada en el Plan aprobado por el IDEAM. Básicamente esta consta de transectos y parcelas ubicados sobre las cuatro coberturas principales (Bosque denso alto, bosque denso bajo, pasto

"POR MEDIO DE LA CUAL SE HACE EL SEGUIMIENTO A LAS OBLIGACIONES CONTENIDAS EN LOS ARTÍCULOS 5 Y 8 DE LA RESOLUCIÓN 1567 DE 2009, POR LA SUSTRACCIÓN DE UN ÁREA DE LA RESERVA FORESTAL CENTRAL".

enmalezado, pasto limpio), en las cuales se instalaron trampas de caída – barrera. Adicionalmente se realizaron registros por conteo visual y transectos auditivos.

El informe de anfibios concluye que si bien no se han evidenciado efectos directos de las actividades de exploración minera del proyecto La Colosa, se podría esperar que atributos como la abundancia y la dinámica poblacional fluctúen en función de la magnitud o el grado de perturbación que se pueda presentar a nivel de hábitats.

La tabla 27 muestra los indicadores planteados en el Plan de Monitoreo aprobado para el grupo de los Anfibios, así como el cumplimiento y la información respecto a los mismos que ha sido presentada en los informes de monitoreo.

Tabla 27. Resumen de los indicadores de evaluación propuestos en el Plan de Monitoreo para el grupo de anfibios y cumplimiento de los mismos hasta la fecha.

ANFIBIOS		Informe de monitoreo 2	Informe de monitoreo 3
Puntos de muestreo	Ver tabla	SI (Se realizaron monitoreos en las coberturas propuestas según la metodología del Plan de Monitoreo)	SI (Se realizaron monitoreos en las coberturas propuestas según la metodología del Plan de Monitoreo)
Indicadores	Número de especies	SI	SI
	Especies endémicas	SI	SI
	Especies raras	SI	SI
	Especies registradas en los libros rojos	SI	SI
	Nuevos reportes altitudinales o distribución geográfica	SI (hay análisis de esta variable pero no nuevos registros)	SI (hay análisis de esta variable pero no nuevos registros)
	Especies indicadoras de calidad ambiental	Parcial (se comenta sobre preferencias ecológicas de las especies)	Parcial (se comenta sobre preferencias ecológicas de las especies)
Frecuencia de muestreo	Mensual	SI (No obstante algunos de los análisis corresponden a datos acumulativos)	SI (No obstante algunos de los análisis corresponden a datos acumulativos)

Fuente: MADS.

Reptiles

Segundo monitoreo: El documento presenta un listado de las especies que fueron registradas durante el monitoreo, el número de organismos capturados y relaciona las coberturas en las cuales fue colectada cada una de ellas. Adicionalmente se realiza un análisis de abundancias por coberturas en cuanto a abundancia, riqueza y algunos atributos ecológicos, discriminado los datos por cobertura, no obstante cabe resaltar que el análisis es acumulativo y no discrimina temporalidad.

El estudio reporta una especie endémica y no reporta especies bajo alguna categoría de amenaza.

El estudio menciona que se ha encontrado que el aumento de la actividad en el campamento coincide con una disminución en los registros y viceversa. Adicionalmente señala se ha observado que el establecimiento de plataformas de exploración y la construcción de caminos posiblemente fragmente elementos del paisaje generando claros dentro de la matriz paisajística, reduciendo la disponibilidad de hábitats y microhábitats necesarios para la reproducción y desarrollo de las especies de herpetos (anfibios y reptiles).

"POR MEDIO DE LA CUAL SE HACE EL SEGUIMIENTO A LAS OBLIGACIONES CONTENIDAS EN LOS ARTÍCULOS 5 Y 8 DE LA RESOLUCIÓN 1567 DE 2009, POR LA SUSTRACCIÓN DE UN ÁREA DE LA RESERVA FORESTAL CENTRAL".

El documento presenta un listado de las dificultades que se han presentado en la implementación de las metodologías presentadas y aprobadas por el IDEAM, principalmente atribuidas a la topografía del terreno, la distancia entre coberturas y el tiempo necesario para revisar las trampas instaladas. Adicionalmente se refiere que las parcelas implementadas de 5 x 5 m restringen el monitoreo a áreas muy pequeñas y por tanto indican la necesidad de implementar transectos que permiten abarcar una mayor área.

Tercer monitoreo: El capítulo referente al grupo de los reptiles presentado en el segundo informe, compila los datos recogidos desde el inicio del monitoreo de este grupo faunístico en julio de 2012 hasta agosto de 2013, y muestra en algunos apartes análisis de datos con discriminación temporal mensual de los mismos y en otros análisis acumulativos trimestrales y de todo el periodo de seguimiento.

La metodología utilizada para el monitoreo de este grupo es consistente con la planteada en el Plan aprobado por el IDEAM. Básicamente esta consta de transectos y parcelas ubicados sobre las cuatro coberturas principales (Bosque denso alto, bosque denso bajo, pasto enmalezado, pasto limpio), en las cuales se instalaron trampas de caída – barrera. Adicionalmente se realizaron registros por conteo visual.

Los análisis de curvas de acumulación de especies realizadas, permiten concluir según el documento que es necesario continuar con el esfuerzo de muestreo y el registro de especies particularmente en la cobertura de pastos enmalezados.

En cuanto a endemismos de reptiles, señala el documento que para el área de estudio se registró una especie endémica de Colombia.

El capítulo de reptiles concluye que esta comunidad presenta en la zona de estudio un patrón ecológico de distribución que parece relacionarse con las características físico climáticas propias de hábitats de alta montaña, observándose una ocupación específica en las zonas bajas del proyecto La Colosa como respuesta adaptativa a la tolerancia y capacidad de mitigar los efectos ambientales a través de aspectos comportamentales y encontrándose que los requerimientos ecológicos principales corresponden a las variables asociadas a la estructura vegetal y las necesidades termorregulatorias.

El estudio señala por último que según las tendencias observadas, el aumento de las actividades de exploración minera y una mayor presencia de personal técnico en la zona podrían afectar las abundancias relativas de la comunidad de reptiles si no se presta especial atención a los posibles cambios que se puedan producir a nivel de hábitats y microhábitats.

La Tabla 28 muestra los indicadores planteados en el Plan de Monitoreo aprobado para el grupo de los Reptiles, así como el cumplimiento y la información respecto a los mismos que ha sido presentada en los informes de monitoreo.

Tabla 28. Resumen de los indicadores de evaluación propuestos en el Plan de Monitoreo para el grupo de reptiles y cumplimiento de los mismos hasta la fecha.

REPTILES		Informe de monitoreo 2	Informe de monitoreo 3
Puntos de muestreo	Ver tabla	SI (Se realizaron monitoreos en las coberturas propuestas según la metodología del Plan de Monitoreo)	SI (Se realizaron monitoreos en las coberturas propuestas según la metodología del Plan de Monitoreo)
Indicadores	Número de especies	SI	SI
	Especies endémicas	SI	SI
	Especies raras	SI	SI
	Especies registradas en los libros rojos	NR	SI

"POR MEDIO DE LA CUAL SE HACE EL SEGUIMIENTO A LAS OBLIGACIONES CONTENIDAS EN LOS ARTÍCULOS 5 Y 8 DE LA RESOLUCIÓN 1567 DE 2009, POR LA SUSTRACCIÓN DE UN ÁREA DE LA RESERVA FORESTAL CENTRAL".

	Nuevos reportes altitudinales o distribución geográfica	SI (hay análisis de esta variable pero no nuevos registros)	SI (hay análisis de esta variable pero no nuevos registros)
	Especies indicadoras de calidad ambiental	Parcial (se comenta sobre preferencias ecológicas de las especies)	Parcial (se comenta sobre preferencias ecológicas de las especies)
Frecuencia de muestreo	Mensual	SI (No obstante algunos de los análisis corresponden a datos acumulativos)	SI (No obstante algunos de los análisis corresponden a datos acumulativos)

Fuente: MADS.

Mamíferos

Segundo Informe: El documento presenta un resumen del esfuerzo de muestreo en cada uno de los transectos establecidos y el porcentaje del éxito de captura. Igualmente se presenta una tabla resumen de las especies registradas durante el estudio detallando la información para cada uno de los transectos, y la variación en la abundancia en cada uno de los meses que realizó monitoreo.

Señala el documento que el análisis de curva de acumulación de especies, mostró un comportamiento asintótico que es indicador de la necesidad de un mayor esfuerzo de muestreo.

Adicionalmente se presenta un análisis de las especies capturadas con cada uno de los métodos de captura, se discuten ciertos atributos ecológicos de algunas especies y se presentan fichas con las características de las especies que se encuentran bajo alguna categoría de amenaza que fueron registradas.

Tercer informe: El capítulo referente al grupo de los mamíferos presentado en el segundo informe, compila los datos colectados entre mayo de 2012 - agosto de 2013, y muestra en algunos apartes análisis de datos con discriminación temporal mensual de los mismos y en otros análisis acumulativos de todo el periodo de seguimiento.

La metodología utilizada para el monitoreo de este grupo no es totalmente consistente con la planteada en el Plan aprobado por el IDEAM. Las diferencias entre ambas se encontraron respecto a las redes de niebla, las cuales según se indica en el Plan de Monitoreo debía ser 10 redes que serían dispuestas entre las 17:30 – 1:00 y el documento reporta que se usaron 5 redes que fueron dispuestas entre 18:00 – 22:00; para las trampas Sherman se observaron diferencias entre las distancias entre ellas, indicando el Plan de Monitoreo una distancia entre 8 -10 m y el estudio reporta una distancia de 20 m; en cuanto a la observación directa el Plan de Monitoreo señala horarios diurnos entre 5:00 – 17:00 y nocturnos entre 18:00 – 22:00, y el estudio menciona que se realizaron de 8:00 – 22:00. Igualmente no se encontró en el documento información sobre si se realizó la metodología de las trampas huella. Hubo coincidencia en las metodologías de las trampas cámara, la búsqueda de rastros y la realización de encuestas.

La tabla 29 muestra los indicadores planteados en el Plan de Monitoreo aprobado para el grupo de los mamíferos, así como el cumplimiento y la información respecto a los mismos que ha sido presentada en los informes de monitoreo.

Tabla 29. Resumen de los indicadores de evaluación propuestos en el Plan de Monitoreo para el grupo de mamíferos y cumplimiento de los mismos hasta la fecha.

MAMIFEROS		Informe de monitoreo 2	Informe de monitoreo 3
Puntos de muestreo	Ver tabla	SI	SI

"POR MEDIO DE LA CUAL SE HACE EL SEGUIMIENTO A LAS OBLIGACIONES CONTENIDAS EN LOS ARTÍCULOS 5 Y 8 DE LA RESOLUCIÓN 1567 DE 2009, POR LA SUSTRACCIÓN DE UN ÁREA DE LA RESERVA FORESTAL CENTRAL".

MAMIFEROS		Informe de monitoreo 2	Informe de monitoreo 3
Indicadores	Número de especies	SI	SI
	Especies endémicas	No se realiza mención explícita.	NO
	Especies raras	No se realiza mención explícita.	SI
	Especies registradas en los libros rojos	SI	SI
	Nuevos reportes altitudinales o distribución geográfica	No se realiza mención explícita.	Parcial
	Especies indicadoras de calidad ambiental	No se realiza mención explícita.	Parcial
Frecuencia de muestreo	Mensual	SI	SI (Aunque los análisis son acumulativos)

Fuente: MADS.

Aves

Segundo informe: Según el documento presentado, el análisis de curvas de acumulación de especies demuestra que aún son necesarios más muestreos para lograr una mayor representatividad. Posteriormente se presenta el número de especies que han sido registradas y se presenta una discriminación temporal de la riqueza de especies.

En cuanto a las coberturas evaluadas se presenta un análisis acumulativo respecto a composición de especies de aves para cada una de ellas, y se hacen anotaciones sobre la ecología de algunos de los reportes, no obstante posteriormente se encuentra un apartado que muestra la variación de la abundancia de algunas de las especies mes a mes.

El documento presenta igualmente un análisis de las capturas y marcaje que se han llevado a cabo discriminado los datos según el método de captura empleado. Finalmente se presenta un detalle de las especies que fueron registradas y que se destacan por ser endémicas, migratorias o encontrarse dentro de alguna categoría de amenaza.

El capítulo concluye que la avifauna silvestre del área de influencia directa e indirecta del proyecto La Colosa, está estrechamente ligada a sus formaciones vegetales y a la abundancia de zonas boscosas. Además señala que los muestreos han permitido verificar la presencia de especies importantes en toda la zona de estudio, debido a que en bosque y vegetación secundaria se reconocen especies de interés por su grado de amenaza de extinción, endemismo, nivel superior en las cadenas tróficas o enriquecimiento de inventario, lo cual supone que estas franjas de bosques alto-andinos brindan condiciones ambientales adecuadas para las especies que los habitan.

Tercer informe: El capítulo referente al grupo de las aves presentado en el segundo informe, compila los datos recogidos desde el inicio del monitoreo de este grupo faunístico en julio de 2012 hasta agosto de 2013, y muestra en algunos apartes análisis de datos con discriminación temporal mensual de los mismos y en otros, análisis acumulativos de todo el periodo de seguimiento.

La metodología utilizada para el monitoreo de este grupo no es totalmente consistente con la planteada en el Plan aprobado por el IDEAM. Las diferencias entre ambas se encontraron respecto a las redes de niebla, para las cuales fueron aprobadas 15 redes de niebla en cada hábitat que estarían instaladas desde las 6:00 hasta las 11:00 durante dos días consecutivos y el estudio reporta que se usaron solamente seis redes en cada sitio con periodos de muestreo entre las 6:30 – 11:30 y entre las 14:30 – 17:30 durante un día. En cuanto a los puntos de conteo y bioacústica, IDEAM aprobó nueve puntos de conteo separados entre sí por 250 mt con una duración en cada punto de diez minutos y en un radio de $\leq 50m$; y en el documento se reporta que se realizaron recorridos una vez por cada sitio de muestreo, cada 150 m sobre el transecto en un radio de 25 m entre las 6:00 – 10:30 y entre las 14:30 – 15:30. Se menciona que no se realizó monitoreo durante el mes de enero.

"POR MEDIO DE LA CUAL SE HACE EL SEGUIMIENTO A LAS OBLIGACIONES CONTENIDAS EN LOS ARTÍCULOS 5 Y 8 DE LA RESOLUCIÓN 1567 DE 2009, POR LA SUSTRACCIÓN DE UN ÁREA DE LA RESERVA FORESTAL CENTRAL".

La Tabla 30 muestra los indicadores planteados en el Plan de Monitoreo aprobado para el grupo de la avifauna, así como el cumplimiento y la información respecto a los mismos que ha sido presentada en los informes de monitoreo.

Tabla 30. Resumen de los indicadores de evaluación propuestos en el Plan de Monitoreo para el grupo de aves y cumplimiento de los mismos hasta la fecha.

AVES		Informe de monitoreo 2	Informe de monitoreo 3
Puntos de muestreo	Ver tabla	SI (Se realizaron monitoreos en las coberturas propuestas según la metodología del Plan de Monitoreo)	SI (Se realizaron monitoreos en las coberturas propuestas según la metodología del Plan de Monitoreo)
Indicadores	Número de especies	SI	SI
	Número de individuos por especie	SI	NO
	Diversidad alfa, beta, gamma, índices ecológicos.	SI	SI
	Número de sitios de anidación, alimentación y reproducción, hábitats georeferenciados.	Parcial (Se encuentran descripciones y referencias a algunas características, pero no se presenta georreferenciación)	Parcial (Se encuentran descripciones y referencias a algunas características, pero no se presenta georreferenciación)
	Número de especies endémicas	SI	SI
	Número de especies en categoría de amenaza	SI	SI
Frecuencia de muestreo	Mensual	SI	SI (Se ha realizado monitoreo mensual, algunos análisis son de datos acumulativos)

Fuente: MADS.

Cuadro de cumplimiento

Considerando los aspectos mencionados anteriormente, en el siguiente cuadro se evalúa el cumplimiento que se ha dado a los objetivos específicos planteados inicialmente para el componente fauna.

Objetivos específicos	Cumplimiento			Observaciones
	Inf. 1	Inf. 2	Inf. 3	
Generar un inventario de la fauna presente en el área del proyecto de exploración minera La Colosa.		P	P	El grupo de coleópteros no cumple con el objetivo debido a confiabilidad de los datos.
Determinar la composición y estructura de lepidópteros y coleópteros presentes en el área del proyecto de exploración minera La Colosa.		P	P	El grupo de coleópteros no cumple con el objetivo.
Determinar la composición y estructura de los anfibios, reptiles, aves y mamíferos presentes en el área del proyecto de exploración minera La Colosa.		S	S	
Establecer el inventario de las especies indicadores de calidad de hábitat y aquellas con algún grado de amenaza (IUCN, CITES, libros rojos).		P	P	Algunos grupos no hacen mención explícita a esta información por lo que no queda claro si no hay especies en estas categorías o no se ha evaluado la información.
Determinar la incidencia de las coberturas vegetales sobre la diversidad de la fauna en el área de exploración minera La Colosa.		P	P	Para todos los grupos se han realizado aproximaciones a esta

"POR MEDIO DE LA CUAL SE HACE EL SEGUIMIENTO A LAS OBLIGACIONES CONTENIDAS EN LOS ARTÍCULOS 5 Y 8 DE LA RESOLUCIÓN 1567 DE 2009, POR LA SUSTRACCIÓN DE UN ÁREA DE LA RESERVA FORESTAL CENTRAL".

Objetivos específicos	Cumplimiento			Observaciones
	Inf. 1	Inf. 2	Inf. 3	
				información, pero no se presenta información concluyente.
Analizar la relación de la flora como refugio y alimento para la fauna en la zona de exploración minera La Colosa.		p	p	Para todos los grupos se han realizado aproximaciones a esta información, pero no se presenta información concluyente.

Fuente: MADS.

CAPITULO 5. VEEDURÍA

Metodología

De acuerdo con el artículo octavo de la Resolución 1567 de 2009 La empresa ANGLOGOLD ASHANTI COLOMBIA S.A. deberá contratar una veeduría técnica conformada por autoridades científicas reconocidas para cada uno de los aspectos a monitorear. La veeduría tendrá a su cargo la función de evaluar los métodos, diseño de muestreo, preservación de muestras, análisis de los resultados del programa de monitoreo, entre otros.

La veeduría deberá estar constituida por un Grupo de Investigación científica o tecnológica en el área de Ciencias Exactas y de la Tierra que cuenten con diez (10) años de experiencia, que hayan tenido la categoría de Grupo A del índice ScientiCol durante los años 2007 y 2008, que este conformado por profesionales con una formación doctorado o postdoctorado en hidrogeología, biología, ecología, limnología, hidrología, geología, entre otras.

Lo anterior, sin perjuicio de que el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, con el apoyo del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM -, realice muestreos aleatorios en el área.

Análisis de Cumplimiento

La veeduría para el programa de monitoreo exigido por la Resolución 1567 del 14 de agosto de 2009 para el proyecto de exploración minera La Colosa en el municipio de Cajamarca – Tolima, ha venido siendo realizada por el Grupo de Investigación en Gestión y Modelación Ambiental (GAIA) y el Grupo interdisciplinario de Estudios Moleculares (GIEM) adscritos a la Universidad de Antioquia.

La veeduría informa que revisó los documentos entregados por las Universidades de Caldas y del Quindío correspondiente a los resultados de los aspectos bióticos del periodo entre febrero de 2012 y marzo de 2013, sin embargo en la portada del documento se determina que el documento obedece a las Observaciones a “Tercer informe de avance. Informe acumulativo del Monitoreo Ambiental durante la fase de exploración del proyecto minero La Colosa con corte marzo de 2013 - agosto de 2013”, con lo cual el periodo de información revisada por la veeduría no corresponde con el período de información allegada por las Universidades del Caldas y del Quindío.

Se manifiesta que para este informe no se entregaron los aspectos Hidroclimatológicos. Ahora bien, en la información de hidrogeología se solicita por parte de la Veeduría que se aclare que el período corresponde a Marzo a Agosto, pero los datos están pendientes y dado que según lo aportado por la veeduría el encargado de la Hidrogeología informó que el avance corresponde de febrero a mayo de 2013, no es claro realmente de cuando son los datos, ni mucho menos como se realizan los análisis si los datos obtenidos estaban pendientes.

En algunos ítems se considera que debe tratarse como un Informe final, sin embargo en la aclaración con la reunión del 15 de noviembre se define que se debe decir “Tercer Informe” de tal forma toda la información debe contemplarse en ese escenario y traer el acumulado

"POR MEDIO DE LA CUAL SE HACE EL SEGUIMIENTO A LAS OBLIGACIONES CONTENIDAS EN LOS ARTÍCULOS 5 Y 8 DE LA RESOLUCIÓN 1567 DE 2009, POR LA SUSTRACCIÓN DE UN ÁREA DE LA RESERVA FORESTAL CENTRAL".

de los resultados, con el fin que la información sirva como herramienta de análisis frente a lo sucedido en el tiempo con el desarrollo de la exploración y no tratarse como si fuesen informes separados.

Dentro de las obligaciones de la veeduría, se contempla la de evaluar los métodos y el diseño del muestreo. Sin embargo, no es claro porque se permite que se dejen zonas sin evaluar tal como lo indica el ítem de Campañas realizadas del numeral de Hidrogeología en el cual se indica que se dejaron zonas con el rotulado de "No se presentaron novedades".

La veeduría debe velar por la fiabilidad de la toma de muestras y el diseño del muestreo de tal forma que los análisis no permitan especulaciones en el momento de su interpretación, ya que es una recomendación de la veeduría que se cambie el laboratorio. Esta debe informar de forma clara a este Ministerio cuales son las inconformidades que se están presentando frente a los resultados que están dando los laboratorios contratados.

No es claro por qué si desde el segundo informe se está solicitando por parte de la Veeduría la descripción de las estaciones de muestreo HB4 y HB6 se presenta como (N.A.) que asumimos No Aplica, cual es la razón para no realizar la descripción de todos los puntos de muestreo que posteriormente permitan realizar un comparativo entre zonas de similar condición y el cual justifique la instalación de las estaciones en estos puntos.

Es importante que los comentarios que la veeduría haga a las universidades encargadas de llevar a cabo el monitoreo ambiental, se cumplan ya que estas deben ser una herramienta dentro del análisis en el desarrollo de la exploración que adelanta la empresa AngloGold Ashanti Colombia S.A.

De acuerdo con lo descrito en el comentario de la veeduría, ya se está dando un criterio de "deterioro de las cuencas", de tal forma se debe informar si es efecto del desarrollo de la exploración y corresponde a otras condiciones ambientales o antrópicas que están generando la situación.

Dentro de una gran mayoría de los ítems de la Biota acuática y de fauna terrestre, se presentan comentarios tanto de forma como de fondo al documento presentado, sin embargo en muchos de los casos se denota con la sigla N.A., lo que no da una relación de si se consideró como un comentario.

En el ítem de Lepidoptera se indica que "En Métodos de captura cuando se hace referencia a las coberturas vegetales se debe asumir la terminología recomendada por el MDVT, basada en Corine land cover (ejemplo tablas 1 y 2)." y se define que se encuentra pendiente de discusión con el Ministerio, es claro que desde la aprobación de la propuesta para el monitoreo quedaron claras las coberturas a evaluar.

Aunque la Veeduría conceptúa que es necesario profundizar más sobre la relación entre la temperatura, la humedad relativa y la abundancia de anfibios, es claro que inicialmente se deben tener claros los resultados hidroclimatológicos los cuales como se mencionó anteriormente no fueron allegados.

En cuanto al análisis de la información tal como se menciona por parte de la veeduría "Se debe profundizar en el análisis de los datos obtenidos con las trampas cámara (página 165) ya que son muy valiosos" debe buscarse el mecanismo con el fin que el informe contenga elementos de juicio para un riguroso seguimiento a las observaciones.

Es importante que se haga un análisis riguroso del cambio en los resultados que se están dando en el caso específico del Arsénico, y cual es origen del aumento y las implicaciones que esto pueda dar a la salud humana.

*En el tema específico relacionado con la especie *Pterourus cacicus* se debe hacer una caracterización e identificación de la especie ya que como lo cita el Libro Rojo de los Invertebrados Terrestres de Colombia, pertenece a una especie rara y la cual se encuentra en Peligro a nivel nacional y de igual forma se encuentra en la lista roja del IUCN debe velarse por su manejo y conservación.*

"POR MEDIO DE LA CUAL SE HACE EL SEGUIMIENTO A LAS OBLIGACIONES CONTENIDAS EN LOS ARTÍCULOS 5 Y 8 DE LA RESOLUCIÓN 1567 DE 2009, POR LA SUSTRACCIÓN DE UN ÁREA DE LA RESERVA FORESTAL CENTRAL".

Se debe realizar un análisis de los resultados por parte de la veeduría contrastándolos con los acumulados durante el Plan de Monitoreo como cumplimiento de la función de evaluar los resultados del programa de monitoreo y lo presentado como línea base y así dar herramientas para la evaluación de los efectos (positivos y negativos) que se están dando con la exploración.

Se deduce del informe que la Veeduría no está cumpliendo con el requerimiento en cuanto a "la función de evaluar los métodos, diseño de muestreo, preservación de muestras" de la que hace referencia el artículo 8 de la Resolución 1567 de agosto de 2009, ya que solo se hace referencia a lo descrito en los documentos allegados por las universidades sin realizar un informe respecto a cómo se está llevando a cabo el levantamiento de la información, los puntos de muestreo y la cadena de custodia de los diferentes muestras colectadas en campo para su posterior análisis en los laboratorios.

Es importante que la veeduría informe a esta Dirección frente a las plataformas que se están estableciendo al interior del bosque, si hacen parte de las otorgadas en las resoluciones de sustracción o son puntos diferentes, en virtud de lo mencionado por la veeduría "El párrafo 3 de la página 122 donde se menciona el establecimiento de plataformas al interior de los bosques, se debe trasladar a las recomendaciones".

Al no contar la Veeduría con los certificados respectivos a cada laboratorio los cuales los acrediten para la toma y análisis de las muestras colectadas estos no deberían tener una validez ya que la fiabilidad de los resultados entraría en discusión.

Con base en la información del Informe ejecutivo del proceso de veeduría al programa de monitoreo biológico del proyecto minero La Colosa allegado por la Universidad de Caldas, se informa que "Debido a los numerosos problemas identificados en el informe y al reconocimiento de la coordinación de la Universidad de que la intensidad de los muestreos no permitía atender la recomendaciones de la veeduría, sugerimos que se vinculara un coordinador científico que se encargara de ensamblar y editar los textos. La presencia de una coordinadora científica no significó un cambio positivo en la calidad del informe, no se aprecia un tratamiento adecuado de los resultados y el análisis de la información es insuficiente o incluso erróneo. Cada vez el contenido es más confuso y aunque se presentan los nuevos resultados, el texto es desactualizado y desarticulado. En algunos casos, el tratamiento y la forma de presentar los resultados han hecho que se desaproveche la información (...)".

En el mismo orden de ideas se informa por parte de la Veeduría que: "En general, el informe de mayo de 2013 presentó los mismos problemas del texto anterior. Se recomendó mejorar la redacción y la presentación, se señaló que la metodología y los resultados se mezclaban, que el texto era redundante y se repetían párrafos en diferentes capítulos. Algunas tablas y gráficas no correspondían con el texto y la resolución de las figuras era deficiente. La veeduría recomendó presentar los datos de diferentes sectores y emplear información de otras zonas con condiciones similares, con el fin de enriquecer la discusión. En nuestro informe afirmamos que el volumen de información permitía concluir en algunos aspectos. Adicionalmente, se sugirió que la Universidad vinculara personal especializado para la determinación del material biológico."

Continúa afirmando: "Creemos que con la cantidad de información disponible se podrían elaborar un buen informe. Esto sería sólo posible si se hace una pausa de al menos cuatro meses en las actividades de monitoreo y todo el personal se dedica a la reformulación del texto, profundizando en el análisis de resultados y teniendo en consideración las normas vigentes y criterios unificados para su presentación. El proceso de reestructuración del informe es posible sólo si la Universidad incorpora al proyecto especialistas en los diferentes temas y un docente que actúe como coordinador general

Consideramos inaudito que después de tanto tiempo de iniciado el monitoreo aún no se hayan podido instrumentar las corrientes superficiales por la falta del permiso de la

"POR MEDIO DE LA CUAL SE HACE EL SEGUIMIENTO A LAS OBLIGACIONES CONTENIDAS EN LOS ARTÍCULOS 5 Y 8 DE LA RESOLUCIÓN 1567 DE 2009, POR LA SUSTRACCIÓN DE UN ÁREA DE LA RESERVA FORESTAL CENTRAL".

Corporación Autónoma Regional. Debido a estas circunstancias, se carece de esta información y se ha incumplido por parte de la Universidad con este compromiso".

Se puntualiza en el informe "En reunión celebrada el 28 de mayo de 2014 en la ciudad de Ibagué, algunos coordinadores de la Universidad reconocieron que:

- a. El informe no es bueno debido a que no tienen el tiempo suficiente para el análisis de muestras y la formulación o actualización del texto y que la Universidad no dispone de personal para la edición del informe.*
- b. Los cambios del personal y la ausencia de docentes de la Universidad en el programa han afectado negativamente su desarrollo. Además, subrayaron la falta de apoyo por parte de la administración en algunos procesos.*
- c. El personal no dispone de tiempo para la realización de talleres conjuntos que permitan unificar y consolidar una estructura lógica del informe.*
- d. Que las observaciones de la veeduría han sido válidas".*

CONCEPTO.

Es importante tener en cuenta que el monitoreo por su parte, incluye en el tiempo períodos de muestreo largos, mediciones estandarizadas, colección de información en un número determinado de estaciones a intervalos de tiempo regulares; con el fin de proveer datos que puedan ser usados para recabar información y definir las condiciones actualizadas del sistema, establecer tendencias y proporcionar igualmente, información para verificar las relaciones causa – efecto (Ramírez & Viña 1998).

1. HIDROCLIMATICOS E HIDROGEOLOGICO

Teniendo en cuenta que se requiere que el monitoreo sea continuo, periódico y metódico, se encuentra que el monitoreo presentado hasta el momento no cumple con esa periodicidad por lo cual se requiere que los muestreos se efectúen con rigurosidad, esto para que los resultados sean comparables y concluyentes.

Indican que los eventos de lluvia impidieron el registro de información; sin embargo, estas épocas de invierno permiten establecer información importante en la construcción del modelo hidrogeológico conceptual, y el establecimiento de caudales máximos, por lo cual la información presentada no resulta completa para explicar las dinámicas hidroclimáticas del sistema.

Para el monitoreo se debe hacer el seguimiento constante y el mantenimiento a equipos instalados en campo, para evitar pérdida de la información y la afectación de calidad y robustez de los modelos que se requieren alimentar.

Se debe hacer una calibración de los totalizadores instalados, esto con el fin de evitar altas variabilidades de las muestras por reacciones secundarias y/o por actividad microbiológica, lo cual no permite establecer el verdadero comportamiento y conclusiones concluyentes con respecto al comportamiento de los diferentes fisicoquímicos en campo y a su posible variabilidad con respecto a la exploración.

Teniendo en cuenta que no se presenta un lapso fijo de tiempo entre campañas de muestreo, la información obtenida no es periódica ni se registra en todos los equipos instalados, estos datos deben emplearse bajo el antecedente de información incompleta, impidiendo realizar generalizaciones de parámetros o establecer correlaciones entre variables. Tal es el caso del monitoreo de aguas subterráneas, en donde se menciona que los resultados obtenidos del monitoreo de parámetros físicos de campo son de los puntos de surgencia natural distintos a los piezómetros, dado que éstos sólo han sido monitoreados en una campaña.

De acuerdo al análisis de la información allegada, es importante resaltar que siendo un producto correspondiente al 2012, la información de las estaciones de caudal llega hasta el 2009 en ocho de los quince sitios, en los demás casos hasta años anteriores, en general de manera incompleta. De igual forma para las quince estaciones de precipitación, donde una proporciona información hasta el 2011, una hasta el 2010, diez hasta el 2009 y las demás

"POR MEDIO DE LA CUAL SE HACE EL SEGUIMIENTO A LAS OBLIGACIONES CONTENIDAS EN LOS ARTÍCULOS 5 Y 8 DE LA RESOLUCIÓN 1567 DE 2009, POR LA SUSTRACCIÓN DE UN ÁREA DE LA RESERVA FORESTAL CENTRAL".

Teniendo en cuenta que los datos reportados en los informes se dan de manera acumulativa, no se precisan los motivos por los cuales para el tercer informe, con respecto a los Macroinvertebrados el número de órdenes disminuyó en una unidad.

2.1.1 FISICOQUÍMICOS

A pesar de que según los resultados obtenidos se indica contaminación de las fuentes de agua, no se establecen las principales causas de la misma, ni tampoco las estrategias ambientales que se deben implementar, para controlar dicha contaminación.

No se ha cumplido con la periodicidad en todas las estaciones de muestreo, esto teniendo en cuenta que en el documento allegado, no se reportan resultados de parámetros fisicoquímicos para el mes de enero de 2013 en las estaciones HB5, HB6, HB7 y HB8, igual sucede para el mes de marzo en las estaciones HB11, HB12 y HB3.

En los documentos allegados, no se establecen las posibles causas de los procesos de sedimentación y de aumento de la concentración de algunos parámetros fisicoquímicos, ni se indican las acciones y/o planes de manejo para mitigar y/o revertir los efectos adversos sobre la vida acuática y los Servicios Ecosistémicos que presta la reserva.

Falta establecer interrelaciones entre variables y estaciones, que permitan explicar cambios y establecer medidas de manejo en las fuentes hídricas.

Teniendo en cuenta que los resultados del análisis multivariado evidencian dos grupos claramente diferenciados de estaciones, uno de ellos correspondientes a las estaciones ubicadas en la zona de exploración del proyecto y el otro a aquellas ubicadas en la quebrada la Lucha y el Río Coello, situación que se explica por la marcada distancia geográfica entre grupos de estaciones, la diferencia de condiciones ambientales y los factores influyentes sobre el segundo grupo. Por lo anterior se sugiere establecer análisis separados entre grupos, esto para evidenciar diferencias significativas entre variables, estaciones y temporadas.

En general para la biota acuática no se muestra una valoración de manera separada de los efectos del proceso de exploración, sobre las corrientes hídricas.

3. FLORA

Con base en los informes allegados a este Ministerio, se observa que para este componente solo se ha realizado el cumplimiento de uno de los objetivos específicos e indicadores de cumplimiento, ya que como se ha mencionado en el presente concepto, la información corresponde a una descripción del estado actual de las coberturas vegetales. Aunque es información valiosa, el objetivo del plan de monitoreo prevé un análisis más profundo, con mayor información y que sea útil para evaluar los posibles efectos ambientales no previstos del proyecto de exploración.

Genera preocupación que no se reporten más jornadas de campo, de acuerdo con el cronograma establecido y que de la información presentada no se observen avances y cumplimiento de los objetivos. Es más, en algunos casos los mismos resultados indican que se deben hacer mayores esfuerzos de muestreo por lo cual no se encuentra explicación para el no cumplimiento de los compromisos.

Se considera que la información y análisis correspondiente a las coberturas vegetales es fundamental y pilar para los componentes objeto de monitoreo, como es fauna e hidrogeológico e hidroclimáticos y la relación entre estos no es evidente en los informes presentados. A su vez no se ha presentado información sobre los posibles impactos generados a la flora de acuerdo a la variación en la calidad ambiental y no se ha determinado según los tipos de impacto las medidas de compensación, recuperación, mitigación y prevención.

"POR MEDIO DE LA CUAL SE HACE EL SEGUIMIENTO A LAS OBLIGACIONES CONTENIDAS EN LOS ARTÍCULOS 5 Y 8 DE LA RESOLUCIÓN 1567 DE 2009, POR LA SUSTRACCIÓN DE UN ÁREA DE LA RESERVA FORESTAL CENTRAL".

hacia atrás, en todos los casos de manera incompleta. Para las 4 estaciones climatológicas el período más reciente es 2009 en dos de los sitios y también de manera incompleta.

En el documento allegado, se presenta el mapa geomorfológico obtenido luego de definir las unidades geomorfológicas del área de estudio. No se especifican en esta parte del documento los motivos por los cuales no se establecen unidades geomorfológicas hacia el sentido N, E y SE del área de exploración.

Si bien no se pueden evidenciar diferencias significativas en los órdenes de magnitud entre las perforaciones profundas (P8 y P18) y los manantiales, esto no implica que no exista diferencia en los valores.

Teniendo en cuenta las anomalías presentadas en los equipos y mencionadas en los documentos, se puede establecer que la información proporcionada por estos equipos no es confiable.

Algunas de las gráficas presentadas en los documentos (tal es el caso de las figuras 26 y 27 del segundo informe de monitoreo), sugieren información incorrecta, las líneas continuas indican que la periodicidad se ha mantenido, situación que no es correcta dado que varias campañas no se dieron en espacios o intervalos iguales de tiempo, lo anterior se puede considerar como un análisis incorrecto o parcial de la información estadística.

De igual manera en el documento allegado se reporta un alcance regular con respecto a la purga del sistema para la toma de datos por parte del laboratorio contratado.

Si bien se establece que los modelos hidrogeológicos deben tener un carácter dinámico y deben ser re-planteados y/o refinados a medida que se genera nueva información sobre el sistema hidrogeológico y su interacción con el sistema hidrológico superficial, en el documento allegado denominado segundo y tercer informe de monitoreo no se evidencia dicho refinamiento del modelo.

En general para los documento allegados de primer, segundo y tercer informe de monitoreo-ASPECTOS HIDROCLIMATOLÓGICOS, no se cuenta con información o registro de las variables hidroclimatológicas. Por lo cual hasta la fecha dicho aspecto no cumple con lo establecido por este Ministerio.

Con respecto a los aspectos fisicoquímicos que permiten la actualización del modelo y teniendo en cuenta que en la mayoría de los parámetros los valores están por encima de los establecidos para los diferentes usos, no se indican las medidas adaptadas para superar dicha contaminación de las aguas, es importante tener en cuenta que algunas de estas fuentes son importantes para algunos acueductos del sector.

El no haber continuado con el muestreo en el punto P21 impidió analizar los efectos residuales de la exploración, siendo un elemento faltante en el proceso.

Teniendo en cuenta que algunos de los puntos muestreados no cumplen con la Guía Técnica Colombiana GTC 30 (que es la guía para el monitoreo de aguas subterráneas), se debe buscar la causa y establecer las medidas ambientales a que haya lugar.

En cuanto a usos y usuarios del recurso hídrico, no se relaciona información de: censos de usuarios de las microcuencas de análisis, demanda de agua de la cuenca, concesiones otorgadas existentes en los expedientes ambientales de CORTOLIMA, bases de datos del proyecto Registro de usuarios del recurso hídrico en la cuenca piloto del Río Coello – CORTOLIMA, MAVDT.

2. HIDROBIOLOGICOS Y FISICOQUIMICOS

2.1 HIDROBIOLÓGICOS

"POR MEDIO DE LA CUAL SE HACE EL SEGUIMIENTO A LAS OBLIGACIONES CONTENIDAS EN LOS ARTÍCULOS 5 Y 8 DE LA RESOLUCIÓN 1567 DE 2009, POR LA SUSTRACCIÓN DE UN ÁREA DE LA RESERVA FORESTAL CENTRAL".

Se calcula que de los objetivos específicos y los indicadores de cumplimiento establecidos en el Plan de Monitoreo, tan solo se ha cumplido con el 33% de cada uno.

4. FAUNA

Se estima que si bien se han logrado una considerable cantidad de datos, algunos de los objetivos específicos no se han cumplido a cabalidad y aunque se comprende que como se ha indicado en los informes es necesario contar con mayor número de monitoreos para establecer de manera clara el efecto de las actividades de exploración, bien se podrían plantear a este punto hipótesis de investigación sobre este aspecto.

Igualmente, se observa que se han producido cambios en las metodologías aprobadas por el IDEAM, para el estudio de algunos de los grupos faunísticos, lo cual no en todos los casos ha sido justificado y eventualmente podría verse reflejado en diferencias en los datos obtenidos en cada monitoreo que sea posteriormente realizado.

Causa preocupación los resultados que han sido presentados para el grupo de los coleópteros, el cual no cumple con los indicadores planteados y además atribuye las deficiencias de información a situaciones de logística y tratamiento de los datos por parte de los investigadores que han participado en el estudio de este grupo. Para los demás grupos faunísticos se presentan algunas aproximaciones interesantes del comportamiento de las diferentes comunidades. No obstante, se observa que algunos aspectos planteados en la metodología aprobada por el IDEAM no han sido realizados o si lo han sido, no se han presentado datos.

En términos generales, aunque para algunos de los grupos taxonómicos estudiados se ha presentado la información de forma correcta, se solicita hacer mención precisa sobre los resultados que permiten establecer el cumplimiento de los indicadores. Igualmente se requiere que se presenten en tablas de Excel los listados correspondientes a la variación de la composición de las especies para cada monitoreo (mensual), así como la ubicación geográfica de las mismas o la cobertura a la cual se encontraron asociadas. Igualmente se resalta que para ninguno de los grupos faunísticos se ha presentado lo planteado en el capítulo 7 "Estructuración de modelo de gestión de datos", en el cual se plantea que la información obtenida durante el monitoreo será sistematizada a través de un sistema de información geográfica.

5. VEEDURÍA

Con base en los informes de Veeduría allegados a este Ministerio durante los diferentes períodos, se puede evidenciar que, a pesar de las múltiples ocasiones en las que la veeduría ha solicitado información que sustente lo presentado por el equipo que adelanta el programa de monitoreo, ésta no ha sido entregada por los equipos de las Universidades, de tal forma la información consignada en los informes de monitoreo no ha podido ser tabulada y corroborada por la veeduría. Sin embargo, no se evidencia por parte de la veeduría en los informes allegados, los resultados de las faenas de campo realizadas en las cuales se evalúen los métodos empleados para la recolección de la información.

Dado que las funciones principales que tiene la veeduría son las de evaluar los métodos, diseño de muestreo, preservación de muestras, análisis de los resultados del programa de monitoreo y que de acuerdo a lo mencionado por la Universidad de Antioquia en los documentos allegados frente al proceso de veeduría, las universidades no han allegado la información de campo, no se entiende cómo se lleva a cabo la verificación de los resultados y por consiguiente los análisis de los resultados, se deberá por parte de la veeduría acompañar las faenas de campo con el fin de obtener resultados in situ con los cuales pueda discernir o ratificar lo presentado por el equipo que realiza el monitoreo.

Si bien es cierto que la veeduría ha realizado constantes sugerencias de la forma en la que se debería presentar los informes que las Universidades allegan a este Ministerio, no se evidencian sugerencias de fondo frente a los diferentes aspectos en los cuales las autoridades científicas con las que debe contar la veeduría pueden orientar a la generación

"POR MEDIO DE LA CUAL SE HACE EL SEGUIMIENTO A LAS OBLIGACIONES CONTENIDAS EN LOS ARTÍCULOS 5 Y 8 DE LA RESOLUCIÓN 1567 DE 2009, POR LA SUSTRACCIÓN DE UN ÁREA DE LA RESERVA FORESTAL CENTRAL".

de un insumo adecuado que permita verificar por parte del Ministerio la afectación a los Servicios Ecosistémicos que presta la reserva, en el área en la cual se adelanta la exploración por parte de la empresa AngloGold Ashanti Colombia S.A.

La Veeduría deberá allegar la evaluación de los análisis de los resultados en el tiempo teniendo en cuenta que el monitoreo ya ha cumplido más de dos años y a la fecha no hay una aproximación a la situación de los Servicios Ecosistémicos frente a la exploración y las actividades conexas."

FUNDAMENTOS JURÍDICOS

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

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

"...b) Zona de Reserva Forestal Central, comprendida dentro de los siguientes límites generales: Una zona de 15 kilómetros hacia el lado Oeste, y otra, 15 kilómetros hacia el este del divorcio de aguas de la Cordillera Central, desde el Cerro Bordoncillo, aproximadamente a 20 kilómetros al Este de Pasto, hasta el Cerro de Los Prados al Norte de Sonsón;..."

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

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

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

Que el inciso segundo del artículo 204 de la ley 1450 de 2011 estableció:

"... Las autoridades ambientales, en el marco de sus competencias, y con base en estudios técnicos, económicos, sociales y ambientales adoptados por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, podrán declarar, reservar, alinderar, realinderar, sustraer, integrar o recategorizar las áreas de reserva forestal. En los casos en que proceda la sustracción de las áreas de reserva forestal, sea esta temporal o definitiva, la autoridad ambiental competente impondrá al interesado en la sustracción, las medidas de compensación, restauración y recuperación a que haya lugar, sin perjuicio de las que sean impuestas en virtud del desarrollo de la actividad que se pretenda desarrollar en el área sustraída. Para el caso de sustracción temporal, las compensaciones se establecerán de acuerdo con el área afectada..."

"POR MEDIO DE LA CUAL SE HACE EL SEGUIMIENTO A LAS OBLIGACIONES CONTENIDAS EN LOS ARTÍCULOS 5 Y 8 DE LA RESOLUCIÓN 1567 DE 2009, POR LA SUSTRACCIÓN DE UN ÁREA DE LA RESERVA FORESTAL CENTRAL".

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

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

Que mediante el concepto emitido por esta Dirección, el cual se acoge por el presente acto administrativo, se consideró que la Empresa Anghlogold Ashanti Colombia S.A. entregó cierta información en cuanto al Plan de Monitoreo, es necesario determinar que la entrega parcial de la correspondiente documentación, no conlleva el cumplimiento de los objetivos esenciales que refieren con las obligaciones impuestas en los artículos 5 y 8 de la Resolución 1567 de 2009. Por ende, se considera pertinente establecer que se ha incumplido con las obligaciones y requerimientos taxativamente señalados en el acto administrativo en mención.

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

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

Que en mérito de lo expuesto,

RESUELVE

ARTÍCULO 1. Requerir a la empresa **ANGLOGOLD ASHANTI COLOMBIA S.A.**, para que allegue de manera completa y oportuna la información señalada en la parte motiva del presente acto administrativo, cuyo fin es dar cabal cumplimiento con las obligaciones establecidas en el artículo 5 y 8 de la Resolución 1567 de 2009 relacionados con el Plan de Monitoreo y Veeduría.

ARTICULO 2. El incumplimiento de las obligaciones establecidas en la Resolución 814 de 2009, modificada por la Resolución 1567 de 2009, puede generar el inicio de las acciones sancionatorias previstas en la Ley 1333 de 2009.

ARTÍCULO 3. Notificar el presente acto administrativo al Representante Legal de la empresa **ANGLOGOLD ASHANTI COLOMBIA S.A.**, o a su apoderado legalmente constituido en la Calle 116 No 7-15 edificio Cusezar Piso 8 en la ciudad de Bogotá.

ARTÍCULO 4. Comunicar el presente acto administrativo a la Corporación Autónoma Regional del Tolima (CORTOLIMA), al Municipio de Cajamarca en el departamento del Tolima y a la Procuraduría Delegada para asuntos Ambientales y Agrarios para su conocimiento y fines pertinentes.

ARTÍCULO 5. Publicar el presente acto administrativo en la página web del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

"POR MEDIO DE LA CUAL SE HACE EL SEGUIMIENTO A LAS OBLIGACIONES CONTENIDAS EN LOS ARTÍCULOS 5 Y 8 DE LA RESOLUCIÓN 1567 DE 2009, POR LA SUSTRACCIÓN DE UN ÁREA DE LA RESERVA FORESTAL CENTRAL".

ARTÍCULO 6. Contra el presente acto administrativo procede el recurso de reposición de conformidad con los artículos 74, 76 y 77 del Código de Procedimiento Administrativo y de lo Contencioso Administrativo.

NOTIFÍQUESE, COMUNÍQUESE, PUBLÍQUESE Y CÚMPLASE

Dada en Bogotá D.C., a los **04 NOV 2014**


MARÍA CLAUDIA GARCÍA DÁVILA

Directora de Bosques, Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos

Proyectó:

Revisó:

Expediente:

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

María Stella Sáchica, Abogada D.B.B.S.E. MADS

SRF-0025