

**IMPLEMENTACIÓN DE PLANES Y PROGRAMAS EN EL DEPARTAMENTO DE  
GESTIÓN AMBIENTAL (DGA) DE LA EMPRESA LEYHAT COLOMBIA  
SUCURSAL.**

**DANIEL GOMEZ CURE**

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA  
FACULTAD DE INGENIERIA AMBIENTAL  
ESCUELA DE INGENIERIAS  
BUCARAMANGA  
2013**

**IMPLEMENTACIÓN DE PLANES Y PROGRAMAS EN EL DEPARTAMENTO DE  
GESTIÓN AMBIENTAL (DGA) DE LA EMPRESA LEYHAT COLOMBIA  
SUCURSAL.**

**DANIEL GOMEZ CURE**

**Asesor de Práctica UPB  
Johan Suarez  
Ingeniero Sanitario y Ambiental**

**Asesor de Práctica  
Leyhat Colombia Sucursal  
Juan Arturo Franco  
Ingeniero Ambiental y Sanitario**

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA  
FACULTAD DE INGENIERIA AMBIENTAL  
ESCUELA DE INGENIERIAS  
BUCARAMANGA  
2013**

## TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	5
1. OBJETIVOS.....	6
1.1 OBJETIVO GENERAL.....	6
1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	6
2. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA Y PROYECTO QUE DESARROLLA ...	7
3. ACTIVIDADES.....	8
3.1. RECUPERACIÓN DE LAS ZONAS DE PERFORACIÓN.....	8
<b>3.1.1. Manejo de Vegetación.....</b>	<b>8</b>
<b>3.1.2. Manejo de suelos y materiales de excavación.....</b>	<b>9</b>
3.2. MANEJO Y RESTAURACION DE PASIVOS AMBIENTALES.....	9
<b>3.2.1. Programa de neutralización y tratamiento de aguas de mina.....</b>	<b>10</b>
<b>3.2.2. Programa de desmantelamiento en franjas de protección.....</b>	<b>10</b>
<b>3.2.3. Programa de adecuación y restauración de escombreras.....</b>	<b>11</b>
<b>3.2.4. Programa de compensación y reforestación.....</b>	<b>12</b>
3.3. MANEJO DE LODOS DE PERFORACIÓN.....	12
<b>3.4. OTRAS ACTIVIDADES.....</b>	<b>13</b>
3.4.1. Manejo de aguas residuales y excretas generadas.....	15
3.4.2. Manejo y disposición de residuos sólidos.....	15
4. ACTIVIDADES REALIZADAS.....	19
4.1. RECUPERACIÓN DE LAS ZONAS DE PERFORACIÓN.....	19
4.3. MANEJO DE LODOS DE PERFORACIÓN.....	22
5. CONCLUSIONES.....	24
6. RECOMENDACIONES.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
BIBLIOGRAFIA.....	40

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Inventario de bocaminas con drenaje de aguas de mina .....	¡Error!
<b>Marcador no definido.</b>	
Tabla 2. Segregación de los residuos peligros y especiales .....	16
Tabla 3. Monitoreo de efluente de aguas de mina	¡Error! Marcador no definido.

## **RESUMEN GENERAL DE TRABAJO DE GRADO**

**TITULO:** IMPLEMENTACIÓN DE PLANES Y PROGRAMAS EN EL DEPARTAMENTO DE GESTIÓN AMBIENTAL (DGA) DE LA EMPRESA LEYHAT COLOMBIA SUCURSAL.

**AUTOR(ES):** Daniel Gómez Cure

**FACULTAD:** Facultad de Ingeniería Ambiental

**DIRECTOR(A):** Johan Suarez

### **RESUMEN**

En este documento se presentan las labores realizadas e implementadas en la empresa Leyhat Colombia Sucursal, la cual realiza labores de exploración minera, entre las actividades realizadas se encuentra la actualización del Plan de Restauración formulado por el Departamento de Gestión Ambiental, el seguimiento y registro de las labores de restauración de antiguas instalaciones mineras, localizadas en franjas de protección del río Vetás, la formulación del plan de manejo y disposición final de lodos de perforación, y la formulación del plan de monitoreo del recurso hídrico en el área de influencia del proyecto, incluyendo como parte integral de dicho Plan, el monitoreo de vertimientos (drenaje de mina) generados en los Títulos Mineros de la Empresa.

**PALABRAS CLAVES:**

Minería, Lodos de perforación, vertimientos, restauracion de suelos.

## **GENERAL SUMMARY OF WORK OF GRADE**

**TITLE:** IMPLEMENTATION PLANS AND PROGRAMS IN THE  
DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL MANAGEMENT (DGA)  
LEYHAT COLOMBIA SUCURSAL

**AUTHOR(S):** Daniel Gomez Cure

**FACULTY:** Facultad de Ingenieria Ambiental

**DIRECTOR:** Johan Suarez

### **ABSTRACT**

This document presents work completed and implemented by the Leyhat Colombia Sucursal Company, which does mineral exploration. Among the activities completed by the company, in this document, one will find information about the Restoration Plan that was developed by the Department of Environmental Management, the monitoring and recording of the old mining facilities restoration work that takes place along the Vetas River riverbanks, the formulation of the plan to monitor and dispose of soil that has been affected by the drilling, and the formulation of a plan to monitor water in one of the project's influential areas, which includes a plan to monitor mine drainage generated in property owned by the company where gold has been found.

### **KEYWORDS:**

Mining, drilling muds, discharges, soil restoration.

## INTRODUCCIÓN

La industria minera crece de manera exponencial a nivel mundial dando así paso al progreso en muchas regiones subdesarrolladas. Colombia como un país en crecimiento y desarrollo apuesta fuertemente en el Plan Nacional De Desarrollo (2010 – 2014) a posicionar esta industria como uno de sus principales renglones económicos. Y gracias a esta actitud favorable hacia la inversión convierte a Colombia en un mercado cada vez más interesante para los grandes inversionistas, por su enorme potencial de minerales inexplorados.

Es por esto LEYHAT COLOMBIA SUCURSAL, subsidiaria de la empresa canadiense CB GOLD INC, decide invertir en la exploración minera en el municipio de Vetas del departamento de Santander, en dónde se ubican pequeños títulos mineros que anteriormente eran explotados de una forma artesanal, poco tecnificada y con fuertes impactos sobre el medio ambiente.

En la actualidad, la Empresa se encuentra desarrollando únicamente actividades de EXPLORACION minera, por lo cual fueron suspendidas temporalmente las actividades de EXPLOTACION que venían ejecutando los anteriores Titulares. De manera adicional, la Empresa se encuentra atendiendo los pasivos ambientales presentes en sus áreas de operación derivados de los sistemas de explotación anteriormente referidos.

En su interés permanente por asegurar una operación responsable, segura y con altos niveles de estándares y calidad que garanticen el cumplimiento de las políticas ambientales, LEYHAT COLOMBIA SUCURSAL cuenta con un Departamento de Gestión Ambiental (DGA) que se encarga de diseñar, programar, coordinar, ejecutar y supervisar las actividades de manejo ambiental requeridas para minimizar, mitigar y controlar los impactos ambientales asociados a los pasivos ambientales y operaciones de perforación.

En concordancia con lo expuesto, el presente documento contiene las actividades operativas desarrolladas como parte integral de la Práctica Empresarial, durante el periodo Enero – Marzo/2013, de acuerdo con los objetivos proyectados en el Plan de Trabajo.

## **1. OBJETIVOS**

### **1.1 OBJETIVO GENERAL**

Implementar planes y programas para el Departamento de Gestión Ambiental (DGA) de la empresa LEYHAT COLOMBIA SUCURSAL, apoyando los procesos y actividades desarrolladas por la empresa

### **1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Introducir ajustes y actualizar el Plan de Restauración formulado por el Departamento de Gestión Ambiental.
- Realizar el seguimiento y registro de las labores de restauración de antiguas instalaciones mineras, localizadas en franjas de protección del río Vetas, que han sido desmanteladas por la Empresa.
- Realizar la formulación del plan de manejo y disposición final de lodos de perforación.
- Formular el Plan de Monitoreo del recurso hídrico en el área de influencia del proyecto, incluyendo como parte integral de dicho Plan, el monitoreo de vertimientos (drenaje de mina) generados en los Títulos Mineros de la Empresa.



## **2. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA Y PROYECTO QUE DESARROLLA**

LEYHAT COLOMBIA SUCURSAL es subsidiaria de CB GOLD INC, empresa canadiense especializada en actividades de exploración y desarrollo de proyectos mineros.

La empresa se encuentra desarrollando operaciones en Colombia desde el año 2009, con énfasis en un proyecto localizado en el Municipio de Vetas, Santander, el cual se ha venido consolidando a partir de la adquisición de diferentes títulos mineros que se encontraban en etapa de explotación.

En la actualidad, las actividades de explotación se encuentran suspendidas temporalmente por la empresa, toda vez que se ha proyectado la ejecución exclusiva de actividades de exploración orientadas a evaluar el potencial minero de la zona.

En el mes de Noviembre de 2010, la Empresa inició actividades de exploración orientadas a la evaluación de recursos, realizar la modelación geológica del yacimiento y formular un Plan Minero para los diferentes Títulos que conforman el proyecto.

### **3. ACTIVIDADES**

La presente sección contiene las actividades que fueron objeto de implementación, participación o seguimiento, como parte de la Práctica Empresarial desarrollada en el Departamento de Gestión Ambiental. En cada caso se hace énfasis en el avance de las actividades inicialmente establecidas en el Plan de Trabajo formulado.

#### **3.1. RESTAURACION DE ZONAS DE PERFORACIÓN**

Las actividades de rehabilitación de áreas intervenidas durante las actividades de perforación, forman parte integral del proyecto de exploración desarrollado por LEYHAT COLOMBIA. Por lo anterior, el manejo ambiental hace énfasis en los siguientes programas:

- Programa de manejo de suelos y materiales de excavación
- Programa de manejo de vegetación: Restablecimiento

##### **3.1.1. Manejo de Vegetación**

Este proceso está orientado al restablecimiento de la vegetación en las áreas de operaciones, con el fin de alcanzar condiciones similares a aquellas presentes de manera previa a los trabajos de conformación de Access y plataformas de perforación, dichas actividades comprenden:

- a. Inventario de vegetación
- b. Trasplante de vegetación (especies nativas relevantes)
- c. Construcción de viveros
- d. Recuperación de vegetación y manejo de residuos de corte del material vegetal para labores futuras de rehabilitación de áreas intervenidas
- e. Manejo de viveros.
- f. Restitución de cobertura vegetal
- g. Procesos de capacitación e inducción del personal vinculado al proyecto

### **3.1.2. Manejo de suelos y materiales de excavación**

El manejo de suelos y materiales de excavación generados durante las actividades de construcción de accesos y plataforma, implica el almacenamiento temporal de estos en sacos de fique, de tal modo que los materiales removidos puedan ser empleados en las futuras labores de restauración morfológica y restablecimiento de vegetación. La anterior alternativa además de cumplir una función de contención del suelo, minimiza las pérdidas por acción de los procesos erosivos y asegura la estabilidad de los accesos y plataformas conformadas.

### **3.2. MANEJO Y RESTAURACION DE PASIVOS AMBIENTALES**

En la actualidad, las actividades de explotación se encuentran suspendidas. En tal sentido, la empresa se encuentra desarrollando actualmente solo actividades de exploración y realizando el manejo de los pasivos ambientales identificados, mediante la implementación de programas específicos.

Todos estos programas se establecieron por los impactos generados anteriormente por la minería tradicional, en la cual se constituían túneles sin un sistema de conducción de agua de mina para su posterior tratamiento, la disposición de material estéril en la salida de las bocaminas, sin un manejo geotécnico adecuado, y por las instalaciones mineras ubicadas en las franja de protección del río vetas donde anteriormente se empleaban sustancias contaminantes como cianuro y mercurio para la recuperación del oro.

La empresa ha venido implementando los programas requeridos para el manejo de pasivos ambientales asociados a los anteriores sistemas de explotación, con énfasis en:

- Programa de Neutralización y Tratamiento de Aguas de Mina
- Programa de desmantelamiento de instalaciones localizadas en franjas de protección del río Vetas.
- Programa de adecuación y restauración de escombreras
- Programa de compensación y reforestación.

### **3.2.1. Programa de neutralización y tratamiento de aguas de mina**

Uno de los aspectos relevantes en el manejo de los pasivos ambientales, está representado por los drenajes de mina generados en antiguos túneles de explotación, Se han identificado diez túneles con generación de drenaje de minero, sobre los cuales la Empresa ha implementado las líneas de conducción requeridas hasta los dos sistemas de neutralización y tratamientos proyectados.

Actualmente se encuentra en operación el sistema de tratamiento No 1 ubicado en la Bodega y se avanza en la construcción del sistema de tratamiento No. 2. Dichos sistemas constan de un sistema de neutralización (aplicación de cal) basado en dosificadores hidráulicos tipo Venturi, el cual busca el aumento del pH de estas aguas para cumplir con los valores definidos en la normatividad vigente.

A partir del Plan Integrado para el manejo de aguas de mina se formulan estudios técnicos complementarios para el vertimiento de estas aguas tratadas en el Río Vetas, incluyendo el Plan de Monitoreo del recurso hídrico en el área de influencia del proyecto y la caracterización de las aguas de mina y de la corriente receptora (Río Vetas), como alternativa para evaluar el impacto ambiental del vertimiento, de conformidad con los requerimientos establecidos en el Decreto 3930 de 2010. Así, los estudios técnicos que serán desarrollados de manera complementaria como parte integral del Plan de Manejo son aquellos referidos a continuación:

1. Plan de Monitoreo del recurso hídrico
2. Caracterización de aguas de mina y cuerpo receptor
3. Evaluación ambiental del vertimiento
4. Plan de gestión de riesgo.

### **3.2.2. Programa de desmantelamiento de instalaciones localizadas en franjas de protección del río Vetas**

Este programa tiene como objetivo el desmantelamiento de las antiguas instalaciones localizadas en la franja de protección del río Vetas de los antiguos propietarios de las antiguas concesiones. En tal sentido, se finalizó el desmantelamiento de equipos, la demolición de obras civiles y se realizó el restablecimiento de suelos. Actualmente se avanza en el proceso de restablecimiento de la cobertura vegetal.

El restablecimiento de suelos ha sido realizado a partir del material obtenido en deslizamientos que se han presentado sobre taludes y cortes de vía localizados en zonas cercanas. El restablecimiento de vegetación rastrera ha implicado el uso de especies nativas como chipao, guaba, chiraco y poa.

### **3.2.3. Programa de adecuación y restauración de escombreras**

Entre los pasivos ambientales acumulados por las antiguas actividades mineras encuentran siete botaderos de estériles, que suman un área total estimada de dos hectáreas y estos deben ser estabilizados y recuperados.

Estos botaderos son depósitos simples de vertido libre por gravedad, en áreas no acondicionadas, sobre laderas empinadas, de materiales excavados sueltos de granulometría variable. No cuentan con estructuras de drenaje ni de contención. En general se trata de materiales arcillosos y ácidos con acumulaciones de minerales diversos.

La inestabilidad, la acidez y la pendiente fuerte hacen difícil el establecimiento para la mayoría de las plantas. Sin embargo, estos botaderos son espontáneamente colonizados por ciertas especies de plantas nativas: bejuco, chiraco, zumaque, chilco, mora, jarilla y otras. Estas plantas logran afianzarse y extenderse sobre estos sustratos, corrigiéndolos e, incluso, estabilizándolos en alguna medida. Sin embargo, las condiciones geotécnicas de estos depósitos determinan que, incluso si se repueblan con vegetación espontánea, su inestabilidad estructural generará deslizamientos recurrentes.

Se hace, por tanto, necesario, desarrollar un conjunto simple de técnicas que combinen la capacidad adaptativa de la vegetación pionera nativa con herramientas mecánicas, para conformar suelos y coberturas estables, corrigiendo el aporte de sedimentos y previniendo la recurrencia de los deslizamientos.

Para ello es necesario el montaje de una instalación mínima para la propagación de dichas especies, dado que no se encuentran en viveros comerciales. Contar con un protocolo de recuperación de botaderos, con un vivero de las especies idóneas y con unas áreas demostrativas piloto, es el arranque necesario para perfeccionar y replicar un mismo protocolo de manejo en otros botaderos cuya recuperación ha sido igualmente proyectada por la Empresa.

#### **3.2.4. Programa de compensación y reforestación.**

Con el fin de cumplir los objetivos proyectados de conservación, se ha considerado el desarrollo de actividades, las cuales implicarán una intervención sobre un área específica de acuerdo con el proceso de planeación, la empresa de manera voluntaria y por iniciativa propia ha proyectado un factor de compensación de 1:5; lo cual a su vez implicará la adquisición de 3,6 Hectáreas para propósitos exclusivos de conservación.

#### **3.3. MANEJO DE LODOS DE PERFORACIÓN**

El proceso de perforación es el eje principal de los demás procesos dentro de la fase de exploración de una empresa minera, durante este proceso se hace circular agua como fluido base, a la cual se le adicionan una serie de productos químicos para mejorar el proceso de perforación, con el propósito principal de regresar los cortes de perforación a la superficie, pero a su vez cumplen otras funciones como controlar la presión, reducir la fricción, enfriar y lubricar la broca.

Una vez los lodos llegan a la superficie se conducen hacia el tratamiento primario, en donde su función principal es retener sólidos de gran tamaño, para luego ser conducidos por gravedad hacia la zona de tratamiento de lodos. Ya en la zona de tratamiento secundaria, Como parte integral del proceso de tratamiento, se realiza la remoción de grasas y aceites eventualmente presentes en los lodos de perforación y el material flotante es retirado mediante uso de paños absorbentes (oleofílicos), los cuales a su vez son manejados y dispuestos como residuos especiales o peligrosos (RESPEL), posteriormente los lodos se someten a la coagulación mediante la aplicación de sulfato de aluminio y una mezcla manual, luego los lodos entran en una fase de floculación en la cual se aplica cal hidratada para optimizar este proceso. Luego de sedimentados los flocs, por medio de una bomba se recupera el clarificado y entra nuevamente al proceso de perforación.

Este procedimiento se realiza varias veces hasta que los tanques de tratamientos se colmatan, y requieren de la evacuación de los lodos espesados, estos son deshidratados mediante costales de fibra (polipropileno) para que en estos pierdan mayor porcentaje de agua (Deshidratación), estos costales actúan como filtros, reteniendo los sólidos mientras permiten la percolación del exceso de agua y esta retorna al proceso de tratamiento, en tanto a los lodos deshidratados, cuando

alcanzan una concentración que permita su manejo y disposición final como residuo sólido seco.

Estos lodos se almacenan temporalmente para realizar posteriormente su disposición final. Para la disposición de estos lodos eran dispuestos como residuos peligrosos, bajo el principio de prevención. Luego de realizar su caracterización Físico-Química y ensayos TCLP, los resultados de laboratorio indicaron ausencia de características tóxicas y valores reportados muy inferiores a los valores máximos permisibles establecidos en la Tabla 3 del Decreto 4741 del 2005. Lo que permite la formulación de un nuevo plan de manejo y disposición final de lodos de perforación.

El manejo y tratamiento de los lodos generados en las plataformas de perforación se realizaba en dos puntos del proyecto. En todos los casos los lodos de perforación han sido conducidos por gravedad hasta dichas instalaciones. El proceso de tratamiento implementado incluye operaciones de coagulación, floculación y sedimentación, con recirculación del efluente tratado al proceso de perforación.

Para el proceso de deshidratados mediante costales de fibra (polipropileno) se realizaron pruebas para optimizar el procedimiento y la recuperación del mayor porcentaje de agua que retorna al proceso, así mismo los lodos secos serán almacenados y usados para la restauración de las escombreras presentes en el proyecto.

### **3.3.1. Prueba de optimización para la reducción del contenido de agua en los lodos de perforación (ANEXO A)**

El lodo de perforación llega al sistema de tratamiento discontinuo, en donde los tanques se someten a su capacidad máxima para el posterior tratamiento, el cual es muy variable ya que depende de las condiciones del lodo y este a su vez depende de la profundidad del pozo.

El lodo se somete a un proceso de coagulación con la aplicación de Sulfato de Aluminio normalmente con una dosis de 0.5 gr/l, y para optimizar el proceso se adiciona 0.15 gr/l de cal hidratada la cual eleva el pH y mejora la formación de los flock más estables, los cuales sedimentan fácilmente.

Inicialmente se realizó una prueba a escala, donde se tomaron 200 litros de lodo provenientes de la perforación que habían sido sometidos al tratamiento de coagulación, floculación y sedimentación. Con 100 litros de la muestra se realizó el procedimiento utilizado normalmente, en donde los lodos removidos son

deshidratados mediante utilización de sacos de polipropileno, los cuales retienen los sólidos mientras permiten la percolación del exceso de agua.

Así, el agua percolada retorna al proceso de tratamiento, los otros 100 litros se sometieron a la aplicación de un kilogramo de cal hidratada, la muestra se agito por un minuto para garantizar una mezcla homogénea y posteriormente se llenaron los sacos para someterlos a la percolación del exceso de agua.

La segunda prueba se extrajeron 1100 litros de lodos, los cuales se agitaron para garantizar una mezcla homogénea, posteriormente se llenaron sacos de fibra con 20 litros cada uno, a cada uno de estos se le dosificó diferentes concentraciones de cal hidratada disuelta en agua, las cuales se presentan en la

Tabla 1, cada dosis se aplicó en tres repeticiones, luego de la dosificación se agitaba para garantizar una mezcla completa de los lodos y con la cal, inmediatamente se pesaba el costal, y se repetía el procedimiento de pesaje de cada costal en diferentes frecuencias de tiempo. Esto con el fin de identificar la dosis óptima de cal hidrata para la reducción del exceso de agua de los lodos de perforación

Tabla 1. Dosis de Cal hidratada

Concentración (gr/l)	Lodos (l)	Cal (gr)	Agua (l)
0	20	0	2
1	20	20	2
2	20	40	2
5	20	100	2
8	20	160	2
10	20	200	2
20	20	400	2
50	20	1000	2
100	20	2000	2



### **3.4. OTRAS ACTIVIDADES**

#### **3.4.1. Manejo de aguas residuales domésticas y excretas generadas en el proyecto**

El manejo de las aguas residuales generadas en las instalaciones de geología, es realizado en un sistema de tratamiento (Lodos activados de aireación extendida), con disposición final mediante infiltración al terreno.

El manejo de excretas en las plataformas de perforación es realizado mediante la instalación de baños químicos portátiles, los cuales están provistos con un tanque de 60 galones de capacidad. Debido a las características de los accesos hasta los sitios de emplazamiento, el drenaje de los residuos es realizado cada cinco días con un equipo manual de succión.

El material orgánico removido es depositado y almacenado en un tanque de almacenamiento para productos químicos y entregado a una empresa especializada en su recolección, transporte y disposición final (Baños Portátiles SAS). En cada caso, los lodos orgánicos son manejados de manera integrada para la totalidad de las áreas que forman parte del proyecto de exploración (GA-005-2010 y GA-001-2011).

El producto químico empleado para la operación de los baños está conformado por una solución base de glutaraldehído, de alta biodegradabilidad (Relación DBO / DQO = 0,7) y amplio espectro sanitizante.




#### **3.4.2. Manejo y disposición de residuos sólidos**

Los residuos sólidos generados en el proyecto son separados en el sitio de origen y manejados de manera separada de acuerdo con la naturaleza de estos, así: Residuos comunes, residuos reciclables y residuos especiales.

De conformidad con lo expuesto, las plataformas de perforación, como puntos con mayor generación de residuos, están provistas con tres tipos de recipientes, debidamente identificados y señalizados, con el fin de facilitar las labores de separación y reciclaje:

1. Recipiente Verde: Residuos Orgánicos y Materiales No Reciclables
2. Recipiente Azul: Residuos Reciclables (Plástico / Vidrio / Papel / Cartón)
3. Recipiente Rojo: Residuos Especiales y Peligrosos

**Tabla 2. Segregación de los residuos peligrosos y especiales**

Color	Significado	Residuos	Almacenamiento
Rojo	Peligrosos	Lodos de perforación, residuos de minerales, escorias de metales, cenizas, aceites, lubricantes, pinturas, resinas, alcoholes, gasolina, derivados de petróleo, espuma contaminada, paños absorbentes.	
Azul	Plástico	Polietileno, polipropileno, bolsas, PVC, Acrílicos, Policarbonatos, poli Flex, garrafas, etc.	
Verde	Ordinarios	Envolturas de alimentos, papel sucio, papel carbón, aluminio, barrido, servilletas, icopor, y tetra pack	

Los aspectos técnicos anteriormente descritos se encuentran articulados con los procesos de capacitación de personal, referentes al manejo y separación de residuos, incluyendo los siguientes mecanismos y actividades:

1. Inducción y capacitación de personal nuevo
2. Capacitación de personal antiguo
3. Charlas informativas y operativas realizadas diariamente en los frentes de trabajo

De manera complementaria y de manera periódica son realizadas en las plataformas y demás áreas de trabajo), charlas sobre separación de residuos en el punto de generación, con énfasis en el uso correcto de recipientes de acuerdo con la naturaleza de los residuos

**- Residuos comunes**

Los residuos comunes generados en las áreas de perforación e instalaciones de apoyo del proyecto fueron almacenados en la Bodega Santa Isabel, en sacos de

fibra debidamente identificados, para ser transportados mensualmente hasta el relleno sanitario de Pamplona.

- **Residuos reciclables**

El manejo de los residuos sólidos reciclables incluye su separación en la fuente y clasificación en función de los diferentes materiales generados por el proyecto. Así, los residuos generados en las plataformas y demás áreas, son conducidos hasta la bodega Santa Isabel, en dónde son almacenados. En todos los casos, los residuos reciclables clasificados para ser transportados hasta el relleno sanitario de Pamplona

De manera complementaria a las actividades de separación de residuos en el punto de generación, la Empresa realiza un proceso de separación secundaria el cual tiene lugar en las instalaciones de almacenamiento de residuos. Dicha actividad de separación es realizada como parte integral del proceso de manejo de residuos y está orientada a asegurar la clasificación de estos de manera previa a su entrega final. Por lo anterior, los errores eventuales que puedan ocurrir en la separación de residuos en el punto de generación, son siempre corregidos de manera previa a su almacenamiento.

- **Residuos sólidos especiales y peligrosos**

Los Residuos Especiales y Peligrosos (RESPEL) generados en el proyecto están conformados principalmente por aceites usados que son removidos de los equipos de perforación; así como materiales impregnados con aceites, grasas y aditivos.

Los Residuos Especiales son almacenados en un área de la bodega Santa Isabel acondicionada para tal fin, provista con un sistema de contención de derrames, en donde son identificados y entregados posteriormente al proveedor especialización contratado por la empresa para tal fin, como proveedor especializado en la prestación del servicio de recolección, transporte y disposición final.

- **Residuos orgánicos para lombricultivo**

Los residuos orgánicos con ausencia de contaminantes (papel, cartón, cascara de frutas, verduras y huevos, residuos de poda) generados en el proyecto se están disponiendo en cultivo de lombrices rojas californianas construido en las

instalaciones de la bodega, para que por medio de estas se obtenga un lombricompost el cual será utilizado para la propagación de especies nativas en los viveros y sean utilizadas en la restauración de escombreras.

#### **3.4.3. Manejo de agua para el proceso de perforación.**

Se realizó seguimiento, control e instalación de los equipos para el suministro de agua de las plataformas de perforación (tanques, bombas, mangueras.). Se instalaron medidores de agua en las plataformas, el retorno y el clarificado, con el fin de hacer un balance del agua consumida en el proceso de perforación.

## 4. ACTIVIDADES REALIZADAS

### 4.1. RECUPERACIÓN DE LAS ZONAS DE PERFORACIÓN

- Se realizó una constante supervisión sobre la empresa contratista que realiza la rehabilitación de las plataformas, lo cual consta de recuperación de suelo, morfología y vegetación, la evolución se registra mediante actas de avances de la recuperación.
- Se dirigió el desmonte y adecuación de algunas plataformas de perforación, en donde se priorizo la limpieza y el cercado de las plataformas, para su posterior restauración o reperfuración.
- Se superviso la recuperación de áreas intervenidas, mediante el seguimiento, manejo, delimitación, restablecimiento de suelos y vegetación, en algunas Plataformas, Se debe aclarar que el restablecimiento pleno de la cobertura vegetal tomará un tiempo adicional hasta alcanzar su pleno desarrollo y estado deseado, También este proceso se ha visto afectado por el predominio de tiempo seco a lo largo del año. Las especies reubicadas y que lograron adaptarse fueron Frailejoncillo (*Espeletiopsis santanderensis*), Paja (*Calamagrostis effusa*), Uva de Diablo (*Gaultheria erecta*), *Miconia summa*, Romero (*Pentacalia ledifolia*) y Pegajosa (*Ageratina latipes*), entre otras.
- Se superviso los viveros de las plantas relevantes recolectadas en la adecuación de los accesos y plataformas, esta condición permitirá el mantenimiento del material vegetal en el vivero, para su posterior reintroducción de acuerdo con el avance secuencial de Programa de Restauración. La vegetación trasplantada fue con dominancia de especies como Frailejoncillo (*Espeletiopsis santanderensis*), Paja (*Calamagrostis effusa*), Uva de Diablo (*Gaultheria erecta*), *Miconia summa*, Romero (*Pentacalia ledifolia*) y Pegajosa (*Ageratina latipes*), entre otras; las cuales han demostrado una excelente respuesta al trasplante bajo prácticas adecuadas de manejo
- Se realizo un constante control y manejo sobre los viveros establecidos para la recuperación de las zonas de perforación, en estos se implementó líneas de conducción de agua para garantizar el riego y mantenimiento de la vegetación extraída.

- Se apoyaron las actividades de inventario y manejo de vegetación en las nuevas plataformas de perforación, de manera previa a las labores de descapote y manejo de suelos requeridas para la adecuación de caminos y plataformas.

#### **4.2. MANEJO Y RESTAURACION DE PASIVOS AMBIENTALES**

- Se realizó registros del sistema de neutralización (aplicación de cal) basado en dosificadores hidráulicos tipo Venturi, para el manejo de la totalidad de las aguas de mina generadas en los Títulos Mineros, adquiridos por LEYHAT COLOMBIA SUCURSAL, que conforman actualmente el proyecto Vetas. Actualmente se realiza el ajuste de pH de las aguas de mina hasta valores de 5,0 – 6.0. Se realizó la capacitación de los operarios responsables por la operación y funcionamiento de este sistema.
- Se realizó la formulación del plan de monitorio del recurso hídrico del área de influencia del proyecto, lo cual permitirá la evaluación Ambiental de Vertimiento de drenajes de agua de mina y Plan de gestión de riesgo para el manejo de vertimientos.
- Se apoyó la formulación del documento técnico para la solicitud de permiso de vertimientos el cual incluye: Informe Técnico General, Evaluación Ambiental de Vertimiento de drenajes de agua de mina y Plan de gestión de riesgo para el manejo de vertimientos.
- Se supervisó la construcción e implementación de las estructuras y dispositivos hidráulicos para medición de caudal (Canaletas “H”) para los drenajes de mina. Se capacito al personal sobre su funcionalidad y uso.
- Se supervisó el manejo de aguas en el interior de los túneles de las mina, donde se evita considerablemente el contacto de las aguas de mina con minerales y lodos en el interior de estas, evitando así el mayor contacto con minerales sulfurados que son los causantes de las bajas de pH y los óxidos de hierro presentes en estas aguas.
- Se realizó el manejo y control del bioensayo el cual tiene como principio básico para demostrar la calidad del agua de mina después del tratamiento y que esta garantiza un equilibrio con el medio ambiente. Para esto se implementaron 2 acuarios con una capacidad de 50 L, cada uno con un sistema de aireación, y termostato, 15 peces entre hembras y machos. el acuario 1 es un control y su agua proviene del acueducto municipal, el acuario 2 es la muestra y su agua proviene del efluente de las aguas de mina. Se

registra las condiciones de los dos acuarios y así verificar si existe una mortandad de peces cuál sería su posible causa, el bioensayo se encuentra en etapa de desarrollo por esta razón falta tecnificarlo más para garantizar su funcionalidad, por esta razón no se presentaron reportes técnicos referentes a esta actividad.

- Se realizó un monitoreo de pH y sólidos suspendidos totales sobre el vertimiento para llevar un control y seguimiento de las aguas de mina.
- Se supervisó el desmantelamiento de equipos, la demolición de obras civiles y se realizó el restablecimiento de suelos. Actualmente se avanza en el proceso de restablecimiento de la cobertura vegetal. El restablecimiento de suelos ha sido realizado a partir del material obtenido en deslizamientos que se han presentado sobre taludes y cortes de vía localizados en zonas cercanas. El restablecimiento de vegetación rastrera ha implicado el uso de especies nativas como chipao, guaba, chiraco y poa.
- Se realiza un análisis de información para la formulación de actividades complementarias orientadas a garantizar una disposición ambientalmente segura de las arenas contenidas en las tinajas, ya que se evidencia la presencia de mercurio en las arenas.
- Se supervisó y dirigió la propagación en vivero de 100 plantas de chipao o bejuco colorado (*Muehlenbeckia tamnifolia*), por medio de esquejes.
- Se supervisó y dirigió el ahoyamiento y la siembra de 50 plantas de chipao o bejuco colorado (*Muehlenbeckia tamnifolia*) en un sector de la escombrera asociada a la Bocamina “La Botella 02”
- Se supervisó y dirigió la revegetalización de las escombreras asociadas a las Bocaminas La Botella, por medio de la instalación de cespedones de pasto Kikuyo y suelo orgánico los cuales fueron removidos en las actividades de adecuación y restructuración de la cancha de fútbol municipal.
- Se supervisó la delimitación de las escombreras como área de recuperación en los botaderos de estériles asociadas a las bocaminas La botella 01, La Botella 02 y La Peter 02.
- Se realizó supervisión sobre la empresa contratada para la siembra de plantas de aliso, laurel y otras especies nativas en el área de la quebrada El retiro, como medida de compensación.

- Se capacitó al personal del departamento de gestión ambiental para el manejo y funcionalidad del sistema de tratamiento de aguas de mina, para su óptimo funcionamiento.

#### **4.3. MANEJO DE LODOS DE PERFORACIÓN**

- Se supervisó y dirigió el montaje de las líneas de conducción de lodos de perforación por gravedad desde las plataformas hasta las instalaciones adaptadas para el tratamiento de estos lodos.
- Se supervisaron las actividades de adecuación, montaje y funcionamiento de los sistemas de tratamiento de lodos de perforación, los cuales incluyen como operaciones unitarias: Coagulación, floculación y sedimentación, con recirculación del efluente tratado al proceso de perforación.
- Se realizó un constante control, manejo, adaptaciones y mantenimiento sobre los tanques primarios los cuales cumplen la función de trampa de grasas y sedimentador primario de sólidos gruesos, estos tanques se ubican en las salidas de las plataformas de perforación para evitar problemas de obstrucción en las mangueras de conducción de los lodos.
- Se realizó un rediseño en los tanques de eliminación de excesos de aguas, con la implementación de filtros y separadores para optimizar los tiempos de escurrimiento.
- Se realizaron capacitaciones a los empleados del departamento de gestión ambiental para el buen manejo, uso y funcionalidad del sistema de tratamiento de los lodos, para su óptimo funcionamiento.
- Se realizó constante supervisión en el tratamiento y proceso para el óptimo desarrollo del sistema de tratamiento de lodos de perforación
- Se realizaron pruebas para el manejo y optimización de reducción del contenido de agua de los lodos de perforación.

#### **4.4. OTRAS ACTIVIDADES**

- Se supervisó y dirigió el manejo integral de los residuos (Residuos peligrosos, lodos de perforación, residuos ordinarios, materiales reciclables,



residuos químicos de baños portátiles.) los cuales se entregaron en cada caso a empresas especializadas en su transporte y disposición final.

- Se realizaron charlas periódicas referentes al manejo y separación de residuos, incluyendo en las plataformas y demás áreas de trabajo, con énfasis en el uso correcto de recipientes de acuerdo con la naturaleza de los residuos.
- Se Superviso y dirigió el buen manejo ambiental de toda la operación en la empresa en caso de alguna contingencia. (Limpieza plataformas y derrames, buena presentación de accesos, plataforma, sistemas de tratamiento).
- Se realizaron controles sobre el sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas y manejo de los tiempos de aireación del sistema.
- Se realizaron capacitaciones sobre el buen manejo, uso y funcionalidad del sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas, para el óptimo funcionamiento del sistema.
- Se apoyó el proceso continuo de supervisión referente al buen manejo ambiental de toda la operación en la empresa en caso de alguna contingencia, con énfasis en Limpieza plataformas, condiciones de aseo, líneas de conducción de agua, conformación de plataformas y sistemas de tratamiento.
- Apoyo en la realización de los Informes de Cumplimiento Ambiental (ICA) para las Guías minero ambiental y los planes de manejo ambiental de la empresa.
- Apoyo ambiental para la realización del check list en las plataformas de perforación al finalizar la movilización y puesta en marcha de la operación, Verificando las condiciones de operación de la plataforma al inicio de cada sondaje o pozo.
- Diseño de señalización de todas las áreas intervenidas por el DGA.
- Se realizó seguimiento, control e instalación de los equipos para el suministro de agua de las plataformas de perforación (tanques, bombas, mangueras.). Se instaló medidores de agua en la plataforma, el retorno y el clarificado, lo cual permite hacer un balance del agua consumida y recuperada en el proceso de perforación.
- Se realizó acompañamiento a la visita realizada por la autoridad ambiental competente.

## 5. REGISTRO DE ACTIVIDADES

### 5.1. RECUPERACIÓN DE LAS ZONAS DE PERFORACIÓN



FOTOGRAFÍA No: **01**  
LUGAR: **RM - 27**  
OBSERVACIONES: **Vivero para revegetalización**



FOTOGRAFÍA No: **02**  
LUGAR: **RM - 26**  
OBSERVACIONES: **Desmante de plataforma**



FOTOGRAFÍA No: 03  
 LUGAR: ED - 02  
 OBSERVACIONES: Plataforma en proceso de restauración

**LEYHAT COLOMBIA SUCURSAL**  
(SUCURSAL BRANCA DE LA SUCURSAL)  
**LEYHAT COLOMBIA SUCURSAL**  
DEPARTAMENTO DE GESTIÓN AMBIENTAL  
 FORMATO DE INSPECCIÓN DE AVANCES DE RESTAURACIÓN

PROYECTO: Velos PLATAFORMA/AREA: ED-01,02,03  
 FECHA DE INSPECCIÓN: 24 de Mayo/13 HORA DE INSPECCIÓN: 130  
 EMPRESA CONTRATISTA: Positiva

PERSONAL LEYHAT COLOMBIA: PERSONAL EMPRESA CONTRATISTA:  
 JEFE DGA: Ion GARCIA JEFE DE PROYECTO: Luis E Castro  
 AUXILIAR DGA: Daniel Gomez Cure SUPERVISOR: Guillermo Vargas

ACTA/OBSERVACIONES/ACTIVIDADES/MEASURAS DE CONTROL:  
 • ED-01 se encuentra creando con riesgo de suelo  
 consiste en la fijación de vegetación con plantas sembradas  
 se encuentra el camino hacia las zonas perturbadas  
 • ED-02 se encuentra creando con riesgo de suelo  
 consiste en la fijación de vegetación con plantas sembradas  
 • ED-03 se encuentra creando con riesgo de suelo  
 consiste en la fijación de vegetación con plantas sembradas  
 de talo la fijación

FIRMA: [Signature] FIRMA: [Signature]  
 NOMBRE: Daniel Gomez NOMBRE: Ion Mauricio Jimenez A  
 CARGO: J. DGA CARGO: AUX. SSO

FOTOGRAFÍA No: 04  
 LUGAR: ED - 01, 02, 03  
 OBSERVACIONES: Formato de inspección de avances de restauración

## 5.2. MANEJO Y RESTAURACION DE PASIVOS AMBIENTALES



FOTOGRAFÍA No: **05**  
LUGAR: **La Botella 1**  
OBSERVACIONES: **Captación y conducción de aguas de mina**



FOTOGRAFÍA No: **06**  
LUGAR: **Bodega La Peter**  
OBSERVACIONES: **Estación de monitoreo – Canaleta H para aforo de caudales**





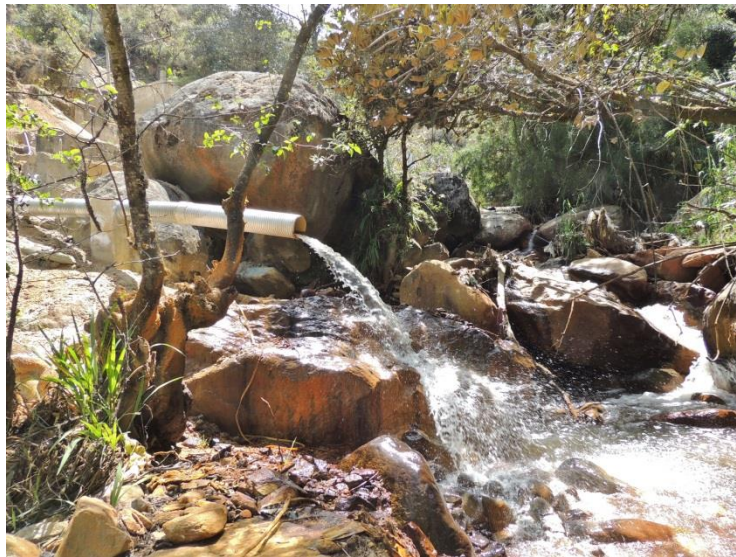
FOTOGRAFÍA No: 07  
LUGAR: Bodega  
OBSERVACIONES: Bioensayo de aguas de mina



FOTOGRAFÍA No: 08  
LUGAR: Santa Isabel II  
OBSERVACIONES: Aspecto interior de túnel minero en proceso de manejo, recuperación y sostenimiento.



FOTOGRAFÍA No: **09**  
LUGAR: **La Botella 1**  
OBSERVACIONES: **Monitoreo de aguas de mina**



FOTOGRAFÍA No: **10**  
LUGAR: **Rio Vetas**  
OBSERVACIONES: **Vertimiento Drenaje de mina**





FOTOGRAFÍA No: 11  
LUGAR: Santa Isabel  
OBSERVACIONES: Restauración en la franja de protección



FOTOGRAFÍA No: 12  
LUGAR: La botella  
OBSERVACIONES: Revegetalización de escombreras



FOTOGRAFÍA No: 13  
LUGAR: Los delirios  
OBSERVACIONES: Restauración de escombreras



FOTOGRAFÍA No: 14  
LUGAR: Santa Isabel  
OBSERVACIONES: Restauración de escombreras



### 5.3. MANEJO DE LODOS DE PERFORACIÓN



FOTOGRAFÍA No: 15  
LUGAR: RM - 26  
OBSERVACIONES: Instalación de equipos para el manejo de lodos de perforación



FOTOGRAFÍA No: 16  
LUGAR: Sistema de tratamiento de lodos de perforación  
OBSERVACIONES: Acta de capacitación para sistema de tratamiento de lodos de perforación.



FOTOGRAFÍA No: 17  
LUGAR: ED - 04  
OBSERVACIONES: Manejo y tratamiento de lodos de perforación



FOTOGRAFÍA No: 18  
LUGAR: Bodega  
OBSERVACIONES: Ensayos de optimización en la reducción contenido de agua de los lodos de perforación



FOTOGRAFÍA No: 19

LUGAR: ED

OBSERVACIONES: Capacitación de manejo y tratamiento de lodos de perforación



FOTOGRAFÍA No: 20

LUGAR: Bodega

OBSERVACIONES: Manejo y tratamiento de lodos de perforación en tanques de sedimentación

#### 5.4. OTRAS ACTIVIDAD



FOTOGRAFÍA No: 21

LUGAR: Bodega Santa Isabel

OBSERVACIONES: Sistema de tratamiento de lodos activados con aireación extendida



FOTOGRAFÍA No: 22

LUGAR: ED-05

OBSERVACIONES: Mantenimiento y recolección de baños portátiles





FOTOGRAFÍA No: 23  
LUGAR: ED  
OBSERVACIONES: Supervisión de líneas de conducción de aguas



FOTOGRAFÍA No: 24  
LUGAR: Bodega  
OBSERVACIONES: Estabilización de talud y conformación de jardines ornamentales



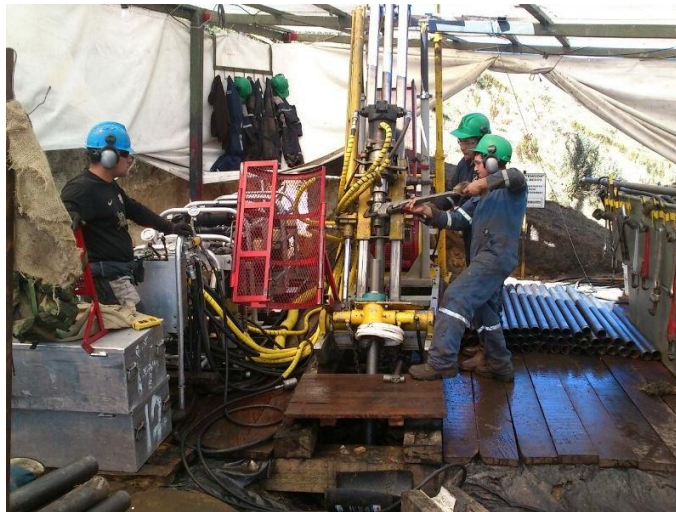
FOTOGRAFÍA No: 25  
LUGAR: Bodega Santa Isabel  
OBSERVACIONES: Entrega de residuos especiales a proveedor especializado



FOTOGRAFÍA No: 26  
LUGAR: Bodega  
OBSERVACIONES: Vivero y Lombricultivo



FOTOGRAFÍA No: **27**  
LUGAR: **RM**  
OBSERVACIONES: **Instalación de líneas de conducción**



FOTOGRAFÍA No: **28**  
LUGAR: **ED - 04**  
OBSERVACIONES: **Supervisión de manejo y gestión ambiental en plataforma de perforación**

## 6. CONCLUSIONES

- La restauración caminos, plataformas y escombreras se facilitaron y avanzaron notablemente gracias a la adaptación de viveros con flora recuperada y semillas recolectadas de vegetación nativa, también por el buen manejo y mantenimiento sobre los viveros con la instalación de riego y el enriquecimiento orgánico con lombricompost, y el aprovechamiento de los cespedones recuperados de la cancha de fútbol municipal.
- Los lodos de perforación pueden ser usados para la restauración de caminos plataformas y escombreras, ya que por su contenido de materia orgánica y la ausencia de características tóxicas lo hacen apto para este uso. Dicha actividad requiere la formulación de un protocolo previo, la conformación de parcelas experimentales, así como el seguimiento y ajuste partir del proceso mismo de restauración.
- Se ha avanzado en la restauración de antiguas instalaciones mineras, localizadas en franjas de protección del río Vetas, que han sido desmanteladas por la Empresa, con la siembra de vegetación nativa y el control de las actividades en dicha zona.
- En el manejo de los lodos de perforación se optimizaron los tanques de eliminación de excesos de aguas, con la implementación de filtros y separadores lo cual mejora notablemente los tiempos de escurrimiento y se realizaron pruebas para la optimización de los tiempos de reducción contenido de aguas en los lodos de perforación, reduciendo así, el peso y el volumen de los costales, lo que facilita su transporte y almacenamiento, así como la recirculación al proceso del agua recuperada.
- Con la formulación del plan de monitoreo se podrá revisar las condiciones de la fuente receptora antes y después del vertimiento realizado por la empresa, lo que permitirá controlar y mejorar el tratamiento del vertimiento.
- La finalización de la Canaleta “H” optimizara los procesos y aumentara confiabilidad en los resultados obtenidos, que servirán para garantizar una buen monitoreo sobre las aguas de mina.
- El buen manejo de aguas en el interior de los túneles de las mina optimizara los procesos posteriores a la captación de estas, disminuyendo la obstrucción de



mangueras, el uso de reactivos para su tratamiento y el impacto de vertimiento sobre el rio receptor.

- El bioensayo cumplirá el principio básico de demostrar la calidad del agua de mina después del tratamiento y que esta garantiza un equilibrio con el medio ambiente.
- Las charlas referentes al manejo y separación de residuos en las plataformas aumenta el uso correcto de recipientes, lo cual optimiza los procesos de separación posterior realizada por los auxiliares del DGA.

## **7. RECOMENDACIONES**

- Se requiere optimizar los tiempos de reducción del contenido de aguas en los lodos de perforación, por esto se recomienda aplicar de 10 gr/l a 50gr/l la cual representa la dosis optima de cal hidratada para la reducción significativa en el volumen y peso de los lodos de perforación.
- La evacuación de lodos de la zona de tratamiento de lodos es intensiva en requerimientos de personal. Por lo anterior, se recomienda el aprovechamiento de estos lodos en la restauración de caminos plataformas y escombreras, ya que por su contenido de materia orgánica y la ausencia de características tóxicas lo hacen apto para este uso. Dicha actividad requiere la formulación de un protocolo previo, la conformación de parcelas experimentales, así como el seguimiento y ajuste partir del proceso mismo de restauración.
- Se recomienda la recolección de semillas de vegetación nativa para germinación e vivero, en donde su fuente orgánica proviene del lombricompost.
- Se recomienda la instalación de una regla de aforo para la medición de la lámina de agua en la Canaleta “H” para garantizar la medición instantánea.
- El avance de la empresa contratista en la restauración de plataformas ha sido bueno pero requiere mayor frecuencia en las visitas realizadas en los trabajos para registrar de manera más precisa los procedimientos y avances realizados.

## BIBLIOGRAFIA

- Higuera, P (2010), Minería e Hidrosfera, Curso de minería y medio ambiente. Universidad de Castilla-La Mancha. url: <http://www.uclm.es/users/higuera/MAM/index.htm>
- Solicitud Permiso de vertimientos proyecto LEYHAT COLOMBIA SUCURSAL. LCS-057/10. 2011.
- Guia técnica colombiana GTC-24
- Resolucion 318 del 2000
- Decreto 4741 de 2005

# **ANEXOS**

---