

# **Evaluación rápida para el monitoreo y determinación del estado ecológico del río Boque (Simití- Bolívar) y la quebrada Buturama (Aguachica- Cesar) en el Magdalena Medio, Colombia**

**Manuela Cortés Rodríguez**

## **Resumen**

La falta de conciencia y cuidado sobre el recurso hídrico se ve reflejada en las acciones humanas que contribuyen al deterioro de estos recursos. Lo anterior ha generado problemas en diferentes asentamientos humanos, en donde el agua no es apta para el consumo y al mismo tiempo el equilibrio del ecosistema se está viendo afectado. Tal es el caso de diferentes ríos y quebradas a lo largo de la región del Magdalena Medio como es el del río Boque y la quebrada Buturama. Problemas diferentes, pero con una misma necesidad por parte de las comunidades, académicos y entidades como el Programa de Desarrollo y paz del Magdalena Medio (PDPMM) por generar un conocimiento sobre el estado y el cambio en el comportamiento de estas fuentes hídricas y así poder tomar medidas en el asunto. Para lograr cumplir con este objetivo, este trabajo de grado, realizado en conjunto con las comunidades, generó una evaluación rápida para el monitoreo y determinación del estado ecológico de estas fuentes hídricas; compuesto por dos Cartillas cortas, claras y de fácil aplicación para las comunidades.

**Palabras Clave:** recurso hídrico, evaluación visual, monitoreo, participación comunitaria.

## **1. INTRODUCCIÓN**

El Programa de Desarrollo y Paz del Magdalena Medio (PDPMM) creó en el 2003 el Observatorio de Paz Integral del Magdalena Medio (OPI), el cual tiene como objetivo realizar una lectura del contexto regional, para así poder apoyar los procesos que llevan las organizaciones sociales y las entidades públicas y privadas sobre la realidad de la región (PDPMM, 2015). Este observatorio consideró la necesidad de intervenir en el acompañamiento a las comunidades desde los desafíos ambientales que se enfrentan en el territorio actualmente, como el conflicto por recursos estratégicos como el agua, aprovechando aquellos espacios que se han generado a partir de los Acuerdos de Paz en el Magdalena Medio (PDPMM, 2015). Dentro del planteamiento de un desarrollo rural, sostenible e incluyente, se le ha dado énfasis a la finca campesina y a la profundización del cuidado de los espejos de agua. Por esto mismo, se evidencia la necesidad de dar un “acompañamiento al fortalecimiento de los procesos organizativos de los pobladores que tienen un interés por el mejoramiento del ambiente, mediante acciones de observación y monitoreo” (PDPMM, 2015). Este

proceso inicia con el monitoreo y determinación del estado ecológico del río Boque (municipio de Simití) y la quebrada Buturama (municipio de Aguachica).

### **1.1 El recurso hídrico en el Magdalena Medio**

El Magdalena Medio es una región que se encuentra en la parte media del corredor geográfico del río Magdalena, posee una gran riqueza hídrica compuesta por ciénagas, ríos y cuencas, gracias a su formación geográfica que consta de la serranía de Yariguíes (Cordillera Oriental) y la serranía de San Lucas (Cordillera Central). Esta región se ha desarrollado dentro de un contexto donde la poca presencia del Estado, junto con las necesidades y los intereses de diferentes actores, derivaron en conflictos armados y en una economía extractiva, de oro, carbón y petróleo (Vargas, Herrera, Guerrero, y Guerrero, s.f). La falta de conciencia sobre el cuidado del ambiente ha permitido la proliferación de prácticas perjudiciales no solo extractivas, sino de ganadería y agricultura (Alcaldía Municipal de Simití, 2008-2011), es por esto que, el recurso hídrico y en general el ambiente, ha sufrido un gran deterioro (Picón & Ardila, 2013).

Por un lado, el río Boque, ubicado en el municipio de Simití, Bolívar (**Anexo 1**), es de gran importancia porque su agua es utilizada para consumo humano, abasteciendo la cabecera municipal junto con la quebrada la Fría (Alcaldía Municipal de Simití, 2008-2011). Este río recibe el agua drenada desde las zonas impactadas por la minería de oro y de otras actividades como ganadería extensiva, agricultura, quema, agroquímicos y deforestación de los corregimientos de: Paraíso, Monterrey, San Joaquín y San Blas (Alcaldía Municipal de Simití, 2008-2011).

La contaminación derivada de las actividades mineras debido a químicos como el mercurio, para la extracción del oro, llega a la comunidad del corregimiento de Monterrey, la cual se abastece directamente del agua de este río (Santos, 2016). Esta contaminación se da porque los químicos no tienen una disposición final adecuada y son vertidos en el agua, alterando las condiciones naturales de los ecosistemas (Alcaldía Municipal de Simití, 2008-2011). En 2016 a partir de encuestas realizadas a la comunidad el 63,1% afirmó tener algún miembro de la familia enfermo en el último año, principalmente por enfermedades respiratorias que podrían estar relacionadas con la presencia de Mercurio. Además, en el mismo estudio se encontraron en el agua concentraciones de coliformes totales y *Escherichia coli* que no cumplen con los parámetros microbiológicos para ser agua apta para el consumo humano (Santos, 2016). A pesar de esos estudios, no se han llevado registros constantes sobre los cambios que ha tenido el río, cambios que los mismos pobladores han notado y por los cuales se han visto afectados (Alcaldía Municipal de Simití, 2008-2011).

Por otro lado, la cuenca hidrográfica de la quebrada Buturama es una fuente hídrica que abastece al municipio de Aguachica, Cesar (**Anexo 2**), las prácticas antrópicas como la deforestación, ganadería y agricultura han generado problemáticas sociales y ambientales, como la poca retención de agua por parte del suelo (Cruz & Abadía, 2012).

La zona alta de esta cuenca ha sido aislada por el conflicto armado y es debido a esto, que el nacimiento de la quebrada Buturama ha sido conservado; pero las zonas bajas, donde es posible generar prácticas antrópicas, han sido afectadas por la ganadería y la agricultura, las cuales toman el recurso de forma desmesurada, llevando a que el agua llegue al municipio cada 10 o 12 días, siendo este un problema en términos de salubridad para la población (Caro, 2019).

Como consecuencia a los contextos anteriormente planteados, las diferentes poblaciones de esta región se han visto perjudicadas por la limitación o contaminación de los recursos hídricos, a tal punto de estar relacionado con problemas de salud pública, (Santos, 2016), afectando así la calidad de vida de estas poblaciones.

En muchos casos no se han realizado monitoreos en estos lugares que permitan entender cómo ha cambiado el comportamiento de los ríos a través del tiempo, debido a la presencia de estas actividades antrópicas y así poder tener una idea de cómo actuar al respecto para solucionar el problema.

## **1.2 Evaluación rápida, visual y monitoreo**

El conocimiento de los cambios ambientales en el Magdalena Medio, dan un panorama de lo que se está presentando en la región, y permiten generar herramientas para la toma de decisiones ambientales a diferentes niveles. Normalmente los procesos para la generación de datos llevan tiempo, necesitan recursos, entrenamiento (Macuroy, Davanadera, Roxas, Salvación & Sandalo, 2017) y son complicados de realizar. Lo anterior, se contrasta con las necesidades urgentes de las comunidades, por esta razón, se optó por el uso de una evaluación rápida que permita arrojar resultados confiables en tiempos acordes con la toma de decisiones (Secretaría de la Convención de Ramsar, 2010).

Un tipo de evaluación rápida es el Protocolo de Evaluación Visual Stream (SVAP) creado por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA), evaluación que funciona como herramienta rápida y competente para describir el estado general de un río (Ballesteros, Pandan, Naddeo y Belgiorno, 2015). El SVAP ha sido implementado y adaptado en otros países como Italia (Ballesteros *et al.*, 2015) y Filipinas (Macuroy *et al.*, 2017), donde se ha demostrado que actúa como un buen indicador de los valores fisicoquímicos del lugar, pues se demostró que está significativamente relacionado con la temperatura y los sólidos suspendidos (Macuroy *et al.*, 2017) validando este tipo de evaluaciones.

La determinación de las variables utilizadas en las guías o protocolos de las evaluaciones rápidas, en algunos casos, como éste, deben tener en cuenta la temporalidad de la naturaleza como los cambios en época de verano e invierno, por esto mismo, existen evaluaciones rápidas que poseen repeticiones en lapsos de tiempo que permiten un monitoreo del lugar (Ramsar, 2010). Además, dentro de estas evaluaciones visuales, se ha utilizado una “evaluación técnica” hecha por expertos y una “no técnica” realizada por las comunidades locales, donde se ha visto que el conocimiento local es significativo para el monitoreo (Macuroy *et al.*, 2017). Asimismo, estos trabajos participativos benefician tanto a las comunidades como a las entidades y a la academia. Por una parte, al realizarse el monitoreo, las comunidades están conociendo más a fondo sobre los cambios de sus fuentes hídricas y las consecuencias que esto trae consigo, generando conocimiento técnico y apropiación del recurso. Por otra parte, se genera información útil para las entidades estatales y académicas; además de un reconocimiento de los saberes locales y conocimientos empíricos.

Por todo lo anterior, el propósito de este trabajo de grado fue generar una evaluación rápida para el monitoreo y determinación del estado ecológico del río Boque (Simití- Bolívar) y la quebrada Buturama, para así, desarrollar una línea base y un monitoreo de vigilancia que permita el conocimiento del impacto antrópico en estos ecosistemas. Para esto, se seleccionaron herramientas, variables y metodologías para la evaluación ecológica rápida y el monitoreo en ríos y quebradas. De éstas se eligieron las más pertinentes para las dos zonas de estudio mediante una matriz de evaluación y luego, se comprobó su funcionamiento mediante la implementación de pilotos en las dos áreas de estudio.

## **2. METODOLOGÍA**

### **2.1 Sitio de estudio y contexto**

Como parte de la creación de la evaluación, se hizo una recopilación de información sobre las características culturales y socioeconómicas del sitio de estudio, junto con la participación de las comunidades locales, a través de entrevistas. Esta información proporciona una idea de los cambios que pudo haber tenido la zona de estudio y hacia dónde dirigir la atención en la evaluación (Ramsar, 2010).

### **2.2 Selección de herramientas, variables y metodologías para evaluación ecológica rápida en ríos y quebradas de la bibliografía**

Se realizó una revisión bibliográfica en diferentes bases de datos como Science Direct, Scielo, Google Académico, informes gubernamentales y otros documentos técnicos relevantes. Se utilizaron palabras como “evaluación rápida”, “visual protocol”, “monitoreo rápido”, “evaluación visual”, entre otras.

Después de esto, se seleccionaron artículos que tuvieran contenido relacionado con herramientas, variables y metodologías para evaluación rápida del estado ecológico de cuerpos lóticos y tuvieran éxito al ser implementadas.

### **2.3 Selección de las herramientas, variables y metodologías que se utilizaron en la evaluación**

Se hizo un matriz de evaluación (**Anexo 3**) donde se seleccionaron 39 variables de la bibliografía. Variables que han sido utilizadas en diferentes evaluaciones visuales y rápidas, con el fin de determinar el estado del agua y del sistema en general. Algunas de estas son visuales (% dosel), otras se miden a través de equipos (pH) y otras pueden determinarse de las dos formas (turbidez). Con la matriz se evaluaron estas variables según cinco parámetros que tenían en cuenta costos, tiempo y facilidad de aplicación, permitiendo así, determinar cuáles eran las mejores para utilizar en la evaluación según el contexto. A las variables se les asignó una puntuación siendo -1 un punto negativo, 0 un punto intermedio y 1 un punto positivo dependiendo de si cumplían o no con cada parámetro. Por cada variable se obtuvo el puntaje total y se escogieron aquellas que tuvieran las puntuaciones más altas (**Tabla 1**). Por último, se seleccionaron 18 variables con su medición, rangos e importancia para la realización de la evaluación. Con esas se desarrollaron 2 cartillas, la Cartilla A para hacer una de medición estacional (verano-invierno) y la Cartilla B que permite un monitoreo periódico.

### **2.4 Creación y aplicación de una prueba piloto**

De acuerdo con los lineamientos del PDPMM y el objetivo planteado, se decidió implementar en primer lugar el plan piloto, y a partir de este, se hizo la validación de la evaluación. Un primer ensayo de la evaluación (piloto n°1) consistió en: 1) la construcción de dos cartillas (A y B) y 2) un taller de capacitación. En la Cartilla A (**Tabla 2**), de color amarillo, se agruparon aquellas variables que muestran la línea base del monitoreo. Estas variables no cambian tan rápido en el tiempo y pueden mostrar los cambios en temporada de invierno y verano. En la Cartilla B (**Tabla 3**), de color verde, se organizaron las variables que cambian en un lapso tiempo más reducido. Usando como referencia las definiciones del trabajo de Medellín (2016), las variables de la Cartilla A, generan un monitoreo semestral de línea base; mientras que las variables de la Cartilla B generan un monitoreo de vigilancia.

Asimismo, fue importante modificar el lenguaje técnico de las cartillas por un lenguaje más apropiado y simple para facilitar el entendimiento por parte de las comunidades locales (**Tabla 1**). La capacitación se desarrolló mediante un taller teórico-práctico donde se les explicó a los participantes la importancia del monitoreo y de cada una de las variables que arrojan información importante. En Aguachica (Cesar) se capacitó a tres campesinos de la zona alta de la quebrada Buturama y en

Monterrey (Simití-Bolívar), se capacitó a los jóvenes del grado once de la Institución Educativa de Monterrey (**Anexo 4**).

Con los resultados de los monitoreos realizados por las personas capacitadas, se identificó la necesidad de reorganizar la cartilla, haciéndola más sencilla y especificando los sitios donde marcar la respuesta con una X, evitando que se escriba otra respuesta. Además, se sugirió añadir un registro fotográfico del lugar como se ha recomendado en otros protocolos (Rodríguez, 2014) y enfatizar en la importancia de la fecha y la georreferenciación. En algunas variables como el tipo de suelo o color de suelo se decidió adaptarlas teniendo en cuenta la percepción de la comunidad. Por practicidad, se sugirió que, por la aplicación de WhatsApp, para cada monitoreo se enviara una foto de las cartillas resueltas, una foto del lugar y con la opción de “Ubicación actual” (de la misma aplicación) georreferenciar la ubicación del monitoreo. Con todas estas adaptaciones se creó el piloto n°2 (Cartilla definitiva) (**Tablas 2 y 3**). Asimismo, se determinaron los materiales necesarios para la implementación de la evaluación: Cartillas A y B, metro de costura, palo o viga (para ayudar a en la medición de profundidad y de turbidez), cronómetro (medición de velocidad) y una fruta o algún objeto que flote (para le medición de la velocidad).

## **2.5 Desarrollo del índice y validación de la evaluación**

Organizadas las cartillas, a cada variable se le determinaron unos rangos puntuados de 1 a 10, siendo 1 el puntaje más bajo y 10 el más alto (**Anexo 5 y 6**). Con la información anterior y la revisión bibliográfica se generó un índice como una herramienta matemática para poder transformar datos cualitativos en cuantitativos (Castro *et al.*, 2014) y así, a partir de la información recopilada en las cartillas, poder evaluar el estado ecológico del sistema. Para el cálculo del índice se tuvo en cuenta que, en términos generales, se presenta la misma fórmula en las diferentes evaluaciones consultadas, siendo la fórmula (Rodríguez y Ramírez, 2018):

$$Puntaje\ total = \frac{\sum\ puntaje\ de\ cada\ variable}{n\ variables}$$

Además, se asignaron las categorías del índice tomando como “Estado óptimo” al valor más alto que es posible obtener (si todas las variables tuvieran un puntaje de 10) y como “Muy mal estado” al valor más bajo (si todas las variables tuvieran un puntaje de 1). Para determinar las categorías intermedias se tomó el puntaje más alto y se dividió de forma equitativa, obteniendo así, 6 categorías (**Tabla 4**).

Junto con esto, para la validación del índice se implementó el monitoreo en tres estaciones de muestreo en la quebrada Buturama; considerando dos de ellas como las de “buen estado ecológico” (Monitoreo #1 y # 2) y la otra como la de “mal estado ecológico” (Monitoreo # 3). Posteriormente, por medio del índice se obtuvo el estado ecológico de estos puntos, esperando obtener puntuaciones

consecuentes con la condición real en el área de estudio (**Tabla 4**). En el río Boque se realizó el mismo procedimiento tomando un punto (Monitoreo #4) como “muy mal estado ecológico”.

### 3. RESULTADOS

De las 39 variables preseleccionadas, 11 se escogieron por tener los mejores puntajes en la matriz de evaluación (**Tabla 1**), entre esas: **1) Turbidez:** Afecta la penetración lumínica en el agua y afecta procesos como la producción primaria. Representa los sólidos en suspensión del agua, ya que estos son la principal causa por la que se generan. Su medición puede generar una idea de los procesos que se están dando en el lugar como la cantidad de sedimentos, minerales, algas, microorganismos, erosión o desechos industriales, entre otros (Roldán & Ramírez, 2008). **2) % de Dosel:** Su importancia radica en que el dosel abundante permite la generación de un microclima que regula la temperatura del agua, permitiendo que ésta tenga una mayor capacidad de retención del oxígeno, favoreciendo peces y otros organismos presentes. Además, es un suministro de materia orgánica (en algunos lugares más que otros) y ayuda a generar sombra al suelo evitando su erosión (Roldán & Ramírez, 2008).

Adicionalmente, otras 5 variables que no obtuvieron los mejores puntajes fueron incluidas en la evaluación debido a la importancia informativa que tienen para el monitoreo en estos lugares (**Tabla 1**) entre éstas están: **1) Profundidad, ancho y velocidad:** Son variables que permiten calcular el caudal (Q) del río o la quebrada. Permitiendo ver a largo plazo cómo cambia el volumen de agua que se mueve en el cuerpo de agua por metro (Roldán & Ramírez, 2008). **2) Importancia biológica del área de estudio con base a la presencia del número de especies en algún estatus de protección:** Dependiendo de la presencia y el número de especies que están en algún grado de protección, es posible estimar la importancia de la zona para conservar, restaurar o cuidar (Gaytán *et al.*, 2012). Esta variable se modificó para trabajar con especies en algún grado de amenaza en vez de especies en algún grado de protección.

Asimismo, después del primer piloto y debido al contexto social y ambiental de la región, se incluyeron 2 variables informativas de importancia para el monitoreo de las dos zonas (**Tabla 1**), como: **1) Manchas de aceite:** debido a su presencia constante en el Río Boque por las actividades mineras. **2) Comentarios adicionales:** como se plantea en el protocolo de Rodríguez *et al* (2018) es pertinente dejar un espacio en blanco para escribir posibles sucesos que no se tienen contemplados en la cartilla.

**Tabla 1.** Variables seleccionadas para la evaluación rápida, organizadas según el tipo de selección que tuvieron y el nombre común que recibieron.

Tipo de selección	VARIABLES SELECCIONADAS	Leguaje común
Matriz de evaluación	Estabilidad de zonas ribereñas	Tipos de orillas (teniendo en cuenta el terreno que limita con el flujo).
	Alteración del flujo del canal	Alteración del flujo
	% Dosel /sombra	% Ramas y hojas sobre suelo y el río
	Vegetación presente o de los bancos	Vegetación en las orillas
	Incidencia antrópica	Nivel de actividad humana
	Estado de conservación de área de interés	Nivel de actividad humana
	Impacto de la actividad humana sobre la biota del área de interés	Tipo de actividad humana
	Presencia de basura	Basura orgánica e inorgánica
	Olor del agua	Olor del agua
	Apariencia de agua	Color del agua
	Turbidez	Apariencia y claridad del Agua
Importancia informativa para monitoreo	Profundidad	Profundidad
	Ancho	Ancho
	Velocidad	Velocidad
	Importancia biológica del área de estudio con base a presencia del número de especies en algún estatus de protección + importancia comercial de la “Especie representativa”	Flora y Fauna en peligro
	Composición del sustrato	Textura suelo
	Composición del sustrato	Color suelo
Variables informativa propuesta debido al contexto	Manchas de aceite	Manchas de aceite
	Comentarios adicionales	Hechos raros

A partir de lo anterior, junto con las experiencias y aportes de las comunidades, se generó por un lado la Cartilla A (**Tabla 2**) de línea base, compuesta por 9 variables, algunas de ellas organizadas dentro de una matriz de doble entrada, como: **1) Tipo de vegetación** y **2) Cantidad de vegetación (Tabla 2)**, para una mejor organización y entendimiento. Además de tener espacios informativos para el monitoreo y una casilla final recordando hacer el registro fotográfico del lugar. Por otro lado, se organizó la Cartilla B (**Tabla 3**) para el monitoreo de vigilancia con 10 variables. Cabe resaltar que en esta cartilla se decidió tomar por separado la basura orgánica de la inorgánica, por la necesidad de



generar conciencia por parte de las comunidades sobre la clasificación de los residuos. Además, de la diferenciación en la determinación de la turbidez en el río boque y la quebrada Buturama, por la diferencia en la cantidad de agua que transcurre estas dos zonas. Las variables informativas de ancho y profundidad se incluyeron en la cartilla, pero, se acordó con los estudiantes del grado 11° en Monterrey, que al comenzar a hacer el monitoreo del río Boque no las medirán debido a la dificultad.

**Tabla 2.** Cartilla A de la evaluación rápida para el monitoreo de línea base

FECHA								CARTILLA A					
LUGAR								Monitoreo de línea base					
NOMBRE													
Tipo de actividad humana	Nivel de actividad humana							Tipos de orillas (teniendo en cuenta el terreno que limita con el flujo)	Tipos de orillas	Lado 1 (lado derecho siguiendo el flujo)	Lado 2 (lado izquierdo siguiendo el flujo)		
		Muy alta	Alta	Media	Baja	Muy baja	Ninguna			X	X		
	Minería								Orillas expuestas: Orillas sin plantas y con el suelo erosionado, se ven gran parte de las raíces de las plantas.				
	Extracción de petróleo								Orillas poco estables: Orillas no tan empinadas, pero si altas, con poca cantidad de vegetación y medianamente expuesto.				
	Cultivos								Orillas estables: Orillas bajas, sin inclinación, diversidad de vegetación. No erosionado.				
	Ganadería												
	Asentamiento humano												
	Otro ¿Cuál?												
No presenta													
Tipo de vegetación	Cantidad de vegetación							Alteración de flujo	Tipo de alteraciones	X			
		Poca	Moderada	Gran cantidad	Totalidad del lugar	-	-		Muy alterado: Presencia de obstáculos (muros, diques, desviaciones) que impidan el flujo del agua.				
	Árboles					-	-		Poco alterado: Canal alterado, mayor presencia de pastos (vegetación no típica).				
	Arbustos					-	-	No alterado: Canal Natural, con presencia de vegetación y flujo natural del agua.					
	Hierbas					-	-						
	Plantas Acuáticas					-	-						
Ninguno					-	-							
Suelo	Color		X	Textura		X			% Capa de ramas y hojas que cubre el río (Dosel)	Nivel de cobertura	Lado 1 (lado derecho siguiendo el flujo)	Lado 2 (lado izquierdo siguiendo el flujo)	Sobre el río
	Negro			Fina						No cubierta (0%)			
	Beige / crema			Arcillosa						Poco cubierta (10-20%)			
	Rojo / ladrillo			Moderadamente						Cobertura moderada (30-60%)			
	Amarillo			Gruesa						Alta cobertura (60-80%)			
	Otro ¿Cuál?			Otro ¿Cuál?						Gran cobertura o total cobertura (90-100%)			
<b>Tomar FOTO del lugar</b>													

Tabla 3. Cartilla B de la evaluación rápida para el monitoreo de vigilancia

FECHA					CARTILLA B	
LUGAR					Monitoreo de vigilancia	
NOMBRE						
Variables	Rango			Variables	Rango	
<b>Apariencia y claridad del Agua</b>	<b>Tipos de apariencia</b>		<b>X</b>	<b>Color del agua</b>	<b>Tipos de colores</b>	<b>X</b>
	Muy turbia: Bu: No se puede ver el fondo. Bo: Se puede ver hasta una profundidad menor a 0.15 metros.				Negro	
	Turbia: Bu: Objetos del fondo casi no se ven. Bo: Se puede hasta una profundidad de 0.15 a 0.5 metros.				Amarillo	
	Ligeramente turbia: Bu: Objetos del fondo poco visibles. Bo: Objetos visibles a una profundidad de 0.5 a 0.9 metros.				Marrón	
	Clara: Agua clara Bu: se pueden ver los objetos del fondo. Bo: Objetos visibles a una profundidad desde 0.9 en adelante.				Verde-azul	
					Rojizo/ ladrillo	
				Transparente		
<b>Basura inorgánica en el agua</b>	<b>Cantidad de basura</b>		<b>X</b>	<b>Basura orgánica en el agua</b>	<b>Cantidad de basura</b>	<b>X</b>
	Mucha Basura: Gran abundancia de basura Inorgánica; escombros de construcción, botellas plásticas, etc.				Mucha Basura: Gran abundancia de basura Inorgánica;	
	Poca basura: Presencia de basura, pero no es prominente.				Poca basura: Presencia de basura,	
	No hay basura				No hay basura	
<b>Olor agua</b>	<b>Tipo de olor</b>		<b>X</b>	<b>Animales</b>	<b>Nombre</b>	<b>Cantidad</b>
	Muy fuerte					
	Fuerte					
	Moderado					
	Poco olor					
	Olor natural					
	Descripción del olor:					
<b>Velocidad (m/s)</b>				<b>Machas de aceite</b>	Color	
<b>Profundidad y ancho (m)</b>					Cantidad	
<b>Hechos raros</b>						
<b>Tomar FOTO del lugar</b>						

Después de lo anterior, se generó el índice para la evaluación, calculando el promedio de cada una de las variables y obteniendo los rangos de las 6 categorías para la determinación del Estado Ecológico (Tabla 4).

**Tabla 4.** Categorías obtenidas del Estado Ecológico

Puntaje	Categorías Estado Ecológico
10	Estado óptimo
8-9	Buen estado
6-7	Estado aceptable
4-5	Estado regular
2-3	Mal estado
1	Muy mal estado

Para la validación de la evaluación rápida, éste se aplicó en 4 puntos, 3 en la quebrada Buturama y 1 en el río Boque. A partir de los datos obtenidos, para la quebrada Buturama se obtuvo un puntaje de 9 para el Monitoreo # 1 y # 2 clasificándolas dentro de las categorías “Buen estado” y un puntaje de 6 para el Monitoreo # 3 situándola dentro de la categoría “Estado aceptable” (Tabla 5 y Anexo 7).

Para el muestreo del río Boque se obtuvo un puntaje de 5 entrando en la categoría de “Estado regular” (Tabla 5).

**Tabla 5.** Puntajes y categorías del Estado Ecológico obtenidas según los monitoreos realizados en la quebrada Buturama (Aguachica-Cesar) y el río Boque (Simití- Bolívar).

Lugar	Coordenadas	Nombre	Puntaje Cartilla A	Estado ecológico Cartilla A	Puntaje Cartilla B	Estado ecológico Cartilla B	Puntaje total A y B	Estado ecológico FINAL
Quebrada Buturama	8° 22'50" N 73° 31'47" W	Monitoreo #1	9	Buen estado	9	Buen estado	9	Buen estado
	8°22'56" N 73° 31'41" W	Monitoreo #2	9	Buen estado	9	Buen estado	9	Buen estado
	8° 19'24" N 73°35'24" W	Monitoreo # 3	3	Mal estado	9	Buen estado	6	Estado aceptable
Río Boque	7° 44'21" N 74° 0'44" W	Monitoreo # 4	3	Mal estado	7	Estado aceptable	5	Estado regular

#### 4. DISCUSIÓN

De las variables obtenidas por la matriz (**Tabla 1**) se encontró que la mayoría provienen de evaluaciones rápidas o evaluaciones visuales como es el caso del “Protocolo de evaluación visual de Quebradas para Puerto Rico” (Rodríguez *et al.*, 2018). Esto puede indicar que, para el contexto, la mejor alternativa sí es un tipo de evaluación rápida y visual. No obstante, a diferencia de Rodríguez *et al.* (2018), el cual presenta en su protocolo una hoja de “Datos descriptivos generales” donde se da un espacio para la descripción de las problemáticas por actividad humana como algo informativo, en esta evaluación, al conocer el contexto junto con la comunidad, se determinó el tipo de afectaciones más comunes que se presentan, categorizarlas y, según su grado de impacto, evaluarlas (**Tabla 2**).

Aun así, las variables de esta línea de evaluaciones se quedaban cortas como una herramienta de evaluación local, pues era necesario que se ajustaran a las necesidades del monitoreo que requerían los dos lugares de estudio. En este sentido, esta evaluación es más parecida a la Evaluación Rápida de Biodiversidad Para Estimar Prioridad Biológica (ERP BIO) (Gaytán, López, López, Pulido, Scott, Perez y Villavicencio, 2012), pues en éste se implementaron variables como la “Fauna en peligro” (**Tabla 3**) para determinar los puntos de prioridad biológica según las especies y el número de especies que se encuentren en el lugar y que estén en algún grado de amenaza. Según lo anterior, se determinó que ésta es una manera fácil de estimar la biodiversidad y su importancia en la zona de estudio, basándose en algunas de las variables utilizadas de la ERP BIO (Gaytán *et al.*, 2012) como la “Importancia biológica del área de estudio con base en presencia del número de especies en algún estatus de protección” y la “Importancia comercial de la Especie representativa”. Esta última se tomó en cuenta porque más adelante en el proceso se espera poder concretar la importancia comercial de las especies de las zonas. Las variables de “Flora en peligro” y “Fauna en peligro” son informativas en esta evaluación, a diferencia de la ERP BIO (Gaytán *et al.*, 2012), no obstante, permiten generar datos importantes para el monitoreo.

En cuanto a las cartillas, la evaluación de Rodríguez *et al.* (2018) contiene una “Parte I” adicional al protocolo, en el cual se hace una descripción general del tramo de la quebrada que se está evaluando y así permite determinar el tipo de lugar que se está monitoreando. En cambio, esta evaluación tiene dicha parte incluida en las cartillas por medio de variables que muestran las características generales e importantes del lugar, por ejemplo, el “Tipo vegetación” o las “Características del suelo” (**Tabla 3**) además de cumplir con la función de monitoreo. Todo esto, permite sintetizar la evaluación otorgándole practicidad, economía y sostenibilidad, obteniendo una evaluación corta, concreta y de fácil aplicación, sin restarle validez a las variables y sus rangos seleccionados. Caso diferente a otros protocolos y evaluaciones que cuentan con más de una hoja de evaluación como en el caso del

protocolo de Rodríguez *et al* (2018), la ERPBIO (Gaytán *et al.*, 2012) y CNMI-SVAP (Commonwealth of the Northern Mariana Islands (CNMI), 2018).

El propósito de este estudio era generar una evaluación rápida para el monitoreo y la evaluación ecológica de un río y una quebrada específicas; es por esto que, se tuvieron presentes las variables de importancia para la medición en las dos zonas, como el del tipo de vegetación y el estado de las orillas; pero también se incluyeron variables importantes para el monitoreo debido al contexto, por ejemplo, para el río Boque el “Olor del agua” y las “Manchas de aceite” por el mal manejo de las aguas residuales y la presencia de minería (Santos, 2016). De igual manera, se buscó evitar que estas variables tuvieran gran peso en la determinación del estado ecológico y afectar el resultado de alguno de los lugares de muestreo, como en el caso de las “manchas de aceite” que se determinó como una variable informativa. Lo anterior apoya la importancia de la modificación de los protocolos y evaluaciones según el contexto en el que se aplique, no solo por las características del sistema sino por los procesos que llevan las comunidades en estos lugares. Por esta razón, esta evaluación no aplica en todas la quebradas o ríos de la región, pero si es un inicio, es una evaluación que puede ser modificada y aplicada en otras fuentes hídricas de la zona y esta es una de las visiones que tiene el PDPMM a futuro (PDPMM, 2015).

Por otra parte, esta evaluación a diferencia de otras generó un índice para cada Cartilla (A y B). Por un lado, para la Cartilla A (**Tabla 2**) el cálculo permite comparar el estado ecológico de las variables que cambian en mayores lapsos de tiempo, con la finalidad de observar el cambio de estas en verano e invierno. Trabajos como el de Gutiérrez y Ramírez (2016) plantean la necesidad de que este tipo de evaluaciones tengan en cuenta los cambios según la estacionalidad climática. Además, se encontró que la Cartilla A contiene una mayor cantidad de variables que están significativamente más relacionadas con la temperatura y los sólidos suspendidos (Macuroy *et al.*, 2017), como lo son aquellas variables de estado de las orillas y del flujo (CNMI, 2018). Por otro lado, se calculó el índice para la Cartilla B (**Tabla 3**), que contiene variables que cambian más rápido en el tiempo. Sin embargo, esta también contiene variables que son de seguimiento para el monitoreo constante, razón por lo cual solo son informativas y no tienen puntajes para la determinación del estado ecológico. Por último, se generó un índice más robusto e integral sobre el promedio del puntaje de las dos cartillas, obteniendo un Puntaje Total (**Tabla 5**) a partir del cual se determina el Estado Ecológico Final.

Se consideró darle mayor peso al puntaje de la Cartilla A, pues esta posee una mayor cantidad de variables que han sido comprobadas como buenos indicadores de calidad (Ballesteros *et al.*, 2015). Asimismo, en el Monitoreo #3 (Tabla 4), lugar considerado en “mal estado ecológico”, se puede evidenciar que la Cartilla A lo clasifica en “Mal estado” mientras que la Cartilla B arroja un “Buen

estado” del sistema. Esto se debe a las variables de la Cartilla A, ya que estas permiten observar los cambios que perduran en el tiempo, mientras que la Cartilla B muestra los cambios más recientes, que en ocasiones duran de un día a otro, como el olor y color del agua. Esto puede indicar que el sistema, en general y a largo plazo, se ha deteriorado y no está en un estado aceptable. Mientras que la Cartilla B muestra que en el momento de la toma del dato el sistema no estaba viéndose afectado directamente en esos días. Esto puede suceder porque, desde hace ya bastante tiempo, el punto del Monitoreo # 3 fue modificado debido al paso de la trocha y a la construcción de un puente que ahora está en ruinas, dejando el rastro de una zona que fue degradada, pero en donde la hierbas ahora están creciendo, mostrando su regeneración actual, explicando así los resultados de las dos cartillas.

Por lo anterior, se decidió calcular el estado ecológico de la Cartilla A y B por separado y, además, obtener el Estado Ecológico Final del promedio de las dos cartillas. Esto evidencia un resultado más integral que contempla el estado histórico-reciente y el estado presente del sistema.

En cuanto a los Monitoreos #1 y #2, estos entraron en la categoría “Buen Estado” (**Tabla 5**), correspondiendo a la condición real de estos lugares, validando la evaluación. Aun así, se ve la necesidad de hacer una mayor toma de datos en más puntos de muestreo para determinar con mayor peso su eficacia y validez. Es importante mencionar que, lo anterior, no se realizó por una limitación de tiempo y recursos para poder movilizarse a la zona y dentro de la misma.

A partir de las evaluaciones consultadas, en general, para las categorías del índice se obtiene el puntaje máximo y mínimo posible y esos rangos se dividen equitativamente en un número de categorías como en el caso de la Evaluación de la Calidad Ecológica de Puerto Rico (Gutiérrez y Ramírez, 2016). Sin embargo, se diferencia de dichas evaluaciones en el número de categorías y los rangos de puntajes, como en caso de Rodríguez *et al.* (2018), el cual presenta solo 4 categorías divididas según puntajes que van de 0 a 2, siendo 2 el valor óptimo y 0 el peor valor; mientras que la evaluación de Gutiérrez *et al.* (2016) presenta 7 categorías para la clasificación de la calidad del agua, con un puntaje que va de 0 a 10; pero todos los rangos de las variables son muy similares, teniendo entre 3 a 5 rangos por variable. En esta evaluación se optó por una escala de 1 a 10 para hacerla sencilla a la hora de determinar los rangos de los puntajes, porque la mayoría de las variables tenían 5 rangos y para facilidad se decidió determinar cada rango con un número entero 1,3,5,7 y 10. Lo anterior teniendo en cuenta a futuro, la posibilidad de ser un índice manejado por la misma comunidad.

Al igual que otras evaluaciones como la ERPBIO (Gaytán *et al.*, 2012), esta evaluación rápida permite la generación de bases de datos de monitoreo, pero la diferencia radica en que se ha diseñado para que sea un trabajo en conjunto entre las comunidades y el PDPMM. En donde las comunidades sean las que hacen el monitoreo a través de la herramienta informática WhatsApp y le envíen la

georreferenciación del lugar y la foto de las Cartillas diligenciadas al PDPMM, para que se procesen los datos. Lo anterior, facilita el movimiento de información, teniendo en cuenta las condiciones del lugar, así como la dificultad para llegar a las áreas de estudio, debido a la condición de las carreteras y el conflicto armado que se presenta en algunas zonas como en el Sur del Bolívar (Trejos, 2019). Se recomienda, que más adelante en el proceso, la sistematización de datos sea realizada por la misma comunidad, mediante la capacitación de una o dos personas para que generen las bases de datos, al igual que un aumento en los puntos de monitoreos a través del río o quebrada.

Por último, es necesario considerar que se han venido creando y aplicando evaluaciones que se concentran específicamente en las cualidades físicoquímicas del agua generando una gran pérdida de información pues no se observan los cambios que tiene en conjunto el sistema (Castro *et al.*, 2014). Por ejemplo, la pérdida del contexto el cual incluye los procesos ecológicos y antrópicos que se están presentado, así como el acompañamiento de esto. Esto permite tener una visión más integral y acorde con la necesidad de avanzar hacia las evaluaciones con indicadores de sostenibilidad. Evaluaciones que tengan pocos indicadores que sean integrales y que velen por el desarrollo de una sostenibilidad (Castro *et al.*, 2014). Debido a su proceso, esta evaluación se encaminó hacia este tipo de nueva generación de indicadores, pues incluyó variables que determinan no solo el estado ecológico del sistema sino también los procesos antrópicos presentes. Estos últimos en cada comunidad son diferentes y es necesario respetarlos. El PDPMM como organización los ha acompañado por un largo tiempo y ha evidenciado la importancia de la evaluación rápida y el monitoreo en estas dos zonas. Por esto, surge el interés de la creación de la evaluación trabajando en conjunto y en diálogo con las comunidades, pero la evaluación realmente se implementará cuando la comunidad dentro de su proceso organizativo visibilice la relación de esta herramienta con la posibilidad de tomar acción frente a los problemas ambientales que los afectan.

## **5. CONCLUSIONES**

Se generó una evaluación rápida que permite categorizar el estado ecológico del lugar de muestreo y también generar un monitoreo de la zona, para obtener registros del cambio del sistema entorno al recurso hídrico. Esto se logró mediante la implementación de 2 cartillas: la Cartilla A de línea base y la Cartilla B de monitoreo de vigilancia; cartillas cortas, claras y de fácil aplicación para el río Boque (Simití- Bolívar) y la quebrada Buturama (Aguachica- Cesar).

La participación de las comunidades en el proceso fue clave para direccionar y situar la evaluación hacia sus realidades, procesos y necesidades con la finalidad de que sean ellos quienes a largo plazo lleven la aplicación de la evaluación. Por último, se identificó como recomendación la necesidad de

hacer mayores muestreos para validar la eficacia de esta evaluación.

## **6. AGRADECIMIENTOS**

Quiero darle un agradecimiento especial a las comunidades de Monterrey y Aguachica por colaborar, participar, aportar y permitir la realización de la evaluación.

Al Programa de Desarrollo y Paz del Magdalena Medio (PDPMM) por apoyar la creación de la evaluación, en especial al director del Observatorio de Paz Integral del Magdalena Medio (OPI) Santiago Camargo por su confianza, su conocimiento y por generar todos los medios necesarios para permitir el contacto y trabajo con las comunidades.

A Angela María Rodríguez y María Alejandra González, por su compañía, aportes y apoyo durante el proceso.

Por último, quiero expresar un mayor agradecimiento al Doctor Carlos Rivera, por confiar desde el principio en este trabajo. Su apoyo, guía, y colaboración fueron indispensables.



## 7. REFERENCIAS

- Arias, M. J., & Martín, A. (2016). *Evaluación de Lactuca sativa e Hydra attenuata como indicadores de toxicidad por minería del oro en agua del río Boque*. Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia.
- Ballesteros, F.C.JR., Pandan, M. A., Naddeo, V. & Belgiorno, V. (2015). Customization of the stream visual assessment protocol (SVAP) to evaluate the ecological condition of a polluted river: the case of Sarno river, Campagna Region, Italy. 14th International. Conference on Environmental Science and Technology 2015, Rodas, Grecia.
- Caro, D. (2019). Empezó el racionamiento de agua en el Cesar. *El pilón*. Recuperado de <https://elpilon.com.co/empezo-el-rationamiento-de-agua-en-el-cesar/>
- Vargas, M. F., Herrera, L. A., Guerrero, J. P., y Guerrero, L. G. (s.f). El programa de desarrollo y paz en el Magdalena Medio. Colombia. Recuperado de <http://www.desarrollo-alternativo.org/documentos/CINEP.pdf>
- Commonwealth of the Northern Mariana Islands. (2018). Stream Visual Assessment Protocol for the Commonwealth of the Northern Mariana Islands. Recuperado de [https://dcrm.gov.mp/wp-content/uploads/crm/Stream-Visual-Assessment-Protocol\\_CNMI\\_2018\\_32018\\_FinalV1.pdf](https://dcrm.gov.mp/wp-content/uploads/crm/Stream-Visual-Assessment-Protocol_CNMI_2018_32018_FinalV1.pdf)
- Lasso C. A., Señaris J.C., Alonso L.E. y Flores A. (Editores). (2006). Evaluación Rápida de la Biodiversidad de los Ecosistemas Acuáticos en la Confluencia de los ríos Orinoco y Ventuari, Estado Amazonas (Venezuela). Boletín RAP de Evaluación Biológica 30. Conservation International. Washington DC, USA. doi: 10.1896/ci.cabs.2006.rap30
- Gaytán, J., López, A. López, M., Pulido, G., Scott, W., Perez, B., y Villavicencio, M. (2012). Evaluación rápida de biodiversidad para estimar prioridad biológica (ERP BIO).
- Alcaldía Municipal de Simití. (2008-2011). Formulación. En *Esquema de Ordenamiento Territorial Simití Bolívar* (1-39).
- Gutiérrez, P. E., y Ramírez, A. (2016). Evaluación de la calidad ecológica de los ríos de Puerto Rico: principales amenazas y herramientas de evaluación. *Hidrobiológica*, 26(3), 433-441.
- Ramsar (2010). *Directrices para la evaluación ecológica rápida de la biodiversidad de las zonas costeras, marinas y de aguas continentales*, Informe Técnico de Ramsar núm. 1/núm. 22 de la serie de publicaciones técnicas del CDB. Secretaría de la Convención de Ramsar, Gland (Suiza), y Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica, Montreal (Canadá). ISBN 2-940073-31-7

- M. Castro, J. Almeida, J. Ferrer y D. Díaz, Indicadores de la calidad del agua: evolución y tendencias a nivel global. *Ingeniería Solidaria*, vol. 10, n° 17, pp. 111-124, en.-dic., 2014. doi: <http://dx.doi.org/10.16925/in.v9i17.811>
- Medellin, S. (2016). *Protocolo para el Monitoreo de Turberas en Páramos Colombianos* (Tesis de pregrado). Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá
- Macuroy J., Devanadera M.C., Roxas E., Salvacion A. y Sandalo R. (2017). Reliability of the Stream Visual Assessment Protocol as a River Quality Evaluation Tool for Aborlan River, Philippines. *15th International Conference on Environmental Science and Technology 2017*, Rodas, Grecia.
- Meza, A. M., Rubio, J., Dias, L. G., y Walteros, J. M. (2012). Calidad de agua y composición de Macroinvertebrados acuáticos en la subcuenca alta del río Chinchiná. *Caldasia*, 34(2), 443-456.
- Picón, Y. A., & Ardila, J. (2013). Diagnóstico del Territorio Magdalena Medio: Gran acuerdo social Barrancabermeja 100 años, *5211699*, 127.
- PDPMM. (2015). Programa de Desarrollo y Paz del Magdalena Medio. <https://www.pdpmm.org.co/index.php/el-programa>
- Rodríguez, N. y Ramírez, A. Protocolo de evaluación visual de quebradas para Puerto Rico. Universidad de Puerto Rico, recinto de Río Piedras. Versión marzo 2018.
- Rodríguez, N. M. (2014). Adaptación del protocolo de evaluación visual de quebradas para Puerto Rico (Tesis de maestría). Universidad de Puerto Rico, Puerto Rico.
- Roldán, G. y Ramírez, J. J (2008). Fundamentos de limnología neotropical. Bogotá, Colombia: Editorial Universidad de Antioquia.
- Santos, C. L. (2016). *Evaluación de la presencia de Coliformes totales, Escherichia coli y Colifagos Somáticos como indicadores de contaminación fecal en las aguas del río Boque y su impacto en la salud de la población del corregimiento de Monterrey*. (Tesis de pregrado). Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia.

Trejos, L. F. (07, abril, 2019). El conflicto en ese otro mundo llamado sur del Bolívar. *La silla vacía*. Recuperado de <https://lasillavacia.com/silla-llena/red-caribe/conflicto-ese-otro-mundo-llamado-sur-de-bolivar-70725>

## **8. ANEXOS**

### **Anexo 1.**

**Mapa de la ubicación del municipio de Simití, centro poblado de Monterrey y el río Boque.**

**Anexo 2.**

**Mapa de la ubicación del municipio de Aguachica y la quebrada Buturama**



### Anexo 3.

#### Matriz de evaluación utilizada para seleccionar las variables para el protocolo

Variable	Fuente	Importancia	Protocolo y/o metodología	Facilidad de medición para personal poco capacitado	Conocimiento general del personal, necesario para el monitoreo	Facilidad en la obtención del dato sin herramienta de medición	Tiempo de medición hecho por cualquier tipo de personal	Baja necesidad de recursos monetarios (para herramientas de monitoreo)	Puntaje total
Turbidez	(Commonwealth of the Northern Mariana Islands (CNMI), 2018) (Rodríguez y Ramírez, 2018)	Afecta la penetración lumínica, afectando procesos como la fotosíntesis.	CNMI-SVAP PEVQPR	1	0	1	1	1	4
Temperatura	(CNMI, 2018) (Rodríguez, 2014)	Relaciona con la oxigenación del agua y como consecuencia en la proliferación de organismos como las algas.	CNMI-SVAP Adaptación del Protocolo de Evaluación Visual de Quebradas Para Puerto Rico	1	0	-1	-1	0	-1
Oxígeno disuelto	(Roldán <i>et al.</i> , 2008)	Consumido por animales y junto con la temperatura es posible calcular el % de saturación.	YSI	0	0	-1	0	-1	-2
Condición del canal	(CNMI, 2018) (Rodríguez <i>et al.</i> , 2018)	Indica los cambios en bordes y fondo que muestran alteraciones en el transporte de nutrientes y agua, condiciones que afectan el resto del sistema.	CNMI-SVAP PEVQPR	1	1	1	1	1	5
Alteración del flujo del canal	(CNMI, 2018) (Rodríguez <i>et al.</i> , 2018)	Cambio en la corriente del agua puede unirse con la variable "condición del canal".	CNMI-SVAP PEVQPR	1	0	1	1	1	4
Estabilidad de zonas ribereñas	(Commonwealth of the Northern Mariana Islands., 2018) (Rodríguez, 2014)	Estado de los bancos (orillas y terreno que limita con el flujo), identificando erosión. Muestra corrientes inestables, carga de sedimentos entre otros.	CNMI-SVAP	1	0	1	1	1	4
% Dosel /sombra	Commonwealth of the Northern Mariana Islands. (2018) (Rodríguez <i>et al.</i> , 2018)	Mayor capacidad de retención de oxígeno. Afecta el tipo de peces y de otros organismos presentes.	CNMI-SVAP PEVQPR	1	1	1	1	1	5
Hábitat disponible para especies nativas	(CNMI, 2018)	La resiliencia del sistema también depende de la variedad y abundancia en los hábitats disponibles.	CNMI-SVAP	0	-1	1	0	1	1
Presencia de basura	(CNMI, 2018)	Contaminación de la zona y aumento en nutrientes.	CNMI-SVAP	1	1	1	1	1	5
Apariencia de agua	(CNMI, 2018)	En caso de no poder medir características fisicoquímicas con una sonda multiparamétrica, esta variable es una	CNMI-SVAP -SVAP2	1	0	1	1	1	4

		buena opción. Puede dar una idea del cambio en los nutrientes del agua (CNMI, 2018).							
Presencia de invertebrados	(Meza, Días y Walteros, 2012)	Indicadores de las condiciones ambientales, ya que responden a las alteraciones temporales humanas.	SVAP2 (Colecta cuantificación y clasificación)	1	-1	-1	-1	0	-2
Profundidad	(Rodríguez <i>et al.</i> , 2018) (CNMI, 2018) (Rodríguez y Ramírez, 2008)	Permite calcular la profundidad del cuerpo de agua, es un dato necesario para obtener el caudal.	CNMI-SVAP PEVQPR	1	0	0	0	0	1
Ancho	(Roldán <i>et al.</i> , 2008) (CNMI, 2018) (Rodríguez <i>et al.</i> , 2018)	Permite calcular la profundidad del cuerpo de agua, es un dato necesario para obtener el caudal.	CNMI-SVAP	1	0	0	0	0	1
Velocidad	(Roldán <i>et al.</i> , 2008) (CNMI, 2018) (Rodríguez y Ramírez, 2008)	La distancia que recorre una masa de agua por unidad de tiempo. Además, es un dato importante para calcular el caudal	CNMI-SVAP PEVQPR	1	0	0	0	-1	0
Olor del agua	(CNMI, 2018)	Indicador del manejo del ganado o del material residual o condiciones anaerobias	CNMI-SVAP	1	1	1	1	1	5
Material del cauce	(CNMI, 2018)	Describir el estado del canal para mostrar cambios o deterioro. (Puede ir dentro del estado del canal)	CNMI-SVAP	1	1	1	1	1	5
Crecimiento plantas acuáticas	(CNMI, 2018) (Rodríguez <i>et al.</i> , 2018)	Puede indicar aumento en nutrientes.	CNMI-SVAP PEVQPR	-1	0	1	1	1	2
Vegetación presente o de los bancos	(CNMI, 2018) (Rodríguez y Ramírez, 2008)	Flora reduce cantidad de contaminantes que llegan al agua, generan microclimas, controla erosión, genera MO etc.	CNMI-SVAP PEVQPR	1	0	1	1	1	4
Incidencia antrópica	(CNMI, 2018)	Degradación y alteración de las funciones del sistema. Es una estimación numérica de la magnitud del impacto y la tendencia que genera la influencia humana sobre biota en un área determinada que se analiza.	CNMI-SVAP	1	1	1	1	1	5
pH	(Rodríguez, 2014) (Roldán <i>et al.</i> , 2008)	Representa los cambios de acidez y basicidad en el agua, cambiando condiciones del agua y del sistema.	Adaptación del Protocolo de Evaluación Visual de Quebradas Para Puerto Rico, YSI	1	-1	-1	1	-1	-1

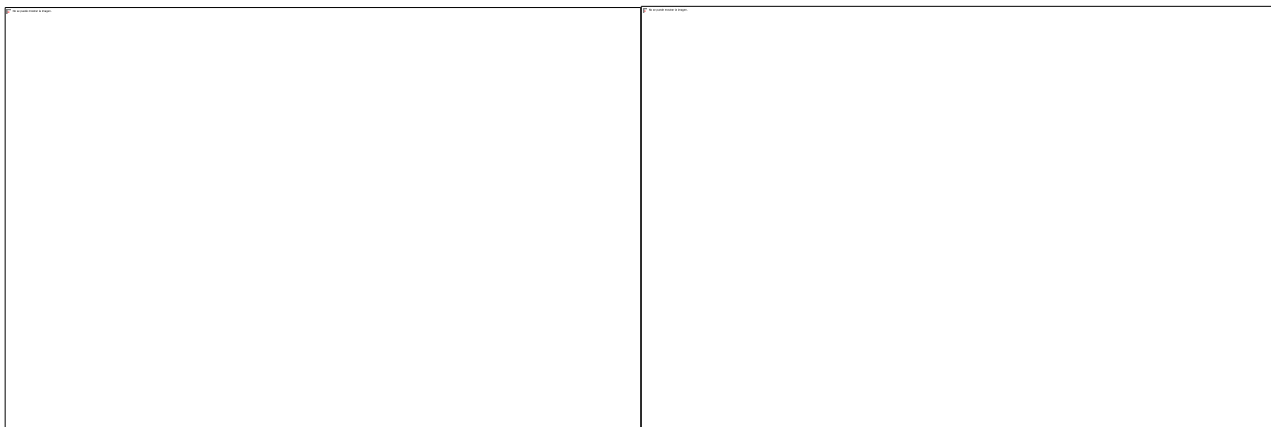
Nitratos	(Rodríguez, 2014) (Roldán <i>et al.</i> , 2008)	Algas y plantas, para la síntesis de proteínas, incorporan el nitrato en está forma química.	Adaptación del Protocolo de Evaluación Visual de Quebradas Para Puerto Rico, YSI	1	-1	-1	1	-1	-1
Conductividad	(Rodríguez, 2014) (Roldán <i>et al.</i> , 2008)	Expresa la cantidad de sales disueltas en el agua, siendo este un factor limitante para algunas especies. A mayor salinidad menor absorción y retención de oxígeno.	Adaptación del Protocolo de Evaluación Visual de Quebradas Para Puerto Rico, YSI	1	-1	-1	1	-1	-1
Sedimentos	(Rodríguez, 2014)	Muestra los sedimentos está arrastrando la corriente mostrando posible erosión en zonas altas del lugar.	Adaptación del Protocolo de Evaluación Visual de Quebradas Para Puerto Rico. Muestreados de bombeo.	-1	-1	-1	1	-1	-3
Coliformes fecales	(Santos, 2016).	Indicadores de la calidad del agua a nivel global. Relacionados con el manejo de la materia orgánica en asentamientos humanos	ISO 9308-1(2014) ISO 10705-2(2000)	1	-1	-1	-1	-1	-3
Composición del sustrato	(Rodríguez, 2014) (Roldán <i>et al.</i> , 2008)	Permiten clasificar el tipo de suelo y dan una idea del tipo de características que puede tener el sistema.	PEVQPR	0	0	1	0	1	2
Aspectos florísticos	(Lasso, Señaris, Alonso y Flores, 2006)	Identificar la flora más representativa del área.	Experto en taxonomía de plantas.	-1	-1	1	-1	1	-1
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO)	(Castro, Almeida, Ferrer y Díaz, 2014)	Mide cuanta materia orgánica que se está degradando en el sitio.	ICA con diferentes metodologías	1	-1	-1	1	-1	-1
Fosfatos totales	(Castro, Almeida, Ferrer y Díaz, 2014)	Junto con los nitratos son los responsables de la producción primaria.	ICA con diferentes metodologías	1	-1	-1	1	-1	-1
Impacto de la actividad humana sobre la biota del área de interés	(Gaytán, Lopéz, López, Pulido, Scott, Perez y Villavicencio, 2012)	Estima numéricamente la presión que tienen los asentamientos humanos sobre el lugar.	ERPPIO	1	1	1	1	1	5
Estado de conservación de área de interés (se toma como incidencia antrópica)	(Gaytán <i>et al.</i> , 2012)	Estimación numérica del grado de impacto sobre el área de interés	ERPPIO	1	1	1	1	1	5
Estado de conservación de la "Especie representativa" del área de estudio	(Gaytán <i>et al.</i> , 2012)	Estimación del estado de una especie representativa en el lugar teniendo en cuenta que su desaparición o cambio representan una transformación en la estructura total.	ERPPIO	0	0	0	-1	1	0



Importancia comercial de la "Especie representativa"	(Gaytán <i>et al.</i> , 2012)	Estimación numérica de la importancia comercial de la especie explotada.	ERP BIO	1	1	1	1	1	5
Importancia biológica del área de estudio con base a presencia de especies endémicas a nivel nacional.	(Gaytán <i>et al.</i> , 2012)	Estimación de la importancia de la zona de estudio dependiendo de la cantidad de especies endémicas a nivel nacional que se encuentren en el lugar.	ERP BIO	-1	1	1	0	1	2
Importancia biológica del área de estudio con base a presencia de especies endémicas a nivel estatal o regional.	(Gaytán <i>et al.</i> , 2012)	Estimación de la importancia de la zona de estudio dependiendo de la cantidad de especies endémicas a nivel estatal o regional en el lugar.	ERP BIO	-1	1	1	0	1	2
Importancia biológica de la zona en base a su relación con especies migrantes	(Gaytán <i>et al.</i> , 2012)	Estimación de la importancia de la zona de estudio dependiendo de la presencia de especies migrantes que estén bajo protección.	ERP BIO	0	-1	1	0	1	1
Importancia biológica de la zona en base a la presencia de especies migrantes que estén bajo protección por acuerdos nacionales o internacionales:	(Gaytán <i>et al.</i> , 2012)	Estimación de la importancia de la zona de estudio dependiendo de la presencia de especies es algún estado de protección nacional o internacional.	ERP BIO	0	-1	1	0	1	1
Importancia biológica del área de estudio con base a presencia del número de especies en algún estatus de protección.	(Gaytán <i>et al.</i> , 2012)	Estimación de la importancia de la zona dependiendo del número de especies en algún estado de protección en el lugar.	ERP BIO	1	0	1	0	1	3
Importancia biológica del área de estudio con base a presencia de especies según el estatus de protección.	(Gaytán <i>et al.</i> , 2012)	Estimación de la importancia de la zona dependiendo del estatus de protección que tengas las especies.	ERP BIO	0	-1	1	0	1	1
Importancia ecológica y de conservación del área de interés.	(Gaytán <i>et al.</i> , 2012)	Es una estimación que se basa en las áreas naturales protegidas.	ERP BIO	0	-1	1	0	1	1

#### Anexo 4.

#### Fotografías de los talleres teórico-prácticos realizados con la comunidad



a) Fotografía taller teórico-práctico realizado con las comunidades a) Taller realizado junto con el Luis Daniel Hernández en la zona alta de la quebrada Buturama b) Taller realizado con los estudiantes del grado 11° de la Institución Educativa de Monterrey, Simití – Bolívar.

Anexo 5.

Puntajes determinados para cada variable en la Cartilla A

CARTILLA A											
Monitoreo de línea base											
	Nivel de actividad humana							Variables	Rango	Puntaje	
	Puntajes										
Tipo de actividad humana		Muy alta	Alta	Media	Baja	Muy baja	Ninguna	Orillas	Tipos de orillas		
	Minería	0	1	3	5	7	10		Orillas expuestas		1
	Extracción de petróleo								Orillas poco estables		5
	Cultivos								Orillas estables		10
	Ganadería							Alteración de flujo	Tipo de alteraciones	Puntaje	
	Asentamiento humano	Muy alterado	1								
	industria	Poco alterado	5								
	Otro ¿Cuál?	Informativo						No alteración	10		
	No presenta	10						% Capa de ramas y hojas que cubre el río y el suelo (Dosel)	Nivel de cobertura	Puntaje	
Cantidad de vegetación							No cubierta (0%)		1		
Puntajes							Poco cubierta (10-20 %)		3		
Tipo de vegetación		Poca	Moderada	Gran cantidad	Totalidad del lugar	-	Cobertura moderada (30-50%)		5		
	Árboles	3	5	7	10	-	Alta cobertura (60-80%)		7		
	Arbustos	3	5	7	10	-	Gran cobertura o total cobertura (90-100%)		10		
	Hierbas	1	3	3	5	-					
	Plantas Acuáticas	7	5	3	1	-					
	Ninguno	1	1	1	1	-	Machas de aceite		Puntaje		
Suelo	Color		X	Textura		X		Color	Informativo		
	Negro	Informativo	Informativo	Fina		Informativo	Cantidad	1			
	Beige / crema			Arcillosa							
	Rojo / ladrillo			Moderadamente gruesa							
	Amarillo			Gruesa							
	Otro ¿Cuál?			Otro ¿Cuál?							

**Anexo 6.**

**Puntajes determinados para cada variable en la Cartilla B**

CARTILLA B Monitoreo de vigilancia					
Variables	Rango		Variables	Rango	
Apariencia y claridad del Agua	<b>Tipos de apariencia</b>	X	Color del agua	<b>Tipos de colores</b>	X
	Muy turbia	1		Negro	1
	Turbia	5		Verde-azul	1
	Ligeramente turbia	7		Marrón	5
	Agua clara	10		Amarillo	5
Basura inorgánica en el agua	<b>Cantidad de basura</b>	X	Basura orgánica en el agua	Rojizo/ ladrillo	5
	Mucha Basura	1		Transparente	10
	Poca basura	5		<b>Cantidad de basura</b>	X
	No hay basura	10		Mucha Basura	1
Olor del agua	<b>Tipo de olor</b>	X	Animales en peligro	Poca basura	5
	Muy fuerte	1		No hay basura	10
	Fuerte	3		<b>Nombre</b>	<b>Cantidad</b>
	Moderado	5	Informativo		
	Poco olor	7	<b>Plantas en peligro</b>	<b>Nombre</b>	<b>Cantidad</b>
	Olor natural	10		Informativo	
<b>Velocidad (m/s)</b>	Informativo		<b>Machas de aceite</b>	Color	Informativo
<b>Profundidad y Ancho (m)</b>	Informativo			Cantidad	1
<b>Hechos raros</b>	Informativo				

**Anexo 7.**

**Resultados de los monitoreos realizados en la quebrada Buturama y el río Boque, junto con el cálculo del Estado Ecológico para carada Cartilla por separado y el total.**

		Quebrada Buturama (Aguachica - Cesar)						Río Boque (Monterrey-Simití-Bolívar)	
		Monitoreo #1		Monitoreo #2		Monitoreo #3		Monitoreo #4	
		15° 40'8" N 45° 49'7" W		8°22'56" N 73° 31'41" W		8° 19'24" N 73°35'24 W		7° 44'21" N 74° o'44" W	
Cartilla A	Variable	Rango	Puntaje	Rango	Puntaje	Rango	Puntaje	Rango	Puntaje
	Tipo y nivel de actividad humana	No presenta - ninguno	10	No presenta - ninguno	10	Carretera y puente - Alto	1	Pueblo - Muy alta	0
	Dosel-Lado 1	Cobertura Moderada	5	Cobertura Moderada	5	No cubierta	1	Poco cubierta	3
	Dosel-Lado 2	Gran cobertura	10	Gran cobertura	10	No cubierta	1	Poco cubierta	3
	Dosel- sobre el río	Cobertura Moderada	5	Cobertura Moderada	5	No cubierta	1	No cubierta	1
	Orillas-Lado 1	Orillas estables	10	Orillas estables	10	Orillas expuestas	1	Orillas poco estables	5
	Orillas-Lado 2	Orillas estables	10	Orillas estables	10	Orillas expuestas	1	Orillas poco estables	5
	Alteración flujo	No alteración	10	No alteración	10	No alteración	10	Muy alterado	1
	Tipo de vegetación	Arboles - Gran cantidad	7	Arboles - Gran cantidad	7	Hierbas-Poca	1	Mixto	10
	Tipo de vegetación	Arbustos - Gran cantidad	7	Arbustos - Gran cantidad	7	-	0	-	0
	Total Cartilla A	9		9		3		3	
	Estado Ecológico A	<b>Buen estado</b>		<b>Buen estado</b>		<b>Mal estado</b>		<b>Mal estado</b>	
Cartilla B	Apariencia y claridad del Agua	Clara	10	Clara	10	Clara	10	Ligeramente turbia	7
	Color del agua	Transparente	10	Transparente	10	Transparente	10	Verde -azul	1
	Basura Orgánica	No hay basura	10	Poca Basura	5	Poca Basura	5	No hay basura	10
	Basura Inorgánica	Poca Basura	5	No hay basura	10	Poca Basura	5	No hay basura	10
	Olor del agua	Natural	10	Natural	10	Natural	10	Natural	10
	Manchas de aceite (informativo)	Ausentes	Informativo	Ausentes	Informativo	Ausentes	Informativo	Ausentes	Informativo
	Puntaje total cartilla B	9		9		9		7	

	Estado Ecológico B	Buen estado	Buen estado	Estado aceptable	Estado aceptable
Puntaje total A y B		9	9	6	5
Estado ecológico FINAL		Buen estado	Buen estado	Estado aceptable	Estado regular