

FUNDACIÓN  
**MAXAM**

[fundacionmaxam.net](http://fundacionmaxam.net)



[mumi.es](http://mumi.es)



ESCUOLA TÉCNICA SUPERIOR  
DE INGENIEROS DE MINAS Y ENERGÍA

[minasyenergia.upm.es](http://minasyenergia.upm.es)

# SOLUCIONES DE VOLADURA **ESTABILIDAD** **DE TALUDES**

FUNDACIÓN  
**MAXAM**



ESCUOLA TÉCNICA SUPERIOR

La estabilidad de los taludes es un punto fundamental en el desarrollo de las actividades de ingeniería de excavación (construcción, canteras y minería). El progreso mundo moderno, y su necesidad de infraestructuras y recursos, ha impulsado la construcción de taludes con un alto grado de seguridad.

La seguridad, la eficiencia operativa y el aprovechamiento de los recursos minerales, entre otros, son algunos de los aspectos fundamentales en el proceso de dimensionamiento de los taludes. Por este motivo, y debido al alto impacto que puede tener la voladura sobre el talud remanente, se requiere la aplicación de técnicas especiales de perforación y voladura en proyectos de excavación.

Diciembre, 2018.  
Imágenes: MAXAM, Getty.

## LAS VOLADURAS Y LA ESTABILIDAD DE LOS TALUDES

Se pueden considerar dos tipos de taludes, aquellos que requieren una estabilidad duradera y en los que esta es temporal. Esto determina el método de excavación y los posibles sistemas de estabilidad a aplicar.

En general, la estabilidad de los taludes depende de una confluencia de circunstancias entre las que hay que destacar:

- La geología del sitio.
- Las propiedades mecánicas / elásticas del material.
- Los empujes a que pueda ser sometido.
- La posible presencia de aguas subterráneas.
- Diseño y finalidad del talud.
- Métodos de excavación empleados (medios mecánicos o por voladuras).

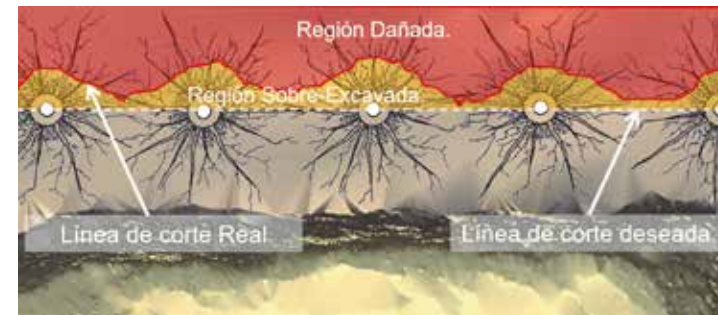
En lo referente a los métodos de excavación por voladuras, además del diseño de la excavación hay que tener en cuenta otros dos fenómenos.

En un primer lugar, los daños por campo cercano, aquellos generados por la sobreexcavación o fracturación de la roca debido a la voladura.

Y también se ha de considerar que los taludes lejanos a la voladura, aquellos que no están en contacto directo con el área excavada, pueden sufrir tensiones inducidas por las vibraciones generadas por la detonación,

sufriendo como consecuencia de las mismas una posible desestabilización de las fuerzas actuantes en el sistema.

En el caso de daños en campo cercano, los mismos mecanismos responsables de la fragmentación de la roca son los que suelen generar la sobreexcavación y daños al talud remanente. Aunque el proceso es bastante complejo, este implica aspectos como el efecto de las ondas de choque y la expansión de los gases de detonación en el interior de las fracturas.



Idealización de la sobre-excavación y región dañada tras una voladura.

Otro muy importante es la inducción de tensiones por las vibraciones generadas por las voladuras. En campo lejano, las ondas sísmicas generadas por la detonación de cargas explosivas confinadas en rocas se propagan radialmente desde el centro de la carga. Cuando la intensidad de estas ondas no son lo suficientemente fuertes para romper el material, lo deforma elásticamente, contribuyendo así a alterar las tensiones in situ del talud. Dependiendo de la amplitud

de la vibración, estas pueden conllevar una inestabilidad de fuerzas y contribuir al potencial colapso del talud.

## EL DISEÑO DE LA VOLADURA

Las voladuras controladas y de contorno son normalmente las indicadas cuando se pretende salvaguardar la integridad de los taludes. Esto determina los distintos niveles de diseño a aplicar tales como voladuras de pre-corte, recorte o amortiguadas, entre otras, además de tener en cuenta el causar el menor impacto posible en campo cercano.

Cuando se trata de no generar inestabilidades por inducción de tensiones, el cálculo de la voladura debe ser estimado en función de las intensidades de las vibraciones en el talud. Una vez que la relación entre distancias, cargas y tensiones es establecida, se pueden determinar con seguridad las cargas máximas permitidas en la voladura para no inducir inestabilidades a los taludes cercanos a la detonación.

Si deseas agregar valor a tu proyecto de excavación a través de los servicios de control de taludes, contacta con MAXAM.