

# MEDIDAS DE SEGURIDAD EN VOLADURAS

## 1. OBJETIVO

Establecer los parámetros y acciones que se deben ejecutar durante las operaciones voladuras, con el fin de prevenir incidentes e impactos ambientales y de realizar esta actividad de la manera más segura protegiendo la vida humana, el ambiente y las zonas de operación en los proyectos.

## 2. ALCANCE

Aplica a todas las actividades involucradas en las operaciones de voladura, y detalla las medidas y acciones que el personal de voladuras deberá seguir para la realización de los trabajos de voladuras. Todo el personal asociado con las actividades de voladura requerirá conocer y cumplir con los procedimientos contenidos en este documento.

## 3. TIPOS DE VOLADURAS

Con el fin de establecer claros procedimientos de seguridad en la ejecución de voladuras, se indica lo siguiente:

**Voladuras en Zonas Rurales y Canteras:** Son aquellas voladuras que son ejecutadas en proyectos y canteras ubicados en lugares o áreas que no tienen influencia en viviendas, caminos, vías públicas y demás instalaciones.

En todo caso el tipo de voladura a efectuar en este proyecto es de **Voladura Controlada**. La profundidad de los barrenos será menor a 9 metros, diámetro de los barrenos de 3 pulgadas, cada voladura se limitará a 40 barrenos. Adicionalmente, y de mayor importancia es que el método de iniciación, será con el sistema de conexión que permite la iniciación de cada barreno por separado (más de 25 milisegundos entre barrenos).

## 4. PLANIFICACIÓN DE LAS VOLADURAS

- 4.1. La empresa ejecutora de las voladuras deberá solicitar el permiso de voladura específico de cada proyecto ante la Dirección Institucional de Seguridad Pública (DIASP), del Ministerio de Seguridad, según lo establecido en el procedimiento de trámites de permisos.
- 4.2. Cada empresa debe presentar un seguro de responsabilidad civil extracontractual que cubra los daños a terceros que pudieran ser ocasionados por trabajos de voladuras con explosivos ejecutados por la empresa solicitante del permiso de voladura. Esta póliza deberá ser de un valor mínimo de \$250,000 (doscientos cincuenta mil) balboas.

4.3. Junto con la solicitud del permiso de voladura para cada proyecto, se presentará el plan de voladura y la copia de la póliza de daños a terceros.

4.4. Cada empresa debe enviar la programación semanal de las voladuras por escrito a DIASP.

4.5 El plan de voladura deberá incluir la siguiente información:

- Nombre del Proyecto
- Ubicación
- Tipo de Voladura
- Nº de barrenos
- Diámetro del barreno
- Tipo de roca
- Espaciamiento
- Profundidad de barreno
- Altura del taco
- Material del taco
- Número de filas
- Cantidad total de barrenos de producción
- Cantidad total de barrenos de precorte
- Periodos de retardo en la superficie
- Periodos de retardo en el fondo del barreno
- Tipos de explosivos.
- Tipo de iniciador
- Localización del iniciador
- Nombre de los distintos explosivos y cantidad.
- Tipos de detonadores y longitud
- Tipos de conectores y longitud
- Distancia a edificaciones y estructuras cercanas
- Cantidad máxima de explosivo por retardo
- Carga específica por m<sup>3</sup>
- Cálculo teórico del nivel de vibración (mm/seg)
- Cantidad mínima de sismógrafos por voladura, en caso de requerirse
- Firma del explosivista responsable de la voladura y número de la licencia

Adicionalmente se debe suministrar el plan de encendido con la numeración de los retardos, plan de la profundidad de los barrenos y el perfil del barreno detallando el cebo y el diseño de la carga en la columna explosiva y retacado en el barreno.

## **5. PROCEDIMIENTOS PREVIOS A LAS OPERACIONES DE VOLADURA**

### **5.1. Inspección del área del tiro**

Se realizará la inspección del área donde se encuentra el tiro previo al inicio de la actividad con el objetivo de identificar, evaluar y controlar los riesgos que pudieran presentarse durante la

ejecución del trabajo. Se revisará que el área esté libre de piedras sueltas, bordes irregulares, concavidades y grietas, el estado de la cara libre y la cercanía a estructuras.

Se verificará también que los accesos al área del tiro estén en condiciones adecuadas para la llegada de los vehículos de transporte de explosivos, a fin de evitar atrasos en la descarga del explosivo en el sitio.

## **5.2 Area Segura de Voladura**

Se establecerá un área segura de voladura de 150 metros a la redonda, donde no puede ingresar ningún vehículo o personal que no esté relacionado con la actividad de voladura. Adicionalmente antes de la voladura se debe retirar a todo el personal y vehículos más allá de esta distancia de seguridad. Las viviendas más cercanas se encuentran aproximadamente a 500 metros de distancia.

## **5.3. Notificación a los vecinos**

Se hará llegar a las vivienda más cercana, una notificación 48 horas antes, informando el día y la hora aproximada de la voladura. Adicionalmente y como parte del protocolo, se hará sonar la sirena cerca de las viviendas 30 minutos antes de la voladura.

## **5.4 Descarga del explosivo en el tiro**

El explosivista responsable de la voladura es la persona encargada de indicar el momento en que se debe proceder a descargar los explosivos y accesorios en el área de trabajo, así como la forma y cantidad de explosivos y detonadores que se deben ubicar en cada barreno.

# **6. PROCEDIMIENTOS DE SEGURIDAD DURANTE LA OPERACIÓN DE VOLADURA**

Durante la ejecución del trabajo de voladura se deberán cumplir con las siguientes medidas de seguridad:

## **6.1. Durante la Carga de los Barrenos**

Para la actividad de cargado de los barrenos se considerarán las siguientes medidas de seguridad:

- **Preparación del Iniciador**
  - Mantener los explosivos y detonadores separados hasta que se inicia el proceso de carga.
  - Distribuir los explosivos y detonadores de manera ordenada y sin tirarlos en el terreno.
  - No utilizar fuerza excesiva y colocar el detonador completamente dentro del cartucho.
  - Mantener el tubo bien amarrado a la superficie sin provocar tensión excesiva.

- **Cargado del Barreno**

- El explosivista responsable indicará la cantidad de carga a introducir por barreno y la altura del taco.
- Se debe evacuar del área al personal y equipo ajeno a los trabajos de voladura.
- Chequear que la profundidad sea consistente con la adición de explosivos tanto para productos empacados como para productos a granel.
- Cargar el tiro de tal forma que pueda ser detonado en caso de emergencia.
- Si el explosivo se atora dentro del barreno, se deberá retirar haciendo uso de herramientas apropiadas. En caso de no ser posible retirarlo, se agregará otro iniciador.
- Si se da la presencia de material suave o un borde irregular, se colocará un taco intermedio.
- Utilizar material de taco adecuado.
- Evitar trabajar en la cara de taludes cuando exista posibilidad de caída peligrosa.
- Limpiar toda el área de la voladura antes de iniciar la conexión.
- El único **residuo** de la voladura serán las cajas de explosivos vacías, que serán retiradas del área del proyecto.

- **Conexión del Tiro**

- Previo a la conexión del tiro, el explosivista responsable rectificará que todos los barrenos se encuentren cargados y con su correspondiente taco.
- Reducir el personal, equipo y vehículos durante la conexión en el área de la voladura.
- Verificar y rectificar la conexión de todos los barrenos en forma visual.

- **Iniciación de la Voladura**

- Terminada la operación de carga de los barrenos, el explosivista responsable indicará el retiro del material sobrante y despeje del sitio de voladura del personal y de los vehículos.
- En coordinación con el personal de las entidades de seguridad (Policía Nacional), se procederá a cerrar las vías.
- Se colocará personal de vigilancia en los lugares de acceso y en donde se dé la posibilidad de presencia de terceras personas para evitar que se movilicen dentro del área de la voladura. En caso de que se produjera el ingreso al área de la voladura de un tercero no autorizado, el vigilante más próximo deberá informar el hecho para detener inmediatamente el inicio de la voladura hasta que se normalice la situación.
- Se utilizarán las señales de advertencia (sirenas) previo a la voladura para notificar al personal el desalojo del área.
- Comprobando el control de despeje del área, se dará la señal de disparo.
- Buscar refugio apropiado o utilizar cobertura apropiada por el explosivista y personal autorizado a permanecer cerca del área del tiro.
- Realizar el tiro.

## 6.2. Inspección Post Voladura

La única persona autorizada para la verificación y comprobación de que todos los barrenos detonaron es el explosivista responsable de la voladura, el cual indicará el momento en el cual puede entrar tanto el personal como el equipo de excavación al área donde se efectuó la voladura. La inspección después de la detonación será realizada siguiendo las siguientes medidas de seguridad:

- Esperar un periodo de por lo menos cinco minutos después de la detonación para realizar la verificación del tiro, para protegerse de posibles caídas de roca antes de regresar al área, para asegurar que no han ocurrido fallas de encendido y para permitir que se disipen los gases.
- Revisar que todos los barrenos cargados hayan detonado.
- Después de haber inspeccionado y verificado que el área de voladura está segura, se sonará la señal de “Todo Libre”.
- En caso de que el explosivista detecte cargas sin detonar, se procederá a realizar el procedimiento de Fallas en el Tiro.

### • Fallas en el tiro o existencia de cargas remanentes

Si el explosivista detecta falla completa o parcial de material explosivo sin detonar se tomarán las siguientes medidas:

- No se permitirá el paso de personal y equipos al área de voladura hasta que el explosivista tome los correctivos necesarios.
- Evacuar todo el personal del área, exceptuando aquellos que sean necesarios para terminar el trabajo.
- Cerrar las vías de acceso en caso que sea posible la ocurrencia de explosión prematura.
- Corregir la falla haciendo la conexión de los barrenos sin detonar de la manera más segura.
- En caso de que se presentara alguna situación de peligro o problemas de mayor riesgo se buscará el consejo de otro experto en explosivos para corregir el problema.
- Verificada la falla, se procederá a realizar la detonación de los barrenos que están sin detonar.
- Si se presentara el evento de encontrar cartuchos sin explotar, el explosivista retirará los cartuchos del área y se los entregará al personal encargado de la custodia y control del material explosivo sobrante.
- Cuando por razón alguna, no se puedan detonar el mismo día de la voladura barrenos que no se iniciaron, se dejará en el sitio de la voladura personal de seguridad hasta el día siguiente que se ejecute la operación de detonación de los mismos.
- El explosivista presentará un reporte de la falla en el tiro, en donde se indique la causa y descripción del hecho y las medidas adoptadas para su corrección.
- La falla en el tiro deberá indicarse de igual manera en el reporte de voladura.

## **7. MEDIDAS DE SEGURIDAD GENERALES EN VOLADURAS**

- 7.1. Todas las actividades concernientes al uso, manejo, almacenamiento y transporte de explosivos sólo serán desempeñadas por quienes estén autorizados y posean la capacidad técnica para el ejercicio de dichas actividades.
- 7.2. El personal involucrado en el diseño y ejecución de voladuras tiene una responsabilidad personal de conocer y observar prácticas seguras y en cumplir todas las regulaciones que puedan aplicar.
- 7.3. Todo el personal involucrado en estas operaciones tendrá sus funciones específicas asignadas y estará capacitado para enfrentar cualquier riesgo que se pueda identificar durante la ejecución de las mismas.
- 7.4. Establecer líneas claras de responsabilidades, supervisión y comunicación en la actividad de voladura.
- 7.5. Todo el personal involucrado en la ejecución de trabajos de voladuras deberá hacer uso del equipo de protección personal adecuado según las circunstancias (casco, botas, guantes, lentes, mascarillas) y su uso es obligatorio.
- 7.6. Solamente actividades directamente relacionadas con la operación de voladura serán permitidas en un radio de 15 metros de cualquier barreno cargado.
- 7.7. Un sistema de señalización (sirenas) será utilizado para anunciar la voladura, el mismo consistirá de:
  - La primera señal de advertencia se hará cinco minutos antes de la detonación, sonando cinco señales largas con una sirena para notificar a todo el personal cercano al área que se va a realizar la voladura dentro de un periodo de cinco minutos.
  - La segunda señal se hará un minuto antes de la detonación, sonando cinco señales cortas con una sirena.
  - Después de haber realizado la detonación y de que el explosivista haya inspeccionado y verificado que el área de voladura está segura, se dará una señal larga de “Todo Libre”.

## **8. ANÁLISIS DE RIESGOS EN VOLADURAS**

A continuación se presentan los principales tipos de incidentes que pudieran ocurrir en una voladura y los procedimientos a seguir en caso de ocurrencia de las mismas.

### **8.1. Roca en Vuelo**

La roca en vuelo necesita ser apropiadamente controlada durante las actividades de voladura, para evitar que las rocas viajen a distancias en donde pongan en riesgo a personas, equipos y estructuras que se encuentren cercanos al área de la voladura.

Para reducir el riesgo de roca en vuelo de modo de proteger los equipos y estructuras cercanas, el explosivista considerará las siguientes medidas preventivas:

- Realizar una evaluación de riesgos previo a la voladura.
- Asegurar que todos los parámetros hayan sido rectificados para realizar el diseño de la voladura.
- Chequear la presencia de cambios geológicos de la masa rocosa, concavidades, grietas, etc.
- Asegurar que todos los barrenos sean cargados con la cantidad apropiada de explosivo.
- Establecer líneas claras de responsabilidades, supervisión y comunicación en la actividad de voladura. El explosivista mantendrá una comunicación directa con el personal de perforación para conocer la condición de los barrenos antes de las operaciones de voladura.
- Establecer la orientación de la voladura asegurando que ocurra en una dirección segura que proteja las estructuras y equipos cercanos al área.
- Asegurarse de utilizar material de taco apropiado.

### **8.2. Desprendimiento y/o Deslizamiento de Rocas**

- Inspeccionar que los taludes estén estables.
- Evaluar los riesgos de desprendimiento y/o deslizamiento de roca.
- Revisar que no haya rocas sueltas en los taludes que pudieran desprenderse inesperadamente.
- No trabajar en los bordes muy próximos de los taludes.

Ante la ocurrencia de un deslizamiento o desprendimiento se seguirán las siguientes pautas:

- Evacuar inmediatamente el área cercana al deslizamiento.
- Mover el personal a un área segura alejada.
- Localizar y aislar el área afectada.
- Notificar del hecho al Contratista del proyecto.

### **8.3. Condiciones climáticas adversas**

En caso de presentarse condiciones climáticas adversas como tormentas eléctricas se rectificará su presencia usando un detector de tormentas y se tomarán las siguientes medidas:

- Evacuar a todo el personal del área de la voladura hacia un lugar seguro.

- Notificar los peligros potenciales y las precauciones a tomar.
- Terminar la distribución de cargas en los barrenos y devolver los explosivos no usados al lugar de almacenaje.
- Si los barrenos están cargados, todo el acceso a dicha área será restringida hasta que el peligro haya pasado.

#### **9.0. Programación de las voladuras**

Las voladuras serán programadas de acuerdo a los requerimientos de material a extraer. En principio estimamos voladuras cada 10 o 14 días, es decir 2 o 3 días de voladura al mes.

Ing. Roberto L. Cuevas

Lic. de Explosivista Cat. 3

No. 8-347-984