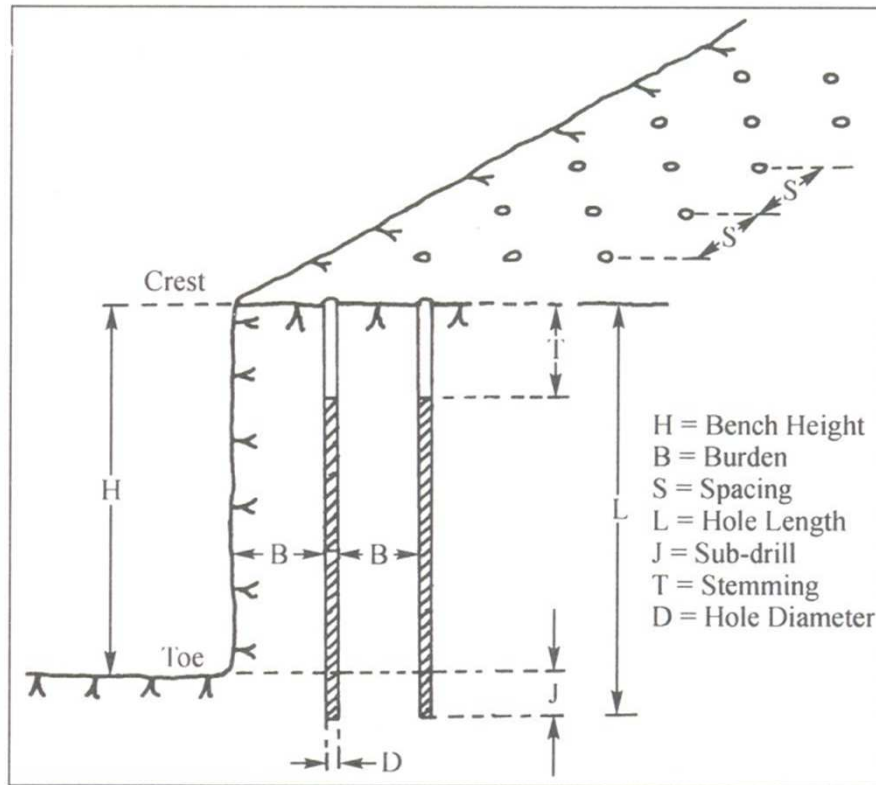


Ejercicio Fragmentación

Luis Felipe Orellana E.

Pablo Paredes M.

Tronadura tipo banco



Enunciado

- Un proyecto para minería a cielo abierto requiere definir su malla de perforación (cuadrada) de producción. Para ello se requiere variar las dimensiones de espaciamiento y burden a fin de lograr la fragmentación requerida equivalente a un $P80=1.2$ (m).
- La faena cuenta para ello explosivo de tipo ANFO AL-8.
 - Características explosivo
 - Densidad: 0.8 (g/cm³).
 - Sanfo: 1.31 en peso
 - Volumen gases: 896 (lt/kg)
- Se sabe que es una roca tipo andesita la cual ha sido descrita de acuerdo al índice de tronabilidad de la siguiente forma. Su densidad se considera homogénea e igual a $2,6$ [ton/m³].

Enunciado

Burden B	? [m]
Espaciamiento S	? [m]
Altura banco H	15 [m]
Diámetro perforación D	9 7/8 [inch]
Desviación pozo (W)	0,58

- Las siguientes propiedades del macizo rocoso se obtuvieron,

RMD	30
JPS	27,5
JPA	30
JF	57,5
RDI	16,25
HF	36,6

- Se pide analizar al menos 2 configuraciones y recomendar aquella que se ajuste mejor al resultado buscado.

Diseño según Ash

Según el diseño de Ash:

$$B = K_B * \Phi$$

$$S = K_S * B$$

$$J = K_J * B$$

$$T = K_t * B$$

$$H = K_h * B$$

B = Burden

S = Espaciamiento

J = Pasadura

T = Taco

H = Altura banco

Φ = diametro perforación

K_B = constante que relaciona B y Φ con valores entre 20 y 40, típicamente 30.

K_S = constante que relaciona B y S, con valores entre 1 y 4 típicamente 2,6

K_J = constante que relaciona B y J siendo su valor más común 0,3

K_t = constante que relaciona B y T, con valores entre 0,5 a 1 típicamente 0,7.

K_h = constante que relaciona B y , típicamente 1,6 con valores entre 1 y 2

Modelo de fragmentación de Kuz Ram

FACTOR DE CARGA

$$FC = \frac{Q_e}{V_o * \rho_r}$$

$V_o =$ roca tronada por tiro ($Burden * Espaciamiento * Altura\ banco$) [m^3].

$Q_e =$ masa de explosivo cargada en el tiro [kg]

$\rho_r =$ densidad roca $\left[\frac{ton}{m^3}\right]$

$$Q_e = \frac{\pi \Phi^2 L \rho_e}{4}$$

$L =$ altura cargada con explosivo [m]

$\Phi =$ diametro de perforación [m]

$\rho_e =$ densidad de carga de explosivo $\left[\frac{ton}{m^3}\right]$



Se expresa en [gr – explosivo]/[ton-roca]

Modelo de fragmentación de Kuz Ram

KUZNESTOV(1973)

- Permite obtener el tamaño medio de una distribución

$$X_{50} = A * \left(\frac{Vo}{Qe}\right)^{0,8} * Qe^{\frac{1}{6}} * \left[\frac{115}{S_{anfo}}\right]^{0,633}$$

X_{50} = tamaño medio [cm]

Vo = roca tronada por tiro (Burden * Espaciamiento * Altura banco)[m³].

Qe = masa de explosivo cargada en el tiro [kg]

S_{anfo} = potencia relativa en peso al ANFO. (ANFO = 100, TNT = 115)

A = índice de tronabilidad

Modelo de fragmentación de Kuz Ram

ECUACIÓN DE ROSSIN - RAMMLER

$$F_U(x) = 1 - e^{-\left(\frac{x}{X_c}\right)^n}$$

X_c = tamaño característico [cm] igual a $d_{63,2}$

$F_U(x)$ = función acumulado bajo tamaño

n = índice de uniformidad [adimensional]

Considerando que Kuznetsov entrega X_{50} , se resuelve la ecuación de R-R y se llega a:

$$X_c = \frac{X_{50}}{0,693^{\frac{1}{n}}}$$

Modelo de fragmentación de Kuz Ram

ÍNDICE DE UNIFORMIDAD

$$n = \left(2,2 - \frac{14B}{D}\right) * \left[\frac{1 + \frac{S}{B}}{2}\right]^{0,5} * \left(1 - \frac{W}{B}\right) * \left(\frac{L}{H}\right) * PS$$

$$n = \left(2,2 - 14\frac{B}{D}\right) \left(1 - \frac{W}{B}\right) \left(\frac{1 + S/B}{2}\right)^{0,5} \left(\left(\text{abs}\left(\frac{BCL - CCL}{L}\right)\right) + 0,1\right)^{0,1} \frac{L}{H} * PS$$

Donde

$B = \text{burden [m]}$

$S = \text{espaciamento [m]}$

$W = \text{desviación pozos [m]}$

$L = \text{largo tiro [m]}$

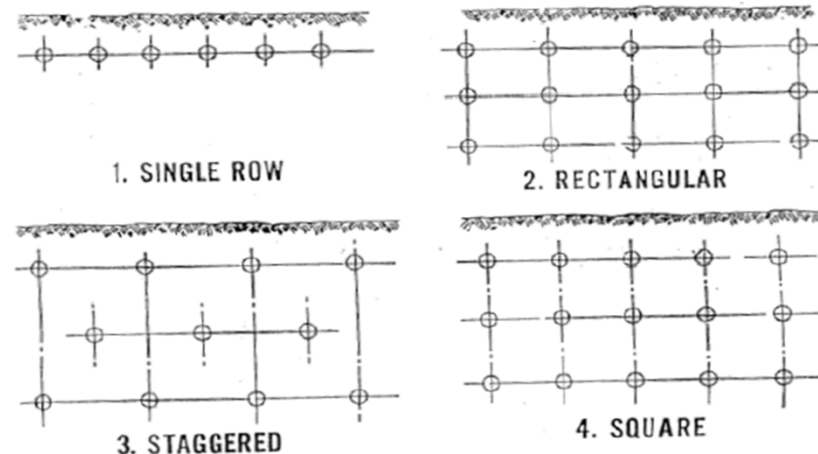
$H = \text{altura banco [m]}$

$D = \text{diametro tiro [mm]}$

$BCL = \text{carga fondo [m]}$

$CCL = \text{carga columna [m]}$

$PS = 1,1 \text{ para malla escalonada}$



Modelo de fragmentación de Kuz Ram

ÍNDICE DE TRONABILIDAD

$$A = 0,06 * (RMD + JF + RDI + HF)$$

Table 4.8. Cunningham's 'A' Factor.

Symbol	Quantity	Rating
<i>A</i>	Rock factor	8 to 12
<i>RMD</i>	Rock Mass Description	
	– powdery/friable	10
	– vertically jointed	<i>JF</i>
	– massive	50
<i>JF</i>	<i>JPS + JPA</i>	
<i>JPS</i>	Vertical Joint Spacing	
	– < 0.1m	10
	– 0.1 to <i>MS</i>	20
	– <i>MS</i> to <i>DP</i>	50
<i>MS</i>	Oversize (m)	
<i>DP</i>	Drilling pattern size (m) assuming <i>DP > MS</i>	
<i>JPA</i>	Joint plane angle	
	– dip out of face	20
	– strike perpendicular to face	30
	– dip into face	40
<i>RDI</i>	Density influence	$25 \times RD - 50$
<i>RD</i>	Density (t/m^3)	
<i>HF</i>	Hardness factor	
	– If $Y < 50$ GPa	$HF = Y/3$
	– If $Y > 50$ GPa	$HF = UCS/5$
<i>Y</i>	Youngs modulus (GPa)	
<i>UCS</i>	Unconfined compressive strength (MPa)	

Solución

Primera configuración:

Se ocupa

Burden [m]	10
Espaciamiento [m]	10
Altura banco [m]	10
Dia. Perf [m]	0,2508

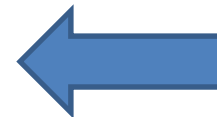


Kb	30
Ks	2,6
Kj	0,3
Kt	0,7
Kh	1,6



Y el P80 obtenido según estos parámetros es:

P80=X [cm]	88,16
------------	-------



Qe [kg]	434,74
A	8,42
X50 [cm]	57,48
n	1,97
Xc [cm]	69,24

Solución

Para la Segunda configuración:

Burden [m]	13
Espaciamiento [m]	13
Altura banco [m]	10
Dia. Perf [m]	0,2508

Los parámetros para R-R:

Qe [kg]	387,31
A	8,42
X50 [cm]	94,11
n	1,86
Xc [cm]	114,65

Y el P80 obtenido según estos parámetros es:

X [cm]	148,12
--------	--------