

# Tecnología de los Explosivos

## Ejercicio 2. Voladuras en banco 2



**Rubén Pérez Álvarez**

Departamento de Transportes y Tecnología de Proyectos y Procesos

Este tema se publica bajo Licencia:

[Creative Commons BY-NC-SA 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

#### EJEMPLO RESUELTO SIGUIENDO ESTA SISTEMÁTICA

En una cantera se extrae roca con una resistencia a compresión simple de 150 MPa, en bancos de 10 m de altura. Se perfora a rotopercusión con un diámetro de barreno de 89 mm. Se selecciona como explosivo de fondo hidrogel encartuchado de 75 mm de diámetro, y ANFO a granel con densidades respectivas de 1,2 y 0,8 g/cm<sup>3</sup>. Se considera una inclinación de barrenos respecto a la vertical de 20°.

Geometría de la voladura	Resistencia a la compresión simple			
	Blanda < 70 Mpa	Media 70 - 120	Dura 120 - 180	Muy dura > 180
Piedra V(m)	39D	37D	35D	33D
Espaciamiento E(m)	51D	47D	43D	38D
Retacado T(m)	35D	34D	32D	30D
Longitud de la carga de fondo Lf(m)	30D	35D	40D	46D

#### RESOLUCIÓN

- **PIEDRA:**  $35 \cdot D = 35 \cdot 89 \text{ mm} = 3115 \text{ mm} = 3,1 \text{ m}$ .
- **ESPACIADO:**  $43 \cdot D = 43 \cdot 89 \text{ mm} = 3827 \text{ mm} = 3,8 \text{ m}$ .
- **RETACADO:**  $32 \cdot D = 32 \cdot 89 \text{ mm} = 2848 \text{ mm} = 2,8 \text{ m}$ .
- **SOBREPERFORACIÓN:**  $12 \cdot 89 \text{ mm} = 1068 \text{ mm} = 1,1 \text{ m}$ .

<b>Longitud de barreno L(m)</b>	$L = H/\cos \beta + (1 - \beta/100) \cdot Sp$	$L = 10/\cos 20 + (1 - 20/100) \cdot 1.1 = 11.52 \text{ m}$
<b>Volumen arrancado <math>V_R</math> (m<sub>banco</sub><sup>3</sup>)</b>	$V_R = V \cdot E \cdot H/\cos \beta$	$V_R = 3.8 \cdot 3.1 \cdot 10/\cos 20 = 125.40 \text{ m}_{\text{banco}}^3$
<b>Rendimiento de la perforación (m/m<sub>banco</sub><sup>3</sup>)</b>	$R_p = V_R/L$	$R_p = 125.40/11.52 = 10.90 \text{ m}_{\text{banco}}^3/\text{m}$

#### EJEMPLO RESUELTO SIGUIENDO ESTA SISTEMÁTICA

En una cantera se extrae roca con una resistencia a compresión simple de 150 MPa, en bancos de 10 m de altura. Se perfora a rotopercusión con un diámetro de barreno de 89 mm. Se selecciona como explosivo de fondo hidrogel encartuchado de 75 mm de diámetro, y ANFO a granel con densidades respectivas de 1,2 y 0,8 g/cm<sup>3</sup>. Se considera una inclinación de barrenos respecto a la vertical de 20°.

Geometría de la voladura	Resistencia a la compresión simple			
	Blanda < 70 Mpa	Media 70 - 120	Dura 120 - 180	Muy dura > 180
Piedra V(m)	39D	37D	35D	33D
Espaciamiento E(m)	51D	47D	43D	38D
Retacado T(m)	35D	34D	32D	30D
Sobreperforación Sp(m)	10D	11D	12D	12D
Longitud de la carga de fondo Lf(m)	30D	35D	40D	46D

#### RESOLUCIÓN

#### • LONGITUD DE LA CARGA EN FONDO:

$$L_f = 40 D = 40 \cdot 39 \text{ mm} = 3560 \text{ mm} = 3,60 \text{ m.}$$

#### Concentración lineal de la carga encartuchada de fondo (Kg/m).

$$q_f = \pi \cdot (D_f \cdot 1.1)^2 \cdot \rho_f \cdot 2.5 \cdot 10^{-4}$$

Se considera que debido al impacto y al peso de la columna, el diámetro medio del cartucho pasa a ser un 10% mayor.

En esta fórmula D<sub>f</sub> va en mm:

$$q_f \left( \frac{kg}{m} \right) = \left( \frac{1,1 \cdot (D_{\text{cartucho}}(cm))}{2} \right)^2 \cdot \pi \cdot \rho_{\text{carga fondo}} \left( \frac{g}{cm^3} \right) \cdot 100 \left( \frac{cm}{m} \right) \cdot \left( \frac{kg}{1000g} \right)$$

O lo que es lo mismo:

$$\left( \frac{1,1 \cdot (7,5(cm))}{2} \right)^2 \cdot \pi \cdot 1,2 \left( \frac{g}{cm^3} \right) \cdot 100 \left( \frac{cm}{m} \right) \cdot \left( \frac{kg}{1000g} \right) = 6,4 \text{ kg}_{\text{explosivo fondo}} / m_{\text{lineal fondo}}$$

#### EJEMPLO RESUELTO SIGUIENDO ESTA SISTEMÁTICA

En una cantera se extrae roca con una resistencia a compresión simple de 150 MPa, en bancos de 10 m de altura. Se perfora a rotoperCUSión con un diámetro de barreno de 89 mm. Se selecciona como explosivo de fondo hidrogel encartuchado de 75 mm de diámetro, y ANFO a granel con densidades respectivas de 1,2 y 0,8 g/cm<sup>3</sup>. Se considera una inclinación de barrenos respecto a la vertical de 20°.

#### RESOLUCIÓN

##### • CARGA DE FONDO:

$$Q_f \cdot L_f = 6,4 \text{ kg/m} \cdot 3,6 \text{ m} = 23,04 \text{ kg de hidrogel.}$$

**Carga de fondo (Kg)**  $Q_f = q_f \cdot L_f$

**Concentración lineal de la carga a granel de columna (Kg/m)**  $q_c = \pi \cdot (D_c)^2 \cdot \rho_c \cdot 2,5 \cdot 10^{-4}$  En esta fórmula D<sub>c</sub> va en mm.

O lo que es lo mismo:

$$q_c \left( \frac{kg}{m} \right) = \left( \frac{D_{\text{barreno}}(cm)}{2} \right)^2 \cdot \pi \cdot \rho_{\text{carga columna}} \left( \frac{g}{cm^3} \right) \cdot 100 \left( \frac{cm}{m} \right) \cdot \left( \frac{kg}{1000g} \right)$$

Explosivo a granel, llena el hueco del barreno:

$$q_c \left( \frac{kg}{m} \right) = \left( \frac{8,9(cm)}{2} \right)^2 \cdot \pi \cdot 0,8 \cdot \left( \frac{g}{cm^3} \right) \cdot 100 \left( \frac{cm}{m} \right) \cdot \left( \frac{kg}{1000g} \right) = 5,0 \text{ kg ANFO/m}_{\text{lineal columna}}$$

#### EJEMPLO RESUELTO SIGUIENDO ESTA SISTEMÁTICA

En una cantera se extrae roca con una resistencia a compresión simple de 150 MPa, en bancos de 10 m de altura. Se perfora a rotoperCUSión con un diámetro de barreno de 89 mm. Se selecciona como explosivo de fondo hidrogel encartuchado de 75 mm de diámetro, y ANFO a granel con densidades respectivas de 1,2 y 0,8 g/cm<sup>3</sup>. Se considera una inclinación de barrenos respecto a la vertical de 20°.

#### RESOLUCIÓN

**Longitud de la carga de columna  $L_c$ (m)**  $L_c = L - L_f - \text{Taco}$

Longitud carga columna: Longitud barreno – Longitud fondo – Longitud retacado = 11,20 – 3,60 – 2,80 = 5,12 m.

**Carga columna (Kg)**  $Q_c = q_c \cdot L_c$

Carga columna: Concentración carga columna · Longitud carga columna = 5,00 (Kg ANFO/m) · 5,12 m = 25,50 Kg ANFO.

**Carga barreno (Kg)**  $Q_b = Q_f + Q_c$

Carga barreno: Carga fondo + carga columna = 23,00 Kg hidrogel + 25,50 kg ANFO = 48,50 Kg.

**Consumo específico (Kg/m<sub>banco</sub><sup>3</sup>)**  $CE = Q_b / V_R$

Consumo específico: Carga barreno / Volumen arrancado por barreno = 0,39 kg explosivo/m<sup>3</sup> volado.