



“ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO UPME-03-2010, SUBESTACIÓN CHIVOR II – Y NORTE 230 KV Y LÍNEAS DE TRANSMISIÓN ASOCIADAS ”

**CAPITULO 3 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO
CAPÍTULO 3.3 MEDIO BIÓTICO
3.3.2 Ecosistemas Acuáticos**

CONSORCIO AMBIENTAL CHIVOR



ESCALA SIN	FORMATO Carta	REFERENCIA EEB 2- EEB-NORTE-AMB-2002-1	HOJA 01	REV 1
----------------------	-------------------------	---	-------------------	-----------------



TABLA DE CONTENIDO

3	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO	5
3.3	MEDIO BIÓTICO.....	5
3.3.2	Ecosistemas acuáticos.....	5
3.3.2.1	Área de Influencia Indirecta.....	5
3.3.2.2	Área de Influencia Directa	17



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3-1. Especies de peces del área de influencia indirecta (All) del proyecto.....	13
Tabla 3-2. Composición de Peces reportados para la cuenca del río Negro.....	14
Tabla 3-3 Especies endémicas y amenazadas del All del proyecto.....	16
Tabla 3-4. Ubicación de los Ecosistemas lóticos monitoreados.....	17
Tabla 3-5. Valores fisicoquímicos medidos <i>in situ</i> en los puntos de muestreo para la caracterización del AID del proyecto.	18
Tabla 3-6 Morfotipos de algas Perifíticas en los sistemas evaluados y sus respectivas abundancias para el área de influencia directa (AID).	21
Tabla 3-7. Composición de la comunidad de Fitoplancton reportada para el área de influencia directa (AID) del proyecto.....	24
Tabla 3-8. Macroinvertebrados bentónicos en los diferentes sistemas lóticos monitoreados para el área de influencia directa (AID).	26
Tabla 3-9. Índices Ecológicos para la comunidad de macroinvertebrados acuáticos reportados en el área de influencia directa (AID) del proyecto.	30
Tabla 3-10. Bioindicación teniendo en cuenta el BMWP/Col	31
Tabla 3-11. Macrófitas acuáticas reportadas para el área de influencia directa del proyecto.....	33
Tabla 3-12. Ecología de las Macrófitas reportadas en los puntos de muestreo para el AID.....	34
Tabla 3-13. Composición de la ictiofauna encontrada en el monitoreo.....	35



LISTADO DE FIGURAS

Figura 3-1 Parte A, Principales ríos del área de influencia directa e indirecta del proyecto comprendidos por los Municipios de Santa María, Municipio Macanal y Municipio de Garagoa. .7	
Figura 3-2 Parte B, Principales ríos del área de influencia directa e indirecta del proyecto teniendo en cuenta los Municipios de Tenza, Chocontá y Machtetá.....8	
Figura 3-3 Parte C, Principales ríos del área de influencia directa e indirecta del proyecto teniendo en cuenta los Municipios de Sesquilé, Chocontá, Gachancipá, Nemocón y Cogua.9	
Figura 3-4 Parte D, Principales ríos del área de influencia directa e indirecta del proyecto teniendo en cuenta los Municipios de Tabio, Tenjo y Subachoque..... 10	
Figura 3-5 Pez Capitán Enano (<i>Trichomycterus bogotense</i>)..... 12	
Figura 3-6 Pez Capitán de la sabana (<i>Eremophilus mutisi</i>) 16	
Figura 3-7 Algas de la clase Bacillariophyta A) Pinnulariasp. B) Naviculasp. C) Surirellasp. 20	
Figura 3-8 Abundancia del Perifiton para cada punto de muestreo. 22	
Figura 3-9 Composición porcentual del Perifiton para el área de influencia directa (AID) del proyecto 23	
Figura 3-10 Abundancia de Macroinvertebrados para cada punto de muestreo 29	



3 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

3.3 MEDIO BIÓTICO

Al estar ubicado en la esquina noroccidental del continente Suramericano, Colombia posee una topografía compleja. El territorio se encuentra dominado por la cordillera de los Andes, además de tener gran diversidad de ecosistemas continentales y marinos que le confieren un lugar importante al ser uno de los países más ricos en biodiversidad y ser un lugar estratégico y de paso obligado para un gran número de especies migratorias (MADS-WWF, 2012). Como consecuencia, Colombia se posesiona dentro del grupo de los 14 países denominados mega diversos, que se caracterizan por albergar los mayores índices de biodiversidad a nivel mundial por lo que el componente faunístico como parte de la biodiversidad en el país debe ser reconocido al ser patrimonio natural para nuestro país (Andrade- C, 2011).

3.3.2 Ecosistemas acuáticos

Los ecosistemas acuáticos brindan distintos modelos del desarrollo de la vida en el mundo, estableciendo condiciones especiales para la subsistencia y para la organización de las estructuras y procesos ecológicos básicos (Roldán & Ramírez, 2008). Por esta razón el conocimiento del funcionamiento de los ecosistemas acuáticos, es necesario para la explotación, manejo y conservación de los recursos acuáticos.

Es importante resaltar que la construcción y montaje del proyecto Norte UPME-03-2010, Subestación Chivor II (San Luis) – y Norte 230 kV y Líneas de Transmisión no empleará la captación de aguas del medio natural para sus labores constructivas, ya que el uso del agua se hará de forma puntual y de manera temporal para las mezclas de concreto en las cimentaciones de las torres y las subestaciones. De igual manera, la construcción de una línea de transmisión eléctrica no requiere adecuación de campamentos por ser obras lineales de rápido avance (EEB *et al.*, 1999).

Por lo anterior se plantea la compra del agua por bloques a los acueductos que estén autorizados como lo determina la normatividad legal vigente. La adquisición del agua por bloques, se hace con el fin de prevenir y mitigar el posible impacto biótico en los ecosistemas acuáticos presentes en el área de influencia directa e indirecta del proyecto.

3.3.2.1 Área de Influencia Indirecta

Para el componente de ecosistemas acuáticos, como fuentes secundarias se tiene información general de estudios realizados en la subzonas del río Bogotá, cuenca del río Garagoa y Lengupá, siendo el río Bogotá un afluente de la zona hidrográfica del río Magdalena del área hidrográfica Magdalena Cauca. El río Lengupá es un afluente del río Upía perteneciente a zona



hidrográfica del río Meta, del área hidrográfica del Orinoco. El río Garagoa es afluente del río Guavio que también pertenece a la zona hidrográfica del río Meta, del área hidrográfica del Orinoco. Lo anterior teniendo en cuenta que los diferentes cuerpos de agua que pueden tener algún tipo de influencia por las actividades a ejecutar pertenecen a las subzonas en mención.

➤ **Principales ecosistemas acuáticos y su dinámica e importancia en el contexto regional.**

En el área de influencia indirecta del proyecto se presenta una hidrología importante que se da por los diferentes afluentes (cuerpos lóticos y lénticos) asociados a la cuenca del río Bogotá y río Garagoa (Figura 3-1 Parte A, Figura 3-2 Parte B, Figura 3-3 Parte C, Figura 3-4 Parte D). La primera, cuenca río Bogotá, se encuentra localizada en el departamento de Cundinamarca y constituye la principal corriente del departamento, recorriendo desde su nacimiento hasta su desembocadura al río Magdalena; de igual forma se encuentra la cuenca del río Garagoa el cual es de gran importancia para el departamento de Boyacá por los recursos naturales que lo rodean.

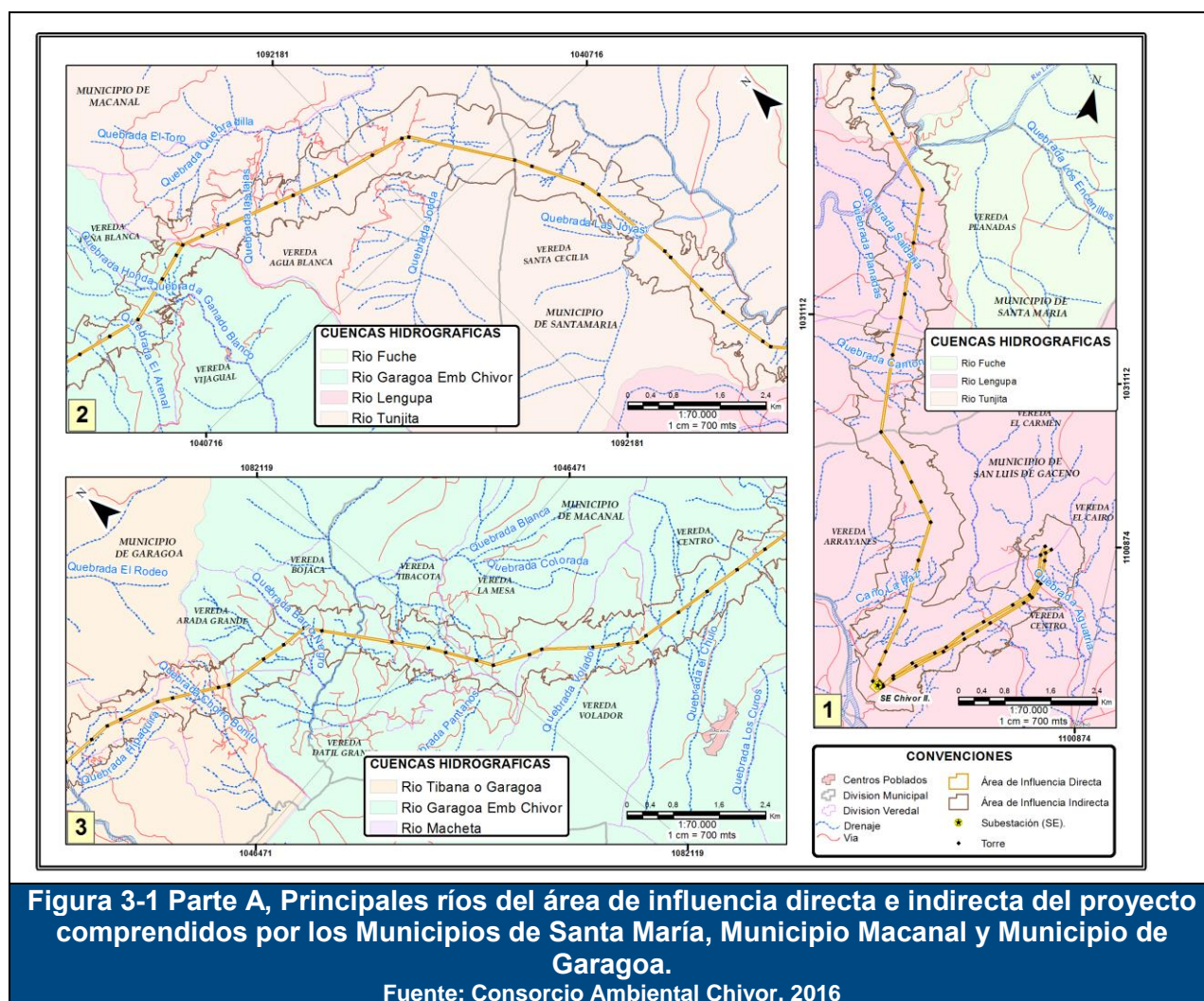
De ahí que la Cuenca del Río Bogotá recorre una amplia zona del departamento de Cundinamarca, además de ser la zona con mayor población dentro del territorio nacional. Por tanto, es de importancia esencial para la región y para el país adelantar acciones para conservar, restaurar y proteger todo el territorio que abarca, buscando su saneamiento, regulación ambiental y equilibrio ecológico. El nivel de degradación de la calidad del agua es muy alto, originado principalmente por el vertimiento de aguas residuales domésticas provenientes de los diferentes municipios que recorre, principalmente del Distrito Capital (CAR 2006).

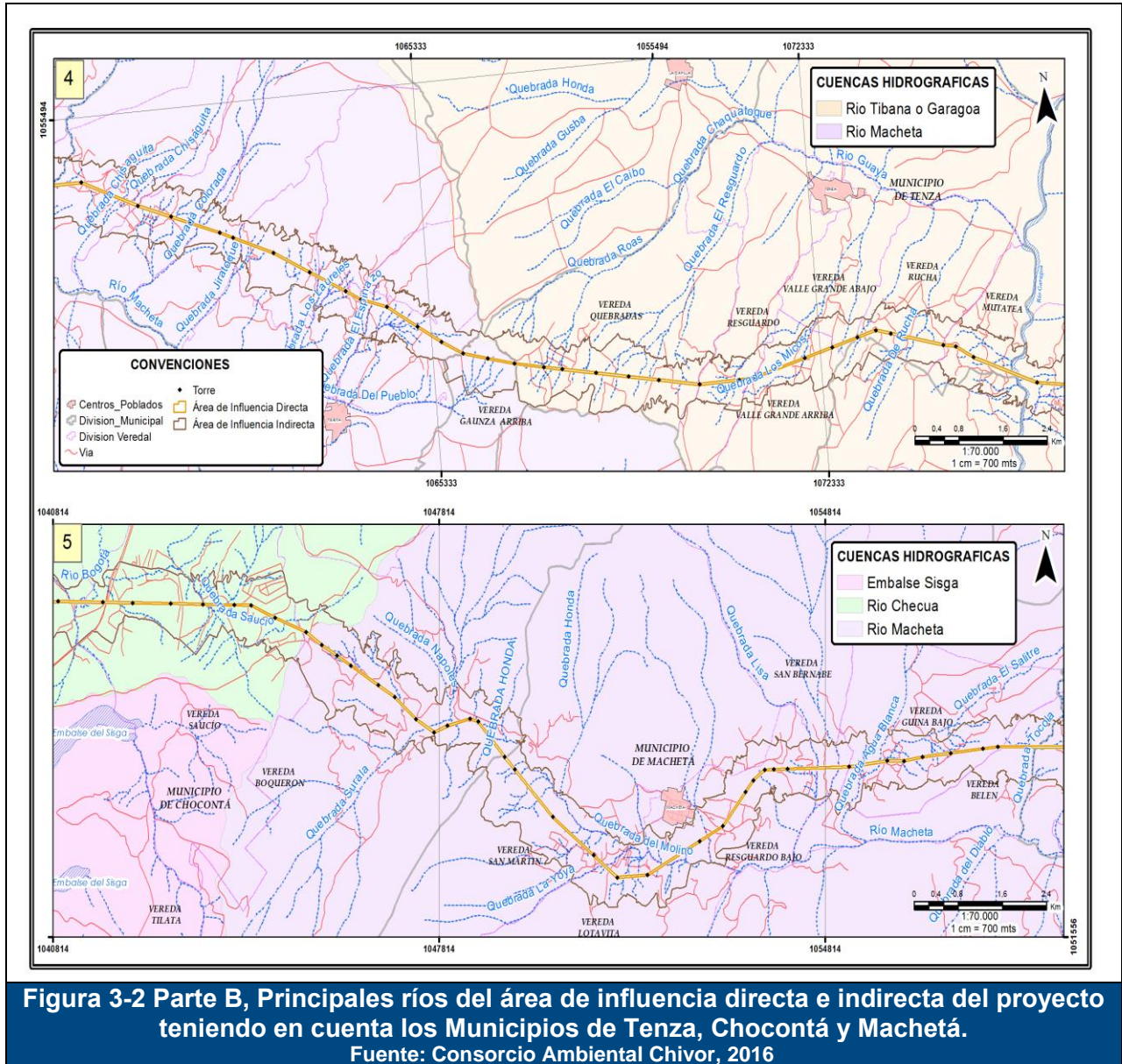
La Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca – CAR muestra en el Acuerdo número 43 del 17 de octubre de 2006 un análisis de las condiciones de la cuenca del río Bogotá, donde se considera en términos generales, que la calidad del agua de los cuerpos hídricos de la cuenca es buena en sus nacimientos y partes altas de las subcuencas, pero a medida que aparecen los asentamientos humanos y las actividades productivas, se va degradando. Es así como en la zona alta inferior de la cuenca, sector denominado Tibitoc – La Virgen, la calidad del río se ve afectada al recibir los aportes del río Negro asociados con los vertimientos del municipio de Zipaquirá; esto ha conducido a una disminución de la diversidad bentónica y la desaparición de peces exigentes de aguas claras y puras, sumado a un incremento de la densidad de algunas especies indicadoras de contaminación en esta zona (Pérez, 2000).

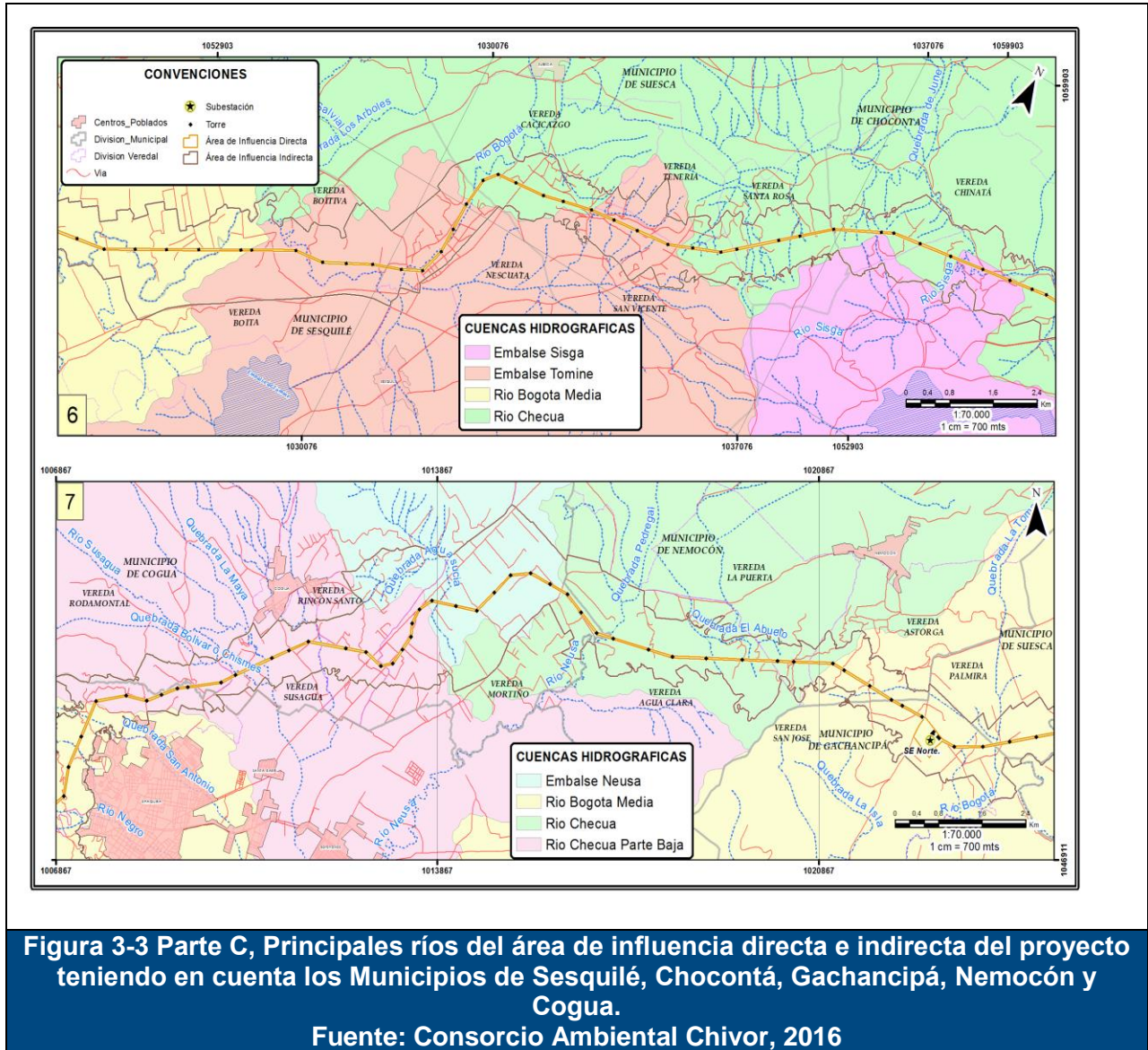
De igual manera las subcuencas del río Neusa, Subachoque, Sisga, Tominé, Checua y la del río Frío hacen parte del área de influencia directa e indirecta del proyecto. Es así como podemos resaltar que la subcuenca del Río Neusa hace parte del área de influencia indirecta del proyecto objeto de estudio donde existen microcuencas importantes como la Quebrada el Hato, la Quebrada Río Frío en inmediaciones del municipio de Zipaquirá; Sin embargo, las actividades agrícolas y pecuarias vienen afectando las zonas boscosas, principalmente en sus rondas hídricas y zonas de protección. Mientras que la cuenca del río Subachoque se localiza

CAPITULO 3.3.2 ECOSISTEMAS ACUÁTICOS

en el costado oeste del proyecto, esta cuenca presenta un área de 329.5 km² y pertenece a la cuenca del río Bogotá en el sector denominado Tibitoc – Soacha. Por su parte la sub-cuenca del río Frio se caracteriza por presentar lechos rocosos y transporte de materiales de gran tamaño; la cuenca es montañosa. El Río Frío es un afluente importante del Río Bogotá que ha sufrido los efectos de un desarrollo urbano excesivo e inevitable. Las actividades antrópicas en busca del aprovechamiento de los recursos naturales existentes en esta zona y pertenecientes a este valioso río han transformado de manera significativa su estado original (Vanegas, 2013).







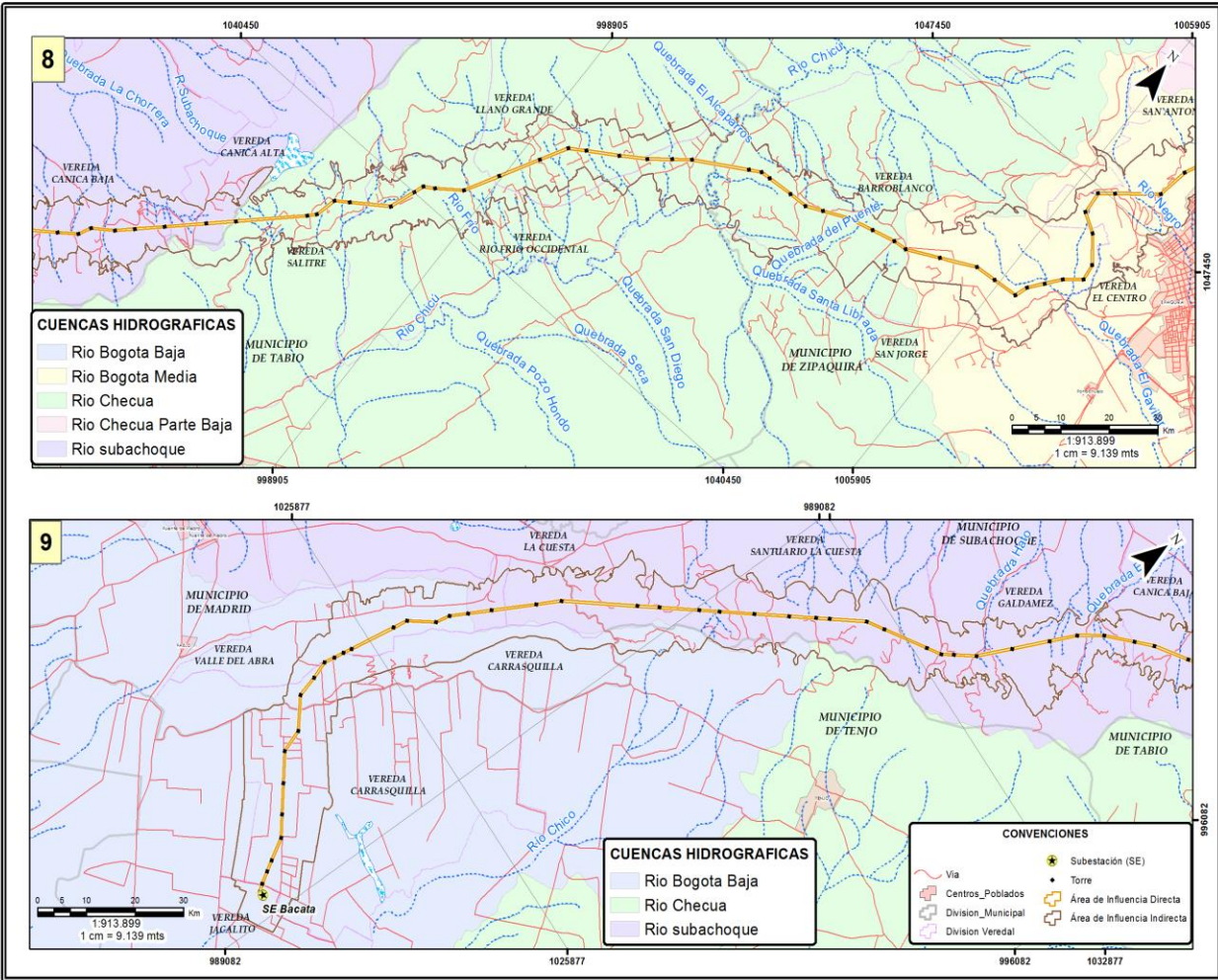


Figura 3-4 Parte D, Principales ríos del área de influencia directa e indirecta del proyecto teniendo en cuenta los Municipios de Tabio, Tenjo y Subachoque.

Fuente: Consorcio Ambiental Chivor, 2016

Por otro lado la red hidrográfica de la Cuenca Garagoa, la cual hace parte del área de influencia directa e indirecta del proyecto está constituida por los ríos Garagoa o Tibaná o Jenesano, Machetá, Aguacía, Somondoco o Súnuba; y sus respectivos afluentes, entre los que cabe



destacar las quebradas: Súnuba, Honda, Negra, Chivor, Grande, Colorada y Esmeraldas. En el área predominan los climas templado y frío, cuyas temperaturas anuales varían entre 28 °C y 10 °C respectivamente; y alturas topográficas que oscilan entre 1.000 y 3.600 m.s.n.m.

Los ríos presentan poca inercia respecto al régimen de precipitación, debido a la fuerte pendiente de las zonas donde se originan; esto quiere decir que el agua que se deposita sobre la cuenca inmediatamente se escurre generando arroyos torrenciales y súbitas crecientes en los ríos. La zona presenta muchos drenajes con fuertes escorrentías superficiales y subsuperficiales que arrastran gran cantidad de material deleznable durante las épocas de lluvias, debido a la abrupta topografía; produciendo súbitas crecientes, socavando permanentemente los taludes y lechos de los ríos (POMCA Río Garagoa 2015).

La parte baja de la cuenca Garagoa la conforman algunos municipios como Santa María, Chivor, Macanal; mientras que la parte media baja la conforman municipios como: Garagoa, Tenza y Machetá que pertenecen al área de influencia del presente proyecto.

➤ **Biota de mayor importancia ecológica y económica asociada a los cuerpos de agua del área de influencia indirecta (All) del proyecto.**

Dentro de las comunidades acuáticas asociadas a las principales cuencas se encuentra la ictiofauna, que es el grupo de mayor tamaño que habita los ecosistemas acuáticos, son de gran importancia comercial, ya sea por recreación o para consumo, adicionalmente ocupan una importante posición en las cadenas tróficas de los ecosistemas al ser los encargados de regular las poblaciones de perifiton, plancton y macroinvertebrados (Mojica *et al.* 2002).

La importancia de los peces de la cuenca del río Bogotá y sus afluentes radica en el sustento económico que conforman para las comunidades locales que están asociadas a lo largo de estos cuerpos de agua. Este valor social permite la existencia de diversos estudios en el área, como los desarrollados por Calvachi Zambrano (2002), Quintero & Martínez (2010) y Villa-Navarro (2006), los cuales aportan información de las especies presentes, la pesca y la importancia comercial en general del recurso ictico para el sector.

Dentro del área de influencia directa e indirecta del proyecto, se encuentra el río Bogotá ubicado en el departamento de Cundinamarca, el cual cuenta para la parte alta con un registro de dos (2) especies de peces principalmente, *Oncorhynchus mykiss* (Trucha arcoíris) y *Trichomycterus bogotense* (Capitán enano), siendo la primera una especie introducida y convirtiéndose en una de las principales fuentes de alimento de los pescadores, mientras *Trichomycterus bogotense*, es una especie endémica del altiplano cundiboyacense (Figura 3-5) (Pérez, 2000).



Teniendo en cuenta que el proyecto ocupa la cuenca alta del río Bogotá se encontró que el grupo de los peces está representado por tres especies nativas, dos de ellas el pez Capitán de la sabana (*Eremophilus mutisii*) y la Guapucha (*Grundulus bogotensis*) con distribución geográfica limitada al altiplano de Cundinamarca y Boyacá, mientras que la tercera, el capitanejo (*Trichomycterus bogotense*), tiene una distribución un poco más amplia, llegando hasta Santander (Miles, 1947; Dahl, 1971). Además existen tres especies introducidas: Carpa (*Cyprinus carpio*), la trucha (*Onchorhynchus mikiss*) y el goldfish (*Carassius auratus*), de estas especies icticas, las tres nativas y las introducidas a excepción de la trucha, son habitantes de los cuerpos de agua de la zona, aunque los sitios donde existen son cada día más escasos (Calvachi Zambrano 2002).

Quintero & Martínez (2010) muestran que el primer tramo de la cuenca alta del río Bogotá (Nacimiento - Villapinzón) presenta aguas cristalinas, ricas en oxígeno y muy poco contaminadas, lo que ha favorecido la presencia de especies bentónicas y es apta para el desarrollo de peces de aguas frías, nativos o introducidos como el capitán, guapucha, trucha y otros. El segundo tramo (Villapinzón - Chocontá) se caracteriza por condiciones de contaminación crecientes, tanto por las aguas negras como por los vertimientos industriales. Aunque este es un tramo más corto presenta condiciones más contaminadas, donde las aguas negras de Villapinzón y los vertimientos orgánicos de las curtiembres son vertidos al río. En consecuencia, este tramo del río se puede considerar como muy contaminado.

De igual forma el estudio realizado por Pérez (2000) sobre la “Estructura Ecológica Principal de la Sabana de Bogotá” indica que la ictiofauna ha desaparecido de la mayor parte del río Bogotá, cuenca perteneciente al sector del proyecto. En el pasado, el curso alto del río Bogotá y sus afluentes eran ricos en peces autóctonos como el capitán pequeño (*Pigyidium bogotensis*), el capitán de la sabana (*Eremophilus mutisii*) y la guapucha (*Grundulus bogotensis*); y para las décadas de los años 50 y 60 se introdujo la trucha (*Salmo gairdnerii*) y más tarde la carpa (*Cyprinus carpio*).

Teniendo en cuenta el estudio realizado por Conservación Internacional (2015) “Inventario de peces y crustáceos en tres (3) fuentes hídricas (río Bogotá, río Negro y río Sumapaz) de la jurisdicción de la CAR”, se tomó en cuenta la información relacionada con los 13 puntos de muestreo en el río Bogotá y 28 en el río Negro, evidenciando que para la cuenca alta del río Bogotá se colectaron dos (2) especies, siendo *Trichomycterus bogotense* la más abundante; esta es una de las pocas especies nativas del altiplano cundiboyacense de Colombia, generalmente de ríos y quebradas de cauce pedregoso y fangoso con corrientes relativamente rápidas (Burguess, 1989). Las especies de la zona media y baja son comunes con las encontradas en otras subcuencas de la región de alto Magdalena, con una predominancia de Tricomictéridos y Astroblépidos (Villa-Navarro, 2006). En términos generales se registraron 19 especies para el río Bogotá, de las cuales dos (2) son endémicas de la sabana de Bogotá (Tabla 3-1).

Tabla 3-1. Especies de peces del área de influencia indirecta (AII) del proyecto.

ORDEN	FAMILIA	GENERO	NOMBRE COMUN
Siluriformes	Trichomycteridae	<i>Eremophilus mutisii</i> *	Capitán de la Sabana
		<i>Trichomycterus bogotensis</i> *	Capitanejo
	Astroblepidae	<i>Astroblepus homodon</i>	Guilo
		<i>Astroblepus longifilis</i>	Guilo
		<i>Astroblepus chotae</i>	Guilo
		<i>Astroblepus vanceae</i>	Guilo
		<i>Astroblepus cyclopus</i>	Guilo
		<i>Astroblepus praeliorum</i>	Guilo
		<i>Astroblepus micrescens</i>	Guilo
	Loricariidae	<i>Ancistrus</i> sp.	-
		<i>Sturisomatichthys caquetae</i>	Raspacanoa
		<i>Chaetostoma</i> sp.	Cucha
<i>Chaetostoma lineopunctata</i>		Cucha	
Cypriniformes	Cyprinidae	<i>Carassius auratus</i>	Pez dorado
Characiformes	Characidae	<i>Grundulus bogotensis</i>	Guapucha
		<i>Creagrutus affinis</i>	Sardina
Salmoniformes	Salminidae	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	Trucha
Cypriniformes	Cyprinidae	<i>Cyprinus carpio carpio</i>	Carpa
Gymnotiformes	Sternopygidae	<i>Sternopygus aequilabiatus</i>	-

Fuente: Villa-Navarro 2006, Miles, 1947; Dahl, 1971. *Especies endémicas de la Sabana de Bogotá.

Otra de las subcuencas que se incluyen en el área de influencia indirecta (AII) del proyecto, es la del río Negro, para la cual se registran cuatro (4) órdenes y 14 familias, siendo los órdenes más representativos los Siluriformes y Characiformes, mientras que la familia más relevante fue Characidae con 10 especies Tabla 3-2. De acuerdo con las comunidades de pobladores locales asentadas en la zona, para el río Negro, se tienen registros de especies de interés pesquero como el pataló (*Ichthyoelephas longirostris*), bocachico (*Prochilodus magdalenae*), moino

(*Leporinus muyscorum*), dorada (*Brycon henni*), picuda (*Salminus affinis*), madre bocachico (*Cyphocharax magdalenae*), capaz (*Pimelodus grosskopfii*), tolomba (*Triportheus magdalenae*), chacha (*Cynopotamus magdalenae*), nicuro (*Pimelodus* sp.), blanquillo (*Sorubimcus picaudus*), bagre rayado (*Pseudoplatystoma magdaleniatum*), peje sapo (*Pseudopimelo dusbufonius*) y el matacaiman (*Centrochir crocodili*).

Tabla 3-2. Composición de Peces reportados para la cuenca del río Negro.

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE
Characiformes	Prochilodontidae	<i>Ichthyoelephas longirostris</i>
		<i>Prochilodus magdalenae</i>
	Anostomidae	<i>Leporinus muyscorum</i>
	Characidae	<i>Hemibrycon</i> sp.
		<i>Creagrutus</i> cf. <i>magdalenae</i>
		<i>Microgenys minuta</i>
		<i>Argopleura magdalenensis</i>
		<i>Gephyrocharax melanocheir</i>
		<i>Cynopotamus magdalenae</i>
		<i>Triportheus magdalenae</i>
		<i>Brycon henni</i>
		<i>Salminus affinis</i>
	<i>Cyphocharax magdalenae</i>	
Erythrinidae	<i>Hoplias malabaricus</i>	
Siluriformes	Astroblepidae	<i>Astroblepus grixalvii</i>
		<i>Astroblepus</i> sp.
		<i>Astroblepus homodon</i>
	Trichomycteridae	<i>Trichomycterus</i> aff. <i>banneau</i>
		<i>Trichomycterus</i> sp. 1
		<i>Trichomycterus</i> sp. 2
	Loricariidae	<i>Chaetostoma</i> aff. <i>fischeri</i>
	Pimelodidae	<i>Pimelodus grosskopfii</i>
		<i>Pimelodus</i> sp.
		<i>Megalonema xanthum</i>
		<i>Sorubim cuspicaudus</i>
	Pseudopimelodidae	<i>Pseudoplatystoma magdaleniatum</i>
		<i>Pseudopimelodus bufonius</i>
	Heptapteridae	<i>Cetopsorhamdia molinae</i>
<i>Heptapterus</i> sp.		
Auchenipteridae	<i>Pimelodella chagresi</i>	
	<i>Trachelyopterus insignis</i>	
Doradidae	<i>Centrochir crocodili</i>	
Gymnotiformes	Sternopygidae	<i>Sternopygus aequilabiatus</i>
Perciformes	Cichlidae	<i>Geophagus steindachneri</i>

Fuente: Inventario de Peces y Crustáceos en tres fuentes hídricas de la jurisdicción (CAR 2012).



Según Arias & Ortiz (2009) en la cuenca de Garagoa en el departamento de Boyacá la información para la comunidad de peces es escasa aún; se reportan 17 especies de peces expuestas a contaminación de ríos y quebradas, por ejemplo la fauna de la Cuenca del río Garagoa es receptora de la contaminación de los asentamientos humanos y actividades productivas de la región (agricultura, minería); de igual manera ninguno de los municipios intervenidos por el proyecto en el área de la cuenca del río Garagoa cuenta con planta de tratamiento de aguas residuales y además no hay manejo sostenible de recursos naturales que todavía quedan.

La Cuenca del Río Garagoa, presenta, índices de escasez de aguas elevados, lo que determina la generación de conflictos por su uso y apropiación; a esto se suma la contaminación hídrica que se viene presentando, la cual vuelve, en muchas ocasiones inservible su suministro para ciertos usos, entre ellos el de consumo doméstico. Adicionalmente, la contaminación puede afectar en gran medida los sistemas biológicos naturales, llevando a la eutrofización y sedimentación de lagos y embalses, o la acumulación de niveles peligrosos de metales y residuos inorgánicos en peces y otros organismos acuáticos. La falta de concientización y de capacitación en el manejo del recurso hídrico por parte de las comunidades asentadas en la cuenca, agrava el problema, dado que son ellos quienes directamente están utilizando el recurso hídrico en forma inadecuada, generando el desperdicio y la contaminación del agua de las diversas fuentes que se encuentran en la cuenca (POMCA Garagoa 2015).

➤ **Especies migratorias, rutas de migración y áreas de reproducción.**

La migración de peces continentales se puede definir como los desplazamientos de peces en distancias variables, con una dirección conocida, predecible, cíclica o periódica, en busca de condiciones adecuadas para completar su ciclo de vida (Incodor-WWF; 2004). Teniendo en cuenta la problemática del río Bogotá se puede observar que las migraciones se ven afectadas por la contaminación del río el cual no permite la llegada de especies migratorias a la zona de estudio; sin embargo se puede apreciar que las poblaciones de Capitán (*Eremophilus mutisii*) (Figura 3-6) que habitan embalses de la zona como el Neusa y Tominé realizan migraciones desde el fondo hacia los litorales (subienda) para realizar el desove (reproducción), de acuerdo con las estaciones de lluvia (Flórez y Sarmiento, 1982; Rosado et. al. 2007). Por otro lado las poblaciones de *E. mutisii* del río Frío, durante las épocas de sequía, cuando el río pierde la totalidad de su caudal, permanecen enterradas en el lodo fresco o en aquellos lugares del curso del río donde hay pequeños pozos de agua estancada. Se desconocen las actividades de estos peces en estas épocas; sin embargo, se convierten en presa fácil de los pobladores de la zona.



De igual forma en la cuenca del río Garagoa en el departamento de Boyacá no se reportan migraciones de peces, esto puede estar asociado al bajo caudal que presentan las corrientes presentes en la cuenca.

➤ **Especies Endémicas, amenazadas y especies vedadas**

Para el All del proyecto se registra la especie *Trichomycterus bogotense* (Capitán enano) que es una especie endémica del altiplano cundiboyacense (Miles, 1947; Dahl, 1971). Para el río Bogotá y río Negro se encontró un número importante de especies objeto de conservación; en ese sentido, para el área de influencia del proyecto se reportan cuatro (4) especies con algún grado de amenaza, *Ichthyoelephas longirostris* (EN), *Salminus affinis* (VU), *Eremophilus mutisii* (VU) y *Pimelodus grosskopfii* (VU), según la Resolución 0192 de 2014 y el Libro Rojo de Peces Dulceacuícolas de Colombia (2012) (Tabla 3-3).

Tabla 3-3 Especies endémicas y amenazadas del All del proyecto.

ESPECIE	CATEGORIA DE AMENAZA	RESTRICCIONES DE COMERCIO		ENDEMISMO
		Resolución 0192 de 2014	CITES	
<i>Trichomycterus bogotense</i>	-	-	-	E
<i>Ichthyoelephas longirostris</i>	EN	-	-	-
<i>Salminus affinis</i>	VU	-	-	-
<i>Eremophilus mutisii</i>	VU	-	-	-
<i>Pimelodus grosskopfii</i>	VU	-	-	-
Convenciones: Categoría de amenaza: Nacional: CR (peligro crítico), VU (vulnerables), EN (en peligro). Endemismo: E (endémico).				

Fuente: Resolución 0192 de 2014 (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible) Libro rojo de Colombia (Mojica, 2012), (Peces de los Andes de Colombia 2005) y CAR (2012) (Inventario de peces y crustáceos en tres fuentes hídricas de la jurisdicción de la CAR).

3.3.2.2 Área de Influencia Directa

Para la caracterización de los ecosistemas acuáticos en el AID, se llevaron a cabo monitoreos de agua, en los que se evaluaron diferentes parámetros hidrobiológicos con el fin de establecer el estado actual (sin proyecto) de los mismos, cabe destacar que durante las diferentes etapas del proyecto no se presentará ninguna afectación a los cuerpos de agua que se encuentran en el área de influencia.

La caracterización de las comunidades hidrobiológicas se realizó en once (11) estaciones de muestreo, durante el mes de abril de 2016. La ubicación espacial (georreferenciación) de las estaciones de muestreo se determinó usando un equipo GPS marca GARMIN, de referencia GPSMAP 62s. En la Tabla 3-4 se presentan los puntos monitoreados.

Tabla 3-4. Ubicación de los Ecosistemas lóticos monitoreados.

PUNTO DE MUESTREO	VEREDA	MUNICIPIO	DEPARTAMENTO	COORDENADAS	
				NORTE	ESTE
Quebrada Agua Blanca	Guina Bajo	Machetá	Cundinamarca	1054253,89	1055795,76
Quebrada Agua fría	Centro	San Luis De Gaceno	Boyacá	1027258,69	1099631,24
Quebrada Saldaña	Planadas	Santa María	Boyacá	1031924	1096305,06
Quebrada Honda	Centro	Macanal	Boyacá	1043095,85	1087983,96
Quebrada del Dátil	Datil	Macanal	Boyacá	1047495,19	1081119,2
Quebrada Surala	Boquerón	Chocontá	Cundinamarca	1054744,06	1047654,73
Río Sisga	Tilata	Chocontá	Cundinamarca	1056488,65	1039211,15
Quebrada El Abuelo	Agua Clara	Nemocón	Cundinamarca	1050299,96	1018938,17
Río Susagua	Susagua	Cogua	Cundinamarca	1050259,46	1010708,34
Quebrada El Gavilán	Barro Blanco	Zipaquirá	Cundinamarca	1046134,25	1006771,95
Quebrada Cuza	Alcaparro	Tabio	Cundinamarca	1041060,57	998611,727

Fuente: Consorcio Ambiental Chivor, 2016

➤ Variables Físicoquímicas para el área de influencia directa (AID)

Los resultados *in situ* medidos en campo en ecosistemas lóticos presentes en el área de influencia directa del proyecto, muestran que el pH presentó valores que van de 4,6 a 7,1 unidades, donde la quebrada Honda presentó el menor valor (4,6) y la quebrada Saldaña el mayor valor (7,1), en general los valores de pH fueron relativamente bajos, teniendo en cuenta que la mayoría de estaciones estuvieron por debajo de 6 unidades, lo que puede estar relacionado con las actividades realizadas en la zona como la agricultura y ganadería.

Un pH bajo afecta la composición y estructura de las comunidades acuáticas ya que a medida que los niveles de pH disminuyen, la acidez se incrementa y como consecuencia del aumento

de la acidez, los metales pesados como aluminio y plomo normalmente atrapados en sedimentos se liberan a agua acidificada en formas tóxicas para la vida acuática. (Michael D 2005). Cabe resaltar que a excepción de la quebrada Honda los demás puntos cumplen con los valores admisibles según la norma 1594 de 1984.

La temperatura presentó un valor máximo de 29,5°C en la quebrada agua fría y un mínimo de 15,6°C en la quebrada Cuzo, estas temperaturas son típicas de la zona de estudio teniendo en cuenta el estado climático presente en el momento del monitoreo; es importante resaltar que la temperatura tiene gran valor por el hecho que los organismos requieren determinadas condiciones para sobrevivir ya que el aumento de la temperatura no solo puede matar a las comunidades acuáticas si no también producir efectos en su metabolismo como la reproducción y crecimiento; además influye en el comportamiento de otros indicadores de la calidad del recurso hídrico, como el pH, oxígeno disuelto, la conductividad eléctrica y otras variables fisicoquímicas (Ramos, 2009).

El oxígeno disuelto presentó valores de 5,4 mg/L en el río Susagua, a 6,9 mg/L en la quebrada El Datil, estos valores son aceptables y permiten el libre desarrollo de los organismos en un cuerpo de agua lo que puede estar relacionado con las corrientes que generan aireación al cuerpo de agua. El oxígeno disuelto es importante en los procesos de: fotosíntesis, oxidación-reducción, solubilidad de minerales y la descomposición de materia orgánica; Los niveles de oxígeno disuelto necesarios para sostener la vida de organismos acuáticos varían de una especie a otra (Packard, *et al.*, 1971).

La conductividad presentó valores en un rango de 0 a 180 $\mu\text{S}/\text{cm}$, los cuales son bajos para estos cuerpos de agua, ya que el valor promedio de conductividad para estos ríos es de 306,6 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Mora Gómez, 2002). La variación de la conductividad proporciona información acerca de la productividad primaria y descomposición de la materia orgánica, e igualmente contribuye a la detección de fuentes de contaminación, a la evaluación de la actitud del agua para riego y a la evaluación de la naturaleza geoquímica del terreno (Faña, 2002).

Por otra parte se reportan bajas concentraciones de sólidos sedimentables en los puntos monitoreados lo que es positivo para las comunidades hidrobiológicas ya que los sólidos disueltos pueden afectar adversamente la calidad de un cuerpo de agua.

Para la comprensión de los parámetros físico-químicos *in situ* analizados en las muestras de agua superficial del Proyecto “UPME-03-2010, Subestación Chivor II – y Norte 230 kV y Líneas de Transmisión” se relacionan en la Tabla 3-5 los resultados de los parámetros fisicoquímicos tenidos en cuenta para este estudio.

Tabla 3-5. Valores fisicoquímicos medidos *in situ* en los puntos de muestreo para la caracterización del AID del proyecto.

Punto de Muestreo	pH	Temperatura	Oxígeno Disuelto	Sólidos Sedimentables	Sólidos Disueltos	Conductividad
	Unidades	°C	Mg/L		Mg SDT	$\mu\text{S}/\text{cm}$
Quebrada Aguafría	6,6	29,5	6,1	<0,1	40	110

Punto de Muestreo	pH	Temperatura	Oxígeno Disuelto	Sólidos Sedimentables	Sólidos Disueltos	Conductividad
	Unidades	°C	Mg/L		Mg SDT	µS/cm
Quebrada Aguablanca	6,1	19,2	6,3	<0,1	30	80
Quebrada Honda	4,6	16,5	6,5	<0,1	0	0
Quebrada Saldaña	7,1	27,4	6	<0,1	30	90
Río Sisga	5,9	17,6	6,5	0,8	50	180
Quebrada El Gavilán	5,9	18,6	5,6	0,8	30	90
Quebrada El Datil	6,5	19,4	6,9	0,5	70	170
Río Susagua	5,9	19,5	5,4	<0,1	60	140
Quebrada El Abuelo	5,9	18,5	6,1	<0,1	30	90
Quebrada Surala	6,5	16,5	6,3	<0,1	0	0
Quebrada Cuzo	6,3	15,6	5,7	0,4	50	110

Fuente: Consorcio Ambiental Chivor, 2016.

➤ Comunidad Perifiton

✓ Composición y abundancia del Perifiton

En los ecosistemas acuáticos del área de influencia directa estudiada se reportaron un total de 23 morfotipos de algas Perifíticas, pertenecientes a 19 familias y 14 órdenes de 5 clases. Las algas de la división Ochrophyta (Bacillariophyta) son el grupo con mayor riqueza de taxones (12) en todos los niveles jerárquicos (clases, órdenes, familias, morfotipos), seguido por la división Cyanobacteria y Conjugatophyceae con 4 taxones.

La clase que reportó el mayor número de morfoespecies fue Bacillariophyceae con 3.329 células/cm², que comúnmente son llamadas diatomeas (Figura 3-7). Son organismos ampliamente distribuidos en los ecosistemas de aguas dulces, se encuentran con mayor diversidad y abundancia en las zonas bénticas y litorales, por lo que representan un taxón importante en las comunidades Perifíticas y son más comunes en sistemas fluviales que en cuerpos de agua lacustres (Mann & Drop 1996; Ramírez 2000; Donato 2001; Roldán & Ramírez, 2008).



Figura 3-7 Algas de la clase Bacillariophyta A) Pinnulariasp. B) Naviculasp. C) Surellasp.

Fuente: Consorcio Ambiental Chivor, 2016.

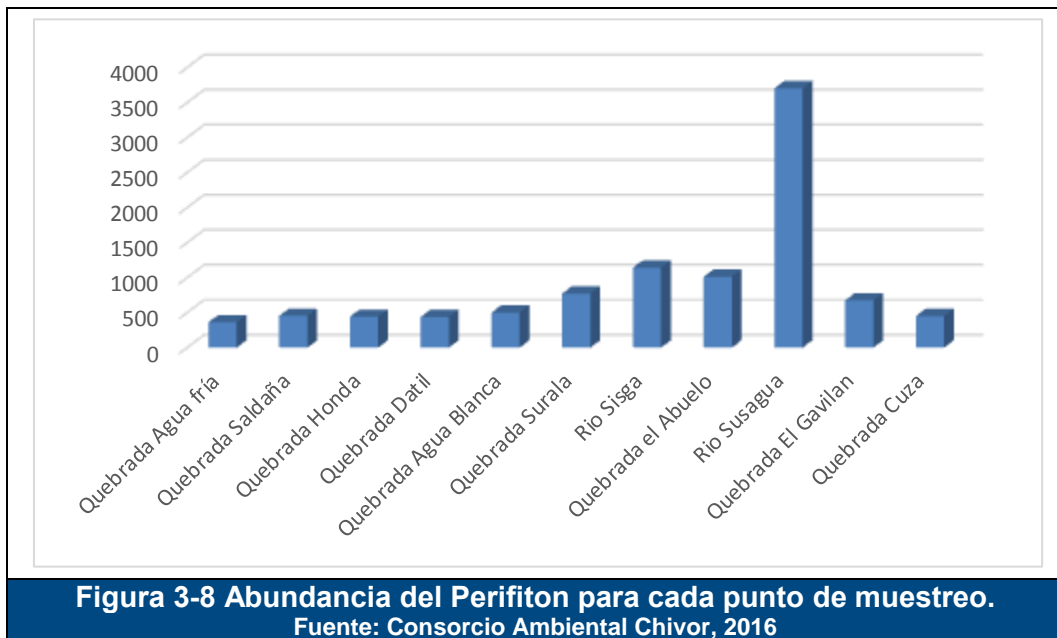
En el caso de las cianofitas (Cyanophyta), la mayor parte de los morfotipos encontrados corresponden a formas agrupadas en colonias o que tienen crecimiento filamentosos. Es así como el género *Chaetophora* sp., perteneciente al orden Chaetophorales es el grupo con mayor riqueza de las cloroficeas con 1.650 células/cm², en tanto que la familia Oscillatoriaceae (exclusivamente de algas filamentosas) tuvo la mayor representación en cuanto a número de individuos con 830 indiv/L. (Tabla 3-6)

Tabla 3-6 Morfotipos de algas Perifíticas en los sistemas evaluados y sus respectivas abundancias para el área de influencia directa (AID).

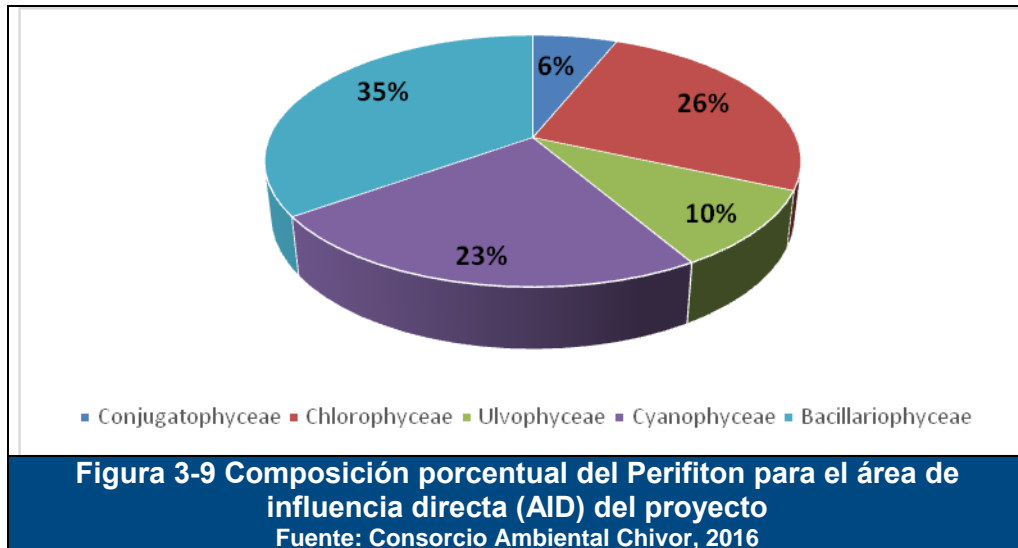
CLASE	ORDEN	FAMILIA	MORFOESPECIE	Quebrada Agua fria	Quebrada Saldaña	Quebrada Honda	Quebrada Datil	Quebrada Agua Blanca	Quebrada Surala	Rio Sisga	Quebrada el Abuelo	Rio Susagua	Quebrada Gavilán	Quebrada Cuza
Conjugatophyceae	Desmidiiales	Closteriaceae	<i>Closterium</i> sp. 1	0	0	0	0	14	0	0	0	67	0	0
			<i>Closterium</i> sp. 2	13	0	0	0	23	0	0	0	0	0	0
		Desmidiaceae	<i>Cosmarium</i> sp.	16	0	0	23	0	0	98	0	0	5	0
	Zygnematales	Zygnemataceae	<i>Spirogyra</i> sp.	0	0	322	0	0	0	0	0	0	0	0
Chlorophyceae	Chaetophorales	Chaetophoraceae	<i>Chaetophora</i> sp.	0	226	0	0	287	0	618	0	519	0	0
	Sphaeropleales	Microsporaceae	<i>Microspora</i> sp.	58	0	0	231	0	0	0	317	0	0	181
Ulvophyceae	Ulothricales	Ulothricaceae	<i>Ulothrix</i> sp.	158	0	0	0	0	370	0	0	0	419	0
Cyanophyceae	Nostocales	Chroococcales	<i>Merismopedia</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	1046	0	0
			Oscillatoriaceae	<i>Lyngbya</i> sp.	0	143	0	15	0	34	0	0	0	28
			Nostocaceae	<i>Anabaena</i> sp.	0	0	0	0	0	0	149	0	0	0
			Oscillatoriaceae	<i>Oscillatoria</i> sp.	0	0	0	0	0	186	0	386	258	0
Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia</i> sp.	0	0	38	0	0	0	0	54	421	102	0
	Cymbellales	Cymbellaceae	<i>Cymbella</i> sp.	82	0	0	0	0	0	72	0	0	0	0
		Gomphonematacea	<i>Gomphonema</i> sp.	0	12	2	0	0	60	0	81	72	0	5
	Fragilariales	Fragilariaceae	<i>Synedra</i> sp.	0	0	0	0	35	0	64	0	211	0	0
	Melosirales	Melosiraceae	<i>Melosira</i> sp.	0	6	0	0	0	0	0	0	378	32	0
	Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula</i> sp. 1	12	0	24	28	0	11	0	0	182	0	42
			<i>Navicula</i> sp. 2	0	0	16	0	85	0	68	26	384	18	61
			<i>Navicula</i> sp. 3	0	65	0	0	0	83	0	67	0	0	17
		Pleurosigmataceae	<i>Gyrosigma</i> sp.	21	0	38	0	0	0	0	0	59	54	0
		Pinnulariaceae	<i>Pinnularia</i> sp.	0	0	0	97	18	27	71	80	105	30	57
Surirellales	Surirellaceae	<i>Surirella</i> sp.	0	1	0	43	0	0	0	0	0	0	59	
Tabellariales	Tabellariaceae	<i>Tabellaria</i> sp.	0	0	0	0	38	0	1	0	0	14	0	
TOTAL DE CELULAS/cm²				360	453	440	437	500	771	1141	1011	3702	674	450
TOTAL DE MORFOESPECIES				7	6	6	6	7	7	8	7	12	8	8

Fuente: Laboratorio GrupAAC 2016.

Teniendo en cuenta la abundancia de la comunidad perifítica se encontró que el punto con mayor reporte fue el río Susagua con un total de 3702 células/cm², seguida del río Sisga con 1141 células/cm². Mientras que los otros puntos presentaron bajas abundancias de la comunidad lo que puede estar relacionado con la poca disponibilidad de sustrato para la colonización de algas adheridas a un sustrato y Perifiton a todos los organismos encontrados en el sustrato incluyendo protozoarios (Figura 3-8).



En cuanto a la composición porcentual del Perifiton se puede observar que las algas Bacillariophyceae (diatomeas) mostraron la mayor representatividad con un 35%; estas algas constituyen un grupo taxonómico representativo dentro de la comunidad perifítica, principalmente debido a la facilidad que este grupo tiene para formar colonias, sus tasas rápidas de reproducción y la capacidad que poseen de adherirse al sustrato. Por este motivo, es un taxón común en las zonas bénticas y litorales, sobretodo de los ríos, donde la comunidad perifítica se convierte en el principal productor primario (Mann & Drop, 1996; Ramírez, 2000; Donato, 2001; Ramírez & Plata, 2008; Roldán & Ramírez, 2008; Sala, Ramírez & Plata, 2008; Montoya & Aguirre, 2013). Otro tipo de algas que revelaron riquezas significativas en la mayoría de los sistemas de aguas corrientes monitoreados para el AID, fueron la clase Chlorophyceae y las Cyanophyceae con un 26 y 23 %, respectivamente (Figura 3-9).



➤ Comunidad de Fitoplancton

El Fitoplancton es el conjunto de algas fotosintéticas que viven suspendidas en la masa de agua y constituyen los productores primarios del plancton representando una gran biodiversidad, donde se encuentran diversas especies en función de las condiciones naturales del lugar y de la presencia o ausencia de nutrientes.

Para el área de influencia directa del proyecto se reportan 2 morfoespecies del fitoplancton con una abundancia total de 23 células/L. El río Sisga fue el cuerpo de agua con una mayor abundancia de células fitoplanctónicas con un total de 14 células/L seguido por el río Susaga con un total de 9 células/L (Tabla 3-7).

Cabe resaltar que los puntos Quebrada Agua fría, Quebrada Aguablanca, Quebrada Honda, Quebrada Saldaña, Quebrada el Gavilán, Quebrada el Dátil, Quebrada el Abuelo, Quebrada Surala y Quebrada Cuzo que hacen parte del AID no reportaron presencia de fitoplancton para este estudio, lo que puede estar relacionado con las características hidrológicas que presentan los ecosistemas lóticos ya que la comunidad del fitoplancton se encuentra en mayor proporción en cuerpos de agua lénticos, donde se encuentran mejores condiciones para su desarrollo y hay una mayor proporción de alimento; estos organismos se consideran un elemento de calidad principal para el establecimiento del estado ecológico de lagos y embalses ya que son el primer eslabón para la producción primaria teniendo en cuenta las cadenas tróficas, para la caracterización de las comunidades algales en los ríos es apropiado muestrear el Fitobentos o Perifiton (Sánchez *et al.*, 2005).

Tabla 3-7. Composición de la comunidad de Fitoplancton reportada para el área de influencia directa (AID) del proyecto.

DIVISION	CLASE	ORDEN	FAMILIA	MORFOESPECIE	Río Sisga	Río Susagua
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Naviculaceae	<i>Navícula</i> sp.	14	8
Charophyta	Conjugatophyceae	Desmidiiales	Closteriaceae	<i>Closterium</i> sp.1	0	1
TOTAL DE CÉLULAS/L					14	9
TOTAL DE MORFOESPECIES					1	3

Fuente: Laboratorio GrupAAC 2016.

➤ Comunidad del Zooplancton

El zooplancton, es una comunidad de animales principalmente microscópicos, usualmente flotante o suspendida en el agua, no móviles o lo insuficientemente móviles para ser arrastrados por corrientes. En aguas dulces son generalmente pequeños o de tamaño microscópico, mientras que en ambientes marinos o estuarios son observables a simple vista (APHA, AWWA & WPCF, 2005).

Para el área de influencia directa del proyecto no se reporta ningún organismo del zooplancton en las Quebradas Agua fría, Quebrada Aguablanca, Quebrada Honda, Quebrada Saldaña, Quebrada El Gavilán, Quebrada el Dátil, Quebrada el Abuelo, Quebrada Surala, río Sisga, río Susagua y Quebrada Cuzo. La baja abundancia de esta comunidad puede deberse a numerosos factores físicos, químicos y biológicos que no permiten el asentamiento y desarrollo de los organismos (Suárez-Morales *et al.* 2005). La temperatura, el tamaño de los cuerpos de agua, el estado trófico, el estado sucesional, la calidad y la disponibilidad de alimento, la competencia y la depredación pueden afectar tanto la composición como la densidad poblacional del zooplancton (Rodríguez & Matsumura 2000).

De ahí que para este estudio no se reporta la presencia de organismos del zooplancton sumado a que estos organismos son típicos de ecosistemas lénticos, los cuales brindan una estabilidad en la columna del agua para su libre desarrollo.

➤ Comunidad de macroinvertebrados

✓ Composición y abundancia

La comunidad de macroinvertebrados bentónicos es muy amplia y variada, dependiendo de su hábitat desarrollan características especiales que favorecen su desarrollo; en el caso de los sistemas lóticos, es común encontrar individuos que presentan adaptaciones que les permite soportar las corrientes. De esta manera, la mayoría de los insectos que habitan en estas condiciones poseen ganchos y uñas para adhesión; grupos como los blefarocéridos (larvas de insectos) se encuentran adheridos al sustrato por medio de ventosas y en el caso de los trichopteros, secretan sustancias que les facilita la fabricación de casas con materiales como piedras, hojarasca y ramas (Roldan & Ramírez, 2008).

En la Tabla 3-8 se observan los resultados del muestreo de macroinvertebrados bentónicos obtenidos en los 11 puntos de sistemas lóticos monitoreados, reportándose un total de 9140.82



ind/m², distribuidos en 59 morfotipos, de los cuales cinco (5) se reportan como no determinados por el laboratorio; representantes de tres (3) filum, 14 órdenes y 33 familias. Arthropoda fue el filum que presentó mayor riqueza con 37 morfotipos, siendo el 9% de los organismos bentónicos estudiados.

Tabla 3-8. Macroinvertebrados bentónicos en los diferentes sistemas lóticos monitoreados para el área de influencia directa (AID).

CLASE	ORDEN	FAMILIA	MORFO	Quebrada Agua fría	Quebrada Saldaña	Quebrada Honda	Quebrada Dátil	Quebrada Agua Blanca	Quebrada Surala	Río Sisga	Quebrada el Abuelo	Río Susagua	Quebrada Gavilán	Quebrada Cuza
Hirudinea	Arthynchobdellida	Hirundinidae	Morfo 1	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	1
Insecta	Coleóptera	Dytiscidae	Adulto 1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Dytiscidae	Adulto 2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
		Dytiscidae	Larva 1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
		Dytiscidae	Larva 2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
		Gyrinidae	Morfo 1	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0
		Hydrophilidae	Morfo 1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Hydrophilidae	Morfo 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Diptera	Hydrophilidae	Larva	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Chironomidae	Chironomina	5	0	0	0	0	1	0	0	4	0	0
		Chironomidae	Podonomina	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0
		Culicidae	pupa	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
		Ephydriidae	Morfo 1	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0
		Psychodidae	Morfo 1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
		Syrphidae	Morfo 1	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Hemiptera	Tipulidae	Morfo 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Tipulidae	Morfo 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
		Cicadellidae	Morfo 1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0
		Corixidae	Morfo 1	0	2	0	0	0	3	0	24	0	0	0
		Gerridae	Morfo 1	31	0	0	3	0	0	0	0	0	2	0
		Mesoveliidae	Morfo 1	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Naucoridae	Morfo 1	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Notonectidae	Morfo 1	0	5	0	0	18	0	0	0	0	0	0
		Notonectidae	Morfo 2	0	0	0	2	0	0	8	33	0	0	0
		Saldidae	Morfo 1	0	0	0	0	0	6	0	0	0	1	0
	Odonata	Veliidae	Morfo 1	6	0	1	0	0	0	63	0	0	0	0
		Aeshnidae	Morfo 1	0	1	0	0	6	0	0	0	5	0	0
		Calopterygidae	Morfo 1	0	0	0	2	0	4	0	0	0	0	0
Coenagrionidae		Morfo 1	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	
Tricoptera	Libellulidae	Morfo 1	0	0	0	1	0	0	0	7	10	0	0	
	Hydropsychidae	Morfo 1	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	
Ephemeroptera	Philopotamidae	Morfo 1	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Baetidae	Morfo 1	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	1	

CLASE	ORDEN	FAMILIA	MORFO	Quebrada Agua fría	Quebrada Saldaña	Quebrada Honda	Quebrada Dátil	Quebrada Agua Blanca	Quebrada Surala	Río Sisga	Quebrada el Abuelo	Río Susagua	Quebrada Gavilán	Quebrada Cuza
		Leptophlebiidae	Morfo 1	5	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0
Malacostraca	Amphipoda	Hyalellidae	Morfo 1	0	0	0	0	0	35	81	40	73	58	12
Gastropoda	Basommatophora	Physidae	Morfo 1	0	0	0	0	4	0	18	16	0	0	0
		Planorbidae	Morfo 1	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0
Bivalvia	Veneroidea	Pisidiidae	Morfo 1	0	0	0	0	6	0	21	0	51	0	0
TOTAL MORFOS				8	6	2	6	7	8	6	7	8	3	6
TOTAL DE INDIVIDUOS/m2				85	31	3	13	46	53	190	97	182	61	32

Fuente: Laboratorio GrupAAC 2016



Los macroinvertebrados acuáticos comprenden una gran parte de la diversidad acuática, por lo que con frecuencia son el principal componente animal de los ecosistemas lóticos. Estos organismos juegan un papel importante en la red trófica de los sistemas dulceacuícolas controlando la cantidad y distribución de sus presas y constituyendo una fuente alimenticia para consumidores terrestres y acuáticos, al acelerar la descomposición de detritos y contribuir al reciclaje de nutrientes (Nieves *et al*, 2010).

Teniendo en cuenta lo anterior se puede observar que la abundancia de la comunidad de Macroinvertebrados bentónicos fue mayor en el río Sisga con un total de 190 ind/m², representado por la familia Hyalellidae perteneciente al orden de los anfípodos (Amphipoda) la cual presentan hábitos bentónicos; sin embargo, numerosas especies se han adaptado a un tipo de vida planctónico y otros se han hecho comensales de otros organismos e incluso parásitos. Algunos grupos presentan especies de hábitos subterráneos, ya sea en lagunas o riachuelos de cavernas, aguas freáticas hiporreicas, pozos y otros acuíferos en sedimentos no consolidados o en acuíferos cársticos. Sumado a que la abundancia de los macroinvertebrados se observa principalmente cuando la precipitación es baja y disminuye cuando esta se incrementa (Araúz *et al*; 2000). Seguida del río Susagua con 182 ind/m². Mientras que la quebrada Honda presentó la menor abundancia de esta comunidad con 3 ind/m² relacionado con la poca disponibilidad de hábitat para que los macroinvertebrados puedan adaptarse desarrollar su estilo de vida en el ecosistema (Figura 3-10).

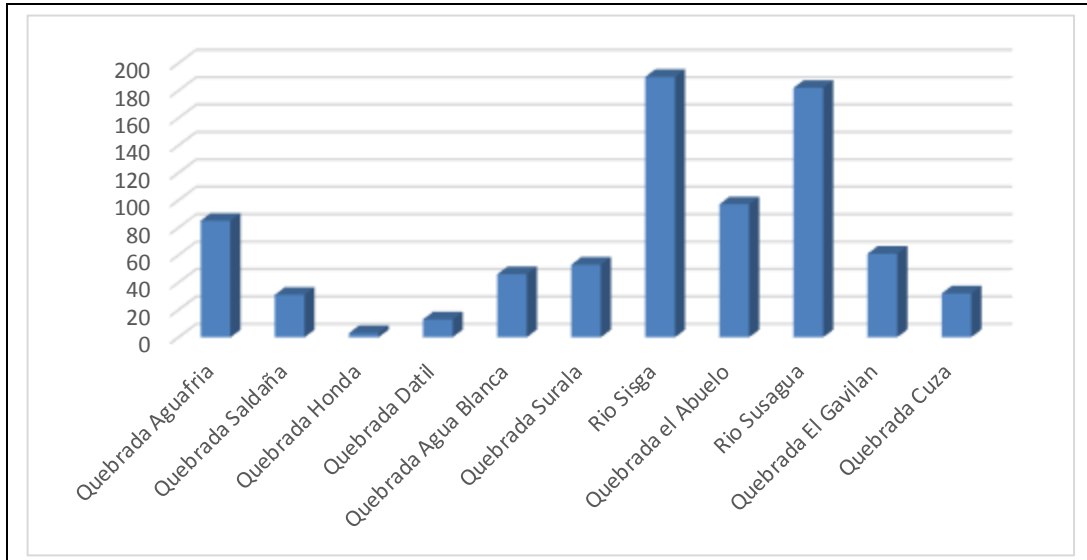


Figura 3-10 Abundancia de Macroinvertebrados para cada punto de muestreo

Fuente: Consorcio Ambiental Chivor, 2016

➤ Índices de diversidad

En la Tabla 3-9 se encuentran los resultados obtenidos de los índices de Shannon y Margalef para la comunidad de Macroinvertebrados acuáticos de los puntos realizados en 11 cuerpos de agua lóticos. El primer índice es Shannon, donde se observa que tan diversa es una comunidad biológica, de manera que valores de 0 a 1,5 bits/ind la diversidad es baja, de 1,5 a 3 bits/ind la diversidad es media y de 3 a 5 la diversidad es alta (Ramírez 2006). En la ecuación original se utilizan logaritmos en base 2, las unidades se expresan como bits/ind., pero pueden emplearse otras bases como (nits/ind.) o 10 (decits/ind.) (Ramírez & Gonzalez, 2001).

Los resultados obtenidos para los macroinvertebrados acuáticos muestran que la diversidad de esta comunidad es media, resultado que es coherente con la riqueza y composición encontrada.

La baja diversidad de la comunidad de macroinvertebrados para el área de influencia directa pudo deberse a que las condiciones del agua son limpias con algunos índices de contaminación, por otra parte se realiza el muestreo en temporada de sequía, producida por el fenómeno del niño, lo que genera también que la calidad del agua disminuya y algunos organismos de aguas muy limpias se desplacen a mejores lugares.

El segundo Índice calculado es el de riqueza según Margalef, que es la forma más sencilla de medir la diversidad alfa ya que se basa únicamente en el número de especies presentes, mostrando baja diversidad de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos en los puntos monitoreados (Ramírez 2006); los anteriores resultados se pueden comparar con el tercer índice que es el de dominancia de Simpson, donde se observa que en valores más cercanos a 0 hay una mayor dominancia. Por otro lado se reporta riqueza media y baja dominancia.

Tabla 3-9. Índices Ecológicos para la comunidad de macroinvertebrados acuáticos reportados en el área de influencia directa (AID) del proyecto.

Cuerpos de agua	Taxones	Individuos/m ²	Índice Simpson	Índice Shannon	Índice Margalef
Quebrada Agua fría	9	85	0,80	1,85	1,80
Quebrada Saldaña	7	31	0,81	1,76	1,75
Quebrada Honda	2	3	0,44	0,64	0,91
Quebrada Dátil	6	13	0,82	1,74	1,95
Quebrada Agua Blanca	7	46	0,77	1,68	1,57
Quebrada Surala	8	53	0,54	1,23	1,76
Río Sisga	6	190	0,69	1,33	0,95
Quebrada el Abuelo	7	97	0,73	1,50	1,31
Río Susagua	8	182	0,72	1,51	1,35
Quebrada El Gavilán	3	61	0,09	0,23	0,49
Quebrada Cuza	6	38	0,77	1,54	1,38

Fuente: Laboratorio GrupAAC 2016.

✓ BMWP/COL

El uso de los macroinvertebrados bentónicos como indicadores de la calidad del agua, cada vez tiene mayor aceptación y es uno de los métodos más usados en la evaluación de los impactos ambientales (Roldán, 1988). Su uso se basa en el hecho de que estos organismos ocupan un hábitat a cuyas condiciones se han adaptado, por lo que cualquier cambio en las condiciones ambientales se reflejará, en las estructuras y abundancias de las comunidades que allí habitan (Roldan & Ramírez, 2008). No todos los organismos acuáticos podrán ser tomados como bioindicadores, dado que las adaptaciones evolutivas a diferentes condiciones ambientales y los límites de tolerancia a una determinada alteración dan las características a ciertos grupos que podrán ser considerados como organismos sensibles (por ejemplo, Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera) por no soportar variaciones en la calidad del agua, mientras que organismos tolerantes (Chironómidae, Oligoquetos), son característicos de agua contaminada por materia orgánica (Roldán, 1999).

De acuerdo con los resultados obtenidos al aplicar el índice BMWP/Col en los puntos monitoreados para el área de influencia directa (Tabla 3-10), la calidad del agua en los

CAPITULO 3.3.2 ECOSISTEMAS ACUÁTICOS

puntos Quebrada Agua fría y Quebrada Surala es aceptable; para la Quebrada Saldaña, Quebrada Datil, Quebrada Agua Blanca, Quebrada el Abuelo y río Susagua la calidad de agua es dudosa, revelando que las condiciones en estos sistemas si bien presentan indicios de alteración, no son propios de sistemas altamente intervenidos, pues aunque la diversidad es baja, la abundancia y riqueza general es aceptable y los organismos reportados son indicadores de poca perturbación ambiental o sensibles a la contaminación. Mientras que los puntos río Sisga, Quebrada El gavilán y Quebrada Cuza presentaron una calidad de agua crítica. A diferencia del punto quebrada Honda donde la calidad del agua dio Muy Crítica relacionado con la baja diversidad y baja abundancia de la comunidad de macroinvertebrados relacionados con las condiciones del punto de muestreo.

Tabla 3-10. Bioindicación teniendo en cuenta el BMWP/Col

CUERPO DE AGUA	BMWP/COL	CALIDAD	SIGNIFICADO	
Quebrada Agua fría	54	Aceptable	Se Evidencia Efectos De Contaminación	
Quebrada Saldaña	41	Dudosa	Aguas Moderadamente Contaminadas	
Quebrada Honda	13	Muy Critica	Aguas Fuertemente Contaminadas	
Quebrada Datil	42	Dudosa	Aguas Moderadamente Contaminadas	
Quebrada Agua Blanca	47	Dudosa	Aguas Moderadamente Contaminadas	
Quebrada Surala	61	Aceptable	Se Evidencia Efectos De Contaminación	
Río Sisga	34	Critica	Aguas Muy Contaminadas	
Quebrada el Abuelo	49	Dudosa	Aguas Moderadamente Contaminadas	
Río Susagua	50	Dudosa	Aguas Moderadamente Contaminadas	
Quebrada El Gavilán	23	Critica	Aguas Muy Contaminadas	
Quebrada Cuza	30	Critica	Aguas Muy Contaminadas	

Fuente: Laboratorio GrupAAC 2016.

La baja abundancia de la comunidad y la presencia de algunas familias indicadoras de mala calidad de agua puede estar relacionado con que el muestreo se realizó en temporada de sequía, lo que hace que haya acumulación de material orgánico cambiando las condiciones de las quebradas y los ríos. Además si en ellos hay algún vertimiento en esta temporada de sequía va a percutir negativamente en las condiciones físicas y químicas de las quebradas y ríos a los que se les realizó el monitoreo, afectando negativamente a las comunidades biológicas pertenecientes a estos cuerpos de agua.



➤ **Macrófitas acuáticas**

Durante el muestreo de comunidades hidrobiológicas en los sistemas acuáticos, se evidenció presencia de macrófitas en solo tres (3) de los ecosistemas lóticos monitoreados, río Sisga, Quebrada el Abuelo y en el río Susagua. El resto de puntos como Quebrada Agua fría, Quebrada Aguablanca, Quebrada Honda, Quebrada Saldaña, Quebrada El Gavilán, Quebrada El Dátil, Quebrada Surala, y Quebrada Cuzo, no reportaron macrófitas durante el período de monitoreo.

Al respecto se debe decir que en Colombia y en otras regiones del mundo, está ampliamente documentado que la riqueza, abundancia y diversidad de macrofitas en los sistemas fluviales es baja comparada con lo que se puede encontrar en sistemas lénticos. Sólo grandes ríos o con características hidrológicas y físico-químicas específicas soportan el desarrollo de esta comunidad, ya que condiciones inherentes a las aguas corrientes como la inestabilidad del sustrato y de la columna de agua, la turbidez, los pocos nutrientes, etc., dificultan el establecimiento de plantas acuáticas (Ramos *et al.*, 2012).

Para esta comunidad se reportan 7 morfoespecies, el mayor reporte se encuentra en el río Susaga con un total de 7 morfoespecies de las cuales *Potamogeton paramonus* obtuvo la mayor cobertura con un 30% (Tabla 3-11 y Tabla 3-12).





.

Tabla 3-11. Macrófitas acuáticas reportadas para el área de influencia directa del proyecto.

CLASE	ORDEN	FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE	Rio Sisga	Quebrada el Abuelo	Rio Susagua
Polypodiopsida	Salvinales	Azollaceae	Azolla	<i>Azolla filiculoides</i>	0	0	15
Magnoliopsida	Caryophyllales	Polygonaceae	<i>Polygonum</i>	<i>Polygonum segetum</i>	45	0	15
			<i>Polygonum</i>	<i>Polygonum punctatum</i>	40	60	15
	Alismatales	Potamogetonaceae	Potamogeton	<i>Potamogeton paramonus</i>	0	0	30
	Apiales	Araliaceae	<i>Hydrocotyle</i>	<i>Hydrocotyle umbellata</i>	0	0	10
	Myrtales	Lythraceae	<i>Cuphea</i>	<i>Cuphea</i> sp.	0	20	10
	Asterales	Asteraceae	<i>Bidens</i>	<i>Bidens laevis</i>	15	20	5

Fuente: Laboratorio GrupAAC 2016.

Tabla 3-12. Ecología de las Macrófitas reportadas en los puntos de muestreo para el AID.

CLASIFICACION BIOFISIOTIPOLOGICA		CLASIFICACIÓN BOTANICA		NOMBRE COMÚN	FORMA DE VIDA	ECOLOGÍA	IMAGEN
BIOTIPO	FISIOTIPO	FAMILIA	ESPECIE				
Rizophyta	Polygonida	Polygonaceae	<i>Polygonum punctatum</i>	Barbasco, tabaquillo	Anfibia	Crece en plena luz aunque soporta sombra; calor moderado, no soporta temperaturas extremas, pH entre 5.0 – 8.0 indicadora de alcalinidad.	
Planofitos	Salviniida	Azollaceae	<i>Azolla filiculoides</i>	Helecho de agua	Flotantes	Llanuras inundadas, Cuerpos de agua lenticos, caños lenticos, orillas de ríos, suelos muy húmedos.	
Rizophyta	Polygonida	Asteraceae	<i>Bidens laevis</i>	Botoncillo	Acuática/terrestre	Crece en los humedales, incluidos los estuarios y las riberas de los ríos. Esta es una hierba anual o perenne que alcanza un tamaño de 20 centímetros de altura y, a veces mucho más alto, superior a un metro de altura y, a veces acercándose dos. Las hojas lanceoladas son estrechas de 5 a 15 centímetros de largo, con bordes finamente dentadas y puntiagudos.	
Rizophyta	Decodontida	Potamogetonac	<i>Potamogeton paramonus</i>		hierba	Tiene tallos de hasta 50 cm, enraizado en los nudos inferiores, poco ramificados. Hojas pecioladas; las inferiores generalmente estrechamente oblancooladas, herbáceas, con pecíolo generalmente más corto que el limbo	

Fuente: Modificado de Laboratorio GrupAAC 2016.

➤ Ictiofauna

Los peces son el grupo más diverso entre los vertebrados (Nelson, 1994). Sin embargo, muchas especies de agua dulce se encuentran amenazadas por las actividades humanas (Duncan & Lockwood, 2001). Las comunidades de peces son consideradas como un vector de comunicación útil para sensibilizar al público y a las autoridades sobre la necesidad preservar la calidad de ríos y lagos (Cowx & Collares-Pereira, 2002). Por ello su caracterización resulta muy importante porque éstas son reconocidas como una buena herramienta de ayuda para la toma de decisiones en materia ambiental (Angermeier & Schlosser 1995, Boulton 1999) y como índices de la calidad del medio acuático en el mundo (Karret *et al.* 1986, Soto Galera *et al.* 1998, Kestemont *et al.* 2000, McDowall & Taylor 2000, Oberdorff *et al.* 2002), capaces de indicar diversos niveles de degradación (Fauch *et al.* 1990, Scott & Hall 1997, Wichert & Rapport 1998) y de definir el éxito de restauración de los ecosistemas acuáticos (Paller *et al.* 2000).

En los sistemas lóticos evaluados para el área de influencia directa se logró la identificación de dos (2) órdenes (Siluriformes y Characiformes), de los cuales Siluriformes contó con la presencia de dos (2) morfotipos reportados para la quebrada Agua fría y Characiformes con trece individuos para la quebrada Gavilán (Tabla 3-13). Cabe resaltar que el resto de puntos monitoreados en el AID como: Quebradas Agua fría, Quebrada Aguablanca, Quebrada Honda, Quebrada Saldaña, Quebrada el Gavilán, Quebrada el Dátil, Quebrada el Abuelo, Quebrada Surala, río Sisga, río Susagua y Quebrada Cuzo, no reportaron individuos durante el periodo de muestreo.

Es importante saber que los siluriformes están asociadas a sistemas que cuentan con un sustrato especialmente rocoso y arenoso donde encuentran refugio y alimento (Maldonado *et al.*, 2005), características muy similares a las que presentan los puntos monitoreados.

Tabla 3-13. Composición de la ictiofauna encontrada en el monitoreo.

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	MORFOESPECIE	Quebrada Agua fría	Quebrada El Gavilán
Chordata	Actinopteri	Characiformes	Characidae	<i>Hemigrammus sp</i>	2	0
		Siluriformes	Tricomycetidae	<i>Rhizosomichthys sp</i>	0	13
TOTAL DE INDIVIDUOS					2	13
TOTAL DE MORFOESPECIES					1	1

Fuente: Laboratorio GrupAAC 2016.

➤ **Especies migratorias, rutas de migración y áreas de reproducción.**

Los géneros de peces encontrados en los puntos de monitoreo quebrada el Gavilán y Quebrada Agua fría para el área de influencia directa del proyecto (AID) no corresponden a peces migratorios, de esta manera no hubo hallazgos o registros que permitan establecer la presencia de rutas de migración y áreas de reproducción en el AID.

➤ **Especies Endémicas, amenazadas y especies vedadas**

Teniendo en cuenta la información secundaria plasmada en el AII sobre las especies con algún grado de amenaza y especies endémicas, no se reportan peces que presenten endemismo ni especies vedadas para el AID, según los resultados obtenidos en campo durante los monitoreos realizados a las Quebradas Agua fría, Quebrada Aguablanca, Quebrada Honda, Quebrada Saldaña, Quebrada el Gavilán, Quebrada el Dátil, Quebrada el Abuelo, Quebrada Surala, río Sisga, río Susagua y Quebrada Cuzo.

➤ **Conclusiones**

A partir del estudio realizado para el área de influencia directa e indirecta se pudo evidenciar que la hidrología del proyecto ocupa las subzonas del río Bogotá, río Garagoa y Lengupá zonas ubicadas en el departamento de Cundinamarca y Boyacá, donde se encuentra una diversidad de especies acuáticas propias de la zona como el pez Capitán de la sabana (*Eremophilus mutisii*) y la Guapucha (*Grundulus bogotensis*). Además se pudo establecer la existencia de tres especies introducidas para la zona de la cuenca del río Bogotá como la Carpa (*Cyprinus carpio*), la trucha (*Onchorhynchus mikiss*) y el goldfish (*Carassius auratus*). Por otro lado se evidenció que la calidad del agua de la zona alta inferior de la cuenca sector denominado Tibitoc – La Virgen y que hace parte del área de influencia del proyecto se ve afectada al recibir los aportes del río Negro asociados con los vertimientos del municipio de Zipaquirá; esto ha conducido a una disminución de la diversidad bentónica y a la desaparición de peces exigentes de aguas claras y puras, sumado a un causado incremento de la densidad de algunas especies indicadoras de contaminación en esta zona de interés para el proyecto. De igual forma la fauna de la Cuenca del río Garagoa en el departamento de Boyacá, es receptor de contaminación de los asentamientos humanos y actividades productivas de la región como la agricultura y minería perturbando así la composición y abundancia de las comunidades presentes en las cuencas hídricas.

Los parámetros fisicoquímicos medidos en campo para los ecosistemas lóticos evaluados en el área de influencia directa del proyecto, muestran que los valores de pH fueron relativamente bajos teniendo en cuenta que la mayoría de estaciones estuvieron por debajo 6 unidades, lo que puede estar relacionado con las actividades realizadas en la zona como la agricultura y ganadería, de ahí que estos valores bajos afectan la composición y estructura de las comunidades acuáticas ya que a medida que los niveles

de pH disminuyen, la acidez se incrementa y como consecuencia del aumento de la acidez, los metales pesados como aluminio y plomo normalmente atrapados en sedimentos se liberan a agua acidificada en formas tóxicas para la vida acuática. La temperatura presentó un valor máximo de 29,5°C en la quebrada agua fría y un mínimo de 15,6°C en la quebrada Cuzo, estas temperaturas son típicas de la zona de estudio teniendo en cuenta el estado climático presente en el momento del monitoreo; es importante resaltar que la temperatura tiene gran valor por el hecho que los organismos requieren determinadas condiciones para sobrevivir ya que el aumento de la temperatura no solo puede matar a las comunidades acuáticas si no también producir efectos en su metabolismo como la reproducción y crecimiento. El oxígeno disuelto presentó valores de 5,4 mg/L en el río Susagua, a 6,9 mg/L en la quebrada el Datil, estos valores son aceptables y permiten el libre desarrollo de los organismos en un cuerpo de agua lo que puede estar relacionado con las corrientes que generan aireación al cuerpo de agua. El oxígeno disuelto es importante en los procesos de: fotosíntesis, oxidación-reducción, solubilidad de minerales y la descomposición de materia orgánica. Los niveles de oxígeno disuelto necesarios para sostener la vida de organismos acuáticos varían de una especie a otra.

Teniendo en cuenta lo anterior se puede concluir que los sistemas acuáticos monitoreados en el área de influencia directa del proyecto presentan condiciones fisicoquímicas del agua apta para el establecimiento y desarrollo de las comunidades biológicas evaluadas como Macroinvertebrados Bentónicos y Perifiton; a excepción de las comunidades de zooplancton, Fitoplancton y peces, las cuales presentaron bajas abundancias debido a las condiciones hidrológicas de los puntos como la poca profundidad y altas corrientes, de ahí que para este estudio no se reporta la presencia de organismos de zooplancton; además porque estos organismos son típicos de ecosistemas lénticos los cuales brindan una estabilidad en la columna del agua para su libre desarrollo.

En este sentido se debe resaltar, que en los sistemas lóticos los Macroinvertebrados bentónicos fueron representados en mayor riqueza por el grupo Hemíptera, ya que, las adaptaciones morfológicas de estos organismos (patas largas, con uñas cubiertas de cera que les permite impermeabilizarse y patinar sobre el agua) les permiten amoldarse a las características geomorfológicas y ambientales que presentan estos tipos de ecosistemas acuáticos seguida de los órdenes Coleoptera y Díptera. La mayor representatividad de organismos bentónicos reportados en el presente estudio son típicos de aguas con materia orgánica en descomposición; la materia orgánica es generada por los árboles que se encuentran en las riberas de estos ríos, los cuales arrojan sus hojas y frutos al cuerpo de agua. Sumado a esto, las actividades presentes en la zona como la ganadería y la agricultura que alteran de alguna forma los cuerpos de agua cercanos, reportando una calidad entre crítica, muy crítica y dudosa, como se muestra en los indicadores del índice de BMWP, los cuales establecen que estos cuerpos de agua son receptores de material orgánico bien sea por intervención antrópica o por procesos naturales.



El Perifiton estuvo representado por las Bacillariophytas, que comúnmente son llamadas diatomeas que son organismos ampliamente distribuidos en los ecosistemas de aguas dulces y se encuentran con mayor diversidad y abundancia en las zonas bénticas y litorales además son consideradas como organismos típicos de aguas con poca contaminación por materia orgánica lo que se relaciona con los resultados del índice de contaminación para bentos.

En cuanto a la comunidad de peces en el área de influencia directa se observó la presencia de dos morfotipos registrados para la quebrada agua fría y quebrada Gavilán; uno de los peces encontrados pertenece al orden de los Siluriformes, el cual está asociado a sistemas que cuentan con un sustrato especialmente rocoso y arenoso donde encuentran refugio y alimento, características similares a las que presentan los cuerpos de agua de la zona estudiada.