



## 14.- Voladuras

Al obtener una fragmentación adecuada de las voladuras en los bancos de producción, se disminuyen procesos secundarios previos a la alimentación al primario, como por ejemplo el uso de roto martillo hidráulico, para evitar este proceso; es muy importante contemplar un buen diseño en la plantilla de barrenación, ya que en el caso contrario se obtendrá como resultado de la voladura una cantidad excesiva de sobre tamaño (material que excede el tamaño de recepción de la tolva del primario), para entender este proceso del mecanismo de la fragmentación y voladuras, será necesario mencionar algunos conceptos de suma importancia para el diseño de la plantilla y uso de explosivos, así también como el cálculo de factor de carga.

### **14.1.- Bordo y Espaciamiento:**

Si el bordo (espacio de la cara libre a la primera hilera de barrenos), no es calculado adecuadamente, muchas de esas fracturas se expanden hasta la superficie expuesta, llevándose a cabo solo el proceso de aflojamiento total de la roca.

La distancia al bordo, es consecuentemente de primordial importancia en el diseño de la plantilla de barrenación que se vaya a diseñar, ya que hay que contemplar el efecto máximo por barreno y por cantidad de explosivo en la carga total de la plantilla.

***En este caso el bordo a utilizar será de 2.7 m, que es el 90% aproximadamente de 3m.***

$$B= 2.7 m$$

### **Espaciamiento:**

Es la distancia que existe entre las diferentes hileras de barrenación, este parámetro es de suma importancia junto con el bordo ya que de estos dependen en gran parte el tamaño de fragmentación en cada voladura efectuada.

#### ***Formula de espaciamiento***

$$E= (1 a 1.8) * Bordo$$

***En este caso se eligió el factor de 1.3 ya que por pruebas elaboradas en diferentes voladuras, este es el que da mejor tamaño de fragmentación;***

$$E= 1.3*2.7=3.5 m$$

$$E= 3.5 m$$

La generación de fracturas en la detonación de una o más hileras de barrenos, dependerá grandemente de la relación entre el bordo y la distancia entre barrenos (espaciamiento), así como la ignición de éstos que ocurra simultáneamente o con un cierto periodo de retardo entre hileras.



#### **14.7.1.- Longitud del taco**

Esta distancia se refiere a la porción superior del barreno que normalmente se rellena con material estéril, esto con la finalidad de confinar y evitar fuga de los gases al momento de la reacción química de los explosivos.

Otra función principal es, eficientar el uso del alto explosivo, para que libere el máximo de energía, para esto; la carga debe de encontrarse bien confinada dentro del barreno, este confinamiento adecuado también es necesario para controlar la sobrepresión de aire y la roca en vuelo, a continuación se muestra la relación común para la determinación del taco:

$$T= 0.7 \text{ (Bordo)}$$

Donde:

$$T= 1.9 \text{ m}$$

#### **14.3.- Longitud de la Sub barrenación:**

Este término se utiliza para determinar la profundidad a la cual se perforará el barreno por debajo del piso propuesto, para asegurar que el rompimiento ocurra a nivel de piso.

Cuando no se utiliza la sub barrenación en operación, los barrenos normalmente no rompen la profundidad total, y es cuando se tiene problemas de pata (porciones de roca que no se fragmentaron en la voladura) en los pisos del banco, y esto provoca problemas de operación al momento del rezagado del material; a continuación se muestra la expresión utilizada para este cálculo:

$$J= 0.3 \text{ (Bordo)}$$

Donde:

$$J= 0.8 \text{ m}$$

#### **14.4.- Longitud de carga de columna:**

Es la distancia vertical que se requiere para el uso del agente explosivo, para este caso ANFO, a continuación se muestra la longitud necesaria para el caso de este proyecto:

**Calculo de longitud de carga de columna**

**C.C.= longitud de barrenación – taco - longitud de alto explosivo**

**Dimensiones de alto explosivo (Booster)= Diámetro: 3.81 cm (1.5”) y largo: 8.89 cm (3.5”)**

$$C.C. = 10.8 - 1.9 - 0.089 = 8.811 \text{ m}$$



En detonaciones instantáneas la presión de los gases (en muchos de los barrenos cercanos unos a otros) coopera, empujando la roca hacia el frente en la medida que la cara libre cede. Si el espaciado entre barrenos es aún más cercano, la cara libre se moverá sin muchas deformaciones pudiendo considerarse la posibilidad de la existencia de ligeros esfuerzos cortantes, tensionales y de pandeo dentro de la roca. La mecánica de fracturamiento, de acuerdo con la teoría de los gases es la siguiente:

- 1.- Los gases a presión se introducen en las fracturas previamente producidas
- 2.- Los gases generados producen un empuje a presión sobre las paredes de las fracturas.
- 3.- El bloque se mueve hacia afuera ligeramente.
- 4.- Las presiones remanentes de los gases dentro de las fracturas, junto con los esfuerzos de tensión dentro de estas, se incrementan ejerciendo presión sobre el bloque, el cual causa un efecto de empuje por parte de los gases.
- 5.- Las fracturas continúan propagándose en todos sentidos buscando los puntos de menor resistencia en el sentido de la cara libre.
- 6.- Las fracturas radiales generadas hacia la parte inferior causan el mismo efecto, a diferencia que por la carencia de caras libres las ondas y las fracturas serán disipadas o absorbidas por el macizo rocoso.
- 7.- El proceso de transformación del resto del explosivo (carga de columna), continúa incrementando la producción y generación de gases.