



Recuperación del mineral en los yacimientos lateríticos con utilización de una criba móvil en el yacimiento Camarioca Norte*

Héctor Esparraguera Guilarte

Especialidad: Ingeniería en Minas

Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa (Cuba).

Resumen: Debido a la presencia de grandes volúmenes de roca estéril mayores de 14 pulgadas, mezcladas con el mineral limonítico en los fondos de los yacimientos Camarioca Norte, concesiones de la empresa Comandante Pedro Sotto Alba, se realizó un estudio sobre la factibilidad de utilización de una criba móvil con el objetivo de hacer un cribado previo del mineral antes de ser trasladado hasta la Planta de Preparación Mecánica, ya que estas rocas ocasionan serias averías en el sistema de alimentación de los trenes de la Planta de Preparación de Pulpa. Con la utilización de la criba móvil se garantiza un ahorro en los gastos de mantenimiento causados por averías de los equipos tecnológicos de la Planta de Preparación Mecánica en aproximadamente \$120 000.

Palabras claves: Cribado del mineral; mineral remanente; criba móvil; yacimientos lateríticos.

*Trabajo tutorado por el Dr. C. Ramón Gilberto Polanco Almanza y la Ing. Yanetsis Chacón Pérez.

Recibido: 12 septiembre 2015 / Aceptado: 13 febrero 2016.

Ore recovery in laterite ore bodies using a mobile screen in the Camarioca Norte ore body

Abstrac: A feasibility study was carried out due to the presence of large volumes of sterile rocks larger than 14 inches mixed with limonite ore at the bottom of the Camarioca Norte ore bodies, a Pedro Sotto Alba Plant mining concession. A mobile screen was used in order to previously screen the feed ore before it is trucked to the Ore Preparation Plant as these rocks result in major failures in the feed system at the Slurry Preparation Plant. Using a mobile screen ensures maintenance savings of approximately 120 000 \$ attributable to failure of the existing equipment in the ore preparation plant.

Key words: ore screening; remaining ore; mobile screen; laterite ore bodies.

Introducción

La empresa Comandante Pedro Sotto Alba a partir de su constitución en 1994 como compañía mixta introdujo cambios significativos en las técnicas y métodos empleados en cada una de las etapas del proceso de producción de la mina, ocasionados por los incrementos sostenidos de producción de la planta, hasta sobrepasar su capacidad de diseño original. Entre los yacimientos que están concesionados a la empresa se encuentran Camarioca Sur, Camarioca Norte, Moa Occidental del Sector (Zona A, Zona Septentrional), Moa Oriental y la Presa de Rechazo.

En el yacimiento Camarioca Norte se contabilizan como pérdidas 6 513 111 t de mineral en la zona de contacto entre el estrato limonítico y el saprolítico, denominado fondo de la minería, con un elevado contenido de rocas que provocan considerable reducción de la productividad al ejecutar acciones de extracción selectiva del mineral, clasificando las rocas directamente con el cubo de las excavadoras, lo que provoca, además, demoras operacionales, tiempos de espera y múltiples averías en el equipamiento de carga.

A pesar de las preocupaciones de los operadores durante la extracción del mineral en la zona de contacto (fondo de minería) las rocas de gran tamaño (+14 pulgadas) mezcladas con el mineral limonítico se cargan a los camiones articulados y se transportan hasta la Planta de Preparación de Pulpa, donde ocasionan daños severos en el sistema de alimentación a los trenes de producción. Por esa causa se consideran como pérdidas millones de toneladas de mineral limonítico con elevado contenido de Ni y Co.

Las cribas móviles, las plantas portátiles montadas en un solo chasis o plantas modulares, como también se les conoce, son diseños que tienen la ventaja de que el equipo completo puede desplazarse hasta el lugar donde se quiere ubicar. En Latinoamérica la empresa Odebrecht es su principal proveedor, estos son muy utilizados en la industria de los agregados en la actualidad, ya que son plantas que no pierden la capacidad productiva que tienen las plantas estacionarias o fijas. Su popularidad se debe a su facilidad de transporte marítimo en contenedores o como carga estándar por carretera, por ello se convierten en la opción ideal para operaciones en lugares remotos.

El uso de cribas móviles ha sido estudiado por diversos autores. Bouso (1999) analizó los métodos para calcular la superficie de cribado. Andrejev, Perov y Zverievich (1987) examinaron los conceptos fundamentales y la finalidad del proceso de cribado y clasificaron diversos tipos de cribas, mientras que Bajzelj (2006) analizó el diseño de una máquina cribadora de material pétreo, modular, serie KS marca URBAR, con una capacidad de carga de 300 m³/día. El diseño de cribas móviles aumenta por su utilización en la industria. Esquitino (2006) expuso nuevos diseños de la empresa Metso Minerals para trituración en una cantera de Alfarp, Valencia.

Sin embargo, en Cuba es una novedad el empleo de cribas móviles; en la industria de materiales de la construcción así como en la industria cubana del níquel se emplean cribas, ya sean de barrotes o parrillas, de arco o de rodillos, vibratorias o semivibratorias pero son estacionarias y están acopladas con una planta de trituración.

En el yacimiento Moa Oriental, de la empresa Comandante Pedro Sotto Alba, se emplearon con éxito dos cribas de barrotes (criba o vigas paralelas) para realizar un cribado previo, por la no existencia de cribas móviles en los yacimientos lateríticos actualmente.

La necesidad de clasificar el mineral limonítico mezclado con rocas de gran tamaño en el fondo de los yacimientos para incorporarlo al proceso metalúrgico condujo a determinar la factibilidad de utilización de una criba móvil en la explotación de los fondos de los yacimientos concesionados a la empresa, para realizar un cribado previo que conlleve a la disminución de las pérdidas hasta niveles aceptables por la autoridad minera.

Ubicación geográfica del yacimiento

El yacimiento se encuentra localizado al noreste de la provincia de Holguín, en el municipio de Moa. Forma parte de Las Cuchillas de Moa, ubicadas en el macizo Moa-Baracoa, al sur de la ciudad de Moa. Colinda por el norte con el yacimiento Moa Oriental, por el este con el yacimiento Camarioca Este y hacia el suroeste con el yacimiento Camarioca Sur y el río Moa (Figura 1).

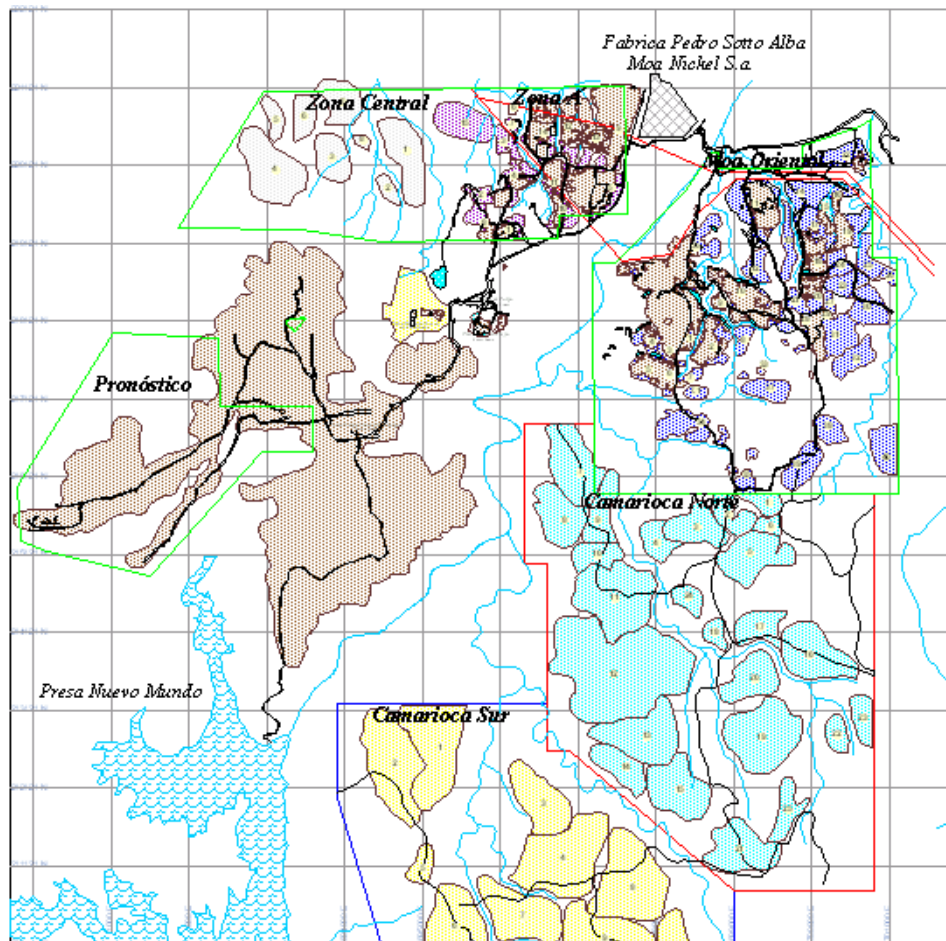


Figura 1. Plano general del yacimiento Camarioca Norte.

La zona donde está ubicado el yacimiento se caracteriza por ser extremadamente compleja debido a su relieve abrupto y la presencia de cuencas hidrográficas con valles de gran magnitud. El rango de alturas varía desde 70 m hasta 600 m de altitud. El espesor promedio de la corteza en general es de 10,4 m, fluctuando entre 7,5 m en el área fuera de los cuerpos minerales hasta 13,7 m dentro del contorno del cuerpo mineral. El espesor promedio de la corteza dentro de los contornos de los cuerpos minerales es de 11,1 m.

Características físico-mecánicas de las rocas

El peso volumétrico varía significativamente por tipo de litología, lo cual determina que un mismo tipo de mena pueda tener diferente peso volumétrico, en dependencia de la zona, al no estar condicionada; los cálculos se realizan con un valor único de peso volumétrico para cada yacimiento o sector.

La humedad varía en dependencia de la profundidad, encontrándose los valores más altos en el material serpentínico. Las características físico-mecánicas se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1. Características físico-mecánicas de las rocas

Propiedades	Camarioca Norte
Peso volumétrico seco (t/m ³)	1,07
Peso volumétrico húmedo (t/m ³)	1,08
Coefficiente de esponjamiento	1,68
Humedad (%)	41

Sistema de explotación

El sistema de explotación utilizado es por bancos a cielo abierto, con altura de banco de 3 m, divididos en bloques de 8 x 8 m y ángulo del talud de 90⁰. Las operaciones de extracción y carga de la masa minera se realizarán con retroexcavadoras Liebherr 984, utilizando camiones articulados Bell B50D como medio de transporte para la roca estéril y el mineral.

El escombro y la extracción se realizarán mediante el desarrollo de bancos múltiples y la exposición a varios frentes a la vez. La carga de los camiones se realizará en el nivel superior y a 90⁰ con respecto al punto de extracción. En casos donde las condiciones lo permitan se puede realizar a nivel de plataforma.

Establecimiento de los parámetros de trabajo de la criba móvil y el cálculo del equipamiento necesario para su explotación

Una condición de cumplimiento obligatorio en este tipo de sistema de explotación consiste en un mantenimiento de la horizontalidad en cada plataforma de trabajo. Las áreas que se explotarán se dividen en bancos, con rasantes horizontales cada tres metros de potencia.

El equipo de excavación-carga caso debe facilitar el mantenimiento de esta cota permanentemente en cada banco con la ayuda del replanteo topográfico, el control del geólogo de campo, el operador de la retroexcavadora, el jefe de brigada y de turno y el personal técnico del recorrido diario para la planificación de la minería. Una situación particular que ocurre en las áreas de explotación es que cuando alcanzan la zona de contacto del mineral útil con el perfil saprolítico en esta zona es imposible mantener la horizontalidad de los bancos debido a la significativa

irregularidad de este contacto y la frecuente presencia de inclusiones de rocas duras.

En estas condiciones surgen serias dificultades para la extracción del mineral del fondo con la retroexcavadora debido a su limitado alcance y a la abundante presencia de rocas en este horizonte del perfil minero.

Por esa causa durante la explotación de los yacimientos lateríticos se han incrementado los volúmenes de pérdidas de mineral en las zonas de contacto hasta superar en algunos casos el nivel relativo de 6 % del total en volumen.

Partiendo de esta situación se considera la extracción del mineral laterítico en las zonas de contacto como una de las probables operaciones donde se puede utilizar en la minería de la empresa Pedro Sotto Alba una criba móvil. El equipamiento minero no permite la clasificación del mineral y se alimenta un importante volumen de rocas a la Planta de Pulpa con consecuencias negativas sobre el proceso.

Selección de la criba

En la práctica de cribado de minerales se emplean cribas de diversas construcciones. Conforme a los índices de diseño su clasificación detallada resulta voluminosa.

Según las condiciones de los yacimientos lateríticos pertenecientes a la empresa Pedro Sotto Alba se tuvieron en cuenta los siguientes aspectos para seleccionar la criba, cuya selección se subordina a las propiedades físicas y físico-mecánicas del mineral, así como a sus particularidades (dureza, contenido de arcillas y lamas primarias, humedad (37 %), etc.). Las condiciones climáticas y sistemas de explotación deben ser considerados seriamente en la elección del esquema, la criba seleccionada fue una:

Criba vibratoria móvil

Son las más importantes y extendidas en el procesamiento de minerales se emplean en el cribado previo y final con clasificación húmeda de materiales con tamaños de 250 mm hasta menores de 0,250 mm. Existen múltiples tipos de estas cribas. La

práctica ha demostrado la factibilidad del empleo de las cribas vibratorias por su alta capacidad y eficiencia (>90 %).

Características de la criba q_e440 :

- Extensiones de tolva para cargas traseras
- Placas de tolva resistentes al desgaste adicional
- Placas de tolva resistentes al desgaste en los laterales de cinta y el alimentador
- Cubiertas de lona y soportes (cinta de finos)
- Cubiertas de lona y soportes (cinta de medianos)
- Barras de suspensión de polvo en cintas de finos
- Barras de suspensión de polvo en cintas de medianos
- Bomba de agua hidráulica para alimentar las pulverizadoras de las cintas laterales
- Bomba de combustible por control remoto
- Sistema de autolubricado centralizado
- Mástil de alumbrado
- Cable de parada para todos los transportadores.

Tabla 2. Parámetros de trabajo

Operaciones de cribado	Orificio (d), mm	Efectividad del cribado (%)	Capacidad alimentada (m ³)
I	60	90	8

Tabla 3. Características calculadas de la criba

Operación	Denominación	Área del tamiz (m ²)	Productividad (t/h)
I	Cribado	9,9	816,42

Tabla 4. Parámetros de corrección de cálculo

Denominación	Parámetros	Criba
Productividad	Q (t/h)	816,42
Masa de amontonamiento	δ (t/m ³)	1,07
Coefficiente correctivo	k	0,5
Coefficiente correctivo	l	0,97
Coefficiente correctivo	m	2,1
Coefficiente correctivo	n	1
Coefficiente correctivo	o	1
Coefficiente correctivo	p	1

Tabla 5. Elección de la criba

Operación	Tamaño del orificio (mm)	Área del tamiz (m ²)	Número de tamices	Dimensiones A X L (m)
I	60	9,9	1	1,80 X 5,50
II	34	8,46	1	1,80 X 4,70

Tabla 6. Relación entre el volumen de mineral y el equipamiento a utilizar

Área	Volumen de mineral	Tiempo de explotación con 5 camiones (días)	Tiempo de explotación con 10 camiones (días)
1	20 942	10	5
2	51 314	25	13
3	69 630	35	18
4	0	0	0
5	302 875	149	75
6	26 091	14	7
7	280 829	171	86
8	75 448	46	17
9	49 464	30	11
10	233 117	132	66
11	357 926	203	102
12	498 590	304	152
13	238 902	135	68
14	404 713	247	124
15	409 479	270	135
16	262 741	149	75
17	12 187	7	3
18	0	0	0
19	297 676	182	73
20	292 474	155	74
21	401 530	265	133
22	173 211	115	57
23	104 355	69	34
24	288 096	176	88
25	358 900	237	119
Total	5 210 490	3 126	1 535

Análisis de los resultados

Se eliminará el tiro de mineral con carga inútil e impacto negativo en el consumo de combustible.

Disminuyen las averías en la Planta de Preparación Mecánica y, por consiguiente, las afectaciones en la alimentación de los espesadores de pulpa.

Con la utilización de la criba móvil habrá un ahorro en los gastos de mantenimiento causados por averías de los equipos tecnológicos de la Planta de Preparación de Pulpa de aproximadamente \$120 000.

Recuperación del mineral en las áreas activas de la minería, incremento de un 6 % de recuperación de las reservas y no se dejará de incorporar unos 200 000 m³/año de material útil laterítico al proceso productivo.

Reducción de pérdida de tiempo y de toneladas de mineral dejadas de procesar por afectaciones en la Planta de Preparación Mecánica, un promedio de 360 horas/año reportadas, representando el 5 % del total anual de las horas de operaciones.

Menor cantidad de material de rechazo trasladado hasta la Planta de Preparación de Pulpa, 700 000 t rechazadas en el año y 65 000 t promedio de rocas grandes (+14 pulgadas) movidas hasta la Planta de Pulpa.

Conclusiones

Con la utilización de la criba móvil se garantiza un ahorro en los gastos de mantenimiento causados por averías de los equipos tecnológicos de la Planta de Preparación Mecánica de aproximadamente \$120 000.

Se recuperará el mineral en las áreas activas de la minería, en un incremento de un 6 % de recuperación de las reservas y no se dejará de incorporar unos 200 000 m³/año de material útil laterítico al proceso productivo.

Se reduce la pérdida de tiempo y de toneladas de mineral dejadas de procesar por afectaciones en la Planta de Preparación Mecánica, un promedio de 360 horas/año reportadas, representando el 5 % del total anual de las horas de operaciones.

Menor cantidad de material de rechazo trasladado hasta la Planta de Preparación Mecánica, 700 000 toneladas rechazadas en el año y 65 000 toneladas promedio de rocas grandes (+14 pulgadas) movidas hasta la Planta de Preparación Mecánica.

Referencias

ANDREJEV, S.; PEROV, V. & ZVERIEVICH, V. 1987: *Trituración, desmenuzamiento y cribado de minerales*. Pueblo y Educación, La Habana.

BAJZELJ, F. J. 2006: Diseño de una máquina cribadora de material pétreo, modular, con una capacidad de carga de (300 m³/día). Facultad de Ingeniería Mecánica. ESPE. Sede Sangolquí. Disponible en: <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/266>

Bouso, J. 1999: Cálculo de la superficie de cribado. Eral, Equipos y Procesos S. A.

Disponible en:

<http://biblioteca.ismm.edu.cu/wwwisis/BVIRTUAL//Mineria//articulos//Cribado.pdf>

ESQUITINO F. 2006: Metso Minerals lanza sus nuevas cribas móviles Lokotrack SmartScreens® de dos y tres pisos. Presentación junto con nuevos grupos móviles de trituración en una cantera de Alfarp (Valencia). Ingeopres: Actualidad técnica de ingeniería civil, minería, geología y medio ambiente, ISSN 1136-4785, Nº. 153.