

## **AFECTACIONES SOCIOAMBIENTALES POR LA EXTRACCIÓN DE MATERIAL DE ARRASTRE (RIO COELLO 2016).**

### **SOCIO- ENVIRONMENTAL ALLOCATIONS BY REMOVING MATERIAL TOWED (RIO COELLO 2016).**

Lopera Jara J.F<sup>1</sup>. Cespedes Castañeda J.J<sup>2</sup> . García Pérez J.F.A<sup>3</sup>

Universidad de Cundinamarca (Seccional Girardot) Facultad de Ciencias Agropecuarias, Programa de Ingeniera Ambiental. Grupo Udecino de Investigación Ambiental GUIA

#### **Resumen:**

El río Coello es uno de los afluentes de mayor importancia en el desarrollo económico y social del sur del departamento del Tolima (1); pero, hoy se evidencia su deterioro en la calidad del recurso hídrico. El incremento de la demanda de material de arrastre para la construcción de importantes proyectos viales en lo ancho y largo del país, ha significado una sobre-explotación del recurso hidrobiológico. En este estudio se estableció en el cauce del río el tramo comprendido entre la bocatoma de Uso - Coello cerca de la población de Gualanday “K 0.0” hasta el sector conocido como las Manas cerca del corregimiento de Chicoral-Espinal “K 10.9”; las afectaciones socio-ambientales en el tramo fueron evaluadas del mes de enero al mes de abril del año 2016. En la primera etapa del estudio se realizaron las encuestas (251 Familias) de un total de 423, para determinar la afectación social, que han sufrido las poblaciones aledañas por la actividad económica, la segunda etapa fue la implementación de un checklist en uno de los puntos de extracción para identificar falencias en el proceso y como tercera etapa se tomó una muestra de agua al inicio del tramo y

una al final, que fueron analizadas en laboratorio para posteriormente analizar la variación de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos y establecer el índice de calidad de agua. Además mediante el método BMWP/Col se determinó el tipo y calidad de agua en los dos tramos de estudio.

**Palabras Clave:** Material de arrastre, Índice de Calidad de agua, Río Coello, BMWP/Col.

**Abstract:**

The Coello River is a tributary of greater importance in the economic and social development in the south of Tolima department; but today deterioration in the quality of water resources is evident. Increased demand tow material for the construction of major road projects in the length and breadth of the country, has meant an over-exploitation of hydro-biological resources. In this study the section between the intake of Use established in the river - Coello near the town of Gualanday "0.0 K" to the area known as the Manas near the village of Chicoral-Espinal "K 10.9"; the socio-environmental effects in the section were evaluated from January to April 2016. In the first stage of the study surveys (251 families) from a total of 423 were performed to determine the social involvement that have suffered the surrounding towns by economic activity, the second stage was the implementation of a checklist in one of the extraction points to identify flaws in the process and as the third stage a water sample at the beginning of the stretch and eventually took, which they were analyzed in the laboratory in order to analyze the variation of physical, chemical and microbiological parameters and set the water

quality index. Furthermore by BMWP / Col method the type and quality of water in the two sections of study found.

**Keywords:** Material drag, Water Quality Index, Rio Coello, BMWP / Col .

### **Introducción:**

“Los ecosistemas acuáticos continentales figuran entre los más productivos de la tierra. Son fuente de diversidad biológica, y aportan el agua y la productividad primaria a las innumerables especies animales que de ellos dependen para su supervivencia.”(2) El documento Cuencas hidrográficas Bases conceptuales afirma que las actividades humanas realizadas sobre los ríos se centran en múltiples propósitos como generación eléctrica, abastecimiento doméstico, minería, transporte, recreación, etc. donde, el aumento de la población y el desarrollo de esta, genera un aumento en la demanda de los recursos hídricos, ocasionando en muchos casos alteraciones en la morfología y fisionomía de los ríos, trayendo consigo cambios en su dinámica geomorfológica e hidrológica; a su vez, generando afectaciones al hábitat, transporte de sedimentos, composición y distribución de la flora y fauna, etc.(3)

“La cuenca del río Coello está localizada entre los 4°17’08” Norte y los 74°35’36” Oeste en la parte central del departamento del Tolima, flanco derecho de la cordillera Central. La cuenca tiene un área de 189931 ha, una longitud de 111,6 km y su caudal aportado es de 23,2 m<sup>3</sup>/s. Los afluentes de la cuenca incluyen los ríos Combeima, Gallego, Cócora, Bermellón, Anaime, Toche y Andes con varios arroyos y corrientes menores. El río Coello nace a los 4000 m y desemboca en el

río Magdalena a 250 m de altitud, razón por la cual la cuenca presenta una gran diversidad de zonas de vida y diferentes aspectos relacionados con variación de la alteración como agricultura, ganadería, industria y extracción de material de arrastre.”(4)

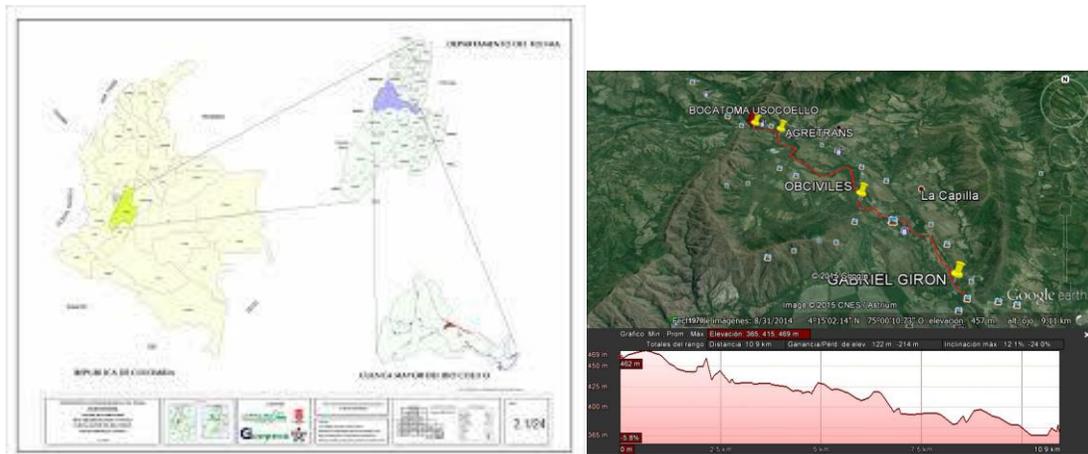
Este estudio representa un análisis de la afectación socio-ambiental generada por la minería de material de arrastre presente en el Río Coello tramo Gualanday - Chicoral. En dos poblaciones cercanas al cauce se evaluó por medio de una encuesta de 10 preguntas las condiciones socioeconómicas y ambientales a 251 familias, referente a la calidad de agua se realizaron análisis fisicoquímicos y microbiológicos que permitieron establecer el ICA, además de un biomonitoreo empleando el método BMWP/Col. Finalmente se realizó un checklist (lista de chequeo) para evaluar las condiciones técnico-minera para la extracción del material de arrastre y correlacionar con los cambios morfológicos presentados en el río Coello.

### **Materiales y Métodos:**

**Descripción área de estudio:** El río Coello se encuentra en la parte central del departamento del Tolima en el municipio de Coello; éste limita por el norte con el municipio de Piedras, por el oriente río Magdalena (Departamento de Cundinamarca), por el occidente con los municipios de Piedras e Ibagué y por el sur con los municipios de San Luis, Espinal y Flandes.(5)

La zona de estudio comprende una longitud de 10,9 km que comienza desde la siguiente coordenada Latitud: 4°16'45.48"N Longitud: 75° 1'44.43"O y termina en

la siguiente: Latitud: 4°13'16.75"N Longitud: 74°58'37.46"O; Entre las poblaciones de Gualanday y Chicoral.



**IMAGEN 1** Ubicación de las empresas extractoras en el tramo de estudio delimitado **Fuente:** *Google Earth* y *www.cortolima.gov.co*

## PROCESO SOCIO AMBIENTAL (ENCUESTAS)

Se desarrolló una encuesta que consta de 10 preguntas enfocadas en el tiempo de residencia y actividades cotidianas cerca al río Coello, el conocimiento sobre las operaciones mineras a gran escala que se llevan a cabo sobre este, la influencia que ha tenido la minería en desarrollo de la región y la continuidad de esta actividad sobre el río a futuro. Esto, con el fin de conocer la perspectiva social que tiene la comunidad del área de influencia del estudio frente al desarrollo de las actividades presentes y futuras de la extracción de materiales de arrastre.

## ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO

Para el análisis fisicoquímico y microbiológico se tomaron dos tramos del cauce del río (al inicio: bocatoma Usocoello y al final: sector las Manas), posteriormente en cada uno se realiza una muestra superficial de agua; siguiendo las indicaciones de muestreo del laboratorio Laserex de la Universidad del Tolima, se colectaron en total cuatro muestras, dos para el análisis fisicoquímico en frascos de material plástico con capacidad de un 1L y otras dos para el análisis microbiológico en frasco de material de vidrio completamente esterilizado con capacidad de 300 ml. Los cuatro frascos fueron entregados personalmente por funcionarios del laboratorio Laserex.

Una vez entregado por el laboratorio los resultados del análisis fisicoquímico y microbiológico, se procedió a determinar el Índice de Calidad de Agua (ICA) de cada punto muestreado por medio de la herramienta en línea: <http://www.water-research.net/index.php/water-treatment/water-monitoring/monitoring-the-quality-of-surfacewaters>

### **PROCESO DE BIOINDICACION (ÍNDICE BMWP/COL)**

Se escogieron los mismos puntos de los análisis fisicoquímicos y microbiológicos, el tramo de estudio (bocatoma Usocoello) y tramo (sector las Manas) para los procedimientos de biomonitoreo, los dos tramos con una extensión de 10 m<sup>2</sup>. Entre las técnicas empleadas para la recolección de los macroinvertebrados está la red Surber, red de patada y manual, a través de una agitación del sustrato o la vegetación del fondo frente a la posición de las redes se lograron remover los macroinvertebrados y por la fuerza de la corriente de agua quedan atrapados

entre las distintas mallas de los diferentes técnicas empleadas. Debido, a la temporada intensa de sequía que se presentó en el primer cuatrimestre del 2016 la técnica más eficaz para la colecta fue la red Surber, gracias a su practicidad para pocas profundidades en los puntos de colecta. El protocolo realizado una vez la captura in-situ de los macroinvertebrados, se ubicaron en recipientes plásticos con alcohol para su conservación a través del tiempo, posteriormente se procedió a la identificación en laboratorio gracias a la utilización de estereoscopios hasta el taxón de familia empleando material bibliográfico principalmente proveniente de Roldan (1992, 2003) y Zamora (1998) para obtener los valores del índice BMWP/Col.

## **PROCESO CHECKLIST**

Para este procedimiento se escogió una de las tres grandes empresas de minería de material de arrastre que hacen presencia en el tramo de influencia del presente estudio, para hacer en uno de sus puntos de extracción una lista de chequeo que comprende en inspeccionar una serie de parámetros a cumplir para que las condiciones técnico-mineras de extracción del material sean las más idóneas y causen el menor impacto ambiental y más específicamente evitar cambios negativos que alteren la Geomorfología del río. Los inspectores fueron los autores del presente estudio apoyados de guías metodológicas de extracción contenidas en las licencias ambientales otorgadas por Cortolima en la zona.

## **Resultados:**

## ANALISIS SOCIOAMBIENTAL (ENCUESTAS)

### GUALANDAY

N° PREGUNTA	SI	%	NO	%
1				
		26		14.44
		14		7.78
		29		16.11
		111		61.67
2	106	58.89	74	41.11
3	137	76.12	43	23.88
4	98	54.45	82	45.55
5	92	51.12	88	48.88
6	112	62.23	68	37.77
7	72	40	108	60
8	8	4.45	172	95.55
9	5	2.78	175	97.22
10	3	1.67	177	98.33

**TABLA 1** Resultados de encuestas realizadas a familias de Gualanday **FUENTE:**  
*Autores*

### POTRERILLO

N° PREGUNTA	SI	%	NO	%
1				
		12		16.90
		11		15.50
		18		25.40
		30		42.20
2	35	49.3	36	50.70
3	47	66.20	24	33.80
4	28	39.44	43	60.56
5	20	28.17	51	71.83

6	7	9.86	64	90.14
7	12	16.90	59	83.10
8	3	4.23	68	95.77
9	1	1.40	70	98.60
10	3	4.23	68	95.77

**TABLA 2** Resultados de encuestas realizadas a familias de Potrerillo. **FUENTE:**  
*Autores*

### ANALISIS FISICOQUIMICO Y MICROBIOLOGICO

PARAMETROS ICA	UNIDADES	PUNTO BOCATOMA USOCOELLO	1: PUNTO SECTOR MANAS	2: LAS
pH	0-14	7.72	7.53	
Temperatura	°C	23.5	33.4	
Turbidez	UNF	54	199	
Oxígeno disuelto (OD)	mg/ L	4.87	4.9	
Solidos totales	mg/L	326	488	
DBO	mg/L	3.66	2.46	
Nitratos	mg $NO_3^-$ / L	1.9	1.94	
Fosfatos	mg $PO_4^{3-}$ /L	1.3	2.7	
Coliformes totales	UFC/100ml	6.2 <sup>4</sup>	5.3 <sup>4</sup>	
Coliformes fecales	UFC/100ml	1.9 <sup>6</sup>	2.9 <sup>6</sup>	

**TABLA 3** Resultados del análisis fisicoquímico y microbiológico.

### CHECKLIST

Ítem/s inspeccionado/s: Tajo lineal lateral para extracción de material de arrastre mecanizada en el cauce intervenido del río Coello.	Fecha: 13/02/2016
Puntos chequeados: <input checked="" type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	Inspector: FELIPE LOPERA/ JOHN CESPEDES

1. OCUPACIÓN DEL CAUCE	
¿Existen taludes y frentes de avance en el espejo de agua?	<input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> N/A
¿La maquinaria está ocupando el cauce del río?	<input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> N/A

<b>2. DRAGADO</b>			
¿Está Separado por cuadrículas el cauce, desde aguas abajo hacia aguas arriba?	<input type="checkbox"/> S	<input checked="" type="checkbox"/> N/A	<input type="checkbox"/> NO
¿Las piscinas de recolección están suficientemente retiradas de la orilla del río?	<input type="checkbox"/> S	<input checked="" type="checkbox"/> N/A	<input type="checkbox"/> NO
¿La maquinaria de dragado es la correcta (retroexcavadoras de largo alcance)?	<input checked="" type="checkbox"/> S	<input type="checkbox"/> N/A	<input type="checkbox"/> NO

<b>3. ZONA DE EXTRACCIÓN</b>			
¿Existe deforestación para la ampliación de la riera del cauce?	<input checked="" type="checkbox"/> S	<input type="checkbox"/> N/A	<input type="checkbox"/> NO
¿Existen zonas deforestadas para acceder a la zona de extracción?	<input checked="" type="checkbox"/> S	<input type="checkbox"/> N/A	<input type="checkbox"/> NO

<b>4. MAQUINARIA DE EXTRACCIÓN Y CARGUE</b>			
¿Hay operación de retroexcavadoras de tamaño de balde de 0.8 m3 y 1.0 m3?	<input checked="" type="checkbox"/> S	<input type="checkbox"/> N/A	<input type="checkbox"/> NO
¿Hay presencia de un número mayor de 3 volquetas (6 m3) en el área de extracción?	<input type="checkbox"/> S	<input checked="" type="checkbox"/> N/P	<input type="checkbox"/> NO

<b>5. ABASTECIMIENTO DE COMBUSTIBLES PARA LA MAQUINARIA</b>			
¿La maquinaria se abastece de combustibles en la zona de extracción?	<input type="checkbox"/> S	<input checked="" type="checkbox"/> N/A	<input type="checkbox"/> NO
¿Se cuenta con las medidas de seguridad en caso de derrames de combustibles?	<input type="checkbox"/> S	<input checked="" type="checkbox"/> N/A	<input type="checkbox"/> NO

**Observaciones**

**IMAGEN 2** Lista de chequeo diligenciada **Fuente:** Autores

## ANÁLISIS DE LA CALIDAD DEL AGUA METODO BMWP/COL

Orden	Familia	Tramo	Individuos
Odonata	Libellulidae	1	1
Odonata	Coenagrionidae	2	1
Hemiptera	Gelastocoridae	1	1
Hemiptera	veliidae	1-2	19
Mesogastropoda	Thiaridae	1	5
Coleoptera	Ptilodactylidae	1-2	3

Coleoptera	<b>Elmidae</b>	<b>1-2</b>	<b>3</b>
Ephemeroptera	<b>Leptohyphidae</b>	<b>1-2</b>	<b>20</b>
Ephemeroptera	<b>Leptophlebiidae</b>	<b>1-2</b>	<b>6</b>
Ephemeroptera	<b>Baetidae</b>	<b>1-2</b>	<b>4</b>
Trichoptera	<b>Hidropsychidae</b>	<b>1-2</b>	<b>20</b>
Trichoptera	<b>Leptoceridae C.F</b>	<b>2</b>	<b>1</b>
Diptera	<b>Chironomidae</b>	<b>2</b>	<b>1</b>
Coleoptera	<b>staphylinidae</b>	<b>2</b>	<b>1</b>
<b>Total</b>	<b>14</b>		<b>86</b>

**TABLA 4** Órdenes y Familias de macroinvertebrados acuáticos encontrados en los sitios de muestreo.

### Estadística

A través de la fórmula N.1 se determinó la cantidad mínima de encuestas para aplicar a la población que se determinó teniendo en cuenta los mayores asentamientos urbano-rurales cerca al área de influencia del estudio y los datos del último censo del municipio de Coello más específicamente a las inspecciones de policía de Gualanday y Potrerillo, como resultado de la aplicación de la fórmula N.1 se deben aplicar un mínimo de 251 encuestas que se dividieron a razón del número de familias de cada asentamiento.

### GUALANDAY

$$n = \frac{N Z^2 pq}{(N-1)e^2 + Z^2 pq}$$

**Formula 1** cantidad mínima de encuestas para aplicar a la población.

$$n = \frac{336 * 1,96^2 * 0,25}{(336 - 1)0,05^2 + 1,96^2 * 0,25}$$

$$n = \frac{322.6944}{(335)0.0025 + 3.8416 * 0.25}$$

$$n = \frac{322.6944}{0.8375 + 0.9604}$$

$$n = 180$$

### POTRERILLO

$$n = \frac{87 * 1,96^2 * 0,25}{(87 - 1)0,05^2 + 1,96^2 * 0,25}$$

$$n = \frac{83.5548}{(86)0.0025 + 3.8416 * 0.25}$$

$$n = \frac{83.5548}{0.215 + 0.9604}$$

$$n = 71$$

Número total de encuestas: 180 + 71 = 251

### Discusión:

### ANÁLISIS SOCIOAMBIENTAL (ENCUESTAS)

En el primer grupo de preguntas sobre residencia y actividades cotidianas en la cercanía al Río Coello, evidenciamos a través del análisis de las tablas 1 y 2 que en promedio el 52% de las familias encuestadas llevan más de 20 años de vivir cerca al río y entre 10 – 20 años el 20.5%, lo cual es una razón de peso de la población para opinar sobre la actividad minera que se desarrolla en la región. En

En donde **p\*q** corresponde a la probabilidad de acierto y fracaso

**e**: corresponde al error estimado

**z**: es igual a 1,96 que corresponde a una confianza del 95%

**n**: es el número de personas encuestadas

promedio el 71% de las familias expreso que han observado cambios significativos en el paisaje de la región, dentro de estos cambios la población manifestó que años atrás en la región había mayor cobertura vegetal, el Río Coello transportaba un mayor caudal, los arboles eran más verdes y tenían un suelo más húmedo, etc. De los cambios mencionados anteriormente, un 46.5% en promedio de las familias encuestadas manifestaron estar afectados por estos cambios; evidenciándose que un 39.5 % de estas familias respondieron que en la actualidad no realizan actividades que años atrás a la llegada de las empresas extractoras si realizaban, dentro de estas actividades las familias en su mayoría nombro la pesca, el 60.5% restante que respondió que sus actividades no se han visto afectadas se le atribuye a que son familias que su eje central económico está ligado a una empresa petrolera de la zona o por otro lado viven del comercio. El 61.5% de las familias encuestadas respondió que no reciben en la actualidad un beneficio directo del Río como alimento, trabajo o turismo debido a la degradación que este ha sufrido. El 38.5 % restante manifestó si recibir algún tipo de beneficio del Río Coello, se le atribuye a las pocas familias que tienen mineros artesanales en su núcleo familiar que subsisten a diario del cargue de volquetas y venta de materiales, a las familias que están ligadas laboralmente a alguna de las empresas extractoras y a un porcentaje mucho menor se asume que algunas familias aun pescan.

Para identificar el grado de conocimiento que poseen las familias sobre la actividad minera que se desarrolla en la zona; el 54% de las familias en promedio respondió que si conocen en que consiste la minería de material de arrastre, esto

se le atribuye a que la comunidad ha tenido en algún momento de su vida algún contacto con esta actividad, debido a que años atrás esta actividad económica se desarrollaba de manera artesanal en mayor proporción que en la actualidad, el 96% las familias encuestadas respondió que no habían sido participes de alguna socialización referente a la explotación minera en la zona, lo cual refleja el bajo compromiso que tienen las empresas extractoras de la zona con la comunidad y que de alguna u otra manera saben que la población no está conforme con esta actividad en la zona.

Influencia de la minería en el desarrollo de la región, que busca conocer el impacto sobre la economía de la zona por la actividad minera, en la encuesta el 64% de las familias en promedio respondió que no se han visto beneficiadas por la actividad minera, esto se le atribuye a que el proceso minero de materiales de arrastre es un proceso relativamente sencillo, que requiere poca mano de obra. el 36% que respondió que si se ha visto beneficiado por la actividad minera se le atribuye a las familias que están vinculadas con alguna empresa extractora de material, mineros artesanales, familias que prestan servicios alguna de estas empresas ejemplo: alquiler de vehículos o alimentación. Vemos una posición clara de la comunidad frente a si la minería ha traído desarrollo a la región en donde el 98% de las familias en promedio respondió no evidenciar desarrollo de la región a causa de la minería, esto se le atribuye a la baja o nula inversión social por parte de las empresas extractoras lo cual ha generado inconformidad entre las familias de la comunidad.

## ANALISIS FISICOQUIMICO Y MICROBIOLOGICO

La minería de material de arrastre en la mayoría de los casos se ha asociado a alteraciones de los componentes físicos químicos , principalmente cambios en la turbiedad en deterioro de la calidad del agua, básicamente esta minería debido a los procesos desarrollados en ella y a su naturaleza solo produce una contaminación física, esta contaminación se produce por el desequilibrio entre los sedimentos transportados(6) y la capacidad de transporte de la corriente producidos por cambios en las condiciones geométricas e hidráulicas, impacto característico de las operaciones de dragado de esta extracción . (7)

Parámetros químicos (pH, OD, DBO, Nitratos, Fosfatos) (ver tabla 3): la variación entre estos parámetros fue mínima, el pH vario solo en 0,19 unidades entre cada punto, el OD cambio vario 0.03 mg/ L entre sí, la DBO disminuyó considerablemente 1.2 mg/L lo que indica que la carga de materia orgánica disminuyo en el transcurso del tramo de estudio, la presencia de nitratos se mantiene estable durante el tramo de estudio con solo una variación de 0.04 mg  $[(NO)]_{-3}^-/L$  a lo largo del cauce y los fosfatos si presentan una variación de 1.4 mg  $[(PO)]_{-4}^{-3}/L$  lo que es considerable este incremento se asocia a él vertimiento de aguas domiciliarias que se presenta en el tramo de estudio. A partir de estos resultados y su variación entre sí, se puede decir que las condiciones de calidad de agua asociada a contaminación por materia orgánica no varían entre el tramo de estudio lo que corrobora los resultados de BMWP realizado en los mismos puntos de extracción.

Parámetros microbiológicos (Coliformes totales y fecales) (ver tabla 3): entre los resultados obtenidos dentro del ICA muestran que los Coliformes totales y fecales exista una variación considerable entre cada punto muestreado lo que indica que las condiciones de calidad del agua se mantienen para la contaminación asociada a materia orgánica.

Parámetros físicos (turbiedad y solidos totales) (ver tabla 3): como se mencionaron anteriormente estos parámetros indican representativamente la contaminación característica de la minería de material de arrastre que deterioran la calidad del agua,(8) en los resultados obtenido el parámetro de turbiedad vario 145 NTU lo que es un cambio representativo en época de intensa sequía como presenciaba Colombia culminando el paso del fenómeno del niño, mientras en solidos totales vario también considerablemente 162 mg/ L lo que indica que la carga de arrastre del rio aumento durante el recorrido del tramo de interés. Estos cambios abruptos de turbiedad y en solidos totales se asocian al desarrollo de las actividades mineras, a estos cambios sufridos sobre las condiciones físicas del agua se les explica mediante el fenómeno de agua hambrienta en las zonas de extracción, este fenómeno ocurre cuando la capacidad de transporte de sedimentos es superior al transporte real (9) , esto quiere decir que el agua posee la capacidad de transportar una cantidad mayor de sedimentos de los que lleva en la realidad, esto genera socavación del lecho y de las orillas, por ende la recuperación de transporte real capaz de transportar se evidencia en los cambios de turbiedad y solidos totales a lo largo del tramo, cabe mencionar que esta recuperación es

progresiva por lo tanto entre más sea la distancia agua abajo al punto de extracción la turbiedad aumentara progresivamente. (10)

No cabe duda que la acción directa de la minería ha generado un cambio en la condiciones de calidad del agua no solo al cambiar la estructura del lecho del cauce del río Coello, sino que también al desaparecer la zonas de bosque ribereño también ha contaminado físicamente; ya que, si no hay vegetación los materiales finos se sedimentan con mayor dificultad, incrementándose la turbidez de la corriente y acelerando los procesos de erosión en las orillas. (11)

Cabe resaltar que estos cambios en las condiciones en la calidad física del agua se relacionan estrechamente con las operaciones de dragado del material que cambian las dinámicas hidráulicas y geomorfológicas del río generando estos cambios. (12)

### **ANALISIS DE LA CALIDAD DEL AGUA METODO BMWP/COL**

Los resultados obtenidos utilizando el BMWP/Col (Cuadro N 10), implementado para dos puntos del Río Coello, reflejan un valor de 70 para el punto 1 y 77 para el punto 2, teniendo en cuenta los valores establecidos para Colombia (Roldan, 2012) 61-100 (467467) ; lo cual indica una calidad del agua ligeramente contaminada pero de calidad aceptable.

En el Punto 1 “Sector bocatoma Usocoello), se colectaron las familias: Libellulidae, Gelastocoridae, veliidae, Thiaridae, Ptilodactylidae, Elmidae, Leptohiphidae, Leptophlebiidae, Baetidae e Hidropsychidae con puntajes BMWP/Col 6 – 5 – 8 – 5

– 10 – 6 – 7 – 9 – 7 – 7 respectivamente para un valor total de 70, clasificándose como agua clase II de calidad aceptable.(ver tabla 4)

En el punto 2 (sector las manas) se colectaron las familias: Coenagrionidae, Veliidae, Ptilodactylidae, Elmidae, Leptohiphidae, Leptophlebiidae, Baetidae, Hidropsychidae, Leptoceridae, Chironomidae y Staphylinidae con puntajes BMWP/Col 7 – 8 – 10 – 6 – 7 – 9 – 7 – 7 – 8 – 2 - 6 respectivamente para un valor total de 77, Clasificándose de la misma manera que el punto 1 con calidad aceptable del agua. (ver tabla 4)

La no variación en la calidad del agua en el tramo de estudio utilizando macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores, se le atribuye a que solo hay un vertimiento local de aguas residuales después del punto 1 de colecta (sector bocatoma Usocoello), por ende este vertimiento tiene 11 km para diluirse en la fuente hídrica y no afectar el punto 2 de colecta (sector las manas), ya que este método está estrictamente ligado a la contaminación por materia orgánica y las empresas extractoras de material de arrastre no tienen ningún tipo de contaminación orgánica en su actividad , sino contaminación física.

## **CHECKLIST**

Las condiciones técnico-mineras en las cuales se hace minería de material de arrastre en el tramo del presente estudio, obedecen a las de la minería a cielo abierto de tajo abierto dentro del espejo de agua. Este tipo de minería se realiza en la superficie o a partir de esta sobre el cauce de los ríos, según la UICN (13) esta forma de minería produce erosión y alteraciones profundas en el paisaje. La

“técnica de tajo abierto dentro del espejo de agua implica el uso de pala grúa (dragalina), o de una excavadora hidráulica (retroexcavadora) para extraer el material bajo el agua. Generalmente los tajos se practican a manera de trincheras o tiras lineales a lo ancho del canal (dársenas) y largo del canal” , el uso de retroexcavadoras en explotaciones dentro del canal activo interfiere directamente con los hábitats del río y no permite un adecuado control del nivel de excavación dejando superficies irregulares en el lecho . (14)

Para este tipo de operaciones Mauricio Alfonso (15) sugiere:

- No extraer el material que se encuentra por debajo de una línea imaginaria ubicada un (1) metro por encima de la línea o nivel thalweg.
- Emplear equipos de largo alcance que no interfieran directamente con el flujo de la corriente y que no permanezcan dentro de ella como sucede, por ejemplo, con las retroexcavadoras.
- Seccionar el canal en una cuadrícula desde aguas arriba hacia aguas abajo y desarrollar la explotación escalonada de las cuadrículas hacia aguas abajo.
- Calibrar el alcance del equipo de extracción de tal forma que pueda controlarse la profundidad máxima de excavación. (16)

A partir de estas sugerencias de tipo técnico para la sostenible extracción del material que se encuentra debajo del espejo de agua, se diseñó el formato del checklist en la imagen 2 que contempla 5 aspectos entre los cuales la discusión del impacto ambiental negativos se centra en 3:

- Ocupación del cauce

las operaciones de dragado se hace directamente de la orilla del canal activo del río Coello, esto genera una socavación directa sobre las márgenes del río, representando un riesgo y un problema en los corredores fluviales, el crecimiento lateral del cauce implica un aporte considerable de sedimentos a las aguas del afluente y una desestabilización en la carga de sedimentos que transporta el río, no se presenta una ocupación de la maquinaria en el cauce, debido al uso de maquinaria de largo alcance. Lo que no representa ningún impacto de consideración de estudio.

- Dragado:

El punto de extracción evaluado no cuentan con una división clara que permita una operación coherente con las indicaciones técnico-mineras. El hecho de que no se realice una extracción desde aguas abajo hacia aguas arriba no permite “la recarga de sedimentos a través de la erosión remontante que la estabilidad del lecho de aguas arriba hacia aguas abajo agradando el pozo de excavación” (17) dando una continuidad a la operación minera, lo que genera un detrimento y cambios en el lecho del río Coello, según Carlos Ramírez (18) Toda excavación o extracción de materiales del lecho de un cauce constituye una modificación de la geometría del cauce (profundidad, pendiente, ancho) y una interrupción de la continuidad del transporte de sedimentos en el río, reafirmando que la minería así

se haga de la forma más responsable y sostenible genera una serie de impactos negativos de magnitudes insospechadas.

La maquinaria que requiere este tipo de minería son de largo alcance (retroexcavadoras de brazo largo), en el punto extracción inspeccionado se contaba con la maquinaria correcta que se sugiere para no interferir con el cauce, aunque así sea la maquinaria indicada esta genera una desventajas como se mencionan anteriormente, el uso de este tipo de maquinaria causa que no se permite manejar un nivel homogéneo de excavación, dejando el lecho con una topografía irregular; esto, se evidencia que ocurre en el punto inspeccionado por el checklist, además de que con estos equipos no se permite tener un control adecuado de los volúmenes de extracción diarios, en la realización del checklist se evidenció que las piscinas de extracción no se distanciaban prudentemente de la orilla, esto se relaciona con la inexistencia de frente de avance para la excavación, por ende la explotación se hace desde las orillas generando una socavación de las márgenes y todo sus impactos como se menciona en ítem de Taludes y frente de avance dentro del espejo de agua. (19)

- Zona de extracción

la minería se abre paso hasta el cauce del río Coello a costa de la deforestación para la construcción de vías de acceso para la maquinaria de extracción (retroexcavadoras y dragalinas) como la maquinaria de transporte (volquetas) y para la ampliación del cauce para el aumento de sus operaciones. La discusión del impacto que genera la deforestación de la vegetación ribereña se centra desde

la función que esta cumple, el bosque ribereño tiene un papel protagónico en las “dinámicas hidrogeomorfológicas principalmente como filtros de los procesos fluviales, disminuyendo la velocidad -que en este caso el aumento de esta al aumentar la pendiente en el lecho del río Coello es una consecuencia directa de las operaciones de dragado realizada por las empresas mineras-, favoreciendo la sedimentación diferencial y reforzando y estabilizando las orillas evitando el deterioro de las mismas” (20). este ítem va directamente relacionado a las condiciones técnicas en que se desarrolla el dragado del material, las cuales generan cambios en las dinámicas geomorfológicas e hidráulicas, el bosque de ribera actúa como una zona de amortiguamiento ante posibles afectaciones en las condiciones naturales del ecosistema; por lo tanto, la minería de material de arrastre no solo está afectando directamente las condiciones geomorfológicas del río Coello, sino que también está deteriorando la capacidad de resiliencia del ecosistema al deforestar las zonas de amortiguamiento (bosque ribereño).

### **Conclusión:**

Los resultados que se obtuvieron a partir de los análisis físico-químicos y microbiológicos de laboratorio contemplados en el ICA permiten dilucidar la contaminación física al agua estrechamente relacionada al desarrollo de la industria extractiva en el territorio, donde no solo se ha interrumpido las dinámicas en el transporte de sedimentos del ecosistema con las operaciones de dragado directamente, sino con las acciones secundarias a la actividad como deforestación

del bosque ribereño dejando al ecosistemas sin la capacidad de respuesta para regular las alteraciones al río Coello.

Con la lista de Chequeo (Checklist), se concluye que la minería de material de arrastre así sea coherente con las recomendaciones técnico-mineras para la extracción, estas son insuficientes para evitar y/o mitigar los impactos en la condiciones geométricas y físicas; ya que, se parte del hecho que cualquier cambio en la estructura del lecho o del cauce genera alteraciones en la dinámicas fluviales del ecosistema del río Coello. En este tipo de minería se encuentra un vacío legal que básicamente se refleja en un vacío técnico; ya que, los términos de referencia que estipula la autoridad ambiental (Cortolima) la mayoría presentan un carácter genérico y en consecuencia no tienen en cuenta magnitud y otras particularidades de la extracción de material en lecho de río, ni tampoco las características ambientales en donde se pretende desarrollar. Esto puede llegar a ocasionar que no se identifiquen de forma clara algunos de los impactos ambientales importantes que involucran este tipo de minería en particular.

#### **Referencias:**

- (1) Corpoica-Cortolima-Sena-UT. (2005). Proyecto del Plan de ordenacion y manejo de la cuenca hidrografica mayor del rio coello. Tolima-Colombia.
- (2) Jill S. Baron, N. L. (2003). Ecosistemas de Agua Dulce Sustentables. Topicos en ecologia. Ecological society of america.

- (3) LONDOÑO, Carlos. Cuencas hidrográficas. bases conceptuales – caracterización - planificación-administración. Ibagué: Universidad del Tolima. 2001. P. 40.
- (4) Proyecto plan de ordenamiento y manejo de la cuenca hidrográfica mayor del Río Prado.p97. Disponible en:[http://www.cortolima.gov.co/2006/images/stories/centro\\_documentos/coello/D\\_2\\_3\\_HIDROLOGIA\\_SUPERFICIAL.pdf](http://www.cortolima.gov.co/2006/images/stories/centro_documentos/coello/D_2_3_HIDROLOGIA_SUPERFICIAL.pdf)
- (5) Esquema de ordenamiento territorial del municipio de Coello. (P.88)
- (6) Hogath, William. EEUU: Final National Marine Fisheries Service /NMFS) National Gravel Extraction Guidance, 2005.
- (7) Ramírez. Carlos et al. Metodología para estimar los volúmenes máximos de explotación de materiales de arrastre en un río. Ingeniería y Competitividad, Volumen 11, No. 2, p. 53 - 61 (2009). P. 54
- (8) Ibíd. Pag 55.
- (9) Ibíd. Pag 55.
- (10) Universidad politécnica de Madrid. España: LAS ALTERACIONES GEOMORFOLÓGICAS DE LOS RÍOS, 2007. 96 p.
- (11) Ibíd. Pag 96.
- (12) Ibíd. Pag 96.

(13) UICN, Guía. Guía de gestión ambiental para minería no metálica. San José: UICN, 2009. P. 21

(14) Alfonso, Mauricio. Colombia: ELABORACIÓN DEL DIAGNÓSTICO DE LAS CONDICIONES TÉCNICAS MINERO AMBIENTALES MEDIANTE LAS CUALES SE ADELANTA LA EXPLOTACIÓN DE MATERIALES PÉTREOS EN LECHO DE RÍO EN COLOMBIA Y LA FORMULACIÓN DE RECOMENDACIONES TÉCNICAS Y DE NECESIDADES NORMATIVAS ASOCIADAS QUE PERMITAN ADELANTAR ESTA ACTIVIDAD DE MANERA AMBIENTALMENTE RESPONSABLE, 2013.p. 38

(15) *Ibíd.* Pag 38.

(16) *Ibíd.* Pag 38.

(17) RAMÍREZ. Op. Cit, p.59

(18) *Ibíd.* Pag 60.

(19) *Ibíd.* Pag 60.

(20) Universidad politécnica de Madrid. España. Op. Cit, p.23.