

CÁLCULO DE UNA VOLADURA EN BANCO DE PEQUEÑO CALIBRE

Procedimientos de construcción. Prof. Víctor Yepes

PROBLEMA. Determinar la piedra teórica y práctica para la explotación de una cantera de caliza con explotación en bancos de 20 m de altura. Se realiza la perforación con un diámetro de 3". El explosivo empleado para la carga de fondo es dinamita goma y para la carga de la columna, ANFO. Se tomará una relación espaciamiento/piedra $E/V = 1,25$. Los taludes de excavación serán con pendiente 3:1. El factor de inclinación será de $f = 0,9$. El factor de roca, será $c = 0,4$. La densidad de carga del explosivo en el fondo del barreno es de $\rho_F = 1,1$. Se considera un factor de potencia de la carga en el fondo $S_F = 1$.

Solución:

Para el cálculo de la piedra teórica, Langefors y Kihlström (1963) propusieron la siguiente fórmula para determinar la piedra máxima, expresando V en metros:

$$V = \frac{d}{33} \cdot \sqrt{\frac{\rho_F \cdot S_F}{c \cdot f \cdot \frac{E}{V}}}$$

Donde

d	es el diámetro del barreno (mm)
ρ_F	densidad del explosivo
S_F	potencia relativa en peso
E/V	relación entre el espaciamiento y la piedra
f	factor de inclinación de la roca:
	barrenos verticales $f = 1$
	barrenos inclinados 3:1 $f = 0,9$
	barrenos inclinados 2:1 $f = 0,85$
c	factor de roca

Esta fórmula se desarrolló principalmente para rocas duras y diámetros pequeños. En cuanto al factor de roca $c = 0,4$, este valor se corresponde a un granito; en el caso de una caliza estará algo sobredimensionado, pero del lado de la seguridad. En cualquier caso, la piedra calculada tendrá un error de un 10%, por arriba o por abajo, que puede subsanarse en las siguientes voladuras.

Con los datos del problema,

$$V = \frac{d}{33} \cdot \sqrt{\frac{\rho_F \cdot S_F}{c \cdot f \cdot \frac{E}{V}}} = V = \frac{76,2}{33} \cdot \sqrt{\frac{1,1 \cdot 1}{0,4 \cdot 0,9 \cdot 1,25}} = 3,61 \text{ m}$$

La piedra práctica se estima como el 90% de la teórica, por tanto:

$$V_p = 0,9 \cdot V = 0,9 \cdot 3,61 = 3,25 \text{ m}$$

El espaciado será el siguiente:

$$E = 1,25 \cdot V_p = 1,25 \cdot 3,25 = 4,06 \text{ m}$$

La longitud de perforación, considerando la inclinación del barreno, puede calcularse de la siguiente forma:

$$L = U + \frac{H}{\cos \alpha} = 0,3 \cdot 3,25 + \frac{20}{\cos\left(\tan^{-1}\left(\frac{1}{3}\right)\right)} = 22,06 \text{ m} \approx 22 \text{ m}$$

Donde $U = 0,3 \cdot V_p$ es la sobreperforación y H es la altura del banco.

La altura de carga de fondo sería:

$$h_f = 1,3 \cdot V_p = 1,3 \cdot 3,25 = 4,23 \text{ m}$$

El volumen ocupado por la carga de fondo sería el siguiente:

$$V_F = \frac{\pi \cdot \emptyset^2}{4} \cdot h_f = \frac{\pi \cdot 7,62^2}{4} \cdot 4,23 = 19.290 \text{ cm}^3$$

La carga de fondo, por tanto, se calcula como:

$$q_F = V_F \cdot \rho_F = 19.290 \cdot 1,1 = 21.219 \text{ g} = 21,22 \text{ kg de carga de fondo}$$

Con estos datos, sabiendo que la altura de retacado es igual a la piedra práctica, ya se puede calcular la altura de carga de columna:

$$h_c = H + U - h_f - h_r = 20,00 + 0,3 \cdot 3,25 - 4,23 - 3,25 = 13,50 \text{ m}$$

El volumen de la carga de columna sería:

$$V_C = \frac{\pi \cdot \emptyset^2}{4} \cdot h_c = \frac{\pi \cdot 7,62^2}{4} \cdot 13,50 = 61.565 \text{ cm}^3$$

La carga de columna, por tanto, se calcula como:

$$q_C = V_C \cdot \rho_C = 61.565 \cdot 0,8 = 49.252 \text{ g} = 49,25 \text{ kg de carga de columna}$$

La carga total del barreno sería:

$$Q = q_F + q_C = 22,22 + 49,25 = 71,47 \text{ kg}$$

Se puede calcular ahora el consumo específico de explosivo, que es el peso de explosivo por volumen de roca volada:

$$Q_e = \frac{71,47}{3,25 \cdot 4,06 \cdot 20} = 0,271 \text{ kg/m}^3$$

El rendimiento de la perforación sería el cociente del volumen de roca volado respecto a la longitud de perforación, es decir:

$$R_{\text{perforación}} = \frac{3,25 \cdot 4,06 \cdot 20}{22} = 12,00 \text{ m}^3/\text{m}$$

La perforación específica sería el inverso del rendimiento de la perforación.

$$P_e = \frac{1}{R_{\text{perforación}}} = 0,083 \text{ m/m}^3$$

Referencias:

LANGFORS, U.; KIHLSSTRÖM, B. (1963). *Técnica moderna de voladuras de rocas*. Editorial URMO, Bilbao, 425 pp.

MARTÍ, J.V.; YEPES, V.; GONZÁLEZ, F.; ALCALÁ, J. (2012). *Técnicas de voladuras y excavación en túneles*. Editorial de la Universitat Politècnica de València. Ref. 530, 165 pp.



Esta obra está bajo una [licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).