

Caracterización de residuos estériles mineros del municipio de Marmato - Caldas

Characterization of sterile mining waste in the municipality of Marmato - Caldas

Manuela Arcila Ospina

manarcilall@misena.edu.co

Semillero Amarillo

Centro de Procesos Industriales y Construcción, Caldas

Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, Colombia

Mariana Ramírez Ríos

marianarios696@gmail.com

Semillero Amarillo

Centro de Procesos Industriales y Construcción, Caldas

Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, Colombia

RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo determinar las características físico-mecánicas de los residuos estériles mineros del municipio de Marmato - Caldas, con el fin de evaluar técnicamente la posibilidad de reutilizar los residuos como agregado en la mezcla de pavimento de vías terciarias y como arcilla adsorbente de metales pesados en aguas residuales mineras del mismo municipio. Estos residuos corresponden a las rocas y material sólido extraído de los socavones, que no tienen un contenido viable de oro. Los mineros pequeños y artesanales desechan estos residuos sin ningún control ni planeación en las laderas aledañas a los socavones (Jimena Motta-Pascuas et al., 2018). Para llevar a cabo el actual trabajo, se recolectaron dos muestras de los residuos estériles mineros directamente en la zona de disposición de dos socavones mineros en los sitios

conocidos como "El Relleno" y "Cien Pesos" del municipio de Marmato. Ambas muestras fueron trituradas en una planta de beneficio de oro en el sitio conocido como "El Llano" en el mismo municipio. Luego, se realizaron ensayos técnicos en el laboratorio de suelos del Centro de Procesos Industriales y Construcción del SENA - Caldas. Los resultados han determinado las siguientes propiedades: humedad, granulometría, densidad, PH, textura, conductividad y porosidad. Los resultados obtenidos se analizarán para determinar si los residuos estériles cumplen con la normativa para la construcción de vías terciarias y si se pueden clasificar como algún tipo de arcilla adsorbente de metales pesados.

Palabras claves: Minería, reutilización, contaminación, oro, estériles, marmato, ensayos.

ABSTRACT

The objective of this work is to determine the mechanical physical characteristics of the sterile mining waste of the municipality of Marmato - Caldas, in order to technically evaluate the possibility of reusing the waste as aggregate in the pavement mixture of tertiary roads and as adsorbent clay of heavy metals in mining wastewater from the same municipality. These residues correspond to the rocks and solid material extracted from the tunnels, which do not have a viable gold content. Small and artisanal miners dispose of this waste without any control or planning on the slopes surrounding the sinkholes (Jimena Motta-Pascuas et al., 2018). To carry out the current work, two samples of sterile mining waste were collected directly from the disposal area of two mining tunnels at the sites known as "El Relleno" and "Cien Pesos" in the municipality of Marmato. Both samples were crushed in a gold beneficiation plant at the site known as "El Llano" in the same municipality. Then, technical tests were carried out in the soil laboratory of the SENA - Caldas Industrial and Construction Processes Center. The results have determined the following properties: humidity, granulometry, density, PH, texture, conductivity and porosity. The results obtained will be analyzed to determine if the sterile waste complies with the regulations for the construction of tertiary roads and if it can be classified as some type of heavy metal adsorbent clay.

Key words: Mining, Reuse, contamination, gold, sterile, marmato, testing.

INTRODUCCIÓN

Las empresas pequeñas y artesanales mineras de oro del municipio de Marmato - Caldas utilizan técnicas inadecuadas para la extracción, remoción y disposición de los materiales en el proceso de obtención del oro. Los materiales extraídos de los socavones mineros son clasificados en dos, el material que contiene el oro, y el material con contenido inviable de oro. Este último corresponde a los residuos estériles mineros, los cuales son desechados sin ninguna planeación ni control en las laderas adyacentes a los socavones. Esta disposición inadecuada de los residuos estériles genera inestabilidad en las laderas y contamina las fuentes hídricas de la zona (Universidad Nacional de Colombia - Sede Manizales & Corpocaldas, 2013). En la actualidad, el municipio de Marmato no cuenta con un lugar asignado para la disposición final de los residuos estériles. Por lo tanto, la inadecuada disposición de estos residuos continúa generando problemas ambientales, sociales y económicos en Marmato (Castro Ortiz & Zapata Correa, 2018).

El presente proyecto propone investigar la viabilidad técnico - económica de la reutilización de residuos sólidos mineros para su posible uso en productos de la construcción. Esto con el fin de mitigar el impacto ambiental y evaluar la generación de una actividad económica adicional en el Municipio. El proyecto investigará los contenidos necesarios de los materiales utilizados en productos de la construcción. Posteriormente caracterizará el contenido de los residuos rocosos e investigará métodos de recuperación de materiales en minería para determinar

la viabilidad de la presente investigación. El trabajo que se presenta en este artículo corresponde los ensayos técnicos que se están haciendo en el laboratorio de suelos del Centro de Procesos Industriales y Construcción - CPIC del SENA Caldas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para la realización del presente trabajo se llevó a cabo la recolección y evaluación de las muestras de residuos estériles mineros del municipio de Marmato - Caldas de la siguiente manera. Primero, se realizó el protocolo para la toma de muestras de suelos, en la cual se definió la cantidad de material a recoger, la metodología de recolección, los elementos de protección personal necesarios, las herramientas requeridas, la bitácora para la toma de información, entre otros. Luego, se realizó los ensayos de laboratorio siguiendo la normativa definida para cada propiedad, la tabla 1 muestra la normativa seleccionada.

Tabla 1 Ensayos de laboratorio

Prueba de laboratorio	Normatividad
Determinación del contenido de agua	NV E-122-13
Determinación del límite líquido de los suelos	INV E-125
Índice de plasticidad	INV E-126
Equivalente de arena	INV E-133
Granulometría	INV E-213
Gradación A-38 y A-25. Método para determinar por lavado el material que pasa el tamiz 75 μ m en agregados minerales	NTC 174 (ASTM C 117)
Desgaste en la máquina de los Ángeles	INV E-218
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfatos	INV E-220

Continuación Tabla 1.

Prueba de laboratorio	Normatividad
Módulo de elasticidad estática	ASTM C469
Prueba de pH y conductividad	Guía de laboratorio y práctica de campo - SENA
Análisis de textura	

Las muestras recolectadas fueron trituradas en una planta de beneficio de oro antes de traerlas al laboratorio de suelos del SENA. Las muestras fueron depositadas en costales con bolsas de plástico

internamente para conservar las condiciones iniciales de recolección. El primer ensayo que se llevó a cabo fue el de humedad, con el fin de conservar la condición de humedad inicial.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al momento de presentar este artículo a la revista SENNOVA, se han obtenido los siguientes resultados. La tabla 2 muestra el contenido de humedad de las muestras 2 y 3. La tabla 3 muestra el PH y conductividad de las dos muestras

Tabla 2. Humedad en las muestras.

Nº muestra	2		Nº muestra	3	
Lugar de procedencia	La Plaza Santa Cruz- Mina Nápoles/ Zona de disposición		Lugar de procedencia	Sector cien pesos- Mina la Golondrina/Zona de disposición	
Nº ensayo	2.1	2.2	Nº ensayo	3.1	3.2
Peso del recipiente	11,59 g	16,84 g	Peso del recipiente	11,41 g	8,87 g
Peso del recipiente + muestra húmeda (g)	61,59 g	66,84 g	Peso del recipiente + muestra húmeda (g)	61,41 g	58,87 g
Peso del recipiente + muestra seca (g)	54,16 g	59,59 g	Peso del recipiente + muestra seca (g)	54,53 g	52,06 g
Peso del agua	7,43 g	7,25 g	Peso del agua	6,88 g	6,81 g
Contenido de humedad (W)	17,45 %	16,96 %	Contenido de humedad (W)	15,96 %	15,77 %
Promedio de humedad	17,21 %		Promedio de humedad	15,86 %	

Tabla 3. PH y conductividad.

	pH	Conductividad mS/cm
Muestra 2	5,422	3,38
Muestra 3	7,306	2,23

Otros trabajos se han realizado en Colombia, obteniendo resultados similares, pero en diferentes contextos. Como lo es el estudio del Centro de Formación Minero Ambiental del Bagre - SENA Antioquia, en donde analizaron los relaves mineros del bajo

cauca antioqueño (Arias Torres et al., 2021). Para el caso de este proyecto, los análisis de textura de las muestras clasifican los residuos estériles como suelos franco arenosos.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos hasta el momento facilitan la clasificación de los residuos estériles mineros de acuerdo con la normativa de INVIAS para la construcción de vías. Posteriormente, se analizará la viabilidad técnica para su uso en la mezcla de pavimento de vías terciarias y arcilla adsorbente de metales pesados.

REFERENCIAS

- Arias Torres, S. M., Córdova Castro, J. D., & Gómez Botero, A. A. (2021). Alternativas de aprovechamiento de residuos de la industria minera de El Bajo Cauca Antioqueño en el sector de la construcción. *Revista EIA*.
- Castro Ortiz, L. F., & Zapata Correa, D. (2018). Caracterización geomecánica del macizo rocoso del sector minero de cien pesos del municipio de Marmato. In *Universidad de Caldas*. Universidad de Caldas.
- Jimena Motta-Pascuas, A., Alfonso Ustariz-Durán, M., & Ordoñez-Carmona, O. (2018). Identification, analysis and evaluation of risks associated with gold mining in Marmato, Caldas. *Julio*, 44, 21-30. <http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/rbct>
- Universidad Nacional de Colombia - Sede Manizales, & Corpocaldas. (2013). *Alternativas de aprovechamiento del material pétreo resultante de la actividad minera en Marmato*.