

DOCUMENTOS DE  
TRABAJO AREANDINA  
ISSN: 2665-4644

Facultad de Ingeniería y  
Ciencias Básicas  
Seccional Bogotá



# RECUPERACIÓN Y PROCESAMIENTO DE CARBONES DE TECHOS Y PISOS MEZCLADOS CON ESTÉRIL DE LA EMPRESA CERREJÓN LTDA.

LUIS ALBERTO MERCADO POLO



Las series de documentos de trabajo de la Fundación Universitaria del Área Andina se crearon para divulgar procesos académicos e investigativos en curso, pero que no implican un resultado final. Se plantean como una línea rápida de publicación que permite reportar avances de conocimiento generados por la comunidad de la institución.

# RECUPERACIÓN Y PROCESAMIENTO DE CARBONES DE TECHOS Y PISOS MEZCLADOS CON ESTÉRIL DE LA EMPRESA CERREJÓN LTDA.

**Luis Alberto Mercado Polo**

Facultad de Ingeniería y Ciencias Básicas  
Fundación Universitaria del Área Andina

## **Cómo citar este documento:**

Mercado Polo, L. A. (2021). Recuperación y procesamiento de carbones de techos y pisos mezclados con estéril de la empresa Cerrejón Ltda. *Documentos de Trabajo Areandina (1)*. Fundación Universitaria del Área Andina. Doi: <https://doi.org/10.33132/26654644.1926>

## Resumen

Los problemas que pueden existir gracias al manejo que se da en el Cerrejón han dado como resultado el deterioro de la fauna y flora de las regiones afectada; no obstante, gracias a la Política de Seguridad, Salud, Medio Ambiente y Comunidades que ofrece la compañía, se puede afirmar que dicha empresa se interesa por escuchar propuestas las cuales disminuyan el impacto ambiental que conlleva dicha actividad minera. Entre las problemáticas encontradas una de las mayores son los incendios forestales provocados por la autocombustión del carbón el cual al estar mezclados con el material estéril en algún momento tiende a subir temperaturas, ya que este carbón ha si extraído de su entorno y ha entrado en contacto con el oxígeno y con agentes externos que provocan la combustión. Hay que prestar atención al posible riesgo de su combustión espontánea debido a la presencia de carbón en los estériles y en la reacción exotérmica de oxidación de las piritas. Dados los contenidos habituales de carbón (< 5 %), si los rellenos están adecuadamente compactados, y el contenido de aire es muy bajo, puede excluirse de combustión espontánea. Un ejemplo de combustión espontánea se produjo en el terraplén entre los pp.kk. 414/850 al 415/130 de la Línea Madrid-Barcelona por Caspe. En 2006, se hizo un estudio geológico-geotécnico del terraplén que presentaba un proceso de inestabilidad debido a la combustión continua del material constituyente del núcleo, afectando a un tramo de 45 m de vía con un espesor de relleno de hasta 8 m. Al tratarse de un relleno localizado la medida correctora adoptada fue la sustitución y construcción de un nuevo terraplén.

### Palabras clave:

Carbón, combustión espontánea, contaminación ambiental, material estéril, oxidación de las piritas.



## Introducción

Uno de los problemas más importantes en minería es la readecuación de terrenos afectados por la minería, es decir, en cuanto a la creación de tajos; ya que estos producen una disminución en los volúmenes de tierra al momento de utilizar la capa vegetal, previamente almacenada en bancos durante el descapote, la cual es vital para supervivencia de la fauna y la flora. Se tiene en cuenta que antes de esta capa vegetal el material estéril o terreno previo antes de la localización del manto debe ser un terreno completamente limpio, libre de carbón, puesto que, por antecedentes previamente analizados, cuando se hace el proceso de readecuación y este material estéril queda con carbón tienden a producirse incendios forestales, producto de la autocombustión del carbón. Motivo por el cual, cualquier método utilizado para mitigar estos daños son de gran aporte en el proceso de la minería a cielo abierto.

## Localización y marco geológico

La Formación Cerrejón es una formación geológica de Colombia que data de entre mediados o finales del Paleoceno. Esta se halla en la subcuenca de El Cerrejón, en la cuenca Ranchería, en el departamento de La Guajira. La formación consiste de campos de hulla que son un importante recurso económico. El carbón de la Formación Cerrejón ha sido explotado intensivamente en la mina a cielo abierto del Cerrejón, una de las mayores del mundo. La formación también posee fósiles que son los primeros registros de las selvas neotropicales.

La Formación Cerrejón se subdivide en los grupos inferior, medio y superior basándose en el grosor y dis-

tribución de los lechos de carbón. En promedio, los lechos de carbón miden 3 metros de grosor, y van desde 0,7 m a 10 m de grosor. Los lechos más gruesos se encuentran en la parte superior de la formación.

Basándose en las asociaciones de litofacies y la composición paleofloral, el ambiente deposicional fluctuaba de una planicie costera influenciada por estuarios en la base de la formación a una planicie costera fluvial en la zona superior.

En el pasado geológico reciente, algo del carbón entró en combustión espontáneamente de manera natural formando carbón quemado rojizo, similar al ladrillo y clínker. Estas rocas afloran irregularmente y miden más de 100 metros de grosor. El clínker se halla cerca de las zonas deformadas como las fallas o plegamientos cerrados, y es más antiguo que las propias deformaciones. Se piensan que estos combustionaron después del desarrollo de la falla de cabalgamiento y el abanico aluvial del Cerrejón.

## Metodologia

Específicamente hablando de carbones, se logra evidenciar que durante la acumulación del material que se produce en el piso, ya terminada la fase de extracción del mineral, este suele dejarse o acumularse en pilas para luego ser recolectado esto constituye un problema, puesto que muchas veces no solo el material continua durante muchos turnos acumulado sino que, además, para no afectar la operación es llevado y considerado como material estéril y termina en los botaderos los cuales serán reutilizados a futuro.

Estipulado por la Agencia de Minería Nacional:

[...] la minería a cielo abierto, se buscará que el área explotada se recupere con miras a darle otro uso potencial a la zona, acorde con el medio ambiente circundante y los planes de ordenamiento territorial municipal, los cuales pueden ser, de tipo urbanístico o industrial, de recreación pasiva o intensiva,

Actualmente, en el caso de la minería en Cerrejón se está utilizando el sistema de la sonda ASH PROBE el cual consiste en introducir una sonda a la pila de carbón

agrícola o forestal, conservación de la naturaleza, depósito de agua, vertedero de estéril y basuras, etc. (s.f.)

Se han realizado estudios de calidad del material residual, mezcla de material estéril y carbón luego de la extracción en el tajo específicamente en aquellos tajos que contienen mantos de mayor calidad como tajo la puente y tajo sur.

Actualmente, en el caso de la minería en Cerrejón se está utilizando el sistema de la sonda ASH PROBE el cual consiste en introducir una sonda a la pila de carbón si el porcentaje de ceniza es mayor o igual al 50 %. Este carbón se redirecciona para las pilas de estéril, eso sí, teniendo en cuenta que sea una cantidad poco menos a una carga lo cual equivale a la cantidad de material que puede tomar la cuchara de un cargador.

Luego este carbón tiene un porcentaje de ceniza menor a 50 %, se envía a planta de lavado donde se realiza su respectivo proceso de limpieza y separación de material estéril.

Antes de todo lo anterior, se debe hacer el respectivo muestreo de pilas lo cual conlleva a abrir en el departamento de calidad una línea de avisos, los cuales informen cuando el manto esté a punto de terminar la extracción, asegurando la calidad de este utilizando el sondeo y la toma de muestra *in situ*, para luego continuar con la molienda y la prueba en el medidor adiabático de poder, dando como resultado el btu.

Como este carbón arroja una cifra significativa, en tanto a volumen, se recogen muestra para luego examinarlo exhaustivamente en laboratorio. Se utiliza el molino para luego obtener información de laboratorio acerca de la calidad. La recolección de estos materiales, los cuales traen problemas a futuro, es una gran forma de disminuir el impacto ambiental.

## Resultados

Existen alternativas para el uso de este material, siendo este un material inerte. Al mezclarlo con lodo y cal se obtiene un producto el cual sirve para el abono de planta, ya que

En Colombia, la empresa Cerrejón es considerada como un ejemplo de minería ambientalmente sostenible, mediante su Programa de Rehabilitación de Tierras intervenidas por la actividad minera.

produce un excelente resultado en el crecimiento y la germinación de estas. También se hace una mezcla de este material con estiércol de bovino.

A continuación, se muestran resultado del uso de estas mezclas en las plantas. Dicho estudio fue realizado por la ingeniera Laura Mercedes Jiménez Ballesteros y los resultados fueron evaluados en tres meses.

Como se puede observar el resultado de las pruebas en pasto común es muy significativo el cual podría ser perfectamente utilizado para reforestación de un terreno en cuanto aspectos paisajísticos.

Actualmente en Colombia, la empresa Cerrejón es considerada como un ejemplo de minería ambientalmente sostenible, mediante su Programa de Rehabilitación de Tierras intervenidas por la actividad minera. Al 2011, la extensión de tierras rehabilitadas alcanzaba las 2800 hectáreas en áreas que una vez fueron tajos o botaderos de material estéril. En la actualidad, los botaderos se encuentran revestidos con una diversa cobertura de bosque seco tropical y exhiben dinámicas ecológicas que establecen conectividad con las áreas naturales vecinas (Cerrejón, 2011).

Dicha empresa le está dando a los carbones sucios un destino diferente, es decir a los carbones de interface se les está haciendo pruebas con las sondas ASH probé la cual es la única herramienta que tienen para el direccionamiento de dichos carbones. Aquellos carbones cuya ceniza es menor o igual a 50 % se mandan a la planta de lavado y el resto a estéril.

Esto quiere decir que no se le está dando un uso inadecuado al material y solo se tiene en cuenta el material de gran volumen esto también acarrea problemas, sabiendo que el material sometido a planta de lavado arroja resultados poco favorables en cuanto a la calidad, esto en el caso de los carbones de alta calidad; es decir, de aquellos que sobrepasan el 11000 btu, pero aquellos mantos que arrojan poca calidad se estaría desperdiciando el uso de planta de lavado, de igual manera tendrían que deshacerse enviándolo al botadero.

**TABLA 1.**  
RESULTADOS DE LAS MEZCLAS EN LAS PLANTAS.

Propiedad	Resultado	Método	Unidad
Humedad	3,89	Gravimetría	%
Textura	Franco arenoso	Diagrama Triangular del USDA	
pH	5,5	pH metro	
Capacidad cambio catiónico	20,12	NH <sub>4</sub> Acético	meq/100 g
Calcio (Ca)	0,21	Complexometría	meq/100 g
Magnesio (Mg)	0,19	Complexometría	meq/100 g
Potasio (K)	022	Espectrofotometría de absorción atómica	meq/100 g
Sodio (Na)	0,23	Espectrofotometría de absorción atómica	meq/100 g
Aluminio (Al)	0,05	Espectrofotometría de absorción atómica	meq/100 g
Bases totales	0,85	Desplazamiento con NH <sub>4</sub> Acético	meq/100 g
Saturación			
Saturación total	4,21	Sumatoriade bases * $\frac{100}{CCC}$	%
Saturación Ca	1,04	Calcio * $\frac{100}{CCC}$	%
Saturación Mg	0,94	Magnesio * $\frac{100}{CCC}$	%
Saturación K	1,09	Potasio * $\frac{100}{CCC}$	%
Saturación Na	1,14	Sodio * $\frac{100}{CCC}$	%
Materia orgánica			
Carbono (C)	0,10	Walkey - Black	%
Nitrógeno (N)	0,005	Kjeldahl	%
Fósforo admisible como (F <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	50	Bray II	Kg/hectárea
Elementos menores			
Boro (B)	0,31	Espectrofotometría de absorción atómica	ppm
Zinc (Zn)	0,40	Espectrofotometría de absorción atómica	ppm
Manganeso (Mn)	0,90	Espectrofotometría de absorción atómica	ppm
Hierro (Fe)	1,11	Espectrofotometría de absorción atómica	ppm
Cobre (Cu)	0,16	Espectrofotometría de absorción atómica	ppm

Fuente. elaboración propia.



La materia orgánica presente en el estéril de carbón tiene una influencia directa en la composición física y química del suelo, ya que mejora su estructura, contribuye a la retención del agua y a la capacidad de cambio catiónico de la superficie. Nos determina que el material tiene un bajo porcentaje de materia orgánica y que posee características de un suelo pobre para el desarrollo de las plantas cuyas propiedades químicas y físicas no son las adecuadas para usos agrícolas. Para esto es necesario la adición de material orgánico tal como las heces de res.

## Referencias

Agencia Nacional de Minería. (s.f.). *Página de Agencia Nacional de Minería*. <http://www.anm.gov.co/>

Cerrejón (s.f.). Documento público [inédito].

Jiménez Ballesteros, L. M. (2015). *Evaluación del aprovechamiento de estériles de carbón mediante integración de materiales orgánicos en suelos de zonas afectadas por la minera en el municipio de Guachetá* [trabajo de grado, Universidad Central].

<https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/8103/Documento%20Final%20Evaluacion%20del%20Aprovechamiento%20de%20Esteriles%20de%20Carb%C3%B3n-%20LAURA%20JIMENEZ%20B.pdf?sequence=1>

Ministerio de Minas y Energía. (s.f.). *Términos de referencia. Los trabajos de exploración (lte) y programa de trabajos y obras (pto) para materiales y minerales distintos del espacio y fondo marino*. Ministerio de Minas y Energía.

[https://www.anm.gov.co/sites/default/files/normativas/terminos\\_ref\\_exploracion\\_mineria.pdf](https://www.anm.gov.co/sites/default/files/normativas/terminos_ref_exploracion_mineria.pdf)

