

Una visión

sobre la eficiencia de las tronaduras de contorno

Por Jacopo Seccatore, profesor de minería, director del iUAI Mining Center, Universidad Adolfo Ibañez

Las tronaduras (o voladuras) de contorno constituyen el refinamiento arquitectónico de las excavaciones con explosivo. Mantienen el perfil diseñado, estabilizan taludes, regularizan contorno de túneles, permiten ahorrar fortificaciones y hormigón de finalización. Existen distintas tipologías de tronaduras (o voladuras) de contorno, y como siempre el idioma inglés resulta más claro y unívoco en las definiciones. Se definen “contour blasting” y sus principales modalidades son “smooth blasting”, “pre-splitting” y “line drilling”.

En los países latinoamericanos (tanto de idioma Español como Portugués) resultan confusiones con estas definiciones. Principalmente, el uso de la expresión “pre-corte”: en los idiomas latinos esta resulta una metonimia que se refiere a todas las tronaduras o voladuras de contorno,

generando un error conceptual y una genérica confusión. Lo que realmente es el “pre-corte” es lo que en inglés es el “pre-splitting”: una línea de tiros de pequeño diámetro, con espaciamiento reducido y sin retardo entremedio que detonan de forma simultánea antes de los tiros de producción para generar una fractura guiada y definir previamente el perfil de excavación.

Cuando los tiros de contorno detonan después de los tiros de producción, es el “smooth blasting”, que podría ser definido “pos-corte”; en este caso, son perforaciones de pequeño diámetro y detonación simultánea, pero permitiendo un espaciamiento superior al del pre-splitting. En final, el line drilling es una perforación con espaciamiento mínimo, en el rango de 1 o 2 veces el diámetro de perforación, donde los tiros no se cargan y su proximidad crea una debilidad y por tanto, favorece la creación de una fractura guiada cuando detonan los tiros de producción o de buffering. En las tronaduras de contorno, el trabajo es definir



Foto: Cemfesa UAI

una superficie, no desmontar un volumen. Por tanto:

- En tiros de producción, se define la carga Q (por ej. Kg) por cada tiro y la carga específica P.F. (Powder Factor) es explosivo por unidad de volumen roca (por ej. kg/m³)
- En los tiros de contorno, las cargas son lineales y representadas por una carga por unidad de largo q (por ej. kg/m) donde el largo del tiro puede ser idealmente indefinido, y la carga específica es

Título: Una visión sobre la eficiencia de las tronaduras de contorno

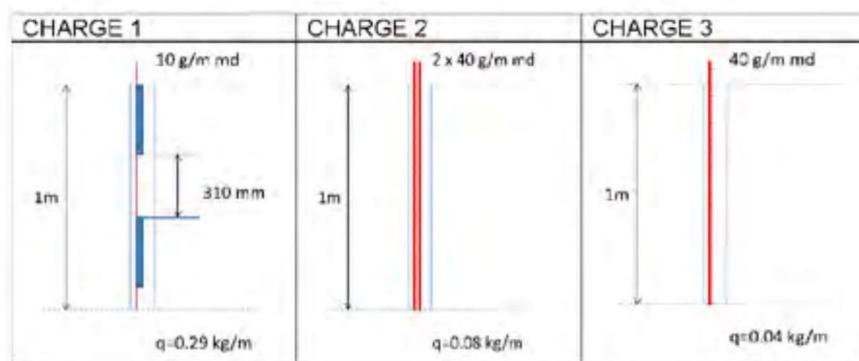
explosivo por unidad de superficie (por ej. kg/m²) Sin embargo, la carga lineal puede variar mucho en rangos de orden de tamaño y por tipo de explosivo, donde configuraciones muy distintas en un mismo ambiente producen mismos resultados. Se ha demostrado (ver figura a seguir) que en una misma frente de contorno una carga lineal 40 g/m (cordón detonante) y una carga de 300 g/m (cartuchos de emulsión de pequeño diámetro en carga lineal alternada) obtienen el mismo resultado, sea en superficies distintas o en carga alternada en la misma superficie.

Estos resultados llaman atención sobre la imprecisión de los sistemas de dimensionamiento de cargas de contorno, que consideran en algunos casos el diámetro de la carga en sección transversal al pozo, en otros consideran la carga lineal, pero no toman en cuenta las distintas capacidades de ruptura. Además, los resultados mostrados, donde se emplearon explosivos de alta VOD, iluminan una cierta incertidumbre sobre la común costumbre de usar explosivos de baja VOD en los contornos.

Un parámetro de control del resultado de las tronaduras de contorno es el factor medias cañas (Half Cast Factr, HCF, expresado

en %), que mide los metros de medias cañas visibles sobre el total perforado. En los resultados presentados abajo, se observa un HCF próximo al 100% en la primera fotografía (imagen 1) y HCF = 100% en la segunda (imagen 2). Sin embargo, considerado todo lo anterior, hay un factor externo que determina de forma primaria el resultado y la eficiencia de una tronadura de contorno. Sea cual sea el método de tronadura de contorno adaptado, el factor que

finalmente influencia su eficiencia es el grado de fracturamiento del macizo rocoso en el cual se está excavando. Es imprescindible en los sistemas de dimensionamiento de cargas y perforaciones de contorno tratar el medio a ser detonado como macizo y no roca intacta, porque el conjunto de discontinuidades del macizo domina el resultado. En la figura a seguir, se observa claramente como en la misma tronadura, en la porción superior de la frente con RQD



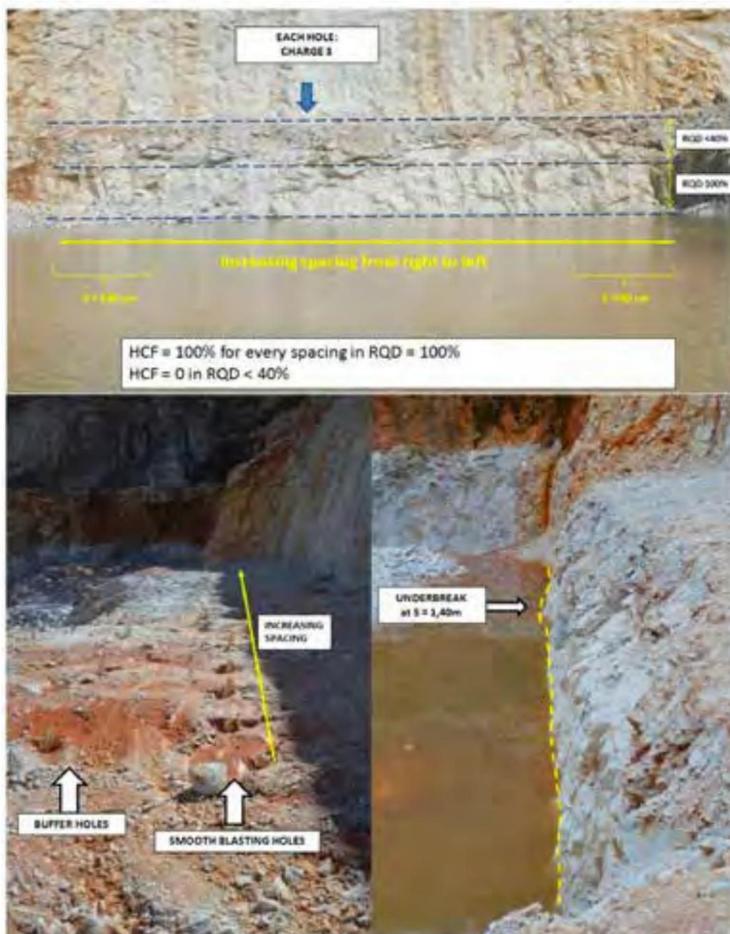
➤ **Imagen 1**



➤ Imagen 2



➤ Imagen 3



➤ Imagen 4



< 40% resulta un HCF=0 (sin embargo con el perfil generalmente) respectado; En la parte inferior, con RQD=100% resulta HCF = 100%, igualmente respetando el perfil; se observa underbreak cuando el espaciamiento entre tiros es llevado a 26*F (imagen 3). También, se puede mostrar en la figura a seguir como diseño de tronaduras idénticas en dos macizos rocosos distintos producen resultados distintos (imagen 4).

En la fotografía de la izquierda se observan medias cañas, sin embargo, no se alcanza un significativo respecto del perfil, lo que también pone en discusión el uso exclusivo del HCF como único parámetro de control.

Al final de esta discusión, el autor como el lector se queda con más dudas que respuestas. Resulta evidente que los actuales sistemas de cálculo y diseño de tronaduras de contorno fallan en tomar en cuenta todos los parámetros involucrados. Se evidencia como, por tan cuidadoso sea el manejo de los parámetros controlables de la tronadura, los parámetros incontrolables del medio a ser tronado dominan el resultado final. Es bueno que el calculista de tronaduras de contorno tome en cuenta estas dudas, y no deje de preguntarse cómo mejorar el resultado. **mch**