

RECUPERACION Y ENRIQUECIMIENTO POR METODO DE FLOTACION DE FINOS DE CARBON DE YACIMIENTOS VENEZOLANOS. (Fine Coal Recovery at Venezuelan Deposits).

MARTIZ I., MONICA

CUENCA, JUAN C.

RESUMEN

Se estudia el mecanismo de la operación de concentración denominada flotación y su efectividad para recuperar y enriquecer las partículas de carbón de tamaño fino, menores a la malla Tyler 28 (<0,5 mm) que se genera en cantidad de 1 a 20 %, luego de la extracción de las zafra en los frentes de mina, así como en la primera preparación de reducción de tamaño. Se trataron muestras de carbones nacionales procedentes de la Fila Maestra (Anzoátegui) y Guasare (Zulia), a partir de las cuales se comprobó la pronta producción de partículas finas en cantidad importante, obligando que esta fracción deba recuperarse y limpiarse. Los resultados en ambos casos concluyen que el proceso de flotación es apto para el tratamiento de los finos que se producen en dichos depósitos, y que estas pruebas exploratorias aportan datos suficientes para pruebas en circuito semipiloto y luego, diseño de la planta industrial.

1.1. INTRODUCCION

Hoy por hoy, constituye casi una necesidad en las operaciones mineras carboníferas la existencia de algún grado de beneficio para la fracción de tamaño denominado "finos de carbón" que otrora era depositado en las escombreras, ya que constituía altos costos económicos el recuperarlos y los bajos precios del carbón no lo permitían. Se entenderá por finos de carbón aquellos tamaños por debajo de la malla Tyler 28, partículas menores de 0,5 milímetros, que por diversas razones al producirse en cantidad entre 15 a 20 %, tanto en mina como en planta, requieren en la actualidad una operación de concentración.

El método universalmente utilizado por sus múltiples ventajas, es la operación de concentración mineral conocida como FLOTACION. Sin embargo, no es la panacea en el procesamiento de carbón fino ya que debe combinarse con un método económico de filtrado para eliminar la humedad de los productos.

Se comprobó la generación de finos de carbón en muestras de yacimientos venezolanos, específicamente, de Fila Maestra (Estado Anzoátegui) y Guasara (Estado Zulia) tanto en la natural degradación que sufren las zafra en mina durante el manejo o manipulación, así como en la primera fase de reducción de tamaño en planta de tratamiento del género.

Como se requiere un completo conocimiento de las características del carbón a beneficiarse, se realizaron los reconocimientos mineralógicos, petrográficos y químicos tanto inmediatos como elementales, dando por resultado, tipo y uso de los carbones analizados.

Se aplicó flotación a nivel exploratorio, consiguiéndose disminuir así el porcentaje de cenizas, por lo que se comprueba en esta primera fase del estudio, que este método es adecuado para estos carbones.

Las pruebas se realizaron en el Laboratorio de Preparación y Concentración de Menas, Departamento de Minas, Escuela de Geología, Minas y Geofísica, Facultad de Ingeniería, Universidad Central de Venezuela.

1.2. RAZONES PARA EL BENEFICIO DE FINOS DE CARBON

Hay tres razones de peso que deben tomarse en cuenta en el momento de decidir si un cierto porcentaje de finos de carbón va o no a la escombrera, y si no, estudiar la posibilidad de recuperarlos.

1. Hoy en día los costos mineros han escalado un punto en el cual todo el valor carbonífero que posee la mina debe recuperarse como producto para obtener algún rendimiento.
2. Los métodos mineros actuales producen carbón en bruto con altos contenidos de tamaño menor a la malla Tyler 28 y esto hace la balanza en favor de beneficiarlos, ya que a veces estos llegan a constituir el 20 %.
3. Regulaciones ambientales exigen de los productos carboníferos, que se consumen en generar energía y fabricación de coque, el que tengan un contenido de 15 a 20 % de cenizas y menos de 1 % de azufre.

Los carbones de los depósitos venezolanos analizados no escapan a estos problemas, y se impone en ellos la aplicación de los métodos de beneficio mineral para recuperarlos. Como se comprueba más adelante, el material carbonífero venezolano se caracteriza por producir hasta 15 % de partículas menores a 0,5 milímetros con contenidos de ceniza que hay que disminuir, para cumplir con las especificaciones del mercado.

1.3. CARBONES A ENSAYAR

La investigación llevada a cabo hasta ahora ha incluido carbones de dos regiones distintas de gran importancia actual en Venezuela. Ellas son:

- El yacimiento carbonífero de Fila Maestra, en el Estado Anzoátegui a 10 kilómetros de la costa, 100 kilómetros de Puerto La Cruz y 240 kilómetros de Caracas.
- La cuenca carbonífera del Guasare, en el sitio denominado Paso del Diablo, Manto IV a unos 90 kilómetros al NW de Maracaibo, en el Estado Zulia.

Muestras representativas de ambos depósitos, fueron tomadas cuidadosamente en campo siguiendo el Método Sistemático de Canales; y trasladadas a Caracas, donde por el método de roleo y cuarteo se obtuvieron las cantidades necesarias para cada ensayo requerido de laboratorio.

Al continuar con el estudio de los carbones de los Estados Falcón y Táchira, se tendrá una visión global de lo que ocurre con los finos de carbón venezolanos.

1.4. CARACTERIZACION DE LOS CARBONES A ENSAYAR

Antes de proceder a los ensayos de reducción de tamaño y flotación propiamente dichos, es necesario tener un conocimiento lo más completo posible del carbón muestreado, por lo que deben someterse a una serie de determinaciones mineralógicas, petrográficas y químicas que darán respuesta al tipo y uso que tendrán dichos materiales carbonosos.

Con tales determinaciones se tendrá a la muestra de carbón, clasificado según el grado de metamorfismo o grado de carbonización en lignito, sub-bituminoso, bituminoso, semibituminoso, semiantracita y antracita. De acuerdo a la fracción carbonácea combustible del carbón en alguno de los grupos de macerales vitrinita, exinita e inertinita y sus macerales respectivos. Luego fue químicamente clasificada de acuerdo a los contenidos de elementos como carbón, hidrógeno, azufre,

nitrógeno y oxígeno, así como humedad, cenizas o materia mineral y volátiles.

De acuerdo a lo anterior y aplicando cada metodología correspondiente a muestras representativas de ambos yacimientos, con el apoyo de los cuadros Nº 1 y Nº 2, se tienen los rasgos más importantes para este estudio.

FILA MAESTRA

Carbón sub-bituminoso A, no aglomerante, termoeléctrico.

Cenizas	(%)	:	19,50
Humedad	(%)	:	7,00
Volátil	(%)	:	36,00
Azufre	(%)	:	1,50
Poder calorífico KCal/kg:			6.400

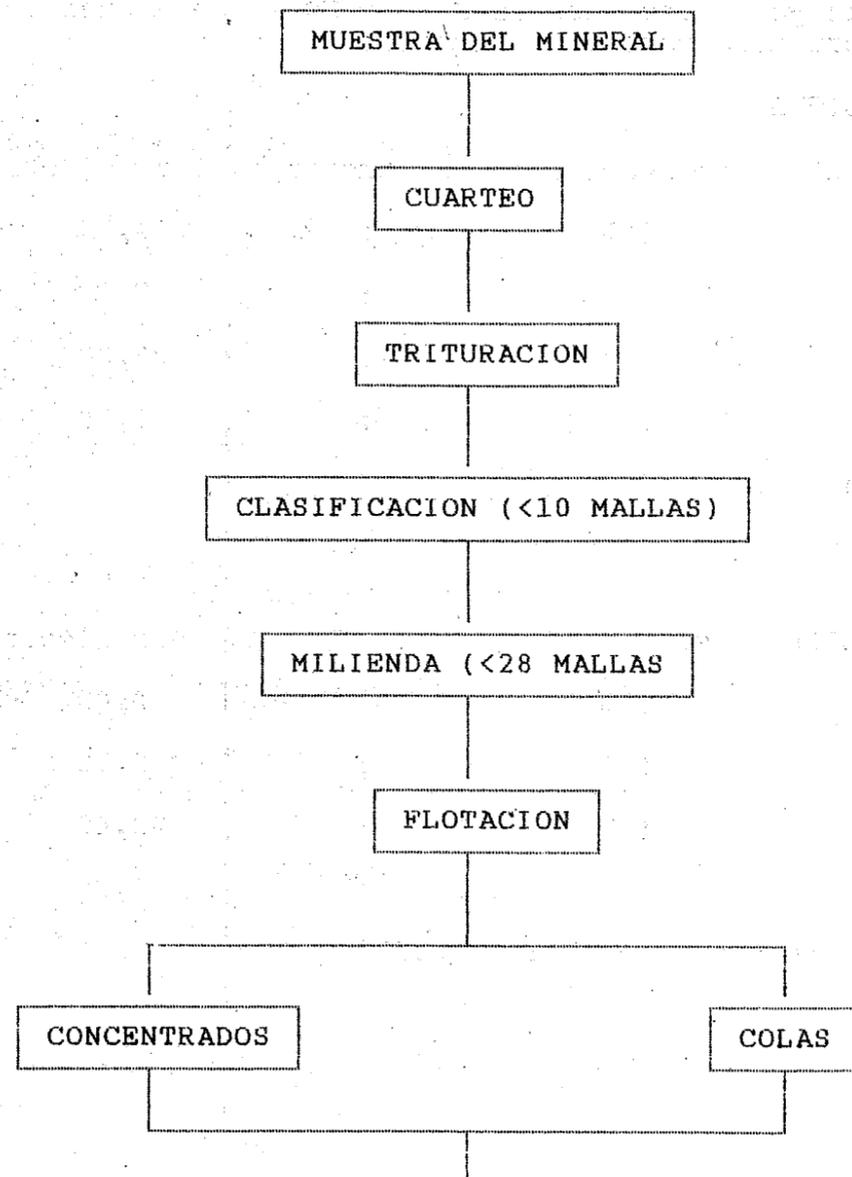
GUAZARE

Carbón Bituminoso A - B, aglomerante, termoeléctrico.

Cenizas	(%)	:	2,40
Humedad	(%)	:	2,70
Volátil	(%)	:	42,40
Azufre	(%)	:	0,28
Poder calorífico KCal/kg:			8.256

FIGURA Nº 1

FLUJO DE OPERACIONES SEGUIDAS EN EL LABORATORIO



ANALISIS DEL % DE

HUMEDAD - CENIZA - MATERIAL VOLATIL - AZUFRE

2. PREPARACION Y CONCENTRACION DEL CARBON

La parte experimental de las operaciones de beneficio mineral seguidas en el laboratorio se observa en la Figura Nº 1.

2.1. Reducción de Tamaño

Muestras representativas de cada yacimiento fueron sometidas a las presiones y esfuerzos de equipos de trituración constituidos por machacadoras de mandíbulas y cilindros trituradores o rodillos. La respuesta a cada comportamiento se observa a continuación:

ANALISIS GRANULOMETRICOS

CARBON DE FILA MAESTRA

GUASARE

MALLA	RETENIDO %	MALLA	RETENIDO %
1-1/2	31	8	45
3/4	14	16	23
1/4	18	28	13
28	26	80	13
-28	11	100	1
		150	-
		200	3
		270	1
		-270	1

De ellos se deduce la considerable generación de finos de carbón menores a la malla 28 en aproximadamente un 10 % en Fila Maestra y 15 % en Guasare. Estos porcentajes traducidos a toneladas exigen su recuperación y limpieza para adecuarla a especificaciones industriales.

2.2. Flotación

El método de concentración por flotación es el proceso más común aplicado para beneficiar la fracción 28 * 0 mallas de carbón y los esfuerzos, tanto en la investigación como en la industria, están dirigidos a optimizar cada vez más este proceso.

La necesidad de carbones lavados bajos en cenizas y azufre de tamaños pequeños, usualmente por debajo de 2,54 centímetros, han hecho de la flotación el método más promisorio para lograrlo, y tanto el proceso como los equipos están suficien-

mente probados alrededor del mundo, durante los últimos 50 años de servicio continuo.

La flotación se sirve de las características superficiales de las partículas y es independiente de las relaciones de gravedad específica. El proceso envuelve el uso de reactivos adecuados que establecen una superficie hidrofóbica o de adherencia al aire y que al mismo tiempo mantienen otros sólidos hidrofílicos. Con adecuada agitación e introducción de aire junto con el reactivo espumante, se crea una espuma en la cual el carbón hidrofóbico es flotado a la superficie y los rechazos con superficies hidrofílicas (cenizas) permanecen en la pulpa y se remueven como colas.

Para aumentar la natural hidrofobia del carbón, se añaden colectores como kerosene o aceite diesel junto con el agente espumante, aceite de pino o MIBC. Reactivos accesorios para establecer otros efectos necesarios se añaden, tal como el depresante silicato de sodio.

El pH de la pulpa tiene un efecto muy significativo y puede controlarse por adición de NaOH para aumentarlo o HCl para disminuirlo.

Generalmente un pH de 6 a 8 induce los mejores resultados, La densidad de la pulpa usualmente está entre 5 a 10 por ciento de sólidos. Estos factores, junto con el grado de oxidación del carbón son los parámetros a controlar durante el proceso.

2.2.1. Parte Experimental

Se realizaron series de flotaciones de muestras representativas de cada yacimiento en celda de flotación Denver Sub-A de 500 gramos de capacidad, siguiendo el procedimiento usual de análisis.

Luego de numerosas pruebas de ajustes de la máquina como consumo de reactivos y obtención de pH óptimo, las mejores recuperaciones y eficiencias se obtuvieron bajo las siguientes condiciones:

	FILA MAESTRA	GUASARE
COLECTOR	Kerosene	
ESPUMANTE	Aceite de Pino	
pH	7 - 8	
DILUCION	10	5
DEPRESOR	Silicato de sodio al 10 %	ninguno
ACONDICIONAMIENTO	5 minutos	
RETIRO DE ESPUMA	10 minutos	

2.2.2. Resultados y Conclusiones

Bajo las condiciones anteriores se obtuvieron los siguientes resultados de las tres mejores recuperaciones de cenizas en las colas:

MUESTRA	PRODUCTOS				% R. DE CENIZAS EN LAS COLAS
	CONCENTRADOS		COLAS		
	% Peso	% Cenizas	% Peso	% Ceniza	
FILA MAESTRA	54	42	46	63	56
	64	10	36	38	70
	46	30	54	66	72
GUASARE	89	0,12	10	2,25	9
	89	0,10	10	2,24	10
	94	0,11	5	2,28	5

De los datos obtenidos se concluye que el método de Flotación resulta apto en primera etapa para la limpieza de estos carbones, y que los mismos pueden ser aplicados en pruebas a escala semi-piloto para realizar los cálculos del diseño de la planta industrial.

C L A S E	G R U P O	RANGO DE CLASIFICACION DEL CARBON				CARACTERES AGLOMERANTES Y GRADO
		A.S.T.M. (0.3888) 1980		LIMITE DEL VALOR CALORIFICO		
		LIMITE DE VOLATILES %	BTU/LB	Kg.cal/Kg	KJ/Kg	
ANTRACITICO	1. META ANTRACITICO	- 2				NO
	2. ANTRACITICO	2 - 8				AGLOMERANTE (METALURGICO)
	3. SEMIANTRACITICO	8 - 14				(METALURGICO)
BITUMINOSO	1. BAJO VOLATILES	14 - 2				(METALURGICO)
	2. MEDIO VOLATILES	22 - 31				MEDIANAMENTE AGLOMERANTE (TERMoeLECTRICO)
	3. ALTO VOLATILES A	31 -	14000-	777-	32564-	AGLOMERANTE
	4. ALTO VOLATILES B		13000-14000	7222-7777	30238-32564	AGLOMERANTE
	5. ALTO VOLATILES C		11500-13000 1500-11500	6389-7222 5833-6389	26749-30238 24423-26749	AGLOMERANTE
SUBBITUMINOSO	1. A		10500-11500	5833-6389	24423-26749	NO
	2. B		9500-10500	5278-5833	22097-24423	AGLOMERANTE
	3. C		8300-9500	4611-5278	19306-22097	AGLOMERANTE
LIGNITO	1. LIGNITO A		6300-8300	3500-4611	14654-19306	AGLOMERANTE
	2. LIGNITO B		-6300	--3500	-14654	(TERMoeLECTRICO)

GEOS, N° 29, Sept. 1989
Memorias 50º Aniversario de la Escuela de Geología, Minas y Geofísica
Facultad de Ingeniería, Universidad Central de Venezuela
Caracas, 15 al 22 de mayo de 1988

RIESGOS EN UN AMBIENTE SUBTERRANEO - (HAZARDS IN AN UNDERGROUND ENVIRONMENT).

Monjak Weiser, Tomislav. Departamento de Minas, Escuela de Geología, Minas y Geofísica, Facultad de Ingeniería, Universidad Central de Venezuela. Ingeniero Consultor. Miembro: aftes, area, asce, astm, bts, civ-svmsif, imm, issmfe, see, sesa, sme-aime.

I.- RESUMEN

Pese a los avances tecnológicos, aun persisten riesgos en aquellos trabajos que se realizan en el subsuelo.

Los riesgos en las Obras Subterráneas se ramifican en dos grupos: NATURALES e INDUCIDOS. El primero está condicionado por la naturaleza, de allí la imposibilidad de evitarlos, aunque si evadirlos condicionalmente.

En cambio, los riesgos INDUCIDOS pueden ser reducidos en la medida en que el hombre se lo proponga. Son controlables.

Entre los riesgos NATURALES se citan aquellos relacionados con la Geología (Litología, Estratigrafía y Estructural), Mecánica del Medio Sólido (Roca y Suelo), Mecánica de los Fluidos (Gases y Líquidos), Transferencia de Calor (Sólido-Termia y Fluido-Termia), Radioactividad y la Sismología.

Por su parte, los riesgos INDUCIDOS se caracterizan por su transferibilidad (emitidos y recibidos), relacionándose al efecto perturbante, que tiene su origen en la actividad antrópica. La estabilidad y seguridad de las Obras Subterráneas, así como, las zonas de influencia de éstas, constituyen este grupo de riesgos. Otro riesgo son las enfermedades profesionales específicas que se derivan de las obras particularizables.

La mejor comprensión de las interacciones entre los aspectos GEOTECNICOS, CONSTRUCTIVOS y HUMANOS, permite evitar o al menos minimizar los riesgos INDUCIDOS.

II.- INTRODUCCION

La presente exposición de motivos tiene por finalidad el conscientizar al profesional que labora en las Obras Subterráneas de los riesgos inherentes a éstas, así como, alertar la escasa reglamentación de seguridad que se dispone en el país para los propósitos de controlar las actividades específicas y garantizar un mínimo de seguridad y bienestar en los sitios de trabajo.

La no actualización del Reglamento de las Condiciones de Higiene y Seguridad