

REFERENCIAS

1. BALL, M.; et al.: "Seismic Structure and Stratigraphy of Northern Edge of Bahamas-Cuban Collision Zone", *A.A.P.G. Bull.* 69 (8): 1275-1294, 1985.
2. BERMUDEZ P.: "Contribución al estudio del cenozoico cubano", *Memorias Soc. Cubana Hist. Nat. "F. Poey"*, XIX(#): 205-375, 1950.
3. ———: *Las formaciones geológicas de Cuba*, Min. Ind, ICRM, 1961.
4. DIAZ C. y M. ITURRALDE-VINENT: "Estratigrafía y Paleontología del banco carbonatado cretácico de Sierra de Cubitas, Camagüey" (inédito). Fondo Geológico Nacional, *resúmenes Primer Simposio de la S.C.G.*, p. 51, 1981.
5. DIAZ C. y G. FURRAZOLA-BERMEDEZ: Estudio bioestratigráfico y litofacial de la secuencia cretácica de la Zona Remedios, *informe final del tema de investigación 309.11*. Inst. Geol. y Paleont. A.C.C. 68 p., 5 anexos, 1984.
6. ———: Complejo fósil de los bancos carbonatados cretácicos de la zona de Remedios y sus implicaciones paleoecológicas, VI Conf. Latinoamericana del PICG, Belem, Brasil, 25 p., 23 láminas, 1988.
7. DUCLOZ C. y M. VUAGNAT: "A propos de l'age des serpentinites de Cuba": *Arch. Sci. Soc. Phys. Hist. Nat.*, Geneve, 15(2): 309-332, 1962.
8. FURRAZOLA, G. y otros: *Geología de Cuba*, Ed. Universitaria, La Habana, 1964.
9. GIEDT, N. y O. SCHOOLER: "Geology of the Sierra de Cubitas and Camaján hills" (inédito), Fondo Geológico Nacional, 1959.
10. GYARMATI, P.: *Las formaciones metamórficas de Cuba oriental. Contribución a la geología de Cuba oriental*, Ed. Cien.-Téc., pp. 90-98, 1983.
11. HATTEN, C. et al.: "Geology of central Cuba" (inédito), Fondo Geológico Nacional, 1958.
12. HERRERA, N.: "Contribución a la estratigrafía de la provincia de Pinar del Rio", *Rev. Soc. Cubana Ing.*, 61(1-12): 2-24, 1961.
13. ITURRALDE-VINENT, M. y otros: Geología del territorio de Ciego-Camagüey-Las Tunas. Resultados de las investigaciones y del levantamiento geológico a escala 1:250 000 (en prensa), Fondo Geológico Nacional, 1981.
14. ITURRALDE-VINENT y otros: Geología del territorio de Camagüey, Cuba Central, *resúmenes Primer Congreso Cubano de Geología*, La Habana, p. 101 (informe inédito), Fondo Geológico Nacional, 1987.
15. JAKUS, P.: *Formaciones vulcanógeno-sedimentarias y sedimentarias de Cuba oriental en contribución a la geología de Cuba oriental*, Edit. Cien.-Tecn., pp. 17-85, 1983.
16. KANTCHEV, I. y otros: Geología de la provincia de las Villas. Resultados de las investigaciones y del levantamiento geológico a escala 1:250 000 (en prensa), Fondo Geológico Nacional, 1978.
17. KHUDOLEY, K. y A. MEYERHOFF: "Paleogeography and Geological History of Greater Antilles", *G.S.A. Mem.*, 129: 1-199, 1971.
18. KONEV, P. y otros: "Criterios litológico-estratigráficos para la búsqueda de bauxitas en la provincia de Pinar del Rio". *Rev. La Minería en Cuba*, 5(4): 12-16, 1979.
19. MEYERHOFF A. and C. HATTEN: "Diapiric Structure in Central Cuba". *A.A.P.G. Mem.*, 8, 315-357, 1968.
20. ———: "Bahamas salient of North America: Tectonics Framework, Stratigraphy and Petroleum Potential", *A.A.P.G. Bull.*, 58 (6) pt. II of II: 1201-1239, 1974.
21. MOSSAKOVSKI, A. y J.F. DE ALBEAR: "Estructuras de cabalgamiento de Cuba occidental y norte e historia de su formación a la luz del estudio de los olistostromas y las molasas", *Cien. Tierra-Espacio*, 1: 3-32, 1979.
22. PSCZOLKOWSKI, S.: "Geosynclinal Sequences of the Cordillera de Guaniguanico in Western Cuba, their Lithostratigraphy, Facies Development and Paleogeography", *Acta Geol. Polonica*, 28(1): 1-96, 1978.
23. ———: "Cretaceous Sediments and Paleogeography in the Western Part of the Cuban Miogeosyncline", *Acta Geologica Polonica*, 32(1-2): 135-161, 1982.
24. PSCZOLKOWSKI, A. y otros: "Texto explicativo al mapa geológico escala 1:250 000 de la provincia de Pinar del Rio" (inédito), Fondo Geológico Nacional, 1975.
25. ———: *Contribución a la geología de la provincia de Pinar del Rio*, Ed. Cien.-Téc., 1987.
26. SCHLANGER, W. et al.: "Geologic History of the Southeastern Gulf of Mexico", In: Buffler, R. and other: *Inil. Rept. DSDP*, v. LXXVII: 715-738, 1984.
27. SOMIN, P. y G. MILLAN: *Geología de los complejos metamórficos de Cuba* (en ruso), Moscú, Ed. Nauka, 1981.
28. TRUITT, P. y P. BRONNIMAN: "Geology of Pinar del Rio and Isla de Pinos, Cuba" (inédito). Fondo Geológico Nacional, 1956.

SISTEMA COMPUTARIZADO PARA EL CALCULO DE LAS FORTIFICACIONES DE LAS EXCAVACIONES MINERAS SUBTERRANEAS (S.C.C.F.S.)

Gilberto Sargentón R.*
Orlando López P.**

*Instituto Superior Minero Metalúrgico. Moa.
**E.C.M. Holguín.

RESUMEN: Partiendo de las metodologías más avanzadas de cálculo de las fortificaciones subterráneas se elaboró un sistema computarizado "SCCFS", que permite calcular y proyectar diferentes tipos de fortificaciones. El mismo fue confeccionado en lenguaje Basic para el Sistema Operativo MS-DOS, para máquinas computadoras NEC-PC-9801 F y máquinas compatibles. En el manual del usuario se dan las especificaciones.

ABSTRACT: Starting from the most advances methods of calculo of the subterranean fortifications, a computerized system was elaborated "SCCFS", which permites to calculate and project different types of fortifications. This system was made in Basic language for the MS-DOS operating system, for NEC-PC- 9801F and compatible machines. The specifications have been provided in the user's manual.

La demanda creciente de materias primas para la industria metalúrgica, química y energética determina la necesidad de perfeccionar la técnica y la tecnología de extracción de los minerales útiles, y también la elaboración e introducción de nuevos medios para garantizar condiciones de trabajo seguras.

La fortificación de las excavaciones, tanto de preparación como de apertura, es una parte integrante de la tecnología destinada a crear condiciones seguras de trabajo en las empresas mineras.

Una de las características particulares de las excavaciones mineras (en especial las de preparación) es la necesidad de su sistemático laboreo en el proceso de explotación de los yacimientos.

La exigencia del sistemático laboreo de las excavaciones de preparación conlleva la necesidad de realizar, también en el proceso de explotación, la proyección sistemática de la tecnología de laboreo de las excavaciones y en particular la proyección del elemento constructivo fundamental de la excavación, es decir su fortificación. Sin embargo el nivel de proyección de la fortificación de las excavaciones mineras que existe en la actualidad basado en el "método de la analogía", según se plantea en la bibliografía especializada, implica un consumo excesivo de materiales en algunos casos y en otros una insuficiente resistencia de la fortificación con los consiguientes gastos de reparación y hasta la refortificación de las excavaciones.

A pesar de que este problema es actual, hoy en día no hay un método universal que permita el cálculo de la mayoría de las fortificaciones.

Ante esta situación las máquinas computadoras electrónicas abren grandes posibilidades ya que permi-

ten elevar la exactitud y disminuir la laboriosidad de los cálculos.

A partir de las metodologías más avanzadas para el cálculo de las fortificaciones se elaboró en el Departamento de Explotación de Yacimientos Minerales de la Facultad de Minería, ISMM, Moa, un sistema computarizado, el SCCFS (Sistema Computarizado para el Cálculo de las Fortificaciones Subterráneas) que en la actualidad permite calcular y proyectar diferentes tipos de fortificaciones de las excavaciones horizontales subterráneas.

El SCCFS (versión 1.0) confeccionado en el lenguaje BASIC sobre el sistema operativo MS-DOS para máquinas computadoras NEC-PC-9081F y máquinas compatibles, se basa en el nuevo concepto de ventanas, introducido en los sistemas computarizados de avanzada. Esto significa la utilización de la técnica de fraccionamiento de la pantalla que permite mostrar cierta información en una zona de esta sin interferir a las otras, a solicitud o no del usuario, lo que facilita la interacción hombre-máquina.

En el manual del usuario del SCCFS se especifican los datos iniciales que hay que introducir en la microcomputadora. Para realizar este primer paso, debido al alto grado de interacción hombre-máquina, se necesitan sólo habilidades elementales del usuario.

Como en la mayoría de las empresas mineras del país existen computadoras e inclusive en los municipios existen centros de cálculo, es factible aplicar el SCCFS en aquellas empresas que lo necesiten.

El esquema general de confección del pasaporte de fortificación de la obra subterránea se puede plantear de la siguiente forma: el proyectista (ingeniero o técnico en minas, el jefe de turno, el jefe de establecimiento o jefe de

mina) que tiene la tarea de proyectar la construcción de la excavación subterránea o que la asume por propia iniciativa, prepara los datos iniciales y los introduce en la máquina (o lo puede hacer el operador de la microcomputadora). Transcurridos algunos minutos necesarios para los cálculos e imprimir los resultados (tanto por la pantalla como por la impresora) el usuario recibe todos los parámetros de cálculo de la fortificación a proyectar.

La utilización de las computadoras para realizar para realizar los cálculos de la fortificación de las excavaciones subterráneas permite elegir el tipo de fortificación, el material y las dimensiones de los elementos principales de forma tal que estén en correspondencia con las condiciones cambiables de trabajo, de forma que aseguren la condición

de explotación de la excavación subterránea, la seguridad y la racionalidad económica.

El sistema SCCFS (versión 1.0) permite calcular y proyectar los tipos de fortificación que se muestran en la Fig. 1.

Las fortificaciones se calculan en régimen de carga fija, es decir en el que se considera que sobre la fortificación actúa el peso de cuerpos que se deslizan al separarse del macizo o por pedazos de roca que se desprenden de este. En estos casos el desplazamiento del contorno de la fortificación prácticamente no influye sobre la magnitud de la carga que esta recibe.

El algoritmo general de cálculo de las fortificaciones se muestra en la Fig. 2.

FIG. 1 TIPOS DE FORTIFICACIONES QUE SE CALCULAN EN EL SCCFS

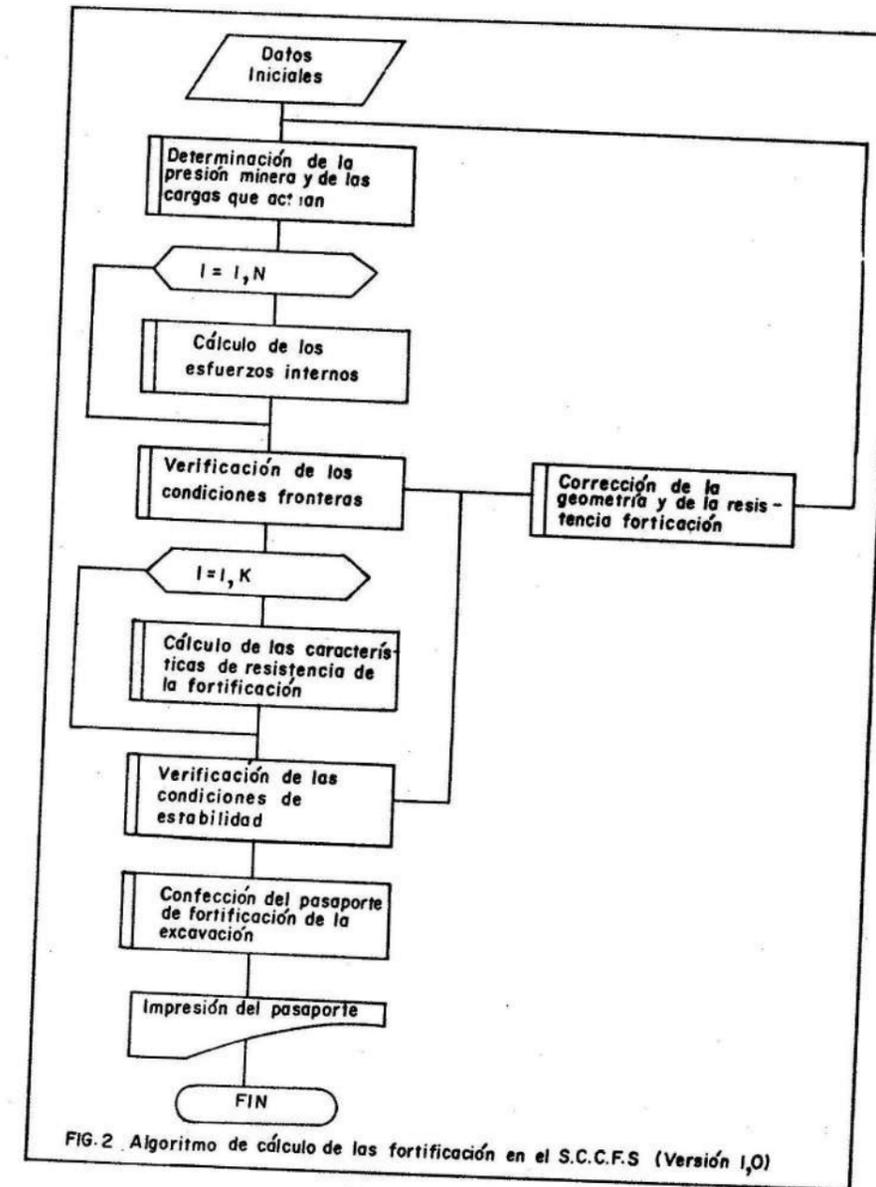
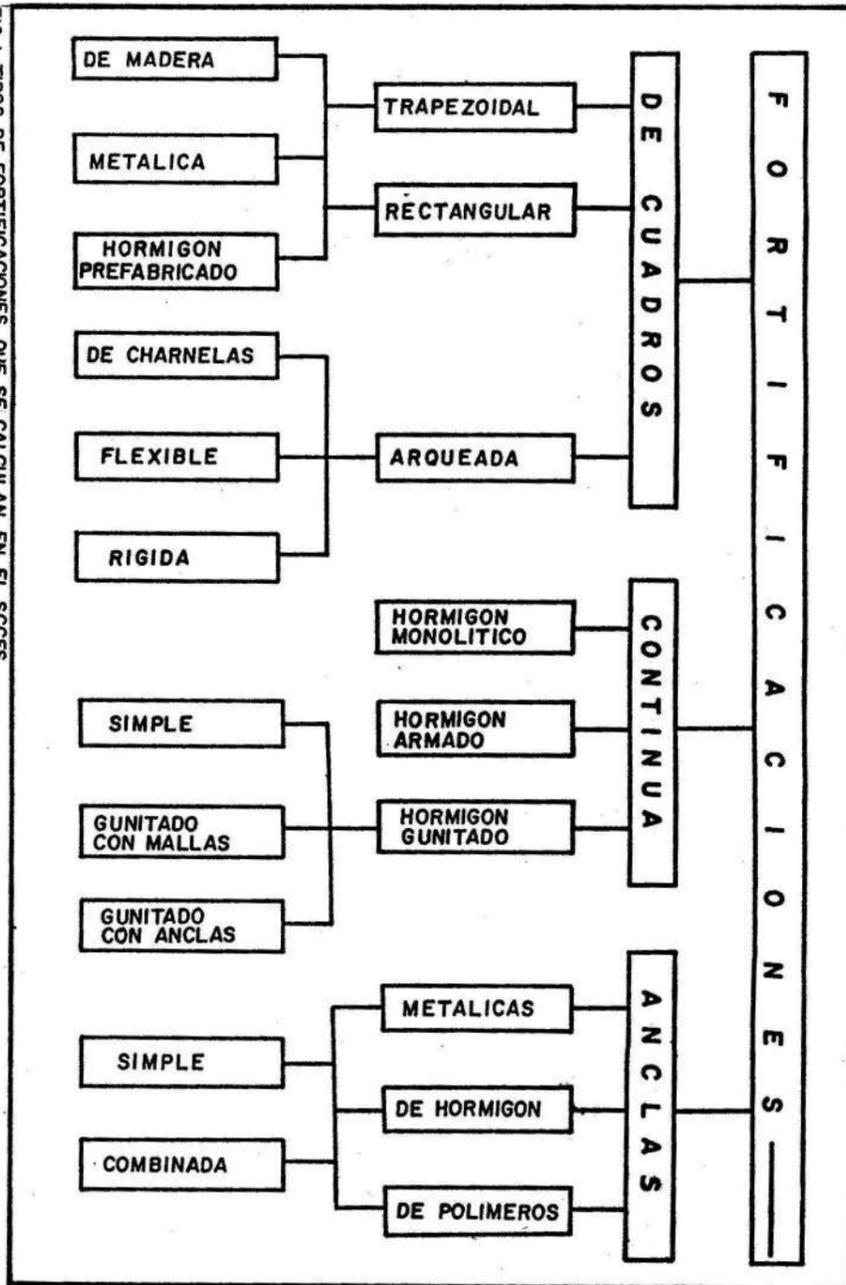


FIG. 2 Algoritmo de cálculo de las fortificación en el S.C.C.F.S (Versión 1,0)

CONCLUSIONES

La utilización del S.C.C.F.S. en la proyección de las construcciones mineras subterráneas permite:

1. Elevar la exactitud y disminuir la laboriosidad de los cálculos.
2. La proyección sistemática de las fortificaciones en el proceso de explotación de

los yacimientos, lo que posibilita la optimización de las construcciones.

3. Proyectar y calcular toda la gama de fortificaciones mineras para excavaciones subterráneas en condiciones minero-técnicas disímiles con gran economía de tiempo.

REFERENCIAS

1. ALIESIENKO, S.F. y V.P. MILIEZHNIK: *Física de las rocas Y presión minera*, Kiev, Escuela Superior, 1987.
2. BOKY, B.V. y otros: *Tecnología, mecanización y organización del laboreo de las excavaciones mineras*, Moscú, Neora, 1983.

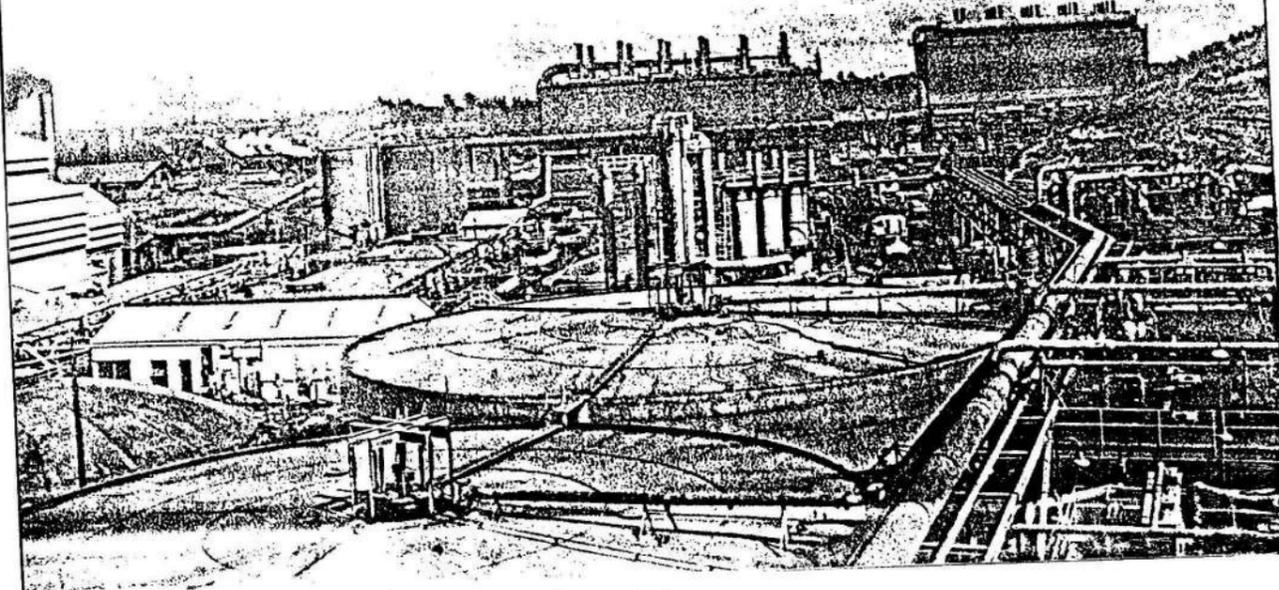
3. BULICHOV, N.S., N.N. FOTEIEVA y E.V. ESTRIELTSOV: *Proyección y cálculo de la fortificación de las excavaciones capitales*, Moscú, Nedra, 1986.
4. BULICHOV, N.S.: *Mecánica de las obras subterráneas*, Moscú, Nedra, 1982.
5. GELESKUL M.N. y V.N. KARIETNIKOV: *Manual de fortificaciones de las excavaciones mineras principales y preparatorias*, Moscú, Nedra, 1982.
6. KARIETNIKOV, V.N., V.B. KLIMIENOV y V.A. BRIEDNIEV: *Cálculo automatizado y construcción de las fortificaciones metálicas de las fortificaciones preparatorias*, Moscú, Nedra, 1984.
7. KATSAUROV, I.N.: *Mecánica de rocas*, Moscú, Nedra, 1981.
8. Manual de referencia N88 - Basic.
9. POPOV, V.L., V.N. Karietnikov y V.M. Eganov: *Cálculo de la fortificación de las excavaciones preparatorias en las MCE*, Moscú, Nedra, 1978.
10. SARGENTON R., G. y O. LOPEZ P.: "Sistema computarizado para el cálculo de las fortificaciones de las excavaciones subterráneas", Instituto Superior Minero Metalúrgico, 1989.
11. VAKLASHOV, I.V. y O.V. TIMOFIEV: *Construcción y cálculo de las fortificaciones y los revestimientos*, Moscú, Nedra, 1979.
12. VAKLASHOV, I. V. y B.A. KARTOZIA: *Mecánica de las obras subterráneas y de la estructura de las fortificaciones*, Moscú, Nedra, 1984.

**ACERO
PARA EL DESARROLLO
ENTRE EN CONTACTO
CON NOSOTROS**



EMPRESA CUBANA IMPORTADORA
DE METALES, COMBUSTIBLES
Y LUBRICANTES
CUBAN METALS, FUELS AND
LUBRICANTS IMPORTING
ENTERPRISE

Infanta No. 16, Ciudad de La Habana, Cuba
P.O. Box: 6917 Telf. (Phone): 70-2561
Telex: 51-1452 CUMET



PERFECCIONAMIENTO DE LA TECNOLOGIA DE LOS TRABAJOS DE PERFORACION Y VOLADURA EN LA MINA "MERCEDITA"

Gilberto Sargentón R.
Francisco Martínez T.
Pedro M. Soffi

Instituto Superior Minero Metalúrgico. Moa

RESUMEN: En el trabajo se analizan las condiciones y la tecnología de laboreo de las excavaciones mineras subterráneas horizontales en la mina "Mercedita". Se experimentó en condiciones de producción la explosión lisa o de contorno. Los resultados de las pruebas demuestran que es posible elevar la efectividad de la tecnología de laboreo de estas excavaciones mediante la introducción de la explosión lisa y la optimización de los trabajos de perforación y voladura.

ABSTRACT: In the work, laboral conditions and it's technology of the horizontal subterranean mineral excavation in the "Mercedita" mine is analyzed under production conditions.

The smooth explosion was experimented, the results of the tests demostrated that it is possible to raise the efectivity of the laboral technology of these excavations through the introduction of the smooth explosion and the optimization of the explosion and perforation works.

El laboreo de excavaciones subterráneas en rocas fuertes y de fortaleza media presupone la utilización del método de perforación y voladura como método de arranque más racional y económico para las condiciones mine-ro-geológicas de la Minería Cubana Actual.

El método de arranque por perforación y voladura se caracteriza por su gran versatilidad (se utiliza en rocas con coeficiente de fortaleza según M.M. Protodiákonov $f = 1-20$ y más).

En el laboreo de excavaciones subterráneas a nivel mundial es el método de arranque más difundido.

El arranque de las rocas mediante perforación y voladura puede ser mediante la explosión común (la más utilizada en el laboreo de excavaciones subterráneas en Cuba) y mediante la explosión de contorno o explosión lisa (de mucha perspectiva y que ha comenzado a ser introducida en la mayoría de los países con gran desarrollo mine-ro).

Cuando se utiliza la explosión normal como se ha demostrado por investigaciones frecuentemente se logra un contorneado incorrecto de la excavación y se produce sobreexcavación de rocas y una destrucción desmedida del macizo de rocas cercano a la excavación, esto trae consigo:

- mayores gastos en la carga y transportación de las rocas y por consiguiente un aumento del costo de construcción de la excavación;
- una disminución de la estabilidad de las excavaciones (se producen desprendimientos de roca en el techo y los

lados de la excavación) durante su explotación si no se fortifican;

- y por último aumenta la resistencia aerodinámica de las excavaciones subterráneas lo que trae aparejado dificultades en la ventilación general de la mina.

Todo lo anterior hace evidente la necesidad de plantear mayores exigencias a la calidad de los trabajos de perforación y voladura en el laboreo de excavaciones mineras capitales, particularmente en rocas agrietadas o en minas profundas.

Por consiguiente los métodos de laboreo de las excavaciones deben de ser perfeccionados de forma tal que la sobreexcavación sea mínima, sea resguardada al máximo la resistencia natural de las rocas y se obtengan superficies suficientemente lisas.

Estas exigencias se satisfacen cuando se utiliza para laborear las excavaciones el método de explosión de contorno o lisa.

Las excavaciones mineras horizontales en la mina "Mercedita" se laborean por serpentinitas, dunitas serpentinizadas (con un coeficiente de fortaleza según M.M. Protodiákonov $f = 6-8$ y agrietamiento medio e intenso) y por el mineral de cromo (cromita) que presenta el mismo agrietamiento y un coeficiente de fortaleza $f = 8-9$.

Las excavaciones tienen un área de proyecto de la sección transversal de $4,5 - 5 \text{ m}^2$ (altura 2,2 m) y son de forma abovedada (bóveda reducida) con paredes verticales y rectas.