

10.1.2.2. Planes de Monitoreo y Seguimiento Medio Abiótico.

A continuación, se presentan las estrategias para realizar el monitoreo y seguimiento a los programas de manejo establecidos para la atención de los impactos identificados en el medio abiótico:

10.1.2.2.1. PMS-ABI-01 - Monitoreo y seguimiento al plan de manejo de inestabilidades

<b>PROGRAMA</b>	Seguimiento y monitoreo al plan de manejo de inestabilidades	<b>CÓDIGO FICHA</b>
<b>ETAPA</b>	Operación y Cierre	PMS-ABI-01
<b>PLAN DE MANEJO ASOCIADO</b>		
PMA-ABI-01 - Programa para el manejo de procesos erosivos y estabilidad geotécnica		
<b>OBJETIVO GENERAL</b>		
Plantear el seguimiento y monitoreo a la efectividad de las actividades dentro del plan para el manejo de procesos erosivos y estabilidad geotécnica.		
<b>ACCIONES POR DESARROLLAR</b>		
<b>ACCIÓN 1</b>	Seguimiento a la demarcación de áreas por intervenir donde se realizará remoción de suelo	
<b>OBJETIVO ESPECÍFICO</b>	Seguir la demarcación del área material de las áreas intervenidas.	
<b>META</b>	Identificar y demarcar todas las áreas a intervenir, objeto de remoción de suelo.	
<b>DESCRIPCIÓN DE LA ACCIÓN</b>		
<p>Con el fin de determinar la efectividad de las demarcaciones realizadas en las áreas a intervenir, se debe llevar un registro de las áreas señalizadas y se informará al personal el manejo al que será sometida la superficie del terreno en dichas áreas.</p> <p>Los cálculos de las áreas y volúmenes a intervenir, acompañados de registros fotográficos y el mapa de avance de las áreas demarcadas e intervenidas, serán los soportes de seguimiento a utilizar y se incluirán en el informe de inspección geotécnica.</p>		
<b>ACCIÓN 2</b>	Seguimiento a la conformación y manejo de Cortes	

<b>PROGRAMA</b>	Seguimiento y monitoreo al plan de manejo de inestabilidades	<b>CÓDIGO FICHA</b>
<b>ETAPA</b>	Operación y Cierre	PMS-ABI-01
<b>OBJETIVO ESPECÍFICO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Monitorear las medidas de prevención y de control de zonas inestables donde se identifiquen procesos de erosión de suelos y/o formación de movimientos en masa generados por los cortes en los frentes de excavación.</li> <li>• Controlar el desarrollo de las actividades relacionadas a la prevención y control de la erosión y formación de movimientos en masa, con el fin de evitar y controlar inestabilidades en el terreno que puedan afectar el transcurso de las obras y actividades.</li> </ul>	
<b>META</b>	Mediante las medidas propuestas que parten de las buenas prácticas durante la excavación planteadas en el PMA-ABI-01, se considera necesario proteger y dar solución al menos al 90% de los sitios en donde se identifiquen procesos erosivos e inestabilidades en el área del proyecto.	
<b>DESCRIPCIÓN DE LA ACCIÓN</b>		
<p>El plan de monitoreo complementario al existente que se implemente debe responder en primera medida a las necesidades manifiestas de la operación logrando un balance entre calidad de información obtenida y su utilidad en la toma de decisiones. En este sentido, las alternativas que se manejan en el mercado en términos de monitoreo geotécnico de minas y canteras son muchas y variadas, cubriendo un amplio espectro según las necesidades particulares de la operación y el presupuesto disponible para tal fin. Así, hoy en día es posible encontrar desde los tradicionales puntos de control de movimientos (prismas) hasta sofisticadas herramientas de medición de desplazamientos mediante técnicas láser o de radar.</p> <p><b>Inspecciones Visuales de los Taludes por Parte de Personal Capacitado</b></p> <p>La mayor parte de las actividades que se llevarán a cabo en desarrollo de la visita de inspección geotécnica planteada, se relacionan con el seguimiento del manejo de cortes y su estado en general en términos de estabilidad. Como parte de estas actividades de seguimiento y monitoreo se estimarán las áreas que requieren una intervención pronta y efectiva por estar sujetas a procesos erosivos por pérdida de cobertura vegetal. Igualmente se verificará el estado de las medidas que se hayan implementado con anterioridad y se identificarán zonas inestables que requieran de atención inmediata o de estudios más detallados.</p> <p>En la práctica minera, la periodicidad de las inspecciones es un tema dinámico que viene dado en función de la importancia de la zona donde se efectúan los trabajos, si es una zona activa o inactiva de la mina, si existen antecedentes de inestabilidades o no, de las condiciones climáticas, entre otros. No obstante, para el caso particular de la operación objeto de la modificación, dada su extensión y localización, se considera apropiado llevar a cabo un recorrido mensual durante operación haciendo especial énfasis en sitios y momentos puntuales.</p> <p>En caso de identificar una condición que se considere especial o anómala, se podrán plantear medidas de seguimiento y monitoreo adicionales como: incremento en la frecuencia de realización de la visita de inspección para la zona específica, implementación de medidas adicionales de seguimiento (control topográfico, instalación de instrumentación, estudios específicos).</p> <p>Finalmente, para la etapa post-cierre se prevé la ejecución de visitas únicamente en caso de que durante la etapa de cierre se identifiquen zonas potencialmente inestables y que requieran una visita periódica, información que será incluida en el último informe de inspección visual suministrado a la Autoridad durante la etapa de cierre.</p> <p>Las labores de inspección visual de las obras previamente relacionadas se realizarán en función de las características de conformación y manejos de cortes establecido en la ficha PMA-ABI-01.</p>		

<b>PROGRAMA</b>	Seguimiento y monitoreo al plan de manejo de inestabilidades	<b>CÓDIGO FICHA</b>
<b>ETAPA</b>	Operación y Cierre	PMS-ABI-01

Se plantea que el registro de los hallazgos identificados se desarrolle a través de una serie de Fichas o Formatos de seguimiento en cuyo planteamiento se tomará como referencia general las recomendaciones dadas en la Guía metodológica para estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa del Servicio Geológico Colombiano. Este formato contendrá la siguiente información:

**1. Identificación de la obra.**

Presentar coordenadas del punto y una breve descripción de su ubicación, así como la orientación desde donde se realiza la inspección.

**2. Clasificación de la obra**

Establecer si corresponde a las excavaciones del Pit y/o a la adecuación de los terrenos para las zonas mineras.

**3. Fotografías y esquemas de detalle.**

Se llevará a cabo un registro fotográfico del punto analizado el cual en caso de ser necesario irá acompañado de esquemas que se consideren oportunos para describir la situación.

**4. Comentarios y observaciones.**

Consignar las observaciones y comentarios sobre la situación identificada, en cuanto su área afectada y posibles elementos vulnerables.

**5. Responsable.**

Nombre, identificación del responsable, fecha y cargo.

Estas fichas se plantearán por sitio identificado y serán parte de los soportes del seguimiento adelantado. En términos generales los aspectos a analizar y evaluar dentro de una visita de inspección incluyen:

- Identificación de grietas
- Geometría general de los taludes
- Identificación de acumulaciones de agua y condiciones superficiales de flujo
- Deformaciones excesivas

**Piezómetros**

Se destaca que estos elementos más que dar una información que defina un nivel de alarma en particular sirven para confirmar hipótesis de diseño y evaluar condiciones del nivel freático, permitiendo estar alerta ante posibles situaciones de riesgo que lleven a inestabilidades en los taludes. La localización y características particulares de estos instrumentos depende en gran medida del modelo geológico de la zona de estudio, así como de la red de instrumentos actualmente en uso. Actualmente la escombrera superior de la mina La Esmeralda cuenta tanto con piezómetros de tubo abierto tipo Casagrande como de tipo hilo vibrátil.

Por otro lado, la zona de influencia del proyecto es monitoreada con ocho piezómetros que permiten identificar las condiciones de flujo a través del medio poroso, su ubicación se presenta a continuación.

Tabla 4. Piezómetros instalados Mina La Esmeralda.

ID	Sist. Coord. Origen Único		Coord. Sistema Magna Sirgas Origen Bogotá		Cota (msnm)
	Este	Norte	Este	Norte	
Piezo-01	4 766 118	2 032 341	885 590	966 194	700

<b>PROGRAMA</b>	Seguimiento y monitoreo al plan de manejo de inestabilidades	<b>CÓDIGO FICHA</b>
<b>ETAPA</b>	Operación y Cierre	PMS-ABI-01

Piezo-02	4 766 675	2 03 2498	886 147	966 351	620
Piezo-03	4 766 593	2 033 053	886 065	966 906	650
Piezo-07	4 766 820	2 033 074	886 292	966 927	670
Piezo-08	4 766 615	2 033 423	886 087	967 276	670
Piezo-09	4 766 637	2 033 663	886 109	967 516	670
Piezo-10	4 766 841	2 033 675	886 313	967 528	650
Piezo-05	4 766 035	2 032 343	885 507	966 196	767

Fuente: Cemex (2020).

Para complementar el sistema de monitoreo en la zona de la mina y corroborar las condición de flujo subsuperficial, se prevé la instalación de dos piezómetros de hilo vibrátil para la zona noroeste y suroeste de la zona de extracción del título minero 6823. A continuación se presenta la ubicación recomendada de los piezómetros de hilo vibrátil a instalar (sujeto a ajuste en función de lo identificado en la zona).

Tabla 5. Piezómetros de hilo vibrátil proyectados a instalar Mina La Esmeralda (sujeto a ajuste en función de lo identificado en la zona).

ID	Sist. Coord. Origen Único		Coord. Sistema Magna Sirgas Origen Bogotá		Cota (msnm)
	Este	Norte	Este	Norte	
Piezo-11	4 766 649	2 033 963	886 121	967 816	665
Piezo-12	4 766 275	2 033 707	885 747	967 560	715

Fuente: Elaboración propia

La ubicación no es definitiva, podrá ser ajustada en la zona de influencia del Pit de extracción. Mientras que la profundidad de los sensores se definirá en función de los materiales identificados.

<b>PROGRAMA</b>	Seguimiento y monitoreo al plan de manejo de inestabilidades	<b>CÓDIGO FICHA</b>
<b>ETAPA</b>	Operación y Cierre	PMS-ABI-01

**Inclinómetros**

Con respecto a los inclinómetros, su ubicación está limitada por las actividades de operación minera y más allá de definir un valor límite o de alarma permiten establecer un control e identificación de posibles superficies de rotura. Para el caso de los trabajos objeto de estudio los inclinómetros ya instalados en la escombrera superior se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 6. Inclinómetros instalados en las escombreras del proyecto La Esmeralda año 2019.

Sitio de Instalación	Inclinómetro	Profundidad instalación (m)
Escombrera Superior	INC-01-19	15,0
	INC-02-19	10,0

Fuente: Ingeniería Geológica y Perforaciones - IGP - *Estudio geotécnico y análisis de estabilidad para escombreras de la mina La Esmeralda. IGP-PY-FO-016. (2019).*

Teniendo en cuenta el depósito que quedará expuesto, se propone la instalación de dos inclinómetros en la zona este del PIT, con el fin de verificar las condiciones de estabilidad en la zona. La ubicación se presenta a continuación.

Tabla 7. Inclinómetros proyectados a instalar en Pit La Esmeralda.

Sitio de Instalación	Sist. Coord. Origen Único		Coord. Sistema Magna Sirgas Origen Bogotá	
	Este	Norte	Este	Norte
PIT	4 766 793	2 033 806	886 265	967 659
	4 765 248	2 032 953	884 720	966 806

Fuente: Elaboración propia

<b>ACCIÓN 3</b>	Seguimiento a la restauración de las áreas intervenidas liberadas
<b>OBJETIVO ESPECÍFICO</b>	Seguir los procesos para iniciar la adecuada restauración de áreas degradadas y liberadas de manera progresiva para la etapa de cierre del proyecto.
<b>META</b>	Hacer uso adecuado de al menos el 70% del suelo y de la capa vegetal almacenados para el recubrimiento de zonas intervenidas donde no aflore roca fresca y así evitar el deterioro y formación de procesos de erosión y remoción en masa en zonas intervenidas y aledañas a éstas.

**DESCRIPCIÓN DE LA ACCIÓN**

Para reincorporar la capa orgánica del suelo en las áreas liberadas, se debe determinar la cantidad de suelo a incorporar, de acuerdo con la disponibilidad de material almacenado y el avance de las obras de restauración y reconfiguración de las áreas intervenidas durante las etapas de construcción y cierre. Las actividades de monitoreo y seguimiento pertenecientes a este

PROGRAMA	Seguimiento y monitoreo al plan de manejo de inestabilidades		CÓDIGO FICHA	
ETAPA	Operación y Cierre		PMS-ABI-01	
<p>proyecto en particular se encuentran detalladas en la ficha PMS-ABI-02.</p> <p>Los registros de los cálculos de áreas, el mapa de avance de obras de restauración y los registros fotográficos serán los soportes del seguimiento y se incluirán dentro del informe anual de inspección geotécnica.</p>				
INDICADORES DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO				
INDICADORES	DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR (FÓRMULA O EXPRESIÓN)	VALOR DE REFERENCIA	PERIODICIDAD	REGISTRO DE CUMPLIMIENTO
DA = AD / ATD *100	DA: Demarcación de áreas para remoción de suelos	Demarcación de áreas para remoción de suelos: <50% = Baja Eficiencia 50%<DA<80% = Mediana Eficiencia ≥80% = Eficiente	Semestral	Registro fotográfico - Informes de cumplimiento ambiental - ICA
$IST = \frac{STT (Ha)}{STE (Ha)} * 100$	IST: Índice de superficies tratadas	Índice de superficies tratadas: IST<50%=Baja Eficiencia 50%≤IST<90%=Mediana Eficiencia IST≥90%=Eficiente	Semestral	Registro fotográfico - Informes de cumplimiento ambiental - ICA
RS = SR / SP *100	RS: Zona preparadas para la Reincorporación de suelo	Zona preparadas para la Reincorporación de suelo: <50% = Baja Eficiencia 50%<RS<70% = Mediana Eficiencia ≥70% = Eficiente	Semestral (durante la etapa de cierre)	Registro fotográfico - Informes de cumplimiento ambiental - ICA
ACCIONES EN CASO DE BAJA EFICIENCIA				
<p>En caso tal que las actividades de seguimiento evidencien una baja eficacia, se reforzarán las capacitaciones al personal encargado de adelantar dichas labores, para garantizar la comprensión plena de las mismas.</p> <p>La baja eficacia se puede dar por el desarrollo simultáneo o avance acelerado de varios frentes de obra, que requieran una mayor dedicación de personal para el seguimiento adecuado, en cuyo caso se deberá reevaluar la cantidad necesaria del personal utilizado.</p>				

<b>PROGRAMA</b>	Seguimiento y monitoreo al plan de manejo de inestabilidades	<b>CÓDIGO FICHA</b>
<b>ETAPA</b>	Operación y Cierre	PMS-ABI-01
<p>Por otro lado, con el fin de evitar la baja eficacia es importante contar con personal idóneo y calificado para desarrollar las actividades planteadas.</p>		
<b>LUGAR DE APLICACIÓN</b>		<b>RESPONSABLE DE LA EJECUCIÓN</b>
El seguimiento y monitoreo se adelantan en todas las áreas del proyecto en donde se realice remoción de cobertura, descapote del suelo y excavaciones del Pit.		El seguimiento y monitoreo se adelantan en todas las áreas del proyecto en donde se realice remoción de cobertura, descapote del suelo y las excavaciones del Pit.
<b>CRONOGRAMA</b>		
<p>Las acciones de seguimiento y monitoreo se deben adelantar de manera permanente a lo largo de las diferentes etapas de la mina, es decir durante construcción, operación (entendiendo como operación toda la fase durante la cual CEMEX efectuará labores de extracción de materiales, incluyendo aquellos tiempos de cese de actividades ocasionados por diferentes factores) y cierre minero.</p>		
<b>PRESUPUESTO</b>		
<p>Estas actividades son consideradas como parte de las buenas prácticas de seguimiento a las actividades de excavación por lo que los costos de seguimiento y monitoreo de este programa, hacen parte del presupuesto establecido para la operación (en el que se incluyen aquellos periodos de cese de actividades) y cierre de la mina.</p> <p>No obstante lo anterior, se plantea un rubro anual que contemple los costos asociados a estudios y/o actividades de monitoreo adicionales que pudiesen llegar a ser requeridos como resultado de los hallazgos identificados dentro de las actividades de monitoreo y seguimiento definidas en el presente plan. Se estima que dicho rubro, alcance un valor anual del orden de: \$289.824.000 COP (el cual se prevé sea atendido directamente por personal de CEMEX). .</p>		

*10.1.2.2.1. PMS-ABI-02 - Monitoreo y seguimiento al Plan de Manejo de Suelos*

<b>PROGRAMA</b>	Monitoreo y seguimiento al Plan de Manejo de Suelos	<b>CÓDIGO FICHA</b>
<b>ETAPA</b>	Operación y cierre	PSM-ABI-02
<b>PLAN DE MANEJO ASOCIADO</b>		
PMA-ABI-02 Programa de Manejo de Suelos		

<b>PROGRAMA</b>	Monitoreo y seguimiento al Plan de Manejo de Suelos	<b>CÓDIGO FICHA</b>
<b>ETAPA</b>	Operación y cierre	PSM-ABI-02
<b>OBJETIVO GENERAL</b>		
<p>Establecer actividades para realizar seguimiento y monitoreo a la eficacia de las acciones propuestas en los programas de manejo de manejo del recurso suelo.</p>		
<b>ACCIONES POR DESARROLLAR</b>		
<b>ACCIÓN 1</b>	Seguimiento a la demarcación de áreas a intervenir, remoción y transporte de suelo	
<b>OBJETIVO ESPECÍFICO</b>	Precisar las acciones requeridas para evaluar la efectividad de las medidas de manejo en las áreas de remoción de suelo y su adecuado transporte y almacenamiento.	
<b>META</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Identificar y demarcar el 100% de las áreas a intervenir, objeto de remoción de suelo.</li> <li>● Remover y transportar al menos el 90% del suelo de las áreas a intervenir</li> <li>● Almacenar y preservar por lo menos el 70% del suelo y/o capa orgánica removida y almacenada.</li> </ul>	
<b>DESCRIPCIÓN DE LA ACCIÓN</b>		
<p>Con el fin de determinar la efectividad de las demarcaciones realizadas en las áreas a intervenir, se debe estimar la profundidad promedio de la capa orgánica del suelo antes de ser removida. Así mismo, una vez identificadas, se llevará registro de las áreas señalizadas y se informará al personal, el manejo al que será sometida la capa orgánica del suelo en dichas áreas.</p> <p>Los soportes de seguimiento a utilizar, serán los registros de sondeos y los cálculos de los volúmenes de capa orgánica de suelos según las áreas a intervenir, los registros fotográficos y el mapa de avance de las áreas demarcadas e intervenidas.</p>		
<b>ACCIÓN 2</b>	Seguimiento al reúso de suelo removido y almacenado	
<b>OBJETIVO ESPECÍFICO</b>	Realizar seguimiento para asegurar el cumplimiento del reúso del suelo removido en actividades de restauración.	
<b>META</b>	Reincorporar el 100% del volumen de suelo almacenado	
<b>DESCRIPCIÓN DE LA ACCIÓN</b>		

PROGRAMA	Monitoreo y seguimiento al Plan de Manejo de Suelos			CÓDIGO FICHA
ETAPA	Operación y cierre			PSM-ABI-02
<p>Se debe determinar la cantidad de suelo a incorporar como nuevo horizonte A, de acuerdo con la disponibilidad de suelo almacenado y el avance de las obras de restauración y reconfiguración.</p> <p>Los soportes de seguimiento a la restauración de áreas intervenidas serán los registros de los cálculos, el mapa de avance de obras de restauración y los registros fotográficos.</p>				
INDICADORES DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO				
INDICADORES	DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR (FÓRMULA O EXPRESIÓN)	VALOR DE REFERENCIA	PERIODICIDAD	REGISTRO DE CUMPLIMIENTO
Demarcación de áreas para remoción de suelos - DA	$DA = AD / ATD * 100$ AD: Área demarcada ATD: Área total a demarcar en el periodo	90 - 100% Cumple, ≤ 89% Incumple	semestral o de acuerdo a la necesidad cada vez que se adelanten las actividades puntuales	Cálculo de áreas a intervenir, registro fotográfico - Informes de cumplimiento ambiental - ICA
Remoción y transporte de suelo intervenido - RTS	$RTS = SRT / STD * 100$ SRT: Cantidad de suelo removido y transportado STD: Cantidad total de suelo en los lugares demarcados en el periodo	90 - 100% Cumple, ≤ 89% Incumple	semestral o de acuerdo a la necesidad cada vez que se adelanten las actividades puntuales	Cálculo de áreas a intervenir, plano de avances, registro fotográfico - Informes de cumplimiento ambiental - ICA
Almacenamiento y preservación de suelo -APS	$APS = SAP / STR * 100$ SAP: Volumen de suelo preservado y almacenado STR: Volumen de suelo removido	70 - 100% Cumple, ≤ 69% Incumple	semestral	Registro fotográfico - Informes de cumplimiento ambiental - ICA

PROGRAMA		Monitoreo y seguimiento al Plan de Manejo de Suelos			CÓDIGO FICHA
ETAPA		Operación y cierre			PSM-ABI-02
Reincorporación de suelo - RS	RS = $SRR / SA * 100$  SRR: Cantidad total de suelo removido reutilizado para la restauración de áreas SA: Cantidad de suelo Almacenado	90 - 100% Cumple, ≤ 89% Incumple	mensual o de acuerdo a la necesidad cada vez que se adelanten las actividades puntuales	Diseño de obras de restauración, registro fotográfico - Informes de cumplimiento ambiental - ICA	
ACCIONES EN CASO DE BAJA EFICIENCIA					
<p>En caso de baja y media eficacia en las actividades de seguimiento planeadas, será necesario el empleo de mayor cantidad de personal.</p> <p>Si se presenta baja eficiencia en las actividades de identificación y demarcación de áreas, se deberá considerar incluir equipos de sondeo adicionales, para acelerar la determinación de la profundidad promedio de la capa orgánica del suelo a remover y su delimitación.</p> <p>Si se presenta una baja o media eficacia en las actividades de retiro y transporte de la capa de suelo programadas en la medida de avance de las obras se procurará acelerar dichas actividades incluyendo más personal y más maquinaria para el retiro y transporte del material de suelo</p> <p>Para el caso que la preservación de suelo no arroje los resultados esperados, se deberán adelantar nuevos análisis de laboratorios con el fin de implementar acciones adicionales que garanticen una mayor eficacia del proceso.</p> <p>Si se presenta baja o media eficacia en las actividades de reincorporación del suelo, se deberá verificar la secuencia entre la preparación de las áreas a revegetalizar frente a las actividades de restauración, esto con el fin de estas dos actividades se realicen de manera sincronizada.</p>					
LUGAR DE APLICACIÓN				RESPONSABLE DE LA EJECUCIÓN	
El seguimiento y monitoreo se adelantan en todas las áreas del proyecto en donde se realice remoción de cobertura, descapote del suelo, destinadas como acopios temporales y áreas restauradas.				El programa debe ser ejecutado por el operador minero y será supervisado por la interventoría y coordinación ambiental. El equipo de trabajo está complementado con la cuadrilla ambiental de la Mina..	
CRONOGRAMA					

<b>PROGRAMA</b>	Monitoreo y seguimiento al Plan de Manejo de Suelos	<b>CÓDIGO FICHA</b>
<b>ETAPA</b>	Operación y cierre	PSM-ABI-02
<p>El seguimiento a la demarcación de áreas para remoción de suelos, remoción ,transporte, almacenamiento y preservación del suelo se realizará desde la etapa de pre operativa, en operación (años de explotación minera) y cierre. El seguimiento a la reincorporación del suelo se realizará en la etapa de cierre.</p>		
<b>PRESUPUESTO</b>		
<p>Los costos asociados al seguimiento a la demarcación de áreas a intervenir se encuentran incluidos en el programa de Seguimiento y monitoreo al plan de manejo de inestabilidades. Los costos de seguimiento al reúso de suelo removido y almacenado hacen parte del presupuesto establecido para la operación de la mina, grupo ambiental, por lo que no se generan rubros adicionales.</p>		

*10.1.2.2.1. PMS-ABI-03 - Monitoreo y seguimiento al Plan de Manejo de Aguas*

<b>PROGRAMA</b>	Monitoreo y seguimiento al Plan de Manejo de Aguas	<b>CÓDIGO FICHA</b>
<b>ETAPA</b>	Operación y cierre	PSM-ABI-03
<b>PLAN DE MANEJO ASOCIADO</b>		
PMA-ABI-03 Programa de Manejo de Aguas		
<b>OBJETIVO GENERAL</b>		
Realizar el seguimiento al cumplimiento de las medidas propuestas en el Plan de manejo de aguas del proyecto de explotación.		
<b>ACCIONES POR DESARROLLAR</b>		
<b>ACCIÓN 1</b>	Seguimiento al cuerpo de agua por ocupación de cauce.	
<b>OBJETIVO ESPECÍFICO</b>	Precisar las acciones requeridas para evaluar la efectividad de las medidas de manejo en el sitio de obra de ocupación de cauce en el río Coello.	

<b>PROGRAMA</b>	Monitoreo y seguimiento al Plan de Manejo de Aguas	<b>CÓDIGO FICHA</b>		
<b>ETAPA</b>	Operación y cierre	PSM-ABI-03		
<b>META</b>	Construcción de la obra de descarga de aguas del Pit garantizando la no afectación del río Coello.			
<b>DESCRIPCIÓN DE LA ACCIÓN</b>				
<p>Como actividad de seguimiento de la ocupación de cauce en el río Coello por la obra de descarga de aguas de escorrentía almacenadas en el PIT, se realizará monitoreo de calidad del agua del río Coello antes y después de la construcción de la obra de descarga, aguas arriba y aguas abajo.</p> <p>Los parámetros a monitorear corresponden a Caudal, pH, conductividad, turbiedad, color real, sólidos suspendidos totales, sólidos sedimentables, sustancias activas al azul de metileno (SAAM), dureza total, grasas y aceites, DBO, DQO, OD, los cuales serán comparados con lo establecido en el Decreto 1076 de 2015 (criterios de calidad del agua para diferentes usos).</p> <p>Los sitios de monitoreo corresponde a los puntos identificados en la caracterización del proyecto como FQ1 Y FQ2</p>				
Tabla 8. Localización punto de monitoreo en río Coello				
Punto de monitoreo	Coordenadas origen único nacional		Coordenadas geográficas	
	Norte	Este	Norte	Oeste
FQ1 (Río Coello aguas arriba)	2033858,04	4767011,69	4,30353	75,10006
FQ2 (Río Coello intermedio)	2033751,34	4767215,63	4,30257	75,09822

<b>PROGRAMA</b>	Monitoreo y seguimiento al Plan de Manejo de Aguas	<b>CÓDIGO FICHA</b>
<b>ETAPA</b>	Operación y cierre	PSM-ABI-03



Figura 1. Localización puntos de monitoreo en cuerpos de agua

<b>ACCIÓN 2</b>	Seguimiento al manejo de aguas lluvia y de escorrentía
<b>OBJETIVO ESPECÍFICO</b>	Realizar seguimiento al manejo, tratamiento y disposición adecuada de las aguas lluvia y de escorrentía que entran en contacto con el pit de explotación.
<b>META</b>	Garantizar que las aguas que llegan al pit de explotación sean tratadas, utilizadas, descargadas y que cumplan con los valores establecidos por la normatividad ambiental.

**DESCRIPCIÓN DE LA ACCIÓN**

Teniendo en cuenta que las aguas lluvia y de escorrentía que llegan al pit de explotación serán bombeadas a la piscina de sedimentación y posteriormente descargadas en el río Coello, como actividad de seguimiento se plantea la realización de monitoreo de calidad del agua al ingreso y a la salida del sistema de tratamiento para los parámetros establecidos en la normatividad de vertimientos resolución 631 de 2015, Artículo 10. Sector actividades de minería, extracción de minerales de otras minas y canteras o la que se modifique o actualice.

Parámetros: pH, DQO, DBO, SST, SSED, Grasas y aceites, Fenoles, SAAM, HTP, HAP, BTEX, Ortofosfatos, Fósforo total, Nitratos, Nitritos, Nitrógeno amoniacal, Nitrógeno total, Cianuro total, Cloruros, Sulfatos, Sulfuros, Aluminio, Arsénico, Cadmio, Cinc, Cobre, Cromo, Hierro, Manganeso, Mercurio, Molibdeno, Níquel, Plata, Plomo, Acidez total, Alcalinidad total, Dureza cálcica, Dureza total y Color real.

<b>PROGRAMA</b>	Monitoreo y seguimiento al Plan de Manejo de Aguas	<b>CÓDIGO FICHA</b>
<b>ETAPA</b>	Operación y cierre	PSM-ABI-03

De acuerdo con los resultados de la predicción matemática se encontró que la inclusión del vertimiento para las condiciones con o sin tratamiento, no generará una variación significativa de las condiciones de calidad del agua del río Coello, por lo que propone realizar el monitoreo de calidad de agua en el río Coello en dos puntos, aguas arriba y aguas abajo del vertimiento de manera semestral, en los puntos identificados en la caracterización del proyecto como FQ1 Y FQ3 para los mismos parámetros a monitorear en la entrada y salida del sistema de tratamiento.

Tabla 9. Localización punto de monitoreo en zanjón Los Huilos

Punto de monitoreo	Coordenadas origen único nacional		Coordenadas geográficas	
	Norte	Este	Norte	Oeste
FQ1 (Río Coello aguas arriba)	2033858,04	4767011,69	4,30353	75,10006
FQ3 (Río Coello intermedio 2)	2033711,66	4767570,70	4,30222	75,09502



Adicionalmente, para validar la no afectación de los cuerpos de agua aledaños a la zona de explotación de caliza, se plantea la inclusión de un punto de monitoreo de calidad de agua en el zanjón los Huilos, identificado en la caracterización del proyecto como FQ8.

Tabla 10. Localización punto de monitoreo en zanjón Los Huilos

Punto de monitoreo	Coordenadas origen único nacional		Coordenadas geográficas	
	Norte	Este	Norte	Oeste
FQ8 (Zanjón Los Huilos) Coordenada ajustada para monitoreo de seguimiento	2033964,1	4766430.9	4,30448	75,10529

<b>PROGRAMA</b>	Monitoreo y seguimiento al Plan de Manejo de Aguas	<b>CÓDIGO FICHA</b>
<b>ETAPA</b>	Operación y cierre	PSM-ABI-03

Cabe resaltar que dentro del plan de monitoreo de mina La Esmeralda ya se encuentra un punto de monitoreo de calidad de agua en el zanjón Los Huilos, aguas arriba y un punto de monitoreo en el drenaje El Salado, por lo que no se incluyen más puntos de monitoreo.

Los parámetros corresponden a los tomados actualmente en el plan de monitoreo de mina La Esmeralda para cuerpos de agua del área de influencia: pH, Temperatura, Conductividad, Oxígeno Disuelto, Sólidos Sedimentables, caudal, Acidez, Alcalinidad, Detergentes, Dureza Total, Fósforo, Grasas y Aceites, SDT, ST, Sulfuros, Turbiedad, Cloruros, Fluoruros, Nitritos, Calcio, Cobre, Hierro, Magnesio, Manganeseo, Coliformes Fecales, Coliformes Totales, Color Aparente, Salinidad, DBO, DQO, SST, Nitratos y Sulfatos. La periodicidad de este muestreo será semestral.



Figura 2. Localización punto de monitoreo zanjón Los Huilos

INDICADORES DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO				
INDICADORES	DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR (FÓRMULA O EXPRESIÓN)	VALOR DE REFERENCIA	PERIODICIDAD	REGISTRO DE CUMPLIMIENTO

PROGRAMA		Monitoreo y seguimiento al Plan de Manejo de Aguas			CÓDIGO FICHA
ETAPA		Operación y cierre			PSM-ABI-03
Cumplimiento Normativo de la calidad del agua - CNCA  Sistema de tratamiento	$CNCA = \frac{CPS}{LMP} * 100$  CPS: Concentración del parámetro a la salida del sistema LMP: Límite máximo permitido	100% Cumple, ≤ 99% Incumple	Semestral	Monitoreo de aguas residuales tratadas - Informes de cumplimiento ambiental - ICA	
Cumplimiento Normativo de la calidad del agua - CNCA  Río Coello por vertimientos	$CNCA = \frac{CPS}{LMP} * 100$  CPS: Concentración del parámetro en el río Coello LMP: Límite máximo permitido	100% Cumple, ≤ 99% Incumple  No sobrepasar los límites establecidos en la normatividad de vertimientos o de línea base para los parámetros que ya presentan un sobrepaso de la norma.	Semestral	Monitoreo de aguas río Coello - Informes de cumplimiento ambiental - ICA	
Cumplimiento Normativo de la calidad del agua - CNCA  Río Coello por construcción de obra de ocupación de cauce	$CNCA = \frac{CPS}{LMP} * 100$  CPS: Concentración del parámetro en el río Coello LMP: Límite máximo permitido	100% Cumple, ≤ 99% Incumple  No sobrepasar los límites establecidos para los usos del Decreto 1076 de 2015 según las características de línea base e iniciales (muestreo antes de la construcción de la obra)	Antes y después de la construcción de la obra de ocupación de cauce en el río Coello.	Monitoreo de aguas río Coello - Informes de cumplimiento ambiental - ICA	

PROGRAMA		Monitoreo y seguimiento al Plan de Manejo de Aguas			CÓDIGO FICHA
ETAPA		Operación y cierre			PSM-ABI-03
Cumplimiento Normativo de la calidad del agua - CNCA  Zanjón Los Huilos (Área de influencia)	CNCA=[(CPS)/(LMP)] * 100  CPS: Concentración del parámetro en el zanjón Los Huilos LMP: Límite máximo permitido	100% Cumple, ≤ 99% Incumple  No sobrepasar los límites establecidos para los usos del Decreto 1076 de 2015 según las características de línea base e iniciales (muestreros)	Semestral	Monitoreo de aguas zanjón Los Huilos - Informes de cumplimiento ambiental - ICA	
ACCIONES EN CASO DE BAJA EFICIENCIA					
<p>Se monitorearán las acciones a ser realizadas cerca a los cuerpos de agua, se monitorearán las labores de construcción y buenas prácticas aplicables. Se revisarán las condiciones particulares de los cuerpos de agua y los posibles puntos de mal manejo.</p> <p>En caso de no cumplir con los valores de calidad del agua establecidos en la norma, se deberá como primera medida, incrementar la periodicidad de las inspecciones y las actividades de limpieza y mantenimiento de las unidades de tratamiento. También se podrá considerar la posibilidad de instalación de unidades adicionales de tratamiento con el fin de garantizar el cumplimiento normativo.</p>					
LUGAR DE APLICACIÓN				RESPONSABLE DE LA EJECUCIÓN	
El seguimiento y monitoreo se adelanta en el sistema de tratamiento de agua bombeada del pit, en el río Coello y en el zanjón Los Huilos.				El programa debe ser liderado por el equipo ambiental del Proyecto para lo cual se deberá contratar laboratorios certificados ante el IDEAM que realicen la toma y análisis de las muestras.	
CRONOGRAMA					
<p>El monitoreo en el río Coello por la obra de ocupación de cauce se realizará antes y después de la infraestructura.</p> <p>El monitoreo en el río Coello por el vertimiento de las aguas almacenadas en el pit, se realizará de manera semestral durante el tiempo de explotación.</p> <p>El monitoreo en el sistema de tratamiento de aguas se realizará de manera semestral durante el tiempo de explotación.</p> <p>El monitoreo en el Zanjón Los Huilos se realizará de manera semestral durante el tiempo de explotación.</p>					

<b>PROGRAMA</b>	Monitoreo y seguimiento al Plan de Manejo de Aguas	<b>CÓDIGO FICHA</b>
<b>ETAPA</b>	Operación y cierre	PSM-ABI-03
<b>PRESUPUESTO</b>		
El costo estimado para los monitoreos planteados en el componente agua son del orden de los \$498.800.000		

*10.1.2.2.1. PMS-ABI-04 - Monitoreo y seguimiento al Plan de Manejo de emisiones atmosféricas*

<b>PROGRAMA</b>	Monitoreo y seguimiento al Plan de Manejo de emisiones atmosféricas	<b>CÓDIGO FICHA</b>
<b>ETAPA</b>	Operación y cierre	PSM-ABI-04
<b>PLAN DE MANEJO ASOCIADO</b>		
PMA-ABI-04 Programa de manejo de emisiones atmosféricas y de ruido		
<b>OBJETIVO GENERAL</b>		
Realizar el seguimiento al cumplimiento de las medidas propuestas para la prevención y mitigación de emisiones atmosféricas y de ruido.		
<b>ACCIONES POR DESARROLLAR</b>		
<b>ACCIÓN 1</b>	Seguimiento al control de material particulado	
<b>OBJETIVO ESPECÍFICO</b>	Garantizar que se ejecuten las actividades que permitan minimizar o prevenir la emisión de material particulado a la atmósfera.	
<b>META</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Realizar el 100% de las inspecciones mensuales de control de emisiones atmosféricas y de ruido.</li> <li>● Realizar el 100% de las inspecciones, revisiones, mantenimientos y correcciones a los sistemas de control de emisiones del proyecto cada</li> </ul>	

<b>PROGRAMA</b>	Monitoreo y seguimiento al Plan de Manejo de emisiones atmosféricas	<b>CÓDIGO FICHA</b>
<b>ETAPA</b>	Operación y cierre	PSM-ABI-04
	<p>trimestre</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Garantizar el 90% del riego de vías para el control de material particulado mensualmente.</li> </ul>	
<b>DESCRIPCIÓN DE LA ACCIÓN</b>		
<p>El control de material particulado se basa en la prevención y mitigación de emisiones fugitivas en las diferentes actividades constructivas. La humectación de vías deberá ser controlada mediante una planilla de registro de la actividad diaria de cada tramo usado por el proyecto.</p> <p>La información mínima a registrar en la planilla es la siguiente: fecha, nombre de la ruta, condiciones climáticas (verano, invierno), longitud total, frecuencia de riego diurna y nocturna.</p> <p>Se debe llevar un control trimestral de los vehículos y maquinaria que operan en el proyecto, indicando la fecha del próximo mantenimiento y revisión técnico - mecánica. El contratista deberá soportar que la maquinaria utilizada en el proyecto se encuentre en buen estado y cuenta con todos los mantenimientos preventivos y correctivos antes y durante la vinculación al mismo.</p> <p>El operador debe realizar inspecciones semanales de los equipos y maquinaria para identificar necesidades de mantenimiento temprano, averías o anomalías en su operación. Esta actividad debe ser controlada mediante una planilla de registro, en la planilla debe registrarse la siguiente información: tipo de vehículo, fecha, tipo de mantenimiento (preventivo, correctivo).</p>		
<b>ACCIÓN 2</b>	Monitoreo de contaminantes atmosféricas	
<b>OBJETIVO ESPECÍFICO</b>	Cumplir con los niveles máximos permisibles de calidad del aire en el área de influencia del Proyecto.	
<b>META</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Ejecutar el 100% de los monitoreos de aire programados cada año.</li> <li>● Cumplir con el 100% de los límites máximos normativos establecidos para emisiones atmosféricas de fuentes fijas y niveles de inmisión permanentemente.</li> </ul>	
<b>DESCRIPCIÓN DE LA ACCIÓN</b>		
<p>Considerando que el índice de calidad de aire (ICA) para las concentraciones de PM10 reportó clasificación Buena para el 100% de las muestras en época seca y húmeda en las tres (3) estaciones de calidad de aire instaladas para la caracterización de la zona y que además el índice de calidad de aire (ICA) para las concentraciones de PM2,5 reporta clasificación Buena en el 100% de las muestras en CA2 y la CA3 en época seca y húmeda, mientras que para la Estación CA1, reportó clasificación Aceptable y buena, se plantea realizar seguimiento y monitoreo de material particulado en la estación identificada en la caracterización como CA1, estación de monitoreo indicativa ubicada en la terraza de un predio en la zona residencial norte del corregimiento de Payandé, aproximadamente a 550 m de la Mina La Esmeralda en dirección Noreste.</p>		

<b>PROGRAMA</b>	Monitoreo y seguimiento al Plan de Manejo de emisiones atmosféricas	<b>CÓDIGO FICHA</b>
<b>ETAPA</b>	Operación y cierre	PSM-ABI-04

Tabla 11. Localización estación CA1

Id	Estación	Coordenadas geográficas		Coordenadas planas	
		Latitud	Longitud	Este	Norte
CA1	Estación 1	4.299390° N	-75.100089°W	4767007,23	2033400,19



Figura 3. Localización estación CA1

Los parámetros a monitorear serán de tipo indicativo durante un periodo de mínimo dos semanas consecutivas y corresponden a material particulado PM10 y PM2,5 para una periodicidad anual. Cabe resaltar que este punto de monitoreo será complementario a la red de monitoreo de calidad de aire con la que cuenta actualmente mina La Esmeralda.

Los monitoreos de calidad del aire se llevarán a cabo siguiendo los métodos de muestreo y análisis establecidos en el Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire (MVDTA, 2010) y lo estipulado en la Resolución 2254 de 2017 (MinAmbiente, 2018) o cualquier norma que la derogue o sustituya.

Las actividades del monitoreo deberán realizarse por personal idóneo de un laboratorio que se encuentre acreditado ante el IDEAM.

<b>PROGRAMA</b>	Monitoreo y seguimiento al Plan de Manejo de emisiones atmosféricas	<b>CÓDIGO FICHA</b>																			
<b>ETAPA</b>	Operación y cierre	PSM-ABI-04																			
<b>ACCIÓN 3</b>	Monitoreo de ruido ambiental																				
<b>OBJETIVO ESPECÍFICO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Cumplir con los niveles máximos permisibles de ruido ambiental en el área de influencia del Proyecto y/o valores de línea base.</li> </ul>																				
<b>META</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Ejecutar el 100% de los monitoreos de ruido programados cada año.</li> <li>● Cumplir con el 100% de los límites máximos normativos establecidos para emisiones de ruido y ruido ambiental permanentemente.</li> </ul>																				
<b>DESCRIPCIÓN DE LA ACCIÓN</b>																					
<p>El monitoreo de ruido ambiental permite cuantificar los niveles de presión sonora existentes en el área de influencia del proyecto, los cuales son generados por las actividades mineras. Se propone continuar con el monitoreo de ruido ambiental en la estación RA1 de la línea base del estudio con una frecuencia anual en la etapa de operación, considerando que es el punto más cercano al área de influencia definida. Cabe resaltar que este punto de monitoreo será complementario a la red de monitoreo de ruido con la que cuenta actualmente mina La Esmeralda.</p>																					
Tabla 12. Localización estación RA1																					
<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Id</th> <th rowspan="2">Estación</th> <th colspan="2">Coordenadas geográficas</th> <th colspan="2">Coordenadas planas</th> </tr> <tr> <th>Latitud</th> <th>Longitud</th> <th>Este</th> <th>Norte</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RA1</td> <td>Estación 1</td> <td>4.29937° N</td> <td>-75.10060°W</td> <td>4766950,5</td> <td>2033398,3</td> </tr> </tbody> </table>						Id	Estación	Coordenadas geográficas		Coordenadas planas		Latitud	Longitud	Este	Norte	RA1	Estación 1	4.29937° N	-75.10060°W	4766950,5	2033398,3
Id	Estación	Coordenadas geográficas		Coordenadas planas																	
		Latitud	Longitud	Este	Norte																
RA1	Estación 1	4.29937° N	-75.10060°W	4766950,5	2033398,3																

<b>PROGRAMA</b>	Monitoreo y seguimiento al Plan de Manejo de emisiones atmosféricas	<b>CÓDIGO FICHA</b>
<b>ETAPA</b>	Operación y cierre	PSM-ABI-04



Figura 4. Localización estación RA1

La campaña de monitoreo debe ser realizada por un laboratorio acreditado ante el IDEAM, siguiendo lo exigido en el Capítulo III, Capítulo IV, Anexo 2 y Anexo 3 de la Resolución 627 de 2006 del MAVDT, o cualquiera que la modifique o sustituya.

Se deben hacer monitoreos en un día hábil y un día festivo, diferenciando entre horario nocturno y diurno. Los micrófonos se deben instalar a una altura de cuatro metros medidos a partir del suelo y a una distancia similar de los posibles obstáculos a ambos lados del punto de medición. Cada punto debe constar de cinco mediciones parciales distribuidas en tiempos iguales, cada una de las cuales debe tener una posición orientada del micrófono, así: Norte, Sur, Este, Oeste y Vertical hacia arriba, tal y como lo establece la norma.

En los informes de seguimiento ambiental, se deberá anexar el respectivo informe del laboratorio, las cadenas de custodia y/o los resultados del laboratorio. Se debe determinar el nivel de cumplimiento frente a los límites máximos permisibles establecidos en la normatividad ambiental vigente.

<b>ACCIÓN 4</b>	Monitoreo de valores de presión sonora en eventos de voladura
<b>OBJETIVO ESPECÍFICO</b>	Cumplir con los niveles máximos permisibles de ruido por voladura en el área de influencia del Proyecto.
<b>META</b>	No sobrepasar el valor de presión sonora de 136 dB (L) para los valores registrados por los sismógrafos durante todas las voladuras del año evaluado

<b>PROGRAMA</b>	Monitoreo y seguimiento al Plan de Manejo de emisiones atmosféricas	<b>CÓDIGO FICHA</b>
<b>ETAPA</b>	Operación y cierre	PSM-ABI-04

**DESCRIPCIÓN DE LA ACCIÓN**

Se llevará registro y evaluación de los valores de presión sonora (dB (L)) que sean registrados por los sismógrafos instalados en Payandé a causa de las voladuras, los cuales no podrán superar el valor límite establecido actualmente para la mina La Esmeralda (136 dB (L)).

Los sismógrafos se encuentran localizados en el Colegio San Miguel, el Puesto de Salud y la Casa Cural, adicionalmente en el programa PMS-ABI-05 - Seguimiento y monitoreo al manejo de voladuras y vibraciones se plantean dos puntos adicionales cuya localización se realizará teniendo en cuenta el avance y programación de actividades asociadas con el uso de explosivos durante la etapa de operación del proyecto.



Figura 5. Localización Sismógrafos

Se presentará un informe de voladuras que contenga la información de diseño de voladuras ejecutadas en el periodo, el cual deberá cumplir lo establecido en la ficha de manejo PMA-ABI-05 Programa de manejo de voladuras y vibraciones, localización de las voladuras, los reportes de los sismógrafos y horas de detonación, el cual será presentado en los informes de cumplimiento

PROGRAMA	Monitoreo y seguimiento al Plan de Manejo de emisiones atmosféricas			CÓDIGO FICHA
ETAPA	Operación y cierre			PSM-ABI-04
ambiental - ICA.				
INDICADORES DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO				
INDICADORES	DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR (FÓRMULA O EXPRESIÓN)	VALOR DE REFERENCIA	PERIODICIDAD	REGISTRO DE CUMPLIMIENTO
Riego de vías - RV	$RV = \left( \frac{RVE}{RVR} \right) \times 100$ <p>Dónde:  RVE: número de riegos de vías efectuados en el mes  RVR: número de riego de vías requeridos en el mes</p>	90 - 100% Cumple, ≤ 89% Incumple	mensual	Planillas de reporte de riego de vías o ejecución de Plan de Riego - Informes de cumplimiento ambiental - ICA
Límites normativos aire - LNA	$LNA = \left( \frac{CPAi}{LNPAi} \right) \times 100$ <p>Dónde:  CPAi: concentración parámetro medido  LNPAi: límite máximo normativo, de acuerdo con la normatividad ambiental vigente</p>	100% Cumple, ≤ 99% Incumple	Anual	Reportes de monitoreos de ruido - Informes de cumplimiento ambiental - ICA
Límites normativos ruido - LNR	$LNR = \left( \frac{CPRi}{LNPI} \right) \times 100$ <p>Dónde:  CPRi: nivel de ruido ambiental o de emisión de ruido medido</p>	100% Cumple, ≤ 99% Incumple	Anual	Reportes de monitoreos de ruido - Informes de cumplimiento ambiental - ICA

PROGRAMA		Monitoreo y seguimiento al Plan de Manejo de emisiones atmosféricas			CÓDIGO FICHA
ETAPA		Operación y cierre			PSM-ABI-04
		LNPI: límite máximo normativo nivel de ruido ambiental o de emisión de ruido			
Valor de presión sonora en eventos de voladura VPSV	$VPSV = (VPSR / VLPS) \times 100$  Dónde: VPSR: Valor de presión sonora registrado en eventos de voladura VLPS: Valor límite de presión sonora en eventos de voladura	$\leq 100\%$ Cumple  $> 100\%$ Incumple	Durante cada evento de voladura.	Registros en los sismógrafos instalados en Payandé - Informes de cumplimiento Ambiental	
ACCIONES EN CASO DE BAJA EFICIENCIA					
En caso de presentar incumplimiento normativo de los indicadores “límites normativos aire y límites normativos ruido”, se deberá llevar a cabo el siguiente plan de acción:					
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Incrementar la frecuencia de humectación vías para el control de material particulado o evaluar la necesidad del uso de productos que aumenten el tiempo de retención superficial del agua en el suelo.</li> <li>● Suspender inmediatamente cualquier actividad que utilice maquinaria que no cumpla con los requisitos técnico - mecánicos y de mantenimientos.</li> <li>● Revisar las acciones de manejo de acopio y transporte de materiales.</li> <li>● Revisión del diseño de voladuras.</li> </ul>					
LUGAR DE APLICACIÓN				RESPONSABLE DE LA EJECUCIÓN	
El seguimiento y monitoreo se llevará a cabo en los frentes de trabajo de explotación y vías para transporte de material a la zona de trituración y banda mina y a la zona de disposición de materiales (extensión escombrera superior etapa 1 y retrolleado Chicalá).				El programa debe ser liderado por el equipo ambiental del Proyecto para lo cual se deberá contratar laboratorios certificados ante el IDEAM que realicen la toma y análisis de las muestras.	

<b>PROGRAMA</b>	Monitoreo y seguimiento al Plan de Manejo de emisiones atmosféricas	<b>CÓDIGO FICHA</b>
<b>ETAPA</b>	Operación y cierre	PSM-ABI-04
<b>CRONOGRAMA</b>		
<p>El monitoreo de calidad de aire se realizará anualmente durante el tiempo de explotación (20 años).  El monitoreo de ruido ambiental se realizará anualmente durante el tiempo de explotación (20 años).  El registro de la humectación de las vías internas utilizadas en el proyecto se realizará de manera mensual durante el tiempo de explotación (20 años).</p>		
<b>PRESUPUESTO</b>		
<p>El costo estimado para los monitoreos planteados en el componente atmósfera son del orden de los \$248.000.000</p>		

*10.1.2.2.1. PMS-ABI-05 - Monitoreo y seguimiento al Plan de Manejo de voladuras y vibraciones*

<b>PROGRAMA</b>	Seguimiento y monitoreo al manejo de voladuras y vibraciones	<b>CÓDIGO FICHA</b>
<b>ETAPA</b>	Operación	PMS-ABI-05
<b>PLAN DE MANEJO ASOCIADO</b>		
Programa de manejo de voladuras y vibraciones		
<b>OBJETIVO GENERAL</b>		
Evaluar la efectividad y eficiencia de las actividades propuestas para el control de las voladuras y prevención de vibraciones		
<b>ACCIONES POR DESARROLLAR</b>		
<b>ACCIÓN 1</b>	Seguimiento a las voladuras	

<b>PROGRAMA</b>	Seguimiento y monitoreo al manejo de voladuras y vibraciones	<b>CÓDIGO FICHA</b>
<b>ETAPA</b>	Operación	PMS-ABI-05
<b>OBJETIVO ESPECÍFICO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Supervisar el uso adecuado y optimizado de voladuras para la extracción de caliza</li> <li>• Seguir las condiciones de transporte de explosivos, para verificar que sean idóneas.</li> </ul>	
<b>DESCRIPCIÓN DE LA ACCIÓN</b>		
<p>Todas las actividades de control y ejecución de voladuras van encaminadas a un correcto diseño de voladuras. Es necesario entonces mantener la lista de verificación de manejo de explosivos, en donde se evidencie el registro de la programación y ejecución de las actividades de voladuras. Lo más importante en el seguimiento es:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseño de la voladura</li> <li>• Fecha y hora programada y real ejecutada</li> <li>• Soportes de socialización (PMA-SOC-01 Programa de información y participación)</li> <li>• Soportes del manejo correcto en el transporte y almacenamiento de explosivos</li> <li>• Firma de supervisión del profesional encargado de voladuras</li> <li>• Registro fotográfico si aplica</li> </ul> <p>La lista se debe diligenciar cada vez que se desarrolle una actividad de voladura, y debe ser anexado en los soportes para los indicadores del PMA.</p>		
<b>ACCIÓN 2</b>	Monitoreo de vibraciones	
<b>OBJETIVO ESPECÍFICO</b>	Corroborar la gestión y manejo integral de explosivos en la zona de intervención y que los niveles de vibración en zonas pobladas o que se encuentren por fuera de la huella del proyecto no presenten niveles de vibración que superen los umbrales definidos.	
<b>META</b>	Controlar las vibraciones inducidas por voladuras	
<b>DESCRIPCIÓN DE LA ACCIÓN</b>		
<p>El monitoreo de vibraciones se deberá desarrollar en los puntos que se muestran en la Figura a continuación y en un punto adicional seleccionado en campo teniendo en cuenta el avance y programación de actividades asociadas con el uso de explosivos durante la etapa de operación del proyecto. Lo anterior, con el fin de garantizar que los niveles de vibración en sitios habitados que se encuentren por fuera de la huella del proyecto estén por debajo del nivel umbral definido (limita la velocidad pico de partícula para afectación de estructuras muy sensibles a vibración a 3 mm/s (0,12 pulg/s) en el caso de fuentes de vibraciones de baja frecuencia (1 a 10 Hz.), de 3 a 8 mm/s (0,12 a 0,31 pulg/s) para el caso de frecuencias media (de 10 a 50 Hz.) para zona donde no hay estructuras y 8 a 10 mm/s (0,31 a 0,39 pulg/s), para el caso de frecuencias de los 50 a los 100 Hz).</p>		

<b>PROGRAMA</b>	Seguimiento y monitoreo al manejo de voladuras y vibraciones	<b>CÓDIGO FICHA</b>
<b>ETAPA</b>	Operación	PMS-ABI-05



Figura 6. Ubicación de los tres puntos de monitoreo de vibraciones disponibles en la zona de influencia del proyecto  
Fuente: Elaboración propia

**INDICADORES DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO**

INDICADORES	DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR (FÓRMULA O EXPRESIÓN)	VALOR DE REFERENCIA	PERIODICIDAD	REGISTRO DE CUMPLIMIENTO
Supervisión de voladuras: $(VEP/VP) \times 100$	<ul style="list-style-type: none"> <li>• VEP: número de voladuras ejecutadas cumpliendo el protocolo</li> <li>• VP: número de voladuras</li> </ul>	Supervisión de voladuras: 100%	Semestral	Supervisión de voladuras: 100%

PROGRAMA		Seguimiento y monitoreo al manejo de voladuras y vibraciones			CÓDIGO FICHA
ETAPA		Operación			PMS-ABI-05
		programadas en el semestre			
Control de vibraciones (III/III) x 100	<ul style="list-style-type: none"> <li>CV: Número de puntos de control en donde los niveles de vibración</li> <li>PR: Número total de puntos de registro</li> </ul>	Control de vibraciones inducidas: 100%	Mensual	Reporte de vibraciones inducidas en los puntos de control	
ACCIONES EN CASO DE BAJA EFICIENCIA					
<p>En caso de presentar incumplimiento del criterio de vibraciones, se deberá llevar a cabo el siguiente plan de acción:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Reducir la carga operante o aumentar el número de detonadores y micro retardos o utilizar explosivos secuenciales (con detonadores eléctricos).</li> <li>Reducir la carga por barreno: Reducir el diámetro y el número de barrenos por pega o utilizar cargas espaciadas en los barrenos. Se podrá considerar utilizar cargas de diámetro inferior al del barreno.</li> <li>Reducir el grado de confinamiento de las cargas utilizando barrenos inclinados o cerrando la malla.</li> </ul>					
LUGAR DE APLICACIÓN				RESPONSABLE DE LA EJECUCIÓN	
Las voladuras se van a ejecutar en el pit. Los trabajos con las comunidades se realizarán de acuerdo con lo estipulado en el PMA-SOC-01 Programa de información y participación.				El programa debe ser ejecutado por el equipo técnico y ambiental del proyecto. En el cumplimiento de esta ficha deberá participar el coordinador ambiental y el coordinador de materias primas de minería. La aplicación de las medidas deberá ser liderada por el operador minero.	
CRONOGRAMA					
Las medidas de manejo y de seguimiento y monitoreo deberán ser implementadas durante la fase de operación del Proyecto.					
PRESUPUESTO					

<b>PROGRAMA</b>	Seguimiento y monitoreo al manejo de voladuras y vibraciones	<b>CÓDIGO FICHA</b>
<b>ETAPA</b>	Operación	PMS-ABI-05
<p>Los costos asociados con la ejecución del monitoreo de vibraciones originadas por el uso de explosivos tiene un costo aproximado de \$ 16.640.000 COP por campaña de medición (anual). Lo anterior cubre el desarrollo de las mediciones de campo y el procesamiento y elaboración del informe respectivo en oficina.</p> <p>El costo total del monitoreo y seguimiento es de COP 206.4640.000 \$, incluyendo los dos sensores adicionales a los disponibles actualmente.</p>		

*10.1.2.2.1. PMS-ABI-06 - Monitoreo y seguimiento al Plan de Manejo de Residuos Sólidos*

<b>PROGRAMA</b>	Monitoreo y seguimiento al Plan de Manejo de Residuos Sólidos	<b>CÓDIGO FICHA</b>
<b>ETAPA</b>	Operación y cierre	PSM-ABI-06
<b>PLAN DE MANEJO ASOCIADO</b>		
PMA-ABI-06 Programa de Manejo de Residuos sólidos		
<b>OBJETIVO GENERAL</b>		
Realizar el seguimiento al cumplimiento de las medidas propuestas en el plan de manejo de residuos sólidos.		
<b>ACCIONES POR DESARROLLAR</b>		
<b>ACCIÓN 1</b>	Control de cantidades y manejo de residuos sólidos	
<b>OBJETIVO ESPECÍFICO</b>	Verificar la eficiencia en la implementación de las medidas de manejo integral de residuos sólidos	
<b>META</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Clasificación del 100% de los residuos sólidos generados por el proyecto</li> <li>● Almacenamiento temporal del 100% de los residuos sólidos generados por el proyecto</li> </ul>	

<b>PROGRAMA</b>	Monitoreo y seguimiento al Plan de Manejo de Residuos Sólidos			<b>CÓDIGO FICHA</b>
<b>ETAPA</b>	Operación y cierre			PSM-ABI-06
<b>DESCRIPCIÓN DE LA ACCIÓN</b>				
<p>Se debe llevar el control sobre la cantidad, el manejo de residuos sólidos teniendo en cuenta su separación acorde con sus características.</p> <p>Se deben pesar los residuos al interior del proyecto discriminando el tipo de residuos para disponerlos en el lugar de almacenamiento temporal. Estos registros se deben llevar en un formato que permita hacer seguimiento semanal oportuno y faciliten la planeación de jornadas de recolección por parte del vehículo dispuesto por la Coordinación Ambiental para tal fin y trasladarlos finalmente hacia el acopio principal de la Planta Caracolito, para allí ser recogido por parte de un gestor externo autorizado. La información que dicho formato debe contener como mínimo es la siguiente: fecha de recolección y peso en kilogramos por tipo de residuo, discriminando por material reciclable, orgánico y peligroso.</p> <p>Se realizará una revisión periódica a los sitios de almacenamiento temporal de residuos con el fin de verificar el cumplimiento de las medidas de seguridad industrial y su adecuado funcionamiento; en caso de encontrarse fallencias estas estructuras deben ser reparadas o sustituidas, según sea el caso.</p>				
<b>ACCIÓN 2</b>	Control de cantidades de residuos - material estéril			
<b>OBJETIVO ESPECÍFICO</b>	Evaluar la eficacia de la implementación de las medidas de manejo de material estéril generado por el proyecto			
<b>META</b>	Disposición adecuada del 100% de los residuos sólidos material estéril generados por el proyecto			
<b>DESCRIPCIÓN DE LA ACCIÓN</b>				
Llevar registros de la cantidad de material de esteril generado, transportado y dispuesto en los sitios de disposición, para lo cual se presentará la topografía de avance minero y soportes de la conformación de cada sitio de disposición.				
<b>INDICADORES DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO</b>				
<b>INDICADORES</b>	<b>DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR (FÓRMULA O EXPRESIÓN)</b>	<b>VALOR DE REFERENCIA</b>	<b>PERIODICIDAD</b>	<b>REGISTRO DE CUMPLIMIENTO</b>

PROGRAMA		Monitoreo y seguimiento al Plan de Manejo de Residuos Sólidos			CÓDIGO FICHA
ETAPA		Operación y cierre			PSM-ABI-06
Separación en la fuente de residuos sólidos- SFRS	$SFRS = \frac{RSF}{RG} \times 100$ RSF: Cantidad de residuos separados en la fuente RG: Cantidad de residuos generados	100% Cumple, ≤ 99% Incumple	Mensual	Registro de residuos- Informes de cumplimiento ambiental - ICA	
Almacenamiento temporal de residuos sólidos – ATRS	$ATRS = \frac{RAT}{RG} \times 100$ RAT: Cantidad de residuos almacenados RG: Cantidad de residuos generados	100% Cumple, ≤ 99% Incumple	Mensual	Registro de residuos, registro fotográfico - Informes de cumplimiento ambiental - ICA	
Recolección y transporte de Residuos ordinarios- RTRO	$RTRO = \frac{RSOR}{RSOG} \times 100$ RSOR: Residuos Sólidos Ordinarios Recolectados RSOG: Residuos Sólidos Ordinarios Generados	100% Cumple, ≤ 99% Incumple	Mensual	Registro de residuos- Informes de cumplimiento ambiental - ICA	
Recolección y transporte de Residuos peligrosos- RTRP	$RTRP = \frac{RSPR}{RSPG} \times 100$ RSPR: Residuos Sólidos Peligroso Recolectados RSPG: Residuos Sólidos Peligrosos Generados	100% Cumple, ≤ 99% Incumple	Mensual	Registro de residuos- Informes de cumplimiento ambiental - ICA	
Disposición Final Residuos ordinarios- DFRSO	$DFRSO = \frac{RSOD}{RSOG} \times 100$ RSOD: Residuos Sólidos Ordinarios Dispuestos RSOG: Residuos Sólidos Ordinarios Generados	100% Cumple, ≤ 99% Incumple	Mensual	Soporte que garantice la entrega de los residuos - Informes de cumplimiento ambiental - ICA	
Disposición Final Residuos Peligrosos- DFRSP	$DFRSP = \frac{RSPD}{RSPG} \times 100$ RSPD: Residuos Sólidos peligrosos dispuestos RSPG: Residuos Sólidos peligrosos Generados	100% Cumple, ≤ 99% Incumple	Mensual	Soporte que garantice la entrega de los residuos a gestores autorizados. Los soportes que garanticen la licencia con la que cuentan	

PROGRAMA		Monitoreo y seguimiento al Plan de Manejo de Residuos Sólidos			CÓDIGO FICHA
ETAPA		Operación y cierre			PSM-ABI-06
					los gestores por parte de la autoridad ambiental competente para el desarrollo de dichas labores - Informes de cumplimiento ambiental - ICA
Disposición Final Residuos Residuos - Material Estéril- DFRME	$DFRME = \frac{[(RSME)/(RSEG)]}{x 100}$ <p>Donde, RSME: Residuos Sólidos Material Estéril dispuestos en los sitios autorizados en la Licencia del TM 4205 RSEG: Residuos Sólidos Material Estéril Generados</p>	100% Cumple, ≤ 99% Incumple	Mensual	Avance topográfico, conformación de sitios de disposición - Informes de cumplimiento ambiental - ICA	
ACCIONES EN CASO DE BAJA EFICIENCIA					
Las acciones en caso de baja eficacia de lo propuesto en el Plan de manejo, están orientadas a intensificar las labores en las áreas de separación y almacenamiento, se revisarán los procedimientos de transporte y disposición de residuos con las empresas gestoras.					
LUGAR DE APLICACIÓN				RESPONSABLE DE LA EJECUCIÓN	
El seguimiento y monitoreo se realizará en el área del título minero 4205 en la cual se encuentra la infraestructura y donde se generan y manejan residuos sólidos ordinarios y peligrosos. El seguimiento para residuos - material estéril, se realizará en los frentes de trabajo y en las zonas de disposición (extensión escombrera superior etapa 1 y retrollenado Chicalá).				El programa debe ser ejecutado por el equipo ambiental del Proyecto y estará a cargo del coordinador ambiental y el supervisor ambiental. La ejecución de la acción 2 estará a cargo de la coordinación de materias primas.	
CRONOGRAMA					
Tanto el seguimiento a las actividades de manejo integral de residuos sólidos ordinarios y peligrosos como al manejo de residuos correspondiente a material estéril se realizará durante toda la etapa operativa del proyecto y etapa de cierre.					

DOCUMENTO No: LES6823-INF-LL-EAMB-002- CAPÍTULO 10.1.2. PLAN DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO

PROGRAMA	Monitoreo y seguimiento al Plan de Manejo de Residuos Sólidos	CÓDIGO FICHA
ETAPA	Operación y cierre	PSM-ABI-06
PRESUPUESTO		
Los costos de seguimiento al manejo de residuos sólidos ordinarios, peligrosos y de material estéril hacen parte del presupuesto establecido para la operación de la mina, grupo ambiental, por lo que no se generan rubros adicionales.		