

## TABLA DE CONTENIDO

<b>8</b>	<b>PROGRAMA DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO DEL PROYECTO.....</b>	<b>8.1-1</b>
8.1	MEDIO ABIÓTICO .....	8.1-1
8.1.1	Monitoreo de cursos de agua superficiales durante instalación y la operación .....	8.1-1
8.1.2	Monitoreo y seguimiento a la calidad del aire y ruido .....	8.1-10
8.1.3	Monitoreo y seguimiento a la calidad del agua subterránea .....	8.1-12
8.1.4	Programa de monitoreo y seguimiento para el control de macrófitas acuáticas y residuos vegetales flotantes .....	8.1-13
8.1.5	Seguimiento al manejo y disposición de residuos sólidos domésticos e industriales 8.1-15	
8.1.6	Monitoreo y seguimiento a la disposición de excedentes de excavación .....	8.1-22

---

---

## LISTA DE TABLAS

Tabla 8.1-1 Puntos de muestreo para el monitoreo de la influencia de residuos líquidos domésticos e industriales del proyecto y de obras .....	8.1-2
Tabla 8.1-2 Parámetros para el monitoreo de calidad de aguas en cursos de agua naturales en el área de influencia de obras .....	8.1-5
Tabla 8.1-3 Monitoreo para el manejo de residuos líquidos domésticos del proyecto .....	8.1-5
Tabla 8.1-4 Monitoreo para el manejo de residuos líquidos industriales del proyecto .....	8.1-6
Tabla 8.1-5 Métodos analíticos de APHA para características fisicoquímicas del agua .....	8.1-6
Tabla 8.1-6 Concentraciones límite de calidad de agua según su uso de acuerdo con el Decreto 1594 de 1984.....	8.1-7
Tabla 8.1-7 Remociones de cargas contaminantes en sistemas de tratamiento de acuerdo con el Decreto 1594 de 1984.....	8.1-9
Tabla 8.1-8 Puntos de monitoreo El Salado .....	8.1-10
Tabla 8.1-9 costos plan de manejo .....	8.1-11
Tabla 8.1-10 Parámetros para el monitoreo de calidad de aguas subterráneas en pozos de monitoreo .....	8.1-12
Tabla 8.1-11 Costos plan de manejo .....	8.1-13
Tabla 8.1-12 Parámetros y frecuencia de monitoreo calidad del agua (RAS 2000).....	8.1-21

---

## LISTA DE FIGURAS

Figura 8.1-1 Formato 1 para el seguimiento al manejo de residuos sólidos .....	8.1-17
Figura 8.1-2 Formato para el registro de seguimiento y control a disposición de residuos .....	8.1-18
Figura 8.1-3 Formato 2 para el seguimiento al manejo de residuos industriales .....	8.1-19
Figura 8.1-4 Formato para el seguimiento de la gestión de residuos .....	8.1-20

---

## **8 PROGRAMA DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO DEL PROYECTO**

En este capítulo, se incluyen los programas de seguimiento y monitoreo orientados a evaluar la eficacia de las medidas de manejo previstas para la atención de los impactos del proyecto y tener las herramientas básicas para determinar de manera oportuna los ajustes que requieran los manejos previstos, acordes con los resultados obtenidos.

Los programas de seguimiento y monitoreo, presentados aquí, se subdividen en los correspondientes medios abiótico, biótico y socioeconómico.

En cada uno de los anteriores, se presenta un programa de monitoreo que responde a evaluar la eficacia del manejo de uno o más impactos, de acuerdo con los objetivos establecidos. En los programas de seguimiento y monitoreo del medio abiótico, se incluyen los relacionados con el monitoreo de cursos de agua superficiales durante instalación, llenado y operación, la alteración de la calidad del aire por gases y partículas, niveles de ruido, manejo y disposición de residuos sólidos domésticos e industriales y a la disposición de excedentes de excavación; en los del medio biótico, se incluyen los monitoreos de los manejos relacionados con la cobertura vegetal y hábitat terrestres, a la restauración de ecosistemas de páramo y subpáramo, recate de flora y fauna, manejo y disposición del suelo y de la cobertura removida y el monitoreo de ecosistemas acuáticos; del medio socioeconómico, los relacionados con aspectos culturales, económicos, político administrativos y de infraestructura.

Cada programa incluye los objetivos, que hacen relación concreta a la evaluación que se pretende con el programa; los impactos manejados, de tal forma que se visualice con claridad el enfoque del seguimiento; los sistemas y componentes afectados, que corresponden a los identificados en el impacto; las medidas de manejo del impacto, que permite hilvanar el impacto identificado y evaluado con las medidas de manejo adoptadas y los indicadores determinados, cuyo valor inicial se establece en la caracterización ambiental; posteriormente se describen las medidas de monitoreo y seguimiento con sus actividades e indicadores, incluyendo la periodicidad y lapso de los muestreos, la duración del programa, los tipos de análisis a realizar, el tipo y período de reportes y los costos.

### **8.1 MEDIO ABIÓTICO**

#### **8.1.1 Monitoreo de cursos de agua superficiales durante instalación y la operación**

##### **8.1.1.1 Objetivos**

Evaluar las condiciones fisicoquímicas de las quebradas Angosturas, Páez, Móngora, Venaderos y El Salado que pueden ser afectadas por la construcción de las vías de acceso, las obras civiles para la instalación de la infraestructura de beneficio y transformación de materiales, la operación del campamento, talleres e instalaciones requeridas para la instalación y operación y la construcción, llenado y operación del embalse.

#### 8.1.1.2 Impactos manejados

Alteración de la calidad del agua  
Alteración del régimen de caudales durante llenado y operación  
Calidad de agua en el embalse

#### 8.1.1.3 Sistemas y componentes afectados

Los sistemas afectados son físico y biótico: Fauna y flora terrestre y acuática, cursos de agua superficiales, redes tróficas

#### 8.1.1.4 Medidas de manejo del impacto

Manejo del recurso hídrico  
Alteración de la cantidad del agua

#### 8.1.1.5 Medidas de seguimiento y monitoreo

##### 8.1.5.1.1. Alteración de la calidad del agua durante instalación

Para evaluar la calidad de cursos de agua naturales potencialmente afectados por las obras del proyecto, se consideraron los puntos de muestreo mostrados en la Tabla 8.1-1. Estos puntos corresponden a los localizados cerca de vertimientos domésticos e industriales y en el área de influencia de las actividades de transformación y beneficio y vías de acceso.

Los parámetros se muestran en la Tabla 8.1-2, la frecuencia de monitoreo en estos puntos será semestral, en épocas correspondientes a los períodos de aguas altas y aguas bajas.

Para evaluar la correcta operación de las unidades de tratamiento dimensionadas para aguas residuales industriales (sedimentadores y separadores API) y para el tratamiento de aguas residuales domésticas (trampas de grasas y plantas compactas), se monitoreará la calidad del agua antes de ingresar al sistema y a la salida del mismo.

En la

Tabla 8.1-2 Parámetros para el monitoreo de calidad de aguas en cursos de agua naturales en el área de influencia de obras, se sintetiza el programa de muestreo para los sistemas de tratamiento de los vertimientos de aguas residuales domésticas y en la

Tabla 8.1-3 Monitoreo para el manejo de residuos líquidos domésticos del proyecto y en la Tabla 8.1-4 Monitoreo para el manejo de residuos líquidos industriales del proyecto los correspondientes a las aguas residuales industriales. Los parámetros mostrados corresponden a los exigidos de acuerdo con el Decreto 1594 de 1984. Estos cuadros incluyen indicadores, puntos de muestreo, frecuencia y cuerpos de agua por monitorear.

**Tabla 8.1-1 Puntos de muestreo para el monitoreo de la influencia de residuos líquidos domésticos e industriales del proyecto y de obras**

Microcuenca	Quebrada o río	Código	Coordenadas		Observaciones
			E	N	
Angosturas	Quebrada Angosturas	MA-QA-02	1.131.070	1.309.553	Localizado aguas abajo de la confluencia de la quebrada Venaderos (denominado 2 en los monitoreos existentes)

Microcuenca	Quebrada o río	Código	Coordenadas		Observaciones
			E	N	
Angosturas	Quebrada Angosturas	MA-QA-03	1.130.192	1.308.143	Localizado aguas arriba de la confluencia de la quebrada San Andrés (denominado 3 en los monitoreos existentes)
La Baja	Quebrada la Baja	MB-QLB-01	1.130.059	1.307.950	Inmediatamente aguas abajo de la confluencia de las qdas. Angosturas y Páez (denominado 15 en los monitoreos existentes)
La Baja	Quebrada la Baja	MB-QLB-02	1.128.593	1.306.831	Inmediatamente aguas abajo de la confluencia de la qda. San Juan
La Baja	Quebrada la Baja	MB-QLB-03	1.127.554	1.306.275	Inmediatamente aguas abajo de la confluencia de la qda Chica Agua
La Baja	Quebrada la Baja	MB-QLB-04	1.126.649	1.305.509	Inmediatamente aguas abajo de la confluencia de la qda. Chorrerón
La Baja	Quebrada la Baja	MB-QLB-05	1.125.723	1.304.453	Previo a la confluencia con el río Vetas
Angosturas	Quebrada Hoyahonda	MA-QHH-01	1.131.059	1.309.701	Localizado entre las cotas 3450 -3500 msnm
Angosturas	Quebrada Venaderos	MA-QV-01	1.131.661	1.309.837	Localizado a 3500 msnm (denominado 4 en los monitoreos existentes)
Angosturas	Quebrada Venaderos	MA-QV-02	1.131.312	1.309.647	Localizado entre 3250 -3300 msnm (denominado 5 en los monitoreos existentes)
Angosturas	Quebrada El Mortiño	MA-QEM-01	1.131.579	1.309.527	Localizado a 3500 msnm (denominado 7 en los monitoreos existentes)
Angosturas	Quebrada El Mortiño	MA-QEM-02	1.131.070	1.309.553	Previo a su confluencia con la qda Angostura, posterior a la qda Venaderos (denominado 8 en los monitoreos existentes)
Angosturas	Quebrada El Mortiño	MA-QEM-03	No hubo señal de GPS		Previo a su confluencia con la qda Angosturas (denominado 6 en los monitoreos existentes)
Angosturas	Quebrada Potreritos	MA-QP-01	1.130.548	1.310.275	Localizado a 3500 msnm
Angosturas	Quebrada Potreritos	MA-QP-02	1.130.943	1.309.498	Previo a su confluencia con la qda Angosturas (denominado 9 en los monitoreos existentes)
Angosturas	Quebrada El Pozo	MA-QEP-01	1.132.361	1.309.045	Localizado entre 3400 – 3450 msnm (denominado 10 en los monitoreos existentes)
Angosturas	Quebrada El Pozo	MA-QEP-02	1.130.997	1.309.030	Previo a su confluencia con la qda Angosturas en la cota 3100 msnm (denominado 11 en los monitoreos existentes)
Angosturas	Quebrada san Andrés	MA-QSA-01	1.130.106	1.308.085	Previo a su confluencia con la qda. Angosturas
La Baja	Quebrada Aserradero	MB-QAS-01	1.129.599	1.307.542	Próximo a la confluencia con la qda Páez, en cercanías de Buenavista
La Baja	Quebrada San Juan	MB-QSJ-01	1.128.604	1.306.870	Próximo a la confluencia con la qda. Páez
La Baja	Quebrada La Catalina	MB-QLC-01	1.128.798	1.306.829	Localizado entre 2650 – 2700 m.s.n.m
La Baja	Quebrada Tiguarí	MB-QT-01	1.127.893	1.306.308	Localizado entre 2650 – 2700

Microcuenca	Quebrada o río	Código	Coordenadas		Observaciones
			E	N	
					msnm
La Baja	Quebrada Chica Agua	MB-QCA-01	1.127.572	1.306.312	Próximo a la confluencia con la qda Páez
La Baja	Quebrada Agualimpia	MB-QAL-01	1.127.135	1.303.087	Próximo a la confluencia con la qda Páez
Páez	Laguna Páez	MP-LP-01	1.133.696	1.307.527	Ubicada entre 3600 -3650 msnm
Páez	Quebrada Páez	MP-QP-01	1.130.963	1.307.689	Localizado entre 2850 – 2900 msnm (denominado 13 en los monitoreos existentes)
Páez	Quebrada La Herrera	MP-QLH-01	1.132.853	1.308.216	Localizada en el nacimiento de la quebrada en el camino hacia la laguna Paéz, a 3600 msnm
Páez	Quebrada La Perezosa	MP-QLP-01	1.130.395	1.308.027	Previo a su confluencia con la qda Paéz (denominado 12 en los monitoreos existentes)
Móngora	Quebrada Móngora	MM-QM-02	No hubo señal de GPS		Después de la confluencia de la qda la Virgen
Móngora	Quebrada Móngora	MM-QM-03	1.127.555	1.303.097	Antes de la confluencia con el río Vetás
Móngora	Laguna La Virgen	MM-LLV-01	1.132.629	1.305.047	Laguna La Virgen
Móngora	Quebrada La Virgen	MM-QLV-01	No hubo señal de GPS		Quebrada La Virgen antes de su confluencia con la quebrada Móngora
Quebrada Romeral	Quebrada Romeral	QR-QR-01	1.134.972	1.313.030	Localizado a 3600 msnm
Quebrada Romeral	Quebrada Romeral	QR-QR-02	1.134.530	1.312.196	Localizado a 2800 msnm, previo a la confluencia de la qda Crucecitas
Quebrada Romeral	Quebrada Romeral	QR-QR-03	1.135.626	1.313.978	Localizado antes de la confluencia de la qda El Arenal
Quebrada Romeral	Quebrada Romeral	QR-QR-04	1.136.621	1.315.602	Localizado antes de la confluencia de la qda Grande
Río Cucutilla	Río Cucutilla	RC-RC-01	1.137.513	1.317.257	Localizado aguas abajo de la confluencia de la qda Salina
Río Cucutilla	Río Cucutilla	RC-RC-02	1.138.513	1.318.059	Localizado previo a la confluencia de la qda Honda
Quebrada Romeral	Quebrada Crucecitas	QR-QC-01	1.134.972	1.313.030	Localizado antes de la confluencia de la qda Romeral
Quebrada Romeral	Quebrada El Arenal	QR-QEA-01	1.135.636	1.313.986	Localizado antes de la confluencia de la qda. Romeral
Quebrada Romeral	Quebrada Grande	QR-QG-01	1.136.640	1.316.220	Localizado antes de la confluencia de la qda. Romeral
Río Cucutilla	Quebrada La Cueva	RC-QLC-01	1.136.815	1.316.220	Localizado previo a su confluencia con el río Cucutilla
Río Cucutilla	Quebrada La Salina	RC-QLS-01	1.137.203	1.317.226	Localizado previo a su confluencia con el río Cucutilla
Río Cucutilla	Quebrada Honda	RC-QH-01	1.138.565	1.318.023	Localizado previo a su confluencia con el río Cucutilla
Río Vetás	Río Vetás	RV-01	1.127.544	1.303.087	Previo a la confluencia de la qda. Móngora
Río Vetás	Río Vetás	RV-02	1.125.823	1.304.396	Previo a la confluencia de la quebrada La Baja
Río Vetás	Río Vetás	RV-03	1.124.366	1.304.510	Aguas abajo de la población de California
Río Vetás	Río Vetás	RV-04	1.120.510	1.305.045	Previo a la confluencia del río Suratá
Río Suratá	Río Suratá	RS-01	1.120.580	1.305.383	Previo a la confluencia del río

Microcuenca	Quebrada o río	Código	Coordenadas		Observaciones
			E	N	
					Vetas
Río Suratá	Río Suratá	RS-02	1.108.130	1.283.477	Previo al sitio de toma de acueducto de Bucaramanga
Quebrada El Salado	Quebrada El Salado	903-MS-QS-01	1.135.252.8	1.303.769.0	Antes de la confluencia de la quebrada Laguna La Negra
Quebrada El Salado	Quebrada Laguna La Negra	903-MS-QLN-01	1.135.864.6	1.303.505.1	Previo a la confluencia a la quebrada El Salado
Quebrada El Salado	Quebrada El Salado	903-MS-QS-02	1.135.254	1.302.985	Después de la confluencia de la quebrada Laguna La Negra
Quebrada El Salado	Quebrada Laguna Larga	903-MS-QLL-01	1.134.934.8	1.303.470.2	Previo a la confluencia a la quebrada El Salado
Quebrada El Salado	Quebrada El Salado	903-MS-QS-03	1.134.379	1.302.901	Después de la confluencia de la quebrada Laguna Larga

**Tabla 8.1-2 Parámetros para el monitoreo de calidad de aguas en cursos de agua naturales en el área de influencia de obras**

Parámetro	Frecuencia
Color	Semestral
Demanda bioquímica de oxígeno	
Demanda química de oxígeno	
Nitratos	
Nitritos	
Dureza	
Sólidos suspendidos totales	
Sólidos totales	
Sulfatos	
Turbiedad	
Oxígeno disuelto	
pH / temperatura	
Coliformes fecales	
Coliformes totales	

**Tabla 8.1-3 Monitoreo para el manejo de residuos líquidos domésticos del proyecto**

Punto de monitoreo		Parámetros	Frecuencia
Campamento del contratista			
Trampa de grasas (2 puntos de muestreo)	Entrada a la unidad (1)	Caudal, pH, Temperatura, Grasas y aceites, Sólidos suspendidos, DBO <sub>5</sub> , Coliformes fecales y totales, SAAM, Sulfato, Nitrito, Nitrato	Semestral
	Salida de la unidad (2)	Caudal, Grasas y aceites.	Semestral
Planta compacta (1 punto de muestreo)	Salida del sistema (3)	Caudal, pH, Temperatura, Grasas y aceites, Sólidos suspendidos, DBO <sub>5</sub> , Coliformes fecales y totales,	Semestral

Punto de monitoreo		Parámetros	Frecuencia
		OD, SAAM, Sulfato, Nitrito, Nitrato	

**Tabla 8.1-4 Monitoreo para el manejo de residuos líquidos industriales del proyecto**

Punto de monitoreo		Parámetros	Frecuencia
Separador API (2 puntos de muestreo)	Entrada a la unidad (4)	Caudal, pH, Temperatura, Grasas y aceites, Sólidos suspendidos, DBO <sub>5</sub> , DQO, SAAM, Color, Turbiedad, Dureza total	Semestral
	Salida de la unidad (5)	Caudal, pH, Temperatura, Grasas y aceites, Sólidos suspendidos DBO <sub>5</sub> , DQO, SAAM, Color, Turbiedad, Dureza total	Semestral
Sedimentador (3 puntos de muestreo)	Salida de la unidad (6)	Caudal, pH, Temperatura, Grasas y aceites, Sólidos suspendidos, Sólidos totales, Sólidos sedimentables, DBO <sub>5</sub> , DQO, OD, SAAM, Dureza total, Color, Turbiedad	Semestral

Se realizarán muestreos semestrales (cubriendo los dos períodos climáticos), con una duración probable de una semana por cada campaña de monitoreo.

#### 8.1.5.1.2. Duración

El programa de muestreo es aplicable para las fases de instalación y operación.

- Tipos de análisis

Para todos los muestreos y análisis se tendrán en cuenta las Guías del IDEAM para el monitoreo y seguimiento del agua:

Guía para el monitoreo y seguimiento del agua

Guía para el monitoreo de vertimientos, aguas superficiales y subterráneas.

El monitoreo se organizará de acuerdo con los periodos de actividad para la descarga de los sistemas de tratamiento. De acuerdo con la actividad desarrollada es posible tomar muestras puntuales. En cada punto seleccionado se leerán los parámetros *in situ* (temperatura del agua, oxígeno disuelto, conductividad y pH) y se tomará la muestra para enviarla a un laboratorio con certificado de acreditación del IDEAM. Los análisis de laboratorio se realizarán siguiendo los procedimientos descritos en el "Standard methods for the examination of water and wastewater". En todos los casos no pasará un período mayor de 24 horas entre el momento de su recolección final y la recepción de la misma en el laboratorio.

Los métodos de determinación de variables fisicoquímicas en laboratorio se presentan en la Tabla 8.1-5.

**Tabla 8.1-5 Métodos analíticos de APHA para características fisicoquímicas del agua**

Ensayo	Referencia
--------	------------

Ensayo	Referencia
Aceites y grasas	S.M. 5520 – C
Color	S.M. 2120 – B
Demanda bioquímica de oxígeno	S.M. 5210 – B
Demanda química de oxígeno	S.M. 5220 – C
<i>E. coli</i> y coliformes totales	S.M. 9222 – B y D
Nitratos	S.M. 4500 NO <sub>3</sub> – E
Nitritos	S.M. 4500 NO <sub>2</sub> – B
Dureza	S.M. 2340 – C
Sólidos suspendidos totales	S.M. 2540 – D
Sólidos totales	S.M. 2540 – B
Sólidos sedimentables	S.M. 2540 – F
Sulfatos	S.M. 4500 – SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> E
Turbiedad	S.M. 2130 – B
SAAM	S.M. 5540 – C
Oxígeno disuelto	S.M. 4500 – OC
pH / temperatura	S.M. 4500 H <sup>+</sup> – B

La información obtenida a partir del programa de muestreo es una serie de concentraciones y caudales en el tiempo. El manejo de estos datos de acuerdo con la secuencia descrita a continuación, permitirá determinar el cumplimiento de los objetivos planteados anteriormente.

1. Comparar las concentraciones obtenidas en los cuerpos de agua receptores (puntos 2, 3, 5 y 6) con la legislación vigente (Decreto 1594 de 1984 para los usos posibles del agua en la zona: consumo humano y doméstico, uso agrícola, uso pecuario o para fines recreativos). Los valores de comparación se presentan en la Tabla 8.1-6.

**Tabla 8.1-6 Concentraciones límite de calidad de agua según su uso de acuerdo con el Decreto 1594 de 1984**

Criterios de calidad		Valor de acuerdo al uso						
Parámetro	Unidad	Admisible para consumo humano y doméstico. Para su potabilización se requiere solamente tratamiento convencional	Admisible para consumo humano y doméstico. Para su potabilización se requiere solo desinfección	Admisible para uso agrícola	Admisible para uso pecuario	Admisible para fines recreativos mediante contacto primario	Admisible para fines recreativos mediante contacto secundario	Admisible para uso estético

Criterios de calidad		Valor de acuerdo al uso						
Parámetro	Unidad	Admisible para consumo humano y doméstico. Para su potabilización se requiere solamente tratamiento convencional	Admisible para consumo humano y doméstico. Para su potabilización se requiere solo desinfección	Admisible para uso agrícola	Admisible para uso pecuario	Admisible para fines recreativos mediante contacto primario	Admisible para fines recreativos mediante contacto secundario	Admisible para uso estético
Color real	Unidades escala platino - cobalto	75	20	---	---	---	---	---
Oxígeno disuelto	% de saturación	---	---	---	---	70	70	---
Nitratos	mg N/l	10	10	---	---	---	---	---
Nitritos	mg N/l	1	1	---	10,0	---	---	---
Nitratos + Nitritos	mg N/l	---	---	---	100	---	---	---
pH	unidades	5,0 - 9,0	6,5 - 8,5	4,5 - 9,0	---	5,0 - 9,0	5,0 - 9,0	---
Sulfatos	mg SO <sup>-4</sup> /l	400,0	400,0	---	---	---	---	---
Tensoactivos (sustancias activas al azul de metileno)	mg/l	0,5	0,5	---	---	0,5	0,5	---
Turbiedad	UJT - Unidades Jackson de Turbiedad	---	10	---	---	---	---	---
Coliformes totales	NMP microorganismos/100 ml	20000	1000	---	---	1000	5000	---
Coliformes fecales	NMP microorganismos/100 ml	2000	---	---	---	200	---	---
Notas		(1)	(2)	(4), (5)	---	(6)	(6)	(8), (9), (10)

(1) No se aceptará película visible de grasas y aceites flotantes, materiales flotantes, radioisótopos y otros no removibles por tratamiento convencional que puedan afectar la salud humana

(2) No se aceptará película visible de grasas y aceites flotantes, materiales flotantes provenientes de actividad humana, radioisótopos y otros no removibles por desinfección, que puedan afectar la salud humana

(4) El NMP de coliformes totales no deberá exceder de 5.000 cuando se use el recurso para riego de frutas que se consuman sin quitar la cáscara y para hortalizas de tallo corto

(5) El NMP de coliformes fecales no deberá exceder 1.000 cuando se use el recurso para el mismo fin del literal anterior

(6) No se aceptará en el recurso película visible de grasas y aceites flotantes, presencia de material flotante proveniente de actividad humana; sustancias tóxicas o irritantes cuya acción por contacto, ingestión o inhalación, produzcan reacciones adversas sobre la salud humana

(8) Ausencia de material flotante y de espumas, provenientes de actividad humana

(9) Ausencia de grasas y aceites que formen película visible

(10) Ausencia de sustancias que produzcan olor

Se marcan en azul los valores más restrictivos de los asignados a los parámetros tenidos en cuenta en el Decreto.

2. Establecer el porcentaje de remoción en carga (utilizando la concentración y el caudal para los puntos) comparando la entrada con la salida de cada sistema y comparando los resultados con los valores exigidos en el Decreto 1594 de 1984 para vertimientos. Este mismo indicador es de utilidad para analizar la eficiencia de cada sistema y/o unidad. Los valores de comparación básicos se presentan en la Tabla 8.1-7.

**Tabla 8.1-7 Remociones de cargas contaminantes en sistemas de tratamiento de acuerdo con el Decreto 1594 de 1984**

Referencia	Usuario Existente	Usuario Nuevo
pH	5 a 9 unidades	5 a 9 unidades
Temperatura	< 40 °C	< 40 °C
Material flotante	Ausente	Ausente
Grasas y aceites	Remoción > 80% en carga	Remoción > 80% en carga
Sólidos suspendidos, domésticos o industriales	Remoción > 50% en carga	Remoción > 80% en carga
Demanda bioquímica de oxígeno:		
Para desechos domésticos	Remoción > 30% en carga	Remoción > 80% en carga
Para desechos industriales	Remoción > 20% en carga	Remoción > 80% en carga

Estos indicadores deben ser seguidos en el tiempo, evidenciando tendencias de comportamiento de acuerdo con la ocupación en el campamento, periodos climáticos, desarrollo de actividades en las diferentes fases, entre otros.

- Tipo y período de reportes.

Se elaborarán informes semestrales durante el periodo de instalación e informes anuales durante la operación, que contengan la siguiente información:

- Datos de campo y parámetros *in situ* (Temperatura, Caudal y pH con relación al tiempo de muestreo)
- Datos de laboratorio, resultados obtenidos (incluir técnicas utilizadas) y fotocopias de las custodias de las muestras.
- Análisis comparativo de los resultados obtenidos con la norma de vertimientos.
- Relación DQO/DBO – Biodegradabilidad.
- Análisis de los resultados obtenidos de la caracterización en cuanto a la cantidad de contaminantes aportados y su afectación al cuerpo receptor.

#### 8.1.5.1.3. Alteración de la calidad del agua en el embalse y aguas abajo

Este monitoreo se realiza para hacer el seguimiento de los impactos relacionados con la alteración de la calidad fisicoquímica del agua en embalse en la operación y los posibles cambios en la calidad fisicoquímica aguas abajo del embalse.

Las actividades a realizar consisten en monitorear los puntos que se listan a continuación, analizar los parámetros consignados en la

Tabla 8.1-2 y seguir los pasos descritos anteriormente.

**Tabla 8.1-8 Puntos de monitoreo El Salado**

Microcuenca	Quebrada o río	Coordenadas		Observaciones
Quebrada El Salado	Quebrada El Salado	1.134.379	1.302.901	Después de la confluencia de la quebrada Laguna Larga
Quebrada El Salado	Quebrada El Salado			Punto que se ubicará inmediatamente después de la confluencia de la quebrada El Botalón

#### 8.1.1.6 Costos

El monitoreo de las fuentes de agua y vertimientos tiene un costo de \$907.715.502

### 8.1.2 **Monitoreo y seguimiento a la calidad del aire y ruido**

#### 8.1.2.1 Objetivos

- Verificar la efectividad de las medidas de manejo y control de material particulado TSP, material respirable PM-10, gases y ruido.
- Verificar la afectación de la calidad del aire por las emisiones de material particulado TSP, material respirable PM- 10 y gases.
- Verificar la efectividad de las medidas de manejo y control de ruido.

#### 8.1.2.2 Impactos manejados

Alteración de la calidad del aire

#### 8.1.2.3 Sistemas y componentes afectados

Sistemas afectados físico y biótico: Suelos, agua, atmósfera, ecosistemas terrestres, ecosistemas acuáticos

#### 8.1.2.4 Medidas de manejo del impacto

Medidas de manejo en las vías del proyecto

Acciones en la zona de explotación, pilas de almacenamiento, infraestructura para molienda del mineral y escombrera

Acciones por perforación y voladuras

Acciones en relación con transporte, equipos y vehículos

Ensayos y modelamiento de la calidad del aire

#### 8.1.2.5 Medidas de seguimiento y monitoreo

A continuación se presentan los parámetros seleccionados para monitoreo y seguimiento; han sido determinados de acuerdo con las emisiones esperadas en las diferentes actividades a desarrollar en el proyecto minero:

- Descapote y manejo de cobertura vegetal, transporte y disposición de material estéril, extracción, transporte y beneficio del mineral, trituración y transporte de material triturado, nivel de inmisión de TSP, PM-10, gases, metales en el aire y ruido.
- Fuentes móviles: camiones y vehículos livianos: resuspensión de material particulado y emisiones de gases de combustión (SO<sub>2</sub> y NO<sub>x</sub> principalmente).
- Erosión eólica por superficies expuestas: niveles de inmisión de TSP y PM-10.

#### 8.1.5.1.4. Periodicidad y lapso de muestreo

Se deberá montar la red de monitoreo de manera permanente tomando muestras continuas durante 24 horas cada tercer día tal y como lo establece el decreto 02 del 1982.

La medición de la calidad del aire se realizará en las mismas estaciones donde se realizaron las mediciones de la línea base ambiental, con especial énfasis en aquellos sitios que el modelo matemático de dispersión determine como áreas sensibles para la operación minera

Estas estaciones son: Casco urbano de los municipios de Vetas, California, Suratá, antena Comcel, Matanza.

Cada seis meses se debe elaborar un reporte con los indicadores mencionados y correspondientes y soportes de obra. Así mismo cada seis meses se debe realizar una inspección visual de los procedimientos implementados.

Duración. Este programa de seguimiento y monitoreo tendrá la misma duración de la instalación del proyecto y durante la operación minera.

En relación con los niveles de presión sonora, trimestralmente se llevará a cabo un programa de monitoreo de ruido para verificar el cumplimiento de la legislación aplicable que es la Resolución 627 de 2006.

#### 8.1.5.1.5. Tipos de análisis

Análisis cada tercer día de los siguientes indicadores TSP, PM-10, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, As, Hg, CN.

Trimestralmente durante un día laboral y un día festivo se medirán los niveles de presión sonora. LB(A).

#### 8.1.5.1.6. Tipo y período de reportes

Se debe elaborar informes semestrales.

#### 8.1.2.6 Costos

El costo de este monitoreo a nivel anual se presenta en la siguiente tabla:

**Tabla 8.1-9 Costos plan de manejo**

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL (\$)
----------	--------	----------	----------------	------------------

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL (\$)
Alquiler TSP	muestra	120	100.000	12.000.000
Alquiler PM-10	muestra	120	100.000	12.000.000
Alquiler y análisis SO <sub>2</sub> y NOx	muestra	240	160.000	38.400.000
Medición gases metálicos (As, Hg, CN).	muestra	360	120.000	43.200.000
medición niveles de ruido	día	8	800.000	1.600.000
VALOR TOTAL PROGRAMA				\$ 112 000 000

### 8.1.3 Monitoreo y seguimiento a la calidad del agua subterránea

#### 8.1.3.1 Objetivos

Verificar la efectividad de las medidas de manejo y control de los sistemas de contención de aguas cianuradas.

Monitorear las aguas subterráneas a través de los pozos de monitoreo que serán instalados aguas abajo de las pilas y de la escombrera.

Detectar cualquier migración de sustancias cianuradas proveniente de las pilas de lixiviación.

#### 8.1.3.2 Impactos manejados

Alteración de la calidad del agua subterránea.

#### 8.1.3.3 Sistemas y componentes afectados

Sistemas afectados físico y biótico: Suelos, agua y ecosistemas acuáticos

#### 8.1.3.4 Medidas de manejo del impacto

Alteración de la calidad del agua subterránea

#### 8.1.3.5 Medidas de seguimiento y monitoreo

Para evaluar la calidad de las aguas subterráneas potencialmente afectados por las obras del proyecto, se tomarán muestras en los pozos de monitoreo que serán instalados aguas debajo de las pilas y de la escombrera.

Los parámetros se muestran en la Tabla 8.1-10, la frecuencia de monitoreo en estos puntos será mensual.

**Tabla 8.1-10 Parámetros para el monitoreo de calidad de aguas subterráneas en pozos de monitoreo**

Parámetro	Frecuencia
NaCN	mensual

Parámetro	Frecuencia
Ag	
Hg	
As	
Zn	
Sólidos suspendidos totales	
Sólidos totales	
Sulfatos	
Turbiedad	
Oxígeno disuelto	
pH / temperatura	
acidez	

#### 8.1.3.6 Tipos de análisis

Análisis cada mes de los parámetros mostrados en la Tabla 8.1-10.

#### 8.1.3.7 Tipo y período de reportes

Se debe elaborar informes mensuales con los resultados obtenidos y las mediadas llevadas a caso de detección de fugas de solución de los metales muestreados en concentraciones que causen impacto al ambiente.

#### 8.1.3.8 Costos

El costo de este monitoreo a nivel anual se presenta en el siguiente tabla:

**Tabla 8.1-11 costos plan de manejo**

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL (\$)
Monitoreo de aguas subterráneas	muestra	36	1500000	54 000 000
Total monitoreo de aguas subterráneas				54 000 000

#### 8.1.4 **Programa de monitoreo y seguimiento para el control de macrófitas acuáticas y residuos vegetales flotantes**

El presente programa, presenta los aspectos metodológicos para realizar el seguimiento y monitoreo para el control de macrófitas acuáticas y residuos vegetales flotantes, que sirva de base para ajustar las medidas de manejo previstas y eventualmente adoptar algunas adicionales.

#### 8.1.4.1 Objetivos

Establecer las actividades y procedimientos para realizar el seguimiento y monitoreo de la aparición, crecimiento y desplazamiento en el embalse de las macrófitas acuáticas y de residuos vegetales flotantes, que puedan ocasionar riesgos y alterar características fisicoquímicas de calidad de agua.

#### 8.1.4.2 Impactos manejados

Calidad del agua en el embalse

#### 8.1.4.3 Sistemas y componentes afectados

El sistema afectado es el físico y los componentes son agua y morfología y paisaje.

#### 8.1.4.4 Medidas de manejo del impacto

Prevención, mediante el control del desarrollo de poblaciones de macrófitas acuáticas en el embalse y de residuos vegetales flotantes, representados por troncos de árboles y arbustos.

#### 8.1.4.5 Medidas de seguimiento y monitoreo

El seguimiento y monitoreo, será mediante inspecciones periódicas, las cuales se realizarán durante el llenado y el primer año de operación con mayor intensidad y posteriormente durante la operación con menor intensidad.

El monitoreo se realizará mediante recorridos en el área del embalse, particularmente en las zonas de bahía, en donde se presentan condiciones más favorables para el desarrollo y acumulación de macrófitas.

Se tomará información en donde se identifique la aparición de macrófitas. Esta información incluirá la localización y cobertura aproximada de las mismas. De forma paralela, se registra la acumulación de restos vegetales flotantes para su retiro inmediato. La información de cada monitoreo, se registrará en cartografía con el fin de establecer los sitios más susceptibles y de mayor atención.

Se llevará la cuantificación de la cobertura de las macrófitas y restos vegetales retirados, para realizar los ajustes al control y la planeación de su disposición en áreas fuera del vaso del embalse.

##### 8.1.5.1.7. Periodicidad y lapso de muestreos

Los monitoreos se realizarán quincenalmente desde el llenado, cuando el embalse alcance aproximadamente la cota de la bocatoma y durante los primeros seis meses de operación.

A partir del sexto mes de operación, el monitoreo se realizará mensualmente durante la operación del proyecto. Los resultados obtenidos permitirán establecer la frecuencia con la que se deberá continuar este seguimiento.

##### 8.1.5.1.8. Duración

---

El monitoreo y seguimiento para el control de macrófitas y restos vegetales flotantes, se realizará durante el llenado y toda la operación del proyecto, como parte integral del manejo ambiental de la operación.

#### *8.1.5.1.9. Tipos de análisis*

Los análisis, involucrarán la determinación de las tasas de crecimiento de macrófitas, con base en la diferencia de cobertura en el tiempo, lo que permitirá diseñar la frecuencia del manejo.

La efectividad del manejo de los restos vegetales flotantes, se establecerá con base en la relación de cobertura de restos flotantes contra cobertura retirada.

#### *8.1.5.1.10. Tipo y período de reportes*

Se presentarán informes con los resultados de cada actividad de seguimiento en donde se indique la cobertura de macrófitas por especie y su localización.

Se presentará información con los resultados del manejo, indicando la cobertura de macrófitas retirada, la localización de su origen y el destino de las mismas.

Semestralmente, se presentará un informe consolidado del balance que muestre las coberturas de macrófitas y restos vegetales localizados con respecto a las retiradas, por área los sitios de disposición y el manejo dado.

#### **8.1.4.6 Costos**

El costo de este programa de seguimiento y monitoreo es de \$ 151.221.082

### **8.1.5 Seguimiento al manejo y disposición de residuos sólidos domésticos e industriales**

#### **8.1.5.1 Objetivos**

Establecer la efectividad de las medidas de planteadas para el manejo de los residuos sólidos domésticos e industriales.

#### **8.1.5.2 Impactos manejados**

Generación de residuos sólidos domésticos e industriales  
Pérdida y alteración de suelos  
Alteración de la calidad del agua  
Alteración de la calidad del aire

#### **8.1.5.3 Sistemas y componentes afectados**

El sistema afectado es el físico y los componentes son atmósfera, suelos, agua, morfología y paisaje

#### 8.1.5.4 Medidas de manejo del impacto

Programa de manejo de residuos sólidos, que incluye el manejo integral.

#### 8.1.5.5 Medidas de seguimiento y monitoreo

Seguimiento a la generación y disposición de residuos sólidos. Para realizar el seguimiento del manejo de los residuos sólidos, se establecerá un cronograma de recolección de residuos sólidos domésticos e industriales, y se establecerán las cantidades generadas por unidad de tiempo que serán confrontadas con las cantidades manejadas en cada una de las estrategias, con el fin de obtener los indicadores de gestión ambiental. Para lo anterior, se desarrollarán los siguientes indicadores:

- Peso de residuos sólidos comunes y especiales producidos
- Peso de residuos sólidos comunes aprovechados
- Volúmenes de residuos sólidos comunes dispuestos en el relleno sanitario
- Volúmenes de residuos de obra dispuestos en la escombrera

Las jornadas de recolección deberán quedar registradas mediante el uso de los formatos mostrados en la Figura 8.1-1, Figura 8.1-3 y Figura 8.1-4.



Figura 8.1-2 Formato para el registro de seguimiento y control a disposición de residuos

<b>REGISTRO DE SEGUIMIENTO Y CONTROL A DISPOSICIÓN DE RESIDUOS</b>					
<b>CENTRAL O INSTALACION:</b>			<b>RESPONSABLE AMBIENTAL:</b>		
<b>DIRECCION:</b>			<b>TELÉFONO: (de contacto en caso de emergencia):</b>		
<b>FECHA:</b>					
NOMBRE DEL RESIDUO	CANTIDAD		CONTENEDORES (Cuerpo, Bases, Empaques)		OBSERVACIONES
	Kilogramos	Litros	Tipo	Numero	
<b>Firma Responsable Ambiental:</b>					
<b>Teléfono:</b>					
<b>TRANSPORTADOR</b>					
<b>Nombre:</b>	<b>NOMBRE O PERSONA RESPONSABLE:</b>				
<b>Empresa:</b>	<b>DIRECCION:</b>			<b>TELÉFONO TRANSPORTADOR:</b>	
<b>IDENTIFICACION VEHICULO:</b>	<b>CANTIDAD TRANSPORTADA:</b>				
<b>OBSERVACIONES:</b>	<b>FIRMA:</b>				
<b>FECHA:</b>					
<b>DESTINATARIO</b>					
<b>NOMBRE EMPRESA:</b>			<b>DIRECCION:</b>	<b>TELÉFONO:</b>	
<b>RUC:</b>			<b>PERSONA RESPONSABLE O DE CONTACTO:</b>		
<b>TIPO DE DISPOSICION O TRATAMIENTO:</b>				<b>CANTIDAD:</b>	
<b>ANEXOS:</b>					

**Figura 8.1-3 Formato 2 para el seguimiento al manejo de residuos industriales**

<b>Resumen de los residuos industriales y vertidos de la mina</b>															
<b>Residuos industriales peligrosos</b>															
Tipo de Residuo	Unidad de medida	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total	
Aceites usados	kg													0.0	
Amianto y asbesto	kg													0.0	
Azufre	kg													0.0	
Baterías eléctricas	kg													0.0	
Cenizas de fuel oil	kg													0.0	
Disolventes y pinturas	kg													0.0	
Envases metálicos de 20 litros y menos	kg													0.0	
Envases metálicos de 209 l (tambores)	kg													0.0	
Envases plásticos de 20 l y menos	kg													0.0	
Envases plásticos de 209 l (tambores)	kg													0.0	
Grasa	kg													0.0	
Lana de vidrio	kg													0.0	
Lodos de plantas de aguas servidas	kg													0.0	
Mercurio	kg													0.0	
Mezclas de fuel oil/agua/hidrocarburos	kg													0.0	
Otros materiales contam. con grasa, aceite o hidrocarburos	kg													0.0	
PCB (en envases)	kg													0.0	
Pilas eléctricas (de cualquier tamaño)	kg													0.0	
Productos químicos descartados	kg													0.0	
Productos químicos varios	kg													0.0	
Residuos médicos (o patológicos)	kg													0.0	
Resinas usadas	kg													0.0	
Tóner	kg													0.0	
Transformadores y otros mat. con PCB	kg													0.0	
Tropos con grasa, aceite o hidrocarburos	kg													0.0	
Tubos fluorescentes	kg													0.0	
<b>Residuos industriales no peligrosos</b>															
Tipo de residuo	Unidad de medida	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total	
Carbones de grafito	kg													0.0	
Chatarra	kg													0.0	
Escombros	kg													0.0	
Filtros de cartucho de polipropileno	kg													0.0	
Filtros de paño, cartón o alambre	kg													0.0	
Lodos de plantas de agua potable	kg													0.0	

<b>Resumen de los residuos industriales y vertidos de la mina</b>															
Maderas	kg														0.0
Membranas de osmosis inversa	kg														0.0
Papeles y cartones	kg														0.0
Residuos generales varios	kg														0.0
Residuos provenientes filtración agua de río	kg														0.0
Vidrio	kg														0.0
Viruta metálica	kg														0.0
<b>Vertidos al agua</b>															
Tipo	Unidad de medida	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total	
Industrial	m <sup>3</sup>													0.0	
Sanitario	m <sup>3</sup>													0.0	
Pluvial	m <sup>3</sup>													0.0	
Otros	m <sup>3</sup>													0.0	

**Figura 8.1-4 Formato para el seguimiento de la gestión de residuos**

<b>GESTION DE RESIDUOS</b>	
<b>Central:</b>	_____
<b>Fecha de actualización:</b>	_____
<b>Responsable:</b>	_____

**Convenciones:**

- |                      |   |
|----------------------|---|
| 1. C: Convencionales | CA = Convencionales Aprovechables / CNA = Convencionales No Aprovechables |
| 2. P: Peligrosos     | PA = Peligrosos Aprovechables / PNA = Peligrosos No Aprovechables         |
| 3. E: Escombros      |   |

Tipo de Residuo	Clasificación	Separación en la fuente	Identificación	Ubicación	Destino Final

Monitoreo de calidad del agua en el relleno sanitario. De acuerdo con lo dispuesto por el RAS (2000), durante la operación del relleno sanitario se debe realizar monitoreo de calidad del agua. Este monitoreo se debe realizar en el punto más alto y más bajo del canal perimetral del relleno durante el período de mayor precipitación.

Las variables por analizar en cada uno de los monitoreos se presentan en la Tabla 8.1-12.

**Tabla 8.1-12 Parámetros y frecuencia de monitoreo calidad del agua (RAS 2000)**

<b>Monitoreo</b>	<b>Variable</b>	<b>Frecuencia</b>
Calidad del agua	pH, conductividad, oxígeno disuelto, nitritos, nitratos, DBO, DQO, Materia orgánica, amoníaco.	Anual

**8.1.5.1.11. Periodicidad y lapso de muestreos**

- Seguimiento a la generación y manejo de residuos sólidos. En cada una de las jornadas de recolección de residuos sólidos para su traslado al sitio escogido de disposición final, se registrará la información de los formatos. Con los resultados se elaborará un informe consolidado del seguimiento cada seis meses.
- Monitoreo calidad del agua. En la Tabla 8.1-12 se presenta la frecuencia de los monitoreos que deben realizarse en el relleno sanitario, de acuerdo con los requerimientos del RAS (2000).
- Duración. Este programa de seguimiento y monitoreo tendrá la misma duración de la etapa de instalación del proyecto. Durante la operación, el seguimiento de los residuos sólidos se presentará anualmente.

**8.1.5.1.12. Tipos de análisis**

- Seguimiento a la generación y disposición de residuos sólidos. El informe consolidado de la recolección de residuos sólidos debe permitir la comparación entre los volúmenes de residuos sólidos producidos y los efectivamente dispuestos y manejados en el relleno sanitario y el cumplimiento de las metas de reducción de generación de residuos no reciclables.
- Monitoreo calidad del agua. Se evaluará la posible alteración en las características de los cursos de agua, atribuibles a la operación del relleno sanitario, comparando los resultados de los análisis realizados aguas arriba y aguas abajo del área de drenaje del relleno.

**8.1.5.1.13. Tipo y período de reportes**

- Seguimiento a la generación y disposición de residuos sólidos. Cada seis meses se debe realizar un informe consolidado
- Monitoreo calidad del agua. Cada año se debe elaborar informe de resultados y análisis, correspondiente con cada monitoreo.

**8.1.5.6 Costos**

El costo de este programa considerando el periodo de construcción del proyecto, es de \$60.022.565.

## 8.1.6 Monitoreo y seguimiento a la disposición de excedentes de excavación

### 8.1.6.1 Objetivos

Realizar el seguimiento a la disposición de los excedentes de excavación provenientes de los diferentes frentes de obra del proyecto para establecer la eficacia de las medidas de manejo.

### 8.1.6.2 Impactos manejados

Alteración de la calidad del agua

Alteración de la calidad del aire

Pérdida de cobertura vegetal

Pérdida y alteración de suelos

### 8.1.6.3 Sistemas y componentes afectados

Sistemas afectados físico y biótico: Suelos, agua, atmósfera, ecosistemas terrestres, ecosistemas acuáticos

### 8.1.6.4 Medidas de manejo del impacto

Disposición adecuada de excedentes de excavación en zonas de depósito.

Prevenir la contaminación de corrientes de agua naturales con sólidos provenientes de excedentes de excavación.

Establecer las medidas de manejo de aguas y de recuperación de las áreas intervenidas.

### 8.1.6.5 Medidas de seguimiento y monitoreo

Indicador de materiales depositados (IMD): corresponde a la fracción de los materiales removidos por la construcción, que no es utilizable en la misma obra y por consiguiente es necesario trasladarla a las zonas de depósito.

Se requiere obtener la siguiente información:

- Volumen del material removido (VMR). Corresponde a todo tipo de material (descapote, roca, suelo, etc.) proveniente de las excavaciones realizadas en la construcción de vías, explotación de fuentes de materiales, adecuación de zonas para ocupación temporal, construcción de campamento y de las instalaciones en la zona industrial, tajo, pilas de lixiviación, entre otros.
- Volumen del material depósito (VMD): Es el volumen de materiales que es dispuesto en las zonas de depósito por considerarse excedentes de las excavaciones.
- Volumen de llenos (VML). Corresponde al material que será excavado y ubicado en llenos para adecuación de vías u otro tipo de construcción que requiera utilizar este material.

El índice de material depositado se obtiene así:

$$IMD = \frac{VMD}{VMR - VML}$$

Si todo el volumen de material removido se utiliza como llenos estructurales o se trasladan a la zona de depósito, el IMD es 1. Valores menores indican la persistencia del impacto por la inadecuada disposición de los excedentes de excavación que están siendo dispuestos en otro sitio. El volumen del material removido se obtendrá de las cantidades de obra ejecutadas y medidas a través de los ítems de pago. El volumen de material colocado en llenos se obtendrá de los registros del proceso de construcción, según el ítem de pago efectuado.

El volumen del material dispuesto en depósitos se obtendrá a partir de los acarrees de material a los depósitos y extensión ocupada por el material allí dispuesto. La superficie total expuesta por la construcción, será descrita por separado para cada sitio de obra y cada uno de los frentes de trabajo.

Indicador de superficies tratadas (IST): expresa la fracción de áreas expuestas a procesos erosivos por la remoción de cobertura vegetal durante las obras constructivas.

Se recopila la siguiente información:

- Superficie total expuesta por uso temporal durante la construcción (STE): corresponde a la extensión de todas aquellas obras donde se removerá la cobertura vegetal.
- Superficie total tratada (STT): se refiere a la extensión de aquellas áreas que fueron desprovistas de vegetación por su uso temporal durante la construcción del proyecto.

El indicador de superficies tratadas se obtiene mediante el siguiente indicador:

$$IST = \frac{STE}{STT}$$

Si los valores de IST son mayores que la unidad, significa la persistencia del impacto debido a que las áreas tratadas son menores que las expuestas por la construcción del proyecto. En este indicador se integran como áreas tratadas, aquellas que no requieren tratamiento.

La superficie expuesta a construcción con tratamiento se medirá directamente y se complementará con las cantidades de obra ejecutadas y pagadas.

Indicador de control de erosión (ICE): se obtiene a partir de la determinación de las áreas donde se realiza el control de erosión en los cuales se hayan obtenido resultados satisfactorios.

Se incluye la siguiente información:

- Superficie sometida a control de erosión ya estabilizada (SSCE): Comprende la extensión de zonas a las que se realizó el tratamiento para controlar procesos erosivos naturales o antrópicos y que han logrado su estabilidad.
- Superficie sometida a control (SCE): De acuerdo con lo definido en el indicador anterior.

El indicador de control de erosión se obtiene así:

$$ICE = \frac{SSCE}{SCE}$$

El valor esperado de ICE es la unidad. Valores menores indicarán que no se ha alcanzado el objetivo del tratamiento efectuado para controlar la erosión.

*8.1.5.1.14. Periodicidad y lapso de muestreo*

Cada seis meses se debe elaborar un reporte con los indicadores mencionados y correspondientes y soportes de obra. Así mismo cada seis meses se debe realizar una inspección visual de los procedimientos implementados.

Duración. Este programa de seguimiento y monitoreo tendrá la misma duración de la construcción del proyecto y durante la operación del embalse se continuará el control de los procesos erosivos.

*8.1.5.1.15. Tipos de análisis*

De acuerdo con los resultados de los indicadores aplicados, se definirá la eficiencia de los manejos implementados y se establecerán los ajustes que se requieran.

*8.1.5.1.16. Tipo y período de reportes*

Se debe elaborar informes semestrales.

**8.1.6.6 Costos**

El costo de este monitoreo es de \$ 23.629.869