

PROCEDIMIENTOS DE SEGURIDAD PARA TRABAJOS EN ALTURA EN MINERÍA.

Trigueros Tornero, Emilio (*), Sánchez Medrano, Rafael ()
y Martínez Peñalver, Ángel (***)**

() Universidad Politécnica de Cartagena.*

*(**) D.G. Industria, Energía y Minas C.A.R.M. (***) INPROOBRAS, S.L.*

RESUMEN

Algunas de las tareas preliminares para la apertura de una explotación a Cielo Abierto, de un nuevo frente de ésta, de un acceso, así como las actividades de protección, sostenimiento o restauración de taludes finales, requieren la ejecución de trabajos en el medio vertical: desarrollados en laderas o taludes de elevada pendiente, con riesgos de caídas a gran altura y también, en ocasiones, con riesgo de desprendimiento de rocas. En el presente, las empresas que prestan servicios en este campo han adaptado procedimientos del mundo de la escalada o la espeleología, empleando utensilios y elementos de protección de contrastada eficacia pero sin que haya sido reconocida su homologación como tales. El personal, que también procede del ámbito deportivo, presenta excelentes aptitudes para estos trabajos pero no han sido tampoco establecidos los requisitos normativos que garanticen esa aptitud.

La diversidad de actividades y las diferentes circunstancias que rodean a éstas convierten a los procedimientos de seguridad para trabajos en altura en una interesante línea de estudio de seguridad. Nosotros queremos con esta comunicación aportar algunos ejemplos con los que resaltar la importancia de eliminar el vacío o ambigüedad normativa en estos trabajos que tienen una repercusión económica elevada.

1. INTRODUCCIÓN

Existen numerosos trabajos en Minería e Ingeniería del Terreno relacionados con actividades en taludes y laderas con pendientes superiores al 50% (correspondientes a 30°) y desniveles de más de 5 metros, en los que, además de los riesgos inherentes a las operaciones desarrolladas, hay que sumar un **alto riesgo de “caídas a distinto nivel”**, la más importante de las causas de accidentes graves y mortales (30% en C.A.R.M.), y de **“caída de objetos”**. El trabajo en condiciones límite en las que el equilibrio es precario, el exceso de confianza cuando se pierde la sensación de altura, la tentación por simplificar un itinerario y los fallos de la intuición al evaluar la idoneidad de un anclaje o enganche, tienen aquí un desenlace fatal.

La **importancia económica** de estos trabajos es indudable, ya que la preparación de accesos y andamios para desarrollar estas actividades podría suponer un coste varias veces superior al directamente relacionado con su ejecución. Por otra parte, lo que resulta, en ocasiones, determinante, es el tiempo de que se dispone para concluir el trabajo o el interés por minimizar los daños al entorno.

La única mención específica que encontramos **en la legislación minera** es la que aparece en el ap. 5° de la ITC 07.1.01 del RGNBSM: “cuando los operarios tengan que trabajar colgados o trepar por el frente de una explotación, se les proporcionarán las cuerdas y cinturones de seguridad necesarios, asegurándose de que todos ellos los utilicen”

La preparación de procedimientos de seguridad para trabajos en altura en la minería presenta, por estos motivos, un interés especial, exigiendo el momento presente un salto cualitativo en su “concepción”, ya que no se trata de solamente de importar (copiar y pegar) los procedimientos de actividades similares en el sector de la **construcción** o la **industria** pesada, que pueden servir como inspiración, sino que conviene estudiar también otras actividades como **el alpinismo, la escalada o los procedimientos de rescate**, desarrollados **en el mismo medio** que la minería adaptándolos a las particularidades de ésta.

En esta comunicación pretendemos dar un repaso a las distintas actividades que se desarrollan en los taludes de una explotación minera o excavación, poniendo énfasis en sus peculiaridades y en algunos detalles y **normas básicas** a tener en cuenta cuando se establezca el procedimiento concreto. Para la **redacción** de dicho procedimiento según las circunstancias que concurran en

cada caso, el Director Facultativo o Técnico redactor del Plan de Seguridad debe trabajar en estrecha colaboración con el Jefe de Equipo, verdadero conocedor del medio vertical.

2. ACTIVIDADES MINERAS QUE EXIGEN PROCEDIMIENTOS EN ALTURA

Consideramos útil dividir las actividades en dos grandes grupos que plantean diferencias de partida: Trabajos en pendientes y trabajos en bermas o plataformas elevadas.

2.1. TRABAJOS EN PENDIENTES

Algunas de las operaciones más importantes son las siguientes:

- Inspección geológico-geotécnica de taludes de elevada pendiente: como paso previo a su tratamiento.
- Limpieza manual de taludes: desbroce y retirada de bloques sueltos con herramientas manuales y equipos ligeros.
- Excavación y demolición manual de zonas subverticales: perforación y voladura de bloques subverticales y extraplomados, demolición controlada con medios mecánicos ligeros o con cemento expansivo.
- Relleno de cavidades y recalce de bloques de precaria estabilidad.
- Colocación de sostenimientos: colocación de mallas de alambre y redes de cables, anclajes mediante bulones y gunitados. Montaje de pantallas estáticas y dinámicas.
- Apertura de frentes y preparación de pistas mediante perforación y voladura: en zonas de fuertes pendientes con maquinaria neumática ligera, para conseguir una primera plataforma de trabajo o un acceso.
- Apertura de frentes y preparación de pistas mediante arranque directo: en zonas de fuertes pendientes mediante ripado con tractores o excavadoras hidráulicas y martillo demoledor.

2.2. TRABAJOS EN PLATAFORMAS ELEVADAS

En este capítulo figuran las actividades desarrolladas en las bermas según se vayan formando estas, y encontramos una serie de operaciones más frecuentes que deben contemplar un procedimiento de seguridad:

- Trabajos en zonas con pérdida de berma por deslizamiento de bloques o cuñas.
- Trabajo en zonas de bermas con grietas de tracción interiores.
- Trabajos en límites de la berma: operaciones de carga de explosivos con menos de 2 metros de piedra o de separación de tortas primarias en las canteras de roca ornamental.

3. OPERACIONES PREPARATORIAS Y DE EMERGENCIA

El común denominador de las actividades productivas en altura es la **necesidad de sujeción suplementaria** de los recursos humanos y materiales desplegados en el área de trabajo, y de un acertado diseño de las vías para que no se produzcan interferencias en los movimientos de estos elementos, ni desprendimientos incontrolados.

En la fase preliminar de los trabajos en altura se desarrollan una serie de operaciones de aseguramiento, consistentes en la **preparación de los anclajes y las vías** que se van a necesitar, partiendo en general desde la coronación del talud o desde alguna plataforma intermedia. La inexistencia de accesos requiere en esta fase la utilización de técnicas de escalada o el empleo de grúas o de helicópteros, lo que se aprovechará para el transporte de otros materiales y equipos. Solamente en el caso de que se pueda habilitar una plataforma inferior estable en una zona libre de desprendimientos se montarán andamios parciales o totales.

Para una mayor claridad es importante **separar los procedimientos de seguridad** de la etapa de **preparación y aseguramiento** de los de las etapas **posteriores**. A la hora de diseñar los procedimientos de las actividades productivas se diferenciará entre aquellos en los que los operarios trabajen con herramientas de mano del caso en el que utilicen maquinaria ligera o pesada. Una consideración importante en este caso será la preparación de **anclajes y vías independientes para el personal y las maquinaria** sin establecer eslabones que pudieran arrastrar o atrapar a aquellos ante un movimiento o desplome de estas.

Los procedimientos de emergencia para el **rescate y evacuación de accidentados** deberán estar diseñados desde el principio, para que se habiliten también los anclajes y se disponga de los materiales de emergencia desde el primer momento. Hay que diseñarlos de manera que se pueda efectuar el rescate con rapidez, evitando que el accidentado permanezca mucho tiempo en una posición que le pueda ocasionar daños o lesiones.

4. APTITUD DE LOS TRABAJADORES Y JEFE DE EQUIPO

La **fase de preparación y aseguramiento de las vías** suele ser la más crítica, con mayores exigencias para el personal interviniente. Debe tener entrenamiento suficiente, no existiendo actualmente **pruebas de aptitud** homologadas ni cursos de entrenamientos específicos. Por regla general las empresas especializadas, que en la actualidad son muy numerosas en la zona de Cataluña, reclutan su personal del ámbito de la escalada, la espeleología y los servicios de bomberos. Como en la industria y la construcción, se debe exigir el **certificado médico** específico para trabajos en altura, renovable anualmente.

La **figura del Jefe de Equipo**, que no tiene una definición establecida, es muy importante puesto que su perfil debe garantizar la seguridad. Tiene que ser una persona con preparación deportiva y profesional en actividades de altura y un entrenamiento en los trabajos a desarrollar y en la evaluación de riesgos sobre el terreno. El perfil profesional que más se acerca a estos requisitos es el del bombero, por lo que la preparación o las pruebas que se deberían exigir estarían en esa línea. Sus responsabilidades serían las siguientes:

- Sobre los procedimientos y trabajos: colaborar estrechamente con los responsables de la Seguridad para su diseño y cumplimiento. Supervisión de las vías y anclajes. Dirección y supervisión de los trabajos.
- Sobre los operarios: su evaluación y selección, entrenamiento y formación en los procedimientos de seguridad.
- Sobre el material: supervisión y control de los equipos de protección individual y colectiva.

5. EQUIPOS DE TRABAJO Y PROTECCIÓN: RECOMENDACIONES

Las actividades en altura tienen dos componentes: la **progresión** y la actividad puramente dicha, de manera que los equipos que van a garantizar la seguridad para aquellos **trabajos de índole manual**, de preparación de las vías o desarrollados con herramientas manuales que no requieren de sujeción independiente, son los que se usan habitualmente para escalada o espeleología, actividades en las que, precisamente, el objetivo es la progresión por itinerarios difíciles. Estos trabajos se realizan, pues, utilizando equipos y medios de protección cuya homologación ofrece algunas dudas de índole legal: La Normativa general de aplicación a los EPI es la norma europea CE 89/686 cuya transposición corresponde al RD 1407/92 en materia de fabricación y comercialización y al RD 773/97 en lo concerniente a su utilización. El problema procede de que se fabrican como equipos de protección pero carecen del marcado CE como EPI'S al no haber sido sometidos al "examen de tipo" establecido, y se comercializan como material deportivo.

Cuando se utilice **maquinaria** se contemplarán además los riesgos característicos de su utilización incorporando los equipos homologados para cada uno de dichos riesgos.

5.1. CUERDAS

Es el elemento más importante de la cadena de aseguramiento. Se utilizarán cuerdas de poliamida homologadas con arreglo a la EN 1891: "equipos de protección personal para prevención de caídas desde altura: cuerdas de núcleo de baja deformabilidad", con resistencias estáticas superiores a 20 kN.

Los **controles** sobre su uso (hoja de control individualizada) deben ser bastante rigurosos, ya que su caducidad se recomienda tras un período de 3 años de uso moderado, excepto si soportan caídas, o sufren atrapamientos o abrasiones, en cuyo caso se debe desechar el tramo afectado. Hay que evitar el contacto con sustancias químicas o aceites y conservarlas en lugares oscuros, frescos y secos.

Se conoce como **factor de caída** la relación entre la altura de la caída (desde donde cae la persona hasta donde queda suspendida) y la longitud del tramo de cuerda que absorbe la caída. Es un parámetro importante al diseñar las vías puesto que todos los elementos se diseñan para soportar al menos un factor máximo igual a 2. Este valor y el de la **fuerza de choque** que es la transmitida en la caída a los anclajes y a la sujeción personal, y que no debe superar los 6 kN,

aparecen en la Figura1 (procedente del catálogo de la casa Petzl) para distintas situaciones. Para disminuir las fuerzas de choque se emplean elementos amortiguadores fabricados de acuerdo con EN 355 y cuerdas de tipo dinámico que se manufacturan con arreglo a la EN 892.

5.2. ANCLAJES

Son los elementos que permiten la **sujeción de las cuerdas** a la roca. Disponen de una placa y de un vástago que se inserta en la roca, tras perforar ésta, realizando una fijación de tipo mecánica o química. La cuerda se une al anclaje por medio de un mosquetón, con sistema de bloqueo manual, al que va anudada con un nudo “en ocho”, nunca se ata al anclaje directamente.

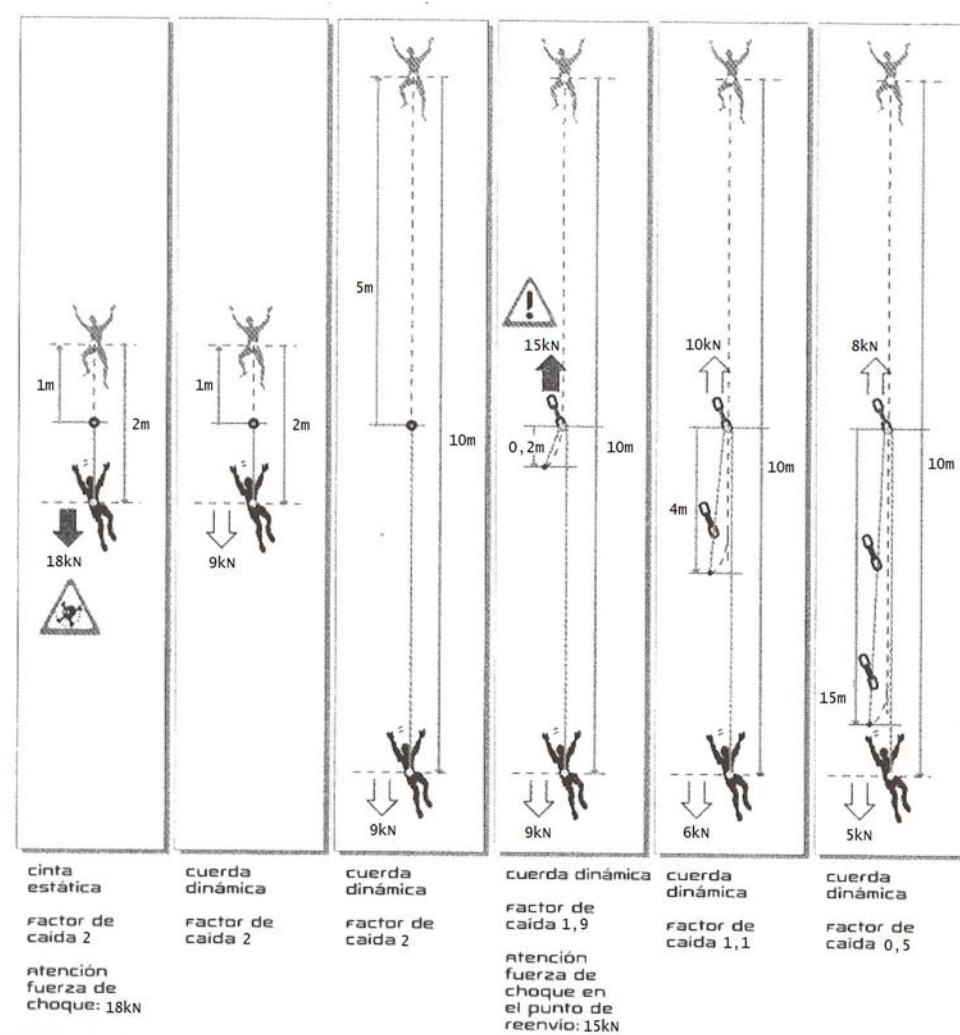


Figura1. Factores de caída y fuerzas de choque

Están contruidos con arreglo a EN 959 y 795 en acero inoxidable y preparados para soportar al menos 15 kN, siempre que la roca tenga una resistencia de 50 MPa, lo que no siempre ocurre.

Para paliar esta cuestión se utilizarán **otros anclajes** de mayor longitud clavados con martillo rotopercutor o incluso bulones. Cuando existan árboles de gran porte o bloques de roca estable se pueden preparar atados con cinta.

5.3. BLOQUEADORES

Son una serie de dispositivos de conexión del arnés a la cuerda que permiten **progresar** a lo largo de ésta y **bloquear** el movimiento cuando sea preciso. El más conocido es el STOP (Figura2), descensor autofrenante para cuerda simple, pero existen muchos otros: CRIGRI, CROLL DE PECHO, PUÑO BLOQUEADOR..., que permiten maniobras en una sola dirección asegurando de forma total la sujeción.

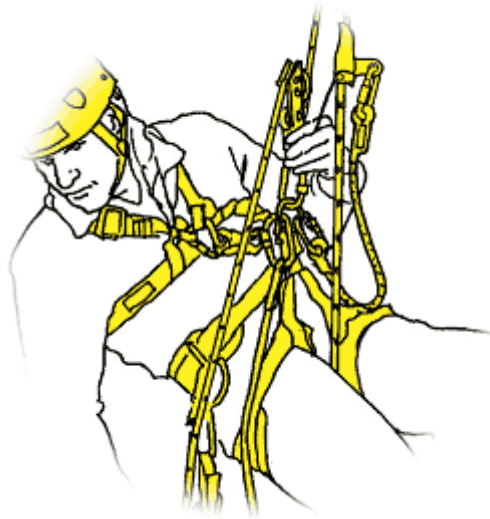


Figura2: Utilización del descensor autofrenante y cuerda de seguridad

Se fabrican con arreglo las norma EN 341 a 365 y con control CE 0197. Han de ser **compatibles** con el diámetro de las cuerdas, pudiendo emplear varios diámetros, lo que afecta a la fuerza de choque y a su deslizamiento en caso de fallo de un anclaje. En la Tabla 1 se puede ver ese efecto para una masa de 80 kg en caída de factor 1 y 2 metros de cuerda, con diferentes grosores de esta.

La principal advertencia para el uso de descensores es que la cuerda debe anudarse en su extremo final para que sirva de tope e impida la salida del accesorio, lo que habrá que incorporar siempre a las rutinas de inspección.

Tabla 1. Comportamiento dinámico del autofreno

Díámetro	Tipo cuerda	Fuerza de choque	Deslizamiento
9 mm	estática	3 kN	80 cm
9 mm	dinámica	3 kN	150 cm
10 mm	estática	4 kN	50 cm
10 mm	dinámica	6 kN	10 cm
11 mm	estática	7 kN	15 cm
11 mm	dinámica	8 kN	10 cm

5.4. OTROS EQUIPOS

Existen otros equipos que **completan** los elementos necesarios para la progresión con seguridad en altura:

- ARNESES: existe una amplia gama de arneses de cuerpo entero con enganche frontal y dorsal, fabricados con arreglo a EN 361 y 358, que ofrecen una excelente protección sin reducir la movilidad.
- CASCOS: de igual manera, existe una gran variedad de estos y ofrecen la ventaja de la comodidad de uso y de que incorporan cintas de sujeción. La normativa de fabricación es la EN 397.
- POLEAS: elementos que posibilitan el descenso o izado con posibilidad de bloqueo.
- MOSQUETONES: argollas que permiten la conexión rápida y segura, fabricada con arreglo a EN 362 y 12275, deben trabajar entre sus dos extremos más alejados.

6. PROTECCIONES Y MEDIDAS PREVENTIVAS

Al redactar los procedimientos, algunas de las medidas preventivas más importantes, además de las expuestas tienen que ver con los equipos, con los anclajes y vías de progresión con las líneas de vida y con la señalización y comunicación.

6.1. EQUIPOS

- Se llevará una **cartilla de control** de uso de cada uno de los elementos que componen los equipos, siguiendo las instrucciones sobre mantenimiento y vida del fabricante. La responsabilidad del equipo personal recaerá sobre el usuario directo y de los colectivos sobre el Jefe de Equipo.
- Se procederá a la **inspección** de los tejidos de las cuerdas y arneses antes y después de cada intervención, manteniendo la limpieza de los elementos mediante el uso de contenedores apropiados para su transporte.

6.2. ANCLAJES Y VÍAS DE PROGRESIÓN

- En la zona superior del talud por encima del nivel de trabajos se preparará un **perímetro de anclajes**, distinguiendo los de los hombres y los de las máquinas que no se compartirán. En caso de que coexistan cables y cuerdas se evitará la posibilidad de que aquellos pudieran cortar estas.
- Las cuerdas dispondrán de **doble o triple anclaje independiente**. Preferentemente formarán en su reunión un ángulo de menos de 60°. (Figura3)
- Los operarios dispondrán de un **enlace doble** con los anclajes distinguiendo los de seguridad y los de progresión. (Un operario trabajando desde una jaula en una grúa: la propia jaula es un enlace de progresión y la cuerda unida al gancho de la grúa el enlace de seguridad).
- **No** se usarán de forma **simultánea** por varios trabajadores las vías de progresión vertical.
- Los operarios se colocarán siempre por encima del **nivel de trabajo** de las máquinas y en línea horizontal con los operarios próximos, para evitar desprendimientos.

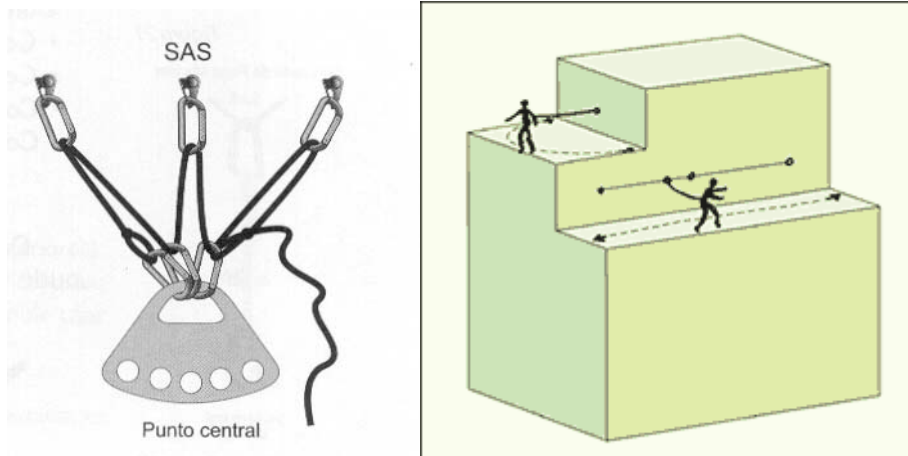


Figura3: anclajes de cuerda y líneas de vida.

6.3. LÍNEAS DE VIDA

El trabajo en horizontal sobre taludes y a menos de 2 metros del borde en las plataformas elevadas se efectuará mediante líneas de vida (Figura3). Éstas consisten en una cuerda o cable anclado en diversos puntos a lo largo de la línea de trabajo, a modo de baranda, al que los trabajadores equipados con arnés completo se unen con dos tramos de cuerda y mosquetones con bloqueo. En sus extremos disponen de absorbedores de energía.

6.4. SEÑALIZACIÓN Y COMUNICACIÓN

- Las zonas de trabajo estarán siempre **señalizadas** por la parte superior si resulta accesible o hay varios equipos trabajando. La zona inferior estará señalizada y **cercada**, disponiendo de vigilancia en los momentos de trabajo.
- La **comunicación** con grúas y otros dispositivos mecánicos de transporte de materiales o de trabajos con jaulas se efectuará mediante radiotransmisores, utilizando un código manual de emergencia para maniobras primarias.

6.5. CLIMATOLOGÍA

Las condiciones atmosféricas pueden afectar de manera especial a la seguridad de los trabajos en altura. No debe trabajarse con lluvia ni en condiciones de temperatura y radiación solar extremas en las que las **condiciones físicas** de los operarios queden mermadas: posibles golpes de calor e hipotermias podrían dar lugar a desvanecimientos.

7. CONCLUSIONES

Los trabajos en altura en la minería son cada vez más frecuentes, por lo que la necesidad de establecer y mejorar sus procedimientos de seguridad es obvia por diversas razones entre las que podemos destacar:

- Los accidentes con caídas a distinto nivel son los más numerosos entre los accidentes graves y mortales.
- Es cada vez más frecuente la demanda de trabajos en altura para las actividades de restauración, revegetación, estabilización y sostenimiento de taludes de explotaciones mineras activas o abandonadas.

Al confeccionar estos procedimientos es muy útil contar con la experiencia acumulada por otras actividades como la escalada, la espeleología y el rescate, tanto en lo concerniente al empleo de los equipos de protección, comprobando en cada caso si están homologados, como en los métodos, sistemas de progresión y aseguramiento y las medidas preventivas, o en el asesoramiento por parte de sus especialistas y profesionales.

8. DOCUMENTACIÓN

- Delgado Beneyto, Delfín. “Rescate Urbano en altura”. Ediciones Desnivel. Madrid 2000.
- Fed. Española de Espeleología. “Descenso deportivo de cañones”. Barcelona 2003.
- Normas Europeas, Equipos de Seguridad. [www.normapme.com /Spanish/European-standards-sp.htm](http://www.normapme.com/Spanish/European-standards-sp.htm)
- “Guía Técnica de utilización por los trabajadores de los equipos de protección individual”. INSHT 2002.
- Directiva 2001/45/CE sobre “utilización de equipos de trabajo para realización de trabajos temporales en altura”.
- Catálogos técnicos de PETZL. www.petzl.com y de BEAL. www.beal-planet.com
- Docum. técnica de GAMESYSTEM. www.gamesystem.com y SOMAIN. www.somain.fr