

La Investigación se realiza a través de los siguientes centros y grupos:

Centros de Estudios:

Aprovechamiento Integral de la Biomasa Vegetal
 Biotecnología Vegetal
 Desarrollo Integral de la Montaña
 Orquídeas
 Didáctica en la Educación Superior
 Medio Ambiente y Recursos Naturales
 Gestión Empresarial

Grupos de Investigación:

Cultivo del Tabaco
 Geociencias
 Energía no convencional
 Equipos y Sistemas para la Ciencia
 Cooperativas y Desarrollo Comunitario
 Evaluación de Nuevos Productos
 Plantas Medicinales y Aromáticas
 Recuperación de Piezas de Repuesto
 Minería
 Logística
 Modelación

Bolsas de Expertos y Consultores

Constituida por 49 Doctores en Ciencias con campos de especialización en todas las esferas de la actividad docente e investigativa de la Universidad.

Enseñanza Posgraduada:

Se imparten niveles de posgrado para brindar conocimientos profundos en áreas específicas de una profesión o adiestramiento práctico, mediante diferentes tipos de actividades con duración variable. Se otorga el grado de Doctos en: Cultivo del Tabaco, Forestal, Geología, Didáctica de la Educación Superior, con posibilidades de realizar investigaciones en Cuba o en los países de origen. Se desarrollan programas de Maestrías en: Didáctica de la Educación Superior, Cultivo del Tabaco, Aprovechamiento Forestal y Ciencias Forestales, Desarrollo Comunitario y Economía Solidaria. Además, se imparten cursos en los meses de julio a agosto en el marco de la Universidad de Verano.



**Entre en contacto
 nosotros**

Para mayor información diríjase a:

Universidad de Pinar del Río
 Dirección de Relaciones Internacionales
 Martí No. 270 .Esq. 27 de Noviembre
 Pinar del Río. CP. 20100
 Cuba.
 Tel.: 53-82-5479
 53-82-5813
 Fax: (53) (82) 5813.
 E-mail univpr@reduniv.edu.cu
 univpr@tinored.cu

CONSTRUCCIÓN DE UN CANAL DE ACCESO POR MAR A LA PLAYA CAZONALITO EN SANTIAGO DE CUBA

Ing. Juan Ventura Rams Veranes

Ing. Ralf I. Paul Rose

Centro Técnico para el Desarrollo de los Materiales de la Construcción. Santiago de Cuba

RESUMEN:

La playa Cazonalito se localiza a 42 km al este de la ciudad de Santiago de Cuba, dentro del Gran Parque Baconao. Por su belleza, esta playa constituye una gran atracción para los turistas, sin embargo, por ser demasiado llana no cumplía con los requerimientos internacionales establecidos para el baño.

Este trabajo aborda la construcción de un canal, a través de la barrera coralina que circunda la playa, para el acceso del equipo de dragado mediante el cual se adecuó la profundidad de la playa a las normas internacionales vigentes.

ABSTRACT:

Cazonalito beach is located 42 km away from the east of Santiago de Cuba city and because of its beauty it is one of the most important tourist attraction, but it was too shallow for swimming. This problem was solved by removing sand from the sea bottom. This work deals with the construction of a canal through the barrier reef running parallel to the shore which permitted the access of the dredge.

La playa Cazonalito se ubica a unos 42 km al este de la ciudad de Santiago de Cuba, dentro del Gran Parque Baconao (ver Figura 1). Esta playa, por su belleza, constituye una gran atracción, sin embargo, no cumplía con las normas internacionales establecidas para el baño por ser demasiado llana. Cazonalito tenía una profundidad promedio de 0,10-0,60 m referidos al nivel medio del mar.

De acuerdo con estudios realizados por instituciones especializadas, la solución estaba en extraer la arena sobrante y con ello rejuvenecer la playa. De igual forma se determinó que el equipo idóneo para la extracción de arena era una draga, el problema residía en el acceso de esta a la zona de dragado debido a la presencia de la barrera coralina que bordea la playa.

Luego de analizar las características del lecho marino y de la barrera coralina era evidente la necesidad de realizar trabajos de perforación y voladura para la construcción de un canal de acceso a la playa desde el mar, lo que permitiría el paso del equipo de dragado.

Se proyectó el canal teniendo en cuenta los parámetros de la draga, la batimetría, los equipos disponibles y las características de las rocas del lecho marino. Asimismo, se elaboró la secuencia de ejecución de los trabajos y el canal fue laboreado por partes en toda su longitud, desde la parte más profunda hasta la más llana.

Características generales de la playa

La playa, de origen calcáreo, presenta rasgos distintivos en toda su extensión, por lo que recibió la denominación de Cazonalito hacia la parte oeste, y Cazonal hacia la parte este (ver Figuras 1 y 2).

La playa Cazonal comienza a partir de una costa baja de diente de perro bordeada por arrecifes. En su parte central es poco profunda, de arenas coralinas medias, tiene forma de concha y limita por el oeste con la parte oriental del bajo Cazonalito.

A partir de este límite se encuentra la playa Cazonalito, de muy poca profundidad, que llega hasta una barrera coralina de 900 m de longitud paralela a la costa. Esta barrera está formada por corales del tipo «orejones» de un gran atractivo natural, interrumpida por pequeños canalizos. Se encuentra limitada por la isobata de 0,40 m y aflora en marea baja con algunos tramos que afloran permanentemente. La playa limita al este con la costa arrecifal baja, semejante al límite este de Cazonal.

La franja de arena, incluyendo el área de sol y sombra, tiene una longitud de 1 000 m, un ancho promedio en la franja de sol de 10 m y 80 m en la franja de protección solar.

El área de baño de Cazonalito posee una pendiente submarina suave, con fondo de arenas finas y medias cubierto por una densa población de *Thalassia* y una profundidad de 0,10 a 0,60 m referidos al nivel medio del mar.



FIGURA 1. Ubicación de la playa Cazonal-Cazonalito.

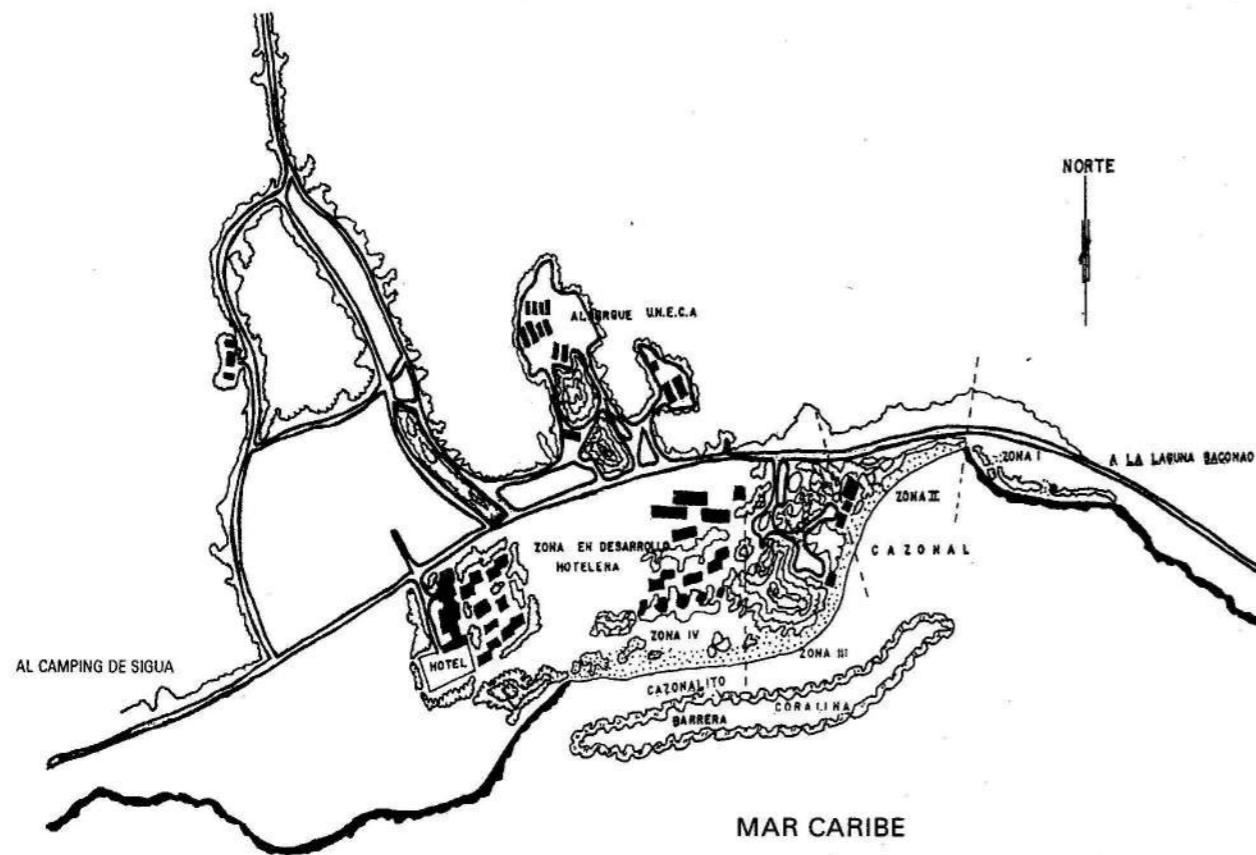


FIGURA 2. Esquema general de la playa Cazonal y litoral adyacente, Santiago de Cuba.

Características geológicas, orogénicas y geomorfológicas

En la zona de la playa se localizan las siguientes formaciones geológicas:

- Formación Maya: constituida por rocas calizas macizas, recristalizadas, con resistencia a la compresión entre 60 y 80 MPa .
- Formación Jaimanitas: constituida por calizas organógenas con un alto grado de preservación de corales y moluscos. Por lo general su resistencia a la compresión oscila entre 40 y 60 MPa .
- Formación Varadero: compuesta de depósitos de arena no consolidados; desde el punto de vista geomorfológico se presenta en planicies, dunas, etcétera. Sus espesores máximos están entre 1,3 y 3 m .

La zona forma parte del sistema de alturas cársticas litorales ubicadas, regularmente, a lo largo de la franja costera sur de la provincia Santiago de Cuba.

Las peculiaridades de las calizas cristalinas constituyentes de estas alturas, junto con las oscilaciones periódicas del nivel de las aguas del mar, ha condicionado un modelado característico de la superficie terrestre, consistente en un sistema de terrazas marinas dispuesto de forma paralela a la línea de costa, por lo que existe en la mayor parte del área una relación directamente proporcional entre la amplitud y la edad de formación de cada nivel.

Existe un primer nivel, joven, generalmente amplio, que se estrecha en las direcciones este y oeste y, como fondo, la sucesión de niveles cada vez más estrechos, que ganan en altura y latitud.

Todos los niveles están surcados, en mayor o menor medida, por abras transversales de diferentes longitudes, pudiendo estar su origen condicionado por procesos erosivos en la etapa de formación submarina; no obstante, una sola de estas abras secciona completamente todo el sistema de terrazas que por su amplitud le confiere una nota de interés natural y paisajístico al entorno.

Debido a las características de la costa, la barrera coralina y la dinámica de los procesos litorales, se ha formado, en la zona de contacto de la primera terraza con el mar, una playa de arenas de color crema, de origen calcáreo y dimensiones relativamente extensas si consideramos las peculiaridades del litoral sur oriental.

Trazado del canal de acceso

Para trazar el canal de acceso de la draga hasta la playa se tuvo en cuenta:

- Las características del lecho marino.
- El equipamiento disponible.
- La profundidad señalada por batimetría.

- Los parámetros de la draga.
- Los explosivos y medios de explosión disponibles.
- La distancia desde el lugar de las voladuras a las instalaciones.
- Elementos de posibles afectaciones ecológicas.
- Métodos para la perforación de las rocas y su posterior extracción.
- Rapidez de ejecución de los trabajos.
- Lugar para depositar los escombros.

La exploración minuciosa de la zona arrojó la existencia de un canalizo, el cual, una vez volado con cargas adosadas a los corales Orejones, cumplía con los parámetros requeridos de ancho y profundidad, avanzando de esta forma más de 100 m sin necesidad de perforar las rocas.

Una vez que el canal llegó a la orilla, la plataforma de la perforadora se movió con una excavadora universal, la cual también se utilizó para la extracción de las rocas voladas (ver Figura 3).

Cálculo de los trabajos de perforación, voladura, extracción y transporte

Los trabajos de perforación y voladura subacuáticas requieren un grado mayor de especialización y experiencia que las obras a cielo abierto. Algunos factores que deben considerarse para la consecución de este tipo de voladura son los siguientes:

- Los consumos específicos de explosivos son de 3 a 6 veces mayores que los utilizados en las voladuras en banco a cielo abierto.
- Los resultados de cada una de las pegas deben ser satisfactorios, pues la fragmentación secundaria es difícil y muy costosa.
- Los explosivos deben ser resistentes al agua y a la presión hidrostática.
- Los efectos ambientales son más acusados, pues las vibraciones terrestres suelen ir acompañadas de componentes de baja frecuencia, y la onda de choque hidráulica tiene un radio de acción importante.

Cálculo de los principales parámetros de perforación y voladura

1. Carga o consumo específico (q)

$$q_v = 1,00 + 0,01 H_a + 0,02 H_r + 0,03 L$$

donde:

- H_a : profundidad o altura del agua, m ;
- H_r : altura de recubrimiento, m ;
- L : altura del banco, m .

El valor del consumo específico varía entre 0,5 y 3 kg/m³

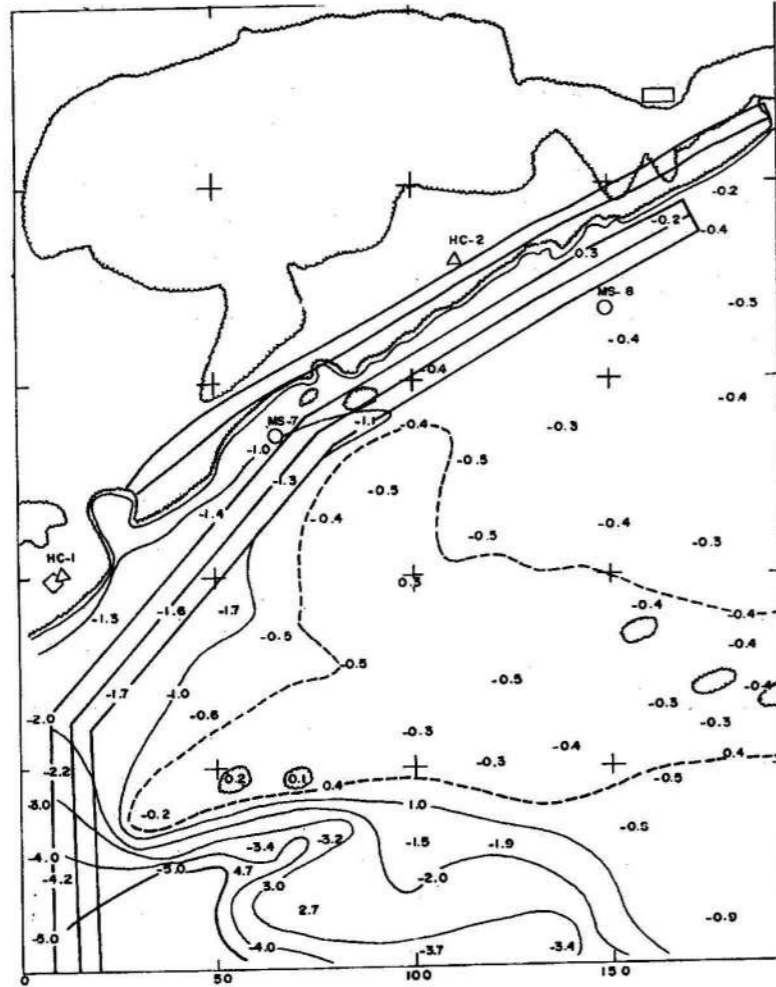


FIGURA 3. Traza del canal y esquema de laboreo del mismo.

2. Concentración lineal de carga (q_l)

$$q_l = \frac{d^2}{1000}; \text{ se expresa en kg/m,}$$

donde:

 d : diámetro de barreno.3. Línea de menor resistencia (w) y espaciamiento (a)En una red de perforación cuadrada $w = a$ 4. Carga de sustancia explosiva por barreno (Q_b)

$$Q_b = qVr$$

donde:

 Vr : volumen de roca volada por barreno, m^3 5. Sobreperforación (S)

$$S = (0,7 - 0,1)w$$

6. Longitud total de barreno (L_1)

$$L_1 = L + S + H_1$$

7. Volumen de roca volada por barreno (Vr)

$$Vr = A(L_1 + S/3)$$

 A : área efectiva de trabajo, en redes cuadradas

$$A = w^2$$

8. Relleno (R)

$$R = (1/3)w$$

Se empleó una máquina de perforación MARK VI, inglesa, con diámetro de perforación de 89 mm. La línea de menor resistencia (de 25-40 veces el diámetro) en nuestro caso fue de 2 m. La distancia entre barrenos (a) y entre filas (b) fue de 2 m, ya que se trataba de una red cuadrada (ver Figura 4).

La profundidad de calado de la draga es de 1,05 m, por lo que la longitud total de perforación fue de 2 m. Se obtuvo un volumen de roca por barreno de $9,3 m^3$ y el consumo específico de explosivo fue de $0,5 kg/m^3$ por lo que la carga de sustancia explosiva por barreno (Q_b) resultó ser 5 kg.

Efectos ambientales asociados a la voladura submarina

Los principales problemas originados por las explosiones bajo el agua son: las vibraciones terrestres producidas por las ondas sísmicas, la onda de choque hidráulica y la onda aérea.

SIMBOLOGÍA

- a: Distancia entre barrenos = 2 m
- b: Distancia entre filas = 2m
- cb: Carga explosivo por barreno = 4,5 kg
- n: Cantidad de barrenos = 40
- c: Carga total = 160kg
- c: Ancho del canal = 12 m
- d: Profundidad del canal = 2 m.

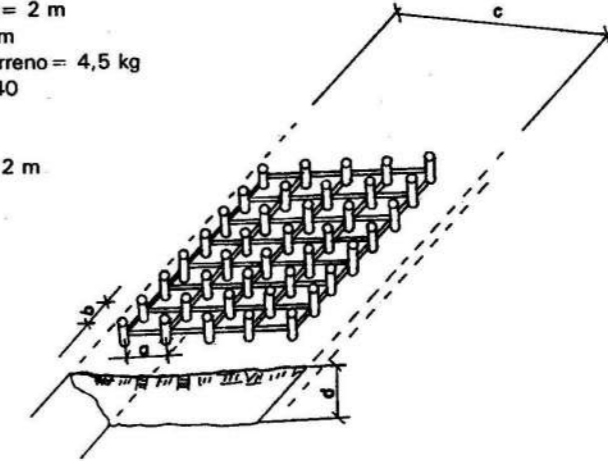


FIGURA 4. Esquema típico de diseño de perforación empleado en la construcción del canal.

El cálculo de la carga máxima a emplear se realizó teniendo en cuenta la distancia a las edificaciones. La distancia de seguridad (Ds) para el efecto sísmico de las explosiones en las edificaciones aledañas se calculó por la fórmula:

$$Ds = Ks \cdot \alpha \cdot \sqrt[3]{Q}$$

donde:

Ks : coeficiente que tiene en cuenta las características del terreno, en nuestro caso es igual a 18.

α : coeficiente que depende del índice de acción de la explosión, en nuestro caso es igual a 1.

Al estar las edificaciones a una distancia mínima de la voladura de 100 m, la carga máxima a explosionar resultó ser de 168 kg. Para la onda aérea la distancia de seguridad (Da) se calcula por la fórmula:

$$Da = 15 \sqrt{Q}$$

En nuestro caso este valor fue de 44 kg.

Es de señalar, que las alteraciones debido a la onda aérea en las voladuras submarinas son de escasa importancia, y sus efectos se cuantifican sólo cuando se trata de cargas explosivas suspendidas sobre el agua.

Otras medidas tomadas en función de disminuir la presión y el impulso causados por la onda de choque hidráulico fueron:

- Evitar que la carga estuviera demasiado próxima a la cabeza del barreno.
- El empleo de detonadores de microrretardo para evitar la detonación simultánea de toda la carga.

En base a estos cálculos la carga máxima detonada simultáneamente fue de 168 kg o menos.

Carga y transporte de rocas

La extracción del material volado se realizó con una excavadora de cucharón de arrastre (Dragline) que tenía una capacidad de $1,25 m^3$ y una pluma (boom) de 25 m de longitud (ver Figura 5).

El rendimiento horario de la excavadora se determinó de la forma siguiente:

$$R_h = \frac{3600 \cdot Cn \cdot Ke \cdot E}{Tc}$$

donde:

 Tc : tiempo de duración media de un ciclo; Cn : capacidad nominal del cucharón; Ke : coeficiente de esponjamiento; E : eficiencia del trabajo; Ke : coeficiente integrado por otros factores de corrección, a saber: Kc : factor de carrera Ku : factor de llenado Kg : factor de giro

$$K = Ke \cdot Ku \cdot Kg$$

En nuestro caso el rendimiento horario fue de $48 m^3/h$.

El rendimiento del equipo de transporte (R_{tr}) se calculó por:

$$R_{tr} = \frac{60 C_{tr} \cdot E}{T_{C_{tr}}}$$

donde:

 C_{tr} : capacidad del equipo de transporte, m^3 ; E : eficiencia; $T_{C_{tr}}$: duración total del ciclo de transporte, min.

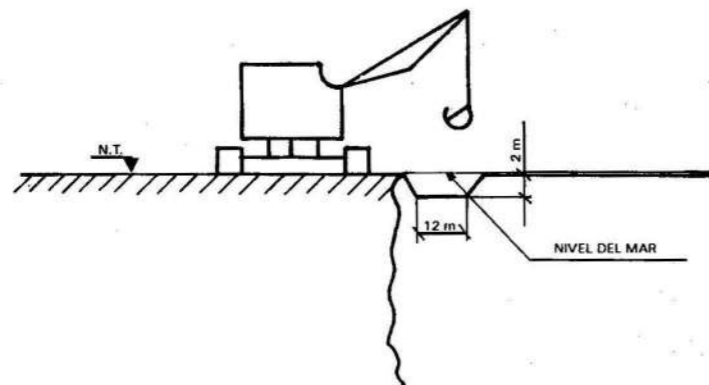
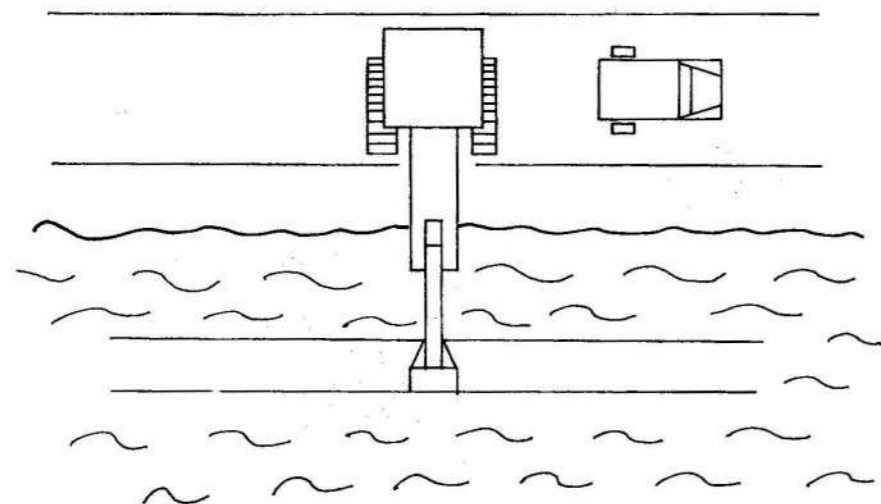


FIGURA 5. Esquema de extracción del material volado.

El material volado se transportó en camiones de volteo KRAZ-256 B de 8 m de capacidad, a una distancia de 1,5 km donde está situada la escombrera. Durante un viaje de prueba se obtuvo 4 min como tiempo total del ciclo, por lo que R_{tr} resultó de $96 \text{ m}^3/\text{h}$.

El número de camiones necesarios se determinó por:

$$N_c = \frac{R \cdot h}{R_{tr}}$$

En nuestro caso resultó ser de 2 camiones, manteniendo uno de reserva.

BIBLIOGRAFÍA

ALFONSO, E.: *Equipos de construcción*, Ed. Pueblo y Educación, Ciudad de La Habana, 1979.

Caracterización físico-geográfica de la playa Cazonal-Cazonalito, Informe del Instituto de Investigaciones del Transporte, La Habana, 1990.

DRUKOVANI, M. F.: *Manual de perforación y voladura a cielo abierto*, Ciencia, Kiev, 1973.

LANGFORS, U. y B. KILSTRON: *Técnica moderna de voladura de rocas*, Bilbao, 1987.

Manual de perforación y voladura de rocas, Instituto Geológico y Minero de España, 1988.

PAUL ROSE, R.: «Seguridad durante los trabajos con explosivos», en: *Construcción*, Santiago de Cuba, 1984.

RAMS VERANES, J.V.: *Conferencia sobre voladuras especiales*, Primer Activo de Explosivos, Santiago de Cuba, diciembre, 1984.

Tamrock handbook on surface drilling and blasting, Finlandia, 1984.

SEDIMENTACIÓN DE LA PULPA CRUDA EN LA EMPRESA MOA-NIQUEL S.A.

Dr. José Falcón Hernández

Ing. Pedro Enrique Beyris Mazar

Lic. Elsi Amalia Ferrer Carbonell

Ing. Martha Montero Matos

Instituto Superior Politécnico «Julio Antonio Mella». Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa

RESUMEN:

Se ofrecen algunas consideraciones acerca del proceso de sedimentación de la pulpa cruda del mineral laterítico de la empresa Moa Niquel S.A. «Pedro Soto Alba», teniendo en cuenta los resultados de investigaciones realizadas con el objetivo de aumentar el porcentaje de sólido en el producto espesado.

ABSTRAC:

Starting of the results obtained from investigations done at Moa Nickel S.A. «Pedro Soto Alba» nickel plant with the aim to increase the percent of solid in the lateritic pulp, offered are in this work some considerations about the sedimentation process in settled product.

El proceso de preparación del mineral laterítico para la lixiviación ácida a presión en la Empresa Moa-Niquel S.A. se inicia con la operación de lavado, en la cual se separa la fracción limonítica del mineral, de los componentes de serpentinita con contenidos altos de sílice y magnesio, y bajos de níquel.

El trabajo de los espesadores tiene un significado especial, ya que influye directamente en la capacidad de la planta, y por ende en la producción de níquel y cobalto, así como en el consumo específico de energía y materiales en el proceso de lixiviación.

Desde la puesta en marcha de la planta, esta no ha podido alcanzar el porcentaje de sólido de diseño, y en determinados momentos se presentan disminuciones bruscas a las que se les denomina «épocas de crisis de sedimentación». Todo lo anterior ha motivado que, desde los primeros años de trabajo de la planta, se iniciaran trabajos dedicados a la investigación del fenómeno y se aplicara una serie de medidas operacionales con vistas a lograr de forma estable un porcentaje mayor de sólido en el producto espesado.

Se han llevado a cabo numerosas investigaciones en la determinación de los minerales lateríticos, así como en la aplicación de medidas para contrarrestar el efecto de aquellos que afectan la sedimentación (Falcón Hernández, 1982, 1983, 1985, 1987; García, 1982; Peña Sillero, 1982; Arrastia, 1986; González, 1986; Pérez Cruz, 1989; Ronda Oro, 1989).

La realización de experimentos con minerales de diferentes zonas del yacimiento, así como la práctica industrial, ponen de manifiesto que la variación de la composición del mineral —la cual está íntimamente ligada al proceso de intemperismo y a las características de la roca inicial en el macizo— trae consigo variaciones en las condiciones de sedimentación incluso cuando granulométricamente los minerales son similares.

Para ejemplificar lo anterior, en la Figura 1 se muestra el comportamiento de la velocidad de sedimentación para cuatro frentes del yacimiento, variando el tiempo de agitación del mineral en el proceso de lavado. A medida que se incrementa el tiempo de agitación, con lo cual debe producirse una mayor desintegración de los conglomerados de partículas, disminuyen proporcionalmente las velocidades de sedimentación para cada frente.

El efecto en el proceso de sedimentación de las fases minerales y la composición granulométrica también ha sido estudiado por varios autores (Quintana Puchol, 1983, 1984; Novoa Ortega, 1976).

Con el objetivo de determinar las fases minerales presentes en la pulpa, se realizó un muestreo en el espesador a diferentes niveles de sedimentación. Las muestras se sometieron a un complejo de métodos que incluyó: análisis químico por absorción atómica y fluorescencia de rayos X para la determinación de fases minerales, y microscopía electrónica de transmisión y de barrido para precisar el tamaño y la forma de las partículas, así como la distribución de elementos.

En el trabajo se evidenció que en las distintas capas del espesador se producen variaciones en el contenido de las diferentes fases minerales en las zonas de caída libre y de transición, o sea, en la parte superior a la zona de compresión del espesador.

El análisis de fases por difracción de rayos X pone de manifiesto que la fase principal en todas las capas analizadas la constituye la goethita y como fases acompañantes: la ferrita, hidrargirita (en el mineral alimentado supera a la magnetita), la hematita y el cuarzo, conservando el mismo orden para todas las capas; esto presuponía la uniformidad, en lo que respecta a las fases, en las diferentes zonas del espesador.