



**Manual de Formación Preventiva**  
para el desempeño del puesto de trabajo de  
**TÉCNICO TITULADO**  
en actividades extractivas de interior

Con la financiación de:



Acción IS-0026/2011



**Manual de Formación Preventiva**  
**para el desempeño del puesto de trabajo de**  
**TÉCNICO TITULADO**  
**en actividades extractivas de interior**



## **COORDINACIÓN**

CONFEDEM, FITAG-UGT y Federación de Industria de CC.OO.

## **DESARROLLO, MAQUETACIÓN Y DISEÑO**

CARAC Consultores, S.L.

[info@carac.es](mailto:info@carac.es) | [www.carac.es](http://www.carac.es)

DESARROLLADO CON LA FINANCIACIÓN DE LA  
**FUNDACIÓN PARA LA  
PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES**  
(Acción IS-0026/2011)

# PRESENTACIÓN

Las actividades mineras cuyas labores tienen lugar subterráneamente o mediante explotaciones de interior (al igual que ocurre con las que se desarrollan en el exterior o a cielo abierto), disponen de una regulación normativa en materia de Seguridad y Salud de amplia trayectoria, en la que destaca sobremanera el *Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera* (RGNBSM), publicado por medio del Real Decreto 863/1985, de 2 de abril, y sus *Instrucciones Técnicas Complementarias* (ITCs).

Reconociendo sin ninguna duda la trascendencia de la fundamental Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de *Prevención de Riesgos Laborales*, y la de una de sus normas de desarrollo, específicamente dirigida a las industrias extractivas, como es el Real Decreto 1389/1997, de 5 de septiembre, *por el que se aprueban las disposiciones mínimas destinadas a proteger la seguridad y salud de los trabajadores en las actividades mineras*, no puede dejar de recordarse que el principal cuerpo efectivo de medidas dirigidas a prevenir o proteger frente al importante conjunto de riesgos que se encuentran asociados a las labores propias de estas industrias, se encuentran recogidas en el mencionado Reglamento, cronológicamente anterior pero que pese a ello en ningún caso ha perdido su vigencia, tal como la propia Ley de Prevención de Riesgos Laborales reconoce en su *Disposición derogatoria única: alcance de la derogación*.

Con estas premisas, la publicación que aquí se inicia debe enmarcarse dentro del nuevo contexto que en el año 2008 se inauguró con la promulgación de una nueva norma para la regulación particular, por vez primera en el sector minero (y prácticamente en el resto de actividades laborales, con la excepción del sector de la construcción), de la formación preventiva específica que debe ser proporcionada a los trabajadores que desarrollan su labor en el marco de las actividades mineras. Nos estamos refiriendo a la ORDEN ITC/1316/2008, de 7 de mayo, *por la que se aprueba la Instrucción Técnica Complementaria 02.1.02 «Formación preventiva para el desempeño del puesto de trabajo», del Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera*.

La aprobación de esta ITC ha supuesto un hito fundamental en la legislación dedicada a la seguridad minera, al establecer el marco normativo básico para el ordenamiento de la formación en materia de Prevención de Riesgos Laborales específica para el personal que desempeña su trabajo en las industrias extractivas. Además de ello, la ITC habilita a la Dirección General de Política Energética y Minas, del entonces Ministerio de Industria, Turismo y Comercio (actualmente Ministerio de Industria, Energía y Turismo) para que desarrolle mediante Resoluciones publicables en el BOE, las *Especificaciones Técnicas Básicas* que desarrollarán los contenidos de la formación preventiva específica para el desempeño de cada uno de los diversos puestos de trabajo que conforman el catálogo de los mismos dentro de esta actividad, los cuales son recogidos por la ITC 02.1.02 en su punto 5, *Definición de los diferentes Itinerarios Formativos*.

Es importante señalar así mismo que la formación preventiva establecida en la citada ITC tiene carácter de habilitante para el desempeño de las tareas propias de cada puesto de trabajo, por lo que su puesta en práctica presenta carácter obligatorio para el empresario, y su incumplimiento podrá ser sancionado de acuerdo con lo previsto en el artículo 121 de la Ley 22/1973, de Minas.

El ritmo de publicación de las mencionadas Especificaciones Técnicas no ha posibilitado que en la fecha de aparición de este manual se dispusiera aún de aquella que habrá de definir los contenidos más precisos de la formación preventiva del personal que desempeña las labores propias de los puestos de trabajo de **Técnicos Titulados en actividades extractivas de interior**. No obstante, la necesidad de contar con tales instrumentos docentes para llevar a cabo el mandato expresado en la ITC 02.1.02, y en el plazo indicado para ello, ha llevado a los promotores de este trabajo a afrontarlo sin contar con tal referente específico, aunque para ello sí se han tomado en la máxima consideración todos los criterios establecidos en la ITC 02.1.02, y muy en particular en su punto 6, *Contenidos y estructura de los Itinerarios Formativos*, así como la importante experiencia acumulada desde el año 2009 en el desarrollo de un amplio catálogo de otros manuales formativos análogos a éste, destinados a otros puestos de trabajo también propios de las actividades extractivas, tanto de interior como de exterior.

En base a todo lo anterior, este manual se dirige específicamente a mejorar la formación preventiva, bajo el nuevo enfoque definido por la mencionada ITC, de todo el personal que desarrolla habitualmente su trabajo en centros de minería subterránea desempeñando el amplio catálogo de funciones que pueden asumir los Técnicos Titulados, pudiendo llegar a incluir entre éstas las de Dirección Facultativa establecida en el artículo 3º del Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera y desarrollada en su ITC 02.0.01. En consonancia con esto, y según la categorización establecida por la ITC 02.1.02 en su punto 5, y en particular en el grupo 5.3 *Actividades de interior*, se espera que sirva como referencia para cumplir con dicho objetivo en el caso del puesto de trabajo que en tal clasificación se incluye en el epígrafe a) *Técnicos Titulados*.

En todo momento se ha tenido muy presente que los destinatarios de este texto habrán de corresponder a una categoría profesional con unos conocimientos técnicos muy superiores a los del resto de personal de este tipo de actividades, motivado por su formación universitaria específica en las tecnologías propias de las industrias mineras, y consiguientemente también en materia específica de seguridad laboral. En todo caso, los contenidos de este manual pretenden potenciar su formación en los aspectos concretos de la Prevención de Riesgos Laborales con arreglo al nuevo enfoque y visión homogeneizadora que impulsa la ITC 02.1.02, complementando los ya recogidos en el RGNBSM.

Deseamos haber alcanzado modestamente el objetivo que nos planteábamos inicialmente, y que como consecuencia de ello este texto proporcione un soporte básico tanto para los docentes encargados de asumir el desarrollo de esta formación preventiva, como de los técnicos que habrán de recibirla participando como alumnos, dando así cumplimiento a su auténtica finalidad, que no es otra que la de constituirse en una herramienta didáctica eficaz. Al mismo tiempo, confiamos en que sus lectores y usuarios sepan ser comprensivos ante las dificultades propias de afrontar el reto de intentar conciliar el afán pedagógico con la descripción sin merma en el rigor de los múltiples aspectos bastante tecnificados relacionados con el conocimiento de la maquinaria, equipos de trabajo, herramientas y métodos operativos propios de esta clase de instalaciones y puestos de trabajo en particular, así como del ámbito concreto en el que pueden tener lugar, disculpando a los autores, cuando así fuera necesario, en los casos en que no hayan sido capaces de mostrarse todo lo claros que hubieran deseado en sus exposiciones.

Los autores

Oviedo, diciembre de 2012





# INDICE

<b>PRESENTACIÓN .....</b>	<b>3</b>
<b>CAPÍTULO 1: DEFINICIÓN DE LOS TRABAJOS .....</b>	<b>15</b>
<b><i>1.1. Descripción de una actividad extractiva de interior</i></b>	<b>15</b>
<b><i>1.2. Definición de los trabajos</i></b>	<b>21</b>
A. Actividades llevadas a cabo por todos los Técnicos antes de comenzar su trabajo habitual	21
B. Operaciones llevadas a cabo por los Técnicos Titulados durante la ejecución de su trabajo	23
C. Operaciones llevadas a cabo por los Técnicos Titulados al finalizar su trabajo	28
<b>CAPÍTULO 2: TÉCNICAS PREVENTIVAS Y DE PROTECCIÓN ESPECÍFICAS DEL PUESTO DE TRABAJO .....</b>	<b>31</b>
<b><i>2.1. Conceptos y consideraciones previas</i></b>	<b>31</b>
2.1.1. Evaluación y prevención de riesgos	31
<b><i>2.2. Riesgos y medidas preventivas y de protección asociadas a los desplazamientos hasta los tajos de explotación y/o zonas de trabajo</i></b>	<b>52</b>
<b><i>2.3. Riesgos y medidas preventivas y de protección asociadas a la inspección de zonas de tránsito y acceso, tajos de explotación y/o zonas de trabajo</i></b>	<b>58</b>
2.3.1. Inspección de las condiciones físicas y atmosféricas	58
2.3.2. Saneamiento	65
2.3.3. Circulación	81
<b><i>2.4. Riesgos y medidas de prevención y protección asociadas a trabajos de arranque (manual, mecanizado y con maquinaria móvil)</i></b>	<b>86</b>
2.4.1. Trabajos de arranque en carbón	86
2.4.2. Trabajos de arranque en minería de sales sódicas y potásicas	97
2.4.3. Trabajos de arranque con explosivos (perforación y voladura)	102



<b>2.5. Riesgos y medidas preventivas y de protección asociadas a los trabajos de carga y transporte</b>	<b>111</b>
2.5.1. Carga y transporte en minería de carbón	111
2.5.2. Carga en minería de sales sódicas y potásicas	114
2.5.3. Carga en minería metálica, de minerales industriales y rocas ornamentales	117
2.5.4. Trabajos de transporte en minería de sales sódicas y potásicas, minerales metálicos, minerales industriales y rocas ornamentales	120
<b>2.6. Riesgos y medidas preventivas y de protección asociadas a los trabajos de acopio y vertido</b>	<b>126</b>
<b>2.7. Riesgos y medidas preventivas y de protección asociadas a la preparación de infraestructura</b>	<b>131</b>
<b>2.8. Riesgos y medidas preventivas y de protección asociadas a los trabajos de mantenimiento de la maquinaria móvil</b>	<b>141</b>
<b>2.9. Riesgos y medidas preventivas y de protección asociadas a las operaciones de repostaje de agua en la maquinaria</b>	<b>148</b>
<b>2.10. Riesgos y medidas preventivas y de protección asociados a los trabajos de mantenimiento de equipos e instalaciones fijas</b>	<b>151</b>
<b>2.11. Riesgos y medidas preventivas y de protección asociados a los trabajos de mantenimiento de vías de circulación</b>	<b>166</b>
<b>2.12. Riesgos y medidas preventivas y de protección asociados a las operaciones de remolcado y transporte de equipos</b>	<b>171</b>
<b>2.13. Riesgos y medidas preventivas y de protección en el transporte y manipulación de explosivos</b>	<b>176</b>
<b>2.14. Riesgos y medidas preventivas y de protección asociados a las instalaciones de energía</b>	<b>180</b>
<b>2.15. Medidas de prevención y protección definidas por los fabricantes de los equipos para la ejecución de las operaciones de mantenimiento</b>	<b>186</b>
<b>2.16. Posibles prescripciones o limitaciones impuestas por los talleres de reparación y/o mantenimiento</b>	<b>195</b>
2.16.1. Mantenimiento y reparación de equipos en servicio	195
2.16.2. Reparación de elementos de seguridad de equipos	196
2.16.3. Reforma o modificación de equipos	197

2.16.4. Talleres autorizados de reparación de elementos de seguridad	198
<b>2.17.- Medidas incorporadas a las máquinas en caso de adecuación a las disposiciones establecidas en el anexo i del Real Decreto 1215/1997</b>	<b>202</b>
<b>2.18. Equipos de protección colectiva e individual</b>	<b>205</b>
Equipos de protección colectiva	205
Equipos de protección individual	211
<b>2.19. Primeros auxilios</b>	<b>217</b>
Heridas y Hemorragias	218
Quemaduras	220
<b>2.20. Plan de autoprotección</b>	<b>227</b>
2.20.1. Generalidades	227
2.20.2. Contenido mínimo del Plan de Autoprotección	230
2.20.3. Actuaciones específicas para el caso de labores subterráneas	235

## **CAPÍTULO 3: EQUIPOS, HERRAMIENTAS O MEDIOS AUXILIARES ... 279**

<b>3.1. Introducción</b>	<b>279</b>
<b>3.2. Requisitos esenciales de seguridad para todas las máquinas</b>	<b>280</b>
<b>3.3. Requisitos para el diseño, construcción y utilización de equipos, componentes y sistemas de protección para trabajar en atmósferas potencialmente explosivas</b>	<b>303</b>
3.3.1. Clasificación de los equipos para las atmósferas explosivas	304
3.3.2. Medidas a tomar para la instalación de equipos y su funcionamiento en atmósfera explosiva	305
3.3.3. Utilización de equipos en condiciones seguras	307
3.3.4. Documentación necesaria a mantener para la utilización de equipos en emplazamientos mineros	308
<b>3.4. Puesta en servicio de equipos de trabajo</b>	<b>311</b>
3.4.1. Procedimiento para equipos en su primera puesta a disposición de los trabajadores	312
3.4.2. Procedimientos particulares para equipos que ya han sido puestos anteriormente a disposición de los trabajadores	313

<b>3.5. Equipos en minería de carbón</b>	<b>316</b>
3.5.1. Locomotora y vagón de mina	318
3.5.2. Cuadros metálicos	325
3.5.3. Equipos eléctricos en minería	326
3.5.4. Ventilación. control de la ventilación secundaria	332
3.5.5. El martillo neumático o martillo picador	337
3.5.6. Mangueras	339
3.5.7. Transportadores blindados	341
3.5.8. Cintas transportadoras	343
3.5.9. Maquinaria de arranque (cepillos, rozadoras)	353
3.5.10. Mampostas	356
3.5.11. La entibación autodesplazable	360
3.5.12. Basculadores, trituradoras, cribas, molinos, tolvas y alimentadores	363
3.5.13. Cabrestantes	367
3.5.14. Pala cargadora sobre vía	368
3.5.15. Martillo neumático de columna. Barrenas. Empujador	370
3.5.16. Herramientas para colocación de vía. elementos de vía	372
<b>3.6. Equipos en la minería de sales sódicas y potásicas</b>	<b>374</b>
3.6.1. Minador	374
3.6.2. Camión de minador	388
3.6.3. Pala cargadora de interior	402
3.6.4. Camión grúa	413
3.6.5. Cesta elevadora	414
3.6.6. Minipala cargadora	417
3.6.7. Manipuladoras telescópicas	421
3.6.8. Jumbo	424
3.6.9. Máquina saneadora	427
3.6.10. Maquinaria de pistas	428
<b>3.7. Equipos en la minería metálica y resto de minería</b>	<b>431</b>
3.7.1. Cableadora – fijadora de cable	433

3.7.2. Camión de carga subterráneo	449
3.7.3. Cargadora subterránea	460
3.7.4. Carro perforador (jumbo, boltec)	470
3.7.5. Explosivos	477
<b>3.8. Equipos de medición de polvo, medición de temperatura, humedad y velocidad de la corriente de ventilación. Equipos de detección de gases. Equipos de medición de ruido</b>	<b>485</b>
3.8.1. Equipos de medición de polvo	487
3.8.2. Equipos de medición de temperatura	490
3.8.3. Equipos de medición de humedad	494
3.8.4. Equipos de medición de la corriente de ventilación	495
3.8.5. Equipos de detección de gases	497
3.8.6. Equipos de medición de ruido	499
<b>3.9. Otros medios auxiliares</b>	<b>500</b>
3.9.1. Autorrescatador	500
3.9.2. Medios de comunicación	504

## **CAPÍTULO 4: CONTROL Y VIGILANCIA SOBRE EL LUGAR DE TRABAJO Y SU ENTORNO ..... 509**

<b>4.1. Introducción</b>	<b>509</b>
<b>4.2. Control y vigilancia de la atmósfera de trabajo</b>	<b>513</b>
4.2.1. Gases presentes en el puesto de trabajo. Peligrosidad	513
4.2.2. Gases y sólidos específicos de la minería del carbón	519
4.2.3. Gases y sólidos específicos de la minería de sales sódicas y potásicas	522
4.2.4. Gases y sólidos específicos de la minería no energética	528
<b>4.3. Control y vigilancia del lugar de trabajo según procedimientos internos</b>	<b>535</b>
4.3.1. Procedimientos de trabajo	535
<b>4.3.2. Procedimientos para la ejecución del saneo</b>	<b>542</b>
4.3.3. Procedimientos para control del estrés térmico	560
4.3.4. Procedimientos para el control del personal	565

## **CAPÍTULO 5: INTERFERENCIAS CON OTRAS ACTIVIDADES ..... 569**

<b>5.1. Introducción. Ejecución de trabajos simultáneos</b>	<b>569</b>
<b>5.2. Protocolos y procedimientos establecidos cuando se ejecuten trabajos de forma simultánea</b>	<b>577</b>
<b>5.3. Procedimiento para operaciones de reparación, revisiones y mantenimiento</b>	<b>579</b>
<b>5.4. Procedimiento para el arranque mecanizado en presencia de personal</b>	<b>582</b>
<b>5.5. Procedimiento para el avance de galerías en la proximidad de maquinaria o personal</b>	<b>584</b>
<b>5.6. Procedimiento para trabajos de colocación de infraestructuras de servicio (agua, aire comprimido, energía eléctrica)</b>	<b>588</b>
<b>5.7. Procedimiento para la coordinación con el trabajo de los artilleros</b>	<b>590</b>
<b>5.8. Procedimiento para trabajos con posible presencia de barrenos fallidos</b>	<b>595</b>
<b>5.9. Procedimiento para la manipulación de explosivos</b>	<b>596</b>
<b>5.10. Procedimiento para trabajos en la proximidad de maquinaria u otro personal</b>	<b>601</b>
<b>5.11. Procedimiento para la manipulación mecánica de cargas</b>	<b>605</b>
<b>5.12. Procedimiento para operaciones de cambio de frente de maquinaria móvil pesada</b>	<b>608</b>
<b>5.13. Procedimiento de consignación de máquinas o instalaciones</b>	<b>610</b>
<b>5.14. Procedimiento para realizar trabajos en espacios confinados</b>	<b>613</b>
<b>5.15. Procedimiento para realizar desatascos e intervenciones en coladeros o pocillos</b>	<b>617</b>
<b>5.16. Procedimiento para el uso de máquinas y aparatos eléctricos</b>	<b>619</b>
<b>5.17. Procedimiento para las revisiones periódicas eléctricas</b>	<b>621</b>

**CAPÍTULO 6: NORMATIVA Y LEGISLACIÓN ..... 623**

- Normativa y legislación de seguridad minera* ..... 625**
  - Normativa general ..... 627
  - Normativa específica ..... 628
  - Normativa sectorial ..... 628
  - Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales: derechos y obligaciones ..... 629
- El reglamento general de normas básicas de seguridad minera y el RD 1389/1997* ..... 653**
  - El Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera (RGNBSM) ..... 653
  - El RD 1389/1997 ..... 656
- Reglamento de explosivos* ..... 659**
- Instrucciones de trabajo* ..... 662**
- Disposiciones internas de seguridad* ..... 664**

**BIBLIOGRAFÍA ..... 669**

# DEFINICIÓN DE LOS TRABAJOS

CAPÍTULO

1





## 1.1. DESCRIPCIÓN DE UNA ACTIVIDAD EXTRACTIVA DE INTERIOR

Nos referimos a *actividad extractiva de interior* cuando la explotación de un yacimiento mineral se desarrolla bajo la superficie del terreno, mediante el tipo de infraestructura que comúnmente se conoce como mina subterránea, siendo la razón fundamental por la que se opta por esta alternativa que la extracción a cielo abierto no sea posible por motivos económicos, sociales o medioambientales.

Para el desarrollo de minería subterránea es necesaria la ejecución de túneles, planos inclinados, pozos, chimeneas y galerías, así como otra serie de infraestructuras características asociadas para poder llevar a cabo la actividad. Así mismo, los métodos de explotación más habituales en estos casos son los que se denominan como *cámaras y pilares, por hundimiento, subniveles, o corte y relleno*.



La minería subterránea presenta mayores costes de explotación que la de cielo abierto. A esto hay que sumarle las complicaciones asociadas a una menor capacidad de extracción del mineral y mayores riesgos laborales. En términos de coste se recurre a la explotación subterránea cuando la cantidad de estéril que es necesario mover respecto a la masa de mineral útil es tal que su remoción hace inviable un proyecto minero.

Sin embargo es necesario tener en cuenta también las ventajas que suponen este tipo de explotaciones, como pueden ser: no estar sometidas a la influencia de las condiciones climatológicas y atmosféricas; la menor necesidad de realizar vertidos minerales en el exterior, incluso la posibilidad de utilizar los estériles como relleno en los huecos

generados en interior de mina; mejor control en la selección de la mezcla del mineral y el estéril; etc. Además, desde el punto de vista medioambiental, genera menos impactos por alteración del terreno afectado, y socialmente contribuye creando mayor cantidad de puestos de trabajo.

No hay que asociar la minería subterránea con un pasado remoto, ya que yacimientos muy importantes a nivel mundial y también en nuestro país se explotan actualmente a través de estos procedimientos. La minería subterránea supone una alternativa complementaria a la explotación a cielo abierto en el aprovechamiento de los recursos naturales, que utiliza unos métodos y maquinaria diferentes para la extracción del mineral.



Si la explotación se va a realizar a cotas inferiores del terreno base, entonces el acceso a las labores se realizará mediante un pozo vertical o por una rampa (plano inclinado). Los pozos y rampas cumplen diversas funciones, entre otras permitir el acceso y salida del personal de mina, la ventilación de las labores mediante la introducción de aire desde la superficie, y por supuesto, el transporte del mineral extraído a la superficie, así como de todos los materiales necesarios para los avances y la consolidación de las infraestructuras subterráneas.

Las rampas han ido ganando adeptos en la minería moderna. Éstas, además de las funciones que se han señalado anteriormente, permiten el acceso directo a interior de mina de maquinaria pesada sobre ruedas u orugas, lo que facilita las labores de carga y transporte de mineral.

Dentro de la mina existen redes más o menos complejas de galerías, que pueden tener un trazado en la misma dirección que la masa mineralizada, denominadas *guías*, o perpendiculares a aquélla, conocidas como *transversales*. Estas galerías se proyectan y ejecutan con el objeto de realizar el mejor aprovechamiento del yacimiento, y a su vez teniendo en cuenta los desplazamientos del mineral que serán necesarios para su extracción hasta el exterior.

Los principales métodos de explotación de minería subterránea en el momento actual corresponden a las siguientes denominaciones:

1. Con soporte natural del terreno que, por tanto, no necesitan de entibación:

📌 Cámaras y pilares

📌 Subniveles

2. Con sostenimiento del terreno y sistemáticos:

📌 Cámaras-almacén

📌 Corte y relleno

📌 Testeros

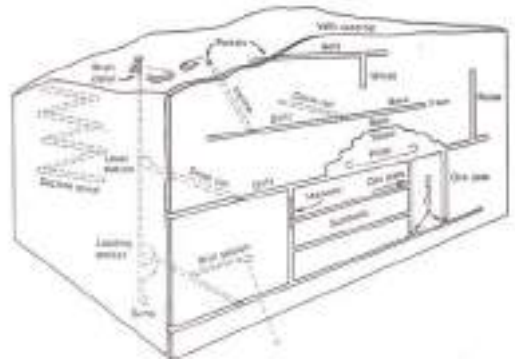
3. Con sostenimiento provisional y hundimiento del techo

📌 Tajos largos

📌 Por bloques

📌 Por subniveles

📌 Por rebanadas horizontales



A pesar de tratarse de los métodos de explotación más convencionales, resulta posible encontrar otros sistemas adaptados a cada caso particular de yacimiento con sus propias características.

Cada uno de estos métodos se selecciona en función de múltiples variables a estudiar en cada momento, como pueden ser: las características del yacimiento, la inclinación de las vetas, la consistencia de las rocas encajantes, la profundidad, etc. Todo ello da lugar a un proyecto minero concretado en un Plan de Labores que se desarrolla bajo la Dirección Facultativa de un Técnico universitario de Minas.

Evidentemente, los métodos de explotación no son el objeto de este manual y se encuentran ampliamente descritos en textos específicos de Laboreo de Minas, por lo que en lo que sigue apenas nos extenderemos un poco más que los breves apuntes anteriores.



Para poner en marcha una industria extractiva subterránea son necesarios una serie de servicios básicos, que con pequeños matices, son comunes a todo tipo de explotaciones mineras subterráneas, ya sean de carbón, potasa, minerales metálicos, etc., y que esencialmente corresponden al proceso de arranque del mineral en su yacimiento, y a su transporte hasta la superficie. Estos servicios que dan soporte a las fases fundamentales del proceso de extracción se pueden resumir en los siguientes:

### a) Avance de galerías, sostenimiento y fortificación

Las galerías constituyen una infraestructura esencial en la minería subterránea. En algunos casos el avance de los frentes por medio de las mismas ya permite un aprovechamiento de la masa mineral extraída, mientras que en otros casos, el avance tiene lugar en material estéril. En la planificación de las galerías hay que tener en cuenta el tiempo durante el cual deberán permanecer abiertas y en servicio; es decir, si se trata de galerías de arrastre de mineral; o simplemente son infraestructuras provisionales para explotar una zona determinada del yacimiento. Todo ello a su vez condiciona el tipo de sostenimiento a realizar. Así mismo habrá que diseñar la sección de las mismas en función del caudal de ventilación necesario, del tamaño y tipo de maquinaria que circulará por ellas, y de las características de las instalaciones secundarias (red de tuberías, cintas transportadoras, etc.).



La ejecución de las galerías puede realizarse recurriendo al empleo de diversos métodos: perforación y voladura; empleando minadores (arranque mecanizado puntual); o más recientemente y según los casos, tuneladoras o “topos” (arranque mecanizado a plena sección).

Para el sostenimiento se pueden utilizar diferentes elementos y sistemas, según el tipo de terrenos, las presiones ejercidas por éstos, las secciones de los huecos y la finalidad de las infraestructuras creadas. Los principales sistemas son:

- ⊗ Cuadros metálicos y sus elementos auxiliares
- ⊗ Bulones, cables y pernos (con gunitado)
- ⊗ Relleno u hormigonado

- Posteo de madera
- Mampostas metálicas

## b) Arranque

El sistema empleado para el arranque depende en gran medida del método de explotación elegido, siendo los más habituales:

- Por acción de la gravedad (hundimiento controlado)
- Por perforación y voladura con explosivos
- Por acción mecánica de una máquina: rozadoras, cepillos, minadores
- Manualmente (martillos picadores)

## c) Carga y desescombro

También condicionado por el sistema de explotación elegido, el desescombro o carga para la evacuación del mineral arrancado puede llevarse a cabo por medio de:

- Sistemas discontinuos (palas cargadoras de diferentes tipos, escráper, manualmente).
- Sistemas continuos (minadores, transportador blindado asociado a la rozadora o el cepillo, gravedad).

## d) Transporte interior

Las alternativas del transporte en interior de mina pueden ser agrupadas en dos modalidades genéricas, siendo la distancia a cubrir el principal parámetro que condicionará la elección de un tipo u otro, junto con los volúmenes de mineral a desplazar:

- Sistemas discontinuos palas tipo LHD (caso de distancias cortas, como transportes hasta coladeros o silos); camiones o dumper; trenes.
- Sistemas continuos (cintas transportadoras, transportadores blindados, tuberías.)

En numerosas ocasiones el transporte se organiza en forma de sistemas mixtos, recurriendo a la combinación de varias de las alternativas anteriores.



## e) Extracción al exterior

El transporte del mineral hasta el exterior está completamente condicionado por la profundidad del yacimiento y el tipo de infraestructura de acceso al interior de mina, ya comentado anteriormente.

Así, cuando se efectúa a través de un pozo vertical, la extracción tiene lugar en forma de un ciclo continuo por medio o bien de skips que disponen de una estación de carga en el interior y otra de descarga en el exterior, o bien de jaulas que transportan vagonetas cargadas de mineral en los viajes salientes, y vacías o cargadas con estéril destinado al relleno en los entrantes.

Cuando las infraestructuras de acceso no consisten en pozos verticales, la extracción se lleva a cabo por:

- ⊗ Planos inclinados dotados de cintas transportadoras.
- ⊗ Rampas por las que transitan camiones o volquetes.
- ⊗ Sistemas hidráulicos de transporte.



## f) Servicios Generales

Bajo esta denominación se agrupan una serie de servicios de apoyo y auxiliares del proceso productivo, los cuales poseen vital importancia y posibilitan el funcionamiento de la mina, teniendo gran influencia sobre todos los restantes aspectos de la explotación.

- ⊗ Ventilación (principal y secundaria).
- ⊗ Desagüe.
- ⊗ Mantenimiento de infraestructura, redes de agua, aire comprimido, electricidad y alumbrado.
- ⊗ Mantenimiento eléctrico, mecánico y talleres.
- ⊗ Almacenes y polvorines.
- ⊗ PRL y Medio Ambiente

- Oficinas y vestuarios
- Lampistería
- Vigilancia y seguridad (control de accesos)

## 1.2. DEFINICIÓN DE LOS TRABAJOS

Las industrias extractivas de interior presentan características bastante diferenciadas respecto a otras actividades industriales, y aunque tanto los métodos como la maquinaria han sufrido un avance considerable en los últimos años, aún podemos considerar que se trata de una actividad con riesgos superiores a la media (y aún más en el caso particular de la minería del carbón por sus connotaciones específicas).



Los Técnicos Titulados desempeñan en las industrias extractivas de interior una serie de tareas concretas muy dispares, según se trate de una mina de potasa, de carbón, de minerales metálicos o de los variados minerales industriales. Incluso dentro de cada una de ellas podrá ejercer unas u otras funciones según al servicio al que se encuentre asignado dentro de la propia explotación. De ahí que no resulte sencillo definir específicamente cuáles son los trabajos que corresponden a este puesto. En cualquier caso, de forma general, los Técnicos Titulados podrán ejercer sus cometidos en cualquiera de las fases del proceso productivo, por lo que esa será la línea en la que nos basaremos en la exposición de la definición de los trabajos.

### **A. ACTIVIDADES LLEVADAS A CABO POR TODOS LOS TÉCNICOS ANTES DE COMENZAR SU TRABAJO HABITUAL**

Los Técnicos Titulados que desarrollan su labor en actividades extractivas de interior llegarán al centro del trabajo y recabarán información del turno anterior a través de diversos canales de información; si los diferentes relevos están solapados en el tiempo podrán contar con la información verbal suministrada por otros Técnicos, Vigilantes o





encargados, que de inmediato les darán cuenta de las novedades acontecidas y de los parámetros y controles de seguridad necesarios para llevar a cabo la actividad. Cuando esto no es posible la información la consultarán en los diferentes libros y partes de registro que los relevos anteriores hayan consignado en relación a los trabajos ejecutados.

En estos primeros momentos de su jornada se comunicarán con otros departamentos del centro de trabajo, con objeto de poder tener en cuenta las posibles interferencias entre actividades, y así mismo hacerse una idea de conjunto de todo el proceso, sobre incidencias habidas, los trabajos que se encuentran programados o que se estén ejecutando, y en general, de todo aquello que sea relevante desde el punto de vista de la seguridad y salud laboral.

Con todos los pormenores y datos reunidos, los Técnicos se dirigen a los vestuarios, donde se proveen de ropa de trabajo, de los EPIs reglamentarios, y de los equipos de medición necesarios para la inspección de las instalaciones de la explotación que prevé visitar y controlar, normalmente incluidas en un itinerario más o menos rutinario, así como la de todos aquellos lugares que presenten cualquier tipo de dificultad o alteración, y sobre los que puedan haber sido advertidos.



Previamente a la entrada en el interior de mina deberá recoger su lámpara personal en la lampistería y dejar constancia de su acceso fichando a través del sistema establecido por la empresa, de igual modo que el resto de personal, ya que ello constituye un instrumento de seguridad para ser aplicado en cualquier circunstancia de emergencia que pueda producirse.

La bajada a la mina y el desplazamiento por el interior de la misma dependerá de cada explotación, pudiendo realizarse por medio de la jaula de personal que circula por el pozo vertical, a través del plano inclinado a pie, en vehículo todoterreno, cintas transportadoras adecuadas para el transporte de personal u otros sistemas (telesilla, etc.).

## **B. OPERACIONES LLEVADAS A CABO POR LOS TÉCNICOS TITULADOS DURANTE LA EJECUCIÓN DE SU TRABAJO**

Para describir las actuaciones de los Técnicos, teniendo en cuenta como ya se ha comentado anteriormente que pueden asumir diferentes funciones dentro de la explotación, seguiremos el desarrollo del proceso productivo.

### **Operaciones de los Técnicos en labores de avance y galerías en general en la minería de carbón, minería metálica, minería de sales sódicas y potásicas, minería de minerales industriales y minería de roca ornamental**

En cuanto al avance, deberá observar el desarrollo general de los ciclos de las operaciones, si están bien programadas y los tiempos establecidos son los correctos, evitando situaciones de riesgo por apresuramiento en la ejecución de las tareas por parte del personal.

Las ventilaciones secundarias son un factor crítico en los avances, ya que estas labores se ejecutan en fondos de saco y tanto la dilución de gases y polvo, como el aporte de aire, tienen que ser acordes a lo que establece la legislación para las mismas.

Algunas de las funciones específicas, sin ser esta una relación exhaustiva, pueden ser:

- ⦿ Controlar que se realizan los reconocimientos previos de las labores; que se dispone de los aparatos necesarios para ello; que se realizan las mediciones de gases nocivos o peligrosos, polvo y temperatura; y que el resultado de las mismas están dentro de los límites establecidos, ordenando que se adopten las medidas oportunas cuando sobrepasen los valores tolerables.



- ⦿ Observar si la colocación del sistema de sostenimiento se realiza de acuerdo con el procedimiento establecido, así como su comportamiento posterior ante las presiones ejercidas por el terreno, ordenando la colocación de diferentes puntos de muestreo con el objeto de poder observar su evolución.



- ⦿ Observar si en los lugares en que por sus condiciones especiales y que no son rutinarias, como pueden ser la apertura de cruceros, nuevas cámaras, bifurcaciones, labores en pendiente, etc., y presentan dificultades de ejecución, se controlan tanto la apertura del hueco como su posterior entibación.
- ⦿ Asegurarse de que los operarios asignados para las tareas encomendadas son competentes y en número suficiente para llevar a buen término sus cometidos. En caso de que se trate de labores especializadas (artilleros), o si manejan maquinaria pesada (operadores de minador, dumper, palas, etc.), deberá velar por que dispongan de la autorización necesaria para el manejo seguro, así como que realizan el mantenimiento de primer nivel o básico sobre las instalaciones a su cargo.

En lo que respecta a los lugares de trabajo, comprobarán la idoneidad de los mismos en cuanto a orden, limpieza, estado de útiles y herramientas, o de señalización, y verificarán que los trabajos se están desarrollando de acuerdo con lo establecido en el Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera y las Instrucciones Técnicas Complementarias que lo desarrollan.

En los recorridos por las galerías ya ejecutadas deberán comprobar que el sostenimiento de los huecos presenta un comportamiento estable y que no existen deformaciones de la sección que entrañen riesgo de desprendimiento de rocas; que los gálibos son adecuados para las dimensiones de la maquinaria circulante; que las pendientes son las tolerables y que no existen blandones o roderas excesivas y que las líneas eléctricas y las redes de tuberías de agua o de ventilación se encuentran en perfecto estado. Si se dispone de transporte rodado por arrastre con locomotoras, se observará el estado de las vías y restante infraestructura asociada.



### **Operaciones de los Técnicos en labores de arranque, carga y transporte en la minería de carbón, minería metálica, minería de sales sódicas y potásicas, minería de minerales industriales y minería de roca ornamental**

Las consideraciones que se han descrito anteriormente se tendrán en cuenta también en las labores de arranque, carga y transporte, pero además se observará el estado y la utilización de toda la maquinaria empleada para las diferentes operaciones. Los riesgos

y las medidas preventivas y de protección establecidas para el manejo de las mismas serán cuestiones claves a tener en cuenta y se tratarán en capítulos posteriores de este manual.

Si el arranque se efectúa por medio de perforación y voladura es necesario prestar atención al esquema de la perforación y la manipulación del explosivo, asegurándose que se toman las medidas establecidas en las Disposiciones Internas de Seguridad y en el RGNBSM en general.



Tendrán que controlar la correcta aplicación del método de explotación elegido, así como que el comportamiento de los hastiales, techos y muros a medida que se arranca es el esperado sin generar riesgos imprevistos o caídas de costeros/lisos.

Habrán de realizar comprobaciones periódicas, cuando así lo requiera el tipo de mineral y el método de explotación empleado, del hundimiento o el grado de rellenado del postaller, de manera que los efectos de tensiones peligrosas no se transmitan al frente de arranque, y ordenar la colocación, a su vez, de todos los elementos adecuados para que dicha operación se efectúe manteniendo controlados los distintos riesgos que puedan presentarse, sobre todo en talleres con entibaciones de madera y rellenos sustentados por telas metálicas.

Deberán proporcionar las instrucciones necesarias para ejecutar las diferentes instalaciones de material eléctrico en las cercanías de los frentes de tajo, de manera que presenten el menor número de dificultades, tanto para el personal a la hora de ejecutar sus trabajos, como para la maquinaria mientras efectúa sus movimientos habituales (camiones, palas, rozadoras, elementos de corte de tajo, minadores, jumbos, etc.).

Diseñarán y comprobarán la eficacia de un código de señales que permita a los diferentes operadores mantener una comunicación que garantice la ejecución de las diversas tareas en situación de completa seguridad, asegurándose que todo el personal conoce a su vez las instrucciones sobre el modo de funcionamiento de cualquier elemento que intervenga en la secuencia de arranque del mineral.

La carga y el transporte estarán coordinados con la capacidad de arranque del método elegido, y también será necesario establecer unos ciclos de trabajo que permitan el desarrollo de los mismos, evitando en lo posible las interferencias entre actividades complementarias al arranque.



Proporcionarán las instrucciones necesarias para que los procedimientos de trabajo establecidos para el arranque, la carga y transporte se apliquen de acuerdo con el Plan de Labores, comprobando posteriormente que la inclinación de los frentes de arranque, la altura y anchura de las cámaras de explotación, las distancias a los frentes, etc. mantienen sus parámetros dentro de lo establecido.

Participarán en el diseño de los sistemas de transporte de mineral por medio de cintas transportadoras, páncores, monocarriles, trenes, camiones, palas, por gravedad a través de pozos, etc., adecuados al lugar de trabajo y las características del mineral a transportar.



En cuanto a los lugares de trabajo, además de las condiciones generales, sobre todo en cuanto a orden y limpieza, se comprobará el estado de galerías y accesos, los lugares de carga (coladeros, compuertas de carga, cámaras y plataformas) y la señalización del tráfico.

### **Operaciones de los Técnicos en el resto de actividades (mantenimiento de galerías y saneo, orden y limpieza, controles preventivos de atmósfera de mina, tendido de cables o colocación de infraestructura, extracción, mantenimiento mecánico y eléctrico, etc.) en minería de carbón, minería metálica, minería de sales sódicas y potásicas, minería de minerales industriales y minería de rocas ornamentales**

Bajo esta denominación, que en bastantes industrias extractivas de interior reciben la calificación habitual de “servicios generales”, se engloban una serie de operaciones necesarias para que la mina obtenga el rendimiento y la producción planificada.

Dependiendo sobre todo del tamaño de la explotación, puede requerir del Técnico una dedicación más o menos intensiva, ya que de estos servicios de apoyo depende en gran medida que todo el proceso productivo se desarrolle de forma adecuada, que las condiciones de seguridad en las que se realizan los trabajos se mantengan dentro de los parámetros previstos, y que la maquinaria además de no causar averías mantenga a lo largo de su vida útil los requisitos exigidos reglamentariamente.

De forma general, en lo que respecta a los Servicios Generales, los Técnicos dentro de estas actividades se ocuparán de que los suministros, materiales, herramientas y equipos cumplan las diferentes normativas que les son de aplicación, y que se encuentren mantenidos de acuerdo con las DIS e ITCs correspondientes.

Analizarán y establecerán los métodos de trabajo para que todos estos servicios de apoyo al proceso (mantenimientos; labores de saneo; instalación de ventilaciones secundarias, tuberías, subestaciones eléctricas, etc.) se lleven a cabo evitando en lo posible las interferencias entre servicios, y cuando esto no sea posible y concurren varios trabajos simultáneamente, definirán las medidas de coordinación y control necesarias para controlar los riesgos que puedan generarse debido a la interacción entre dichas labores.



Respecto a las operaciones de extracción del mineral, estarán en gran medida condicionadas por el sistema elegido para extraerlo hasta la superficie, debido a lo cual será posible diferenciar diversos tipos de instalaciones.

Si se trata de una mina que dispone de un plano horizontal o inclinado, la extracción puede realizarse por medio de transporte rodado, en cuyo caso las precauciones y controles aplicables serán los mismos que en un transporte normal por galería de arrastre dentro de la mina, con las particularidades que se presentan en el caso de que el trayecto se efectúe por un plano inclinado, situación en la que habrá que tener en cuenta los factores específicos de riesgo asociados a las operaciones como consecuencia de la pendiente, capacidad de carga y frenado de los vehículos utilizados.

Cuando la extracción se efectúa por medio de pozo vertical dotado de jaula o skip, serán objeto de atención especial las zonas de carga y descarga, guionajes y el sistema de señalización. Serán también aspectos específicos a controlar la verificación de que se llevan a cabo los correspondientes mantenimientos periódicos de los cables y los sistemas de seguridad de la máquina de extracción, y de que dichos resultados se registran en los libros dispuestos reglamentariamente a tal efecto.



## C. OPERACIONES LLEVADAS A CABO POR LOS TÉCNICOS TITULADOS AL FINALIZAR SU TRABAJO

Una vez concluidas sus diversas labores en el interior de mina, los Técnicos salen al exterior, debiendo entonces disponer la organización de las actividades que deban ejecutar los próximos relevos, de acuerdo a la evolución de la programación de los diferentes proyectos a corto y largo plazo, con las diferentes tareas que lleva asociadas cada uno de ellos.

A última hora de la jornada recibe la información de los diferentes mandos directos que tienen equipos de trabajadores bajo su responsabilidad, a los cuales prestará especial atención en los casos de incumplimientos en materia de prevención de riesgos, comprobando los diferentes registros de los parámetros de seguridad que contribuyen directamente a que las condiciones en las que se ejecute el trabajo sean óptimas.



En algunos casos los Técnicos deberán elaborar partes de trabajo donde se reflejen las novedades más importantes acontecidas en la explotación durante el relevo saliente, así como la situación de los frentes, labores y de la mina en general, haciendo especial mención a las cuestiones que afectan a la Prevención de Riesgos Laborales.

Para completar su labor diaria también mantienen reuniones de coordinación con otros servicios de la mina con el objeto de comprobar si los diferentes trabajos programados presentan interferencias entre ellos, y si pueden dar lugar a situaciones de riesgo que impliquen tomar la decisión de nombrar personal con funciones específicas como recursos preventivos.





# TÉCNICAS PREVENTIVAS Y DE PROTECCIÓN ESPECÍFICAS DEL PUESTO DE TRABAJO

CAPÍTULO

2



## 2.1. CONCEPTOS Y CONSIDERACIONES PREVIAS

Se definen como técnicas preventivas y de protección específicas el conjunto de prácticas, disposiciones y hábitos laborales cuyo conocimiento y dominio resulta del máximo interés para el desempeño de los trabajos en las adecuadas condiciones de seguridad y salud por parte de los trabajadores que ocupen dicho puesto en concreto.

Estas técnicas preventivas y de protección específicas estarán basadas tanto en la evaluación de riesgos del puesto de trabajo, como en la evaluación general de riesgos de toda la explotación, y su objetivo prioritario será la planificación de la actividad preventiva.

Una parte muy importante de la actividad del *Técnico titulado en actividades extractivas de interior* deberá estar basada en el desarrollo de la evaluación permanente de los riesgos que generan los diferentes procesos productivos y cada uno de los puestos de trabajo. Para ello será necesario contar con un conocimiento exhaustivo de la evaluación de riesgos como técnica preventiva que permite establecer y programar la actividad preventiva a desarrollar en una explotación minera de interior.

### 2.1.1. EVALUACIÓN Y PREVENCIÓN DE RIESGOS

La evaluación de los riesgos laborales es el proceso dirigido a estimar la magnitud de aquellos riesgos que no hayan podido evitarse, obteniendo la información necesaria para que el empresario esté en condiciones de tomar una decisión apropiada sobre la necesidad de adoptar medidas preventivas y, en tal caso, sobre el tipo de medidas que deben adoptarse.

En sentido general, y admitiendo un cierto riesgo tolerable, mediante la evaluación de riesgos se ha de dar respuesta a la pregunta ¿es segura la situación de trabajo analizada?

La evaluación de riesgos es un procedimiento diseñado para poner en práctica los conceptos establecidos en la Ley de Prevención de Riesgos Laborales y posteriores Reales Decretos que la desarrollan, y para llevarla a efecto es necesario seguir una serie de pasos que pasamos a describir a continuación.

## **Fases de la Evaluación de Riesgos**

Fase 1. Planificación de la evaluación.

Fase 2. Identificación de riesgos generales derivados de la actividad.

Fase 3. Evaluación por puestos de trabajo.

Fase 4. Definición de los puestos de trabajo.

Fase 5. Definición de la metodología de evaluación de los riesgos.

Fase 6. Identificación de los riesgos que concurren en cada puesto de trabajo.

Fase 7. Valoración de la magnitud del riesgo y nivel de intervención teniendo en cuenta la probabilidad y las consecuencias del mismo.

Fase 8. Definición de las acciones correctoras a realizar para disminuir los riesgos.

### ***Fase 1. Planificación de la evaluación***

Las actuaciones del empresario en relación con el programa de evaluación de riesgos son esencialmente las siguientes:

- ⦿ Designar a las personas competentes para efectuar las evaluaciones (Art. 30 LPRL).
- ⦿ Proporcionar los recursos y apoyos necesarios a los evaluadores (Art. 30 LPRL).
- ⦿ Consultar e informar a los trabajadores y fomentar su participación (Art. 33 LPRL).
- ⦿ Decidir sobre los mecanismos de revisión de la evaluación (Art. 16 LPRL).
- ⦿ Adoptar las medidas de prevención y protección necesarias (Art. 16 LPRL).

- ⊗ Controlar la eficacia de las medidas (Art. 16 LPRL).

Del mismo modo, la participación de los trabajadores respecto al programa de evaluación de riesgos deberá consistir básicamente en:

- ⊗ Cooperar con la organización para garantizar unas condiciones de trabajo seguras y sin riesgos, participando en la evaluación de riesgos.

Son principios fundamentales de la Prevención de Riesgos Laborales los siguientes:

- ⊗ Evitar los riesgos.
- ⊗ Mejorar el nivel de protección.
- ⊗ Sustituir los elementos peligrosos por otros que no lo sean.
- ⊗ Conocer el origen del riesgo y evitarlo.
- ⊗ Priorizar el uso de medidas colectivas de protección frente a las de carácter individual.
- ⊗ Considerar la mejor tecnología viable económicamente.
- ⊗ Conocer el tipo de proceso objeto de evaluación, las actividades realizadas y las técnicas implicadas.



### ***Fase 2: Identificación de riesgos generales derivados de la actividad***

Supone contemplar cualquier característica del trabajo que pueda tener una influencia significativa en la generación de riesgos para la seguridad y salud de los trabajadores. Incluye los siguientes aspectos:

1. Áreas de trabajo (frentes, galerías de circulación y accesos, tajos, talleres, etc.).
2. Locales, instalaciones, equipos, productos y otros útiles del centro de trabajo.
3. Limpieza, manutención y manejo de materiales y sistemas.
4. Determinación de agentes físicos, químicos y biológicos, así como sus concentraciones o niveles de presencia.



5. Incendios y explosiones, riesgos eléctricos, ventilación, etc.
6. Cualquier característica del trabajo que pueda influir en los riesgos a los que está expuesto el trabajador.

La identificación de riesgos puede realizarse a través de diferentes técnicas, como son la inspección de áreas de trabajo, la elaboración de procedimientos de trabajo, la observación de tareas, la investigación de accidentes y el trabajo diario.

Cada subsector minero e incluso cada empresa tienen unos riesgos específicos relacionados con diversas características que les son propias, tales como:

- ⊗ Tipo de yacimiento y su geología.
- ⊗ Instalaciones de que está dotada la explotación.
- ⊗ Variedad y tipología de maquinaria.
- ⊗ Ubicación geográfica, etc.

Estos riesgos que podríamos denominar generales para todo un centro de trabajo, afectan a todos los trabajadores de la plantilla, independientemente del puesto que ocupen, y por tanto deben abordarse de forma general. De la gestión de estos riesgos se obtendrán las normas generales con las que se pretende evitarlos o controlarlos.

Algunos de los principales factores de riesgo generales en actividades extractivas de interior son los siguientes:

1. Condiciones del yacimiento.
2. Diseño y ejecución:
  - 📖 Vías de circulación (galerías, rampas, accesos).
  - 📖 Explotación (talleres de explotación, avance galerías, métodos empleados, etc.).
  - 📖 Espacios de trabajo y plataformas de carga (gálibos, estabilidad, dimensiones, etc.).
  - 📖 Instalaciones de infraestructura (superficies, escaleras, barandillas, protecciones, puertas, etc.).
  - 📖 Maquinaria, vehículos y herramientas (partes móviles, dispositivos de seguridad).

- ✍ Protecciones colectivas
- ✍ Voladuras
- ✍ Sistema de comunicaciones
- ✍ Ventilación
- ✍ Red de drenaje
- ✍ Vías de evacuación

### 3. Organización del trabajo:

- ✍ Trabajos generales de explotación.
- ✍ Operaciones especiales (soldadura en espacios confinados, tolvas o silos; soldadura en interior de mina; trabajos en altura; desatascos, etc.).
- ✍ Procedimientos operativos (interacción entre los distintos puestos de trabajo y entre las diferentes operaciones).
- ✍ Coordinación de las actividades subcontratadas.
- ✍ Transporte (movimiento de vehículos, máquinas y personal).
- ✍ Mantenimiento (explotación, instalaciones, maquinaria, equipos de protección personal).
- ✍ Medidas de emergencia y accidentes.
- ✍ Reconocimiento de las labores e instalaciones.
- ✍ Prevención y control de riesgos.



### 4. Agentes:

- ✍ Polvo, humos y gases (sílice, gases nitrosos, metano, CO, CO<sub>2</sub>, etc.).
- ✍ Ruido
- ✍ Vibraciones





- ✍ Materiales inflamables
- ✍ Sustancias químicas
- ✍ Condiciones termo-higrométricas (temperatura, humedad, velocidad y caudal de aire).
- ✍ Radiaciones electromagnéticas (soldadura, etc.).

## 5. Utilización de:

- ✍ Explosivos y artificios de voladura.
- ✍ Materiales o productos combustibles, sustancias inflamables o deflagrantes, otros compuestos químicos (corrosivos, etc.).
- ✍ Maquinaria e instalaciones fijas (grúas, cribas, cintas transportadoras, tolvas, trituradoras, etc.).
- ✍ Equipos móviles (dumpers, palas cargadoras, retroexcavadoras, camiones, jumbos, etc.).
- ✍ Herramientas manuales y máquinas-herramientas (eléctricas, neumáticas, mecánicas).
- ✍ Elementos presurizados (recipientes a presión, compresores, equipos de bombeo).
- ✍ Corriente eléctrica de baja y alta tensión.
- ✍ Equipos de protección individual.
- ✍ Equipos de soldadura.



## 6. Factores humanos:

- ✍ Formación e información.
- ✍ Cumplimiento de las instrucciones de operación.
- ✍ Capacitación del personal.
- ✍ Control de las tareas realizadas.

- 📌 Fatiga física.
- 📌 Fatiga psicológica.

### 7. Acciones personales inseguras:

- 📌 Trabajar con falta de seguridad.
- 📌 Realizar operaciones no autorizadas.
- 📌 Anular o modificar los dispositivos y resguardos de protección colectiva.
- 📌 Operar a velocidades elevadas.
- 📌 Manejar equipos o herramientas de forma poco segura.
- 📌 Relajación de las conductas y de la atención en el trabajo.

### 8. Factores varios:

- 📌 Condiciones ambientales adversas.
- 📌 Lugares de trabajo variables.
- 📌 Orden y limpieza de los lugares de trabajo.
- 📌 Iluminación, señalización.



### **Fase 3. Evaluación por puestos de trabajo**

El RD 39/1997, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, establece que la evaluación de los riesgos que no hayan podido evitarse deberá extenderse a cada uno de los puestos de trabajo de la empresa en que concurren dichos riesgos. Además, también indica que a partir de dicha evaluación inicial deberán volver a evaluarse los puestos de trabajo que puedan verse afectados por:

- a) La elección de los equipos de trabajo, sustancias o preparados químicos, la introducción de nuevas tecnologías o la modificación en el acondicionamiento de los lugares de trabajo.
- b) El cambio de las condiciones de trabajo.
- c) La incorporación de un trabajador cuyas características personales o estado biológico conocido lo hagan especialmente sensible a las condiciones del puesto.



De todo lo anterior se contempla la necesidad de una evaluación de riesgos para cada uno de los distintos puestos de trabajo, para lo cual debe definirse la metodología a seguir. El procedimiento adoptado deberá permitir eliminar o reducir el riesgo mediante medidas de prevención en el origen, organizativas, de protección colectiva, de protección individual, o de formación e información a los trabajadores.

#### ***Fase 4. Definición de los puestos de trabajo***

Supone definir la relación de puestos de trabajo, y para ello es necesario reunir toda la información correspondiente a los mismos:

- Tareas. Duración y frecuencia.
- Normas y requisitos legales aplicables.
- Disposiciones Internas de Seguridad.
- Instrucciones y manuales de funcionamiento y mantenimiento.
- Organización del trabajo. Procedimientos escritos.
- Características de los lugares de trabajo.
- Materiales, equipos, herramientas, máquinas y tecnologías implicados.
- Sustancias y productos manipulados.
- Energías utilizadas.
- Medidas de control de riesgos existentes.
- Condiciones ambientales.
- Operarios y otros posibles afectados (contratistas, personal auxiliar, visitantes, etc.).
- Formación de los trabajadores. Permisos de trabajo y autorizaciones.
- Datos sobre actuaciones de prevención de riesgos o sobre seguridad y salud correspondientes a la empresa o bien a otras empresas de la misma actividad.
- Evaluaciones de riesgos anteriores.



En la evaluación ha de quedar reflejada, por puesto de trabajo, la relación nominal de trabajadores que lo ocupan.

Como ejemplo se indican de forma general los puestos de trabajo más habituales en industrias extractivas de interior, si bien no siempre existe coincidencia de denominaciones entre diferentes subsectores mineros e incluso a nivel de empresas:

PUESTOS DE TRABAJO	
Técnicos titulados	Operadores de mantenimiento
Vigilantes	Sondistas
Picadores	Entibadores
Ayudante minero	Operadores de Servicios generales
Barrenista/Perforista	Embarcadores/señalistas
Jumbista	Maquinistas de extracción
Artillero	Especialista de tajo mecanizado
Tractoristas	Operador de pala (Palista)
Operador de minador	Conductor de camión/dumper

Cuando una misma persona realice las tareas correspondientes a puestos de trabajo diferentes, deberán entregarse al trabajador las evaluaciones de los riesgos existentes en cada uno de estos puestos.

### ***Fase 5. Definición de la metodología de evaluación de los riesgos***

La evaluación de riesgos es un proceso mediante el cual, a partir de la información obtenida sobre la organización, características y complejidad del trabajo, sobre las materias primas y los equipos de trabajo existentes en la empresa, y sobre el estado de salud de los trabajadores, se procederá a la determinación de los elementos peligrosos y a la identificación de los trabajadores expuestos a los mismos, valorando a continuación el riesgo existente en función de criterios objetivos de valoración, según los conocimientos técnicos existentes, o consensuados con los trabajadores, de manera que se pueda llegar a una conclusión sobre la necesidad de evitar o de controlar y reducir el riesgo.



El método de evaluación que se expone a continuación es el denominado binario, semejante al publicado por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT), en el que los riesgos se evalúan en función de dos conceptos: probabilidad del accidente y consecuencias del mismo.

En todo caso el método nos debe permitir obtener la información necesaria para que la organización esté en condiciones de tomar una decisión apropiada sobre la oportunidad de adoptar acciones preventivas y para tener los riesgos identificados razonablemente controlados.

Para la valoración de los riesgos se utilizará la **Ficha de evaluación de riesgos** que se muestra a continuación.

EVALUACIÓN DE RIESGOS							Hoja 1 de 2				
Localización:							Evaluación:				
Puestos de trabajo:							<input type="checkbox"/> Inicial <input type="checkbox"/> Periódica				
Nº de trabajadores:      Adjuntar relación nominal							Fecha Evaluación:				
							Fecha última evaluación:				
Peligro Identificativo	Probabilidad			Consecuencias			Estimación del Riesgo				
	B	M	A	LD	D	ED	T	TO	M	I	IN
1 -											
2 -											
3 -											
4 -											
5 -											
6 -											
7 -											
8 -											

En el encabezamiento de todas las fichas aparecen estas cuatro casillas:

- a) **Sección o departamento:** tiene por objeto identificar las áreas funcionales en las que se subdivide la actividad de una empresa.
- b) **Puesto de trabajo:** se definirán los puestos de trabajo y/o actividades.
- c) **Nº de trabajadores en este puesto:** en esta casilla se anotará el número de trabajadores asignados a cada puesto de trabajo.
- d) **Relación nominal:** se incluyen los nombres de los trabajadores adscritos a este puesto.

- e) **Evaluación:** se especificará si es la inicial o la periódica.
- f) **Fecha de evaluación:** servirá de referencia para futuras evaluaciones de un mismo puesto de trabajo y/o actividad.

Para cada puesto de trabajo o actividad debe utilizarse una ficha de evaluación que permita realizar los registros.

### ***Fase 6. Identificación de los riesgos que concurren en cada puesto de trabajo***

Dentro del epígrafe “Riesgo”, de la *Ficha de Evaluación de Riesgos*, se enumeran 29 factores de riesgo que abarcan todas las posibles situaciones de peligro que se pudieran presentar.

También aparecen una serie de celdas en blanco que permiten al evaluador añadir situaciones de riesgo que considere que no se encuentran incluidas entre las enumeradas, o bien que son difícilmente clasificables en alguna de ellas.

Por cada puesto de trabajo o actividad se selecciona uno o varios riesgos representativos de los incluidos en la lista que presenta la ficha. Para realizar esta selección se tendrán en cuenta todas las diferentes fases del puesto de trabajo o actividad.

### ***Fase 7. Valoración de la magnitud del riesgo y nivel de intervención teniendo en cuenta la probabilidad y las consecuencias del mismo***

Esta fase se desarrolla utilizando la ficha que denominamos *Ficha de Evaluación*.

#### *1) Determinación de la probabilidad de accidente*

En la Tabla I se seleccionará la probabilidad de que cada uno de los riesgos que aparecen en la ficha de evaluación (o de cualquier otro riesgo que se considere que debiera aparecer) derive en un accidente, y se marcará con una “X” en la casilla correspondiente. Si se considera que alguno de los riesgos de la ficha no se puede presentar en un puesto de trabajo determinado se dejará en blanco dicha fila. A la hora de determinar la probabilidad hay que tener en cuenta las siguientes observaciones:



<b>ALTA (A)</b>	El daño ocurrirá siempre o casi siempre (varias veces al mes).
<b>MEDIA (M)</b>	El daño ocurrirá en algunas ocasiones (varias veces al año).
<b>BAJA (B)</b>	El daño ocurrirá raras veces (a lo sumo una vez al año).

Tabla I. Nivel de Probabilidad

Al considerar “probabilidad” como posibilidad de que un riesgo derive en accidente estamos considerando que probabilidad engloba dos conceptos:

- ⦿ **Exposición**, como fracción de tiempo en la que el trabajador se puede ver afectado por el riesgo considerado.
- ⦿ **Daño**, como lesión o enfermedad del trabajador producida por dicho riesgo.

Es decir, al escoger entre uno de los posibles valores de la Tabla I debemos considerar la probabilidad no sólo como exposición del trabajador a un riesgo, sino como posibilidad de que esa exposición derive en una lesión del trabajador. En este sentido cabe también tener en cuenta dos consideraciones adicionales:

- ⦿ Considerar el peor de los casos en cuanto a las condiciones de trabajo. Esto supone tener en cuenta las posibles imprudencias que por desconocimiento o falta de preparación pudiera cometer el trabajador. Es decir, se debe suponer por ejemplo que en la evaluación del riesgo de atrapamiento en una máquina, el trabajador ha eliminado o alterado (si esto le resulta posible) las protecciones que la máquina disponía. Sólo en el caso de que el sistema de protección fuera inviolable, o que la máquina aun así quedara en situación segura cuando dichas protecciones se eliminaran, podría considerarse que la probabilidad es baja.
- ⦿ De la misma forma se procedería en los casos de utilización de equipos de protección individual (gafas, guantes, etc.) en los que se deberá suponer que el trabajador no hace uso eventual de los mismos.

## 2) Determinación de las Consecuencias

Se seleccionará de entre las opciones disponibles en la Tabla 2 la gravedad esperada de las lesiones como consecuencia de la materialización de un riesgo de accidente.

Al seleccionar la gravedad de las consecuencias no se debe considerar la situación más desfavorable que se pudiera presentar, sino que se debe de elegir una gravedad que sea acorde con las lesiones que se pueden esperar del nivel de probabilidad adoptado previamente.

<b>LIGERAMENTE DAÑINO (LD)</b>	Daños superficiales: cortes y magulladuras pequeñas, irritación de los ojos por polvo. Molestias e irritación, por ejemplo: dolor de cabeza, discomfort.
<b>DAÑINO (D)</b>	Laceraciones, quemaduras, conmociones, torceduras importantes, fracturas menores. Sordera, dermatitis, asma, trastornos músculo-esqueléticos, enfermedad que conduce a una incapacidad menor.
<b>EXTREMADAMENTE DAÑINO (ED)</b>	Amputaciones, fracturas mayores, intoxicaciones, lesiones múltiples, lesiones faciales. Cáncer y otras enfermedades crónicas que acorten severamente la vida.

Tabla 2. Severidad del daño

### 3) Valoración del nivel de riesgo

De acuerdo con la Tabla 3, y a partir de las dos opciones (Probabilidad y Consecuencias) determinadas para cada riesgo en los dos apartados anteriores, se obtendrá el nivel de riesgo por intersección entre la fila y la columna correspondientes (por ejemplo, probabilidad media con gravedad ligeramente dañina da como resultado nivel de riesgo tolerable; probabilidad alta con gravedad extremadamente dañina corresponde a nivel de riesgo intolerable; etc.).

		CONSECUENCIAS		
		(LD)	(D)	(ED)
PROBABILIDAD	VALORACIÓN			
	Baja (B)	Trivial (T)	Tolerable (TO)	Moderado (M)
	Media (M)	Tolerable (TO)	Moderado (M)	Importante (I)
	Alta (A)	Moderado (M)	Importante (I)	Intolerable (IN)

Tabla 3. Valoración del nivel de riesgo





RIESGO	ACCIÓN Y TEMPORIZACIÓN
Trivial (T)	No se requiere acción importante
Tolerable (TO)	No se necesita mejorar la acción preventiva. Sin embargo, se deben considerar soluciones más rentables o mejoras que no supongan una carga económica importante. Se requieren comprobaciones periódicas para asegurar que se mantiene la eficacia de las medidas de control.
Moderado (M)	Se deben hacer esfuerzos para reducir el riesgo, determinando las inversiones precisas. Las medidas para reducir el riesgo deben implantarse en un periodo determinado. Cuando el riesgo moderado está asociado con consecuencias extremadamente dañinas se precisará una acción posterior para establecer con más precisión la probabilidad del daño como base para determinar la necesidad de mejora de las medidas de control.
Importante (I)	Puede que se necesiten recursos considerables para controlar el riesgo. Cuando el riesgo corresponda a un trabajo que se esté realizando debe remediarse el problema en un tiempo inferior al de riesgos moderados.
Intolerable (IN)	No debe comenzar ni continuar el trabajo hasta que se reduzca el riesgo. Si no es posible reducir el riesgo, incluso con recursos ilimitados, debe prohibirse el trabajo.

Tabla 4. Niveles de riesgo

### **Fase 8. Definición de las acciones correctoras a realizar para disminuir los riesgos**

En función del nivel de riesgo determinado anteriormente se procederá a cubrir la **Ficha de gestión de la prevención**.

Para cumplimentar esta ficha se incluirán sólo aquellos riesgos cuya valoración se encuentre en los niveles **moderado, importante e intolerable**, ya que son éstos los que precisan de la adopción de medidas preventivas.

Los principios de actuación preventiva siguen los criterios establecidos en la Ley de Prevención de Riesgos Laborales y básicamente son los siguientes:

- ⚙️ Combatir los riesgos en su origen.
- ⚙️ Adaptar el trabajo a la persona, en particular en lo que respecta a la concepción de los puestos de trabajo, así como a la elección de los equipos y métodos de trabajo.

- Tener en cuenta la evolución de la técnica.
- Sustituir lo peligroso por lo que entrañe poco o ningún peligro.
- Adoptar las medidas que antepongan la protección colectiva a la individual.
- Dar las debidas instrucciones a los trabajadores.

Las medidas preventivas a establecer para controlar el riesgo se pueden concretar en cuatro grupos:

- **Medidas de control:** corresponden a chequeos, comprobaciones, mantenimiento, seguimiento, vigilancia, utilización de captadores, medidores, etc., es decir son todas aquellas acciones preventivas que actúan en el origen del riesgo.
- **Procedimientos de trabajo:** métodos de trabajo, organización del trabajo, uso de equipos de protección individual, etc. Describen la forma correcta de realizar las tareas de acuerdo con las directrices establecidas en la empresa.
- **Formación:** son cursillos, charlas, aprendizaje, etc. Toda acción tutelada de aprendizaje en la que el trabajador participa de forma activa.
- **Información:** instrucciones por escrito, elaboración de DIS, señalización, etc. Es todo documento que entregado al trabajador con acuse de recibo le advierte e informa de algún aspecto de interés para su seguridad.

Al proceso conjunto de **Evaluación del riesgo** y **Control del riesgo** se le suele denominar **Gestión del riesgo**.

Para rellenar correctamente la *Ficha de gestión de la prevención*, se procederá a numerar las casillas correspondientes a la acción preventiva planificada que posteriormente se describirán en el apartado inferior de la mencionada ficha, denominado **Descripción de la acción preventiva**.

Una vez que se han definido todas las medidas correctoras aplicables para un riesgo en concreto deberemos determinar la eficacia de dichas medidas, es decir, debemos decidir si con ese tipo de acciones preventivas tenemos controlado ese riesgo, o por si el contrario es necesaria la adopción de nuevas medidas correctoras. Por situación controlada entendemos, en general, la reducción del riesgo hasta los niveles de trivial o tolerable, tal como los define la Tabla 4 (Niveles de riesgo), considerando las condiciones de seguridad con las que se trabaja.



Deberá tenerse en cuenta que aunque aparezcan valoraciones del riesgo estimadas como *Moderadas*, *Importantes* o *Intolerables* cuando se realiza la valoración del riesgo, éstas lo son sin realizar la gestión de la prevención. Una vez desarrolladas las medidas de control, procedimientos de trabajo, información y formación, por medio de la ficha de gestión, y tras considerar que el riesgo está controlado, su valoración habrá descendido a los niveles de *Trivial* o *Tolerable*.

Las fases de que consta la planificación de las acciones preventivas son las siguientes:

- Determinación de las medidas preventivas a adoptar.
- Asignación de recursos humanos, económicos y materiales.
- Planificación en el tiempo.
- Establecer prioridades de las acciones.
- Puesta en marcha de las acciones.
- Justificación de las acciones.
- Control del Plan de Prevención.

La Evaluación de Riesgos de los diferentes puestos de trabajo deberá ser actualizada cuando concurra alguno de los siguientes supuestos:

- a) Si lo estableciera alguna disposición específica.
- b) Si se hubieran detectado daños para la salud de los trabajadores.
- c) Cuando se haya comprobado que las actividades de prevención empleadas no han sido las más adecuadas o han sido insuficientes.
- d) En caso de acuerdo entre la empresa y los representantes de los trabajadores.

Si después de adoptar todas las medidas preventivas, los niveles de riesgo siguen siendo elevados, y por tanto no fuera posible concluir que los riesgos se encuentran controlados, deberá hacerse uso de la **Ficha de Acción temporizada**.

En dicha ficha se describirán las actuaciones que deberán ser implementadas, así como el plazo previsto para su ejecución, y las observaciones que se estimen oportunas sobre su evolución.

## Ficha de evaluación de riesgos

EVALUACIÓN DE RIESGOS												
Sección/Departamento:    Puesto de trabajo:    Nº de trabajadores en puesto:							Evaluación:					
Relación nominal:							Inicial:					
							Periódica:					
							Fecha Eval:					
Riesgo	Probabilidad			Consecuencias			Estimación del Riesgo					
	B	M	A	L	G	MG	TR	TL	MD	IM	IN	
01. Caídas de personas a distinto nivel												
02. Caídas de personas al mismo nivel												
03. Caídas de objetos por desplome o derrumbamiento												
04. Caídas de objetos en manipulación												
05. Caídas de objetos desprendidos												
06. Pisadas sobre objetos												
07. Choque contra objetos inmóviles												
08. Choques contra objetos móviles												
09. Golpes por objetos o herramientas												
10. Proyección de fragmentos o partículas												
11. Atrapamiento por o entre objetos												
12. Atrapamiento por vuelco de máquinas o vehículos												
13. Sobreesfuerzos												
14. Exposición a temperaturas ambientales extremas												
15. Contactos térmicos												
16. Exposición a contactos eléctricos												
17. Exposición a sustancias nocivas												
18. Contactos con sustancias cáusticas o corrosivas												
19. Exposición a radiaciones												
20. Explosiones												
21. Incendios												
22. Causados por seres vivos												
23. Atropellos o golpes con vehículos												
24. Exposición al ruido												
25. Exposición a vibraciones												
26. Iluminación inadecuada												
27. Carga mental												
28. Derivados de factores psicosociales u organizacionales												
29. Causas naturales												
30. Otros												
							Número de trabajadores especialmente sensibles					
							Maternidad	Menor de edad		Sensibilidad especial		

## Ficha de gestión de la prevención

GESTIÓN DE LA PREVENCIÓN							
		ACCIÓN PREVENTIVA					
N°	Peligro	Medidas de control	Procedim. de trabajo	Información	Formación	¿Riesgo Controlado?	
						Sí	No
Descripción de la acción preventiva que se define:							
.....							
.....							
.....							
.....							
.....							
.....							
.....							

## Ficha de acción temporizada

FICHA DE ACCIÓN TEMPORIZADA			
<b>Puesto de trabajo:</b>			
<b>Riesgo considerado:</b>			
<b>Descripción de la acción:</b> .....			
<b>Persona responsable:</b>			
<b>Tiempo previsto para la ejecución:</b>		<b>Fecha inicio:</b>	
<b>Observaciones:</b> .....			



Los Técnicos Titulados en actividades extractivas de interior cuentan normalmente con el apoyo de los Servicios de Prevención en aquellos asuntos en esta materia que puedan quedar más allá de su capacidad, y así mismo recibe su asesoramiento para dirigir los recursos técnicos y humanos disponibles, estableciendo las debidas medidas de control, procedimientos de trabajo y labores de formación e información necesarios para que el desarrollo de todas las labores mineras se ejecuten de una manera segura.

Los riesgos que se presentan en la minería subterránea son por un lado un buen número de los que también están presentes en la mayoría de actividades industriales, por otro lado, los propios e intrínsecos del tipo de minería específica de que se trate (carbón, sales potásicas, minería metálica, etc.) y los métodos de explotación adoptados. En cualquier caso, y como principales riesgos en las labores de avance de galerías, arranque, y transporte de mineral o de servicios generales, podemos destacar los siguientes:

- ⦿ Riesgos asociados al transporte del personal y de materiales.
- ⦿ Riesgo de presencia de gases y emanaciones tóxicas.
- ⦿ Riesgos asociados a la manipulación manual de cargas.
- ⦿ Riesgos relacionados con el arranque del mineral, principalmente derrabes y derrumbamientos.
- ⦿ Riesgos asociados a la caída desde diferentes alturas.
- ⦿ Riesgos asociados al sostenimiento de las labores.
- ⦿ Riesgo de incendio.
- ⦿ Riesgos relacionados con la utilización de explosivos.
- ⦿ Riesgos relacionados con la temperatura, humedad y ventilación de las labores.
- ⦿ Riesgos asociados a la iluminación insuficiente, ruido y vibraciones.
- ⦿ Riesgo de inhalación de polvo o de presencia de polvos explosivos.
- ⦿ Riesgos de origen psicosocial.



Cada una de las actividades llevadas a cabo por cualquier grupo de trabajadores puede llevar asociada la aparición de alguno de los riesgos enunciados anteriormente. En unas ocasiones, ciertos riesgos están presentes durante toda la jornada laboral, y en otras aparecerán de manera ocasional asociados a una tarea concreta.

Los Técnicos tienen como misión entre sus actividades analizar los peligros asociados a las tareas que desempeñan todos los operarios a su cargo. En los apartados que serán desarrollados en las páginas siguientes se describen algunas de las actividades correspondientes a diferentes tipos de minería, haciendo un recorrido por los riesgos más relevantes y las medidas preventivas a adoptar.

Estas tareas o actividades, junto a los principales riesgos que presentan, y las medidas más básicas tanto de prevención como de protección a adoptar, se enumeran a continuación:

- ⚙ Desplazamientos desde el exterior de mina (a través de caña de pozo, pozo plano o galería) hasta los tajos de explotación y/o zonas de trabajo.

- ⚙ Inspección de zonas de tránsito y acceso, tajos de explotación y/o zonas de trabajo; en particular:

- 📄 Inspección de las condiciones físicas y atmosféricas.

- 📄 Saneamiento:

- 🔗 Saneamiento en minería de carbón.

- 🔗 Saneamiento en minería de sales sódicas y potásicas.

- 🔗 Saneamiento en minería metálica y minerales industriales.

- 📄 Circulación.

- 📄 Trabajos de arranque (manual, mecanizado y con maquinaria móvil):

- 🔗 Trabajos de arranque en carbón.

- 🔗 Trabajos de arranque en sales sódicas y potásicas.

- 🔗 Trabajos de arranque con explosivos (perforación y voladura).





📁 Trabajos de carga y transporte:

- 🔗 Trabajos de carga y transporte en carbón.
- 🔗 Trabajos de carga en sales sódicas y potásicas.
- 🔗 Trabajos de carga en minería metálica y de minerales industriales.
- 🔗 Trabajos de transporte en minería de sales sódicas y potásicas y de minerales industriales.



📁 Acopio y vertido.

📁 Preparación de infraestructura.

📁 Trabajos de mantenimiento de la maquinaria móvil.

📁 Operaciones de repostaje de combustible de la maquinaria.

📁 Trabajos de mantenimiento de equipos e instalaciones fijas.

📁 Trabajos de mantenimiento de vías de circulación.

📁 Operaciones de remolque y transporte de equipos.

📁 Transporte y manipulación de explosivos.

📁 Instalaciones de energía (eléctricas, neumáticas, hidráulicas).

## 2.2. RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE PROTECCIÓN ASOCIADAS A LOS DESPLAZAMIENTOS HASTA LOS TAJOS DE EXPLOTACIÓN Y/O ZONAS DE TRABAJO

Tras alcanzar el interior de mina, bien por medio de un transporte vertical, embarcados en jaula, o por cualquier otro tipo de infraestructura de acceso según el tipo de explotación, se desplazan al lugar donde ejecutarán sus trabajos. Según los casos, los desplazamientos podrán ser más o menos largos, en función de las distancias que sea

necesario cubrir (recurriendo para hacerlo a diversos medios de transporte por galería, desde caminando, hasta en vehículos a motor), pudiendo incluso resultar mínimos o nulos en otros casos, en función del tipo de servicio o área a la que se encuentre adscrito el Técnico.

<b>DESPLAZAMIENTOS HASTA LOS TAJOS DE EXPLOTACIÓN Y/O ZONAS DE TRABAJO</b>	
<b>RIESGOS ASOCIADOS</b>	<b>MEDIDAS PREVENTIVAS Y/O DE PROTECCIÓN</b>
<p>Caída de lisos/costeros en tramos mal saneados.</p> <p>Caída de piedras procedentes de operaciones de carga/descarga.</p>	<p>Si se realiza el paso por algún lugar mientras se efectúa la carga de un camión por un minador o una pala, el personal que transite a pie evitará colocarse junto a la caja para evitar la posibilidad de que caiga alguna piedra o escombros de rebose.</p> <p>Se ordenará la señalización de las zonas donde se observen deficiencias o faltas de saneo y se programará el trabajo para asignar un equipo de saneo que proceda a la eliminación de fragmentos de roca inestables, evitando su desprendimiento intempestivo.</p> <p>Recordar que es obligatorio el uso del casco y del calzado de seguridad además de los materiales de protección específicos según el trabajo.</p> <p>Revisión de la capota de protección de los vehículos de personal.</p> <p>Controlar el estado de techo y hastiales a lo largo del recorrido y particularmente en los entronques de galerías o cámaras.</p>
<p>Contactos eléctricos al paso junto a lugares con equipos o instalaciones eléctricas.</p>	<p>Observar las indicaciones y señales del material eléctrico en zonas de paso.</p> <p>No tocar nunca los cables eléctricos que estén bajo tensión, salvo el personal autorizado, ni colgar o colocar o esconder objetos sobre ellos o en sus alrededores (en caso de duda no tocarlos).</p> <p>Prohibir maniobrar los vehículos frente a los transformadores, celdas y cofres de alimentación de energía eléctrica. En la circulación se prestará especial atención para evitar posibles roces con cables u otros elementos eléctricos, etc.</p>



<b>DESPLAZAMIENTOS HASTA LOS TAJOS DE EXPLOTACIÓN Y/O ZONAS DE TRABAJO</b>	
<b>RIESGOS ASOCIADOS</b>	<b>MEDIDAS PREVENTIVAS Y/O DE PROTECCIÓN</b>
<p>Inhalación de gases tóxicos o nocivos generados en incendios, explosiones o por combustión deficiente en los motores de los vehículos y maquinaria diésel.</p>	<p>Es obligatorio portar autorrescatador en interior de mina, controlando su buen estado y conservación en todo momento.</p> <p>Cuando sea necesario acceder a zonas desconocidas o abandonadas hay que contar con equipos de reconocimiento adecuados al peligro esperado.</p> <p>Ante la necesidad de tener que realizar alguna labor de tabicado, precisando acceder al interior de una galería de la cual se desconoce su estado de salubridad, se deberá disponer de equipo portátil de detección de gases y advertir de tales intenciones al personal a nuestro cargo o al resto del equipo de trabajo.</p> <p>Las zonas de peligro o abandonadas temporalmente deberán estar señalizadas convenientemente y sin que haya lugar a ningún género de duda de la prohibición de acceso.</p>
<p>Choques en cruces con otros vehículos.</p> <p>Accidentes por juegos en trabajo o durante el transporte.</p> <p>Caídas al subir o bajar de vehículos en marcha.</p> <p>No respetar las señalizaciones.</p> <p>Inexistencia de señalización.</p> <p>Fallos en la maquinaria móvil.</p> <p style="text-align: center;">(1/2)</p>	<p>Está totalmente prohibido subir o bajar de un vehículo en marcha.</p> <p>No colocarse detrás de máquinas de las que se sospeche que puedan hacer una maniobra de marcha atrás.</p> <p>Aunque el conductor de cualquier vehículo, cuando observe que hay personal circulando a pie, o en cruces y estrechamientos, o cuando el piso se encuentre en mal estado de conservación, mojado o con visibilidad reducida, debe reducir la velocidad y si es necesario detener su marcha, todo el personal que circule a pie extremará las medidas de seguridad por si no hubieran sido vistos.</p> <p>Evitar juegos, bromas o distracciones en los traslados, tanto a pie como en vehículos de personal. Deben prohibirse los juegos y bromas en el trabajo y durante los desplazamientos al mismo.</p> <p>Antes de salir o entrar de cualquier dependencia, es preciso asegurarse de que no se aproxime ningún vehículo que pudiera atropellarnos.</p> <p>No exceder el número máximo de ocupantes permitido en los vehículos de transporte de personal.</p>

### DESPLAZAMIENTOS HASTA LOS TAJOS DE EXPLOTACIÓN Y/O ZONAS DE TRABAJO

RIESGOS ASOCIADOS	MEDIDAS PREVENTIVAS Y/O DE PROTECCIÓN
<p>Choques en cruces con otros vehículos.</p> <p>Accidentes por juegos en trabajo o durante el transporte.</p> <p>Caídas al subir o bajar de vehículos en marcha.</p> <p>No respetar las señalizaciones.</p> <p>Inexistencia de señalización.</p> <p>Fallos en la maquinaria móvil. (2/2)</p>	<p>Para conducir vehículos por la explotación es necesario estar autorizado y además, antes de arrancarlo, será necesario hacer unas comprobaciones básicas (luces, frenos, niveles de aceite y gasoil, estado del extintor, etc.).</p> <p>Adaptar la velocidad al estado del vehículo y las galerías por las que circula.</p> <p>Observar los hastiales y el techo de la galería por dónde se circula.</p> <p>Disminuir la velocidad en los cruces con personal y maquinaria pesada, aunque se pueda tener prioridad de paso.</p> <p>La maquinaria pesada, en general, tendrá preferencia absoluta de paso respecto a los vehículos ligeros.</p> <p>Los vehículos ligeros que se encuentren con una máquina pesada se apartarán o retrocederán a zona segura para no interrumpir la circulación de dicha maquinaria.</p> <p>Si el vehículo ligero pudiera apartarse lo hará, a ser posible por el lado de la cabina de la máquina pesada para facilitar ser visto por el operador de ésta.</p> <p>Cuando una máquina pesada esté circulando por una pendiente se evitará la presencia de vehículos o personas pendiente abajo. Se apartarán en las zonas habilitadas a tal efecto.</p> <p>No se autoriza el adelantamiento de vehículos que estén circulando. Sólo se permite adelantar a otro vehículo si éste ha detenido su marcha y su conductor autoriza la maniobra.</p>
<p>Atrapamientos por llevar ropas y prendas de seguridad no adecuadas.</p> <p>Atrapamientos por paso sobre o bajo cintas transportadoras.</p>	<p>Está prohibido situarse o pasar sobre máquinas o cintas transportadoras en marcha. Si están paradas, sólo se pasará si se tiene control seguro sobre los dispositivos de bloqueo.</p> <p>Los pisos, las pasarelas y los pasillos de los lugares de trabajo, alrededor de las máquinas o en otros lugares donde una persona necesita pararse o caminar, deben dotarse de barandillas para evitar las caídas.</p> <p>No debe llevarse ropa suelta ni prendas que puedan ser enganchadas por elementos móviles en movimiento.</p>



<b>DESPLAZAMIENTOS HASTA LOS TAJOS DE EXPLOTACIÓN Y/O ZONAS DE TRABAJO</b>	
<b>RIESGOS ASOCIADOS</b>	<b>MEDIDAS PREVENTIVAS Y/O DE PROTECCIÓN</b>
<p>Caídas al mismo nivel debidas a:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Desorden y suciedad que dificultan el paso.</li> <li>Piso irregular, mojado, sucio o resbaladizo, en los vestuarios o su entorno.</li> <li>En la bajada al interior de mina.</li> </ul>	<p>Al circular a pie por las galerías de explotación se extremarán las precauciones al andar, ante la posibilidad de encontrar piedras, escombros caídos o zonas resbaladizas de rebose de los equipos de transporte, con las que se pueda tropezar o resbalar y caer, causando diversas lesiones.</p> <p>Las escaleras deberán ser antideslizantes, y el vuelo de éstas tendrá una terminación antideslizante.</p> <p>Para formar superficies antideslizantes pueden aplicarse pinturas, tirillas que tengan una base textil, aceros laminados y estriados, materiales abrasivos con pinturas, enrejillados, etc.</p> <p>Comprobar siempre que la iluminación de los lugares de paso sea lo más efectiva posible.</p> <p>Al subir y bajar en el skip hay que exigir tranquilidad y orden, obligando que se cierren las cortinas o cadenas.</p> <p>Los derrames de aceites u otras sustancias resbaladizas deben ser limpiados tan pronto como se produzcan, usando siempre materiales absorbentes no inflamables.</p> <p>Prestar atención a la presencia de suelos húmedos en la zona del vestuario, lampistería o embarques, que pueden provocar resbalar, tropezar y caer.</p> <p>Velar para que se mantenga en orden los lugares de trabajo. No permitir materiales, objetos ni herramientas abandonados en los lugares de paso.</p>
<p>Golpes o aplastamientos al paso por lugares donde se estén realizando maniobras.</p> <p>Golpes o aplastamientos por desplome de objetos situados o almacenados cerca de las áreas de trabajo.</p> <p>Choque o vuelco en tráfico por las galerías, debido a pendiente excesiva, obstáculos, fallos mecánicos o conducción imprudente.</p>	<p>Antes de realizar cualquier trabajo, y si es necesario en el acceso a éste, debe inspeccionarse detenidamente la zona, eliminando cualquier obstáculo potencial u objeto inestable.</p> <p>No cruzar por encima ni por debajo de cables tensados cuando se están realizando maniobras con ellos, o cuando son soportes de tensión de alguna máquina.</p> <p>En caso de tener que estacionar el vehículo, hacerlo en lugar seguro, donde no estorbe al trabajo ni a la circulación.</p>



### DESPLAZAMIENTOS HASTA LOS TAJOS DE EXPLOTACIÓN Y/O ZONAS DE TRABAJO

RIESGOS ASOCIADOS	MEDIDAS PREVENTIVAS Y/O DE PROTECCIÓN
<p>Problemas diversos debidos a la presencia de:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Personal no controlado.</li> <li>Personal fuera de horarios habituales.</li> <li>Personal en estado no satisfactorio, (embriaguez, enfermedad, accidente).</li> <li>Personal realizando labores de reparación o mantenimiento.</li> </ul>	<p>Respetar las normas, avisos y señales.</p> <p>Procurar no cruzarse en zonas en curva con máquinas o vehículos en marcha. Si no hay otra solución, deberá hacerse por el lado del conductor o por delante, asegurándose previamente de haber sido vistos por éste.</p> <p>Establecer procedimientos de control de accesos a las instalaciones adecuados y eficaces.</p> <p>No se permitirá la presencia de personal en aquellas las instalaciones donde se pueda comprometer la seguridad y salud del resto de los trabajadores, o la suya propia.</p>
<p>Atropellos en cruces con vehículos, o en operaciones de transporte, carga o descarga, debidos a falta de visibilidad.</p>	<p>Cuando un camión circule con la caja por delante, en el sentido de marcha, el personal que circule a pie extremará las precauciones, avisará de su presencia mediante señales (luminosas) y permanecerá en una zona protegido hasta ser autorizado a pasar, o haya pasado el camión.</p> <p>Cuando el camión circule con la caja por detrás, en el sentido de marcha, el personal que circule a pie le hará señales para asegurarse de que han sido vistos y que son autorizados a pasar.</p> <p>Al circular por la zona de explotación y/o inmediaciones de la zona de descarga, los vehículos de transporte de personal, encenderán el rotativo luminoso mientras permanezcan en ella, a fin de ser vistos en todo momento.</p> <p>La circulación a pie, por la galería de paso de camiones, se hará por el lado del hastial/paramento de situación del conductor, en función del sentido de marcha del camión, para facilitar ser vistos por el mismo.</p> <p>La circulación a pie, por zonas donde circulen maquinaria de carga o transporte, aunque sea en breves espacios de tiempo, se regulará por medio de una DIS u otra Norma Interna, debiendo ser limitada o prohibida en caso de que se puedan producir situaciones potencialmente peligrosas.</p>



DESPLAZAMIENTOS HASTA LOS TAJOS DE EXPLOTACIÓN Y/O ZONAS DE TRABAJO	
RIESGOS ASOCIADOS	MEDIDAS PREVENTIVAS Y/O DE PROTECCIÓN
<p>Lesiones por transporte inadecuado de materiales o de herramientas.</p> <p>Uso incorrecto de herramientas.</p>	<p>En la manipulación y transporte de materiales se deben portar siempre todos los EPIS preceptivos y obligar al personal al cargo a hacer lo propio.</p> <p>Procurar que las herramientas sean transportadas en bolsas especialmente diseñadas para ello.</p> <p>Conviene que todo el personal realice procesos formativos sobre manipulación correcta de herramientas manuales.</p> <p>En los vehículos no destinados a tal fin, debe prohibirse el transporte conjunto de materiales y personas.</p> <p>Herramientas y materiales deben transportarse en los lugares específicos del vehículo, nunca junto con los pasajeros. En todo caso, si por su forma o tamaño pueden moverse durante el trayecto, deberán ser inmovilizados convenientemente.</p>
<p>Efectos térmicos por cambios de la temperatura ambiental.</p>	<p>Utilizar la ropa adecuada para minimizar los efectos de los cambios de temperatura.</p>
<p>Sobreesfuerzos por exceso de carga recomendada.</p>	<p>En caso de transporte de materiales de peso excesivo o que no faciliten un buen agarre de forma manual, efectuar las operaciones entre dos o más personas, o encomendarlas a trabajadores adiestrados.</p>

## 2.3. RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE PROTECCIÓN ASOCIADAS A LA INSPECCIÓN DE ZONAS DE TRÁNSITO Y ACCESO, TAJOS DE EXPLOTACIÓN Y/O ZONAS DE TRABAJO

### 2.3.1. INSPECCIÓN DE LAS CONDICIONES FÍSICAS Y ATMOSFÉRICAS

Las condiciones de seguridad en las que se desarrolla el trabajo están ligadas a una inspección ocular rutinaria y mínima que es necesario llevar a cabo en cualquier lugar en el que se ejecuten tareas, sean de arranque, transporte, preparación, mantenimiento u otras actividades.



Los talleres donde se ejecutan gran parte de las tareas son lugares que entrañan riesgos para la seguridad y la salud, tanto por sus condiciones atmosféricas y físicas, como por el propio funcionamiento de equipos que causan la incorporación de sustancias peligrosas a la corriente de ventilación. Se hace por tanto imprescindible mantener el control sobre el entorno para evitar la generación de consecuencias adversas.

Al mismo tiempo, sin duda una de las molestias más habituales que se presentan en los trabajos en el interior de cualquier explotación minera tiene su origen en la existencia de un elevado grado de discomfort térmico. La atmósfera minera es generalmente agresiva, incluyendo entre sus propiedades que variables como la temperatura alcancen valores que pongan en riesgo la seguridad y salud de los operarios, contándose entre sus potenciales consecuencias la aparición de una elevada carga física.




Así mismo, la atmósfera de mina puede inducir riesgos debidos al carácter tóxico de alguno de los productos que de manera natural, o generados por las diferentes labores de explotación minera, se incorporan al caudal de ventilación. Dichas sustancias son susceptibles de provocar diversos problemas y situaciones potencialmente peligrosas durante la ejecución de los trabajos, que van desde una simple falta de visibilidad que incremente el riesgo de atropello, a la posibilidad de generar una explosión devastadora como consecuencia de su acumulación en concentraciones que conviertan la atmósfera en deflagrante ante una fuente de ignición adecuada.


En el ruido, y el carácter irreversible de las consecuencias de sus daños para la salud humana, encontramos otro ejemplo de esos riesgos que es necesario controlar, y que pasamos a exponer de manera sistematizada:





<b>INSPECCIÓN DE ZONAS DE TRÁNSITO Y ACCESO, TAJOS DE EXPLOTACIÓN Y/O ZONAS DE TRABAJO</b>	
<b>RIESGOS ASOCIADOS</b>	<b>MEDIDAS PREVENTIVAS Y/O DE PROTECCIÓN</b>
<p>Disconfort térmico causado por temperaturas extremas. Aparición de golpe de calor.</p>	<p>Evitar el consumo de cualquier tipo de bebidas alcohólicas y caféina antes de la entrada del relevo y durante el mismo.</p> <p>Adaptar el ritmo de trabajo al calor presente.</p> <p>Usar hábitos higiénicos alimenticios correctos.</p> <p>Administrar abundantes líquidos.</p> <p>Evitar estar inmóvil durante mucho rato. Moverse para facilitar el retorno venoso al corazón.</p> <p>Evitar el empleo de prendas de ropa que opriman.</p> <p>Prestar especial atención a la ventilación secundaria. Instalar si es necesario turbinas soplantes en el lugar de trabajo.</p> <p>Se proporcionará agua potable y se estimulará al personal por parte de los mandos a beber frecuentemente, al menos el equivalente a un vaso cada 15-20 minutos. Fomentar el consumo de bebidas isotónicas.</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>El personal no deberá trabajar aisladamente en los tajos durante períodos de tiempo largos a lo largo de la jornada.</p> <p>Donde el riesgo sea mayor, disponer de emisora o cualquier otro medio de comunicación en todo momento.</p>

## INSPECCIÓN DE ZONAS DE TRÁNSITO Y ACCESO, TAJOS DE EXPLOTACIÓN Y/O ZONAS DE TRABAJO

RIESGOS ASOCIADOS	MEDIDAS PREVENTIVAS Y/O DE PROTECCIÓN
<p>Explosión durante el transporte de explosivos o de productos inflamables.</p>	<p>Deberán cumplirse las normas generales del transporte.</p> <p>Se verificará que los vehículos para el transporte de explosivos cumplan las condiciones que se exigen en la correspondiente DIS de Explosivos.</p> <p>Se comprobará que el transporte de explosivos se lleve a cabo por parte de personal autorizado para el uso y manejo de los mismos.</p> <p>Durante el transporte de explosivos se prohíbe portar cualquier dispositivo de llama o sustancias inflamables.</p> <p>Los conductores de vehículos que transporten productos explosivos o inflamables no deben abandonar la cabina ni alejarse del vehículo, sin antes haber comprobado que la situación de la palanca del cambio de marcha corresponde a la velocidad más aconsejable, que el motor está parado, y accionado el freno de estacionamiento.</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>Los vehículos que transporten productos explosivos o inflamables no deben estacionarse en la proximidad de zonas de comedores u otras zonas destinadas al descanso del personal durante el relevo.</p>

INSPECCIÓN DE ZONAS DE TRÁNSITO Y ACCESO, TAJOS DE EXPLOTACIÓN Y/O ZONAS DE TRABAJO	
RIESGOS ASOCIADOS	MEDIDAS PREVENTIVAS Y/O DE PROTECCIÓN
<p>Atmósfera con proporciones peligrosas de oxígeno, monóxido de carbono, dióxido de carbono, gases nitrosos, gases que contienen azufre, etc.</p> <p>Presencia de fuegos.</p> <p>Polvo excesivo.</p> <p>Vapores de resinas, espumas, aceites y catalizadores.</p> <p>(1/2)</p>	<p>Cada trabajador estará obligado a portar consigo autorrescador, cuyo funcionamiento debe conocer y estar adiestrado en su uso.</p> <p>Para evitar la dispersión de fibras peligrosas en el aire respirado, es importante no formar nubes de polvo.</p> <p>Si se sospecha que se han estado realizando trabajos de aplicación de espumas proyectadas, se debe llevar en todo momento equipos de protección individual respiratoria. Estos equipos son necesarios para evitar que los contaminantes penetren en el organismo.</p> <p>En caso de observar que existen contaminantes en el área de trabajo, es muy importante delimitar la zona e impedir el acceso a la misma a todas aquellas personas que no lleven el equipo de protección adecuado: guantes, mascarilla, gafas, indumentaria cerrada, etc.</p> <p>Hay que procurar que en toda zona donde deba permanecer el personal, exista una buena ventilación, ni excesiva ni escasa. Con ello se evita la acumulación de contaminantes en el aire respirable.</p> <p>En ningún lugar de la mina habrá una velocidad de aire menor de 0,1 m/s ni superior a 8 m/s.</p> <p>En caso de observar vertidos de sustancias líquidas, conviene disponer de arena o serrín para neutralizarlos, cubriéndolos con alguno de estos materiales.</p> <p>Presta especial atención a los envases usados en operaciones de tabicado o empernado. Algunos catalizadores y endurecedores usados en espumas son corrosivos.</p>

## INSPECCIÓN DE ZONAS DE TRÁNSITO Y ACCESO, TAJOS DE EXPLOTACIÓN Y/O ZONAS DE TRABAJO

RIESGOS ASOCIADOS	MEDIDAS PREVENTIVAS Y/O DE PROTECCIÓN
<p>Atmósfera con proporciones peligrosas de oxígeno, monóxido de carbono, dióxido de carbono, gases nitrosos, gases que contienen azufre, etc.</p> <p>Presencia de fuegos.</p> <p>Polvo excesivo.</p> <p>Vapores de resinas, espumas, aceites y catalizadores.</p> <p style="text-align: center;">(2/2)</p>	<p>En caso de detectar una sustancia peligrosa en el ambiente, es necesario dejar ventilar la zona, restringiendo el paso a la misma.</p> <p>Asegurarse de tener una ventilación suficiente cuando se arrancan los equipos, especialmente en zonas de ventilación secundaria o en culatones aislados de la ventilación principal.</p> <p>Ante un conato de incendio, apagar el motor de la máquina e intentar sofocarlo con extintores o los medios que en ese momento se disponga, siguiendo en todo momento el procedimiento establecido en el Plan de Emergencia/Autoprotección, o norma interna.</p> <p>No permitir que nadie coma ni beba cuando esté trabajando con espumas aislantes.</p> <p>En caso de contacto de una sustancia irritante con los ojos, lavar éstos con abundante agua.</p> <p>Observar cualquier síntoma que se puede presentar en algún trabajador; tales como dolor de cabeza, vértigo y anomalías del sistema nervioso. En caso de duda, repetir las mediciones de posibles sustancias tóxicas o nocivas.</p> <p>Si han de manejarse productos químicos, leer siempre las FDS de producto, tanto para aceites, como para espumas, resinas y catalizadores.</p> <p>Comprobar el estado de la ventilación primaria o secundaria según el caso.</p> <p>Comprobar que las máquinas con motor de combustión vierten los humos procedentes del escape en la ventilación principal, y en caso necesario instalar turbinas de ventilación secundaria para evitar la acumulación de gases.</p> <p>Vigilar y hacer cumplir los límites de exposición a los diferentes gases en el interior de mina, establecidos por el RGNBSM, tanto para jornada completa como para períodos cortos.</p>



INSPECCIÓN DE ZONAS DE TRÁNSITO Y ACCESO, TAJOS DE EXPLOTACIÓN Y/O ZONAS DE TRABAJO	
RIESGOS ASOCIADOS	MEDIDAS PREVENTIVAS Y/O DE PROTECCIÓN
Falta de visibilidad	<p>La iluminación deberá ser suficiente, evitándose zonas con elevados contrastes que puedan cegar al personal. En caso necesario dotarse de iluminación suplementaria además de la lámpara de mina.</p> <p>Ciertos obstáculos pueden entorpecer la visibilidad, provocando riesgo de tropezar con otros objetos presentes durante los desplazamientos. Debe eliminarse cualquier elemento susceptible de generar un accidente por esa causa.</p> <p>Procurar no cruzarse en zona de curvas con máquinas o vehículos en marcha. Si no hay más remedio deberá hacerse por el lado del conductor o por delante, previo aseguramiento de que nos ha visto.</p> <p>Cuando no se tenga una visibilidad completa que permita maniobrar con seguridad, será necesario contar con la colaboración de otra persona que dirija la operación.</p>
Exceso de ruido procedente de máquinas- herramientas	<p>Los efectos del ruido sobre los trabajadores producen lesiones auditivas irreversibles. La reducción de los niveles de ruido debe basarse en los principios fundamentales de la Ley de Prevención de Riesgos laborales, desarrollados más específicamente en el RD 286/2006 sobre protección de los trabajadores frente al ruido, y no en el uso generalizado de EPIs.</p> <p>En el caso de tener que recurrir al uso de EPIs, los trabajadores deben tener una formación e información sobre la correcta utilización de los mismos, la realización de su mantenimiento, los niveles de ruido a los que están expuestos y la atenuación que éstos les proporcionan, y los efectos sobre su salud.</p> <p>La maquinaria debe cumplir con las exigencias del RD 1644/2008 sobre máquinas.</p> <p>Emplear, y obligar a ser usados cuando así proceda, equipos de protección adecuados y efectivos para los niveles de ruido presentes en los diferentes puestos y lugares de trabajo.</p>



## 2.3.2. SANEAMIENTO

Con carácter previo al inicio de los trabajos en los diferentes talleres ha de realizarse una revisión inicial por parte del responsable de la labor, quien determinará la necesidad de realizar el saneo, seleccionando para ello la maquinaria, herramientas o útiles adecuados, y destinando aquellos trabajadores con la experiencia necesaria para ejecutar las operaciones de saneo.

No llevar a cabo esta tarea puede ocasionar riesgos de caída de lisos/costeros y rocas, riesgos de derrabes de mineral, o provocar caídas al vacío por una insegura colocación del andamio.

En atención a una mejor presentación de la información, dado que estas situaciones difieren sensiblemente según el tipo de minería a la que nos refiramos, procederemos a efectuar una subdivisión básica, en los siguientes términos:

- Saneamiento en minería de carbón.
- Saneamiento en minería de sales sódicas y potásicas.
- Saneamiento en minería metálica, de minerales industriales y rocas ornamentales.



### 2.3.2.1. Saneamiento en minería del carbón

Resulta muy importante tener siempre presente que el control de una buena operación de saneo depende en gran parte del buen resultado de los trabajos en el taller de arranque. Por ello es necesario realizarla en el momento de llegar a la labor y también de manera continuada durante toda la jornada.

Conviene apoyarnos en todas las informaciones que nos aporten los sentidos corporales, vista, oído y tacto, pero teniendo en cuenta que toda información siempre será incompleta.



SANEOS EN MINERÍA DEL CARBÓN	
RIESGOS ASOCIADOS	MEDIDAS PREVENTIVAS Y/O DE PROTECCIÓN
Lesiones traumáticas por caídas desde altura, torceduras y otras lesiones.	<p>Mantener la zona de trabajo libre y despejada de obstáculos.</p> <p>Colocar andamios y tableros de protección donde sea necesario.</p> <p>Observar el estado de la entibación de la zona donde nos coloquemos.</p>
Derrabes, golpes con costeros o con masas de carbón,.	<p>Para sanear, situarse en los lugares que aparenten ser más seguros y estables, y siempre fuera de la vertical del costero.</p> <p>Observar el estado de la entibación donde vamos a colocarnos, y la de la zona que vamos a sanear.</p> <p>Ante la duda de que un costero pueda caer, sanearlo, incluso los de pequeño tamaño.</p> <p>Si un costero es dudoso y no se puede tirar hay que postearlo provisionalmente.</p> <p>Obligar a sanear la labor de forma continuada durante todo el relevo.</p> <p>No retirar más material del necesario dado que se puede ocasionar mayor inestabilidad en los hastiales y provocar la aparición de derrabes.</p>
Aprisionamiento entre materiales o mampostas por derrabes.	<p>No retirar ningún tipo de enrachonado o de mamposta hasta comprobar que no sirven de sujeción a ningún costero o bloque de carbón.</p> <p>No sanear desde dentro de la canoa o lugares de donde no se pueda salir en caso de necesidad.</p>
Inhalación de grisú por derrabes.	<p>Durante las operaciones de saneo del frente efectuar mediciones con el detector de metano.</p>
Golpes con costeros no evacuados del muro.	<p>Emplear el tiempo necesario en las labores de saneo. Ir evacuando los costeros saneados para evitar apiles que puedan caer sobre otros trabajadores situados en puntos por debajo del taller, o provocar tropiezos con los mismos.</p>

SANEO EN MINERÍA DEL CARBÓN	
RIESGOS ASOCIADOS	MEDIDAS PREVENTIVAS Y/O DE PROTECCIÓN
Tropiezos de la barra de saneo contra la entibación y golpes por proyección de la barra contra el operario.	Utilizar varillas de saneo de longitud adecuada (ni muy largas que provoquen tropiezos con hastiales u objetos, ni muy cortas que no permitan mantener una distancia de seguridad), y de resistencia suficiente para permitir una buena sujeción.  Es necesario cerciorarse de que el costero que se va a tirar no pueda provocar accidentes al rebotar cuando caiga sobre el suelo.
Sobreesfuerzos por malas posturas al ejecutar la labor de saneo.	Utilizar barras de saneo de longitud y peso adecuadas.  Colocarse en posición estable, con los pies bien afianzados.  Tantear antes de golpear el costero, y prever el posible efecto del desprendimiento brusco como consecuencia del golpeo.

### 2.3.2.2. Saneo en minería de sales sódicas y potásicas

En el caso de esta clase de explotaciones el saneo reviste aún condiciones de mayor riesgo que en otras mineras subterráneas, como consecuencia de las características propias de estos yacimientos, lo cual trae aparejada la necesidad de potenciar los métodos y procedimientos de trabajo para efectuar estas labores bajo condiciones de seguridad, siendo muy habitual que en tales explotaciones se constituyan equipos y operen trabajadores específicamente entrenados para la ejecución de esta clase de operaciones, agrupados en los que frecuentemente se conoce como “brigadas de saneo”.

Del mismo modo, los métodos operatorios para llevar a cabo el saneo van a depender de diversas circunstancias, pudiendo recurrirse a técnicas de saneo manual como se ha visto para el caso del carbón, mediante varilla o barra; con barrenos y explosivos; con la ayuda de un camión cesta o manipuladora dotada de cesta; recurriendo al empleo de máquinas saneadoras; con perforadoras manuales; empleando martillos picadores; etc. Sea cual sea el sistema empleado, sus respectivos métodos operatorios habrán de encontrarse ampliamente regulados siguiendo las normas establecidas en cada caso por los responsables del Servicio de Prevención.

Independientemente del sistema de saneo que se practique, los encargados de esta labor han de ser personas expertas e instruidas por el personal de Seguridad para el reconocimiento y saneo con los útiles que sean precisos.





En el caso de saneos mecanizados, durante el funcionamiento de la máquina de saneo la tarea de los Técnicos consistirá principalmente en la revisión y control de la labor, mediante su presencia o las visitas necesarias a los tajos, y en la transmisión de instrucciones a los mandos directos responsables de la brigadas de saneo o incluso al operador de la máquina.

La máquina saneadora es una herramienta muy voluminosa y exige para su funcionamiento grandes cavidades y firmes hastiales, donde a menudo realizarán simultáneamente sus trabajos otra maquinaria, tanto de carga como de arranque o transporte.

Este sistema consiste en una máquina automotora dotada de un brazo telescópico y articulado, provisto de una pica de accionamiento hidráulico que por empuje o por percusión sanea las superficies dudosas. Su uso está restringido a personal entrenado que esté en posesión de la correspondiente autorización administrativa para el manejo de maquinaria de interior.

Para su utilización, antes de iniciar los trabajos, ha de hacerse una exhaustiva inspección visual orientada a determinar el tramo que se pretende sanear, y ha de señalizarse convenientemente la zona, tanto por delante como por detrás, para evitar colisiones con otra maquinaria o vehículos que puedan estar operando en su proximidad, o simplemente para poder alejarse deprisa en caso de riesgo inminente de desprendimiento del liso a sanear.

El hecho de que un operario efectúe el manejo de la máquina desde una cabina de control exige que vaya dotada de un sistema de brazos estabilizadores que deben estar extendidos y apoyados mientras duren los trabajos.

Todas estas operaciones pueden generar situaciones de riesgo que el Técnico debe controlar en todo momento para evitar daños al personal y que tampoco la maquinaria e instalaciones resulten deterioradas.

El riesgo de caída de lisos es, como es evidente, el de mayor importancia por encontrarse en una zona de techos o paramentos deteriorados, por lo que después de una parada, y antes de comenzar los trabajos, es necesario inspeccionar los techos, paramentos y pilas de acopio, asegurándose de que no existen lisos o rocas inestables y ordenando, en caso necesario, su saneo.

Veamos qué medidas han de ponerse en práctica para mantener los riesgos bajo control.


**SANEAMIENTO EN MINERÍA DE SALES SÓDICAS Y POTÁSICAS**

RIESGOS ASOCIADOS	MEDIDAS PREVENTIVAS Y/O DE PROTECCIÓN
<p>Caída de lisos en tramos mal saneados.</p> <p>Caída de piedras procedentes de secciones mal perfiladas.</p> <p>Caída de lisos sobre la máquina o los operarios.</p> <p>Caídas de lisos por interferencias entre equipos de saneo.</p> <p>Caída de lisos por mala elección del útil de saneo.</p> <p>Atrapamiento de operarios entre rocas procedentes de saneo, especialmente en pozos.</p> <p>Atrapamientos al sanear con martillo picador.</p> <p>(1/3)</p>	<p>Cumplir con todas las normas de mantenimiento y conservación.</p> <p>Actuar estrictamente a lo especificado en las correspondientes DIS en cuanto a los trabajos a realizar con la máquina saneadora.</p> <p>Comprobar que los útiles de saneo estén siempre en perfecto estado y en las condiciones de realizar el trabajo que se les asigne.</p> <p>Comprobar, una vez terminado el trabajo, que tanto los elementos como los útiles de saneo no hayan sufrido deterioros durante la ejecución del mismo. En caso contrario, proceder a subsanar tal anomalía.</p> <p>No se realizarán labores de saneo si no es en presencia de dos trabajadores al menos.</p> <p>Prestar atención a cualquier desprendimiento de piedras de pequeño tamaño, incluso de tipo granular, pues puede ser señal de un desprendimiento repentino de lisos o rocas.</p> <p>Antes de iniciar el saneo estudiar la zona y emplazar la máquina en lugar y forma segura tras una inspección rigurosa del entorno.</p> <p>No sanear con el brazo verticalmente, pues puede caer un liso encima de la máquina.</p> <p>Al sanear un liso comprobar que no pueda provocar la caída de otro.</p> <p>No retirar más material del necesario, pues se puede ocasionar mayor inestabilidad en los hastiales y provocar la aparición de nuevos lisos.</p> <p>Al sanear un liso de una longitud importante, empezar siempre por un extremo y nunca por el centro.</p> <p>Al efectuar el saneo no colocar la máquina en situación inestable. Siempre se emplazará a una distancia suficiente para que en caso de caída del liso no pueda alcanzar al operador de la máquina o su ayudante.</p> <p>Al ir avanzando la máquina asegurarse previamente de permanecer en la zona saneada.</p>



SANEOS EN MINERÍA DE SALES SÓDICAS Y POTÁSICAS	
RIESGOS ASOCIADOS	MEDIDAS PREVENTIVAS Y/O DE PROTECCIÓN
<p>Caída de lisos en tramos mal saneados.</p> <p>Caída de piedras procedentes de secciones mal perfiladas.</p> <p>Caída de lisos sobre la máquina o los operarios.</p> <p>Caídas de lisos por interferencias entre equipos de saneo.</p> <p>Caída de lisos por mala elección del útil de saneo.</p> <p>Atrapamiento de operarios entre rocas procedentes de saneo, especialmente en pozos.</p> <p>Atrapamientos al sanear con martillo picador.</p> <p>(2/3)</p>	<p>Antes de comenzar el saneo inspeccionar la zona a sanear, de manera que ningún otro liso oculto pueda caer y ocasionar un accidente.</p> <p>Como mando responsable puede corresponder al Técnico establecer la distancia mínima entre cada equipo de saneo.</p> <p>Si se emplean medios manuales la posición de los útiles debe ser tal que evite, por la dirección del mismo, la caída de la piedra siguiente.</p> <p>Extremar las precauciones en las capas de carnalita.</p> <p>Usar siempre el elemento de saneo adecuado a la altura y a las dimensiones del bloque a sanear.</p> <p>Para sanear con martillo picador, apuntalar previamente o coser el liso, pues la trepidación del martillo puede hacerlo caer.</p> <p>Cuando la cuchara de la pala cargadora se emplee como elemento de saneo, es conveniente la presencia de un mando responsable que oriente sobre la posición de la máquina y el liso. Cuando los trabajos de este tipo sean ejecutados por una brigada de seguridad, uno de los integrantes, experimentado en este tipo de trabajo, podrá ser quien oriente y dirija la operación.</p> <p>Para barrenar un liso falso es preciso apuntalarlo previamente; esta labor es imprescindible cuando se trabaje con martillo picador o taladro mecánico.</p> <p>En el saneo con barra, antes de meter la barra, tantear el liso para hacerse una idea de sus dimensiones. No precipitarse, y no tocar nunca un liso colocándose debajo del mismo.</p> <p>Para efectuar el saneo manual no colocarse nunca sobre piedras o escombros inestables.</p> <p>Señalizar bien los accesos a la zona a sanear para impedir el paso a personas o vehículos.</p> <p>Cuando por necesidades del trabajo sea necesario enviar varios equipos de saneadores, el saneo a efectuar estará coordinado por un mando y sobre el mismo tajo no podrá trabajar más de un equipo.</p>

**SANEO EN MINERÍA DE SALES SÓDICAS Y POTÁSICAS**

RIESGOS ASOCIADOS	MEDIDAS PREVENTIVAS Y/O DE PROTECCION
<p>Caída de lisos en tramos mal saneados.</p> <p>Caída de piedras procedentes de secciones mal perfiladas.</p> <p>Caída de lisos sobre la máquina o los operarios.</p> <p>Caídas de lisos por interferencias entre equipos de saneo.</p> <p>Caída de lisos por mala elección del útil de saneo.</p> <p>Atrapamiento de operarios entre rocas procedentes de saneo, especialmente en pozos.</p> <p>Atrapamientos al sanear con martillo picador.</p> <p>(3/3)</p>	<p>Cuando se emplee la cuchara de la pala como contenedor debajo de un liso para proteger las instalaciones, el conductor debe estar fuera de la pala y alejado de su radio de acción.</p> <p>La barra debe tener la suficiente longitud para poder emplearla sin necesidad de acercarse a la posible zona de caída del liso.</p> <p>Cuando se sanee en pozos, hacerlo siempre de arriba hacia abajo y utilizar arnés de seguridad.</p> <p>Antes de sanear con el martillo picador hay que comprobar con la barra de saneo que el liso está sujeto. Si hubiera duda de su estabilidad hay que hacer una sujeción previa mediante un cosido al terreno firme, y si se precisa andamio éste deberá colocarse fuera de la posible trayectoria del liso.</p> <p>Sanear siempre hacia el punto dónde esté sujeto, avanzando por tanto siempre bajo firme.</p>  <p>Realizado el saneo debe revisarse el estado en que queda la zona saneada para evitar nuevas caídas de lisos.</p> <p>Si se considera necesario, el mando correspondiente dispondrá su realización por la Brigada de Seguridad o la máquina de saneo, tomando hasta entonces las medidas oportunas.</p>

<b>SANEO EN MINERÍA DE SALES SÓDICAS Y POTÁSICAS</b>	
<b>RIESGOS ASOCIADOS</b>	<b>MEDIDAS PREVENTIVAS Y/O DE PROTECCION</b>
<p>Rotura de cables eléctricos y tuberías de agua en operaciones de saneo</p>	<p>No tocar ni rozar cables eléctricos. Asegurarse siempre de que se ha eliminado la tensión en los cables que crucen zonas a sanear. Avisar antes al personal de Mantenimiento Eléctrico para apartarla y, si es preciso, cortar la corriente y retirar los cables.</p> <p>Al sanear en alguna zona en que esté ubicada una instalación eléctrica se tiene que extremar el cuidado del saneo. Si se observa que pueda afectar a las instalaciones se debe comunicar al mando correspondiente.</p> <p>En el caso de líneas eléctricas tendidas por paramentos/hastiales, para retirar la instalación o apartarla definitiva o temporalmente con motivo del saneo, se revisarán previamente las zonas y en aquéllas en que haya peligro de desprendimiento de lisos se retirarán los cables eléctricos con la ayuda de una pértiga que evite el contacto.</p> <p>Queda prohibido realizar conexiones o manipulaciones sobre elementos eléctricos al personal que no esté autorizado para ello.</p> <p>No tirar con explosivos un liso cerca de cables de alta tensión.</p> <p>Antes de comenzar el trabajo, cuando se utilicen cables eléctricos para la alimentación eléctrica del taladro (potro), comprobar previamente su buen estado, así como el de sus terminales o enchufes.</p>
<p>Golpes por posición incorrecta de los trabajadores o de las máquinas durante el saneo.</p> <p>Proyecciones de impurezas o de fragmentos de roca.</p>	<p>En aquellas labores en que exista riesgo de proyecciones se usarán gafas de protección.</p> <p>Entre cada equipo de saneo la distancia mínima será fijada por el mando responsable.</p> <p>Si se emplean medios manuales la posición de los útiles debe ser tal que evite, por la dirección del mismo, la caída de la piedra siguiente.</p> <p>Prestar atención al purgar mangueras o tuberías, ya que hay peligro de resultar lesionado por las impurezas que arrastra el aire comprimido. Usar en este caso gafas de seguridad.</p>

**SANEO EN MINERÍA DE SALES SÓDICAS Y POTÁSICAS**

<b>RIESGOS ASOCIADOS</b>	<b>MEDIDAS PREVENTIVAS Y/O DE PROTECCION</b>
<p>Golpes por el propio elemento de saneo.</p> <p>Utilización incorrecta de los elementos de saneo.</p> <p>Tropiezos de la barra de saneo contra la entibación o los equipos, y golpes por proyección de la barra contra el operario.</p>	<p>Emplear siempre el elemento de saneo adecuado a la altura y a las dimensiones del bloque a sanear.</p> <p>En las varillas de saneo el extremo más próximo al operador no debe ser cortante ni punzante como el de ataque sino redondeado.</p> <p>La barra debe tener la suficiente longitud para poder mantenerse alejado de la zona de caída del liso.</p>
<p>Sobreesfuerzos por malas posturas al ejecutar la labor de saneo.</p>	<p>No efectuar manipulaciones incorrectas de materiales y usar si es necesario faja lumbostato para evitar sobreesfuerzos y malas posturas.</p>
<p>Golpes por caída de piedras o lisos, y por rebote de los lisos al caer.</p> <p>Desplome de lisos sobre el trabajador o en su proximidad por inexistencia o deficiencias en el saneo de techos o paramentos.</p>	<p>A la entrada del relevo es obligatorio observar el estado de los techos y paramentos en toda el área de trabajo, procediendo a su saneo si es necesario</p> <p>En las zonas donde el mando correspondiente observe que el saneo reviste especial peligro:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Prohibirá la entrada de personal.</li> <li>b) Lo pondrá inmediatamente en conocimiento de su mando superior, para tomar las medidas oportunas.</li> </ul> <p>Una vez saneada la zona se debe inspeccionar el estado de techo y paramentos en ambos sentidos de circulación.</p> <p>Extremar la vigilancia de techos y paramentos en los cambios de estación y meteorológicos bruscos.</p> <p>Antes de comenzar el saneo inspeccionar la zona a sanear, de manera que ningún otro liso oculto pueda caer y ocasionar un accidente.</p> <p>No tocar nunca un liso colocándose debajo del mismo.</p> <p>En la zona a sanear hay que situarse en un lugar seguro contra las caídas de piedras y contra las rodaduras o rebotes de las mismas.</p>



SANEAMIENTO EN MINERÍA DE SALES SÓDICAS Y POTÁSICAS	
RIESGOS ASOCIADOS	MEDIDAS PREVENTIVAS Y/O DE PROTECCIÓN
<p>Aprisionamiento entre el minador o las paredes de la galería por caída de lisos al sanear con la piña.</p> <p>Atrapamiento por cualquier desplazamiento inesperado de la máquina o de alguna de sus partes móviles (brazo, piña, etc.)</p>	<p>Cuando la corona del minador se emplee como elemento de saneo debe acompañarse de un mando responsable que oriente sobre la posición de la máquina y el liso, salvo en el caso de la brigada de seguridad en la que uno de sus integrantes, experimentado en este tipo de trabajo, será quien oriente y dirija la operación.</p> <p>Evitar colocarse de forma que en caso de rebote de piedras sobre el minador éstas puedan alcanzar a los saneadores.</p> <p>Mantener una distancia prudencial a las articulaciones del minador mientras se trabaja con la barra de saneo en sus inmediaciones.</p>
<p>Lesiones traumáticas por caída al vacío. Torceduras.</p>	<p>Al circular por la zona de saneo, prestar atención al estado del piso, líneas eléctricas, tuberías, etc. para evitar caídas o golpes.</p> <p>Al efectuar el saneo manual no colocarse nunca sobre piedras o escombros inestables.</p> <p>Cuando sea necesario el uso de andamios o caballetes éstos han de ser sólidos y estables; de igual manera los tabloneros de la plataforma deben permanecer unidos y fijados por clavos o cuerdas, y disponer de barandillas y rodapiés.</p> <p>No colocarse en la vertical del liso, ni tampoco muy separados, pues hay peligro de caerse al desprenderse el liso o si falla el golpe.</p> <p>Es fundamental comprobar que la persona que vaya a sanear se coloque en situación absolutamente estable.</p>
<p>Aplastamientos o golpes por invasión de la zona de saneo.</p>	<p>Señalizar bien los accesos a la zona a sanear para advertir a personas o vehículos que pudieran aproximarse a la misma.</p>
<p>Desplome de lisos sobre los operarios o en su proximidad por deficiencia del saneo y perfilado de la sección.</p> <p>Golpes por sacar la cabeza fuera de la protección de la cabina de la máquina saneadora o el minador.</p>	<p>Dar las órdenes oportunas para que durante el rozado se deje el techo abovedado.</p> <p>En caso de que se practiquen rebajes tener cuidado con las alturas; vigilar que no se dejen bigoterías. Se deben eliminar situando el minador frente a ellas para hacer más fácil su rozado.</p> <p>Considerar siempre que no deben quedar lisos aislados en techos y paramentos.</p> <p>Dar instrucciones para evitar que la máquina golpee contra el frente. Para ello el minador debe aproximarse al frente lentamente y con la piña girando.</p>




**SANEO EN MINERÍA DE SALES SÓDICAS Y POTÁSICAS**


<b>RIESGOS ASOCIADOS</b>	<b>MEDIDAS PREVENTIVAS Y/O DE PROTECCION</b>
<p>Desorden y suciedad que dificultan el saneo.</p> <p>Desorden y suciedad que dificultan el paso. Pisadas sobre obstáculos</p> <p>Caídas en piso irregular y resbaladizo.</p> <p>Caídas al subir y bajar de la cabina.</p>	<p>Si se han de realizar trabajos sobre la mesa de recogida del minador se la debe cubrir de escombro o mineral, o trabajar desde fuera si es posible, para evitar resbalones.</p> <p>Al circular por la zona de saneo prestar atención al estado del piso, presencia de líneas eléctricas o tuberías tendidas por el suelo, etc. para evitar caídas o golpes.</p>
<p>Vuelco de la máquina de saneo o de la cesta elevadora (montada en manipuladora telescópica u otro equipo) por falta de estabilidad.</p>	<p>Prohibir el accionamiento, así como subirse a la cesta, sin antes comprobar que los brazos estabilizadores están firmemente apoyados en el suelo.</p>
<p>Proyección de piedras entre las ruedas.</p> <p>Rebote de rocas.</p>	<p>Prestar atención al encontrarse cerca de la máquina cuando circule ya que las ruedas pueden despedir piedras.</p> <p>Cuando la cuchara de la pala cargadora se emplee como elemento de saneo mantener la máxima atención, ya que puede producirse el rebote de piedras sobre la pala o sobre los neumáticos, alcanzando a los saneadores.</p> <p>Prohibir el paso de cualquier persona bajo la cesta cuando se esté saneando desde la misma.</p>
<p>Explosiones por transporte inadecuado o uso incorrecto de explosivos.</p>	<p>Prohibir el transporte de explosivos y detonadores en la máquina de saneo.</p> <p>En la utilización de explosivos hacer cumplir la DIS que la empresa tenga establecida al respecto.</p> <p>La supervisión y dirección de cualquier labor de saneo donde se utilice explosivo se ha de realizar siempre bajo las órdenes de un mando responsable, tanto en la ejecución de los barrenos, como en la carga y detonación del explosivo que sea necesario.</p>






<b>SANEO EN MINERÍA DE SALES SÓDICAS Y POTÁSICAS</b>	
<b>RIESGOS ASOCIADOS</b>	<b>MEDIDAS PREVENTIVAS Y/O DE PROTECCION</b>
<p>Choques contra otros vehículos.</p>	<p>Penetrar con precaución en zonas de polvo o con poca visibilidad en general, pues pueden ocultar un obstáculo, una señal u otra máquina.</p> <p>La velocidad máxima de circulación será en general de 20 km/h, reduciéndose cuando transite personal a pie, así como en zonas de poca visibilidad.</p> <p>Se respetarán las normas generales de circulación en interior de mina recogidas en la normativa interna del centro de trabajo.</p> <p>En caso de falta de visibilidad se recurrirá a un señalista que guíe al maquinista desde lugar seguro.</p> <p>Es obligatorio estacionar adecuadamente la máquina, donde no impida el paso de otros vehículos, dejando la pluma bajada y apoyada sobre el suelo.</p> <p>En caso de estacionar la máquina en una pendiente será obligatorio orientar las ruedas hacia el paramento más cercano al vehículo.</p>
<p>Golpes contra partes fijas del equipo por circular de pie.</p> <p>Golpes por barrenado manual en terrenos falsos.</p>	<p>Durante la marcha permanecer sentados y comprobar periódicamente los aparatos de control. Durante las operaciones de saneo no soltar las manos de los órganos de mando y accionamiento.</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>Al perforar con maquinillas manuales sujetar bien la maquinilla, pues en los terrenos falsos es fácil que se gire debido a las grietas.</p>

**SANEO EN MINERÍA DE SALES SÓDICAS Y POTÁSICAS**

RIESGOS ASOCIADOS	MEDIDAS PREVENTIVAS Y/O DE PROTECCION
<p>Caídas al subir o bajar de la máquina de saneo o durante la ejecución de maniobras.</p> <p>Caídas de personal transportado en la máquina.</p> <p>Caídas desde andamios mal montados.</p>	<p>Utilizar las agarraderas y los estribos para subir o bajar de la máquina, prestando la máxima atención al hacerlo, especialmente si la suela del calzado o las manos pudieran estar impregnados de grasa o aceite.</p> <p>No saltar nunca para bajarse de la máquina.</p> <p>No transportar en la máquina otro personal ajeno al operador.</p> <p>Cuando sea necesario el uso de andamios éstos han de ser sólidos y estables; los tablonos de la plataforma deben permanecer unidos y fijados por clavos o cuerdas, y han de disponer de barandillas y rodapiés.</p> <p>En caso de empleo de andamios no se colocarán en la vertical del liso, ni tampoco muy separados, pues hay peligro de caerse al desprenderse el liso, o si falla el golpe.</p> <p>En ningún caso se deberán utilizar partes de la máquina como elementos de apoyo para ganar altura.</p> <p>No permitir suplementar la cesta con escalas o plataformas para aumentar su altura o radio de acción.</p> <p>Prohibir acceder o salir de la cesta cuando ésta se encuentra en posición elevada.</p> 

### SANEO EN MINERÍA DE SALES SÓDICAS Y POTÁSICAS

RIESGOS ASOCIADOS	MEDIDAS PREVENTIVAS Y/O DE PROTECCION
<p>Atropellos por manejo de la máquina por personal no autorizado.</p> <p>Atropello de personal situado en las inmediaciones del equipo.</p>	<p>Los operadores de la máquina de saneo deben contar con el carnet de operador de maquinaria de interior expedido por la Autoridad Minera.</p> <p>Antes de arrancar la máquina comprobar que nadie se encuentra en su radio de acción.</p> <p>Antes de abandonar la cabina se apoyará su brazo de ataque en el suelo, se detendrá el motor; se accionará el freno de estacionamiento, se colocarán los mandos en posición neutra, y se retirará la llave de contacto.</p>  <p>Antes de abandonar la cabina el operador, deberá bloquear el vehículo ante el uso por personas no competentes y frente a movimientos incontrolados. Si la parada va a ser prolongada se desconexionará el sistema de arranque eléctrico.</p> <p>Antes de iniciar la conducción se deberá comprobar el funcionamiento del sistema de dirección, del freno de servicio, del freno de estacionamiento, de la iluminación y de los instrumentos de control.</p> <p>Antes de arrancar el motor comprobar que todos los mandos están en posición neutra, para evitar puestas en marcha imprevistas.</p>

### 2.3.2.3. Saneo en minería metálica, de minerales industriales y rocas ornamentales

En general este saneo guarda importantes analogías con el descrito en el apartado anterior, por lo que tan sólo nos limitaremos a revisar aquellos aspectos que pudieran presentar ciertas diferencias destacables.

SANEOS EN MINERÍA METÁLICA, DE MINERALES INDUSTRIALES Y ROCAS ORNAMENTALES	
RIESGOS ASOCIADOS	MEDIDAS PREVENTIVAS Y/O DE PROTECCIÓN
<p>Golpes o aplastamientos de personal ajeno a la operación de saneo por entrada en la zona de influencia de las labores.</p>	<p>Señalizar el área de trabajo con carteles o rótulos del tipo <i>No pasar. Zona sin saneo</i>, o similares.</p>  <p>Considerar concluido el saneo preliminar hasta donde sea posible, restringiendo la entrada a personal ajeno con cinta de balizaje.</p> <p>Una vez concluido el saneo dejar el útil empleado para ello en su lugar establecido y retirar la cinta de balizaje.</p>
<p>Desprendimientos intempestivos por existencia de grietas ocultas por polvo procedente de disparos.</p>	<p>Lavar el área de influencia del disparo para lograr la eliminación del polvo y la localización de potenciales grietas.</p>

<b>SANEO EN MINERÍA METÁLICA, DE MINERALES INDUSTRIALES Y ROCAS ORNAMENTALES</b>	
<b>RIESGOS ASOCIADOS</b>	<b>MEDIDAS PREVENTIVAS Y/O DE PROTECCION</b>
<p>Caída de lisos en tramos mal saneados o pendientes de saneo.</p>	<p>En caso de saneo manual:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Detectar las rocas sueltas mediante la prueba del sonido, golpeando la roca con la punta de la pica. Siempre avanzando de afuera hacia dentro.</li> <li>• A medida que se avanza hay que ir saneando, colocándose siempre debajo del área firme (saneada).</li> <li>• Utilizar el tamaño de pica adecuado, sujetándola siempre con las dos manos en forma inclinada (ángulo de 45° con la horizontal) y a un costado del cuerpo.</li> <li>• En caso de desprendimiento inesperado se deberá soltar la pica y retirarse por la ruta de escape.</li> <li>• No comenzar nuevas tareas (por ejemplo, desescombro), sin haber concluido el saneo.</li> </ul> <p>En caso de saneo mecánico (con jumbo):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• El operador procederá a tocar la roca haciendo percusión y rotación sobre los hastiales y techo donde se evidencie la presencia de rocas sueltas hasta hacerlas caer, aproximadamente a unos 10 metros por detrás del frente.</li> <li>• Tanto el operario como el ayudante estarán siempre en los mandos del jumbo.</li> <li>• La secuencia de saneo será de afuera hacia adentro.</li> <li>• Concluida una pasada se bajarán operario y ayudante a evaluar el área y continuarán con una segunda pasada teniendo en cuenta lo establecido en el procedimiento inicial.</li> <li>• Una vez finalizado el saneo mecánico se efectuará un último chequeo visual, incidiendo con un golpe de pica o jumbo si fuera necesario.</li> </ul>

Para reducir la posibilidad de aparición de los riesgos derivados de un mal funcionamiento del equipo mecánico de saneo (jumbo u otro), conviene que el operador efectúe, además de todo lo anterior, una serie de inspecciones diarias del equipo, como son:



- Nivel de combustible y repostar si fuera necesario.
- Nivel de aceite del sistema hidráulico y rellenarlo si fuera necesario.
- Las pérdidas por fuga en los sistemas de combustibles e hidráulicos.
- Estado de los neumáticos.
- Funcionamiento de los frenos.
- Funcionamiento de la dirección.
- Funcionamiento de la iluminación.
- Funcionamiento de los dispositivos de mando.
- Estado de los extintores.
- Estado de la limpieza de la cabina (que no haya piedras debajo de los pedales del freno y acelerador, ni tampoco aceites o grasa en el piso).
- Comprobar, una vez terminado el trabajo, que tanto los elementos como los útiles de saneo no hayan sufrido deterioros durante la ejecución del mismo. En caso contrario proceder a subsanar tal anomalía.



### 2.3.3. CIRCULACIÓN

La circulación de personal por pozos verticales, planos inclinados, galerías, etc. debe ser regulada en cada centro de trabajo mediante una DIS específica que determine los aspectos particulares que afectan a esta cuestión en dicha explotación en concreto.

Los principales riesgos asociados a estas acciones, así como las medidas básicas de control que pueden ponerse en práctica para evitar sus consecuencias se recogen resumidamente a continuación:

<b>CIRCULACIÓN</b>	
<b>RIESGOS ASOCIADOS</b>	<b>MEDIDAS PREVENTIVAS Y/O DE PROTECCION</b>
<p>Caídas al vacío desde cubas, jaulas, skips.</p>	<p>La circulación de personas por pozos verticales mediante el empleo de cubas únicamente se autorizará en casos especiales como profundización de pozos, averías o mantenimientos.</p> <p>Las jaulas, skips y cubas no podrán llevar vagones, mineral o materiales pesados cuando transporten personal.</p> <p>Las velocidades máximas en el transporte del personal cumplirán lo previsto en la ITC 04.2.02, así como lo regulado a través de DIS en cada explotación en particular.</p> <p>Cuando un cabrestante se utilice para transporte de personal, el maquinista debe estar debidamente autorizado por la Dirección Facultativa y disponer del correspondiente carnet expedido por la Autoridad Minera. Los cables, amarres y plataforma estarán sometidos a todas las regulaciones propias del material de extracción.</p>
<p>Accidentes con vehículos para transporte de personal.</p>	<p>Los vehículos que se utilicen para el transporte o desplazamiento colectivo del personal deberán cumplir las condiciones técnicas exigidas por la Ley de Tráfico, Circulación de vehículos a motor y Seguridad Vial para este tipo de vehículos.</p> <p>Además, deberán ser fácilmente identificables y, en caso necesario, estar dotados de avisadores acústicos y ópticos para hacer notar su presencia.</p> <p>Si de forma eventual se utilizan para desplazamiento del personal vehículos no destinados específicamente a este efecto, éstos dispondrán de asientos, debiendo efectuarse el transporte de acuerdo con normas de seguridad previamente establecidas, respetando lo exigible por la Ley de Tráfico, Circulación de vehículos a motor y Seguridad Vial.</p>
<p>Atropellos por presencia de personal no controlado, sin notificación de presencia en el interior de la mina.</p>	<p>Deberá disponerse de un sistema organizativo de control del personal que permita conocer en todo momento cuántas personas se encuentran en el interior de mina.</p>



<b>CIRCULACIÓN</b>	
<b>RIESGOS ASOCIADOS</b>	<b>MEDIDAS PREVENTIVAS Y/O DE PROTECCION</b>
<p>Golpes contra objetos que sobresalen de las galerías.</p> <p>Golpes contra los hastiales o techo en galerías con una excesiva convergencia.</p> <p>Golpes contra el techo por gálibos inadecuados para los trabajos a desarrollar.</p>	<p>Las galerías subterráneas tendrán los gálibos y pendientes adecuados a los sistemas de explotación empleados.</p> <p>Las galerías por donde circulen trenes tendrán al menos 80 cm más de ancho (de los que 60 cm serán siempre a un lado) y 25 cm más de alto que el vehículo de mayor gálibo en circulación. En caso contrario se tendrán que establecer las medidas adecuadas, de conformidad con la Dirección Facultativa, a fin de subsanar tal situación.</p> <p>Cuando se trate de vehículos sobre orugas o neumáticos se dispondrá de los gálibos precisos para la circulación y maniobra de los mismos.</p> <p>Deberá ser posible acceder sin peligro a los lugares de trabajo y evacuarlos de forma rápida y segura en caso de emergencia.</p>
<p>Descarrilamientos y atropellos por vagones u otros medios de transporte que pierden el control en planos inclinados a causa de pendientes excesivas.</p>	<p>En las galerías en que desemboquen planos inclinados se tomarán las precauciones precisas para que las personas no puedan ser alcanzadas por los vagones en su marcha ni en caso de escape accidental de éstos.</p> <p>Las zonas en las que los vagones circulen por pendiente automotora contarán con dispositivos de seguridad que impidan su escape involuntario.</p>
<p>Atropellos por falta de elementos de comunicación, señalización y aviso</p>	<p>Comprobar que en todo plano inclinado existen medios eficaces de comunicación recíproca y diferenciada entre los diversos puntos de maniobra y la máquina, antes de realizar cualquier maniobra.</p> <p>Comprobar que todos los trenes están dotados con señales acústicas de aviso, alumbrado fijo en cabeza y señalización luminosa en cola, antes del inicio de las maniobras.</p> <p>El tráfico de vehículos por las galerías estará debidamente señalizado por medio de dispositivos de iluminación delanteros y traseros, así como de advertencia en forma de rotativos de techo en las cabinas.</p> <p>El trazado de las vías de circulación y acceso deberá estar claramente señalizado para asegurar la protección de los trabajadores.</p>





<b>CIRCULACIÓN</b>	
<b>RIESGOS ASOCIADOS</b>	<b>MEDIDAS PREVENTIVAS Y/O DE PROTECCION</b>
Atmósferas tóxicas o nocivas por falta de mantenimiento en los equipos móviles dotados de motor de combustión interna.	Comprobar que en los vehículos con motor de combustión interna la proporción volumétrica de monóxido de carbono y otros gases nocivos emitidos por el escape, así como los valores de concentración medidos en las galerías tras el paso de los vehículos, no supere los valores especificados en la ITC 04.7.02 y en las DIS que puedan encontrarse vigentes en la explotación.
Contacto con atmósferas nocivas o tóxicas en caso de acceso incontrolado a labores abandonadas y sin señalar.	En las labores inactivas temporalmente, que no se utilicen para la circulación de personal y no estén ventiladas, se señalará la entrada con dos postes o tabloncillos cruzados y un letrero claramente visible, o con algún otro sistema equivalente aprobado por la Dirección Facultativa, para advertir al personal de la prohibición de acceso.  Las labores abandonadas deberán aislarse herméticamente (“tapes”) cuando puedan acumularse en ellas gases peligrosos o producirse atmósferas irrespirables.
Accidentes de circulación debidos a exceso de tráfico, pendientes excesivas, curvas con radios inadecuados, etc.	Se controlará permanentemente que tanto durante la construcción, como en el mantenimiento de las galerías, se tengan en cuenta sus características específicas, tales como, longitud, pendiente, anchura, radio de las curvas, equipos que circularán por las mismas e intensidad de circulación prevista.
Atropellos por falta de visibilidad como consecuencia de exceso de polvo en las zonas de tránsito.	Se tomarán medidas, tanto activas como pasivas, para reducir al mínimo la generación de polvo, así como para lograr su deposición.
Atropellos de personal por proximidad a los vehículos y maquinaria en circulación.	Las vías de circulación destinadas a los vehículos deberán pasar a una distancia suficiente de las puertas, portones, pasos de personal a pie, pasillos y escaleras.  Comprobar que se trabaja cumpliendo con la DIS de circulación aprobada.



CIRCULACIÓN	
RIESGOS ASOCIADOS	MEDIDAS PREVENTIVAS Y/O DE PROTECCION
Fuegos, explosiones u otras emergencias que afecten a las vías de tránsito.	<p>Todos los mandos deberán estar entrenados para, en caso de emergencia, poder dirigir al personal hasta las vías de salida más seguras.</p> <p>Los mandos conocerán el plan de emergencia y se realizarán simulacros al menos una vez al año.</p> <p>En caso de peligro, todos los puestos de trabajo deberán poder ser evacuados rápidamente en condiciones de máxima seguridad para los trabajadores.</p> <p>Las vías y salidas de emergencia deberán permanecer expeditas y conducir lo más directamente al exterior o a una zona de seguridad, a un punto de reunión o a una estación de evacuación o confinamiento seguros.</p> <p>Toda explotación minera contará con dos salidas independientes.</p>

Todos los cables empleados en los sistemas de extracción o transporte deberán ser inspeccionados diariamente y someterse a inspecciones periódicas de acuerdo con lo establecido en el RGNBSM y las Instrucciones Técnicas Complementarias que lo desarrollan.

Según lo legislado a este respecto todo cable empleado en la extracción o en el transporte de personal deberá ser retirado cuando:

- ⊗ Su coeficiente de seguridad disminuya por debajo de los índices obligatorios.
- ⊗ Cumplan los dos años de servicio en las instalaciones con poleas Koepe, excepto con autorización justificada.
- ⊗ El número de hilos rotos en un metro de longitud alcance el 20% del total.
- ⊗ En las instalaciones con poleas Koepe multicable, un cable no cumpla el coeficiente de seguridad obligatorio, aunque el conjunto de la instalación lo cumpla. En poleas Koepe multicable se reemplazarán simultáneamente todos los cables.



## **2.4. RIESGOS Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y PROTECCIÓN ASOCIADAS A TRABAJOS DE ARRANQUE (MANUAL, MECANIZADO Y CON MAQUINARIA MÓVIL)**

### **2.4.1. TRABAJOS DE ARRANQUE EN CARBÓN**


En las tareas de arranque, incluida la fortificación provisional que deba realizarse previa a la definitiva, se generan multitud de situaciones capaces de desencadenar accidentes. Sin duda uno de los peligros más frecuentes que pueden presentarse es la caída de costeros, derrumbes de mayor o menor consideración, o derrabes en los frentes de avance en capa de carbón.

Otros riesgos asociados a estas tareas, e igualmente importantes, son los de caídas al mismo nivel, o de una serie a otra (a distinto nivel) por fallos en el andamio o en el posteo; riesgo de lesiones producidos por caídas del hacha o del martillo picador; riesgo de esguinces o torceduras por malas pisadas sobre piezas de madera; riesgo de lesiones por proyecciones de partículas de carbón o piedra; riesgo de sobreesfuerzos por adopción de posturas forzadas al picar; y por supuesto, riesgos de carácter higiénico debidos a ruido, polvo, posible presencia de gases nocivos, o vibraciones, todos los cuales deben ser tenidos especialmente en cuenta.

Constituye una buena práctica minera no realizar el arranque de la vena de carbón en toda su potencia de una sola vez, y mejor práctica no realizar el arranque de abajo hacia arriba, pues se favorece la aparición de derrabes. Siempre resulta más recomendable como método de trabajo realizar un arranque previo para colocar un freno, continuar con una regadura por el techo, un arranque previo a media profundidad con una fortificación provisional y terminar finalmente con el arranque definitivo. No obstante, a continuación se muestran diversas medidas preventivas para todos los riesgos asociados a estas tareas, debiendo diferenciarse debido a sus particularidades el arranque manual del arranque mecanizado.

### 2.4.1.1. Arranque manual

Aún sigue siendo habitual realizar operaciones de arranque de mineral por medio de martillo picador en todas las minas de carbón, tanto en aquellas en que por su tamaño o por las características de la explotación no permiten otro método, como para la ejecución de múltiples labores auxiliares en aquellas otras en las que la explotación se lleva a cabo por medio de algún sistema de arranque mecanizado.

ARRANQUE MANUAL EN MINERÍA DE CARBÓN	
RIESGOS ASOCIADOS	MEDIDAS PREVENTIVASY/O DE PROTECCION
<p>Caídas de una serie a otra y caídas por fallos en el andamio.</p> <p>Caídas por el rampón del relleno.</p>	<p>Mantener las zonas de trabajo libres de obstáculos, maderas, costeros o carbón que puedan provocar tropiezos.</p> <p>Realizar los desplazamientos manteniendo siempre tres puntos de apoyo.</p> <p>Antes de ordenar el comienzo del arranque comprobar el estado de la entibación de las jugadas anteriores.</p> <p>Montar andamios seguros. No emplear tabloneros rotos.</p> 

ARRANQUE MANUAL EN MINERÍA DE CARBÓN	
RIESGOS ASOCIADOS	MEDIDAS PREVENTIVASY/O DE PROTECCION
<p>Caída de costeros. Derrabes de carbón. Rotura de techo. Desprendimiento de la tela del relleno.</p>	<p>Sanear bien el frente y sanear los costeros dudosos o hacer fortificación de los mismos.</p> <p>Observar continuamente el frente y las niveladuras.</p> <p>Si el método elegido de arranque es picar la serie entera antes de realizar una fortificación definitiva, realizar una fortificación provisional y enrachonarla.</p> <p>Observar si en el frente existen cierres en cuña, pues pueden caer por efecto de la gravedad. Advertir a los trabajadores que se encuentren por debajo en el taller, o si la explotación es por testeros, para no realizar arranque por debajo y por encima de esa serie simultáneamente.</p> <p>Si existen zonas estériles intercaladas comenzar el arranque por la vena del techo aunque pueda ser más dura.</p> <p>Si existen superficies de despegue (“<i>pastión</i>”) puede hacerse necesario comenzar a picar con la pica de mano hasta que se coloque el primer freno, pues las vibraciones del martillo pueden derrabar todo el macizo.</p> <p>Siempre que sea posible realizar el arranque en sentido descendente.</p> <p>Tener en cuenta que el regado hace perder cohesión al carbón y favorece la aparición de derrabes.</p> <p>Extremar las precauciones si existen indicios de trastornos geológicos.</p> <p>Mantener el relleno lo más próximo que permita el método de explotación.</p> <p>Si existe agua realizar regateras en el muro para desviarla al relleno.</p>
<p>Lesiones provocadas por caída del martillo, pica de mano o frenos usados para el posteo provisional.</p>	<p>Colocar las herramientas y materiales siempre en lugares donde esté garantizada su inmovilización.</p>



ARRANQUE MANUAL EN MINERÍA DE CARBÓN	
RIESGOS ASOCIADOS	MEDIDAS PREVENTIVAS Y/O DE PROTECCION
<p>Caída de tablonos, recortes, costeros y otros materiales no evacuados del taller.</p> <p>Pisadas sobre tablonos con clavos sobresalientes.</p> <p>Caídas de material colocado provisionalmente en los andamios.</p>	<p>Las piezas y recortes que no vayan a ser usados, deben trasladarse a la zona de relleno o al pozo de carga para que no supongan peligros adicionales.</p>
<p>Lesiones provocadas por el hacha, trozos de mampostas y costeros, alambres y parrillas.</p>	<p>Golpear con el hacha siempre en lugares firmes, previendo la trayectoria a realizar por éste en el golpeo y en caso de desvío.</p> <p>Doblar las puntas de alambres y parrillas para que no queden expuestas.</p> <p>Retirar de la zona más próxima a los trabajos de arranque todo tipo de materiales sobrantes, en especial aquellos con superficies cortantes o punzantes.</p>
<p>Lesiones debidas a fragmentos de carbón o costeros proyectados en el arranque.</p>	<p>Aunque pueda resultar inicialmente incómodo, el empleo de gafas de protección puede evitar estas lesiones e impedir también la aparición de riesgos asociados a una proyección de partículas.</p>
<p>Fallos en la enfrenadura de la vía que provoquen la caída de vehículos o vagones al taller.</p>	<p>Revisar la enfrenadura todos los días y no permitir la presencia de personal en el taller cuando circule un convoy en sus inmediaciones.</p>
<p>Atmósfera nociva por presencia de metano y polvo de carbón generado al picar.</p>	<p>No provocar derrabes.</p> <p>Picar siempre “de salón”.</p> <p>Si se realiza el arranque por bancos, observar la ventilación de la zona superior del taller.</p> <p>Utilizar la mascarilla protectora para el polvo.</p> <p>Empleo de riego.</p>

La ejecución de pozos o coladeros y contraataques es una de las operaciones donde se presentan mayores riesgos en el arranque manual, debido a lo cual deben extremarse las medidas de seguridad para evitar la producción de accidentes, siendo los más graves los que pudieran tener su origen en un derrabe de carbón o en desprendimientos o acumulaciones de gas.



Los Técnicos, o bien los Vigilantes o mandos directos en los que tengan delegadas estas funciones, deben revisar estas labores antes de iniciar cualquier tipo de trabajo en las mismas, y además se encargarán de comprobar el buen funcionamiento de las turbinas que aseguran la ventilación secundaria, y efectuarán lecturas de los gases a la salida del aire en la galería, a lo largo del pozo o contrataque y en el frente.

Posteriormente hará una inspección ocular de todo el recorrido del pozo con objeto de detectar cualquier tipo de anomalías, como pudieran ser: desaplomado o roturas de la entibación; el estado del alineamiento del pozo de bajada del carbón; existencia de mineral en el pozo; costeros sueltos; saneo del frente: estado de las herramientas, etc.

Los riesgos que pueden presentarse en la revisión inicial y que será necesario corregir para que los trabajos se realicen de una manera segura son:

- ⊗ Riesgo de inhalación de gases o de derrabe por mal estado de la ventilación secundaria.
- ⊗ Riesgos de derrabes por mala ejecución del posteo del frente o por problemas en la inyección de agua.
- ⊗ Riesgo de caída de costeros, por rotura de techo o riesgo de caída de objetos desprendidos y mal colocados en andamios.
- ⊗ Riesgos de caídas al vacío o al mismo nivel por una insegura colocación del andamio.
- ⊗ Riesgo de caída de costeros por deterioro de la entibación de las calles de personal y bajada de carbón.

Dado que se trata de las tareas que entrañan mayor riesgo y que han sido causantes de gran cantidad de accidentes graves en explotaciones subterráneas de carbón, se hace necesaria la presencia constante de algún mando que supervise en todo momento la aplicación de las anteriormente expuestas medidas preventivas previstas en la ejecución de tales labores mineras.

### **2.4.1.2. Arranque mecanizado**

La mecanización de las minas, si bien ha contribuido de manera notable a mejorar las condiciones laborales, no ha sido capaz de eliminar totalmente los riesgos presentes en los diferentes puestos de trabajo. Aunque se ha producido una notable disminución de los accidentes que hasta épocas no muy lejanas eran considerados habituales, también

han hecho su aparición otros riesgos ligados a la nueva maquinaria empleada y a los nuevos métodos de trabajo, que implican la necesidad de mantener el mayor rigor posible en la aplicación de las medidas destinadas a lograr la seguridad total en las minas de carbón.

Estos nuevos riesgos han aparecido ligados al manejo de fluidos a alta presión, la manipulación de corriente eléctrica, etc., pero sin duda los más graves que siguen presentándose a pesar de la mecanización, y de los que seguirá siendo necesario llevar un control exhaustivo, corresponden a los derrabes y a los hundimientos de techo.

Se incluye en este apartado dedicado al arranque mecanizado las operaciones de ripaje del pánker y las pilas de las entibaciones autodesplazables, pues al contrario que en las operaciones de arranque con rozadora y posteo con madera, donde no es habitual que sea el mismo personal quien arranque el carbón y quien entibe el taller, en las entibaciones autodesplazables, tanto de mucha como de poca o nula pendiente, suele ser el mismo trabajador quien realiza todas las operaciones, lo que supone por tanto la exposición a todos los riesgos que pueden darse, debido a lo cual deberá conocer y aplicar el conjunto de medidas preventivas y/o de protección que se diseñen para combatir los riesgos asociados a esta clase de labores.

### ARRANQUE MECANIZADO EN MINERÍA DE CARBÓN

RIESGOS ASOCIADOS	MEDIDAS PREVENTIVAS Y/O DE PROTECCIÓN
<p>Caídas en la subida o bajada con la rozadora. Caídas en el rasgado del taller.</p> <p>Caídas en los desplazamientos por el taller por mala ejecución del posteo.</p> <p>Caídas en la preparación de la calle y eliminación de tableros previo a la roza. Caídas en la ejecución del nicho.</p>	<p>Prohibir la presencia de trabajadores (realización de llaves, tira) por debajo de la rozadora cuando se esté rozando.</p> <p>Realizar inspecciones visuales sobre el estado de la entibación antes del inicio de la roza.</p> <p>No realizar los desplazamientos por el taller desde la última calle posteada.</p> <p>Llevar la rozadora siempre debajo si hay que picar la vena del techo.</p> <p>Mantener las zonas de trabajo libres de maderas, costeros o materiales.</p> <p>Realizar los desplazamientos manteniendo siempre tres puntos de apoyo.</p>






<b>ARRANQUE MECANIZADO EN MINERÍA DE CARBÓN</b>	
<b>RIESGOS ASOCIADOS</b>	<b>MEDIDAS PREVENTIVAS Y/O DE PROTECCIÓN</b>
<p>Caída de costeros, derrabes de carbón en las operaciones de rozado o por pendiente excesiva del frente del taller.</p> <p>Rotura de techo. Desprendimiento de la tela del relleno.</p> <p>Avenidas de materiales del postaller.</p> <p>Caída de objetos por el páncer hasta las chapas de descarga a la galería.</p>	<p>En caso de techos que no ofrezcan seguridad colocar postizos a medida que asciende la roza. Colocar el postizo desde un andamio (entre la última línea posteada y la rozadora). En el descenso de la rozadora, si es necesario, sustituir los postizos según los requerimientos de los cables.</p> <p>Para las operaciones de relleno se cumplirán las DIS establecidas para cada explotación.</p> <p>Observar que la tela metálica cubra todo el tramo, desde la galería superior a la inferior, y que vaya convenientemente fortificada, de tal forma que sea imposible su desprendimiento.</p> <p>Hacer el nicho lo suficientemente amplio para cada roza, para no atrasar la rampa por abajo y llevar el relleno colgado.</p> <p>Llevar potencia de caja suficiente en los nichos donde van situadas las cabezas.</p> <p>En capas tumbadas no dejar que los talleres queden atrasados de cabeza.</p> <p>Cuando se está rozando y el carbón del techo no baje por su propio peso, picarlo para evitar que acabe cayendo con posterioridad fuera del páncer.</p> <p>Previo a la roza los Vigilantes harán durante su relevo al menos una revisión detallada de la tela del relleno.</p> <p>La revisión de la tela se realizará de forma exhaustiva si en el turno anterior se ha realizado el bascule de estéril.</p> <p>En puntos de la capa taller donde abran o cierren los hastiales, o haya zonas de repuelgos, se prestará especial atención en el rozado en prevención de posibles derrabes.</p> <p>No ripar los extremos de la instalación si no se han entibado previamente los bordes de tajo.</p>



**ARRANQUE MECANIZADO EN MINERÍA DE CARBÓN**

<b>RIESGOS ASOCIADOS</b>	<b>MEDIDAS PREVENTIVAS Y/O DE PROTECCIÓN</b>
<p>Lesiones provocadas por caída del martillo o por piezas usadas para forrar tramos anchos.</p> <p>Caídas de objetos en transporte por el taller, ya sea manualmente, dentro del pánker, o de canoas.</p>	<p>Previamente al cargue de una canoa, colocar un tablero debajo de ella en previsión de una posible caída de madera por el rampón de la capa.</p> <p>Colocar bien los materiales que se transporten en el pánker, de manera que no haya posibilidad de que salgan de él o que traben las raquetas, sujetándolos si fuera necesario.</p> <p>Establecer modos operatorios para la carga y distribución de materiales con pánkeres.</p>
<p>Choques contra partes fijas de la instalación al subir y bajar por el taller.</p>	<p>Prestar atención en los desplazamientos entre las pilas, especialmente en zonas con aristas y cantos vivos.</p> <p>Prestar atención en general a todos los desplazamientos por el taller.</p>
<p>Golpes contra la canoa en su desplazamiento.</p> <p>Golpes contra los cables de accionamiento.</p>	<p>No utilizar para desplazarse el personal la calle de la canoa.</p> <p>Evitar colocarse en la trayectoria de los cables de accionamiento, tanto los mecánicos como los de fluido eléctrico.</p>
<p>Caída de cilindros, piezas metálicas, costeros y otros materiales no evacuados del taller o desplazados por el pánker en el ripaje.</p> <p>Caída de materiales de la canoa.</p>	<p>Realizar inspecciones en el frente para observar cualquier material u objeto que pueda estar por delante del pánker, y evitar que no haya nadie por debajo en las operaciones de ripado.</p> <p>Tras cada reparación evacuar los elementos intercambiados a la galería.</p>
<p>Pisadas sobre materiales colocados provisionalmente en los andamios.</p> <p>Pisadas sobre cables tendidos por el muro del taller.</p>	<p>No dejar materiales abandonados por el taller.</p> <p>Mantener limpios los tramos entre pánker y pilas.</p> <p>Colocar los cables sobre muro por zonas en las que menos interfieran el tránsito.</p>



<b>ARRANQUE MECANIZADO EN MINERÍA DE CARBÓN</b>	
<b>RIESGOS ASOCIADOS</b>	<b>MEDIDAS PREVENTIVAS Y/O DE PROTECCIÓN</b>
<p>Contactos eléctricos por descargas que se generen por aprisionamientos y roturas de cable eléctrico.</p>	<p>Proteger siempre los cables eléctricos en las operaciones de roza y en el ripado. Observar que los pies de los escudos no aprisionen los cables en su movimiento.</p> <p>Avisar al servicio de Mantenimiento sobre cualquier deterioro de los cables eléctricos.</p>
<p>Lesiones provocadas por el hacha, trozos de mampostas y costeros, alambres o parrillas.</p> <p>Golpes por rotura de latiguillos hidráulicos al colocar y poner en presión los empujadores.</p>	<p>Manejar el hacha con seguridad adoptando posturas adecuadas para cortar o golpear con ella.</p> <p>Prestar atención en los desplazamientos por el taller.</p> <p>Evacuar a la galería los restos de material de fortificación.</p> <p>Sustituir cualquier latiguillo que presente fugas o daños severos.</p> <p>No realizar sustituciones ni reparaciones sin haber cortado la presión en el escudo afectado.</p> 
<p>Lesiones por proyecciones de fragmentos de carbón, materiales o costeros proyectados en el arranque.</p>	<p>No rozar en tiempos de parada para no llenar los transportadores en exceso.</p> <p>Rozar siempre desde el interior de las pilas y nunca en la calle entre pilas y páncer.</p> <p>Utilizar gafas de protección.</p>

**ARRANQUE MECANIZADO EN MINERÍA DE CARBÓN**

<b>RIESGOS ASOCIADOS</b>	<b>MEDIDAS PREVENTIVAS Y/O DE PROTECCIÓN</b>
<p>Fallos en la enfrenadura de la vía que provoquen la caída de vehículos o vagones en el taller.</p> <p>Atrapamientos entre partes de las pilas o escudos.</p> <p>Atrapamiento entre partes móviles o fijas de los sistemas de arranque (rozadoras y cepillos).</p> <p>Vuelco de cabrestantes o equipos en los cambios de posición del conjunto de mando.</p> <p>Atrapamiento entre pilas en casos de desplome por fallos en la instalación.</p> <p>Atrapamientos en la respiración del páncer.</p>	<p>Si se hace necesario colocarse en el frontal de la máquina para activar mandos se contactará verbalmente con el maquinista de arranque para que pare el cabrestante.</p> <p>Prohibir la presencia de personal en el taller de arranque durante el paso de materiales. El personal debe salir del taller hasta que pase el convoy.</p> <p>En las marchantes, tanto verticales como tumbadas, colocar mampostas hidráulicas por debajo de la primera pila haciendo de freno.</p> <p>No colocarse entre los cables y los hastiales.</p> <p>Realizar las operaciones de manejo de pilas desde al menos dos pilas por encima.</p> <p>Las órdenes de operaciones comprometidas, tales como arrancar, meter corriente, y dar picas a la máquina, se darán siempre verbalmente.</p> <p>Las cabezas y las colas de los pánceres irán provistas de algún dispositivo de sujeción que impida su movimiento lateral, así como su elevación.</p> <p>Todos los pánceres estarán dotados de un dispositivo de parada a lo largo de toda su longitud Su funcionamiento se comprobará al comienzo de cada relevo.</p> <p>Postear adecuadamente la viga y los estemples de anclaje de la instalación.</p> <p>No asomar la cabeza por el páncer mientras se roza o se cepilla.</p> <p>Prohibir terminantemente el desplazamiento de personas dentro de los pánceres.</p>
<p>Atrapamientos en las operaciones de desencole de pozos de carga.</p>	<p>No permitir nunca que ningún trabajador se meta a romper costeros y desencolar sin haber colocado un tablero de protección de techo a muro por encima, y uno al muro por debajo de su posición.</p> <p>Levantar la cabeza inferior para evitar que el páncer envuelva carbón en exceso que pueda provocar atranques.</p>



ARRANQUE MECANIZADO EN MINERÍA DE CARBÓN	
RIESGOS ASOCIADOS	MEDIDAS PREVENTIVAS Y/O DE PROTECCIÓN
Hiperextensiones y posturas forzadas al desplazarse por el taller y al picar para hacer nicho. Sobreesfuerzos en el manejo de estemples y otras piezas metálicas.	<p>Realizar el transporte de piezas pesadas entre dos operarios.</p> <p>Ejecutar las rozas con suficiente potencia para evitar estrechamientos que hagan penosos los desplazamientos por el taller.</p> <p>No tirar sin colaboración de las mangueras para desplazarlas.</p> <p>Hacer el nicho desde un tablero.</p>
Atmósferas peligrosas por presencia de metano y polvo de carbón generado en el deshulle.	<p>Durante los períodos de roza un trabajador portará siempre grisuómetro portátil, de lectura directa con alarma acústica.</p> <p>En toda explotación se dispondrá en uso de dos pozos, o de uno doble para ventilación y evacuación de personal.</p> <p>Se realizará inspección diaria de los sistemas de lucha contra el polvo.</p> <p>No permitir que sean detenidas las turbinas de ventilación secundaria.</p>
Contacto por manipulación o por proyecciones con líquidos a presión de empujadores, aceites de reductores y turboembragues.	<p>Para realizar cualquier labor de mantenimiento es necesario despresurizar el circuito previamente.</p> <p>Usar solamente líquidos recomendados por el fabricante, y tener en cuenta las recomendaciones de las Fichas de Datos de Seguridad de los productos.</p> <p>Generalizar el uso de los EPIs facilitados por la empresa para esta clase de riesgos (gafas, guantes).</p>

Otra operación realizada con martillo picador dentro del proceso de avance mecanizado, es el arranque de carbón en los nichos inferior y superior donde se alojan el conjunto de motores, reductores y cabeza de cepillo y páncer, con las dimensiones y tipo de fortificación exigidas por la capa y la instalación mecánica. Son aplicables para este trabajo las mismas medidas preventivas mencionadas anteriormente.



## 2.4.2. TRABAJOS DE ARRANQUE EN MINERÍA DE SALES SÓDICAS Y POTÁSICAS

El arranque de mineral en explotaciones subterráneas de sales sódicas y potásicas suele realizarse con minador, que es una máquina rozadora de las denominadas como de corte parcial o ataque puntual (por no acometer simultáneamente el arranque sobre toda la sección del avance), adecuada para cortar rocas con resistencia a compresión media (aunque en ello también influya la potencia del minador), cuyo campo de aplicación ha traspasado sectores, de forma que en la actualidad también se emplea con relativa frecuencia en el avance de túneles en la ingeniería civil.



En una sola pasada puede actuar sobre capas con gran espesor gracias al alcance que le confiere su brazo de corte y la cabeza o cabezas de ataque (“piñas”). Posee además una serie de accesorios complementarios, tales como un transportador de cadenas (páncer) giratorio integrado, alimentado por las estrellas de una plataforma o rampa de carga, que permite el vertido directo sobre la caja de camiones de transporte. Posee además elevadas velocidades de traslación para los cambios de posición. Su accionamiento básico es de alimentación eléctrica.

En la evolución de la explotación de las capas salinas es la máquina más adecuada para las operaciones mineras de arranque por el método de cámaras y pilares. Su alta capacidad de recolección del todouno de carga, le facilita el almacenamiento de los escombros, permitiendo continuar con el trabajo de corte incluso durante los cambios de los camiones que realizan el transporte. Esto reduce sustancialmente los tiempos de parada para los ciclos imprevistos de trabajo. Esta máquina se desplaza habitualmente sobre orugas accionadas mediante motores hidráulicos.

Sin duda el riesgo más importante presente en este método de arranque corresponde a la caída de lisos, aunque por las particularidades de la máquina también están presentes otros riesgos que, aunque puedan revestir menor gravedad, son causantes de



mayor número de accidentes, como son los de caídas, los asociados a la manipulación de los elementos susceptibles de almacenar energías residuales, los de atrapamientos, atropellos y otros.

ARRANQUE EN MINERÍA DE SALES SÓDICAS Y POTÁSICAS	
RIESGOS ASOCIADOS	MEDIDAS PREVENTIVAS Y/O DE PROTECCIÓN
<p>Desplome de lisos sobre los operarios o en su proximidad por deficiencia del saneo y perfilado de la sección.</p> <p>Golpes por sacar la cabeza fuera de la protección de la cabina del minador.</p>	<p>Durante el rozado dejar el techo abovedado.</p> <p>Rozar siguiendo las instrucciones técnicas del mando.</p> <p>Si se hacen rebajes, tener cuidado con las alturas. No dejar bigoterías. Eliminarlas situando el minador frente a ellas para hacer más fácil su roza. No deben quedar lisos aislados en techos y paramentos.</p> <p>Al trabajar con la cabeza de ataque levantada mantener la posición frontal para evitar el impacto de piedras.</p> <p>Se debe evitar que la máquina golpee contra el frente. Para ello el minador debe aproximarse lentamente y con la piña girando.</p>
<p>Caídas al mismo nivel en superficies resbaladizas o con obstáculos.</p> <p>Caídas al subir y bajar de la máquina.</p>	<p>Al subir o bajar de la cabina de mandos por la escalera, se hará siempre de frente a la misma, utilizando las agarraderas y estribos existentes. Así mismo se ha de bajar con cuidado y sin dar un salto.</p>
<p>Caídas sobre el piso del taller debido a desorden y suciedad que dificultan el paso, o por piso irregular.</p>	<p>Al circular por la zona de acceso al minador, prestar atención al estado del piso, presencia de líneas eléctricas, mangueras, etc. para evitar caídas o golpes.</p>



## ARRANQUE EN MINERÍA DE SALES SÓDICAS Y POTÁSICAS

RIESGOS ASOCIADOS	MEDIDAS PREVENTIVAS Y/O DE PROTECCIÓN
<p>Vuelco por falta de estabilidad de la máquina.</p> <p>Atrapamientos por abandonar la máquina.</p>	<p>Al arrancar debe observarse el entorno. Mantener el lugar de trabajo libre de obstáculos y personas.</p> <p>Si la estabilidad del terreno lo requiere se modificará la sección de corte.</p> <p>Debe evitarse que la máquina trabaje inclinada, es decir, una oruga más alta que la otra.</p> <p>Con el fin de tener una buena estabilidad, cuando exista una pendiente fuerte, se apoyará el estabilizador y la pala o plancha en el suelo, sin que lleguen a levantarse las orugas.</p> <p>Cada vez que el operador de minador abandone la cabina debe desconectar el motor de rozado y cerrar el grifo del agua de refrigeración.</p> <p>No mover la máquina mientras haya personal en el área de trabajo.</p> <p>Al oír la puesta en marcha del minador todo el personal que esté dentro del radio de acción debe retirarse una distancia prudencial.</p>
<p>Golpes contra el minador.</p>	<p>No mover la máquina mientras haya personal engrasando o efectuando algún trabajo sobre la misma.</p> <p>Recordar al operador de minador que tiene la obligación de revisar el estado de las protecciones diariamente, notificando a sus mandos cualquier anomalía detectada.</p>
<p>Proyección de partículas en labores de uso de aire comprimido (limpieza u otras).</p>	<p>En aquellas manipulaciones en las que exista riesgo de proyección de cuerpos extraños, y en las operaciones de purgado de mangueras o tuberías, se usarán gafas de protección.</p> <p>Es muy peligroso usar para limpiarse el polvo de la ropa una manguera de aire comprimido debido a las proyecciones que se pueden producir por parte de partículas arrastradas en la corriente de fluido.</p> <p>Cuando se tenga que trabajar con un compresor portátil, asegurarse de que las defensas estén colocadas; a continuación purgar el calderín y posteriormente comprobar el funcionamiento de las válvulas de seguridad y de regulación.</p>





<b>ARRANQUE EN MINERÍA DE SALES SÓDICAS Y POTÁSICAS</b>	
<b>RIESGOS ASOCIADOS</b>	<b>MEDIDAS PREVENTIVAS Y/O DE PROTECCIÓN</b>
Atrapamientos en la corona del minador.	La revisión y cambio de picas de corte se efectuará con máquina parada. Para ello se procederá al corte completo de la corriente eléctrica de alimentación, a fin de evitar un arranque imprevisto de la cabeza de corte (consignación de la máquina).
Incendios por combustión de aceites u otros líquidos inflamables.	Comprobar la inexistencia de fugas de aceites o líquidos combustibles, limpiar en caso de derrames e informar al Servicio de Mantenimiento. Prestar atención al panel de mandos y a los indicadores de temperatura de la máquina. Revisar al comienzo de cada relevo el estado de los extintores y asegurarse de la presencia de los autorrescatadores ubicados en la máquina.
Contactos dérmicos en la manipulación de sustancias.	En las comprobaciones y manipulaciones de aceites y otras sustancias tóxicas o corrosivas usar guantes de seguridad para evitar el contacto con la piel.
Inhalación de gases tóxicos generados en incendios, explosiones o por mala combustión en los motores de los camiones de transporte.  Quemaduras por contacto con fuentes de calor o partes calientes de máquinas.	Verificar el cumplimiento de todas las medidas del programa de prevención de incendios vigente en la mina. Supervisar que se haga el control de humos de los escapes de la maquinaria diésel que opera en los talleres de minador, con la periodicidad establecida en una DIS u otra norma interna. Realizar las mediciones de gases tóxicos presentes en la atmósfera del taller, de acuerdo al procedimiento establecido. Controlar el buen funcionamiento de la ventilación secundaria.



ARRANQUE EN MINERÍA DE SALES SÓDICAS Y POTÁSICAS	
RIESGOS ASOCIADOS	MEDIDAS PREVENTIVAS Y/O DE PROTECCIÓN
Contactos eléctricos por uso y manipulación de equipos eléctricos.	<p>Los operadores de minador solamente están autorizados a manipular los mandos de la máquina, rearmes, puesta en marcha, paradas de emergencia, etc. La apertura de puertas o armarios solamente podrá realizarla el personal de mantenimiento eléctrico autorizado para ello.</p> <p>Revisar el buen estado del cable de alimentación eléctrico y comunicar cualquier anomalía detectada.</p> <p>Cuando se haga limpieza en el minador y se utilice agua para su lavado, se cortará la alimentación eléctrica. Sólo podrán lavarse aquellas partes en que no haya conductores o motores eléctricos.</p> <p>No anular las protecciones eléctricas.</p>
Ruido y vibraciones excesivas.	<p>Cuando los niveles de ruido alcancen los valores establecidos para ello en el RD 268/2006 se utilizarán obligatoriamente equipos de protección individual contra el ruido, siendo su uso voluntario a niveles inferiores.</p> <p>Con el fin de conseguir un buen apoyo de la máquina y reducir el nivel de vibraciones debe ponerse el máximo cuidado en lograr pisos uniformes.</p>
Exceso de polvo en la atmósfera de trabajo.	<p>Cuando la presencia de polvo en la atmósfera de trabajo así lo requiera, se hará uso por el personal de las mascarillas de protección respiratoria.</p> <p>Incrementar el riego durante el arranque. Solicitar al Servicio de Mantenimiento la reparación de los pulverizadores cuando no desempeñen correctamente su función.</p>
Sobreesfuerzos por posturas incorrectas o manipulación de cargas pesadas.	<p>Regular el asiento según las necesidades de cada operador.</p> <p>No efectuar manipulaciones manuales de materiales muy pesados, y usar si es necesario faja lumbotasto, para evitar sobreesfuerzos y malas posturas.</p>



### 2.4.3. TRABAJOS DE ARRANQUE CON EXPLOSIVOS (PERFORACIÓN Y VOLADURA)

En la minería metálica y en la minería de minerales industriales y de rocas ornamentales el arranque de la mena, por las condiciones de dureza de los materiales, se realiza fundamentalmente mediante el uso de explosivos, aunque no de forma exclusiva. También los trabajos de avance de galerías en la minería de carbón, y en menor medida en la de sales sódicas y potásicas, recurren habitualmente a esta clase de métodos, pero en estos casos los trabajos serán analizados dentro de los correspondientes a la Preparación de Infraestructuras, abordados algo más adelante en este mismo manual.



En una primera fase es necesario realizar un saneo de las zonas donde se van a realizar trabajos de perforación, y tras ésta se realizará la voladura, con lo que volverá a iniciarse el ciclo de trabajo.

Los riesgos que aparecen vienen derivados, en primer lugar, por el carácter más o menos peligroso (estabilidad, generación de humos nocivos, resistencia al agua) del producto usado como explosivo. Otro factor altamente peligroso son los lisos y rocas que pueden quedar sueltos u ocultos tras la realización de la pega, para lo cual es de vital importancia, tanto la detección de los mismos, como el saneo del área de trabajo, tanto de modo manual como por medio de máquinas saneadoras. Por último, el otro importante grupo de factores de riesgo por su carácter contaminante y su capacidad de generar tanto accidentes como enfermedades profesionales, se encuentra en los productos resultantes de la voladura (humos y polvo), lo que hace preciso tanto la eliminación de los mismos, como el cuidado de los diferentes circuitos de ventilación que permitan la evacuación de esos productos hacia una zona libre de personal que pueda ser afectado.

Antes de comenzar los trabajos en un frente donde se han realizado disparos un Vigilante o persona expresamente autorizada inspeccionará la zona reconociendo techos y hastiales, entibaciones y ventilaciones, y autorizará o no la reanudación de los trabajos en el mismo, adoptando las medidas preventivas que sean necesarias.

<b>ARRANQUE CON EXPLOSIVOS</b>	
<b>RIESGOS ASOCIADOS</b>	<b>MEDIDAS PREVENTIVAS Y/O DE PROTECCION</b>
<p>Explosiones por almacenamiento, transporte y/o manipulación inadecuadas de explosivo.</p> <p style="text-align: center;">(1/2)</p>	<p>El almacenamiento de los explosivos se ajustará, en todo momento, a las directrices y normas establecidas en las DIS de cada explotación.</p> <p>El transporte de explosivos se realizará en vehículos autorizados por el Área de Industria de la Delegación del Gobierno.</p> <p>Durante el transporte de explosivos está prohibido transportar en los vehículos cualquier otro tipo de material.</p> <p>Durante las operaciones de carga y descarga de explosivos el motor del vehículo deberá estar apagado y el aparato de radio, emisora o teléfono portátil desconectados.</p> <p>Antes de proceder a la carga o descarga de detonadores se conectará el vehículo al dispositivo de puesta a tierra.</p> <p>Antes de la carga y después de la descarga se limpiará la caja del vehículo, eliminando cualquier residuo de las materias transportadas.</p> <p>Los explosivos y detonadores no se podrán transportar conjuntamente.</p> <p>El transporte de explosivos y sus accesorios no podrá coincidir con entradas/salidas de relevos principales.</p> <p>Los explosivos se transportarán en sus envases y embalajes de origen o en sacos o mochilas autorizados y con cierre eficaz, y en el caso de los detonadores no deben poder generar choques entre sí.</p> <p>No se almacenarán en un mismo envase explosivos de distinta clase, ni tampoco herramientas, objetos o materiales de distinta procedencia.</p> <p>En el transporte y manejo de explosivos queda terminantemente prohibido fumar o emplear lámparas que no sean de seguridad, así como aproximarse a labores en que puedan producirse chispas, llamas o gases calientes.</p>



ARRANQUE CON EXPLOSIVOS	
RIESGOS ASOCIADOS	MEDIDAS PREVENTIVAS Y/O DE PROTECCION
<p>Explosiones por almacenamiento, transporte y/o manipulación inadecuadas de explosivo.</p> <p>(2/2)</p>	<p>Sólo están autorizadas para el transporte y uso de explosivos aquellas personas especialmente designadas por el Director Facultativo y que estén en posesión y validez del certificado de aptitud expedido por la autoridad competente.</p> <p>Cuando se realicen operaciones de perforación, recepción, carga y disparo, en cada voladura se contará, al menos, con un artillero autorizado con la cartilla de tal en vigor.</p> <p>Está prohibido descargar violentamente los explosivos y detonadores arrojándolos al suelo. El explosivo y los detonadores permanecerán en la zona donde hayan sido descargados separados entre sí un mínimo de dos metros y siempre bajo control de personal autorizado.</p> <p>Antes de comenzar la carga, cebado y retacado debe comprobarse que el terreno está, en la medida de lo posible, libre de obstáculos y que la zona de trabajo está limpia y ordenada. En las proximidades de las zonas en las que se vaya a proceder a la carga de la pega se suspenderán todas las actividades de perforación.</p>
<p>Falta de señalización o vigilancia de la zona de voladura.</p>	<p>La zona de la voladura ha de quedar claramente delimitada por medio de señales visibles antes de la llegada del explosivo a la misma y después de la voladura.</p> <p>La zona de voladura será sometida a una permanente y exhaustiva vigilancia. Mientras se produzca todo el proceso del consumo de explosivos, la zona de la voladura nunca deberá quedar sin vigilancia. Las personas responsables de la voladura deben asegurar que la vigilancia se lleva a cabo.</p> <p>Está terminantemente prohibido usar emisoras de radio o teléfonos móviles en las proximidades de la zona de la voladura.</p> <p>Si se utilizan detonadores eléctricos, los artilleros deberán descargarse de electricidad estática previamente al uso de explosivos. Para ello se agarrarán con ambas manos desnudas a una pica conductora clavada en el terreno con anterioridad.</p>



**ARRANQUE CON EXPLOSIVOS**

<b>RIESGOS ASOCIADOS</b>	<b>MEDIDAS PREVENTIVAS Y/O DE PROTECCION</b>
<p>Errores en la carga de barrenos.</p> <p>Cargas estáticas susceptibles de activar la pega.</p> <p>Presencia de personal inadvertido en el momento de la voladura o tras la misma.</p> <p>(1/2)</p>	<p>Se ha de prohibir cargar barrenos cuya perforación haya sido muy reciente sin comprobar que están limpios y que no contienen restos o piezas de metal caliente en su interior. Igualmente, se debe prohibir cargar barrenos que hayan sido cargados y disparados anteriormente, salvo autorización expresa del Director Facultativo.</p> <p>Antes de cargar los barrenos deberá comprobarse su longitud y que no se encuentran atascados. Desde el momento en que se inicie la carga deberá mantenerse la zona libre de personal ajeno a la voladura.</p> <p>En el caso de emplear maquinaria de carga a granel de los barrenos, las mangueras de circulación del explosivo serán antiestáticas y la máquina contará con un dispositivo de descarga eléctrica a tierra (pica o cadena).</p> <p>Se usarán atacadores de madera. En caso de que la longitud del barreno sea excesivamente grande para ellos se utilizarán atacadores de un material que no produzca chispas al contacto con las paredes del barreno. Se prohíbe introducir cartuchos con violencia o aplastarlos fuertemente con el atacador.</p> <p>Se prohíbe deshacer los cartuchos o quitarles su envoltura, excepto cuando sea preciso para colocar el detonador.</p> <p>Si se detecta acuñaamiento de los cartuchos al introducirlos en los barrenos se detendrán las labores de carga. Nunca se forzará el cartucho para cargar el barreno.</p> <p>En ningún caso se procederá a cargar un barreno en el que se hayan detectado fisuras o cavidades que puedan dar lugar a acumulaciones de cargas, salvo que se dejen sin carga los tramos afectados, introduciendo retacados intermedios de materiales inertes.</p> <p>Queda prohibido dejar explosivos o detonadores sobrantes dentro de la zona de trabajo, durante y después de la carga de los barrenos. El explosivo y los detonadores sobrantes deben ser llevados a un lugar fuera del alcance de la voladura y custodiados por personal debidamente autorizado, hasta su destrucción o retirada a lugar adecuado.</p>



<b>ARRANQUE CON EXPLOSIVOS</b>	
<b>RIESGOS ASOCIADOS</b>	<b>MEDIDAS PREVENTIVASY/O DE PROTECCION</b>
<p>Errores en la carga de barrenos.</p> <p>Cargas estáticas susceptibles de activar la pega.</p> <p>Presencia de personal inadvertido en el momento de la voladura o tras la misma.</p> <p style="text-align: center;">(2/2)</p>	<p>Una vez cargados los barrenos y antes de su conexión, se procederá a su retacado. Está prohibido conectar los barrenos sin haberlos retacado previamente. El retacado se efectuará con materiales finos y que en ningún caso propaguen llama.</p> <p>Antes de proceder a la conexión de la voladura se habrá desalojado la zona y cerrado sus accesos, permaneciendo en ella sólo los artilleros y el personal debidamente autorizado.</p> <p>Los barrenos se cebarán en fondo siempre que sea posible. En el caso de iniciar cordón con un accesorio no eléctrico no se empleará un conector sino un detonador, para asegurarse de que el iniciador es suficientemente enérgico para lograr la explosión del cordón.</p> <p>Antes del disparo se deberá comprobar que todo el personal está debidamente resguardado, no pudiéndose disparar la voladura hasta que esta condición se cumpla.</p> <p>Después de la pega, y antes de reanudar los trabajos, el Jefe de Equipo de la labor amenazada deberá supervisar el frente y zonas anteriores y ordenar realizar el saneo manual que considere conveniente.</p>
<p>Caída de lisos por trabajos en zonas mal saneadas durante el desescombro.</p> <p>Atropellos o aplastamientos del personal mal situado en los frentes de arranque.</p>	<p>La primera tarea a realizar después de la voladura será el saneo manual del frente.</p> <p>Al finalizar el desescombro el frente será saneado tanto mecánicamente como manualmente.</p> <p>Una vez terminada la perforación de aquellos barrenos que llevan cánulas se detendrá la perforación para la introducción de las mismas.</p> <p>Si durante la perforación se produjeran anomalías que exigieran la presencia del personal en el frente, se detendrá la perforación para subsanarlas, una vez que el frente haya sido inspeccionado visualmente.</p> <p>Durante toda la perforación el personal de apoyo nunca sobrepasará la posición del jumbista.</p> <p>Recordar al jumbista sus responsabilidades: en ausencia del Vigilante u otro mando es él el responsable del cumplimiento de esta norma.</p>



<b>ARRANQUE CON EXPLOSIVOS</b>	
<b>RIESGOS ASOCIADOS</b>	<b>MEDIDAS PREVENTIVAS Y/O DE PROTECCION</b>
<p>Caída de lisos sobre el jumbo u otro equipo de perforación.</p>	<p>Las presillas de seguridad del jumbo deberán estar colocadas siempre, tanto durante el traslado y la operación, como en posición de estacionamiento</p> <p>Asegurarse que la zona a perforar está debidamente saneada.</p> <p>Antes de empezar la perforación el jumbo debe estar bien nivelado y con los gatos estabilizadores colocados.</p> <p>No cambiar el esquema de perforación si no es ordenado por la Dirección Técnica.</p> <p>Cuando haya un atranque en alguno de los martillos de perforación por detritos, queda terminantemente prohibida la utilización de sustancias corrosivas salvo autorización expresa de la Dirección Facultativa, que adoptará las medidas pertinentes de seguridad.</p> <p>El personal que se encuentre perforando el frente o en sus inmediaciones deberá utilizar los equipos de protección personal obligatorios en el interior de la mina.</p>
<p>Caídas a distinto nivel desde andamios mal montados o mal colocados, o de escaleras de mano en malas condiciones.</p> <p style="text-align: center;">(1/4)</p>	<p>En los trabajos en altura se usarán andamios, escaleras de mano, o bien plataformas elevadoras con cesta que reúnan las condiciones adecuadas de seguridad, a fin de que no representen riesgos para los trabajadores.</p> <p>Las escaleras de mano, los andamios y las plataformas elevadoras deberán tener la resistencia y los elementos necesarios de apoyo, protección y sujeción para que su utilización en las condiciones para las que han sido diseñados no suponga un riesgo de caída por rotura o desplazamiento inesperado.</p>





<b>ARRANQUE CON EXPLOSIVOS</b>	
<b>RIESGOS ASOCIADOS</b>	<b>MEDIDAS PREVENTIVASY/O DE PROTECCION</b>
<p>Caídas a distinto nivel desde andamios mal montados o mal colocados, o de escaleras de mano en malas condiciones.</p> <p style="text-align: center;">(2/4)</p>	<p>En el caso de trabajos con escaleras portátiles se deberán supervisar los siguientes aspectos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Las escaleras de mano se colocarán de forma que su estabilidad durante su utilización esté asegurada.</li> <li>• Los puntos de apoyo de las escaleras de mano deberán asentarse sólidamente sobre un soporte de dimensiones adecuadas, estable, resistente e inmóvil, de forma que los travesaños queden en posición horizontal.</li> <li>• Se impedirá el deslizamiento de los pies de las escaleras de mano durante su utilización ya sea mediante la fijación de la parte superior o inferior de los largueros, o mediante cualquier dispositivo antideslizante o cualquier otra solución de eficacia equivalente.</li> <li>• Las escaleras de mano deberán tener la longitud necesaria para sobrepasar, al menos, en un metro la zona de trabajo a la que se pretenda acceder.</li> <li>• Las escaleras de mano simples se colocarán, en la medida de lo posible, formando un ángulo aproximado de 75° con la horizontal.</li> <li>• El ascenso, el descenso y los trabajos desde las escaleras de mano se efectuarán de frente a éstas.</li> <li>• Las escaleras de mano deberán utilizarse de forma que los trabajadores puedan tener en todo momento un punto de apoyo y de sujeción seguros.</li> <li>• Los trabajos a más de 3,5 metros de altura, desde el punto de operación al suelo, que requieran movimientos o esfuerzos peligrosos para la estabilidad del trabajador, sólo se efectuarán si se utiliza un equipo de protección individual anticaídas, o se adoptan otras medidas de protección alternativas.</li> <li>• El transporte a mano de una carga por una escalera de mano se hará de modo que ello no impida una sujeción segura. Se prohíbe el transporte y manipulación de cargas por o desde escaleras de mano cuando por su peso o dimensiones puedan comprometer la seguridad del trabajador.</li> </ul>



## ARRANQUE CON EXPLOSIVOS

RIESGOS ASOCIADOS	MEDIDAS PREVENTIVAS Y/O DE PROTECCION
<p>Caídas a distinto nivel desde andamios mal montados o mal colocados, o de escaleras de mano en malas condiciones.</p> <p>(3/4)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Las escaleras de mano no se utilizarán por dos o más personas simultáneamente.</li> <li>• Las escaleras de mano se revisarán periódicamente para comprobar su buen estado. Se prohíbe la utilización de escaleras de madera pintadas, por la dificultad que ello supone para la detección de sus posibles defectos. Queda prohibido el uso de escaleras de mano de construcción improvisada.</li> <li>• Si se usan escaleras de tijera dispondrán de elementos de seguridad que impidan su apertura total al ser utilizadas.</li> </ul> <p>Para el caso de trabajos sobre andamios:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Los andamios sólo podrán ser montados, desmontados o modificados sustancialmente por trabajadores que hayan recibido una formación adecuada y específica.</li> <li>• Los andamios deberán montarse y mantenerse convenientemente de manera que se evite que se desplomen o se desplacen accidentalmente. Los elementos de apoyo de un andamio deberán estar protegidos contra el riesgo de deslizamiento.</li> <li>• Las plataformas de trabajo, las pasarelas y las escaleras de los andamios deberán construirse de forma que se evite que las personas caigan o estén expuestas a caídas de objetos.</li> <li>• Si se usan andamios con el marcado CE deberán seguirse las instrucciones específicas del fabricante sobre el montaje, la utilización y el desmontaje de los equipos.</li> <li>• Los elementos de apoyo de un andamio deberán estar protegidos contra el riesgo de deslizamiento.</li> <li>• Se deberá garantizar la estabilidad del andamio.</li> <li>• Las dimensiones, la forma y la disposición de las plataformas de un andamio deberán ser apropiadas para el tipo de trabajo que se va a realizar, ser adecuadas a las cargas que hayan de soportar y permitir que se trabaje y circule en ellas con seguridad.</li> </ul>



ARRANQUE CON EXPLOSIVOS	
RIESGOS ASOCIADOS	MEDIDAS PREVENTIVASY/O DE PROTECCION
<p>Caídas a distinto nivel desde andamios mal montados o mal colocados, o de escaleras de mano en malas condiciones (4/4)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los andamios deberán ser inspeccionados por una persona competente o por el Vigilante correspondiente: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Antes de su puesta en servicio.</li> <li>• Periódicamente (por ejemplo cada semana).</li> <li>• Tras cualquier modificación, período prolongado de no utilización, golpes recibidos, o cualquier otra circunstancia que hubiera podido afectar a su resistencia o a su estabilidad.</li> </ul> </li> </ul>
<p>Presencia de gases peligrosos tras la voladura.</p>	<p>Después del disparo, y una vez se hayan disipado los humos de la pega, ha de comprobarse que las condiciones ambientales son las mínimas requeridas en cuanto a presencia de gases tóxicos. Esto se realizará con aparatos de medición adecuados y sin que nadie que no forme parte del equipo de voladuras pueda acercarse a la zona sin autorización.</p> <p>Sólo una vez comprobados los efectos de la voladura se darán instrucciones para que personal y maquinaria puedan volver a la zona trabajo.</p> <p>También se procederá al regar con agua el escombros, junto a su minuciosa inspección en busca de posibles restos de explosivo sin detonar.</p>
<p>Presencia de barrenos fallidos tras la voladura.</p>	<p>Una vez ventilada la pega y comprobada las condiciones ambientales se reconocerá el frente, prestando especial atención a la posible existencia de barrenos fallidos antes de la reanudación de los trabajos.</p> <p>En caso de producirse un corte o barrenos fallidos en la voladura se seguirán estrictamente las instrucciones de la DIS establecida a tal efecto.</p> <p>Si se detectase la presencia de barrenos fallidos, antes de la nueva perforación del frente se señalarán de forma clara y bien visible, paralizando los trabajos que se estén realizando en ese momento y balizando la zona de manera que se prohíba la aproximación a toda persona no autorizada expresamente. No se realizará ningún trabajo en el área delimitada hasta que el problema quede solucionado.</p>



Tras efectuar una voladura, sólo tras comprobar el resultado de la voladura se podrá destruir el explosivo sobrante, siempre siguiendo las siguientes consideraciones:

- ⦿ El explosivo se destruirá mediante combustión, a excepción de los Anfos (como la Nagolita), que se destruirán por disolución.
- ⦿ Los detonadores se harán detonar enterrados.
- ⦿ El lugar para la destrucción del explosivo estará suficientemente despejado para permitir una pronta dispersión de los gases de combustión.
- ⦿ Se evitará amontonar el explosivo mientras se destruye. No se arrojarán cartuchos al fuego.
- ⦿ Durante la destrucción del explosivo se mantendrá una distancia de seguridad suficiente para personas y equipos.
- ⦿ Nunca se procederá a la destrucción de explosivo en las proximidades de ningún material inflamable.



Es muy peligroso, y por tanto debe prohibirse igualmente, tanto quemar explosivos dentro de sus embalajes, como quemar el cordón detonante en carretes.

## 2.5. RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE PROTECCIÓN ASOCIADAS A LOS TRABAJOS DE CARGA Y TRANSPORTE

### 2.5.1. CARGA Y TRANSPORTE EN MINERÍA DE CARBÓN

Un gran número de accidentes en la mina están relacionados con las operaciones de carga y transporte del mineral, y estadísticamente representan en torno a un 30% del total de los mismos, lo que da una idea del peligro que representan. Además, este tipo de accidentes suelen causar lesiones importantes como traumatismos, golpes, atropellos, atrapamientos, etc.



Dentro de las operaciones de carga y transporte, las relacionadas con el enganche-desenganche, las de carga-descarga y los encarrilamientos son las que entrañan más riesgo, y por tanto a las que hay que prestar el máximo de atención extremando las medidas preventivas. Estas tareas que por su peligrosidad son generadoras de gran número de accidentes deben contar con una instrucción de trabajo que desarrolle métodos de operación seguros para que los trabajadores sean conocedores de los mismos y puedan aplicarlos, siendo responsabilidad de los mandos directos velar por que se sigan las instrucciones indicadas.

Los riesgos más importantes que aparecen en estos trabajos están relacionados con las caídas a un mismo nivel; desplomes y derrumbes; con objetos capaces de causar lesiones por golpes; con sobreesfuerzos; y con atrapamientos por el propio material que se utiliza.

A continuación se muestran las medidas más habituales que han de ponerse en práctica para prevenirlos o protegerse frente a los mismos:

<b>CARGA Y TRANSPORTE EN MINERÍA DE CARBÓN</b>	
<b>RIESGOS ASOCIADOS</b>	<b>MEDIDAS PREVENTIVAS Y/O DE PROTECCIÓN</b>
Caídas en la galería por malas condiciones del piso.	Descargar madera y materiales en la zona opuesta a los huecos del taller y en lugares amplios donde las pilas no puedan caer a la vía entorpeciendo el paso.  Aplicar buenas prácticas de orden y limpieza.
Derrumbamientos en las operaciones de encarrilado con polipastos o trócolas.	Revisar los cuadros donde se enganche el polipasto o la trócola, comprobando que estén aplomados y bien saneados.  El tiro del polipasto debe ser vertical, nunca inclinado.  Iniciar la maniobra con suavidad, sin tirones.  Disponer de un procedimiento de trabajo sobre encarrilamientos.



<b>CARGA Y TRANSPORTE EN MINERÍA DE CARBÓN</b>	
<b>RIESGOS ASOCIADOS</b>	<b>MEDIDAS PREVENTIVAS Y/O DE PROTECCIÓN</b>
Caída de objetos que se estén basculando o cargando.	<p>No colocar las manos en los bordes de los vagones.</p> <p>No dejar la comporta completamente vacía, mantener siempre un poco de mineral para que sirva de colchón.</p> <p>No descuidar la manilla de la comporta de cargue ni permitir que se trabe.</p> <p>Usar siempre guantes adecuados a las operaciones a realizar.</p>
<p>Choques contra los vagones y los tornos de cargue.</p> <p>Golpes contra la compuerta de cargue.</p>	<p>En las operaciones con tornos el responsable del manejo pondrá especial atención en que no haya ninguna persona en el recorrido entre los vagones y el cable.</p> <p>Dejar los mandiles de comporta recogidos cuando no se usen.</p> <p>Vigilar los gálibos de las galerías donde se realizan estas operaciones.</p>
Caída de costeros existentes entre las parrillas.	<p>Observar la zona donde va a colgarse el polipasto o trócola y sanear en caso necesario.</p> <p>No colocar las manos en los bordes de los vagones.</p>
Operaciones realizadas en galerías con agua y materiales apilados.	Procurar descargar la madera y materiales en la zona opuesta a los lugares habituales de paso en las operaciones de carga-descarga.
Choques o atropellos por convoyes.	<p>No pasar entre vagones.</p> <p>Si hay circulación de convoyes situarse en lugares adecuados, fuera del radio de peligro ante posibles golpes o vuelcos.</p>
<p>Golpes con barra de desencolar.</p> <p>Golpes contra gato de encarrilar y encarriladera.</p>	<p>No colocar barrenas para guiar el cable del torno.</p> <p>Colocar las herramientas en lugares seguros y controlados.</p>
Atrapamiento por vuelco de vagones.	<p>Evitar situarse entre vagones y hastiales.</p> <p>Colocarse fuera del radio de vuelco de vagones en movimiento.</p>



<b>CARGA Y TRANSPORTE EN MINERÍA DE CARBÓN</b>	
<b>RIESGOS ASOCIADOS</b>	<b>MEDIDAS PREVENTIVAS Y/O DE PROTECCIÓN</b>
<p>Atrapamiento entre vagones en los enganches, desenganches y encarrilamientos.</p> <p>Atrapamiento entre vagones y hastiales.</p> <p>Atrapamiento entre vagones y comportas de cargue.</p>	<p>Para encarrilar un vagón, a mano o por medio de palancas, hay que tener el vagón bloqueado (trancado) y separado del convoy.</p> <p>Las operaciones de enganche y desenganche de los vagones se harán siempre a tren parado y la locomotora desenganchada o frenada.</p> <p>No meter la cabeza entre vagones, ni las manos entre los topes.</p> <p>No usar el pie para desenganchar.</p> <p>Los enganches y desenganches se harán siempre con la cabeza fuera de los vagones y las manos por debajo de los topes.</p> <p>Las maniobras en las zonas de galería estrecha deben hacerse con las máximas precauciones.</p> <p>Evitar subirse a los vagones para cargar.</p> <p>Colocar el mando de accionamiento del torno junto al punto de cargue.</p> <p>Prestar especial atención en las maniobras de retroceso.</p>
<p>Hiperextensiones por posturas forzadas. Sobre esfuerzos.</p>	<p>Formar al personal en manipulación manual de cargas.</p> <p>Usar siempre guantes en las operaciones.</p> <p>Recurrir a la participación de varios trabajadores en los encarrilamientos.</p> <p>En los encarrilamientos con palanca entre dos trabajadores los dos deben situarse del mismo lado.</p>

## **2.5.2. CARGA EN MINERÍA DE SALES SÓDICAS Y POTÁSICAS**

La carga en minería de sales sódicas y potásicas se lleva a cabo por parte del propio equipo de arranque mecanizado (minador), directamente a la caja del camión de perfil bajo, según lo que ya se había adelantado al describir el proceso de arranque por medio de este tipo de equipos. Para ello hace uso de un transportador blindado giratorio que es cargado directamente por su extremo más próximo a la zona del frente, y descarga por su cola ubicada en la parte posterior del minador, pudiendo orientar la misma para facilitar el vertido en la caja del camión.



El conductor de camión y el operador de minador forman parte de un equipo que arranca y transporta el mineral desde un frente hasta un coladero, pocillo o tolva, desde donde es conducido a un equipo de trituración y posteriormente es evacuado al exterior, bien por medio de un sistema de cintas o por un skip a través de un pozo vertical.

El equipo consta habitualmente de un minador y varios camiones, variando su número en función de la distancia a recorrer en el ciclo de trabajo.

Los principales riesgos se manifiestan en caídas de lisos o piedras procedentes de la propia operación de carga; contacto con sustancias nocivas como consecuencia de la combustión del gasoil; exposiciones a estrés térmico; y eventuales choques que podrían provocar atrapamientos.


<b>CARGA EN MINERÍA DE SALES SÓDICAS Y POTÁSICAS</b>	
<b>RIESGOS ASOCIADOS</b>	<b>MEDIDAS PREVENTIVAS Y/O DE PROTECCIÓN</b>
Caída de piedras procedentes de operaciones de carga/descarga o del rebose del camión.	<p>Centrar la cola del transportador blindado en la caja del camión.</p> <p>No sobrepasar los bordes de la caja con la carga para evitar reboses. Lo que caiga será un nuevo obstáculo.</p> <p>Durante la carga el conductor del camión no podrá abandonar la cabina ni regresar a ella sin haber advertido previamente al operador del minador.</p> <p>Durante todo el tiempo en que el operador de camión se encuentre fuera de su vehículo, llevará colocados los EPIs adecuados (casco de protección, calzado de seguridad, gafas de seguridad y al menos parte de sus prendas de trabajo reflectantes).</p> <p>No se sobrepasará la carga máxima autorizada que figurará en el equipo de transporte.</p>
Ruido procedente del minador y los camiones.	<p>Utilizar los protectores auditivos facilitados.</p> <p>Cuando el camión o camiones se sitúen dentro del taller de explotación aumentará considerablemente el nivel de ruido por el efecto amplificador del fondo de saco.</p> <p>En la operación de rozado con la piña del minador el nivel de ruido también se incrementará notablemente. Prestar atención a los Niveles de Pico.</p>





CARGA EN MINERÍA DE SALES SÓDICAS Y POTÁSICAS	
RIESGOS ASOCIADOS	MEDIDAS PREVENTIVAS Y/O DE PROTECCIÓN
<p>Incendio en un camión o en el minador.</p> <p>Inhalación de CO, CO<sub>2</sub> y NO<sub>x</sub> por mala combustión en el motor de los camiones, deficiencias en la ventilación secundaria o un incendio.</p>	<p>Controlar el panel de mandos del camión y todos los indicadores prestando especial atención a la subida de temperatura, así como a la presencia de derrames de combustible o aceites.</p> <p>Si se produce un incendio en el camión, utilizar el sistema de extinción de que dispone el vehículo. Además se podrá recurrir a los extintores portátiles dispuestos en las máquinas, tanto en el caso de los camiones como del minador.</p> <p>Los conductores de camión deberán conocer el uso de los medios de extinción y lucha contra incendios.</p> <p>En las maniobras con el camión hay que prestar atención para no dañar las tuberías de ventilación secundarias colocadas en la cámara de explotación. La ventilación es fundamental para la dilución de gases.</p> <p>Si la atmósfera se hiciera irrespirable se hará uso del autorrescador con serenidad, cumpliendo las instrucciones de uso. Abandonar la cámara y caminar por la galería de entrada de aire limpio.</p>
<p>Exceso de calor en el ambiente.</p>	<p>Los efectos de una temperatura elevada se minimizan con ropa ligera, bebiendo agua abundante y con frecuencia, y siguiendo las directrices establecidas en el procedimiento de trabajo que se haya elaborado para la lucha contra el estrés térmico.</p>
<p>Golpes por choques del camión contra otro camión o con el minador.</p>	<p>Coordinar las señales entre conductores de camión y operadores de minador. No debe haber errores de posicionamiento para evitar choques entre las máquinas.</p>
<p>Polvo en la carga de los camiones.</p>	<p>Usar la mascarilla durante todos los trabajos dentro de la cámara de explotación, y en particular durante el arranque y la carga.</p> <p>Hacer uso del riego durante el arranque para lograr que el mineral genere la menor cantidad de polvo posible durante las operaciones posteriores.</p>

Como norma general, en las operaciones de carga del minador al camión, se aplicarán las siguientes consignas:

-  Coordinar la aproximación al bascule desde el transportador del minador, midiendo bien la distancia adecuada, dado que si es excesiva el vertido no se produce dentro de la caja del camión, mientras que si se aproximan demasiado aumenta el riesgo de colisión entre ambas máquinas.



- ⊗ Durante la carga no se deberá permitir la presencia de personal en el entorno de la caja del camión, para evitar alcances por desprendimiento de mineral que pudiera caer por rebose desde la misma.
- ⊗ No se cargarán las cajas de los camiones por encima de su capacidad máxima autorizada. Los vertidos durante la marcha, al subir o bajar pendientes, o rozar en los paramentos, pueden ser causa de accidentes.
- ⊗ Establecer señales de coordinación sencillas y seguras entre operador de minador, conductores de camión y resto de personal.

### 2.5.3. CARGA EN MINERÍA METÁLICA, DE MINERALES INDUSTRIALES Y ROCAS ORNAMENTALES

Las labores de carga y transporte en estos otros tipos de minería (muy similares por otra parte a las de la misma índole en la minería de sales sódicas y potásicas) deben ser consideradas como una de las operaciones donde se manifiestan más claramente los riesgos de caídas en la subida o bajada de la maquinaria debido a condiciones de baja visibilidad; los riesgos de atrapamiento por desplome de lisos en las cámaras de explotación; y en general, los ligados a los choques y golpes en las maniobras de aproximación entre maquinaria.

Debido a ello se hace necesario desarrollar procedimientos de actuación que fomenten los buenos hábitos de trabajo, con el objetivo de minimizar las consecuencias de los riesgos anteriores, tanto para los palistas como para los conductores de camión:

- ⊗ En el punto de carga ha de tenerse en cuenta que se circula marcha atrás en la maniobra de aproximación al cargue, lo que no facilita la observación en detalle del estado del techo, los hastiales y la superficie de rodadura. La menor visibilidad en la maniobra de marcha atrás obliga a circular con mayor atención respecto a la presencia de cables, tuberías o cualquier obstáculo que pueda existir. Los espejos retrovisores limpios y sin daños facilitan esa labor. Pasar las ruedas por encima de cables eléctricos, tuberías o herramientas



también puede provocar averías importantes y accidentes por proyecciones. En ocasiones los camioneros deberán recibir información sobre las condiciones de la cámara por parte de otros compañeros o del Vigilante responsable.

- Cuando la presencia de polvo en el ambiente sea evidente se utilizarán mascarillas de protección respiratoria, y cuando los niveles de ruido lo exijan se utilizarán equipos individuales de protección auditiva.
- Para la coordinación con la pala y restantes camiones, dado el carácter rutinario de estas maniobras, ha de establecerse el turno de entrada al cargue entre camioneros. Circulando marcha atrás se llega a la zona de carga, colocando la caja centrada en el punto seleccionado por el palista. Alcanzada la posición adecuada se da comienzo a la carga por la pala hasta lograr el llenado completo de la caja, momento en el que el palista emite la señal convenida y el camionero se pone de nuevo en marcha hacia el lugar previsto para la descarga. Durante la carga y la circulación se deberán extremar las precauciones para evitar choques contra objetos o con otros vehículos, así como atropellos de personal a pie.
- Mientras se efectúa la carga del camión por la pala, el personal que transita a pie evitará colocarse junto a la caja, para evitar la posibilidad de ser alcanzado por material que rebose desde la misma.
- Se debe insistir al personal que la subida y bajada de la cabina de mandos se haga siempre de frente a la misma, utilizando las agarraderas y estribos existentes, y nunca saltando durante el descenso.
- En caso de empleo de pala cargadora con control remoto el operario se situará en una zona considerada segura, previamente determinada por un Técnico o por el Vigilante. Los lugares más adecuados para ello son culatones o plataformas, pero no siempre será posible contar con este tipo de puntos seguros. En casos extremos, donde la operación de telecontrol no sea posible, se utilizará una berma.
- Nunca se debe caminar mientras se opera en control remoto. Para moverse es preciso desconectar previamente la pala.



- Si en algún momento se necesita bajar de la pala se marcará una línea de seguridad (por ejemplo 5 ó 7 metros) desde la visera de la cámara, y la bajada se hará por detrás de la misma. La línea marca la distancia de parada de la cuchara de la pala.
- En ocasiones las labores de carga han de realizarse tras una berma. Ésta debe estar colocada de manera que permita al operador permanecer detrás de la misma y proporcionar una calle de salida. El operador no debe dirigir con control remoto desde lo alto de ninguna berma (ya que hay posibilidad de caída) a menos que disponga de algún dispositivo anticaídas que le posibilite retroceder, lejos del alcance de la pala.
- La altura de la berma debe ser definida de antemano.
- Es necesario trabajar en el frente de arranque en un campo tan ancho como sea posible para evitar la caída de piedras bajo las ruedas de la pala.
- En caso de detección de caída de material rocoso de techo se suspenderán de inmediato las tareas.
- Mantener siempre la vía de rodadura libre de material rocoso, y si es necesario se rellenarán los baches para ayudar a reducir el desgaste de las ruedas.
- El área de operación debe estar libre de material rocoso u otros obstáculos, y el área de trabajo de los operarios debe estar saneado y empernado si es necesario.
- En caso de que la pala quedase inmovilizada durante el laboreo por alguna avería, el operador deberá notificarlo de inmediato a su mando inmediato, que consultará con el Técnico responsable del relevo, o con la Dirección Facultativa la manera más eficiente de rescatarla. La recuperación de la pala dependerá de la proximidad al inicio de la cámara.
- Si se produjera un incendio en la pala durante la operación de carga, el operador deberá activar el sistema de extinción que ésta lleva incorporado, y recurrir complementariamente al empleo de los extintores portátiles si fuera necesario para controlar el incendio.



## 2.5.4. TRABAJOS DE TRANSPORTE EN MINERÍA DE SALES SÓDICAS Y POTÁSICAS, MINERALES METÁLICOS, MINERALES INDUSTRIALES Y ROCAS ORNAMENTALES

Es preciso recordar que los camiones son propulsados por un motor de combustión interna que suministra la energía necesaria para realizar todos los movimientos, tanto de traslación como de bascule (por medio de cilindros oleohidráulicos), siendo esta clase de accionamiento responsable de que se presenten riesgos asociados que no aparecen cuando esos mismos trabajos se desarrollan en instalaciones de exterior.

Cargar, transportar y descargar son las fases repetitivas del ciclo, siendo básicamente el producto a mover, el mineral y el estéril, aunque excepcionalmente pueda ser también otra la carga.

El camión se desplaza a través de las galerías de la mina realizando los siguientes itinerarios:

- Con el mineral a pocillos, coladeros o tolvas, o directamente al exterior de mina, para someterlo a tratamientos de beneficio.
- Con el mineral o estéril a puntos o zonas de acopio temporales, cuando hay problemas de extracción.
- Con estéril a galerías o cámaras abandonadas, para rellenos y tapes de huecos, con la finalidad de optimizar la ventilación.
- Ante la necesidad frecuente de acceder a lugares en fondo de saco, con una temperatura elevada, a veces con escasez de sección, con firmes irregulares y deslizantes, con pendientes bruscas y curvas frecuentes, supone que se deba vigilar que la conducción sea serena, cuidadosa y firme.



En los trabajos de transporte de materiales cobran especial importancia los riesgos de:

- Choque o vuelco durante la circulación.

- Incendio del camión.
- Inhalación de monóxido de carbono u óxidos nitrosos.

Además, para el transporte de material, y antes de valorar los posibles riesgos y medidas preventivas, han de observarse las siguientes particularidades y consignas para el caso de circulación con cabina por delante, con cabina por detrás o la circulación de camiones telescópicos:

### Cabina por delante

- Circular con la cabina por delante facilita la observación de los obstáculos a lo largo del recorrido hasta que se precise invertir la marcha para el bascule.
- Antes de hacer una maniobra marcha atrás hay que asegurarse que ninguna persona u obstáculo se encuentre en la trayectoria.
- Cuando el camión circule con la caja por detrás, en el sentido de marcha, el personal que circule a pie le hará señales al conductor para asegurarse de que han sido vistos y que son autorizados a pasar.



### Cabina por detrás

- Asegurarse de que el avisador acústico y/o luminoso de marcha atrás funcione correctamente.
- Cuando un camión circule con la caja por delante, en el sentido de la marcha, el personal que transite a pie extremará las precauciones, avisará de su presencia mediante señales, y permanecerá en una zona protegida hasta ser autorizado a parar o que haya pasado el camión.

### Camiones telescópicos

- Los conductores de camiones telescópicos, si observan personas circulando a pie, detendrán el vehículo esperando a que pasen las personas, reanudando la marcha una vez lo hayan hecho y quede libre la galería.



- La circulación a pie, por la galería de paso del camión telescópico, se hará por el lado del paramento de situación del camionero, en función del sentido de marcha del camión, para facilitar ser vistos por aquel.

Igualmente, puede producirse alguna anomalía durante el transporte que exija una reacción específica. En particular, durante la conducción se prestará atención al régimen del motor y a cualquier eventual aviso emitido por los dispositivos de control del panel de mandos, a fin de advertir los fallos y subsanarlos con la mayor rapidez posible.

Si el conductor, en cualquier momento, detectase un fallo en el vehículo que comprometa la seguridad de la conducción, prudentemente lo estacionará, señalizando a continuación la presencia del mismo, y dará aviso de tal circunstancia a su superior inmediato. La señalización de un vehículo detenido y averiado será especialmente importante en caso de escasa visibilidad y riesgo de colisión por alcance por parte de otros vehículos.

Cuando los conductores se dirijan a pie hasta sus respectivos camiones estacionados prestarán atención al estado del piso, así como a la presencia de líneas eléctricas, tuberías, mangueras, etc., para evitar caídas o golpes.

Se muestran a continuación las principales medidas preventivas y de protección a adoptar, relativas a los riesgos asociados a las operaciones anteriores.

<b>TRANSPORTE EN MINERÍA DE SALES SÓDICAS Y POTÁSICAS, MINERALES METÁLICOS, MINERALES INDUSTRIALES Y ROCAS ORNAMENTALES</b>	
<b>RIESGOS ASOCIADOS</b>	<b>MEDIDAS PREVENTIVAS Y/O DE PROTECCIÓN</b>
Choques y vuelcos por falta de orden y limpieza en las galerías.	Evitar la presencia de material acumulado en los márgenes de las galerías de circulación. Tener en todo momento en cuenta la sección disponible para evitar los choques contra hastiales, techos u objetos colgados de éstos.



## TRANSPORTE EN MINERÍA DE SALES SÓDICAS Y POTÁSICAS, MINERALES METÁLICOS, MINERALES INDUSTRIALES Y ROCAS ORNAMENTALES

RIESGOS ASOCIADOS	MEDIDAS PREVENTIVAS Y/O DE PROTECCIÓN
<p>Pérdida del control del vehículo debido a:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Estado inadecuado del conductor</li> <li>Falta de experiencia</li> <li>Falta de autorización para su manejo</li> </ul>	<p>Está terminantemente prohibido conducir cualquier vehículo o maquinaria móvil bajo los efectos del alcohol, drogas, psicotrópicos, estimulantes o sustancias análogas.</p>  <p>Para el manejo de vehículos será exigible el correspondiente certificado de formación o prueba de aptitud practicada por la autoridad minera.</p> <p>No está permitido escuchar la radio o música mediante auriculares, usar móviles, etc. cuando se está conduciendo una maquinaria móvil o un vehículo. Si fuese imprescindible emplear o atender un dispositivo de comunicación se deberá detener previamente el vehículo o maquinaria móvil en un lugar seguro.</p> <p>La maquinaria no podrá utilizarse, en ninguna circunstancia, para el transporte de personas.</p>



<b>TRANSPORTE EN MINERÍA DE SALES SÓDICAS Y POTÁSICAS, MINERALES METÁLICOS, MINERALES INDUSTRIALES Y ROCAS ORNAMENTALES</b>	
<b>RIESGOS ASOCIADOS</b>	<b>MEDIDAS PREVENTIVAS Y/O DE PROTECCIÓN</b>
<p>Choques y atropellos en cruces con personal y cruces con otros vehículos.</p>	<p>Al circular por galerías se deberá prestar atención al cruce con cualquier tipo de vehículos o personas para evitar proyecciones de piedras desplazadas por los neumáticos.</p> <p>Los conductores de camiones, si observan personas circulando a pie, reducirán la velocidad, y si es necesario pararán el vehículo, esperando a que pasen las personas, reanudando la marcha una vez hayan pasado y quede libre la galería.</p> <p>Igualmente, la circulación a pie, por la galería de paso del camión, se hará por el lado del paramento de situación del camionero, en función del sentido de marcha del camión, para facilitar ser vistos por el mismo.</p> <p>Antes de iniciar con el camión un desplazamiento es obligatorio asegurarse de que no haya personas o cosas, susceptibles de ser atropelladas y/o afectadas.</p> <p>Es importante para evitar accidentes que no se produzcan distracciones mientras se conduce.</p> <p>No efectuar adelantamientos a otros vehículos, salvo en zonas permitidas.</p> <p>Extremar las precauciones en aquellas zonas de cruce de galerías o de poca visibilidad.</p> <p>El conductor adecuará en todo momento la velocidad del vehículo a las condiciones generales y estado de la galería, reduciendo la velocidad al aproximarse a personas, a otros vehículos, en cruces y estrechamientos susceptibles de roces con objetos, no superando en ningún momento la velocidad establecida en la correspondiente DIS o Norma Interna.</p> <p>En caso de dos vehículos, uno subiendo y otro bajando por una rampa, plano inclinado o galería con pendiente importante, por norma general tiene preferencia el que sube.</p>



## TRANSPORTE EN MINERÍA DE SALES SÓDICAS Y POTÁSICAS, MINERALES METÁLICOS, MINERALES INDUSTRIALES Y ROCAS ORNAMENTALES

RIESGOS ASOCIADOS	MEDIDAS PREVENTIVAS Y/O DE PROTECCIÓN
<p>Vuelcos o choques por exceso de velocidad en zonas de pendiente excesiva o por falta de visibilidad.</p>	<p>Al circular por pendientes descendentes no se debe superar la velocidad máxima permitida, reduciendo de marcha cuando sea necesario.</p> <p>Al pasar a una marcha inferior debe adaptarse el vehículo a la velocidad de la marcha correspondiente.</p> <p>Recordar que en pendiente existe riesgo de choque o vuelco en caso de aparición de algún obstáculo o si se produce un fallo mecánico.</p> <p>Nunca transportar materiales sueltos a no ser que estén bien sujetos.</p> <p>Cuando las condiciones de la galería sean favorables al vuelco se deberá cambiar el recorrido, si es posible, para disminuir o evitar el riesgo, y además se tomarán medidas oportunas para subsanarlo por parte de los Técnicos responsables.</p> <p>Circulando por pendiente se procurará no cambiar la marcha que se lleva. Bajar con la misma marcha que se sube.</p> <p>Limitar la velocidad de circulación y adecuarla al estado de la galería y a la visibilidad.</p> <p>Al bajar pendientes usar marchas cortas para evitar los saltos del camión que se puedan producir al accionar el freno.</p> <p>Evitar la presencia de maquinaria, vehículos o personas pendiente abajo durante el descenso de camiones cargados.</p> <p>Las galerías y rampas estarán debidamente señalizadas para la seguridad, y serán regadas con agua periódicamente, con el objeto de minimizar la puesta en suspensión de polvo.</p> <p>Mantener el acristalamiento (en camiones de cabina cerrada) en razonables condiciones de limpieza para facilitar la visibilidad y la apreciación de las condiciones generales del entorno.</p>
<p>Fatiga física del conductor. Lesiones posturales.</p>	<p>Un asiento ergonómico y una faja lumbostato minimizan las vibraciones que recibe el conductor.</p> <p>Se adoptarán posturas correctas tanto en la conducción como en la manipulación de objetos, para evitar lumbalgias.</p>



TRANSPORTE EN MINERÍA DE SALES SÓDICAS Y POTÁSICAS, MINERALES METÁLICOS, MINERALES INDUSTRIALES Y ROCAS ORNAMENTALES	
RIESGOS ASOCIADOS	MEDIDAS PREVENTIVAS Y/O DE PROTECCIÓN
Incendios	<p>Los camiones irán provistos de extintores portátiles, y según el tipo y modelo, de sistemas fijos de extinción.</p> <p>Todos estos elementos y sistemas de extinción serán sometidos a revisiones y mantenimiento periódicos, de acuerdo con la legislación y normas que les sean aplicables, con el conocimiento del Técnico, que además se cerciorará de que se encuentran debidamente practicados.</p> <p>El personal debe conocer y estar instruido en el manejo de todos los medios de extinción disponibles.</p>

## 2.6. RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE PROTECCIÓN ASOCIADAS A LOS TRABAJOS DE ACOPIO Y VERTIDO

El principal riesgo que aparece asociado a esta clase de labores es el de caída de lisos motivada por encontrarse en una zona de techos o paramentos deteriorados, por lo que después de una parada, y antes de comenzar los trabajos, es necesario inspeccionar los techos, paramentos y pilas de acopio, asegurándose de que no existen lisos o rocas inestables, y ordenando en caso necesario su saneo. La inspección suele ser realizada por un Vigilante, y el saneo debe ser efectuado por personal experto y provisto de medios adecuados.

La pala cargadora es una máquina ampliamente empleada en esta clase de operaciones de acopio y vertido en el interior de mina, dado lo reducido de los trayectos que por lo general tienen que ser efectuados.

Otro tipo de riesgo que se genera en las operaciones de acopio se produce en la carga con avance. La tracción del vehículo combinada con la potencia del cucharón se denomina carga con avance. El objetivo es cargar el cucharón en una sola pasada, sin que los neumáticos resbalen y sin chocar con la pila de mineral. Para aplicar la fuerza

tractora correcta y el impulso al cucharón se necesita experiencia, motivo por el que estas operaciones deberían ser encomendadas a personal bien adiestrado.

Conviene limpiar de roca y escombros la zona de carga antes de llenar el cucharón. Esto contribuye a una carga más nivelada, y a mejor tracción y menor riesgo de daños por existencia de firmes irregulares o posibilidades de vuelcos.

También pueden producirse riesgos de atrapamiento por falta de alineamiento entre las ruedas delanteras y traseras. En ese caso, se produce una falta de tracción y el vehículo puede plegarse contra la sección articulada.

La forma de la pila de material es también muy importante para mantener en buen estado de orden en el lugar de trabajo y aprovechar convenientemente el espacio disponible, reduciendo los riesgos de atropello o golpes contra vehículos que se desplacen por la zona.

Conviene recoger la carga primero desde el punto más cercano y mantener la pila de forma cuadrada cargando cada vez desde un lugar diferente. Entonces el cucharón es más fácil de cargar y los lados de la pila se mantienen limpios.



En este apartado, como medidas preventivas indicaremos un procedimiento estándar de carga de materiales en acopios, y propondremos algún consejo de funcionamiento con la pala cargadora para evitar deslizamientos peligrosos, caídas de la carga y levantamientos del equipo sobre las ruedas, que los Técnicos pueden tomar como referencia y adaptar a las condiciones particulares de su respectivo centro de trabajo.


### **Procedimiento estándar de carga en acopio**

- Mantener la zona de carga libre de escombros.
- Colocar el borde del cucharón sobre el suelo y realizar la maniobra de aproximación a la pila de material.
- Acercarse a la pila a una marcha baja dejando que el cucharón toque ligeramente la superficie.
- Aproximarse a la pila en ángulo, mejor que perpendicularmente.



- ⊗ Maniobrar la máquina para que los dos bastidores articulados se encuentren alineados.
- ⊗ Cargar desde el punto más cercano a la pila posible.

## Consejos de funcionamiento

- ⊗ Al empezar a penetrar en la pila, el movimiento de avance se moderará. Acelerar entonces para incrementar la fuerza del avance. No aplicar nunca una presión tal que las ruedas delanteras se levanten del suelo. Normalmente la causa de ello es que el cucharón está demasiado inclinado hacia adelante.
  - ⊗ No aplicar nunca una fuerza tal al cucharón que la parte trasera del vehículo se eleve del suelo. Si esto sucediera, hay que retroceder un tramo corto e inclinar el cucharón hacia delante. Continuar el empuje hasta que todo el movimiento de avance quede detenido. En ese momento se tendrá que reducir la presión sobre el acelerador para evitar que los neumáticos patinen.
- 
- ⊗ Podrá evitarse que las ruedas patinen acelerando lo justo para que sigan empujando el vehículo contra la pila.
  - ⊗ Cuando el cucharón esté cargado, bascular completamente hacia atrás. Cambiar a marcha atrás y apartarse de la pila retrocediendo. El cucharón cargado se debe trasladar en posición completamente hacia atrás, y con el brazo descendido sobre los topes.
  - ⊗ Sacudir el cucharón para evitar que caiga material durante el desplazamiento. Es una buena práctica bascular el cucharón ligeramente hacia adelante y luego rápidamente hacia atrás para que la carga quede asentada. Así se evitará que caiga material del cucharón al desplazarse.
  - ⊗ Moderar la marcha del vehículo al acercarse al lugar de vaciado. Detener la pala cargadora y elevar el brazo a la altura de vaciado precisa. Vaciar el contenido del cucharón en el lugar de descarga.

## Vertido de material en coladeros

Cuando el vertido de mineral, escombros o material de cualquier índole se realice en un pocillo o coladero, es necesario conocer las exigencias especificadas en el Procedimiento de Trabajo que debiera existir sobre Vertido de mineral en coladeros. Los pocillos o coladeros generalmente están asociados a un sistema de señalización luminosa que autorice o prohíba el basculado. De ser así, se debe hacer hincapié al personal que no podrá realizarse ningún vertido de material al pozo mientras la luz no autorice el bascule.

Otra tarea que ofrece un riesgo importante se presenta durante la maniobra de aproximación del camión al pocillo o coladero. Ésta ha de realizarse lentamente y teniendo en cuenta las señales existentes, situando el camión lo más centrado posible respecto de la boca del coladero. Si al realizar la descarga se aprecia que el material no baja, se detendrá la maniobra, y se tomarán las medidas especificadas en el procedimiento antes aludido.



Si por cualquier circunstancia la luz que autoriza el vertido está fuera de servicio, es responsabilidad del mando responsable autorizar el vertido de acuerdo al siguiente esquema de actuación:

1. El mando comprobará y se asegurará de las circunstancias que motivaron la falta de la señal luminosa.
2. Transmitirá verbalmente la orden de detenerse a los operadores de camión que estén realizando el vertido en dicho coladero.
3. Envió a un trabajador a la zona de descarga del coladero para que compruebe que la luz no se encuentra apagada debido a algún trabajo específico, y para evitar el acceso al entorno del punto de descarga.
4. En cuanto sea posible informará al Servicio de Mantenimiento de la anomalía para su inmediata reparación.



Incluso conociendo bien todas las recomendaciones y procedimientos anteriores pueden presentarse riesgos frente a los cuales el Técnico debe saber actuar y poner en práctica medidas como las que se muestran a continuación:

<b>ACOPIO Y VERTIDO</b>	
<b>RIESGOS ASOCIADOS</b>	<b>MEDIDAS PREVENTIVAS Y/O DE PROTECCION</b>
Caídas de personas por el coladero.	No situarse en la proximidad de la boca de un pocillo o coladero de forma innecesaria, ni sin adoptar las medidas necesarias.  Se debe disponer el mantenimiento permanente de un cordón de mineral que rodee perimetralmente la boca del coladero.
Caídas del camión al coladero.	El coladero deberá estar provisto de algún tipo de barrera infranqueable. Si no hay barrera puede ser preciso descargar en la inmediación de la boca y que luego una pala proceda al empuje del mineral hacia la misma.  Realizar la maniobra de aproximación de forma lenta y controlando el punto de descarga.
Desprendimientos de techos en mal estado.	Controlar de manera permanente las condiciones de techo y paramentos.  Sanear en caso necesario.
Inhalación de polvo generado al bascular.  Exposición a ruido.	Vigilar que todo el personal haga uso de los EPIs entregados previstos para la protección frente a estos riesgos.
Vertidos no autorizados por fallos en el semáforo o sistema de señalización existente  Choques con camiones o palas por falta de control sobre el espacio disponible, o por falta de coordinación entre el personal.	Mantener en buen estado de limpieza los espejos retrovisores y las cámaras traseras (en vehículos que dispongan de ellas).  Mantener en adecuado estado de limpieza y colocación los espejos auxiliares que se puedan colocar en techo o hastiales próximos al punto de vertido.  Controlar el estado de la señalización de coladeros.  No bascular si no lo permite la señalización luminosa (semáforo) o de otro tipo que pueda impedir el acceso al punto de vertido (cadena, aspa).  Controlar el espacio disponible y la presencia de personal.  Coordinar la posición del resto de camioneros. Establecer períodos y lugares de espera y verificar que son respetados.



ACOPIO Y VERTIDO	
RIESGOS ASOCIADOS	MEDIDAS PREVENTIVAS Y/O DE PROTECCION
Inhalación de gases que superen las proporciones máximas de exposición permitidas.	<p>El operador deberá ir provisto de mascarilla filtrante o autorrescatador, debiendo estar adecuadamente instruido en su utilización. En caso de que sean detectadas anomalías en estos EPIs deberán ser comunicadas de forma inmediata a un mando.</p> <p>En el caso de camiones dotados de autorrescatadores almacenados el conductor deberá estar instruido para que se asegure de su presencia y buen estado al comienzo de cada relevo.</p> <p>Observar el estado de las ventilaciones secundarias, evitando fugas, deterioros o recirculación de aire.</p>

## 2.7. RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE PROTECCIÓN ASOCIADAS A LA PREPARACIÓN DE INFRAESTRUCTURA

Las labores de infraestructura constituyen tareas fundamentales para el funcionamiento de cualquier explotación mina de interior. Entre ellas podemos mencionar la ejecución de tabiques de diferente consistencia y fabricación, cuya principal función es limitar la pérdida de la corriente de ventilación hacia labores abandonadas, y de esa manera contribuir entre otros aspectos a controlar el riesgo de estrés térmico presente en muchos tajos de explotación. Así mismo, son necesarias infraestructuras específicas para la conducción de la corriente de aire tomado del exterior, imprescindible entre otras funciones para actuar como diluyente de las sustancias nocivas y tóxicas generadas por los motores de combustión interna, logrando así una ventilación realmente activa.

Cualquier trabajador que no reciba formación e información adecuada y suficiente acerca de los materiales empleados en las labores de tabicado (habitualmente suelen usarse espumas rígidas formadas por una reacción química compleja de plásticos en presencia de un agente expansivo), puede sufrir consecuencias indeseables, tales como desmayos, vómitos, mareos, irritaciones, edemas, problemas respiratorios etc., de tal





forma que su exposición, bajo ciertas circunstancias, podrían incluso acarrear problemas de índole legal a los propios mandos, por negligencia en sus obligaciones de control sobre los riesgos presentes en el puesto de trabajo.

Por tanto, ha de informarse a los trabajadores sobre las distintas vías de penetración de estas sustancias contaminantes en el organismo, sobre las medidas aconsejadas en las respectivas Fichas de Datos de Seguridad de los productos, sobre las enfermedades profesionales que podrían contraerse, o sobre las consecuencias de una mala utilización del uso de las herramientas manuales.

Otra tarea frecuente enmarcable en el conjunto de las labores de montaje de infraestructuras es la ejecución de barrenos para fijar bulones. Al igual que para el caso anterior, es conveniente, y los mandos intermedios deben hacer hincapié en ello, que todo el personal afectado sea conocedor de los riesgos que implica el uso de cualquier producto químico empleado en la fijación de los bulones (resinas y sellantes de distinto tipo), así como que conozca las diferentes medidas previstas en las Fichas de Datos de Seguridad, o los posibles efectos adversos de los que advierta el fabricante de esos productos.

Son también trabajos habituales dentro de esta categoría de labores las operaciones de soldadura. Éstas conllevan riesgos tanto para el trabajador que desempeña tales labores, como para el resto del equipo de trabajadores que en un momento determinado pueden estar realizando alguna tarea en su proximidad.

Con relación a este tipo de trabajos no sólo se deben adoptar una serie de medidas preventivas para el control de los riesgos que presenten, de los que el más habitual será el de incendio y explosión, sino que además habrá que observar una serie de consignas, detalladas en la ITC MIE-APQ-5, sobre almacenamiento de botellas y botellones de gases comprimidos, licuados y disueltos a



presión, así como las recomendaciones de seguridad en la Manipulación de Productos Químicos Peligrosos. Así, por ejemplo, los mandos habrán de recordar frecuentemente a todos los trabajadores a quienes afecte, que las botellas deben transportarse con las válvulas cerradas, con los tapones colocados y los manorreductores y mangueras desconectadas de las mismas, sea cual sea el trabajo a que se destinen.

Igualmente, una norma que contribuye a evitar accidentes si se está utilizando el soplete en la proximidad de mangueras de circuitos hidráulicos o neumáticos, es asegurarse de que las mismas no estén sometidas a presión alguna.

También la experiencia minera deber servir para impulsar cambios de malos hábitos, como el de usar alambre para realizar la sujeción de la manguera a sopletes, válvulas o manorreductores, en vez de emplear abrazaderas, hecho que termina cortando la cubierta del tubo, pudiendo producir pérdidas de tiempo innecesarias, o cortes y pinchazos al operario.

Además de todas las labores ya reseñadas, quizás la labor más frecuente en cuanto a instalación de infraestructuras consista en la colocación de tuberías para fines diversos, junto con la de turbinas y de anclajes de los que luego colgarán estructuras de cintas transportadoras y otros equipos. Los principales riesgos que se presentan en estas operaciones son básicamente el riesgo de atropello; el riesgo de caídas de objetos en manipulación sobre los operarios, o desde andamios si se están realizando trabajos en altura; y el riesgo de golpes con las distintas herramientas utilizadas.



A continuación se muestran los principales riesgos en la ejecución de esta clase de tareas, junto con las principales medidas preventivas y de protección que se pueden establecer para su control.



COLOCACIÓN DE INFRAESTRUCTURA	
RIESGOS ASOCIADOS	MEDIDAS PREVENTIVASY/O DE PROTECCIÓN
<p>Caídas al subirse a montículos de escombros o mineral.</p> <p>Caídas desde andamios por inestabilidad de las máquinas o herramientas.</p> <p>Caídas por posturas de trabajo inadecuadas en trabajos en altura.</p>	<p>Al efectuar el bulonado no colocar la máquina en situación inestable.</p> <p>Usar siempre andamios adecuados a la altura y a las dimensiones de los trabajos a desarrollar.</p> <p>Para efectuar el bulonado o un saneo manual no colocarse nunca sobre piedras o escombros inestables.</p> <p>Cuando sea necesario el uso de andamios, éstos han de ser sólidos y estables. En caso de andamios de caballetes, los tabloneros de la plataforma deben permanecer unidos y fijados por clavos o cuerdas, disponer de barandillas y rodapiés.</p> <p>Si se usan andamios no deben colocarse muy separados del punto de operación para evitar caerse por desequilibrio.</p> <p>Es fundamental que la persona que vaya a trabajar se coloque en situación absolutamente estable.</p> <p>Usar calzado antideslizante.</p> <p>En caso de posturas de trabajo forzadas es necesario mantener la precaución para evitar caídas producidas a consecuencia del propio trabajo.</p> <p>En trabajos en altura se utilizarán siempre dispositivos anticaída.</p>
<p>Caída de lisos mientras se barren para colocar bulones.</p>	<p>Antes de iniciar el barrenado debe inspeccionarse la zona de trabajo.</p> <p>Si se observa la posibilidad de caída de un liso en la zona donde se va a bulonar es preferible apuntalarlo y desplazar a otro sitio la operación que se esté realizando.</p> <p>Si hubiera duda sobre la estabilidad del terreno se determinará hacer una sujeción previa mediante un cosido al terreno firme, y si se precisa andamio éste deberá colocarse fuera de la posible trayectoria del liso.</p>



COLOCACIÓN DE INFRAESTRUCTURA	
RIESGOS ASOCIADOS	MEDIDAS PREVENTIVAS Y/O DE PROTECCIÓN
<p>Caída de material diverso sobre los operarios.</p> <p>Pisadas sobre tierra.</p> <p>Pisadas sobre tablonos.</p> <p>Pisadas sobre mangueras.</p>	<p>Fomentar el orden y limpieza en los puestos de trabajo durante la ejecución de un determinado trabajo y después de terminado. Mantener el lugar de trabajo limpio, ordenado y libre de obstáculos.</p> <p>Realizar el trabajo con la mayor precaución posible y tomar las debidas precauciones para evitar la caída de tubos, turbinas, o cualquier otro material en manipulación o que se esté colgando o izando.</p> <p>Colocar las mangueras de forma tal que no puedan ser pisadas, aplastadas o cortadas al pasar sobre ellas.</p>
<p>Cortes con motosierra o hacha.</p> <p>Pinchazos con clavos o alambre.</p> <p>Caída de herramientas sobre los operarios.</p>	<p>Adoptar posiciones estables cuando se manejan máquinas-herramientas y herramientas.</p> <p>Mantener las hojas de corte bien afiladas, y golpear o cortar sobre lugares sólidos.</p> <p>Usar los guantes de protección adecuados al trabajo a ejecutar.</p> <p>Emplear herramientas con mangos de longitud adecuada y empuñadura antideslizante.</p> <p>Colocar las herramientas en lugares seguros. Cuando se pueda producir la caída de herramientas desde altura durante la tarea, se debe señalar o impedir el paso al resto de personal hasta la zona inferior a la de trabajo.</p>
<p>Proyecciones al usar el martillo picador.</p> <p>Proyecciones provocadas por la bulonadora.</p> <p>Proyecciones de los equipos de espumas.</p> <p>Proyecciones procedentes de las operaciones de soldadura.</p>	<p>Seleccionar la posición de los equipos de trabajo, de modo que se evite la caída de detritos sobre los operarios.</p> <p>Comprobar que los útiles de trabajo estén siempre en perfecto estado y en las condiciones de realizar el trabajo que se les asigne.</p> <p>Prestar atención al purgar las mangueras y tuberías, ya que hay peligro de resultar accidentado por las impurezas arrastradas por el aire comprimido.</p> <p>Revisar que los equipos de proyección de espumas (mangueras, pistolas, recipientes, etc.) sean estancos y no presenten fugas.</p> <p>Usar siempre gafas de protección adecuadas.</p>



COLOCACIÓN DE INFRAESTRUCTURA	
RIESGOS ASOCIADOS	MEDIDAS PREVENTIVASY/O DE PROTECCIÓN
Estrés térmico	<p>Evitar el consumo de bebidas alcohólicas y cafeína en las horas previas a incorporarse al relevo.</p> <p>Adaptar el ritmo de trabajo al calor presente.</p> <p>Usar hábitos alimenticios correctos.</p> <p>Disponer de agua potable abundante o bebidas isotónicas, e incentivar al personal a su consumo periódico.</p> <p>Evitar estar inmóvil durante mucho rato. Moverse para facilitar el retorno venoso al corazón.</p> <p>Evitar el empleo de prendas de ropa muy ajustadas o que opriman.</p>
<p>Inhalación de vapores en tabiques hechos con espumas.</p> <p>Inhalación de aceites procedentes de engrases.</p> <p>Inhalación de vapores de cartuchos de resina.</p> <p>Inhalación de gases por mala ventilación.</p> <p>Inhalación de sustancias nocivas.</p> <p>Trabajos en espacios confinados (1/2)</p>	<p>Cada trabajador estará obligado a portar permanentemente autorrescatador personal, así como a conocer su modo de empleo.</p> <p>Para evitar la dispersión de fibras peligrosas en el aire respirado es importante no formar nubes de polvo.</p> <p>Si se tienen que realizar trabajos de aplicación de espumas proyectadas se debe portar en todo momento equipos de protección individual respiratoria, necesarios para evitar que los contaminantes penetren en el organismo.</p> <p>En trabajos de proyección de espuma es muy importante delimitar la zona de trabajo e impedir el acceso a la misma a todas aquellas personas que no lleven el equipo de protección adecuado: guantes, mascarilla, gafas, indumentaria cerrada, etc.</p> <p>Procurar mantener una buena ventilación cuando se estén proyectando espumas para así evitar su acumulación en la atmósfera de trabajo. En caso de vertidos, conviene tener arena o serrín para taparlos.</p>

COLOCACIÓN DE INFRAESTRUCTURA	
RIESGOS ASOCIADOS	MEDIDAS PREVENTIVAS Y/O DE PROTECCIÓN
<p>Inhalación de vapores en tabiques hechos con espumas.</p> <p>Inhalación de aceites procedentes de engrases.</p> <p>Inhalación de vapores de cartuchos de resina.</p> <p>Inhalación de gases por mala ventilación.</p> <p>Inhalación de sustancias nocivas.</p> <p>Trabajos en espacios confinados. (2/2)</p>	<p>Algunos catalizadores y endurecedores usados en espumas son corrosivos. No dejar nunca envases abiertos.</p> <p>Al finalizar los trabajos de proyección es conveniente dejar ventilar la zona, restringiendo el paso a la misma.</p> <p>No comer ni beber cuando se esté trabajando con espumas aislantes.</p> <p>En caso de contacto con los ojos lavarse éstos con abundante agua.</p> <p>Los vapores de resinas pueden causar dolor de cabeza, vértigo y depresión del sistema nervioso central. Manejarlos con los mismos cuidados que las espumas.</p> <p>Leer siempre las FDS de producto, tanto para aceites, como para espumas, resinas y catalizadores.</p> <p>En el caso de operaciones de soldadura o corte la ventilación del lugar del trabajo debe ser eficaz y continua para disipar los humos producidos, procurando que haya suficiente renovación del aire.</p> <p>Si es necesario soldar o cortar en el interior de recipientes deberá aplicarse un procedimiento de trabajo para espacios confinados previamente definido y conocido por el personal afectado.</p> <p>En casos especiales, cuando las condiciones del trabajo lo exijan, se utilizará protección respiratoria individual adecuada, además de la ventilación general.</p>
<p>Atropellos por maquinaria móvil al verter escombros sobre galerías o circular por ellas.</p>	<p>Señalizar bien los accesos a la zona donde se vayan a llevar a cabo los trabajos de colocación de infraestructura, para que impidan el paso a personas o vehículos.</p> <p>En caso de falta de visibilidad, una persona deberá vigilar desde fuera de la zona de trabajo y en lugar seguro la llegada de vehículos, y advertir de su presencia.</p> <p>Señalizar convenientemente el lugar de trabajo para evitar atropellos o choques, especialmente cuando se trabaje sobre andamios.</p>



COLOCACIÓN DE INFRAESTRUCTURA	
RIESGOS ASOCIADOS	MEDIDAS PREVENTIVASY/O DE PROTECCIÓN
Ruido y vibraciones de la máquina de bulonado	<p>La maquinaria debe cumplir con las exigencias del RD 1644/2008 sobre máquinas.</p> <p>Emplear protección auditiva cuando los niveles de ruido alcancen los valores definidos para ello por la legislación en esta materia.</p> <p>Con el fin de conseguir un buen apoyo de la máquina y reducir la generación y transmisión de vibraciones, debe ponerse el máximo cuidado en hacerlo sobre piso uniforme.</p>
Atrapamientos por las aspas de turbinas.	<p>Asegurarse de que la turbina está totalmente parada y desconectada de su alimentación antes de proceder al montaje y desmontaje de tubos.</p> <p>La turbina deberá contar con resguardos que protejan del contacto con las partes móviles de la misma.</p>
Quemaduras en diversas partes del cuerpo durante operaciones de soldadura o corte.	<p>Para utilizar el oxicorte o soldadura deberá contarse con un permiso o autorización de trabajo.</p> <p>La protección del tronco se efectuará con un delantal de elevada resistencia a la temperatura.</p> <p>Se utilizarán manoplas para las manos y polainas para las piernas resistentes a las proyecciones incandescentes y a calor elevado.</p> <p>Para efectuar trabajos en lugares en espacios reducidos con peligro de incendio se utilizará ropa de trabajo ignífuga, a la que se mantendrá exenta de impregnaciones de grasas o aceites combustibles.</p> <p>Deberá contarse con extintor o manguera con toma de agua en la inmediación de la zona de trabajo.</p>

## COLOCACIÓN DE INFRAESTRUCTURA

RIESGOS ASOCIADOS	MEDIDAS PREVENTIVAS Y/O DE PROTECCIÓN
<p>Explosiones e incendios por mangueras, collares, etc. en mal estado.</p> <p>Incendios de la propia instalación.</p> <p>Explosión de botellas.</p> <p>Explosión por inflamación de gases de soldadura.</p> <p>Errores en la colocación de las mangueras.</p> <p>Incendios por mal funcionamiento de las boquillas.</p> <p>Incendios por nieblas de aceite en las mangueras.</p> <p>Explosiones por malos hábitos de trabajo.</p> <p>Incendios de los materiales a tratar.</p> <p>(1/2)</p>	<p>Deberán revisarse antes de su utilización por parte del trabajador que va a hacer uso de los equipos de soldadura, las mangueras, collares y su conjunto, así como asegurarse del funcionamiento de los manorreductores.</p> <p>Revisar el estado de la parte de las mangueras próxima a los empalmes con manorreductores, soplete o válvulas antirretroceso, cortando cuando proceda un trozo de la misma para eliminar lo deteriorado.</p> <p>Los sopletes deben estar siempre provistos de válvulas antirretroceso.</p> <p>Al cambiar las mangueras procurar que no se introduzcan virutas de goma u otros cuerpos extraños que podrían causar atascamientos en partes del soplete.</p> <p>Prohibir la modificación de las secciones de paso, los extremos de las boquillas y los inyectores.</p> <p>La limpieza de las boquillas no debe hacerse más que frotando su extremo sobre madera dura o con la ayuda de una aguja calibrada de cobre o latón.</p> <p>En el oxicorte prestar suma atención a no quemar las mangueras, colocándose de tal forma que el fuego no incida sobre las mismas.</p> <p>Proteger las botellas de gas de las variaciones de temperatura y alejarlas de materiales inflamables.</p> <p>No efectuar trabajos de soldadura o corte en la proximidad de baterías de acumuladores. En caso necesario retirar las baterías de su emplazamiento.</p> <p>Asegurarse de que el sistema oxiacetilénico no presenta ninguna fuga antes de comenzar cualquier trabajo. No buscar las fugas con llamas o el mismo soplete, ni con chispas.</p>





COLOCACIÓN DE INFRAESTRUCTURA	
RIESGOS ASOCIADOS	MEDIDAS PREVENTIVAS Y/O DE PROTECCIÓN
<p>Explosiones e incendios por mangueras, collares, etc. en mal estado.</p> <p>Incendios de la propia instalación.</p> <p>Explosión de botellas.</p> <p>Explosión por inflamación de gases de soldadura.</p> <p>Errores en la colocación de las mangueras.</p> <p>Incendios por mal funcionamiento de las boquillas.</p> <p>Incendios por nieblas de aceite en las mangueras.</p> <p>Explosiones por malos hábitos de trabajo.</p> <p>Incendios de los materiales a tratar.</p> <p>(2/2)</p>	<p>No utilizar nunca el cobre como pieza de unión entre mangueras o entre éstas y el soplete. Las llaves, válvulas y conexiones deberán ser de bronce.</p> <p>Los colores de las mangueras deben ser: gris, negro o azulado para las de oxígeno; rojo o marrón para el gas combustible.</p> <p>Los sopletes deben tratarse con cuidado y depositarse solamente en superficies limpias, evitando que la tobera se atasque por suciedad, provocando peligrosos rechazos del gas.</p> <p>Usar el soplete para su cometido y no emplearlo para golpear. Si se interrumpe con frecuencia la llama examinarlo para ver si aspira correctamente.</p> <p>Las mangueras sometidas a un manejo inadecuado pueden presentar puntos de fuga cuyas consecuencias son el peligro de incendio y/o explosión.</p> <p>Antes de utilizar por primera vez unas mangueras se recomienda su soplado con aire. Al soplar con aire las mangueras de oxígeno hay que asegurarse de que el aire no contenga nieblas de aceite, ya que en combinación con el oxígeno podrían dar lugar a explosiones.</p> <p>No calentar nunca a la llama un manorreductor helado. Debe hacerse únicamente con agua caliente, excluyendo el empleo de cualquier tipo de llama.</p> <p>Si se han de soldar o cortar recipientes que hayan contenido disolventes u otras materias de similares mismas características habrá de prestarse especial cuidado. Previamente deberán lavarse bien y luego rellenarlos de agua hasta el nivel de trabajo.</p> <p>Si es necesario soldar o cortar en el interior de recipientes debe ventilarse adecuadamente la zona de trabajo, manteniendo la vigilancia de la ventilación por parte de otro trabajador. No ventilar nunca el interior con oxígeno de la botella. Siempre que sea posible hay que efectuar anteriormente una limpieza mecánica y/o química, asegurándose de que no se produzcan gases inflamables.</p> <p>Después de un retroceso de la llama deberán inspeccionarse detalladamente las mangueras, el soplete y los manorreductores.</p>



Como norma general, dado que los trabajos de soldadura o corte generan riesgos de incendio o explosión, los mandos deberán vigilar que los trabajadores adopten las siguientes medidas en los casos en que se practiquen en el interior de mina:

- ⦿ Contar con permiso para efectuar el trabajo por parte del responsable correspondiente.
- ⦿ Mantener libre de personas o materiales que puedan ser inflamables la zona de peligro.
- ⦿ Establecer un control permanente de gases en la zona, pues puede producirse su acumulación, en particular en lugares mal ventilados.
- ⦿ Revisar la zona una vez finalizados los trabajos para asegurarse que no hayan quedado partículas incandescentes o conatos de incendio.

## 2.8. RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE PROTECCIÓN ASOCIADAS A LOS TRABAJOS DE MANTENIMIENTO DE LA MAQUINARIA MÓVIL

Antes de poner en marcha cualquier tipo de maquinaria móvil es necesario llevar a cabo una serie de controles y revisiones de mantenimiento por parte del operador, que incluyan, en función de la más específica de que se trate, comprobación de niveles, estado de picas, resguardos y protecciones, puntos críticos de las zonas de trabajo de la máquina, etc., así como operaciones de engrase en aquellas partes que lo necesiten, que evitarán tanto un mal funcionamiento de la máquina, como una incidencia que repercuta sobre las condiciones de seguridad del equipo. En particular, han de fomentarse buenas prácticas de trabajo que habitúen al operador a efectuar inspecciones diarias y tareas de mantenimiento básico. Será responsabilidad de los mandos garantizar que se ponen en marcha todas las medidas que aseguren con garantías estas operaciones de mantenimiento básico.

Una vez en el lugar donde se encuentra estacionado el equipo móvil, no resulta excesivamente laborioso hacer una supervisión general del mismo practicando una vuelta alrededor suyo para verificar el estado de neumáticos, eventuales fugas de líquidos, comprobar los niveles de combustible e hidráulicos, y si hiciese falta, rellenar los depósitos que lo necesitasen.



Antes de poner el vehículo en marcha será obligado igualmente examinar el estado y número correcto de los equipos portátiles de extinción de incendios, y el estado del punto de disparo del sistema fijo de extinción en caso de equipos que cuenten con el mismo. En caso de percibir que todo se encuentra en orden se procederá al arranque de la maquinaria y a su puesta en movimiento.

Los Técnicos con responsabilidades de mando deberán velar para que los operadores realicen estas comprobaciones antes del comienzo de cada relevo, pudiendo ser las siguientes en el caso de un minador:

- ⦿ Nivel adecuado de lubricante en todas las transmisiones.
- ⦿ Nivel de fluido hidráulico.
- ⦿ Condiciones del fluido hidráulico (suciedad, burbujas de aire, espuma, etc.).
- ⦿ Control de la presión y la temperatura.
- ⦿ Inexistencia de fugas en el sistema de lubricación y en las correspondientes mangueras.
- ⦿ Funcionamiento del dispositivo de rociado de agua y limpiar las boquillas de rociado.
- ⦿ Filtro del agua. En caso necesario, limpiar y/o sustituir el cartucho del filtro por uno nuevo.
- ⦿ Presiones en todos los circuitos hidráulicos cerrándolos.
- ⦿ Las tuberías y las mangueras por si tuvieran fugas.
- ⦿ Que la protección anticolidión funciona correctamente.
- ⦿ Los tornillos de purga de aire de los reductores.
- ⦿ El desgaste de las picas de la cabeza de corte en el minador. Sustituir las picas que falten, las que estén dañadas y las desgastadas.
- ⦿ El nivel de agua y que el agua circula adecuadamente en el sistema de refrigeración de circuito cerrado.



- ⊗ Que la cadena del transportador está debidamente tensada.
- ⊗ Sustituir las racletas del transportador que están desgastadas o dañadas.
- ⊗ Si el conductor rotativo del tambor de la cortadora presenta fugas y que las válvulas de control funcionen adecuadamente (sólo en caso de existir lavado interno directo de picas).
- ⊗ Que el aislamiento del cable de maniobra no esté roto ni agrietado.
- ⊗ Que las tuberías no tengan fugas ni estén obstaculizados.

Durante la ejecución de todas estas labores de inspección y mantenimiento pueden ocasionarse riesgos, para cuya eliminación o control se proponen las siguientes medidas preventivas.

TRABAJOS DE MANTENIMIENTO DE LA MAQUINARIA MÓVIL	
RIESGOS ASOCIADOS	MEDIDAS PREVENTIVAS Y/O DE PROTECCIÓN
<p>Caídas en superficies resbaladizas o con obstáculos.</p> <p>Caídas al subir o bajar de la máquina.</p>	<p>Al subir o bajar de la cabina de mandos por la escalera se hará siempre de frente a la misma, utilizando agarraderas y estribos, e igualmente se ha de bajar con cuidado y sin saltar.</p> <p>No saltar al suelo desde ningún punto de la máquina al que se haya subido para efectuar un mantenimiento.</p> <p>Al circular en el entorno de la máquina, prestar atención al estado del piso, líneas eléctricas próximas, tuberías, etc. para evitar caídas o golpes.</p> <p>Los derrames de aceites u otras sustancias resbaladizas deben ser limpiados tan pronto como se produzcan, usando siempre materiales absorbentes no inflamables para neutralizarlos.</p>
<p>Golpes contra la maquinaria móvil</p>	<p>No mover la máquina mientras haya personal engrasando o efectuando algún trabajo sobre la misma.</p> <p>El operario de la maquinaria tiene la obligación de revisar el estado de las protecciones diariamente, notificando a los mandos correspondientes cualquier anomalía detectada.</p>



TRABAJOS DE MANTENIMIENTO DE LA MAQUINARIA MÓVIL	
RIESGOS ASOCIADOS	MEDIDAS PREVENTIVAS Y/O DE PROTECCIÓN
<p>Proyección de cuerpos extraños en labores que empleen aire comprimido.</p> <p>Salpicaduras, fragmentos que se proyectan en operaciones de limpieza.</p> <p>Proyección de cuerpos extraños en labores de acondicionamiento del puesto de mando.</p>	<p>En aquellas manipulaciones en que exista riesgo de proyección de cuerpos extraños, y en las operaciones de purga de mangueras o tuberías, se usarán gafas de protección.</p> <p>Debe prohibirse limpiar la ropa de trabajo o el cuerpo con aire comprimido por el peligro potencial que entrañan las proyecciones de partículas que pueden causar daños en los ojos u otros órganos.</p> <p>En caso de necesitar el empleo de un compresor portátil hay que asegurarse que las defensas estén colocadas, a continuación purgar el calderín y posteriormente comprobar el funcionamiento de las válvulas de seguridad y de regulación.</p> <p>En las comprobaciones y manipulaciones con aceites usar guantes de seguridad para evitar quemaduras.</p> <p>El conductor debe mantener limpio de mineral, cotones u otros objetos la cabina y zonas del motor.</p> <p>Efectuar las comprobaciones y limpiezas antes de arrancar.</p> <p>Asegurarse de que todas las partes susceptibles de poder moverse en la cabina estén perfectamente sujetas.</p>
<p>Atrapamiento por transmisiones, engranajes y elementos móviles al aproximarse en exceso o inadvertidamente, o al limpiar, engrasar o regular elementos de la máquina cuando están en movimiento.</p> <p>Atrapamientos por caída de lisos en tramos mal saneados.</p>	<p>La revisión y cambio de picas de las piñas del minador se efectuará con la máquina parada, seccionando la corriente eléctrica para evitar un arranque involuntario de la cabeza de corte.</p> <p>Enlavar todos los componentes o elementos cuyo desplazamiento intempestivo pueda representar un peligro de atrapamiento.</p> <p>Cuando se tengan que realizar trabajos de mantenimiento sobre un equipo y sea necesario trabajar fuera de la capota de protección se trasladará el equipo, si es posible, a una zona adecuada para el estacionamiento. Antes de aparcar allí el vehículo o máquina se tiene que comprobar que la zona se encuentra convenientemente saneada.</p> <p>Vigilar el estado de techos y paramentos en aquellas zonas en las que se deba permanecer un cierto tiempo.</p>



### TRABAJOS DE MANTENIMIENTO DE LA MAQUINARIA MÓVIL

RIESGOS ASOCIADOS	MEDIDAS PREVENTIVAS Y/O DE PROTECCIÓN
<p>Incendios de aceites u otros líquidos inflamables.</p> <p>Explosiones de neumáticos.</p> <p>Explosiones por fallos en los circuitos de aire comprimido.</p>	<p>El conductor, antes de poner en marcha la máquina, deberá comprobar el correcto estado de los extintores y del sistema fijo de extinción si el vehículo dispone del mismo. Se revisarán así mismo, los niveles de aceite y el estado de los sistemas de iluminación.</p> <p>Durante el hinchado de un neumático, no permanecer de frente al neumático sino colocarse a un lado del mismo. A ser posible utilizar una tubería de aire bastante larga con virola de ajuste automático.</p> <p>No soldar ni cortar en recipientes que contengan aire comprimido. Tampoco se debe soldar ni cortar en una llanta que lleve colocado un neumático hinchado.</p> <p>En las herramientas neumáticas los gatillos impedirán su funcionamiento imprevisto; las válvulas cerrarán automáticamente al dejar de apretarlas, y las mangueras y conexiones estarán firmemente asidas a los tubos de aire a presión.</p>
<p>Contacto térmicos con partes de la máquina que pudieran estar calientes.</p> <p>Contactos con productos corrosivos o cáusticos.</p>	<p>Las zonas calientes de la máquina que puedan provocar quemaduras deberán estar protegidas por medio de resguardos que impidan el contacto directo, y debidamente señalizadas con los pictogramas correspondientes.</p> <p>Antes de manipular piezas o partes que pudieran estar sometidas a altas temperaturas deberá dejarse enfriar la máquina el tiempo necesario.</p> <p>Para evitar el excesivo calentamiento de los motores se seguirá el plan de revisiones establecido en la DIS, revisándose específica y periódicamente los circuitos de refrigeración.</p> <p>En las comprobaciones y manipulaciones con aceites y sustancias tóxicas o corrosivas se usarán guantes de seguridad.</p>



TRABAJOS DE MANTENIMIENTO DE LA MAQUINARIA MÓVIL	
RIESGOS ASOCIADOS	MEDIDAS PREVENTIVAS Y/O DE PROTECCIÓN
<p>Contactos eléctricos por uso y manipulación de partes de la máquina en tensión.</p>	<p>Prohibir la manipulación de partes eléctricas de la maquinaria a personal no autorizado, en especial en los minadores.</p> <p>Revisar el buen estado del cable de alimentación eléctrico en el minador y comunicar las anomalías detectadas al mando correspondiente y/o al Servicio de Mantenimiento.</p> <p>Cuando se haga limpieza en la maquinaria y se utilice agua para su lavado se cortará la corriente eléctrica. Sólo se lavarán las partes en que no haya conductores o motores eléctricos.</p> <p>Observar las indicaciones y señales de riesgo eléctrico ubicadas en diferentes puntos de la maquinaria.</p> <p>No tocar nunca los cables eléctricos que estén bajo tensión, salvo el personal autorizado, ni colgar o colocar objetos sobre ellos (en caso de duda no tocarlos).</p>
<p>Sobresfuerzos por manipulación incorrecta de cargas y posturas forzadas.</p>	<p>Seguir las indicaciones establecidas para el manejo y manipulación de cargas con objeto de evitar sobreesfuerzos y malas posturas. Recomendar el empleo de fajas lumbostato.</p> <p>En caso de manipulación de materiales de peso excesivo o de mal agarre llevar a cabo las operaciones entre dos o más operarios debidamente adiestrados y coordinados.</p> <p>Para la manipulación de material, herramientas o elementos pesados es necesario la utilización de equipos de elevación adecuados (polipastos, tráctel, etc.) en función de la carga a manejar.</p>
<p>Caídas de objetos situados o almacenados cerca de las áreas de estacionamiento de la maquinaria</p>	<p>Los materiales que se sitúan o se almacenan en estas zonas se colocarán de tal forma que se evite su caída intempestiva sobre el personal que pudiera encontrarse en su proximidad, y en todo caso se buscarán zonas amplias donde no entorpezcan las maniobras.</p>



TRABAJOS DE MANTENIMIENTO DE LA MAQUINARIA MÓVIL	
RIESGOS ASOCIADOS	MEDIDAS PREVENTIVAS Y/O DE PROTECCIÓN
Atropellos por parte de otros vehículos o maquinaria móvil que se desplace en su entorno, o de otro personal al maniobrar el equipo que se está revisando.	<p>Si es necesario mover el equipo comprobar previamente que no existen personas u objetos en su radio de acción que puedan ser atrapadas o arrolladas.</p> <p>Verificar las señales acústicas y/o luminosas de arranque del equipo, marcha atrás, emergencia y presencia.</p> <p>En caso de ejecución de maniobras no habituales tomar medidas excepcionales.</p> <p>Al bajarse de una máquina que se esté revisando, prestar atención a la posible presencia de otros vehículos o máquinas que evolucionen en su proximidad.</p> <p>Llevar en todo momento las prendas reflectantes y el casco con la lámpara encendida, a fin de facilitar ser vistos.</p>
Golpes o cortes por uso de material y herramientas inadecuadas.	<p>Usar herramientas o materiales adecuadas para la labor a efectuar.</p> <p>En las manipulaciones que entrañen riesgos de corte usar guantes de seguridad.</p>

Es importante así mismo recordar permanentemente que:

- ⦿ Deberán estar enclavados todos los componentes o elementos cuyo desplazamiento intempestivo pueda representar un peligro para el operador que efectúa las operaciones de comprobación.
- ⦿ Tener en cuenta la posible relajación de los fluidos hidráulicos o neumáticos que pudieran producirse por pequeñas fugas, o por efecto del enfriamiento desde la temperatura de trabajo a la temperatura ambiente.





## 2.9. RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE PROTECCIÓN ASOCIADAS A LAS OPERACIONES DE REPOSTAJE DE AGUA EN LA MAQUINARIA

La operación de repostaje de agua en la maquinaria consiste en rellenar de agua los radiadores de que están provistos los equipos móviles accionados por motores de combustión interna, los cuales precisan ser refrigerados para que puedan disipar el calor que irradian, como ocurre con cualquier motor de esta clase. Al acceder al radiador para efectuar esta operación se deben observar una serie de precauciones, ya que se pueden producir accidentes por la salida brusca de agua/vapor a alta temperatura, dando como consecuencias lesiones graves en el operador en caso de alcanzarle, razón por la que los Técnicos con responsabilidades de mando deben insistir constantemente en que todos los operarios que realicen esta tarea lo hagan siguiendo un procedimiento de trabajo similar al que se describe a continuación:



### Condiciones preliminares

- ⦿ En primer lugar deberá comprobarse por parte de los operarios que el techo y los paramentos de la zona donde se va a proceder a llevar a cabo la tarea se encuentran en buen estado, asegurándose al mismo tiempo que el lugar elegido sea una zona que no obstruya el paso de maquinaria pesada.
- ⦿ Antes de realizar ninguna otra acción, con el motor de la máquina en marcha al ralentí, se debe inspeccionar la máquina comprobando la posible presencia de alguna fuga de agua en cualquiera de las uniones o manguitos, en el vaso de expansión o en el radiador. Así mismo se verificará el correcto estado de las correas del ventilador.
- ⦿ En caso de observar alguna fuga de agua en los elementos antes enumerados, o la rotura o falta de las correas del ventilador, interrumpirá el proceso de repostaje de agua y dejará enfriar el motor antes de proceder a la reparación.

## Ejecución de la tarea

Una vez verificado todo lo anterior se puede proceder a llevar a cabo la despresurización del circuito de refrigeración según los siguientes pasos:

- Mantener el motor en marcha al ralentí.
- Asegurarse de que la unión entre la válvula de purga ubicada en la parte inferior del vaso de expansión con el tubo de salida, y el estado de éste, se encuentren correctamente.
- Abrir la válvula de purga y dejar salir vapor/agua por el tubo de carga, esperando hasta que se produzca la despresurización completa de todo el circuito de refrigeración.
- Una vez despresurizado el circuito se utiliza el utillaje existente (facilitado por el fabricante u otro) para la retirada de los tapones del vaso de expansión, dejando la válvula de purga abierta.
- Después de retirar el tapón se cierra la válvula de purga y se procede a añadir desde una garrafa la cantidad de agua necesaria hasta alcanzar el nivel requerido, ayudándose de un embudo para la mejor introducción.
- Tras completar el rellenado de agua se verifica el estado del tapón y se comprueba que no posea ningún desperfecto, reemplazándolo si así fuera.
- Por último se verifica que no existe ninguna fuga en el circuito y que en el cuadro de mando de la máquina ningún testigo o código permanezca activado.

Normalmente, en esta operación aparecen riesgos de exposición a contactos térmicos, riesgos de caída de objetos en manipulación y riesgos de caídas de lisos o rocas. Para lograr que no se materialicen estos riesgos es responsabilidad de los mandos asegurarse que todos los operarios a su cargo cumplen las siguientes medidas de control:



<b>REPOSTAJE DE AGUA EN LA MAQUINARIA</b>	
<b>RIESGOS ASOCIADOS</b>	<b>MEDIDAS PREVENTIVAS Y/O DE PROTECCIÓN</b>
Proyecciones y salpicaduras por refrigerante a alta temperatura.	En los motores enfriados por agua puede salir un chorro de refrigerante caliente, junto con vapor a alta temperatura si se quita el tapón del radiador antes de que se produzca el necesario enfriamiento y relajación de los fluidos. Dejar siempre que se enfríe el radiador y después girar la tapa de radiador hasta la primera muesca. Después de descargar toda la presión, quitar el tapón.
Deterioro de techos en zonas de repostaje.	Vigilar el estado de techos y paramentos en aquellas zonas en las que se deba permanecer un mayor tiempo, exigiendo su saneo si fuera necesario.
Golpes por caída de cargas mal sujetadas.	Mientras se manipulan objetos sobre la máquina en el repostaje (garrafas llenas, embudo, etc.) hay que evitar la circulación de personas por debajo de ella o en sus proximidades.  Al manipular objetos o herramientas, asirlos con firmeza para evitar su caída.  Mantener limpias las manos o guantes.
Caídas desde altura al subir o bajar de la máquina.	Cuando el punto de repostaje de agua se encuentra a cierta altura sobre el suelo, y su acceso no sea posible por escalas fijas o peldaños en la propia máquina, se hará uso de escaleras de mano u otros sistemas para ascender y descender de la máquina, guardando las precauciones habituales en el uso de esta clase de elementos portátiles.  No comprometer la estabilidad en el ascenso portando recipientes muy voluminosos o pesados.  Durante la permanencia sobre la máquina se mantendrán las precauciones necesarias para evitar caídas (evitar movimientos bruscos, aproximación excesiva a los bordes, etc.).  Prestar atención a la presencia de zonas resbaladizas sobre las que se pueda pisar y deslizar.
Sobresfuerzos en la manipulación de los recipientes.	Si los recipientes de agua y refrigerante son voluminosos o pesados se deberá repartir la carga necesaria para el repostaje, haciendo más de un viaje o solicitando la ayuda de otro personal.



## 2.10. RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE PROTECCIÓN ASOCIADOS A LOS TRABAJOS DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTALACIONES FIJAS

Son muchas y variadas las instalaciones y equipos fijos en el interior de mina que precisan operaciones de mantenimiento, ya sea asociado a una labor de sustitución, de engrase, de reparación o de limpieza, siendo ejecutadas según los casos por los operarios de mantenimiento mecánico, por personal de mantenimiento eléctrico, o por personal asociado a cualquier otro tipo de trabajo o de categoría, tales como personal de servicios auxiliares de mina o por ayudantes mineros.

Constituyen ejemplos de operaciones de mantenimiento habitual en cualquier tipo de minería de interior la limpieza de instalaciones de cintas transportadoras; una reparación de una bomba en una sala de evacuación de aguas; operaciones con empleo de soldadura; la reparación del gálibo o sección de una galería (estaja); etc.

Todas estas operaciones de mantenimiento tienen en común la utilización de diversas herramientas y accesorios necesarios que posee capacidad potencial de originar numerosos accidentes.



Supone una obligación del trabajador mantener sus herramientas personales en perfecto estado, limpias de grasa y ordenadas dentro de su lugar de trabajo, pero corresponde a los mandos controlar y supervisar la actuación de los operarios para que estas condiciones sean permanentes.

El desorden dificulta la selección del utensilio necesario y provoca que se usen otros menos o nada adecuados, facilita los descuidos, los resbalones y caídas, los golpes contra partes fijas de cualquier instalación, y distrae los sentidos, impidiendo percibir situaciones de riesgo grave, como puede ser el agrietamiento de un techo o de paramento que implique la caída de lisos o desprendimientos.



La limpieza y mantenimiento de galerías es otra de las tareas que se ejecutan permanentemente como parte de lo que es considerado como instalaciones fijas. Tras la excavación de las galerías éstas sufren deformaciones debido a las tensiones del terreno con el paso del tiempo, resultando necesario conservar su sección original para permitir el tránsito que deben soportar, y en general para que puedan servir a su propósito. Así mismo, las superficies de rodadura de las galerías sufren presiones y desgastes causados por el paso de la maquinaria pesada, dando como resultado la generación de blandones, roderas o irregularidades importantes que influyen sobre la estabilidad de la maquinaria y vehículos durante su circulación.

En ocasiones el volumen de material a retirar para recuperar las condiciones originales de sección resulta muy amplio, por lo que se hace necesario recurrir a la utilización de explosivos. En muchas minas actualmente el uso de explosivos no se hace de forma sistemática como parte del proceso productivo, sino principalmente en los trabajos de saneo de labores, conservación y otros trabajos en galerías, lo que implica que las voladuras se produzcan sólo de forma puntual. Ocasionalmente, cuando las circunstancias lo exigen, también se utiliza explosivo para el taqueo de escombro grueso y desatranque de tolvas o coladeros. Debido al peligro que puede acarrear su manipulación incorrecta también se trata de uno de riesgos que afectan al personal que lleva a cabo este tipo de labores, por lo que los Técnicos al mando deberán someterlos igualmente al debido control y vigilancia.

El riesgo de electrocución e incendio, así como el riesgo de explosión en caso de atmósferas explosivas por presencia de gases o polvo, pueden presentarse igualmente con relativa frecuencia.

En los trabajos de mantenimiento eléctrico en este tipo de instalaciones ha de estar nombrado un responsable cuyos conocimientos técnicos se encuentren en consonancia con la complejidad de la instalación.



Para la prevención del riesgo de incendios en lugares de trabajo sometidos a operaciones de mantenimiento deberán adoptarse medidas apropiadas para evitar su inicio y propagación a partir de los puntos identificados en el Plan de Autoprotección, y en especial deberán tomarse medidas con objeto de que cualquier conato de incendio sea controlado de manera rápida y eficaz.

Otro tipo de instalación fija que ha de ser objeto de un esmerado mantenimiento es la constituida por los medios de comunicación y alarma, que obligatoriamente han de contar con un plan de mantenimiento y garantía de funcionamiento recogido en el Plan de Autoprotección, el cual deberá ser conocido por todos mandos a fin de poder comunicar el aviso correspondiente en caso de detectar un deterioro o un mal funcionamiento.



Por su parte los equipos mecánicos y eléctricos, y sus sistemas de sustentación y de suministro de energía, deberán estar provistos de los preceptivos elementos de protección y de sistemas de seguridad para casos de avería.

Para llevar a cabo el mantenimiento general toda explotación minera deberá tener elaborado un plan adecuado para la verificación sistemática y la comprobación de los equipos e instalaciones. Este plan tendrá que garantizar que las instalaciones y equipos operan, como mínimo, en las condiciones de seguridad y salud previstas en su proyecto de instalación.

El mantenimiento, la verificación y la comprobación de cualquiera de las partes de las instalaciones o equipos deberán realizarse por parte de personal competente, según las instrucciones del proyecto y las especificaciones del fabricante. Así mismo deberán elaborarse y archivarlos adecuadamente las correspondientes fichas de verificación y comprobación.

Los riesgos asociados a las labores de mantenimiento de equipos e instalaciones fijas corresponden a caídas de lisos, caídas al mismo y a distinto nivel, golpes con herramientas, atrapamientos, incendios, explosiones, contactos eléctricos, ruido, etc. Todos ellos deben ser bien conocidos por los Técnicos con responsabilidades de mando a fin de permitirles el control y supervisión de la labor del personal encargado de realizarlas, y de disponer cuantas medidas pudieran ser necesarias. A continuación se muestran de forma no exhaustiva lo más importantes:



<b>MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTALACIONES FIJAS</b>	
<b>RIESGOS ASOCIADOS</b>	<b>MEDIDAS PREVENTIVASY/O DE PROTECCIÓN</b>
Caída de lisos.	<p>Todas las áreas de trabajo de instalaciones fijas, así como aquéllas donde trabaje o se sitúe alguna persona por más de tres horas en cada relevo, serán bulonadas con la densidad que se determine en una norma definida a tal efecto por la empresa.</p> <p>Es obligatorio observar el estado de los techos y hastiales en toda el área de trabajo, procediendo al saneo siempre que se considere oportuno.</p> <p>Si se estima que las condiciones de techos o hastiales son anormales o inminentemente peligrosas se avisará de inmediato a los mandos, tomándose entretanto las precauciones oportunas para la seguridad del personal.</p> <p>Los jefes de equipo son los responsables directos del saneo de su área de trabajo. En todo caso cada operario debe vigilar el estado de los techos y hastiales en los que desarrolla su labor.</p> <p>En los trabajos de saneo el jefe de equipo no se ausentará en ningún momento de la zona de trabajo.</p> <p>Las zonas donde se dispare con explosivos deben ser revisadas con anterioridad al disparo y saneadas si procede para evitar la caída de piedras con posterioridad a la detonación.</p>
Caídas por superficies resbaladizas o con obstáculos.	<p>Los lugares de trabajo deben permanecer limpios y en orden en todo momento.</p> <p>Las piezas desmontadas hay que recogerlas inmediatamente y las que se van a montar deben permanecer ordenadas en lugar aparte.</p> <p>Prestar atención al vertido de aceites o líquidos, neutralizándolos inmediatamente en caso de producirse.</p> <p>Una vez concluido el trabajo que lo haya requerido, los cables eléctricos que vayan tendidos por el suelo deberán recogerse y mantenerlos colgados y convenientemente protegidos.</p> <p>Los materiales que se almacenen o utilicen (bidones, barras de perforación, tuberías, etc.) deben estar dispuestos ordenadamente y colocados en lugares previstos a tal fin, y en su manipulación se utilizarán siempre guantes protectores.</p>




<b>MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTALACIONES FIJAS</b>	
<b>RIESGOS ASOCIADOS</b>	<b>MEDIDAS PREVENTIVAS Y/O DE PROTECCIÓN</b>
<p>Golpes contra máquinas, rodillos de cintas sin resguardos, sin dispositivos de protección, o con deficiencias en los mismos.</p> <p>Choques o golpes con otras máquinas en circulación.</p>	<p>Los partes móviles de máquinas o instalaciones deberán estar equipados con resguardos o con dispositivos de protección de forma que se evite el contacto accidental con las mismas.</p> <p>No se pondrá ninguna máquina en marcha si antes no cuenta con sus elementos de protección de partes móviles colocados y en servicio.</p> <p>Cuando sea necesario hacer un rebaje, arreglos de pistas o acondicionamiento de hastiales se señalizará debidamente el punto de operación, coordinándose oportunamente con cualquier otro personal que requiera emplear esa zona para el paso.</p> <p>Cuando una máquina pesada esté circulando por una pendiente se evitará la presencia de vehículos o personas aguas abajo, debiendo apartarse en las zonas habilitadas a tal efecto.</p>
<p>Golpes con martillos, mazas o herramientas de golpeo.</p> <p>Golpes por caídas de herramientas desde zonas altas.</p> <p>Cortes con destornilladores, cúter o máquinas-herramientas (radiales, taladros, etc.).</p>	<p>No deben utilizarse prolongaciones para alargar el brazo de palanca de las llaves, como tubos, otras llaves, etc.</p> <p>Portar las herramientas de forma segura, protegiendo sus filos o puntas, y no meterlas en los bolsillos.</p> <p>Los destornilladores no deben usarse como palancas, como cincel, ni para perforar.</p> <p>Las bocas de las llaves deben adaptarse perfectamente a la cabeza del perno o tornillo.</p> <p>Los alicates no se deben utilizar como martillo o llave para tuercas.</p> <p>En trabajos de mantenimiento de cintas o pánceres colgados de techo, se acordonará y señalizará la zona de riesgo de caída de herramientas o materiales. Prohibir el paso si se considera necesario.</p> <p>Utilizar los equipos de protección necesarios para el trabajo en cada máquina.</p> <p>Verificar el correcto funcionamiento de la máquina (comprobar que no haya recalentamientos, ruidos extraños, etc.).</p> <p>No mantener piezas sujetas con las manos mientras se las corta o golpea.</p> <p>Realizar siempre el mantenimiento y las operaciones de limpieza con los equipos completamente detenidos e inmovilizados.</p>





<b>MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTALACIONES FIJAS</b>	
<b>RIESGOS ASOCIADOS</b>	<b>MEDIDAS PREVENTIVAS Y/O DE PROTECCIÓN</b>
<p>Atrapamientos de partes del cuerpo por cables, poleas, cintas, reductores, etc.</p>	<p>Los elementos móviles deben estar equipados con resguardos o dispositivos de protección de forma que se elimine cualquier riesgo de contacto que pueda derivar en accidentes por atrapamiento.</p> <p>Estos resguardos tienen que ser sólidos y resistentes. No podrán ser fácilmente anulables sin herramientas adecuadas, y si se retiran para efectuar una operación de mantenimiento deberán ser colocados en su posición antes de arrancar nuevamente la máquina.</p> <p>No cruzar por encima ni por debajo de cables tensados cuando se están realizando maniobras con ellos, o cuando son soportes de tensión de alguna máquina.</p> <p>No cruzar por encima o por debajo de una cinta transportadora en marcha.</p> <p>No llevar prendas sueltas. La ropa deberá disponer de puños de ajuste en mangas y perneras, o trabajar con las mangas arremangadas.</p>
<p>Atrapamientos o golpes por fallos en la suspensión de cargas</p>	<p>Antes de utilizar cualquier accesorio de elevación de cargas deberá inspeccionarse su estado general y especialmente todos los elementos que vayan a estar sometidos a esfuerzo.</p> <p>Debe prohibirse guiar las cargas con la mano. En caso necesario se hará por medio de cuerdas, pértigas, etc. que mantengan una distancia prudente entre la carga y el trabajador.</p> <p>Nunca se debe situar nadie en la vertical ni en la proyección de caída de una carga.</p> <p>El personal tendrá que coordinarse siempre para realizar movimientos de cargas.</p>



MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTALACIONES FIJAS	
RIESGOS ASOCIADOS	MEDIDAS PREVENTIVASY/O DE PROTECCIÓN
<p>Proyección de partículas incandescentes procedentes del esmeril, radial o de la utilización de soldadura y corte.</p> <p>Proyección de cuerpos extraños en labores con uso de aire comprimido, limpieza, etc.</p>	<p>La esmeriladora deberá estar dotada de una envolvente protectora frente a proyecciones. Además será obligatorio el uso de gafas protectoras para su manipulación.</p>  <p>Adoptar medidas necesarias para evitar proyecciones, en particular cuando se realicen trabajos cercanos a zonas de paso de personas.</p> <p>No es recomendable el empleo para limpiarse el polvo de una manguera de aire comprimido, por el riesgo de proyecciones causadas por partículas que arrastre aquél.</p> <p>Cuando se tenga que trabajar con un compresor portátil hay que asegurarse de que las defensas estén colocadas; a continuación purgar el calderín y posteriormente comprobar el funcionamiento de las válvulas de seguridad y de regulación.</p> <p>Siempre que exista riesgo de proyecciones se usarán gafas de protección.</p>



<b>MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTALACIONES FIJAS</b>	
<b>RIESGOS ASOCIADOS</b>	<b>MEDIDAS PREVENTIVASY/O DE PROTECCIÓN</b>
<p>Atrapamientos producidos por puesta en marcha intempestiva de la máquina o elementos de ésta, cuando se realizan operaciones de mantenimiento.</p> <p>Atrapamientos por maniobras incontroladas.</p> <p>Atrapamientos por el cable al tirar con la pala cargadora para extender la banda en cambios en cintas transportadoras.</p> <p>Atrapamientos y golpes al alinear la banda.</p> <p style="text-align: center;">(1/3)</p>	<p>Una vez que la decisión de paro de una instalación a la que se va a someter a un mantenimiento haya sido tomada, se deben tener en cuenta los siguientes aspectos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Asegurar que la máquina o instalación no pueda ponerse en marcha desde otro punto.</li> <li>• Que no pueda ponerse en marcha por error en alguna operación o por parte de alguien.</li> </ul> <p>Si la máquina es neumática o hidráulica proceder siempre del modo siguiente:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Parar el motor de accionamiento.</li> <li>2. Dejar sin presión las canalizaciones.</li> </ol> <p>Si la máquina o instalación necesita un soplado o un añadido de vapor:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Cerrar las válvulas de acceso.</li> <li>2. Colocar una pletina ciega a cada entrada.</li> </ol> <p>Si la máquina o instalación es de motor de gasolina o diésel:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Parar el motor (si es necesario tenerlo en marcha por alguna comprobación se deben extremar las precauciones).</li> <li>2. Desmontar la batería (ídem anterior).</li> <li>3. Frenar la máquina.</li> <li>4. Complementariamente, proceder tal como se indica en las recomendaciones expuestas en el apartado dedicado a la “Circulación de vehículos”.</li> </ol>



MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTALACIONES FIJAS	
RIESGOS ASOCIADOS	MEDIDAS PREVENTIVAS Y/O DE PROTECCIÓN
<p>Atrapamientos producidos por puesta en marcha intempestiva de la máquina o elementos de ésta, cuando se realizan operaciones de mantenimiento.</p> <p>Atrapamientos por maniobras incontroladas.</p> <p>Atrapamientos por el cable al tirar con la pala cargadora para extender la banda en cambios en cintas transportadoras.</p> <p>Atrapamientos y golpes al alinear la banda.</p> <p>(2/3)</p>	<p>Si la máquina o instalación es de motor eléctrico, proceder siempre de la siguiente manera:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Localizar los pulsadores de la máquina de que se trate y pararla.</li> <li>2. Cortar la alimentación de la corriente a dicha máquina o instalación.</li> <li>3. Sacar los fusibles o un relé de continuidad de tierra, o relé de bloqueo (estas operaciones deben ser realizadas por personal electricista).</li> <li>4. Colocar un cartel o escribir en una pizarra, indicando la máquina en que se trabaja.</li> <li>5. Asegurarse de que se ha señalado y bloqueado la máquina en que se va a trabajar.</li> </ol> <p>Durante el tiro con la pala cargadora de una banda de cinta transportadora para su sustitución, el responsable de la maniobra se encargará de que todo el personal permanezca alejado del radio de acción del punto de amarre pala-bobina, en la zona de la galería donde está en tensión la banda vieja y de la bobina de banda nueva.</p> <p>Para lubricar una cinta en marcha se instalarán tuberías de extensión de engrase. En caso contrario se debe parar la instalación.</p> <p>Cuando el engrase se realiza con cinta parada hay que asegurarse que no puede ponerse en marcha desde ningún punto, quitando la corriente del cofre o enclavando el tirón de paro, y además poner un cartel de aviso en el cofre.</p>



<b>MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTALACIONES FIJAS</b>	
<b>RIESGOS ASOCIADOS</b>	<b>MEDIDAS PREVENTIVAS Y/O DE PROTECCIÓN</b>
<p>Atrapamientos producidos por puesta en marcha intempestiva de la máquina o elementos de ésta, cuando se realizan operaciones de mantenimiento.</p> <p>Atrapamientos por maniobras incontroladas.</p> <p>Atrapamientos por el cable al tirar con la pala cargadora para extender la banda en cambios en cintas transportadoras.</p> <p>Atrapamientos y golpes al alinear la banda.</p> <p style="text-align: center;">(3/3)</p>	<p>Deben instalarse dispositivos de paro (tirones) en todas aquellas zonas de la cinta transportadora accesibles por toda persona que tenga que realizar algún trabajo.</p> <p>Para engrasar motores y reductores del lado del hastial se parará la cinta cuando no haya suficiente paso.</p> <p>En tareas de mantenimiento elegir lugares amplios, y si es posible con iluminación suplementaria.</p> <p>Con la cinta en marcha no se cambiará ningún rodillo, ni se rascará con artilugios sostenidos con las manos.</p> <p>Se deben comprobar periódicamente los empalmes de la cinta, así como las protecciones eléctricas y las de señalización.</p> <p>Cuando sea inevitable alinear la banda con la cinta en marcha será necesario un permiso de trabajo específico. Si la banda presenta hilos sueltos en los laterales no podrá realizarse la alineación en marcha.</p>
<p>Atrapamientos en el uso de herramientas portátiles como taladros, amoladoras, etc.</p>	<p>Empuñar firmemente la herramienta en el momento del arranque de la misma.</p> <p>No sujetar nunca con las manos, alicates o cualquier otra herramienta la pieza a taladrar, sino con prensas o mordazas adecuadas.</p> <p>No trabajar con la máquina en una posición inestable o insegura.</p> <p>No forzar la herramienta.</p> <p>La amoladora debe contar con la protección envolvente del disco.</p> <p>Sujetar la máquina firmemente en el arranque y aplicarla sin brusquedad a la superficie sobre la que se vaya a trabajar.</p>



<b>MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTALACIONES FIJAS</b>	
<b>RIESGOS ASOCIADOS</b>	<b>MEDIDAS PREVENTIVAS Y/O DE PROTECCIÓN</b>
<p>Explosiones en la carga, descarga, manipulación de explosivos en el frente o en el vehículo que los transporta.</p>	<p>Únicamente se encontrarán autorizados para la manipulación de explosivos quienes además de estarlo específicamente por el Director Facultativo estén en posesión de cartilla de artillero en vigor.</p> <p>La carga y descarga de explosivos en vehículos deberá efectuarse con su motor parado.</p> <p>Cuando durante la operación de carga o descarga fuera necesario depositar explosivo en el suelo, dicha operación se realizará con cuidado, no colocándolo en ningún caso apilado detrás del tubo de escape del vehículo.</p> <p>Los explosivos siempre deberán estar embalados en sus embalajes originales.</p> <p>Antes de la carga y tras la descarga se efectuará una inspección ocular con el fin de detectar y eliminar cualquier residuo de las materias transportadas.</p> <p>Durante la carga de los barrenos no podrá realizarse en el frente o tajo ningún otro trabajo más que retirar eventualmente tubería de ventilación, cables desconectados u otro material que se encontrara en el frente o tajo.</p> <p>Deberá prohibirse terminantemente fumar y utilizar llama desnuda durante el transporte, manipulación de explosivos y carga de barrenos.</p> <p>No se autorizará el empleo como línea de tiro de ningún otro circuito existente constituido para otros fines incluso aunque estuviera fuera de uso.</p> <p>En caso de detección de defectos en la línea de disparo se cortocircuitará ésta y se realizará primero una inspección visual y luego comprobación con el óhmetro o comprobador de la línea y de la pega por mitades sucesivas, siempre desde el punto de disparo y cortocircuitando el resto, hasta localizar la anomalía y subsanarla.</p>
<p>Atrapamientos, aplastamientos o golpes por impactos en el desatranque de pozos o tolvas con uso de explosivos.</p>	<p>La carga será colocada con el auxilio de listones de madera poder alcanzar los puntos de atranque, disparando con pega eléctrica una única vez.</p> <p>Todos los accesos a la tolva o coladero tendrán que ser bloqueados mediante señalización adecuada, y se evacuará a todo el personal a 50 m como mínimo del punto de disparo.</p> <p>La línea de disparo será exclusiva para esa finalidad.</p>



MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTALACIONES FIJAS	
RIESGOS ASOCIADOS	MEDIDAS PREVENTIVASY/O DE PROTECCIÓN
<p>Incendios o explosiones producidos por derrames de líquidos combustibles.</p> <p>Incendios o explosiones producidos por el uso de oxicorte o soldadura</p> <p>Explosiones en el inflado de neumáticos.</p>	<p>Previamente al comienzo de la reparación o mantenimiento de una máquina el punto de operación habrá de estar lo más limpio posible.</p> <p>Los derrames de aceite o líquidos combustibles es preciso recogerlos o neutralizarlos de la forma más inmediata posible a que se produzcan.</p> <p>No depositar materiales, hilos, trapos, papel, cartón, etc., en especial si estuvieran impregnados de aceites o grasas salvo en los lugares definidos para ello (contenedores u otros).</p> <p>Para poder llevar a cabo operaciones de soldadura en la mina se exigirá una autorización previa salvo en zonas que pudieran estar declaradas autorizadas para ello de forma permanente. Un mando supervisará el desarrollo de tales operaciones, responsabilizándose de que en todo momento se cumplan las condiciones de seguridad requeridas.</p> <p>Eliminar las materias combustibles que pudiera haber en el entorno de las zonas en que se vayan a llevar a cabo operaciones de soldadura.</p> <p>En los lugares donde se efectúen trabajos con soldadura será obligatoria la presencia de un extintor portátil u otro medio de extinción de incendios.</p> <p>Concluidas las tareas de soldadura se vigilará que no hayan quedado chispas o elementos calientes en el entorno del lugar de trabajo.</p> <p>Durante el hinchado de un neumático no se permanecerá frente al neumático, sino que se deberá colocar a un lado suyo. Siempre que sea posible se empleará una tubería de aire bastante larga con virola de ajuste automático.</p> <p>En ningún caso se debe soldar ni proceder a oxicorte en una llanta que lleve colocado un neumático hinchado.</p> <p>Las botellas, mangueras, sopletes y válvulas antirretroceso se revisarán antes de utilizar el equipo de soldadura/oxicorte.</p>



MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTALACIONES FIJAS	
RIESGOS ASOCIADOS	MEDIDAS PREVENTIVAS Y/O DE PROTECCIÓN
Inhalación de gases procedentes de los disparos.	<p>En las labores en fondo de saco se comprobará que la ventilación secundaria se encuentra funcionando correctamente arrancándola de inmediato si no fuera así.</p> <p>Deberá prohibirse el retorno al frente o tajo después del disparo de una pega hasta que no se hayan disipado completamente los humos por acción de la ventilación.</p>
Niveles elevados de ruido producidos por utilización de máquinas-herramientas.	<p>Los efectos del ruido sobre los trabajadores producen lesiones auditivas irreversibles y otro tipo de patologías como estrés o trastornos gástricos.</p> <p>La reducción de los niveles de ruido debe basarse en los principios fundamentales que establece la Ley de Prevención de Riesgos Laborales y el RD 286/2006, y no en el uso generalizado de protección individual auditiva.</p> <p>Cuando se deba recurrir al uso de EPIs los trabajadores deberán disponer de formación e información suficientes sobre la correcta utilización de los mismos, la realización de su mantenimiento, los niveles de ruido a los que están expuestos y la atenuación proporcionada por los protectores, y los efectos sobre su salud.</p>
Aplastamiento por caída o desplome de cargas suspendidas.	<p>Cuando se deba recurrir a sujeción mediante elementos fijados al techo (cáncamos) el responsable del equipo de trabajo será el encargado de supervisar previamente los anclajes, tipos de cadena, grilletes y demás elementos de suspensión a emplear.</p> <p>Siempre se emplearán al menos dos elementos de anclaje y no uno único.</p> <p>Aplicar y hacer cumplir el procedimiento definido para la <i>Suspensión de cargas pesadas</i> que se encuentre vigente en cada centro de trabajo.</p> <p>Se priorizará la suspensión mediante máquinas de elevación de cargas (camión-grúa, manipuladora) frente al empleo de equipos de accionamiento manual.</p>





<b>MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTALACIONES FIJAS</b>	
<b>RIESGOS ASOCIADOS</b>	<b>MEDIDAS PREVENTIVAS Y/O DE PROTECCIÓN</b>
<p>Contactos con piezas calientes o agua a temperatura elevada.</p> <p>Contacto con productos corrosivos o nocivos.</p>	<p>Para manipular elementos o piezas calientes se emplearán guantes de protección frente a contactos térmicos y gafas de seguridad.</p> <p>Durante las comprobaciones y manipulaciones de aceites y líquidos corrosivos o nocivos se utilizarán guantes de seguridad frente a riesgos químicos.</p>
<p>Contactos eléctricos por uso y manipulación de equipos eléctricos.</p> <p>Contactos eléctricos por manipulación no autorizada de mecanismos o elementos eléctricos durante reparaciones o mantenimientos mecánicos.</p>	<p>Debe prohibirse la manipulación de instalaciones eléctricas bajo tensión a personal no autorizado.</p> <p>No conectar un equipo cuando la toma de corriente presente defectos o no sea la adecuada.</p> <p>No efectuar una toma de corriente con el cable directamente sino por medio de su clavija de enchufe correspondiente.</p> <p>No desconectar los equipos de trabajo eléctricos portátiles tirando del cable sino de la clavija.</p> <p>Evitar el contacto de los conductores eléctricos con fuentes de calor (oxicorte, soldadura).</p> <p>Sólo el personal de mantenimiento eléctrico estará autorizado para abrir armarios, cofres, cuadros eléctricos o conectar y desconectar motores eléctricos. Esta clase de elementos estarán dotados de señalización que advierta del riesgo de electrocución. El resto de personal sólo podrá manipular los mandos exteriores de los equipos.</p> <p>En caso de advertir cualquier anomalía eléctrica durante operaciones de mantenimiento mecánico se desconexionará el equipo y se pondrá en conocimiento del servicio de mantenimiento eléctrico.</p>



<b>MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTALACIONES FIJAS</b>	
<b>RIESGOS ASOCIADOS</b>	<b>MEDIDAS PREVENTIVAS Y/O DE PROTECCIÓN</b>
Sobresfuerzos por manipulación incorrecta de cargas.	<p>Se emplearán elementos mecánicos para la manipulación de cargas siempre que sea posible.</p> <p>Evitar las manipulaciones incorrectas de materiales y promover el uso de fajas lumbotasto. En la manipulación manual de cargas se deben seguir las siguientes consignas generales:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprobar el estado del suelo, lugar a donde se ha de llevar el material, distancia, etc.</li> <li>• Solicitar ayuda si el objeto es demasiado voluminoso o pesado.</li> <li>• Asegurar el agarre firme del objeto.</li> <li>• Vigilar la colocación de los dedos lejos de puntos en que puedan ser aplastados o pellizcados, sobre todo al depositar la carga en el suelo.</li> <li>• Al manipular tubos, tablonos u objetos largos, no poner las manos en los extremos para no aplastarlas.</li> <li>• Proceder a la limpieza de los objetos grasientos, mojados, resbaladizos o sucios antes de su manipulación.</li> <li>• Emplear guantes de seguridad y otros protectores de partes del cuerpo si fuera necesario.</li> </ul>
Atropellos por otros vehículos al estar situados en zonas de circulación mal iluminadas o señalizadas.	<p>Las zonas donde se lleven a cabo operaciones de reparación o mantenimiento fuera de los propios talleres tienen que ser señalizadas convenientemente por medio de balizas, cintas o señales luminosas.</p> <p>Toda máquina o instalación averiada, o cuyo funcionamiento sea irregular, será señalizada con la prohibición de su manejo por parte de trabajadores que no sean los encargados de su reparación, o bien se darán instrucciones precisas para su manipulación.</p> <p>Mantener una distancia de seguridad del radio de acción de cualquier vehículo durante sus maniobras o trabajos, especialmente en las de retroceso.</p>
Proyecciones de polvo y rocas, grasas o aceites al limpiar zonas de intervención.	<p>Hacer uso permanente de gafas de seguridad en la limpieza de motores, reductores u otros elementos a los que aplique una limpieza exhaustiva que pueda provocar proyecciones de partículas o líquidos.</p>



## 2.11. RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE PROTECCIÓN ASOCIADOS A LOS TRABAJOS DE MANTENIMIENTO DE VÍAS DE CIRCULACIÓN

Sin lugar a dudas la seguridad del personal destinado al transporte de materiales mediante maquinaria móvil pesada, así como la de todos aquellos que circulan en vehículos ligeros, depende en gran medida del estado del piso de las galerías por donde circulan.

Para garantizar ese estado fiable y por tanto la seguridad es necesaria la detección de zonas donde se precise recuperar la sección; la reparación de curvas, baches o hinchamientos de terreno; o la eliminación de partes que presenten superficies deslizantes. Durante la ejecución de estos trabajos se manifiestan algunos riesgos que deberán ser conocidos por el personal implicado, correspondiendo nuevamente a los Técnicos con responsabilidad de mando la supervisión de las medidas de control implantadas.



MANTENIMIENTO DE VÍAS DE CIRCULACIÓN	
RIESGOS ASOCIADOS	MEDIDAS PREVENTIVAS Y/O DE PROTECCIÓN
<p>Choques con cables, tuberías u otros elementos de infraestructura en los desplazamientos de la maquinaria de mantenimiento de vías.</p>	<p>Se deberá observar especial cuidado en la conducción de la maquinaria de mantenimiento de galerías para que no contacte con cables eléctricos, tuberías, etc. durante sus evoluciones.</p> <p>Disponer del mejor nivel de iluminación posible durante el avance de la máquina.</p>

<b>MANTENIMIENTO DE VÍAS DE CIRCULACIÓN</b>	
<b>RIESGOS ASOCIADOS</b>	<b>MEDIDAS PREVENTIVAS Y/O DE PROTECCIÓN</b>
<p>Intoxicación por inhalación de gases de combustión de los motores diésel.</p>	<p>Cuando los vehículos automotores o la maquinaria dedicados a labores de acondicionamiento de vías de rodadura están provistos de motor de combustión interna emiten por sus escapes CO y NO<sub>x</sub>, que en determinadas concentraciones en la atmósfera de mina pueden conducir a intoxicaciones por inhalación. Todo el personal portará autorrescatador de uso personal, disponiéndose además de otros de mayor tamaño y autonomía ubicados en la propia maquinaria móvil.</p> <p>Cuando se circule en el mismo sentido que la ventilación el conductor acomodará la velocidad del vehículo para que sea diferente a la del aire, facilitando la dilución de los gases.</p> <p>El combustible utilizado por la maquinaria automotora que opera en interior de la mina es el gasóleo tipo B. Es necesario que todos los operarios hayan recibido copia de la FDS del producto.</p> <p>Todas las máquinas deben encontrarse autorizadas para desarrollar su función por parte de la Autoridad Minera.</p> <p>Por medio de un adecuado programa de mantenimiento de la maquinaria se deberá garantizar que las emisiones de gases se mantengan por debajo de los límites reglamentarios establecidos.</p>
<p>Caída sobre los operadores de objetos dispuestos o apoyados en las máquinas.</p>	<p>Utilizar marchas lentas en las operaciones de nivelado o arranque para evitar saltos del equipo de trabajo.</p>
<p>Incendios por falta de controles, debidos a cables eléctricos en mal estado, o a falta de orden y limpieza.</p>	<p>Toda maquinaria automotora en servicio en el interior de la mina irá provista de un número predeterminado de extintores en perfecto estado, de acuerdo con su tamaño, movilidad y potencia, situados en lugares fácilmente accesibles y determinados para cada tipo de máquina, cuyo estado será revisado diariamente por su operador.</p> <p>Las instalaciones eléctricas de los vehículos automotores serán realizadas con cable antillama (con recubrimiento de silicona o similar).</p> <p>Al comienzo de los trabajos se debe inspeccionar la cabina comprobando que se encuentra en correcto estado y libre de papeles o trapos impregnados de aceite o cualquier otra sustancia para evitar riesgos de incendio.</p> <p>Llevar a cabo un mantenimiento regular del vehículo.</p>



<b>MANTENIMIENTO DE VÍAS DE CIRCULACIÓN</b>	
<b>RIESGOS ASOCIADOS</b>	<b>MEDIDAS PREVENTIVAS Y/O DE PROTECCIÓN</b>
<p>Caídas desde la maquinaria.</p>	<p>Cuando el operador tenga que bajar o subir de la cabina lo hará de frente a la misma, utilizando los peldaños dispuestos a tal efecto; no subirá a través de las llantas ni bajará saltando.</p> <p>Nadie deberá subirse o descenderá de la máquina cuando se encuentre en movimiento.</p> <p>Usar calzado antideslizantes.</p>
<p>Choques contra otros vehículos por fallos en la maquinaria, por desconocimiento/falta de práctica en el manejo, o por pérdida del control.</p>	<p>Para utilizar una máquina es necesario contar con la autorización expresa de la Dirección Facultativa y carnet de operador de maquinaria expedido por la autoridad minera.</p> <p>No se abandonará el vehículo en rampas pronunciadas o en las proximidades de huecos.</p> <p>Cuando la máquina esté parada su implemento de trabajo debe situarse apoyado en el suelo.</p> <p>Antes de proceder a la utilización de un vehículo o máquina por primera vez el mando responsable explicará a los conductores las normas de seguridad específicas, así como sus características, manejo y utilización.</p> <p>Ante cualquier anomalía observada en los dispositivos de control y alarma que advierta de un fallo en la máquina o vehículo, se detendrá éste y se dará aviso inmediato al mando directo para que decida cómo actuar.</p> <p>El puesto del conductor deberá estar libre de piedras u otros objetos que dificulten el correcto accionamiento de los mandos o pedales, así como limpios de aceite y grasa que puedan suponer deslizamientos al accionarlos.</p>



<b>MANTENIMIENTO DE VÍAS DE CIRCULACIÓN</b>	
<b>RIESGOS ASOCIADOS</b>	<b>MEDIDAS PREVENTIVAS Y/O DE PROTECCIÓN</b>
Atrapamiento por partes móviles del motor debido a manipulación indebida.	<p>El mantenimiento y las intervenciones en el motor deben llevarse a cabo por personal competente.</p> <p>Antes de cualquier intervención se aplicará el procedimiento de consignación de maquinaria existente.</p> <p>En el manejo de vehículos conviene utilizar ropa de trabajo no holgada, así como evitar portar colgantes, cadenas, pelo largo sin recoger, etc. que puedan ser enganchadas por partes móviles.</p> <p>No suprimir las protecciones ni los resguardos de partes móviles. Si se retiran para cualquier intervención deberán ser repuestas antes de poner la máquina nuevamente en marcha.</p>
Proyecciones y salpicaduras. Contacto con líquidos a alta temperatura (radiador).	<p>Deben preverse las proyecciones de líquidos a altas temperaturas por líquidos inflamables.</p> <p>No manipular ni abrir radiadores en caliente. Esperar a que se disipe la temperatura y los fluidos se relajen.</p> <p>No manipular las baterías del equipo.</p> <p>Utilizar EPIs de protección adecuados (guantes, gafas o pantallas faciales).</p>
Caída de objetos (lisos u otros) sobre el operador.	<p>Restringir los trabajos fuera de la cabina.</p> <p>Durante todos los trabajos, tanto fuera como dentro de la cabina, se utilizará permanentemente el casco de seguridad.</p>
Ruido emitido por la maquinaria.	<p>Emplear los protectores auditivos entregados por la empresa en las zonas y trabajos en los que su utilización sea considerada obligatoria.</p>
Vuelco de la máquina por exceso de pendiente, malas operaciones de acceso a irregularidades de terreno, reventones de neumáticos, etc.	<p>La maquinaria de pistas debe disponer de cabina dotada de protección frente a vuelco (ROPS) para proteger del riesgo de que el operador quede atrapado en su interior en caso de vuelco. Además, para evitar otros daños por golpes dentro de la cabina en caso de vuelco, se debe complementar con el empleo del cinturón de seguridad.</p> <p>Revisar que la presión de los neumáticos corresponda a la recomendada por el fabricante.</p>



<b>MANTENIMIENTO DE VÍAS DE CIRCULACIÓN</b>	
<b>RIESGOS ASOCIADOS</b>	<b>MEDIDAS PREVENTIVAS Y/O DE PROTECCIÓN</b>
<p>Atropellos a personal situado en el entorno de la máquina.</p> <p>Atropellos tras un deslizamiento de la máquina.</p> <p>Atropellos por manejo de la máquina por personal no autorizado.</p> <p>Atropellos por exceso de velocidad.</p>	<p>El personal que circula a pie debe permanecer fuera del radio de acción de la maquinaria mientras se encuentre en funcionamiento.</p> <p>No arrancar el motor cuando se encuentran personas en el entorno del área de seguridad de la máquina.</p> <p>En terreno no nivelado, en pendiente o resbaladizo, se circulará a velocidad moderada.</p> <p>Toda máquina deberá disponer de señalización acústica y luminosa de marcha atrás para advertir de la maniobra a quien se pudiera situar tras la misma.</p> <p>Antes del comienzo de los trabajos se debe inspeccionar la máquina para comprobar que el implemento de trabajo (según el tipo de maquinaria), se encuentra en perfecto estado.</p> <p>Debe prohibirse transportar otras personas en la máquina que no sea el propio conductor.</p> <p>Se prohibirá abandonar la máquina sin antes haberla detenido totalmente y dejarla completamente bloqueada.</p> <p>No distraer la atención de la dirección de la marcha.</p> <p>Prohibir el manejo de la máquina a quien no se encuentre provisto del carnet de operador de maquinaria y esté específicamente autorizado para ello por la empresa.</p>
<p>Exceso de polvo generado por la propia maquinaria de pistas.</p>	<p>En caso de cabinas cerradas éstas protegerán al operador contra la inhalación del polvo producido por la propia máquina si su estado de estanqueidad es el adecuado y cuentan con sistema de aire filtrado.</p> <p>Es recomendable emplear riego para mejorar la visibilidad y evitar el resto de problemática asociada al polvo.</p> <p>Cuando se circule por zonas de polvo se deberá reducir la velocidad, acomodándola a la visibilidad existente.</p>



Además, como norma general, todo vehículo automotor en el interior de la mina quedará fuera de servicio cuando se detecte alguna de las siguientes anomalías:

- ⦿ Deficiente funcionamiento de los sistemas de depuración de gases de escape en la maquinaria que cuente con ellos.
- ⦿ Proyección de chispas en el escape.
- ⦿ Fugas de combustible.
- ⦿ Aceleración anormal del motor.
- ⦿ Ausencia de alumbrado.
- ⦿ Anomalías detectadas en el pupitre de mando, como falta de presión en los circuitos de engrase del motor, de aceite de transmisión, de frenado, bloqueo de frenos, etc.

## 2.12. RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE PROTECCIÓN ASOCIADOS A LAS OPERACIONES DE REMOLCADO Y TRANSPORTE DE EQUIPOS

En las instalaciones de interior es frecuente tener que llevar a cabo diversas operaciones de remolque y transporte de diferentes equipos móviles de trabajo, motivadas por variadas razones, como cambios de frente de la maquinaria de arranque, sustitución de equipos dañados o antiguos, o la recepción de otros nuevos. En cualquiera de estos casos es recomendable comprobar que la máquina no haya sufrido daños durante su transporte, y en particular en el caso de la entrega de nuevos equipos es conveniente también que se preste atención a la presencia de señales de esfuerzos sobre el embalaje, incluso aunque no se adviertan otros daños a simple vista sobre la máquina.





Para el remolcado, carga y transporte de maquinaria pesada es de la máxima importancia comprobar y seguir las indicaciones recogidas en su manual de instrucciones, pues entre ellas pueden figurar entre otras la posición específica y la velocidad adecuada para su remolcado en condiciones correctas y seguras.

Corresponderá en cada caso a los Técnicos con responsabilidad de mando asegurarse que se utilizan los medios adecuados de transporte y elevación con la suficiente capacidad para el tipo de máquina y carga a manipular.

Entre los principales riesgos potenciales de esta clase de operaciones se encuentran los de caídas al mismo o distinto nivel, los contactos eléctricos, los cortes y golpes con objetos y herramientas, la inhalación de productos de combustión de los motores de los equipos que dispongan de ellos, y los de atropello o atrapamiento, probablemente los de mayor gravedad potencial.

Para su control efectivo será preciso que los mandos vigilen especialmente que el personal asignado a este tipo de tareas cumpla estrictamente las medidas establecidas por la Dirección Facultativa, basadas a su vez en las recomendaciones o disposiciones definidas por los fabricantes de los propios equipos.

REMOLCADO Y TRANSPORTE DE EQUIPOS	
RIESGOS ASOCIADOS	MEDIDAS PREVENTIVAS Y/O DE PROTECCIÓN
Caídas durante los desplazamientos	Al circular por la zona de acceso al equipo móvil prestar atención al estado del piso, presencia de líneas eléctricas o tuberías tendidas por el suelo, etc. para evitar caídas o golpes.  Subir y bajar de la máquina utilizando escalas, agarraderas y cualquier otro elemento previsto a tal fin, sin saltar desde altura en los descensos. Mantener limpios estos elementos de sustancias que conviertan sus superficies en deslizantes.



## REMOLCADO Y TRANSPORTE DE EQUIPOS

RIESGOS ASOCIADOS	MEDIDAS PREVENTIVAS Y/O DE PROTECCIÓN
<p>Atropellos por falta de visibilidad.</p> <p>Atropellos a personas que no intervienen en la operación.</p>	<p>Previamente a la circulación del equipo para su traslado se deberá inspeccionar las zonas de paso, manteniendo las vías de rodadura en adecuado estado. Así mismo será preciso cerciorarse de la ausencia en el trayecto de personas que pudieran ser atropelladas u objetos con los que se pudiera colisionar.</p> <p>Circular a velocidad especialmente limitada por galerías estrechas, con pisos irregulares y en caso de circulación marcha atrás.</p> <p>El conductor deberá asegurarse de la no presencia de nadie o nada dentro de su radio de giro y que pueda ser alcanzado al efectuar un cambio de dirección o en el sentido de marcha del equipo.</p> <p>Mantener una distancia mínima de 15 metros entre vehículos que circulan en el mismo sentido.</p> <p>Al circular por zonas que no permitan el cruce de maquinaria, éste habrá de producirse en entradas de galerías, culatones, etc. Cuando el cruce sea factible ambos vehículos deberán moderar su velocidad.</p> <p>Cuando se circule por zonas con exceso de polvo en el ambiente se deberá reducir la velocidad, acomodándola a la visibilidad existente.</p> <p>Si se produjese una avería de la máquina en una zona que ofreciera riesgo de colisión por parte de otros vehículos que transiten se advertirá con algún tipo de señalización bien visible, como por ejemplo luz intermitente anaranjada o un aspa restringiendo el paso.</p>
<p>Contactos eléctricos con propio equipo de trabajo que se remolca o transporta.</p>	<p>Los desplazamientos de cualquier equipo que pueda estar accionado por energía eléctrica alimentada por cable deberá efectuarse apartando éstos suficientemente y tomando las precauciones necesarias para que no sean aplastados por el propio equipo o por el vehículo que lo remolque.</p>



REMOLCADO Y TRANSPORTE DE EQUIPOS	
RIESGOS ASOCIADOS	MEDIDAS PREVENTIVAS Y/O DE PROTECCIÓN
Cortes o golpes por elementos del equipo transportado o remolcado.	<p>En el desplazamiento de un equipo que disponga de elementos susceptibles de ser elevados (por ejemplo la mesa de carga, los estabilizadores o el brazo de corte en el caso de los minadores), éstos permanecerán completamente levantados durante la circulación.</p> <p>Usar guantes de seguridad para evitar cortes o golpes en las manos.</p> <p>Antes de subir a la máquina y ponerla en marcha el conductor comprobará la presencia de posibles fugas, piezas en mal estado, mangueras defectuosas, estado de la protección individual del puesto del conductor en aquellas máquinas que dispongan de la misma, estado de los neumáticos, y en general el estado de la máquina, etc.</p>
Inhalación de gases de combustión.	<p>Cuando por cualquier causa se interrumpa la ventilación en la zona de tránsito se dirigirá la máquina hacia el circuito general de ventilación.</p> <p>En caso de circulación en el mismo sentido que la ventilación el conductor adaptará la velocidad del vehículo para que sea diferente a la del aire, facilitando con ello la dilución de los gases.</p>
Atrapamientos por partes del equipo transportado o remolcado.	<p>Siempre que el equipo de trabajo sea remolcado o transportado, y por tanto no precise permanecer arrancado, sus mandos de puesta en marcha permanecerán bloqueados y su fuente de alimentación energética desconectada o cortada.</p> <p>En todas las partes móviles de los equipos que dispongan de bloques mecánicos se hará uso de los mismos durante la operación de transporte.</p> <p>Se prohibirá situarse o circular entre equipos de trabajo que estén siendo remolcados.</p>

En general, y como medida prioritaria, antes de comenzar las operaciones de traslado o remolcado se verificará el correcto estado del sistema de alumbrado, funcionamiento del desconectador de baterías, niveles de gasóleo y aceites, estado de los extintores, nivel del agua de refrigeración, estado del cable en el caso de maquinaria con alimentación eléctrica, etc. Así mismo, una vez arrancada la máquina, e igualmente antes de dar comienzo a su traslado, se comprobará el correcto funcionamiento de



sus diferentes órganos de accionamiento, freno de servicio, freno de estacionamiento, freno de emergencia en aquellas máquinas que dispongan del mismo, respuesta de la dirección, etc. Los indicadores del pupitre de mando deberán encontrarse limpios, permitiendo su correcta lectura.

Ante cualquier anomalía observada en los dispositivos de control y alarma, advirtiendo de fallo en la máquina, se detendrá ésta y se pondrá en conocimiento del mando correspondiente, que ordenará su inmovilización hasta que sea reparada.

Si la operación de transporte o remolcado implica el traslado de piezas, materiales, maquinaria, etc. de elevado peso, o de grandes dimensiones, desde el interior de la mina hasta el exterior a través de una rampa o un plano inclinado, durante el transporte se seguirán estrictamente todas las instrucciones recogidas en el procedimiento de trabajo que se haya redactado a tal efecto, definiéndose diversos casos posibles, como por ejemplo que el equipo o la pieza pueda ser transportada en la cuchara de una pala cargadora cuando las dimensiones y peso de tales objetos lo permitan; o el recurso a una góndola especialmente acondicionada para los tamaños de las piezas a transportar.



También se producirán otras situaciones de transporte en las que se precisará, que el convoy sea acompañado por un vehículo todoterreno que lo preceda para advertir a quienquiera que pudiera cruzarse en su trayecto de la presencia del transporte pesado que se aproxima, obligando a que se retire de la vía de tránsito.

En todos estos tipos de transportes será necesario proceder a un reconocimiento previo del itinerario previsto para comprobar los gálibos existentes y el estado del piso de las galerías de tránsito, especialmente en las rampas y cualesquiera otros lugares que pudieran presentar problemas de deslizamiento o patinado.

Será responsabilidad del mando a cargo de la operación, antes de iniciar la operación de traslado o remolcado, revisar el material a transportar y comprobar las estructuras, enganches de eslingado, estrobo, bulones de enganche, etc., y en general de asegurarse de que no se puedan producir desplazamientos intempestivos durante el transporte.



## 2.13. RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE PROTECCIÓN EN EL TRANSPORTE Y MANIPULACIÓN DE EXPLOSIVOS

En las operaciones de transporte y manipulación (carga, retacado y colocación de detonadores) de explosivos pueden presentarse, al igual que en el resto de trabajos, diferentes riesgos, desde una caída hasta un atrapamiento, aunque en este apartado únicamente se analizarán los que tienen que ver con la eventualidad de que se produzca una explosión en el transcurso de tales operaciones.

Para evitarlo será preciso establecer una serie de consignas que deberán cumplirse de forma obligada en todos los casos, asignando la responsabilidad del necesario control y vigilancia del personal que asuma estos trabajos a los mandos directos.

- ⚙ El personal que maneja explosivos deberá poseer la certificación expedida por la Autoridad Minera (Cartilla de artillero), que deberá revalidar cada cinco años para poder seguir desempeñando dichas funciones.
- ⚙ Para el atacado de labores debe aplicarse una secuencia tal como la siguiente:
  - 📌 Comprobar en el frente que el contenido en grisú (en caso de minas de carbón) permite el atacado de la labor.
  - 📌 Colocar el cartucho-cebo en la boca del barreno y en posición tal que el detonador esté dirigido hacia el fondo del mismo.
  - 📌 Empujar el cartucho con el atacador de madera o material antiestático hasta el fondo del barreno.
  - 📌 Rellenar los barrenos con la carga establecida para cada uno.
  - 📌 Introducir cartuchos de sal si es necesario.
  - 📌 Retacar con arcilla.
  - 📌 Proceder al atacado enrollando sin cortar los cables de los detonadores, para que no cuelguen y puedan entrar en contacto con algún rail, cuadro metálico, tuberías, suelo, etc.



- ✎ Cuando se haya concluido la carga de todos los barrenos en el frente de trabajo, se procederá a la conexión en serie de unos con otros y a su unión con la línea de tiro.
- ✎ Colocar un cartel con el texto *Prohibido el paso, labor atacada*, u otro similar.
- ⊗ A la hora prevista para iniciar los disparos, los encargados de efectuarlos se pondrán en contacto con el responsable para recibir la autorización correspondiente. En ningún caso se disparará fuera del horario establecido.

Igualmente, la mejor medida preventiva para evitar la materialización del riesgo de explosión es el cumplimiento de toda la normativa que al efecto viene descrita en el RGNBSM y en las correspondientes ITCs que lo desarrollan. Enumeraremos a continuación alguna de las obligaciones que han de cumplirse:

- ⊗ La distribución de los explosivos y sus accesorios que se realice dentro del recinto de cada explotación, se regulará de acuerdo con las Disposiciones Internas de Seguridad del centro.
- ⊗ Los detonadores, relés de microrretardo, encendedores de seguridad para mechas o iniciadores de explosivos, no podrán transportarse conjuntamente con los explosivos, y su transporte se realizará en las mismas condiciones que las de estos últimos. El cordón detonante se considerará incluido dentro de los explosivos industriales.
- ⊗ El transporte de los explosivos y sus accesorios, dentro de las obras y explotaciones, así como por pozos y galerías, no podrá coincidir con las entradas y salidas de los relevos principales.
- ⊗ Los explosivos se transportarán en sus envases y embalajes de origen o en sacos o mochilas con buen cierre y de capacidad máxima para 25 kilogramos.
- ⊗ Los vehículos o recipientes en los que se transporten explosivos o productos explosivos dentro de las obras y explotaciones, así como por pozos o galerías, deberán ser los autorizados por la correspondiente Dirección Provincial del Ministerio de Industria.



- ⦿ Los conductores y maquinistas encargados del transporte de explosivos o productos explosivos sea por vehículos, trenes o máquinas de extracción, serán debidamente advertidos de la naturaleza del producto transportado y vendrán obligados a observar las normas establecidas en las DIS.
- ⦿ Los detonadores y demás accesorios explosivos serán transportados en sus envases de origen o cartucheras adecuadas con cierre eficaz, acondicionadas para que no pueda producirse choque entre los mismos, ni queden fuera de ellas los hilos de los detonadores eléctricos.
- ⦿ Existirá en todo momento una persona responsable del movimiento de explosivos y accesorios en los depósitos de distribución, especialmente instruida para este cometido, la cual no podrá entregar en ningún caso tales productos más que a personas autorizadas y facultadas para su transporte, o a los artilleros, en su caso, y siempre contra recibo firmado, en el que se especificarán los datos de cada entrega que se realice.
- ⦿ La realización de voladuras requerirá la autorización de la Autoridad Minera.
- ⦿ Sólo estarán capacitadas para el manejo y empleo de materiales para la realización de voladuras las personas especialmente designadas por el empresario.
- ⦿ Las personas que vayan a manejar y emplear materiales para la realización de voladuras deberán superar un examen de aptitud ante la Autoridad Minera (certificado de aptitud de artillero)
- ⦿ Sólo se podrán utilizar productos explosivos, detonadores y artificios que estén autorizados e inscritos en el catálogo oficial, de la Dirección General de Política Energética y Minas.
- ⦿ Sólo se podrán utilizar materiales y equipos auxiliares para voladuras provistos de Certificado de Conformidad o Declaración CE de Conformidad.
- ⦿ El transporte de explosivos se hará por personas designadas por el empresario, requiriéndose para ello que al menos una de las personas esté en posesión del certificado de aptitud de artillero.



- ⊗ Si en el transcurso de la perforación de un barreno se produjeran incidencias que pudieran comprometer la seguridad de la voladura, los operarios pondrán el hecho en conocimiento del Director Facultativo, que tomará las medidas necesarias para evitar daños.
- ⊗ No se podrá cortar cartuchos.
- ⊗ Salvo excepciones, no se podrán deshacer los cartuchos o quitarles su envoltura, excepto cuando esto sea preciso para la colocación del detonador.
- ⊗ No se podrán introducir los cartuchos con violencia o aplastarlos fuertemente con el atacador.
- ⊗ No podrán emplearse detritus de perforación como material de retacado de barrenos.
- ⊗ Se prohíbe recargar fondos de barreno, reprofundizar los barrenos fallidos y utilizar fondos de barrenos para continuar la perforación.
- ⊗ En las voladuras donde se utilicen detonadores ordinarios, se prohíbe el disparo de más de un detonador por pega.
- ⊗ No podrá realizarse simultáneamente la carga de barrenos y la perforación.
- ⊗ Cuando en casos excepcionales se precise la descarga de un barreno, esta operación deberá hacerse por personal especialmente adiestrado con certificado de aptitud de artillero.
- ⊗ El responsable de la pega, o la persona en la que delegue, comprobará que están bajo vigilancia o debidamente señalizados todos los accesos al lugar en que se va a producir la explosión.
- ⊗ El disparo, a realizar por el artillero, se efectuará desde un refugio seguro.
- ⊗ Hasta que se hayan disipado los humos producidos no podrá retornarse al lugar de la explosión.





- ⦿ Los barrenos fallidos serán debidamente señalizados, siendo obligatorio ponerlo en conocimiento de la persona responsable.
- ⦿ Si se observa material de la voladura no detonado, se pararán los trabajos avisando al responsable de la pega, el cual establecerá un plan detallado de actividades.
- ⦿ En caso de aparecer barrenos fallidos, el Técnico responsable o el Vigilante seguirá estrictamente las disposiciones que se encuentren establecidas en la DIS editada el efecto.

## 2.14. RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE PROTECCIÓN ASOCIADOS A LAS INSTALACIONES DE ENERGÍA

Las distintas instalaciones de energía existentes en cualquier explotación minera subterránea presentan aparejados diferentes riesgos, básicamente ya descritos a lo largo de las páginas anteriores, tales como los de electrocución, incendio o explosión, en el caso de instalaciones de energía eléctrica; riesgos de golpes, proyecciones y estallidos, cuando se trata de las de energía hidráulica; riesgos de asfixia asociados a las averías en las instalaciones de generación y transporte de energía neumática; y riesgos de explosión y quemaduras químicas ligados a las baterías de acumuladores.

Si bien no es preciso conocer en detalle el funcionamiento de las variadas clases de sistemas y elementos de generación y transmisión de energía, sí resulta necesario conocer los diferentes tipos de riesgos asociados a los mismos y a sus condiciones de uso, para de esta forma detener las labores en las que éstos intervengan, o comunicarlo al servicio de mantenimiento para su reparación, cuando se detectase cualquier signo de malfuncionamiento, debiendo saber diagnosticar las posibles averías básicas relacionadas con los mismos.

### a) Instalaciones eléctricas

- ⦿ Los técnicos con responsabilidad de mando, tanto al comienzo de cada relevo, como en diversos momentos a lo largo de su duración, deberán prestar especial atención a los dispositivos de seguridad de esta clase de instalaciones como son: interruptores diferenciales, puestas a tierra, controles de aislamiento, alarmas y dispositivos de control, etc.

- Solamente los trabajadores con la adecuada capacitación y expresamente autorizados para ello podrán manipular instalaciones y aparatos eléctricos.
- El personal usuario de una instalación o equipos eléctricos sólo podrá actuar sobre sus mandos externos, tanto para el arranque, como para la parada o su rearme.
- En caso de parada imprevista de un aparato o instalación eléctrica se intentará una sola vez su rearme. Si al hacerlo no se pudiera restaurar su funcionamiento se pondrá en conocimiento del mando inmediato o del Servicio de Mantenimiento.
- De observarse determinados signos externos alarmantes tales como excesivo calentamiento, humo, roturas, grietas o falta de estanqueidad, nadie intentará manipular el aparataje que los presente sino que se pondrá en conocimiento del mando inmediato o del Servicio de Mantenimiento.
- Ante la duda sobre si un elemento o instalación pudiera encontrarse en tensión el personal eléctrico que intervenga sobre la misma aplicará las disposiciones incluidas en el procedimiento existente para *Trabajos eléctricos en tensión* y empleará durante la intervención los equipos de protección necesarios (casco dieléctrico, pantalla facial, guantes aislantes adecuados para la tensión en que se trabaje, banqueta aislante y herramientas dieléctricas).



## b) Fuentes de energía calorífica

- En trabajos en los que se genera calor, tales como soldadura u oxicorte, en lugares o recipientes que contengan o hayan contenido gasolinas, disolventes, grasas o cualesquiera otras sustancias o vapores inflamables, pueden producirse incendios o explosiones.
- En operaciones de repostaje de agua de refrigeración de motores de combustión interna pueden producirse proyecciones de vapor de agua a alta temperatura con capacidad para provocar graves quemaduras.
- Se deberá prestar especial atención a aquellos equipos y sus partes que por estar calientes presentan riesgos de producir quemaduras de diversas formas:

- ✎ Por contacto con elementos de transmisión de energía calorífica (radiadores, circuitos de agua, motores de combustión interna, bridas, uniones o válvulas para la conducción de fluidos calientes, llamas de soplete, etc.)
- ✎ Radiación de fuentes de calor en equipos que alcanzan temperaturas elevadas por su propio funcionamiento, y que pueden afectar a trabajadores que precisen ubicarse cerca del equipo para realizar su trabajo (por ejemplo equipos de soldadura u oxicorte), o bien que circulen en su proximidad.

### c) Sistemas hidráulicos

Los riesgos ligados a este tipo de elementos corresponden a la eventualidad de proyecciones debidas a estallidos, roturas de latiguillos, malos acoplamientos, etc. que pudieran tener su origen en:

- ⚙ Los esfuerzos normales de utilización (fuerza centrífuga, presión).
- ⚙ Los esfuerzos excepcionales (aunque por lo general previsibles).
- ⚙ La fatiga de los materiales.



### d) Baterías de acumuladores

Los riesgos asociados a la manipulación de baterías se presentan en cualquier intervención que se efectúe sobre tales elementos, no debiendo olvidarse que cualquier máquina móvil empleada en las labores mineras, dotada de motor de combustión interna, dispone de una o más baterías, por lo que se trata de elementos de uso ampliamente difundido en este ámbito. No obstante, por su tamaño y capacidad de carga, estos riesgos son cuantitativamente más importantes en el caso específico de las baterías de acumuladores empleadas como fuente de alimentación de locomotoras para el transporte rodado sobre vía, sistema que actualmente se encuentra prácticamente confinado al caso de las explotaciones de carbón.

Debido a los mayores riesgos potenciales que pueden presentarse ligados a la recarga de las baterías de este tamaño, la reglamentación de seguridad minera prevé una serie de disposiciones que afectan a los lugares destinados a servir como punto en el que tengan lugar tales operaciones de forma permanente. A continuación se resumen las más relevantes:

- ⦿ La carga de las baterías debe tener lugar en locales específicamente destinados a tal efecto.
- ⦿ La configuración de estos locales será tal que impida la acumulación de gases en espacios muertos fuera del alcance de la ventilación. Los huecos que se forman en el techo o paredes deben ser rellenados de forma estanca.
- ⦿ Las paredes, el sostenimiento o cualquier recubrimiento de los locales se hará con materiales incombustibles y se prohíbe la instalación de cualquier elemento eléctrico en el espacio comprendido a menos de 50 centímetros de la parte superior de la sala de carga.
- ⦿ Para evitar riesgos de explosión, la ventilación del local será con aire que no haya atravesado previamente labores mineras.
- ⦿ Esta corriente de ventilación podrá desembocar directamente en la de ventilación de la mina.



En la tabla siguiente se resumen algunas de las principales medidas preventivas y de protección para el control de los riesgos asociados a la utilización de las anteriores energías mencionadas:

INSTALACIONES DE ENERGÍA	
RIESGOS ASOCIADOS	MEDIDAS PREVENTIVAS Y/O DE PROTECCIÓN
<p>Contactos eléctricos directos con partes activas o contactos indirectos con envolventes, estructuras metálicas de infraestructura, etc.</p>	<p>En las operaciones en que intervenga corriente eléctrica con tensión superior a la de seguridad (24 V en húmedo y 50 V en seco) se tendrá que contar con un permiso de trabajo que autorice dicha maniobra y aplicar el procedimiento de trabajo establecido.</p> <p>Cualquier elemento sometido a tensión superior a la de seguridad deberá encontrarse protegido por una envolvente adecuada.</p> <p>Previamente a la reparación o manipulación de cualquier máquina o aparato eléctrico se deberá proceder a su desconexión por parte de personal capacitado y siguiendo el procedimiento establecido para ello.</p> <p>Las masas deberán contar con recubrimientos que actúen como aislamientos de protección.</p> <p>Se hará uso de sistemas de protección basados en conexiones equipotenciales asociadas a una puesta a tierra de las masas y/o a dispositivos de corte automático.</p> <p>Emplear tensiones de seguridad siempre que sea factible.</p>
<p>Incendios por sobrecargas y cortocircuitos.</p>	<p>Todo equipo eléctrico se encuentra diseñado para soportar una intensidad nominal bajo la cual la temperatura que alcancen no entrañe riesgos para el personal y los materiales de que está fabricado. Para evitar que ello se pudiera producir en caso de sobrecargas, deberán estar dotados de dispositivos de corte (relés térmicos y fusibles).</p> <p>Se comprobará periódicamente el aislamiento de la red.</p> <p>Debe vigilarse con especial celo que el personal no anule ningún dispositivo de protección eléctrica.</p> <p>Las instalaciones eléctricas contarán con dispositivos automáticos de corte de corriente (disyuntores o interruptores automáticos y fusibles), de adecuada sensibilidad y tiempo de reacción, para evitar que se pudieran producir incendios o degradación de los materiales.</p> <p>En caso de fundido de un fusible se le deberá reemplazar por otro de igual resistencia.</p> <p>Las instalaciones contarán con extintores portátiles del tipo adecuado y en número suficiente.</p>



INSTALACIONES DE ENERGÍA	
RIESGOS ASOCIADOS	MEDIDAS PREVENTIVAS Y/O DE PROTECCIÓN
Explosiones en la manipulación de baterías.	<p>En caso de interrupción de la ventilación en la sala de recarga de baterías se desconectará el suministro de energía a todos los circuitos instalados en dicho local.</p> <p>La conexión de los equipos eléctricos después de una interrupción de la ventilación de la sala, solamente podrá hacerse quince minutos después de reanudarse dicha ventilación.</p> <p>Se prohíbe la entrada en la sala de baterías con lámpara de llama, aunque sea de seguridad.</p> <p>En cualquier sala de carga se prohíbe fumar o introducir mecheros, cerillas o útiles de ignición.</p>
Quemaduras por electrolito de batería.	<p>Para manipular electrolito de batería se hará uso de los EPIs obligatorios (pantalla facial y guantes de seguridad para productos químicos, al menos).</p> <p>Se dispondrá de lavajos con agua corriente sanitaria.</p> <p>Las salas de carga estarán dotadas de un botiquín provisto de medios adecuados frente a quemaduras químicas provocadas por electrolito de baterías.</p> <p>Debe existir un sistema de evacuación de efluentes convenientemente acondicionado.</p> <p>Existirán de forma accesible los medios necesarios para contener y neutralizar químicamente las fugas o derrames de electrolito.</p>
Golpes o traumatismos en operaciones de cambio de batería o de cierre de tapas.	<p>Se dispondrá de puente-grúa u otro sistema adecuado de elevación de cargas pesadas.</p> <p>No guiar las tapas con la mano y situarse fuera de la vertical de las mismas.</p> <p>Elevar las cargas con la grúa siempre con tiro vertical para no provocar el balanceo de la carga suspendida.</p> <p>Al colocar la batería en la locomotora o en el lugar de carga hacer la maniobra lentamente, prestando atención a que ésta quede correctamente depositada en su lugar.</p>



## 2.15. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y PROTECCIÓN DEFINIDAS POR LOS FABRICANTES DE LOS EQUIPOS PARA LA EJECUCIÓN DE LAS OPERACIONES DE MANTENIMIENTO

Los equipos de trabajo utilizados en minería de interior tienen que cumplir además de lo especificado en el Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre, *por el que se establecen las normas de comercialización y puesta en servicio de las máquinas*, lo especificado en el Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera, y lo dispuesto por la Instrucción Técnica Complementaria que afecte al equipo en cuestión.

- ⦿ El Director facultativo nombrará un responsable del Mantenimiento Eléctrico, cuya categoría técnica estará de acuerdo con la importancia de la instalación.
- ⦿ El montaje y mantenimiento sólo podrá realizarse por personal idóneo, autorizado bajo la dirección de un técnico responsable, de acuerdo con la Instrucción Técnica Complementaria correspondiente.
- ⦿ Se establecerá un plan adecuado que deberá prever la verificación sistemática, el mantenimiento y, en su caso, la comprobación de los equipos e instalaciones.
- ⦿ El plan de mantenimiento deberá garantizar que las instalaciones y equipos operan, como mínimo, en las condiciones de seguridad y salud previstas para su instalación.
- ⦿ El mantenimiento, la verificación y la comprobación de cualquiera de las partes de las instalaciones o equipos deberán realizarse por personal competente, según las instrucciones del proyecto y las especificaciones del fabricante.
- ⦿ En el mantenimiento solamente podrán utilizarse repuestos o sustituciones originales, o en todo caso autorizados por el fabricante.
- ⦿ Deberán elaborarse y archivarse adecuadamente fichas de verificación y comprobación.



Para cada equipo, el fabricante y la reglamentación concreta aplicable establece:

- ⊗ El **tipo y condiciones** de la comprobación.
- ⊗ Las **ocasiones** en que tiene que realizarse (tras la instalación, periódicamente y/o en determinadas circunstancias).
- ⊗ El **personal competente** para efectuarlas.

### a) **Medidas preventivas para los riesgos de origen eléctrico**

Los principios generales a tener en cuenta son los siguientes:

- ⊗ En todas las partes en tensión debe existir protección contra **contactos directos**, mediante alejamiento, interposición de obstáculos y aislamiento.
- ⊗ Se debe colocar una señalización en dicha envolvente que indique el peligro eléctrico y que sólo se permite el acceso a personal autorizado.
- ⊗ En el caso de aplicaciones específicas con peligro de contacto directo, pueden ser necesarias otras medidas complementarias apropiadas. Así, en el caso de soldadura eléctrica al arco, se deben utilizar equipos de protección individual.
- ⊗ La protección contra **contactos indirectos** debe estar garantizada conforme a los sistemas de protección establecidos en la ITC 021 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.



Los sistemas previstos para hacer que los contactos no sean peligrosos o para impedir los contactos simultáneos entre masas y elementos conductores, entre los cuales pueda aparecer una diferencia de potencial peligrosa, son:

- ⊗ Separación de circuitos.
- ⊗ Empleo de pequeñas tensiones de seguridad.
- ⊗ Separación entre las partes activas y las masas accesibles por medio de aislamientos de protección.



- Inaccesibilidad simultánea de elementos conductores y masas.
- Recubrimiento de las masas con aislamientos de protección.
- Conexiones equipotenciales.

Los sistemas basados en la desconexión automática de la alimentación de energía al producirse un fallo de aislamiento, cuyo objetivo es impedir que la tensión de contacto se mantenga durante un tiempo tal que represente un peligro, consisten en:

- Puesta a tierra de las masas y dispositivos de corte por intensidad de defecto.
- Puesta a tierra de las masas y dispositivos de corte por tensión de defecto.
- Puesta a neutro de las masas y dispositivos de corte por intensidad de defecto.

En el caso de que se utilicen dispositivos diferenciales como protección contra contactos indirectos, el valor de la puesta a tierra del lugar de trabajo debe ser compatible con el umbral de dichos dispositivos, lo cual deberá comprobarse periódicamente.

- Todos los equipos eléctricos deberán cumplir con los grados y modos de protección constructivos que requieran según el tipo de labor, condiciones de humedad, polvo, riesgo de electrocución, incendio o explosión.
- Una parte considerable de las máquinas utilizadas en la mina son eléctricas, por lo que hay que asegurarse de desconectar y desenchufar la alimentación eléctrica de la máquina antes de iniciar los procedimientos de ajuste, reparación o sustitución de piezas.
- Se deberá comprobar el sistema eléctrico de las máquinas e instalaciones a intervalos regulares. Se deberá informar de cualquier defecto, los cuales se eliminarán inmediatamente.
- Cualquier operación de mantenimiento o reparación eléctrica en una máquina o parte de la instalación debe contar en la zona de trabajo con una señalización de advertencia.
- Todas las herramientas utilizadas en estos trabajos deberán contar con aislamiento.



## b) Medidas preventivas para los riesgos en los trabajos en presencia de gases, vapores, humos, polvo

- ⊗ Los trabajos de soldadura, y la utilización de sopletes cerca de máquinas e instalaciones con riesgo de incendio o explosión, deberán contar con la autorización de trabajo previo.
- ⊗ Cuando se sospeche la presencia de algún gas, vapor, etc. que pueda provocar riesgo de explosión, deberá contarse con el permiso de trabajo oportuno. En todo caso se establecerá un control de gases, en particular con un aparato de medición continua.
- ⊗ Los trabajos de soldadura, o la utilización de sopletes, se deben realizar siempre en las áreas de la mina seguras y aprobadas para ello, de acuerdo con la legislación vigente para minería y siguiendo las prácticas de seguridad en minas.
- ⊗ Todos los lugares de trabajo en los que se produzca una acumulación de humos o gases se ventilarán para que estén por debajo de los niveles establecidos en la legislación.
- ⊗ Para realizar los repostes de agua se dejará que enfríe convenientemente el circuito de agua de la máquina, y se seguirá el procedimiento establecido para esta tarea.



## c) Medidas preventivas en los equipos de trabajo con riesgo de estallidos o roturas (sistemas hidráulicos)

En el caso particular de las muelas abrasivas, para minimizar el peligro de estallido, además de observar las reglas de manipulación y montaje de la muela (incluyendo la verificación y el almacenamiento), ésta debería girar siempre dentro de los límites de velocidad establecidos. Si su tamaño lo permite, dicha velocidad debe estar indicada sobre la propia muela. Las muelas de menor tamaño deberían tener un letrero o etiqueta colocado en el lugar de trabajo con la velocidad máxima de rotación permisible.



La protección consiste en dotar a los equipos de trabajo de resguardos suficientemente resistentes para retener los fragmentos de la muela. Sin embargo, ya que esta medida de protección tiene sus limitaciones, teniendo en cuenta principalmente las necesidades de utilización, es preciso ante todo:

- ⦿ Respetar las condiciones de utilización de dichos equipos especificadas por el fabricante.
- ⦿ Prestar una atención especial al mantenimiento, en particular cuando no es posible aplicar resguardos eficaces.

Si se trata de equipos de trabajo con velocidad variable (esmeriladoras, radiales, sierras), se debe garantizar además la adecuación y el buen funcionamiento del sistema de regulación de velocidad. Dicho sistema se debe revisar periódicamente de manera exhaustiva.

En el caso de proyecciones de alta energía (por ejemplo, fluidos a alta presión en los minadores, camiones o palas, bombas hidráulicas), las medidas preventivas comprenden:

- ⦿ Instalar válvulas limitadoras de presión.
- ⦿ Instalar resguardos fijos para la protección contra el peligro de latigazos de las tuberías flexibles, o sujetar éstas mediante vainas amarradas, y si procede, sustituirlas, seleccionándolas adecuadamente con un coeficiente de seguridad de 4, y fijar la fecha para una nueva sustitución.
- ⦿ Aplicar las reglamentaciones específicas en el caso de recipientes y equipos a presión.
- ⦿ Todos los trabajos en los sistemas hidráulicos y neumáticos (acumulador de presión) deberán reservarse para aquel personal que cuente con conocimientos especiales y experiencia en las instalaciones o máquinas en las que se va a intervenir.
- ⦿ Al trabajar con los acumuladores de presión (reparaciones, incorporación y sustitución de válvulas, etc.), primero se deberá reducir la presión del fluido. En los acumuladores de presión no se permiten realizar trabajos de soldadura, exponerlos a altas temperaturas, ni realizar ningún tipo de trabajos mecánicos.



## d) Medidas preventivas para los riesgos en trabajos con proyecciones o caída de objetos

Las medidas preventivas están destinadas a proteger no solamente a los operadores, sino a cualquier otra persona que pueda estar expuesta a dichos peligros (hay que tener en cuenta que los objetos y partículas pueden salir proyectados a gran velocidad y a gran distancia).

Dichas medidas consisten esencialmente en:

- ⦿ Proveer a los equipos de trabajo de resguardos fijos o móviles que puedan retener dichos objetos o partículas, y que molesten lo menos posible a la hora de realizar el trabajo.
- ⦿ En la medida de lo posible, disponer los equipos de trabajo de manera que se evite que las personas se puedan encontrar permanentemente en la trayectoria de los objetos o partículas en movimiento.
- ⦿ Colocar obstáculos, o cualquier otro medio, para impedir que las personas puedan circular por las zonas en las que se pueden producir estos peligros.

## e) Medidas preventivas para los riesgos en trabajos con elementos móviles

Los resguardos y dispositivos de protección son las medidas preventivas y protectoras empleadas para evitar estos riesgos.

- ⦿ En general, no es necesario acceder a los elementos de transmisión cuando están en movimiento. Por tanto, para impedir que se puedan alcanzar estos elementos, deben estar protegidos con resguardos fijos.
- ⦿ Si es preciso acceder a ellos con frecuencia porque las operaciones así lo exijan será necesario emplear resguardos móviles asociados a un dispositivo de enclavamiento, o bien dispositivos sensibles que detengan la máquina.



- ⊗ En todo caso cuando haya que acceder a elementos en los que exista el riesgo de atrapamiento para realizar cualquier tipo de mantenimiento la máquina deberá estar parada.
- ⊗ Excepcionalmente para realizar reglajes, por ejemplo alineamientos de banda en los que estos riesgos están presentes, hay que contar con un permiso especial en que se fijarán las condiciones de trabajo.

## **f) Medidas preventivas a adoptar en caso de riesgo de temperaturas elevadas en los equipos de trabajo**

En el caso de que exista riesgo de quemaduras, se pueden aplicar una o varias de las medidas siguientes, siempre que no interfieran en el proceso de trabajo:

- ⊗ Colocación de un aislante térmico alrededor de los elementos peligrosos.
- ⊗ Adaptación de resguardos para permitir la evacuación de calor (rejillas, chapa perforada).
- ⊗ Supresión global de acceso a la zona peligrosa mediante barreras o cualquier otro tipo de resguardo material.
- ⊗ Aplicación de cortinas de aire o de agua.



En los casos en que las superficies deben estar calientes y accesibles, será necesario utilizar los equipos de protección individual apropiados.

Si es preciso se señalarán e identificarán convenientemente las partes calientes o frías accesibles que no puedan reconocerse fácilmente y se proporcionarán la formación e información oportunas.

## **g) Medidas preventivas a adoptar en caso de riesgo de incendio en equipos de trabajo**

- ⊗ Medidas relativas al diseño, tales como:
  - ✂ Sustitución de materiales combustibles por otros no combustibles o retardadores de la llama empleados en el equipo. Por ejemplo: uso de mezclas aceite-agua como fluido hidráulico en máquinas para trabajar en ambientes muy calurosos; aceites especiales para transformadores).

- ✍ Eliminación o disminución de sobrecalentamientos (sobredimensionado; protección contra sobreintensidades en equipos eléctricos acompañada de un adecuado programa de verificación y sustitución, si ha lugar, de los dispositivos de protección; refrigeración forzada).
- ✍ Selección de materiales utilizados por el equipo para evitar interacciones no deseables con los materiales producidos por la máquina (taladrinas-virutas).
- ✍ Captación de los materiales combustibles en el origen (aspiración en vía seca o húmeda) y su envío a recipientes de almacenamiento situados a poder ser fuera de los lugares de trabajo.
- ✍ Si no se puede eliminar la posibilidad de incendio, se deben limitar sus efectos (llamas, calor, humos), por ejemplo apantallando o cerrando el equipo de trabajo para minimizar los daños sobre personas o bienes.
- ✍ Integración de sistemas de detección-alarma y extinción. Si, como resultado de la evaluación, el riesgo es elevado, se debe garantizar al menos la detección y extinción precoz del incendio que se pueda producir con el fin de limitarlo, en la medida de lo posible, a la zona en la que se produce. En función del nivel de riesgo, las funciones de detectores, presostatos, etc. se deberían considerar como funciones críticas de seguridad y ser tratadas como tales en su interconexión con el sistema de mando del equipo de trabajo.



#### ⚙ Medidas adicionales:

- ✍ Información complementaria para el operador (el/los operador/operadores debería/n estar adiestrado/s e informado/s convenientemente sobre cómo actuar ante este riesgo si se materializa).
- ✍ Si es necesario, por razones de carga térmica, combustibilidad, etc., proceder al aislamiento de equipos de trabajo y/o de materias primas y productos no esenciales, en áreas fuera de los locales de trabajo.



## **h) Medidas preventivas a adoptar en caso de riesgo de explosión en equipos de trabajo**

Los principios fundamentales de prevención y protección son:

### **⚙️ Prevención:**

- 📖 Evitar las atmósferas explosivas. Este objetivo se puede alcanzar, principalmente, cambiando la concentración de la sustancia inflamable para que su proporción no alcance los límites de explosividad, o bien la concentración en oxígeno para darle un valor por debajo de la concentración límite necesaria del mismo.
- 📖 Evitar cualquier posible fuente de inflamación activa.

### **⚙️ Protección:**

- 📖 Limitar los efectos de las explosiones a un nivel aceptable mediante medidas de protección de tipo constructivo.

Además de las medidas ya indicadas para los equipos e instalaciones eléctricas, se tendrán en cuenta las siguientes:

- ⚙️ Evacuar los productos peligrosos, aspirándolos en el origen (en vía húmeda, si se trata de polvos explosivos)
- ⚙️ Confinar dichos productos en un espacio cerrado, en el que no exista la posibilidad de elevación de la temperatura o de producción de chispas (se debe prestar especial atención al tipo de recipientes para trasiego y mantenimiento. Deben ser herméticos, metálicos, diseñados de manera que impidan los derrames durante la carga/descarga y susceptibles de ser conectados a tierra)
- ⚙️ Utilizar técnicas de inertización que consisten en modificar la composición de la atmósfera en la que se encuentra el producto para impedir que se inflame.
- ⚙️ Instalar dispositivos de control que permitan mantener automáticamente la concentración de la sustancia inflamable en el aire (atmósfera explosiva) fuera del intervalo de inflamabilidad.



## 2.16. POSIBLES PRESCRIPCIONES O LIMITACIONES IMPUESTAS POR LOS TALLERES DE REPARACIÓN Y/O MANTENIMIENTO

La Orden ITC/1607/2009, de 9 de junio, *por la que se aprueba la Instrucción técnica complementaria 02.2.01 «Puesta en servicio, mantenimiento, reparación e inspección de equipos de trabajo»*, del Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera, define de forma exhaustiva las prescripciones establecidas para las instalaciones o talleres en los que se lleven a cabo labores de reparación y mantenimiento.

### 2.16.1. MANTENIMIENTO Y REPARACIÓN DE EQUIPOS EN SERVICIO

Las intervenciones de mantenimiento y/o reparación sólo podrán ser efectuadas por personal cualificado y autorizado por el empresario, que además adoptará las medidas necesarias para documentar las actuaciones de reparación y mantenimiento realizadas a lo largo de la vida del equipo.

Se adoptarán las medidas necesarias para realizar un mantenimiento adecuado de todos los equipos, con el fin de que se conserven durante todo el tiempo de utilización en unas condiciones que satisfagan todas las disposiciones de seguridad y de uso. Las operaciones de revisión y las de sustitución de elementos o componentes indicados por el fabricante se considerarán, a efectos de la ITC 02.2.01, como operaciones de mantenimiento, para las que se fijan las siguientes condiciones:



- Este mantenimiento se podrá realizar por el empresario, siempre siguiendo las instrucciones del fabricante y las condiciones de utilización, y teniendo en cuenta cualquier otra circunstancia normal o excepcional que pueda influir en su deterioro o desajuste.

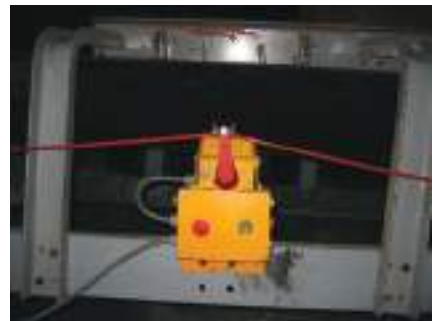


- La documentación técnica para la correcta ejecución del mantenimiento es la que acompaña al suministro del material, ya se trate de un equipo comercializado siguiendo las reglas nacionales de certificación u homologación, como de un equipo comercializado siguiendo las reglas establecidas en las Directivas europeas que son de aplicación a los equipos de trabajo con marcado CE, o a sus componentes.
- La aplicación de nuevos elementos de seguridad sobre equipos en servicio se considera una mejora, tal y como se define en la norma UNE-EN 13306 y, por tanto, se documentará como una operación de mantenimiento.
- Cuando el empresario no disponga del manual de instrucciones adoptará las medidas para solicitar al fabricante del equipo o a su distribuidor o servicio técnico autorizado, una copia del mismo al menos en castellano. En ausencia de las indicaciones del fabricante, el empresario podrá adoptar un plan de mantenimiento específicamente elaborado por una entidad autorizada por la autoridad minera competente, la cual asumirá la responsabilidad como fabricante. La redacción de dicho plan de mantenimiento deberá ajustarse a los requisitos correspondientes en la normativa vigente aplicable.

## 2.16.2. REPARACIÓN DE ELEMENTOS DE SEGURIDAD DE EQUIPOS

La reparación de elementos que cumplen una función de seguridad y que el fabricante ha incorporado a un equipo de trabajo sin indicar al usuario su procedimiento de reparación, sólo podrá efectuarse:

- a) Por los servicios de reparación propios del fabricante, o por servicios técnicos autorizados bajo el control y responsabilidad del fabricante original.
- b) Por un taller autorizado para la reparación de los elementos de seguridad en cuestión por la autoridad minera competente.



Si no fuera posible seguir un procedimiento de los descritos anteriormente, las reparaciones de elementos de seguridad podrán ser autorizadas por la autoridad minera competente, previo informe de verificación por una entidad colaboradora de la Administración sobre la adecuación del equipo a las condiciones originales.

La autoridad minera competente podrá someter cualquier reparación de elementos de seguridad a su verificación unitaria por una entidad colaboradora de la Administración, que emitirá un certificado/informe de control sobre la adecuación del equipo a las condiciones originales.

Son reparaciones de elementos de seguridad, entre otras, las siguientes:

- a) Reparación por mecanización de juntas antideflagrantes.
- b) Cierre mediante soldadura de una grieta en una envolvente antideflagrante.
- c) Rebobinado de motores eléctricos.
- d) Cambio total o parcial de elementos de sistemas hidráulicos/neumáticos de dirección o frenado de equipos móviles, por otros no indicados por el fabricante.
- e) Reparación de estructuras antivuelco y de protección contra caída de objetos.
- f) Reparación de trabas de seguridad de sistemas eléctricos, hidráulicos y neumáticos.
- g) Reparación de elementos estructurales.

### **2.16.3. REFORMA O MODIFICACIÓN DE EQUIPOS**

Por tal se entenderá la intervención sobre un equipo de trabajo cuyo resultado sea la modificación de las condiciones previstas de utilización definidas por el fabricante.

Son intervenciones de reforma, entre otras, las siguientes:

- a) Minador al que se le modifica la cabeza de corte o el sistema de anclaje para trabajar en galerías de mayor sección o pendiente.
- b) Sostenimiento autodesplazable al que se le cambian los componentes hidráulicos de control y mando para actuaciones remotas.
- c) Cambio del tipo de bobinado de un motor eléctrico.



- d) Cambio de la válvula limitadora de presión de un elemento de sostenimiento, por otra de características hidráulicas diferentes.
- e) Ejecución por mecanizado del acoplamiento de una entrada de cable en una envolvente antideflagrante.
- f) Modificación de los componentes internos de un cofre de tajo.
- g) Cambio del sistema de tensado de una cinta transportadora.



La reforma de cualquier equipo de trabajo se considerará como un equipo de nuevo diseño y, por lo tanto, se verá sometido a las reglas establecidas en las Directivas que en ese momento le sean de aplicación y a las establecidas en la ITC 12.0.01 «Evaluación de la conformidad de productos para uso en minería» del Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera.

Se entiende que lo anterior es de aplicación incluso cuando la reforma la realiza el propio utilizador del equipo.

## **2.16.4. TALLERES AUTORIZADOS DE REPARACIÓN DE ELEMENTOS DE SEGURIDAD**

Los talleres de reparación de los elementos de seguridad enumerados en el apartado anterior deberán ser previamente autorizados por la autoridad minera competente.

### **Procedimiento de autorización**

La autorización será solicitada a la autoridad minera competente mediante la presentación de la siguiente documentación:

- a) Documentación descriptiva del taller de reparación en el que se especifique:
  - i. El alcance de las actividades de reparación autorizadas.
  - ii. Sus recursos y equipos de trabajo y de comprobación.

- iii. La formación del personal.
- iv. Las normas operativas técnicas y de seguridad en el trabajo, aplicables en las reparaciones de cada material.
- v. La disponibilidad de la documentación original (libros de reparación, certificados, informes de ensayos, etc.) de los mismos.

Adicionalmente, los talleres de reparación de elementos de seguridad que presten servicios externos de reparación de elementos de seguridad en el ámbito de esta ITC, deberán presentar:

- b) Un certificado de conformidad emitido por un laboratorio oficial acreditado reconocido por la Dirección General de Política Energética y Minas del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. Este certificado será válido por un período de tiempo de 3 años, renovable y se realizará una auditoría de seguimiento durante el segundo año.
- c) Una póliza de seguro que cubra los riesgos de su responsabilidad por una cuantía mínima de 300.000 €, sin que la cuantía de la póliza limite dicha responsabilidad. Dicha cuantía quedará anualmente actualizada en función del índice de precios al consumo.

El responsable del taller deberá notificar a la autoridad minera cualquier cambio en su esquema de organización.

La autoridad minera podrá retirar las autorizaciones emitidas si no se cumplen las condiciones establecidas en esta ITC. Asimismo, podrá requerir que algunas o todas las reparaciones efectuadas sean sometidas a dictamen de un laboratorio. La autoridad minera comunicará a la Dirección General de Política Energética y Minas las autorizaciones emitidas y retiradas, al objeto de mantener un registro general de talleres de reparación autorizados.



## Requisitos aplicables a los talleres de reparación

Para la verificación del cumplimiento de los requisitos aplicables a los talleres de reparación, y para la posterior emisión del certificado de conformidad, se exigirá:

- ⚙ El taller deberá aplicar un sistema de gestión que garantice la emisión y archivo durante 5 años de todos los registros de reparación, incluyendo al menos los siguientes:
  - a) Los diagnósticos (inspección en recepción) y definición del alcance de la reparación necesaria.
  - b) La identificación de las reparaciones realizadas y su naturaleza.
  - c) La lista de las piezas de recambio utilizadas.
  - d) Los registros de controles y pruebas finales.
  - e) Copia de los certificados de reparación y placas de marcado emitidos.



- ⚙ Formación: las personas participantes en la actividad de reparación deberán acreditar una formación técnica adecuada.
- ⚙ Trabajos subcontratados: los trabajos subcontratados deberán ser claramente especificados. En todo caso, el taller autorizado deberá siempre realizar el conjunto de los controles y pruebas y confeccionar el expediente de reparación, conservando siempre la responsabilidad del equipo reparado.
- ⚙ Documentación externa: el taller de reparación deberá conocer las normas nacionales y/o europeas aplicables vigentes y anuladas, así como las disposiciones nacionales y/o europeas aplicables.

Adicionalmente deberá disponer de los documentos tales como certificados de conformidad, de control, las resoluciones de aprobación u homologación, la declaración de conformidad, y/o el certificado de examen CE de tipo. Es recomendable además que

disponga de los documentos descriptivos vinculados al documento oficial (prospecto, esquemas, planos oficiales, características técnicas, funcionamiento, ajustes, etc.). En caso contrario se debe disponer de los medios técnicos y humanos necesarios para reproducir los requisitos básicos aplicables y evaluar la conformidad con las normas de referencia en vigor.

## **Marcado de los equipos reparados**

La información relevante de la reparación realizada sobre los elementos de seguridad deberá ser indicada sobre el equipo reparado, ya sea mediante una placa de reparación pegada, remachada o soldada, o en forma de etiqueta autoadhesiva de elevada resistencia.

El marcado debe ser legible e indeleble y deberá incluir como mínimo:

- a) La identificación del taller de reparación.
- b) La fecha de la reparación o revisión.
- c) La referencia de reparación (código de intervención, expediente, orden de trabajo, etc.).

El equipo reparado deberá mantener el marcado original del fabricante y el marcado de la última reparación efectuada.

## **Certificados de reparación**

El taller deberá emitir con cada unidad reparada un certificado de reparación que contenga al menos la siguiente información:

- a) Número de certificado (codificado cronológicamente, por ejemplo: Orden de intervención/año).
- b) Nombre del taller reparador.
- c) Dirección del reparador.
- d) Designación del equipo reparado.



- e) Nombre del fabricante.
- f) Número de identificación/serie de la unidad (placa de características original).
- g) Referencia del expediente de trabajo/orden de reparación.
- h) Fecha de recepción del equipo.
- i) Fecha de finalización de los trabajos.
- j) Breve descripción de las reparaciones realizadas.
- k) Declaración de conformidad de la reparación.

## 2.17.- MEDIDAS INCORPORADAS A LAS MÁQUINAS EN CASO DE ADECUACIÓN A LAS DISPOSICIONES ESTABLECIDAS EN EL ANEXO I DEL REAL DECRETO 1215/1997

A todos los equipos de trabajo y máquinas se les exige el cumplimiento de unos requisitos esenciales de seguridad mínimos que vienen establecidos por la legislación vigente sobre máquinas, concretamente en el Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre, *por el que se establecen las normas de comercialización y puesta en servicio de las máquinas*. El cumplimiento de estos requisitos está asegurado por el *mercado CE*.

Si las máquinas fueron adquiridas con anterioridad al 1 de enero de 1995, con carácter general, no irán con el “Mercado CE”, ni acompañadas de la Declaración “CE” de conformidad, ni del manual de instrucciones, aunque es posible que algunas máquinas comercializadas a partir del 1 de

enero de 1993 ya dispusieran de estos requisitos. En estas máquinas se deben identificar y evaluar los posibles riesgos existentes, e implantar las medidas oportunas que, como mínimo, se ajustarán a los requisitos del Anexo I del Real Decreto 1215/1997:



- ⊗ Los órganos de accionamiento de un equipo de trabajo que tengan alguna incidencia en la seguridad deberán ser claramente visibles e identificables.
  - ⊗ La puesta en marcha sólo se podrá efectuar mediante una acción voluntaria sobre un órgano de accionamiento previsto a tal efecto.
  - ⊗ Los equipos de trabajo deberán estar provistos de un órgano de accionamiento que permita su parada total en condiciones de seguridad.
- 
- ⊗ Los equipos de trabajo que entrañen riesgo de caída de objetos o de proyecciones deberán estar provistos de dispositivos de protección.
  - ⊗ Los equipos de trabajo que entrañen riesgo por emanación de gases, vapores o líquidos o por emisión de polvo, deberán estar provistos de dispositivos adecuados de captación o extracción.
  - ⊗ Si fuera necesario para la seguridad o la salud de los trabajadores, los equipos de trabajo y sus elementos deberán estabilizarse por fijación o por otros medios.
  - ⊗ Cuando exista riesgo de estallido o rotura de elementos que pueda afectar a la seguridad o la salud de los trabajadores, deberán adoptarse las medidas de protección adecuadas.
  - ⊗ Cuando los elementos móviles de un equipo de trabajo puedan entrañar riesgos de accidente, deberán ir equipados con resguardos o dispositivos que impidan el acceso a las zonas peligrosas. Estos deberán cumplir:
    - 📌 Serán de fabricación sólida y consistente.
    - 📌 No ocasionarán riesgos suplementarios.
    - 📌 No deberá ser fácil anularlos o ponerlos fuera de servicio.
    - 📌 Deberán estar situados a distancia suficiente de la zona peligrosa.
    - 📌 No deberán limitar más de lo imprescindible o necesario la observación del ciclo de trabajo





- Las zonas y puestos de trabajo o mantenimiento deberán estar adecuadamente iluminados.
- Las partes que alcancen temperaturas elevadas o muy bajas deberán estar protegidas contra los riesgos de contacto.
- Los dispositivos de alarma deberán ser perceptibles y comprensibles fácilmente.
- Los equipos de trabajo deberán estar provistos de dispositivos claramente identificables que permitan separarlos de cada una de sus fuentes de energía.
- Los equipos de trabajo deberán llevar las advertencias y señalizaciones indispensables para garantizar la seguridad de los trabajadores.
- Todo equipo de trabajo deberá ser adecuado para proteger a los trabajadores contra los riesgos de incendio, de calentamiento o de emanaciones de gases, polvos, líquidos, vapores u otras sustancias producidas, utilizadas o almacenadas por éste.
- Deberá ser adecuado para prevenir el riesgo de explosión, tanto del equipo como de las sustancias producidas, utilizadas o almacenadas por éste.
- Los equipos de trabajo deberán ser adecuados para proteger a los trabajadores contra el riesgo de contacto directo o indirecto con la electricidad.
- Todo equipo de trabajo que entrañe riesgos por ruido, vibraciones o radiaciones deberá disponer de las protecciones o dispositivos adecuados.
- Los equipos de trabajo para el almacenamiento, trasiego o tratamiento de líquidos corrosivos o a alta temperatura deberán disponer de protecciones adecuadas.
- Las herramientas manuales deberán estar construidas con materiales resistentes y la unión entre sus elementos debe ser firme.



## 2.18. EQUIPOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA E INDIVIDUAL

Se entiende por protección colectiva aquella técnica de seguridad cuyo objetivo es la protección simultánea de varios trabajadores expuestos a un determinado riesgo.

La Ley de Prevención de Riesgos Laborales (Ley 31/1995, de 8 de noviembre), en el apartado “h” del artículo 15, *Principios de la acción preventiva*, indica que dentro de las medidas a introducir respecto a la prevención de riesgos, hay que adoptar medidas **que antepongan la protección colectiva a la individual.**

### EQUIPOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA

De los diferentes **sistemas de protección colectiva** que pueden encontrarse en el entorno de trabajo propio de las explotaciones de minería de interior, pueden citarse entre los más habituales los siguientes:

- Barandillas, escaleras y pasarelas.
- Andamios y redes anticaídas.
- Resguardos tipo barrera o envolventes para las partes móviles de los equipos y maquinaria.
- Vallado perimetral de zonas de trabajo.
- Extintores de incendios.
- Señalización.
- Iluminación.



Además de las anteriores, comunes a gran parte de los elementos integrantes de las explotaciones subterráneas, habrá que considerar otras protecciones colectivas más específicas que puedan aparecer incorporadas a cada equipo más concreto, de los muy diversos que son habituales en esta clase de instalaciones, los cuales son objetivo específico del capítulo 3 de este mismo manual, así como sus sistemas de seguridad.



De entre los sistemas de protección colectiva anteriores, merece la pena destacar la **señalización** por la importancia que posee en el caso de cualquier instalación como las que son analizadas en este manual.

Las señales que se establezcan deberán ser fáciles de ver e interpretar y deberán conservarse y mantenerse durante todo el tiempo que persistan las condiciones que determinaron la necesidad o conveniencia de su colocación.

La señalización de seguridad proporciona una información adicional que contribuye a evitar o reducir los riesgos y por tanto los accidentes de trabajo. En algunas ocasiones juega un papel esencial, y nuestra seguridad o la de otros depende directamente de la obediencia y respeto que mostremos a lo que indica en cada momento la señalización.

Las señales suelen atender a los diferentes estímulos de los sentidos que poseen los seres humanos y se utilizan:

- a. Los colores de seguridad
- b. Señales en forma de panel
- c. Señales luminosas y acústicas
- d. Balizamiento
- e. Señales gestuales



### a) Los colores de seguridad

Los colores pueden formar parte de la señalización de seguridad o constituirlos por sí mismos. Estos colores son el rojo, el amarillo, el azul y el verde.

- ⦿ El rojo se emplea en señales de prohibición, peligro-alarma, material y equipos de lucha contra incendios.
- ⦿ El amarillo o amarillo anaranjado indica señal de advertencia, atención y precaución.
- ⦿ El azul indica obligación.
- ⦿ El verde corresponde a señal de salvamento o de auxilio y situación de seguridad.

El color de contraste que enmarque o se alterne con el de seguridad sirve para complementar a éste último, incrementando su visibilidad. Este color será el blanco, a excepción del amarillo, que se unirá con el negro.

### b) Señales en forma de panel

- ⦿ Señales de advertencia (forma triangular, pictograma negro sobre fondo amarillo y bordes negros).
- ⦿ Señales de prohibición (forma redonda, pictograma negro sobre fondo blanco, bordes y banda transversal descendente de izquierda a derecha, rojos).
- ⦿ Señales de obligación (forma redonda, pictograma blanco sobre fondo azul).
- ⦿ Señales relativas a los equipos de lucha contra incendios (forma rectangular o cuadrada, pictograma blanco sobre fondo rojo).
- ⦿ Señales de salvamento o socorro (forma rectangular o cuadrada, pictograma blanco sobre fondo verde).

### c) Señales luminosas y acústicas

Una señal luminosa o acústica indicará, al ponerse en marcha, la necesidad de realizar una determinada acción, y se mantendrá mientras persista tal necesidad.

Las señales luminosas deberán percibirse claramente, y la intermitente indicará, con respecto a la continua, un mayor grado de peligro o una mayor urgencia de la acción requerida.

La señal acústica tendrá un nivel sonoro superior al nivel de ruido ambiental, de forma que sea claramente audible. Las que sean intermitentes indicarán un mayor peligro o urgencia; sin embargo, el sonido de una señal de evacuación será siempre continuo.



## d) Balizamiento

Los desniveles (como pueden ser en este caso puntos de vertido) y demás obstáculos que originen riesgos de caída de personas, choques o golpes, se señalizarán o delimitarán, en su caso, con paneles de información o mediante elementos de balizado tales como malla, cinta, conos, balizas luminosas, postes de advertencia, etc.



## e) Señales gestuales

Esta clase de señales pueden ser básicamente empleadas ante la necesidad de comunicarse y coordinarse entre personal a pie y otros que manejen diversa maquinaria móvil, tales como palas, camiones, carretillas, manipuladoras, plataformas elevadoras, u otras, en tareas tales como carga, limpieza, trabajos en altura, etc. El requisito básico que tendrán que cumplir es el de ser perfectamente conocidas por parte de todos aquellos que emiten o reciben la información gestual, sin que puedan generarse malinterpretaciones (necesidad de codificarlas estrictamente en cada centro de trabajo concreto).

## Extintores

Otro de los equipos de protección colectiva sobre el que resulta necesario detenerse de forma más particular es el extintor, cuya presencia en múltiples puntos de las minas de interior, así como en la maquinaria móvil, resulta obligatoria, constituyendo un elemento de enorme importancia para la seguridad las máquinas y equipos, y la de los operadores, en caso de incendio, motivo que implica la necesidad de conocer algunas nociones básicas sobre su funcionamiento y requisitos de mantenimiento.

Un extintor portátil es un recipiente autónomo, que contiene una sustancia o agente extintor (los hay de diversos tipos) que se encuentra presurizado para poder alojarse en su interior, de tal manera que cuando es manipulado de forma manual, ese contenido puede ser proyectado contra el fuego contribuyendo a apagarlo en base a sus propiedades extintoras.

Sus partes principales son:

- Botella o cuerpo.
- Seguro.
- Asa.
- Válvula.
- Tubo sifón.
- Manguera.
- Boquilla.
- Manómetro.



Deben estar colocados en lugar visible y señalizado en diversos puntos de las instalaciones y los equipos de trabajo, y por supuesto ser fácilmente accesibles.

Para cada tipo de fuego (categorizados según una clasificación ya estandarizada) se debe usar el agente extintor más adecuado según el caso. Los dispuestos habitualmente en la maquinaria de transporte, suelen ser del tipo POLVO ABC.

Para entender completamente esta denominación, se necesita explicar previamente que los fuegos pueden ser clasificados en función del material combustible (lo que se quema) tal como se muestra en la tabla siguiente:

CLASES DE FUEGOS	
A	Sólidos
B	Líquidos
C	Gases
D	Metales
E	Fuegos eléctricos

Esto va a implicar que en función de la materia que actúa como combustible, unos agentes extintores resultan más efectivos que otros, y el aparato extintor que los contiene queda así caracterizado por dicho agente y la clase de fuegos frente a los que resulta eficaz. Así, un extintor de polvo ABC, corresponde a un aparato que contiene

como agente extintor una sustancia de naturaleza pulverulenta, apta para la extinción de incendios en los que la materia combustible sea tanto sólida, como líquida o gaseosa.

AGENTE EXTINTOR RESPECTO A LA CLASE DE FUEGO							
CLASES DE FUEGO	AGENTES EXTINTORES						
	Agua clara	Agua jabonosa	Dióxido de carbono	Pulv. seco	Pulv. ácido	Gaseo carb. D1	Hidrosulfuro
<b>SÓLIDOS</b>							
<b>A</b> 	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
<b>LÍQUIDOS</b>							
<b>B</b> 	No	Si	Si	Si	Si	Si	Si
<b>GASES</b>							
<b>C</b> 	No extingue Si limita propag.			Si	Si	Si	Si
<b>METALES</b>							
<b>D</b> 	No*	No*	No*	No*	No*	No*	No*
<b>FUEGOS ELÉCTRICOS</b>							
<b>E</b> 	No	No	No	Si	No	Si	Si

CLAVES: Si = Bueno o Aceptable / NO = Inaceptable o Peligroso  
\* = Requiere agentes especiales

En el cuerpo de la botella deberá ser fácilmente visible una placa timbrada con diversos datos tales como número de registro, presión, fechas de prueba obligatoria, una descripción de sus características y su fecha de puesta en servicio.

La legislación (RD 1942/1993, de 5 de noviembre, *por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios*) obliga a someterlos a una serie de inspecciones con diferentes periodicidades y bajo condiciones también distintas:



- **Inspección (mensual y/o trimestral):** comprobación del estado general y de la presión. Este tipo de inspecciones visuales y sencillas deben correr a cargo de los propios usuarios, por lo que en este caso puede ser efectuada por los operadores que manejan los equipos móviles, si bien también puede ser asumido por el encargado, personal de seguridad, u otros.
- **Inspección anual:** se trata de una comprobación en profundidad, a cargo de personal especializado (mantenedores), que implica el desmontado de accesorios, chequeo de elementos constituyentes y de la presión y peso. Las fechas en las que se van produciendo estas inspecciones son anotadas sobre una pegatina que la empresa mantenedora coloca en el cuerpo de la botella del extintor y que se debe mantener indeleble.
- **Inspección quinquenal:** cada cinco años se somete a una revisión aún más profunda que implicará la inscripción de la fecha en la que se produce en la placa metálica situada sobre el cuerpo de la botella (timbre), operación conocida como *retimbrado*. El número máximo de veces a que se puede someter un extintor a esta operación es de tres (3), debiendo por tanto ser retirado del servicio y finalizando su vida útil al cabo de 20 años.



Es muy importante el aseguramiento de las condiciones de eficacia de los extintores para que de esta manera puedan encontrarse en condiciones de prestar adecuadamente su función cuando así fuera necesario. Por ello, el respeto a las comprobaciones anteriores debe ser siempre el máximo posible.

## EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

En el artículo 17 de la Ley 31/1995, de Prevención de Riesgos Laborales, dedicado a los Equipos de trabajo y medios de protección, se establece en su punto 2 que:

*“El empresario deberá proporcionar a sus trabajadores equipos de protección individual adecuados para el desempeño de sus funciones y velar por el uso efectivo de los mismos cuando, por la naturaleza de los trabajos realizados, sean necesarios.*





*Los Equipos de Protección Individual deberán utilizarse cuando los riesgos no se puedan evitar o no puedan limitarse suficientemente por medios técnicos de protección colectiva o mediante medidas, métodos o procedimientos de organización de trabajo”.*

Un Equipo de Protección Individual (EPI) viene definido en el RD 773/1997, de 30 de mayo, como:

*“Cualquier equipo destinado a ser llevado o sujetado por el trabajador para que le proteja de uno o varios riesgos que puedan amenazar su seguridad o su salud en el trabajo, así como cualquier complemento o accesorio destinado a tal fin”.*

Ha de quedar claro que un EPI no elimina los riesgos, pero impide o reduce las consecuencias de un accidente sobre el trabajador. Han de usarse cuando los riesgos no puedan evitarse o no puedan reducirse mediante otras actuaciones preventivas, debiendo por tanto prevalecer las actuaciones colectivas frente a las individuales.

Para elegir los equipos de protección individual, el empresario deberá tomar en cuenta las siguientes consideraciones básicas:



- ⦿ Analizar y evaluar los riesgos existentes que no puedan evitarse o limitarse suficientemente por otros medios.
- ⦿ Definir las características que deberán reunir los equipos de protección individual para garantizar su función.
- ⦿ Comparar las características de los equipos de protección individual existentes en el mercado para elegir el más adecuado, y de todos los seleccionados, analizar qué riesgos cubre el equipo y qué riesgos adicionales puede inducir ese equipo elegido debido a su utilización.

Así mismo, en otro punto del mismo RD 773/1997, se indica que las condiciones en que un equipo de protección individual deba ser utilizado se determinarán en función de:

- ⦿ La gravedad del riesgo.
- ⦿ El tiempo o frecuencia de exposición al riesgo.

- Las condiciones del puesto de trabajo.
- Las prestaciones del propio equipo.
- Los riesgos adicionales derivados de la propia utilización del equipo que no hayan podido evitarse.

Dentro de la amplia gama de equipos de protección individual que existen en el mercado, en el campo de las industrias extractivas se utilizan principalmente los que se enumeran a continuación, pudiendo tener que utilizarse todos ellos por parte del personal que realiza sus labores en interior de mina, en función del tipo de tareas concretas que deba ejecutar en cada momento, aunque en algunas de ellas nos los precisará emplear simultáneamente.

## Protectores de la cabeza: cascos de seguridad

Su uso es obligatorio, ya que está concebido para proteger al trabajador en todos los lugares donde existe riesgo de caída de objetos; en los sitios donde se puedan producir golpes en la cabeza por objetos o por proyecciones; cuando se trabaja a distinto nivel del suelo o cuando existan otros trabajos en altura. También protegen contra contactos eléctricos en mayor o menor medida dependiendo de las características dieléctricas del propio casco.



## Protectores del oído

Pueden ser de diversos tipos: protectores auditivos tipo tapones, tanto desechables como reutilizables, y protectores auditivos tipo orejeras, de los que algunos modelos son acoplables a los propios cascos de seguridad.

Su uso es obligatorio en aquellos lugares donde el nivel diario equivalente de exposición al ruido alcance los valores establecidos por la normativa (RD 286/2006) para su utilización (lo cual se aborda en el capítulo 4). Existe una gran variedad de modelos que, con un nivel de protección idéntico, pueden adaptarse a las características personales de cada trabajador.



## Protectores de los ojos y de la cara

Aunque en un principio su uso puede resultar incómodo, son altamente eficaces para protegerse de eventuales proyecciones de líquidos durante tareas de revisión o manipulación de diversas partes de las máquinas, o de partículas que pueden impactar en el rostro y alcanzar los ojos. Evitan también la aparición de otros accidentes como consecuencia de pérdida momentánea de visión o pérdida de equilibrio al intentar protegerse contra las proyecciones. Pueden proteger sólo los ojos (gafas de seguridad), o bien toda la cara (pantallas faciales).

## Protección de las vías respiratorias

Se trata de equipos filtrantes de sustancias molestas, nocivas y tóxicas.

Siempre que exista riesgo de generación de polvo, y por tanto posibilidad de aspirar sustancias o materias nocivas, es obligatorio su uso, especialmente en lugares donde se formen nubes de aquel, como pueden ser puntos de vertido, trasvases, transporte por cintas no captadas, silos de descarga, etc., en los que el operador deba permanecer, por las razones que fueran, en su proximidad, y no dentro por



ejemplo de una cabina de control, que sí le proporciona una protección eficaz frente a estos contaminantes durante el curso de su trabajo habitual (en caso de ser estanca, sin ventanas rotas o abiertas, y con sistemas de filtrado del aire exterior).

Toda máscara debe usarse con los filtros adecuados a cada agente o sustancia a la que estemos expuestos para que resulte verdaderamente eficaz, ya que no sólo se emplearán para protegerse frente a polvo, sino también frente a otros agentes (aunque esto último afectará básicamente en caso de trabajos más puntuales, como ciertos mantenimientos o trabajos en partes un tanto especiales de las instalaciones, donde se manipulen sustancias químicas). Es también de especial importancia la colocación correcta en la cara así como mantenerla en perfecto estado de conservación y limpieza.

## Protectores de manos y brazos

Se trata principalmente de guantes contra las agresiones mecánicas (perforación, cortes, vibraciones), o para la manipulación de sustancias con riesgos químicos (diferentes a los anteriores y específicos en función de los agentes frente a los que deba proteger).

## Protectores de pies y piernas

Constituyen este grupo el calzado de seguridad, el calzado de protección (p.e. contra el agua) y las rodilleras. También es de empleo obligado, ya que existe el riesgo de golpes, cortes, pinchazos, aplastamientos, etc.

Dependiendo de las circunstancias particulares de cada riesgo a cubrir, serán recomendables de uno u otro material. Son especialmente interesantes las botas de seguridad antideslizantes, ya que las condiciones de falta de adherencia en los diferentes lugares de trabajo de las minas de interior siempre son poco favorables en este sentido, en especial durante los accesos a la maquinaria móvil a través de las escalas o escaleras previstas a tal efecto, tránsito por zonas de trabajo, y circulación en general por la mina, donde en muchas zonas se depositan sustancias diversas de manera casi permanente. Poseen estructura reforzada para proteger contra caída de objetos en manipulación sobre los pies.



## Protectores del tronco y el abdomen

No referimos básicamente a los cinturones de sujeción del tronco, y las fajas y cinturones antivibraciones. Su utilización tiene por objeto proteger frente a los efectos de las vibraciones sobre las vísceras abdominales y la espalda, así como frente a sobreesfuerzos.



## Protección total del cuerpo

### a) Ropa y accesorios de señalización (reflectante, fluorescente)

Este tipo de protección está destinado a que el operario pueda ser percibido visualmente sin ambigüedad, en condiciones de riesgo, bajo cualquier tipo de luz e incluso en caso de iluminación de un vehículo en la oscuridad, en cualquier circunstancia. Por tanto lo protege de ser atropellado por otras máquinas que se encuentren circulando en el área de trabajo.

Generalmente, el más adecuado para este tipo de trabajos será el chaleco de alta visibilidad aunque también se pueden utilizar chaquetas, pantalones, petos, etc., como es el caso de la ropa de trabajo empleada por el personal en numerosas explotaciones mineras de interior.

### b) Arnés de seguridad

Estos elementos serán utilizados en particular cuando, por las circunstancias que sean, el trabajador deba acceder al interior de una tolva o silo de almacenamiento.

Conviene recordar que este tipo de trabajos siempre deberán desarrollarse siguiendo escrupulosamente las instrucciones o procedimientos establecidos por la empresa (para cuyo conocimiento general se aportan una serie de directrices en el capítulo 5).

Deberán emplearse con una línea de vida sólidamente fijada a un punto resistente de la menor longitud posible.



Aunque hablemos de los arneses como elemento de seguridad específico de los equipos de almacenamiento, también deberán emplearse en el resto de la mina cuando se trabaje a alturas por encima de los 2 metros y no existan otros elementos de protección (barandillas), así como cuando se ejecute cualquier tipo de trabajo temporal en altura (desde cestas elevadoras, manipuladoras, andamios, etc.).

Algunos aspectos importantes sobre la utilización del arnés anticaídas son:

- Su uso debe ajustarse a las indicaciones del fabricante para conseguir una adecuada efectividad del sistema.
- Antes de cada uso debemos comprobar que el arnés se encuentra en perfecto estado; si detectamos alguna anomalía, o durante su manipulación se nos ha caído al suelo, deberemos comunicárselo al responsable.
- Está totalmente prohibido realizar cualquier modificación sobre su diseño original.
- Deben guardarse en lugares secos, protegidos de la luz solar, y alejados de fuentes de calor.
- Deberán ser utilizados exclusivamente por personal capacitado y entrenado.
- Asegurarse de que el arnés nos queda bien y es cómodo para evitar la tensión en el cuerpo. Los arneses de cuerpo entero que se cruzan en el pecho son más cómodos para las mujeres y pueden disminuir los moratones ocasionados al detener la caída.

## 2.19. PRIMEROS AUXILIOS

Con este apartado se pretende proporcionar una serie de nociones básicas en materia de primeros auxilios, junto con unas pautas de actuación elementales en caso de accidente laboral. No se trata de un estudio exhaustivo, pues ese no es el objetivo de este capítulo. Se quiere más bien que estas páginas constituyan una primera aproximación a un aspecto tan importante dentro del mundo laboral como es el de la correcta actuación en situaciones de accidente.

En el socorrismo hay dos indicaciones vitales: la pérdida de sangre y la supresión de la cardio-respiración. Toda lesión (fracturas, quemaduras, intoxicaciones, etc.) que no suponga una pérdida de sangre, una supresión de la respiración o paro del corazón, son indicaciones secundarias en las que la actuación urgente por parte del socorrista no resulta tan imprescindible para salvar la vida de la persona como lo es cortar una gran hemorragia o la reanudación de las funciones cardio-respiratorias.



## HERIDAS Y HEMORRAGIAS

La hemorragia es el síntoma principal de una herida, y con menor o mayor intensidad existe siempre.

### Heridas con gran hemorragia

Ante una persona accidentada cuyas heridas sangran abundantemente, lo primero que hay que hacer es tratar de frenar la hemorragia, taponando las heridas preferentemente con gasas o compresas esterilizadas. En caso de no disponer de ellas recurriremos a lo primero que tengamos a nuestro alcance: pañuelo, toalla, servilleta, trozo de sábana, etc., lo más limpio posible, cubriendo o vendando fuerte el taponamiento con ello para fijarlo.



Si se dispone de gasas o compresas esterilizadas, el taponamiento se realizará con este material, cubriéndolo de algodón y sujetándolo con una venda. En caso de disponer además de algún tipo de antiséptico podrá aplicarse a la herida y alrededores.

Aunque los medios de los que dispongamos puedan provocar una infección de las heridas por no estar esterilizados, deberemos tener en cuenta que es preferible eso a un desangramiento por no taponar la hemorragia.

Por tanto, ante toda herida con hemorragia abundante, lo verdaderamente importante y útil es taponar la herida y tratar de detener la hemorragia, aplicando un apósito compresivo realizado con lo que se tenga más a mano.

En caso de que el taponamiento realizado resultase insuficiente, se añadirán nuevos apósitos, gasas o compresas, sin quitar el primero, y se aumentará la compresión del vendaje hasta donde sea razonablemente posible. Si todavía con ello no se detiene, y si la herida está en una extremidad, puede aplicarse una compresión manual o practicar un torniquete.

Debe tenerse en cuenta que este último recurso es un medio de contención muy traumatizante y puede provocar graves lesiones en el paquete vásculo-nervioso del miembro en cuestión, por lo que no se debe utilizar más que en el caso de que la hemorragia no se pueda contener con otro medio.

Cuando su empleo se haga imprescindible, deberán observarse las siguientes consideraciones:

- ⦿ Utilizar preferentemente tiras de material elástico.
- ⦿ Ejercer la compresión a lo largo de una zona ancha (5-10 cm) del miembro.
- ⦿ Conviene anotar la hora a la que se colocó el torniquete y colocar dicha nota sobre el accidentado en lugar visible.
- ⦿ Aflojarlo cada cierto tiempo durante el traslado con objeto de permitir la irrigación del miembro afectado. Se observará de paso si la hemorragia continúa o si ha cesado.



Un caso especialmente delicado lo constituyen las heridas próximas a la axila o a la ingle, pues en estos casos pueden verse afectadas las arterias humeral o femoral respectivamente, tratándose de hemorragias rápidamente mortales. El taponamiento es aquí ineficaz y el torniquete imposible.

- ⦿ En los primeros se tratará de comprimir la arteria subclavia contra la primera costilla, hundiendo con fuerza el pulgar por detrás de la clavícula.
- ⦿ En las segundas se hundirán los dos pulgares a la vez y con fuerza en la cara anterior de la ingle.

## Heridas con mediana o pequeña hemorragia

Aunque la hemorragia no sea considerable no debe por ello prescindirse de taponarla y cubrir la herida. Por tanto, quien preste el auxilio debe procurar siempre taponar y cubrir la herida para detener la hemorragia. El taponamiento lo realizará con el material más limpio y aséptico de que pueda disponer, pero nunca prescindirá de realizarlo por temor a infecciones.





En las hemorragias nasales se practicará el taponamiento con gasa de tamaño adecuado a los orificios que se pretenden obstruir.

## QUEMADURAS

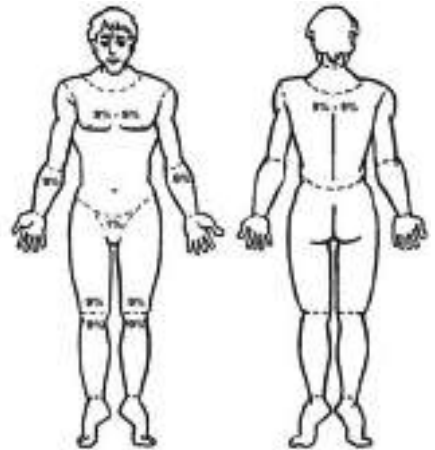
En igualdad de circunstancias las quemaduras son tanto más graves cuanto mayores son las temperaturas del foco de calor y el tiempo de exposición o contacto con el agente causal, pero en general, la gravedad de las quemaduras depende más de su extensión que de su profundidad, considerándose gravísimas las que afectan a un 50% de la superficie de la piel del cuerpo de una persona, y mortales si afectan al 75%.

Debido a esto, las quemaduras producidas por gases en ignición, fogonazos, inmersión en líquidos calientes y, sobre todo el incendio de las ropas, son las más graves que se presentan en la práctica.

La misión de quien presta el auxilio será prioritariamente la de conseguir aislar el cuerpo de la víctima de la acción del calor y apagar el fuego de sus ropas con los medios que tenga a su alcance. Respecto a esto último son fundamentales los siguientes consejos:

- ⦿ No dejar correr al accidentado, pues ello avivaría las llamas.
- ⦿ Derribarle al suelo, haciéndole dar vueltas despacio sobre sí mismo.
- ⦿ Palmotearle las ropas con las manos enfundadas.
- ⦿ Cubrirle con arena, ropas de lana, mantas, etc.
- ⦿ Rociarle con agua, la mejor arma contra el fuego.

Está sobradamente demostrado a través de la experiencia, que la evolución de las quemaduras tratadas con agua fría es menos dolorosa, más rápida y origina cicatrices de mejor calidad, que las tratadas con cualquier otro medio terapéutico.



El tratamiento con agua debe consistir en sumergir la parte quemada en un recipiente de agua fría lo más rápidamente posible, aunque no colocando la parte afectada bajo un grifo, porque la presión del chorro puede ser causa de dolor adicional.

El agua debe estar fría, pero no helada. Como el agua se irá calentando al absorber el calor de la parte quemada, conviene renovarla o añadir algunos cubitos de hielo.

El baño debe mantenerse hasta que el paciente no sienta dolor alguno al sacar su zona quemada del baño. El tiempo de permanencia en el agua nunca suele ser inferior a 30 minutos. Posteriormente corresponde al médico decidir si se precisa algún otro tratamiento.

Cuando no sea posible la inmersión de la parte afectada, deberán emplearse toallas, servilletas o sábanas empapadas en agua fría, que serán renovadas tantas veces como sea necesario.

Si el paciente siente frío pueden administrársele bebidas e infusiones calientes y abrigarle con ropas las zonas no afectadas.

## Fracturas

No siempre resulta evidente saber con precisión si existe o no fractura. Por esa razón debe ser suficiente que exista duda o sospecha de ello para auxiliar al lesionado como si realmente tuviera una fractura.

### *¿Cómo debe procederse ante un fracturado o posible fracturado?*

Ante todo inmovilizar, con el fin de impedir que los fragmentos óseos puedan lesionar las partes blandas que rodean al punto de la fractura, especialmente los vasos sanguíneos, los nervios y la piel.

Cuando la piel se rompe de fuera adentro por la acción directa del agente que provoca el trauma, o de dentro afuera por la de un fragmento del hueso fracturado, la fractura se llama abierta. Este caso es aún más problemático por suponer además riesgos de infección.



La inmovilización puede llevarse a cabo con férulas de madera, bastones, flejes, tablillas, etc. En todos estos casos se aconseja almohadillar con algodón, alguna ropa interior o jersey de lana. La sujeción de estos elementos rígidos al miembro herido se hará por medio de vendas, tiras de sábana, cintas, cinturones, pañuelos, etc. En fracturas de un miembro inferior puede usarse como férula el otro miembro sano, extendido y atado o vendado junto con el lesionado.

En las del brazo puede servir de férula el tronco, fijándolo al mismo mediante vendas, bufandas, tiras de sábana, etc.

En cualquiera de estos vendajes la presión debe ser la suficiente para inmovilizar, pero que no impida la circulación de la sangre. Cuando la fractura sea abierta y la hemorragia abundante, será prioritaria la detección de la segunda. Si la deformación del miembro es tan importante que impida la colocación de la férula, puede intentar reducirse a base de maniobras sencillas y el concurso de dos personas, aprovechando la fase de estupor muscular que se produce en los primeros momentos que siguen a la fractura.

## Fracturas de la columna vertebral

Son síntomas de una rotura de este tipo en la región dorsal (además del dolor del golpe en cualquier punto de la columna vertebral):

- ⦿ No poder mover las piernas o no sentir las.
- ⦿ Sensación de hormigueo.
- ⦿ Si esas sensaciones las percibe en brazos y manos la fractura puede estar localizada en el cuello.

Cuando se tenga la sospecha de que se trata de uno de estos casos, debe dejarse al accidentado acostado o tendido en el suelo, y se debe avisar inmediatamente al Servicio de Emergencias o al Centro Hospitalario más cercano, para que personal especializado lo traslade.

El traslado de este tipo de accidentados se realizará obligatoriamente acostado sobre un plano duro, boca abajo o boca arriba para que no flexione su columna vertebral, lo cual podría suponer para el herido lesiones irreparables en la médula espinal o incluso la muerte.



## Traumatismos craneales

Por lo general los heridos de este tipo pierden la memoria y a menudo el conocimiento, por espacio de minutos o más tiempo incluso.

Como norma de actuación en estos casos debe procurarse mantenerlos acostados, vigilados y abrigados, y con la cabeza baja y vuelta hacia un lado, especialmente aquellos que perdiesen el conocimiento. El objeto de esta última medida es el de facilitar la evacuación de los restos alimenticios (vomitar) y que acumulados en la boca podrían asfixiarlos.

Como en el caso de las lesiones de columna, al accidentado debe dejársele acostado o tendido en el suelo y avisar urgentemente al Servicio de Emergencias o al Centro Hospitalario más cercano para que sea trasladado.

Para los traslados se recurrirá a una camilla, siempre con la cabeza vuelta a un lado y en posición baja.

Si se observase que la cara está pálida y se suspenden los movimientos de respiración y latidos cardíacos, lo cual suele ir acompañado de una dilatación de las pupilas, la muerte está próxima y habrá que recurrir a maniobras de reanimación consistentes en masaje cardíaco externo y respiración artificial boca a boca.

## Amputaciones

Las recomendaciones fundamentales ante uno de estos casos van encaminadas todas ellas a poder realizar un reimplante del miembro. Son las siguientes:

- ☉ Informar al centro donde se enviará al accidentado del tipo de corte sufrido.



- Poner un vendaje compresivo en el lugar amputado para detener la hemorragia. Se evitarán los torniquetes en lo posible.
- Envolver la parte amputada en gasa o paño estéril. En caso de no disponer de ello recurrir a un paño lo más limpio posible. Nunca permitir el contacto con algodón de las partes heridas.
- Introducir la parte amputada en una bolsa de plástico, bien cerrada para que no entre agua.
- Sumergir la bolsa en agua y hielo. Así se consigue la temperatura más adecuada para el traslado, unos 4°C.
- No realizar exploraciones de la herida, ni limpiar o desinfectar.
- No dar bebidas alcohólicas, café o té al accidentado.
- En caso de amputación incompleta se inmovilizará el miembro mediante una férula, respetándose cualquier unión con el muñón.

## Accidentes en los ojos

A este respecto los accidentes más comunes son las inclusiones de cuerpos extraños (libres o enclavados), y las contusiones con hematoma de párpados.

Los cuerpos extraños libres, si son pequeños, acaban casi siempre por alojarse detrás del párpado superior y para extraerlos hay que volver el párpado tirando hacia arriba de las pestañas a la vez que con una barrita o palillo se empuja hacia abajo la piel del párpado. Localizado el cuerpo extraño, con la punta de un pañuelo o similar, se extrae.

En caso de estar clavado, sólo si es muy grueso puede extraerse con unas pinzas. En otro caso es mejor recurrir a una ducha del ojo con agua hervida y templada, o con una infusión de manzanilla que actuará además con efectos antisépticos.

Esta tarea se lleva a cabo manteniendo abierto el párpado con dos dedos de una mano y exprimiendo un algodón empapado en la infusión desde unos 8-10 cm de distancia al ojo.



Para las contusiones con hinchazón y amoratamiento de los párpados se intentará este mismo proceder cuando ello sea posible (a veces la hinchazón no permite separar los párpados). En todo caso siempre será recomendable colocar sobre los párpados hinchados o amoratados unas compresas empapadas en la infusión mencionada, tan frías como sea posible.

Sólo si existe herida y está sangrando se tapaná un ojo con un vendaje cerrado, ya que esto podría crear una cámara cerrada y húmeda favorecedora de infecciones.

## Electrocución

Cuando se habla de accidentes causados por la electricidad suele diferenciarse entre los debidos a alta tensión y los de baja tensión.

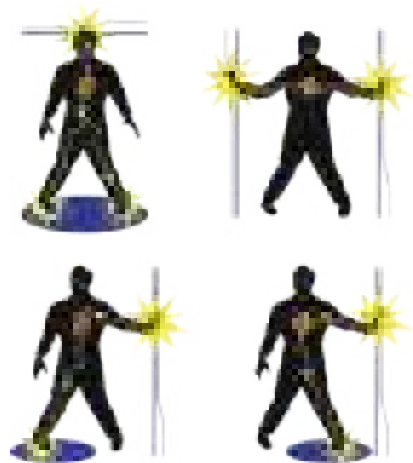
Considerando las condiciones de los puestos de trabajo en los centros de tratamiento que nos ocupan en este manual, centraremos la atención en los accidentes que pueden producirse con empleo de baja tensión, pero en algunos partes de las instalaciones también podrían existir situaciones de emergencia derivadas de accidentes con alta tensión.

Pueden producirse alguna de las situaciones siguientes para el accidentado:

- ⦿ Muerte (en contacto o separado del conductor).
- ⦿ Pérdida del conocimiento y parada cardio-respiratoria.
- ⦿ Con conocimiento, con las manos tetanizadas y agarrado convulsivamente al conductor.
- ⦿ Con conocimiento, quemado y separado del conductor.

### ***¿Cómo debe intervenirse ante este tipo de accidentes?***

- ⦿ Proceder al corte de la corriente actuando sobre los interruptores.



- ⦿ Cuando no pueda hacerse así, quien acude en auxilio deberá separar al accidentado del conductor eléctrico. Para ello tendrá que aislarse del suelo (p.e. subiéndose a un cajón de madera o a una baqueta aislante), proveerse de unos guantes aislantes o, en su defecto, cualquier ropa seca, o bien recurrir para efectuar dicha separación a una pértiga aislante, palos o ramas secas, cuerdas, etc.
- ⦿ Puede, en ocasiones, procederse a cortar el conductor con un golpe de hacha, siempre asegurándose de aislarse del suelo y empleando igualmente unos guantes aislantes.

## Incendios

En el caso de incendios es fundamental saber que la rápida intervención dirigida a su extinción suele ser determinante para conseguirlo.

Las principales normas de actuación ante este tipo de emergencia pueden resumirse en las siguientes:

- ⦿ Pedir ayuda inmediata.
- ⦿ Cortar la corriente eléctrica.
- ⦿ Rescatar y evacuar a las víctimas. Para ello nos protegeremos contra el humo y el fuego aplicando en la boca un pañuelo humedecido y mojándose las ropas.
- ⦿ Prestar los primeros auxilios a los accidentados: maniobras de reanimación ante síntomas de asfixia y tratamiento de quemaduras.
- ⦿ Combatir el fuego con los medios más adecuados en cada caso:
  - 🔧 Para madera, papel, carbón, o todo tipo de materia seca, mediante agua o cualquier extintor.
  - 🔧 Cuando se trata de líquidos inflamables (petróleo, gasolina, aceite, etc.) se empleará tierra extintores de polvo seco o espuma.
  - 🔧 Para el caso de motores, transformadores y generadores eléctricos, se deberán emplear extintores de polvo seco o anhídrido carbónico (CO<sub>2</sub>), pero nunca



con agua o espuma que por su carácter conductor podrían provocar riesgos de electrocución.

Para impedir la propagación se retirarán materiales combustibles, se recurrirá a cortes antifuego y se evitarán las corrientes de aire que la favorecen.

## 2.20. PLAN DE AUTOPROTECCIÓN

### 2.20.1. GENERALIDADES

La *Norma Básica de Autoprotección* recogida en el RD 393/2007, de 23 de marzo, establece la obligación de elaborar, implantar materialmente y mantener operativos los Planes de Autoprotección, y determina el contenido mínimo que deben incorporar estos planes en aquellas actividades, centros, establecimientos, espacios, instalaciones y dependencias que, potencialmente, pueden generar o resultar afectadas por situaciones de emergencia. Incide no sólo en las actuaciones ante dichas situaciones, sino también y con carácter previo, en el análisis y evaluación de los riesgos, en la adopción de medidas preventivas y de control de los riesgos, así como en la integración de las actuaciones en emergencia, en los correspondientes Planes de Emergencia de Protección Civil.

Es de aplicación a todas aquellas actividades recogidas en el Anexo I de dicho Real Decreto que puedan resultar afectadas por situaciones de emergencia, entre las cuales se encuentran las actividades extractivas subterráneas.

Los criterios y contenidos mínimos que deben observarse en la elaboración del Plan de Autoprotección son los siguientes:



1. El Plan habrá de estar redactado y firmado por técnico competente capacitado para dictaminar sobre los riesgos a los que esté sujeta la actividad.
2. Se designará, por parte del titular de la actividad, una persona como responsable única para la gestión de las actuaciones encaminadas a la prevención y el control de riesgos.



3. Los procedimientos preventivos y de control de riesgos que se establezcan, tendrán en cuenta, al menos, los siguientes aspectos:
  - ✍ Precauciones, actitudes y códigos de buenas prácticas a adoptar para evitar las causas que puedan originar accidentes o sucesos graves.
  - ✍ Permisos especiales de trabajo para la realización de operaciones o tareas que generen riesgos.
  - ✍ Comunicación de anomalías o incidencias al titular de la actividad.
  - ✍ Programa de las operaciones preventivas o de mantenimiento de las instalaciones, equipos, sistemas y otros elementos de riesgo.
4. Se establecerá una estructura organizativa y jerarquizada, dentro de la organización y personal existente, fijando las funciones y responsabilidades de todos sus miembros en situaciones de emergencia.
5. Se designará, por parte del titular de la actividad, una persona responsable única, con autoridad y capacidad de gestión, que será el director del Plan de Actuación en Emergencias.
6. El director del Plan de Actuación en Emergencias será responsable de activar dicho plan de acuerdo con lo establecido en el mismo, declarando la correspondiente situación de emergencia, notificando a las autoridades competentes de Protección Civil, informando al personal, y adoptando las acciones inmediatas para reducir las consecuencias del accidente o suceso.
7. El Plan de Actuación en Emergencias debe detallar los posibles accidentes o sucesos que pudieran dar lugar a una emergencia y los relacionará con las correspondientes situaciones de emergencia establecidas en el mismo, así como los procedimientos de actuación a aplicar en cada caso.



## 8. Los procedimientos de actuación en emergencia deberán garantizar, al menos:

- 📌 La detección y alerta.
- 📌 La alarma.
- 📌 La intervención coordinada.
- 📌 El refugio, evacuación y socorro.
- 📌 La información en emergencia a todas aquellas personas que pudieran estar expuestas al riesgo.
- 📌 La solicitud y recepción de ayuda externa de los servicios de emergencia.



La implantación del Plan de Autoprotección comprenderá, al menos, la formación y capacitación del personal, el establecimiento de mecanismos de información al público y la provisión de los medios y recursos precisa para la aplicabilidad del Plan.

A tal fin el Plan de Autoprotección atenderá a los siguientes criterios:

- ⚙️ Información previa. Se establecerán mecanismos de información de los riesgos de la actividad para el personal y el público, así como del Plan de Autoprotección para el personal de la actividad.
- ⚙️ Formación teórica y práctica del personal asignado al Plan de Autoprotección, estableciendo un adecuado programa de actividades formativas.
- ⚙️ Definición, provisión y gestión de los medios y recursos económicos necesarios.

Para evaluar los planes de autoprotección y asegurar la eficacia y operatividad de los planes de actuación en emergencias, se realizarán simulacros de emergencia, con la periodicidad mínima que fije el propio plan, y en todo caso, al menos una vez al año evaluando sus resultados.

1. La realización de simulacros tendrá como objetivos la verificación y comprobación de:
  - 📌 La eficacia de la organización de respuesta ante una emergencia.
  - 📌 La capacitación del personal adscrito a la organización de respuesta.



- 📌 El entrenamiento de todo el personal de la actividad en la respuesta frente a una emergencia.
  - 📌 La suficiencia e idoneidad de los medios y recursos asignados.
  - 📌 La adecuación de los procedimientos de actuación.
2. Los simulacros implicarán la activación total o parcial de las acciones contenidas en el Plan de Actuación en Emergencias.
  3. De las actividades de mantenimiento de la eficacia del Plan se conservará por parte de la empresa a disposición de las Administraciones Públicas, información sobre las mismas, así como de los informes de evaluación realizados debidamente firmados por el responsable del Plan.

El Plan de Autoprotección tendrá vigencia indeterminada; se mantendrá adecuadamente actualizado, y se revisará, al menos, con una periodicidad no superior a tres años.

## **2.20.2. CONTENIDO MÍNIMO DEL PLAN DE AUTOPROTECCIÓN**

Esta Norma Básica de Autoprotección define claramente los contenidos mínimos que deben incluirse en el Plan de Autoprotección a través de una serie de capítulos que se describen a continuación.

### ***Capítulo 1. Identificación de los titulares y del emplazamiento de la actividad.***

1.1 Dirección Postal del emplazamiento de la actividad. Denominación de la actividad, nombre y/o marca. Teléfono y Fax.

1.2 Identificación de los titulares de la actividad. Nombre y/o Razón Social. Dirección Postal, Teléfono y Fax.

1.3 Nombre del Director del Plan de Autoprotección y del director o directora del plan de actuación en emergencia, caso de ser distintos. Dirección Postal, Teléfono y Fax.

## **Capítulo 2. Descripción detallada de la actividad y del medio físico en el que se desarrolla.**

2.1 Descripción de cada una de las actividades desarrolladas objeto del Plan.

2.2 Descripción del centro o establecimiento, dependencias e instalaciones donde se desarrollen las actividades objeto del Plan.

2.3 Clasificación y descripción de usuarios.

2.4 Descripción del entorno urbano, industrial o natural en el que figuren los edificios, instalaciones y áreas donde se desarrolla la actividad.



2.5 Descripción de los accesos. Condiciones de accesibilidad para la ayuda externa.

Este capítulo se desarrollará mediante documentación escrita y se acompañará al menos la documentación gráfica siguiente:

- ✂ Plano de situación, comprendiendo el entorno próximo urbano, industrial o natural en el que figuren los accesos, comunicaciones, etc.
- ✂ Planos descriptivos de todas las plantas de los edificios, de las instalaciones y de las áreas donde se realiza la actividad.

## **Capítulo 3. Inventario, análisis y evaluación de riesgos.**

Deben tenerse presentes, al menos, aquellos riesgos regulados por normativas sectoriales. Este capítulo comprenderá:

3.1 Descripción y localización de los elementos, instalaciones, procesos de producción, etc. que puedan dar origen a una situación de emergencia o incidir de manera desfavorable en el desarrollo de la misma.

3.2 Identificación, análisis y evaluación de los riesgos propios de la actividad y de los riesgos externos que pudieran afectarle (riesgos contemplados en los planes de Protección Civil y actividades de riesgo próximas).



3.3 Identificación, cuantificación y tipología de las personas tanto afectas a la actividad como ajenas a la misma que tengan acceso a los edificios, instalaciones y áreas donde se desarrolla la actividad.

Este capítulo se desarrollará mediante documentación escrita y se acompañará al menos la documentación gráfica siguiente:

- 🔗 Planos de ubicación por plantas de todos los elementos y/o instalaciones de riesgo, tanto los propios como los del entorno.

#### **Capítulo 4. Inventario y descripción de las medidas y medios de autoprotección.**

4.1 Inventario y descripción de las medidas y medios, humanos y materiales, de que dispone la entidad para controlar los riesgos detectados, enfrentar las situaciones de emergencia y facilitar la intervención de los Servicios Externos de Emergencias.

4.2 Las medidas y los medios, humanos y materiales, disponibles en aplicación de disposiciones específicas en materia de seguridad.

Este capítulo se desarrollará mediante documentación escrita y se acompañará al menos la documentación gráfica siguiente:



- 🔗 Planos de ubicación de los medios de autoprotección, conforme a normativa UNE.
- 🔗 Planos de recorridos de evacuación y áreas de confinamiento, reflejando el número de personas a evacuar o confinar por áreas según los criterios fijados en la normativa vigente.
- 🔗 Planos de compartimentación de áreas o sectores de riesgo.

#### **Capítulo 5. Programa de mantenimiento de instalaciones.**

5.1 Descripción del mantenimiento preventivo de las instalaciones de riesgo, que garantiza el control de las mismas.

5.2 Descripción del mantenimiento preventivo de las instalaciones de protección, que garantiza la operatividad de las mismas.

5.3 Realización de las inspecciones de seguridad de acuerdo con la normativa vigente.

Este capítulo se desarrollará mediante documentación escrita y se acompañará al menos de un cuadernillo de hojas numeradas donde queden reflejadas las operaciones de mantenimiento realizadas, y de las inspecciones de seguridad, conforme a la normativa de los reglamentos de instalaciones vigentes.

### Capítulo 6. Plan de actuación ante emergencias.

Deben definirse las acciones a desarrollar para el control inicial de las emergencias, garantizándose la alarma, la evacuación y el socorro. Comprenderá:

6.1 Identificación y clasificación de las emergencias:

- 🔗 En función del tipo de riesgo.
- 🔗 En función de la gravedad.
- 🔗 En función de la ocupación y medios humanos.

6.2 Procedimientos de actuación ante emergencias:

- 🔗 Detección y Alerta.
- 🔗 Mecanismos de Alarma.
  - ▶ Identificación de la persona que dará los avisos.
  - ▶ Identificación del Centro de Coordinación de Atención de Emergencias de Protección Civil.
- 🔗 Mecanismos de respuesta frente a la emergencia.
- 🔗 Evacuación y/o Confinamiento.
- 🔗 Prestación de las Primeras Ayudas.
- 🔗 Modos de recepción de las Ayudas externas.



6.3 Identificación y funciones de las personas y equipos que llevarán a cabo los procedimientos de actuación en emergencias.

6.4 Identificación del Responsable de la puesta en marcha del Plan de Actuación ante Emergencias.

### **Capítulo 7. Integración del plan de autoprotección en otros de ámbito superior.**

7.1 Los protocolos de notificación de la emergencia.

7.2 La coordinación entre la dirección del Plan de Autoprotección y la dirección del Plan de Protección Civil donde se integre el Plan de Autoprotección.

7.3 Las formas de colaboración de la Organización de Autoprotección con los planes y las actuaciones del sistema público de Protección Civil.

### **Capítulo 8. Implantación del Plan de Autoprotección.**

8.1 Identificación del responsable de la implantación del Plan.

8.2 Programa de formación y capacitación para el personal con participación activa en el Plan de Autoprotección.

8.3 Programa de formación e información a todo el personal sobre el Plan de Autoprotección.

8.4 Programa de información general para los usuarios.

8.5 Señalización y normas para la actuación de visitantes.

8.6 Programa de dotación y adecuación de medios materiales y recursos.

### **Capítulo 9. Mantenimiento de la eficacia y actualización del Plan de Autoprotección.**

9.1 Programa de reciclaje de formación e información.

9.2 Programa de sustitución de medios y recursos.

9.3 Programa de ejercicios y simulacros.

9.4 Programa de revisión y actualización de toda la documentación que forma parte del Plan de Autoprotección.

9.5 Programa de auditorías e inspecciones.

### **Anexo I. Directorio de comunicación.**

Teléfonos del Personal de emergencias.

Teléfonos de ayuda exterior.

Otras formas de comunicación.

## **2.20.3. ACTUACIONES ESPECÍFICAS PARA EL CASO DE LABORES SUBTERRÁNEAS**

En las labores subterráneas, debido a sus características especiales, cualquier suceso que altere sustancialmente las condiciones de trabajo puede degenerar en una situación de emergencia, y si los mecanismos de respuesta no están claramente definidos estas situaciones pueden desembocar en consecuencias muy graves tanto para las instalaciones como para el personal que se encuentre en el interior de la explotación.

Debido a los accidentes ocurridos en diferentes minas subterráneas y a su extremada gravedad, resulta obligado destacar como riesgo potencial más relevante la probabilidad de un incendio en el interior. En las minas actuales, cada vez más tecnificadas, se han introducido gran número de máquinas e instalaciones tanto eléctricas como de motores de combustión interna, que incrementan el riesgo de incendio. Hay que tener en cuenta que de forma inmediata los incendios presentan riesgos no sólo de quemaduras, sino principalmente de intoxicación y asfixia, dado que el humo producido contiene gran cantidad de gases, en su mayoría muy perjudiciales, y entre los que debe destacarse la peligrosidad del monóxido de carbono.

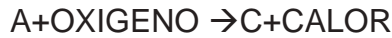


Los incendios constituyen por tanto la principal (sino la más importante) causa de desencadenamiento de una emergencia, a la que corresponde probablemente también la más extrema gravedad si se toman en consideración los accidentes de esta índole acontecidos en minas de interior, de los cuales un amplio porcentaje han resultado catastróficos y con gran cantidad de víctimas, lo que hace necesario que deban ser especialmente tenidos en cuenta dentro de los Planes de Autoprotección.



## Concepto de fuego e incendio

Se llama fuego a la reacción química de oxidación-reducción violenta de una materia combustible, con desprendimiento de llamas, calor y gases (o humos), tratándose de un proceso netamente exotérmico. En cierto modo el fuego es la manifestación visual de la combustión.



Como cualquier reacción química, vendrá caracterizada por la velocidad de la reacción (cantidad de materia A que se convierte en C en la unidad de tiempo).

Se denominaría incendio a cualquier fuego no controlado provocado por la combustión de algo que no estuviera destinado a quemarse. Puede afectar a instalaciones y a seres vivos. La exposición de los seres vivos a un incendio puede producir daños muy graves, incluida la muerte, generalmente por intoxicación debida a la inhalación de humo, o por las quemaduras que sobrevinieran tras las pérdida de conocimiento a causa de una intoxicación previa.

## Origen del fuego

Los incendios pueden desencadenarse por causas muy variadas: fallos en las instalaciones eléctricas o de combustión (calderas, escapes de combustible); accidentes en los trabajos donde se utilicen fuentes de ignición como soldadura u oxicorte; calentamientos excesivos en máquinas; etc. El fuego puede propagarse rápidamente a otras estructuras, especialmente en aquellas que no cumplen las normas básicas de seguridad.



Para que se produzca un incendio se precisa de la concurrencia de tres factores, reflejados en los vértices del denominado *Triángulo de fuego*, aunque actualmente se considera más apropiadamente que tales factores son en realidad cuatro, por lo que a la regla nemotécnica que los relaciona se la conoce como *Tetraedro de fuego*.

### **Combustible**

Es toda sustancia susceptible de combinarse con el oxígeno de forma rápida y exotérmica.

Entre las características de cualquier combustible se pueden señalar:

- ⦿ Punto de inflamación: temperatura mínima a la cual un combustible desprende la suficiente cantidad de vapores para que en mezcla con el aire se produzca la ignición mediante el aporte de una energía de activación.
- ⦿ Temperatura de autoignición: temperatura mínima a la cual la sustancia ha de ser calentada para iniciar o causar su propia combustión en ausencia de chispa o llama.



### **Comburente**

El comburente por excelencia es el oxígeno presente en una proporción aproximada del 21% el aire atmosférico. Sin embargo debe considerarse como comburente a toda mezcla de gases en la cual el oxígeno esté en proporción suficiente para que se produzca la combustión.

### **Energía de activación**

Es la energía mínima necesaria para que se inicie una reacción (en este caso la de combustión). La energía de activación es proporcionada por los focos de ignición, que básicamente podrá ser de alguno de los siguientes tipos:

- ⦿ Térmicos: llamas de otros fenómenos de combustión.
- ⦿ Eléctricos: chispas, electricidad estática.



- ⊗ Mecánicos: calentamiento por fricción o por compresión.
- ⊗ Químicos: consecuencia de transmisión de calor de reacciones químicas exotérmicas.
- ⊗ Nucleares: energía liberada en una reacción de fisión nuclear.

## **Propagación**

Es la evolución del incendio en el espacio y en un período de tiempo. La velocidad de propagación en el tiempo viene determinada por la velocidad de la reacción y ésta a su vez puede ser:

- ⊗ *Oxidación lenta*: es la que se produce con la inflamación lenta del combustible o con ausencia de llama pero con desprendimiento de calor, por ejemplo la combustión de un cigarrillo encendido.
- ⊗ *Combustión simple*: es la que se manifiesta de manera terminante desprendiendo luz y calor, por ejemplo una cerilla o una vela.
- ⊗ *Combustión rápida*: cuando se manifiesta a gran velocidad (superior a las anteriores), como por ejemplo la de la gasolina o cualquier otra sustancia que tenga una velocidad de combustión rápida.
- ⊗ *Combustión espontánea*: la que sin mediar un agente inmediato o determinado que comunique el calor indispensable para encender el combustible provoque el fenómeno del fuego.
- ⊗ *Combustión deflagrante o deflagración*: una deflagración es una combustión súbita con llama a baja velocidad de propagación, sin explosión. Se suele asociar, erróneamente, con las explosiones, usándose a menudo como sinónimo. Las reacciones que provoca una deflagración son idénticas a las de una combustión pero se desarrollan a una velocidad comprendida entre 1m/s y la velocidad del sonido.



Para que se produzca una deflagración se necesita:

- 🔪 Una mezcla de producto inflamable con el aire, en su punto de inflamación.

- ✎ Una aportación de energía de un foco de ignición.
- ✎ Una reacción espontánea de sus partículas volátiles al estímulo calórico que actúe como catalizador o iniciador primario de reacción.
- ⊙ *Combustión detonante o explosión:* en una detonación la combustión está asociada a una onda de choque que avanza a velocidad superior a la del sonido. Una explosión es la liberación simultánea de energía calórica, luminosa y sonora (y posiblemente de otros tipos) en un intervalo temporal ínfimo.

Por lo que respecta a la propagación en el espacio hemos de remitirnos a las formas de transmisión de calor:

- ⊙ *Conducción térmica:* es el proceso que se produce por contacto térmico entre dos o más cuerpos debido al contacto directo entre las partículas individuales de los cuerpos que están a diferentes temperaturas, lo que produce que las partículas lleguen al equilibrio térmico.
- ⊙ *Convección térmica:* sólo se produce en fluidos (líquidos o gases), ya que implica movimiento de volúmenes de fluido de regiones que están a una temperatura a regiones que están a otra temperatura. El transporte de calor está inseparablemente ligado al movimiento del propio medio.
- ⊙ *Radiación térmica:* es el proceso por el cual se transmite a través de ondas electromagnéticas. Implica doble transformación de la energía para llegar al cuerpo al que se va a propagar: primero de energía térmica a radiante y luego a la inversa.

## Clasificación de los fuegos

Los conceptos básicos sobre esta materia fueron esbozados en páginas anteriores con motivo del apartado dedicado a los equipos de protección colectiva, por lo que debemos volver a remitir a lo allí expuesto por ser completamente válido también a la hora de tratarlo desde el punto de vista de las medidas de emergencia.

## Control de incendios

Se denomina así al conjunto de medidas tomadas a fin de disminuir o eliminar los efectos del fuego una vez que éste se ha producido. Los métodos de extinción se basan en la ruptura del tetraedro del fuego, es decir, en actuar sobre alguno de los cuatro factores que intervienen en cualquier fuego, de manera que la supresión o disminución de alguno cualquiera de ellos logrará como fin abortarlo.



## ***Eliminación del combustible***

Se refiere a eliminar el combustible segregándolo del proceso de combustión. El fuego precisa para su mantenimiento de nuevo combustible que lo alimente. Si el combustible es eliminado de las proximidades de la zona de fuego, éste se extingue al consumirse los combustibles en ignición.

## ***Extinción por sofocación***

Este método implica disminuir o eliminar el oxígeno del aire presente en el entorno del material en combustión (actuar sobre el comburente). Esto se puede lograr interponiendo algún tipo de material entre combustible y comburente (por ejemplo arena, polvo, espuma), o aportando un gas inerte que desplace al oxígeno del aire (como el  $\text{CO}_2$ , por ejemplo).



## ***Extinción por enfriamiento***

De la energía desprendida en la combustión, parte es disipada en el ambiente y parte inflama nuevos combustibles propagando el incendio. La eliminación de tal energía (de activación) supondría la extinción del incendio. Esto puede conseguirse arrojando sobre el fuego sustancias que por descomposición o cambio de estado absorban energía. El agua o su mezcla con aditivos, es prácticamente el único agente capaz de enfriar notablemente los fuegos, sobre todo si se emplea pulverizada.

## ***Inhibición***

Las reacciones de combustión progresan a nivel atómico por un mecanismo de radicales libres. Si los radicales libres formados son neutralizados, antes de su reunificación en los productos de combustión, la reacción se detiene.

Los halones son los agentes extintores cuya descomposición térmica provoca la inhibición química de la reacción en cadena.

Así mismo, según algunas teorías, el gran efecto extintor sobre las llamas del polvo es debido a una inhibición física por la separación espacial de los radicales libres, que provocan las minúsculas partículas de polvo proyectadas.

## Riesgos asociados a los incendios

### a) Intoxicación y asfixia

Los fuegos disminuyen de manera importante la cantidad de oxígeno en la atmósfera, tanto por consumo del mismo como por el desplazamiento que pueden provocarle otros gases generados en la combustión (caso del  $\text{CO}_2$ ), produciendo desde dificultades para respirar hasta la asfixia.

Así mismo ciertos gases generados en la combustión pueden provocar una intoxicación masiva del organismo, como sucede con el CO, pudiendo provocar la muerte en plazos de tiempo muy breves.

En el capítulo 4 de este manual se tratan detalladamente los gases más frecuentes que pueden encontrarse en el interior de minas, sus efectos sobre el organismo y sus concentraciones porcentuales admitidas por la legislación para el trabajo en condiciones de seguridad del personal en los diferentes lugares de trabajo (ITC 04.7.02 *Concentraciones límite de gases. Temperatura, humedad, clima*).



Diversos productos, como los plásticos, originan gran cantidad de sustancias tóxicas cuando se descomponen por causa del calor o cuando arden, existiendo en interior de mina numerosos elementos y materiales que los contienen o que están fabricados a partir de ellos, tales como cintas transportadoras, neumáticos, resinas de empernado, recubrimiento de cables, carenados de equipos de trabajo y máquinas, etc.

Diversos líquidos o aceites hidráulicos al arder dan origen a sustancias tóxicas que contienen Cl, F, CN, NO, etc.

### b) Quemaduras y golpes de calor

Los fuegos desprenden calor que en parte es absorbido por el calentamiento de paredes, rocas o materiales que se encuentren próximos, al mismo tiempo que otra parte eleva la temperatura de los humos (alcanzando más o menos grados dependiendo de la naturaleza del combustible y las condiciones de la combustión) que puede provocar

quemaduras o golpes de calor a quien se encuentre lo suficientemente cerca del foco de calor. En otras ocasiones la causa de las quemaduras puede corresponder a una explosión que alcanzase a trabajadores que se situasen dentro de su onda expansiva.

Las quemaduras cutáneas pueden ser de diverso grado dependiendo de la superficie de piel que haya sido afectada, pero los efectos normalmente penetran profundamente agravando las consecuencias.

La ropa ignífuga es adecuada para resistir altas temperaturas, mientras que los tejidos sintéticos constituyen condiciones agravantes en el caso de quemaduras.

El calor también representa un peligro para las personas, ya que aunque cuando se produce un incremento de la temperatura corporal se ponen en marcha diversos mecanismos reguladores del organismo para contrarrestarlo, si éstos se vieran desbordados por un aumento excesivo que no pudiera ser disminuido, se produciría un riesgo importante de “golpe de calor”. La eliminación de líquido por sudoración continuada provoca deshidratación, y si no se repone ese líquido perdido aparecen dolores de cabeza, vértigo y mareos.



### **c) Explosión**

Una explosión está determinada por una liberación de energía de forma violenta en breve tiempo y capaz de generar una onda de presión que se desplaza en el aire. En las minas subterráneas, y particularmente en la de carbón, una explosión puede originarse por una acumulación de gases inflamables que entran en contacto con una llama u otra fuente de ignición.

El riesgo más importante para las personas derivado de las explosiones es la onda de choque que puede incidir directamente como onda explosiva, o los efectos secundarios de la onda sobre elementos estructurales, proyecciones de rocas o fragmentos. La onda de choque disminuye su intensidad con la distancia, por lo que solamente estarán afectados por ésta los trabajadores más próximos a la explosión.

La onda de choque puede provocar graves y diversos daños en el organismo humano, entre lo que se cuenta la rotura de los alvéolos pulmonares, con la consiguiente falta de oxígeno en los pulmones y la muerte.

## Clases de fuentes de ignición

Para que el fuego tenga lugar es necesario que haya una fuente de energía que proporcione el calor necesario. Los orígenes de ésta pueden ser variados:

- ⚙️ Energía química: el calor se produce por una reacción química exotérmica.
- ⚙️ Energía eléctrica: originada por una resistencia eléctrica, calentamiento por corrientes de fuga, por un arco eléctrico, etc.
- ⚙️ Energía de origen mecánico: la que se origina por fricción, en forma de chispas, por compresión o por aumento de la temperatura debida al rozamiento.

Estas energías pueden localizarse en diversos focos de ignición, que se pueden clasificar en:

### ⚙️ Focos térmicos

- 📄 Fumar o emplear útiles de ignición.
- 📄 Instalaciones generadoras de calor.
- 📄 Soldadura/oxicorte.
- 📄 Vehículos y máquinas con motores de combustión interna.

### ⚙️ Focos eléctricos

- 📄 Chispas
- 📄 Cortocircuitos
- 📄 Sobrecargas

### ⚙️ Focos mecánicos

- 📄 Chispas de herramientas
- 📄 Roces mecánicos

### ⚙️ Focos químicos

- 📄 Reacciones exotérmicas
- 📄 Sustancias reactivas
- 📄 Sustancias anti-oxidantes





## Incendios en interior de mina

Aunque todos los fuegos e incendios presentan unas características similares, éstos revisten connotaciones especialmente graves cuando se producen en el interior de una mina subterránea, y particularmente si ésta lo es de carbón, donde los incendios pueden producir fácilmente explosiones de metano o de polvo de carbón con consecuencias catastróficas para las instalaciones y las personas.

Los gases y humos generados por el incendio recorrerán toda la explotación transportados por la ventilación de la mina llevando el peligro a todos los rincones de la misma.

Las causas de origen de un fuego pueden ser muchas, y los gases generados en los incendios serán así mismo de índole diversa dependiendo de las sustancias que entren en combustión.



### a) Minas en general

#### i. Materiales combustibles

##### *Madera*

Es un material combustible que arde fácilmente produciendo CO y CO<sub>2</sub> y propaga el incendio. Se utiliza fundamentalmente para:

- ▶ Revestimiento de la sección de galerías.
- ▶ Tratamiento de campanas y huecos por sobrexcautación.
- ▶ Cuadros de madera en galerías.
- ▶ Sostenimientos provisionales en todo tipo de labores.
- ▶ Avance de pozos y chimeneas, etc.

##### *Otros materiales*

- ▶ Latiguillos flexibles para circuitos hidráulicos, tubos de ventilación.
- ▶ Neumáticos.
- ▶ Resinas para consolidar terrenos o rellenar huecos.

### *Maquinas móviles*

- ▶ **Bandas transportadoras:** gran número de incendios han tenido su origen en las bandas de cintas transportadoras. El riesgo ha sido en gran medida minimizado debido a la utilización de nuevos materiales en su composición. Los humos que se generan en bandas ignífugas con revestimiento de PVC producen ácido clorhídrico y compuestos orgánicos halógenos muy peligrosos.
- ▶ **Material eléctrico:** las cubiertas exteriores de neopreno de los cables no propagan la inflamación pero desprenden cloro.

### *Combustibles líquidos*

En minas subterráneas se utiliza una notable variedad de máquinas dotadas de motor de combustión interna y por tanto existe un consumo elevado de gasoil. El combustible se encuentra en los depósitos de la maquinaria y en las zonas de almacenamiento y abastecimiento. Sin embargo el gasoil no se inflama en el interior de los recipientes, sólo si hay fugas o derrames y alcanza una temperatura mayor a la de inflamación.



Los incendios debidos al gasoil de los vehículos son raros debido al propio diseño de los motores y por otro lado a las disposiciones adoptadas en el transporte, almacenamiento y distribución del combustible para evitar los riesgos.

Por su parte los fluidos hidráulicos y los aceites minerales han sido sustituidos por fluidos no inflamables que han sido sometidos a diferentes pruebas con garantías para su utilización en el interior de la mina. Los lubricantes como aceites y grasas tienen un consumo superior a los fluidos hidráulicos.

### *Gases Inflamables*

- ▶ **Butano:** puede ser liberado por los estratos pudiendo resultar explosivo entre el 1,9% y 8,5% de concentración en la atmósfera.
- ▶ **Hidrógeno:** poco común en la mina pero altamente explosivo (entre el 4% y 75,5%), puede ser liberado en la descomposición térmica del carbón, madera, goma. Otra fuente de generación es la recarga de baterías de acumuladores.

- ▶ Sulfuro de hidrógeno: se produce en la descomposición de sustancias orgánicas que contengan sulfuro, como por ejemplo durante voladuras, y por medio de la reacción de agua ácida con sulfuros de hierro o piritas cuprosas. Aguas estancadas o después de una explosión de polvo de carbón son también fuentes generadoras de este gas.
- ▶ Monóxido de carbono: se forma siempre que hay una combustión incompleta (voladuras, explosiones, autoignición de carbón, escape de los motores diésel, etc.).

## ii. Focos de ignición

### *Maquinaria móvil*

La maquinaria móvil puede actuar como foco de ignición por diversas razones: frenos bloqueados que rozan, sobrecalentamientos, acumulaciones de grasas o aceites vertidos.

Los motores de combustión interna, debido a las elevadas temperaturas que pueden alcanzar, o los gases de los escapes también pueden constituirse como causa para originar incendios.

### *Cintas transportadoras*

Los rozamientos con la estructura, los atascos con derrame de mineral, el deslizamiento de la banda sobre el tambor, puede ser origen de incendios por calentamiento mecánico.

### *Equipos eléctricos*

El origen suele ser debido a calentamientos por sobrecargas o cortocircuitos que posteriormente inflaman el material eléctrico, gases de la atmósfera de mina, como puede ser metano, u otras sustancias combustibles que se encuentren en el entorno.



Los equipos eléctricos están diseñados para trabajar a una temperatura de acuerdo con su carga nominal. Si se sobrepasa ésta los dispositivos que llevan

incorporados deberían cortar la alimentación, pero a veces una mala ventilación o la acumulación de polvo y suciedad impiden un enfriamiento adecuado de los equipos, dando lugar a un aumento excesivo de la temperatura de trabajo.

### *Soldadura y oxicorte*

Las operaciones de soldadura y oxicorte necesitan un aporte de energía elevado que pueden causar un incendio de forma inmediata. Para fundir el metal se producen temperaturas que pueden estar por encima de los 3000°C y además se desprenden partículas incandescentes producto de la operación.

### *Explosivos*

Una explosión es una combustión rápida de una combinación de sustancias químicas que producen una onda de presión y altas temperaturas. El origen de muchos incendios está relacionado con una mala utilización de los explosivos, por inflamación de una atmósfera potencialmente explosiva por parte de los gases calientes de voladura.



## **b) Minas de carbón**

### **i. Materiales combustibles específicos**

En las minas de carbón el propio mineral es material combustible y se encuentra presente no solamente en los tajos de explotación sino también en zonas de almacenamiento, transporte y formando parte de las labores ya explotadas, sobre todo cuando los sistemas de explotación son por sutiraje, cámaras y pilares, etc.

### *Gases inflamables*

El grisú es una mezcla de metano y aire que en determinadas proporciones resulta explosivo. El grisú forma parte intrínseca de la veta de carbón y se desprende de forma más lenta o más rápida dependiendo de varios factores, aunque los que más incidencia tienen son la profundidad del yacimiento y la velocidad de deshulle. También influyen en el desprendimiento de grisú las zonas trastornadas geológicamente por fallas o plegamientos, la consistencia de las rocas encajantes y las características del propio carbón.



### *El polvo de carbón*

El polvo de carbón se genera en todas las operaciones de arranque, transporte y movimiento del carbón. Este polvo se va depositando en los diferentes lugares de la mina, pudiendo formar capas de varios centímetros de espesor. Estos depósitos pueden ser más peligrosos cuando están sobre superficies que pueden sufrir calentamientos, tales como máquinas, instalaciones eléctricas o cintas transportadoras.

El riesgo de explosión del polvo de carbón depende del contenido en volátiles aumentando su inflamabilidad con el incremento de éstos.

Las mezclas de polvo de carbón y metano pueden originar explosiones de mayor peligrosidad, ya que el producto resultante es aún más inflamable.

## **ii. Fuentes de ignición en la minería del carbón**

### *Fricción de picas en el proceso de arranque*

En el caso de realizar el arranque con minador o rozadora, las picas del órgano de corte pueden llegar a friccionar de manera importante con los hastiales formados por roca dura, sobre todo si son areniscas, pudiendo provocar chispas en el roce. Para que se produzcan fuegos a partir de las chispas es necesario que la presión ejercida por las picas y la velocidad de roza, tiempo de rozamiento y concentración de metano reúnan unas determinadas condiciones, y que éstas se den simultáneamente.



### *Autocombustión del carbón*

La combustión espontánea del carbón se produce por acumulación del calor liberado en la acción del oxígeno del aire sobre la superficie del carbón a temperatura ambiente. El proceso comienza con la absorción del oxígeno por el carbón y continúa con la reacción exotérmica de oxidación bajo determinadas condiciones ambientales. El resultado final es el aumento de temperatura y la combustión de carbón generando una serie de gases (CO, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, etileno, propileno), junto a desprendimiento de calor.

El carbón puede ser más o menos propenso a la autocombustión dependiendo de determinadas propiedades, como son:

- ▶ **Rango:** los lignitos y hullas presentan la mayor susceptibilidad disminuyendo en el caso de las antracitas.
- ▶ **Volátiles:** la velocidad de oxidación es mínima para carbones con porcentajes comprendidos entre 15% y el 25% de volátiles, aunque un factor influyente en la velocidad de oxidación también es el tiempo de exposición.
- ▶ **Granulometría:** la velocidad de oxidación aumenta con la superficie de contacto con el aire, por tanto cuanto más fina sea la granulometría mayor es la capacidad para reaccionar con el oxígeno.
- ▶ **Contenido en pirita:** la pirita presente en el carbón aumenta la fracturación de éste y consiguientemente la superficie libre expuesta a oxidación, además del aumento de la temperatura producida por su propia oxidación. Para que contribuya al autocalentamiento ha de estar finamente dividida y en proporciones superiores al 5%.
- ▶ **Humedad:** la condensación del vapor de agua en los poros del carbón y en sus fisuras produce una liberación del calor latente de condensación produciendo un aumento de la temperatura y acelerando la reacción.

## Evaluación del riesgo de incendio

Cada mina, en función de todos los factores que influyen en la generación de incendios, puede realizar una evaluación del riesgo de éstos. No obstante, de forma general, se pueden elaborar diversos check-list o listados de chequeo, donde a través de las respuestas a una serie de preguntas específicas se pueda determinar la probabilidad de que ocurra.

Como ejemplo se muestran a continuación dos de estas listas de comprobación, una válida para minería de carbón y otra genérica para todo tipo de minería de interior.



<b>EVALUACIÓN DEL RIESGO DE AUTOCOMBUSTIÓN Y EXPLOSIONES EN MINAS DE CARBÓN</b>				
<b>AUTOCOMBUSTION</b>		<b>SI</b>	<b>NO</b>	<b>NA</b>
1	¿Se realizan análisis de la propensión de la capa de carbón a la combustión espontánea?			
2	¿Hay alguna evaluación “in situ” de la combustión espontánea en la mina?			
3	¿Existe vigilancia continua en las zonas propensas a autocombustión?			
4	¿Se rellenan las campanas en la mina?			
5	¿Se realizan impermeabilizaciones o gunitados en galerías?			
<b>EN RELACIÓN CON LOS MÉTODOS DE EXPLOTACIÓN</b>				
<b>Método de tajos largos</b>				
6	¿Existe velocidad mínima de avance en las zonas críticas?			
7	Si hay paradas largas, ¿se tabica y toman medidas de detección?			
<b>Método de subniveles con sutiraje</b>				
8	¿Se realizan labores de apoyo como pozos y recortes en roca?			
9	¿Se mantienen los subniveles estrictamente en fondo de saco?			
10	¿Se evita la formación de campanas en el sutiraje?			
11	¿Se lleva el hundimiento al corte?			
12	¿La ventilación secundaria está siempre próxima al corte?			
13	¿Se inyecta N <sub>2</sub> después de paradas prolongadas de actividad en niveles activos?			
14	¿Se avanza el subnivel y la explotación en retirada lo más rápido posible?			
15	¿Se tabican los recortes tras finalizar la explotación rápidamente?			
<b>Método de cámaras y pilares</b>				
16	¿Se dejan pilas de carbón arrancado?			
17	Si no extraen, ¿se vigilan dichas pilas?			

<b>EVALUACIÓN DEL RIESGO DE AUTOCOMBUSTIÓN Y EXPLOSIONES EN MINAS DE CARBÓN</b>				
<b>AUTOCOMBUSTION</b>		<b>SI</b>	<b>NO</b>	<b>NA</b>
18	¿Se impermeabilizan los pilares con sales higroscópicas?			
19	¿Se alejan a mayores profundidades las pilas de carbón?			
<b>Zonas Minadas</b>				
20	¿Se realiza un sellado en las zonas minadas donde quede carbón sin minar?			
21	¿En caso contrario se ventilan esas zonas?			
<b>Condiciones de la ventilación</b>				
22	¿Existen planes de acción en caso de parada de ventilación?			
23	¿Se reducen diferencias de presión mediante tabiques y puertas?			
24	¿Existe control de tabicado en la mina?			
25	¿Se realiza un barrido al postaller con nitrógeno para evitar fugas?			
26	¿Se utiliza algún método para identificar las fugas?			
<b>GASES INFLAMABLES EN MINAS DE CARBÓN</b>				
27	¿Hay vigilancia continua del metano durante el arranque?			
28	¿Existen planes geológicos sobre contenidos de gases inflamables?			
29	¿Existe control y vigilancia sobre las zonas selladas?			
30	¿Hay alarma en caso de parada del ventilador principal?			
Frentes accesibles				
31	¿Los frentes tienen instalado grisómetro?			
32	¿Se mantiene el retorno con porcentajes de metano inferior a 1%?			
33	¿Se mantienen los talleres electrificados en valores inferiores a 1,5% de metano?			
34	¿Se mantiene la concentración de CO <sub>2</sub> en el retorno por debajo de 0,5%?			
35	¿Se realizan comprobaciones frecuentes del caudal y distribución del aire?			





<b>EVALUACIÓN DEL RIESGO DE AUTOCOMBUSTIÓN Y EXPLOSIONES EN MINAS DE CARBÓN</b>				
<b>AUTOCOMBUSTION</b>		<b>SI</b>	<b>NO</b>	<b>NA</b>
36	¿Hay alguna clasificación de ignición de las explotaciones por riesgo de fricción?			
37	¿Se reemplazan las picas gastadas con frecuencia?			
38	¿Las rozadoras funcionan con sistemas de riego?			
39	¿Se mide el gas antes de empezar a rozar?			
Frentes inaccesibles				
40	Las zonas minadas, ¿están ventiladas?			
41	¿Hay tubos de muestreo a través de zonas selladas?			
42	¿Se han bloqueado los pozos de sondeo superficiales que cruzan zonas selladas?			
43	¿Se han eliminado los revestimientos de dichos pozos?			
44	¿Están limpias las galerías próximas al sellado?			
<b>Tajo largo</b>				
45	¿Existe control de techo mediante hundimientos periódicos?			
46	¿Existe soporte de techo?			
47	¿Existe un sistema de purgado de gases a través de la parte explotada?			
48	¿Se vigila el contenido de CO <sub>2</sub> y metano en los extremos de admisión y retorno del frente?			

<b>EVALUACIÓN DEL RIESGO DE INCENDIO MINAS SUBTERRÁNEAS (EXCEPTO CARBÓN)</b>				
<b>COMBUSTIBLES LÍQUIDOS</b>		<b>SI</b>	<b>NO</b>	<b>NA</b>
1	¿Los combustibles utilizados tienen una temperatura de emisión de vapores inferior a 35°C?			
2	¿Se transportan en recipientes cerrados?			

### EVALUACIÓN DEL RIESGO DE INCENDIO MINAS SUBTERRÁNEAS (EXCEPTO CARBÓN)

COMBUSTIBLES LÍQUIDOS		SI	NO	NA
3	¿Se realiza el almacenamiento y la carga en cámaras incombustibles?			
4	¿El almacenamiento está a más de 5 m respecto de las galerías de arrastre?			
5	¿El lugar de almacenamiento está aislado frente a riesgo de incendio?			
6	¿Los tanques de gasoil están protegidos contra daños accidentales?			
7	¿Existe una zona especial para el repostaje?			
8	¿Las zonas de reposte tiene medios de lavado y drenaje de aguas?			
9	¿Se evita que los retornos de aire de las zonas de reposte discurran por algún frente en actividad o galerías con mucho tránsito?			
10	¿Los bidones de aceite están montados sobre bastidores?			
11	¿Llevan bandejas los bidones y recipientes para recoger derrames?			
12	¿Se dispone de arena incombustible o agua para recoger y limpiar los derrames?			
13	¿Se retiran periódicamente estas arenas?			
14	¿Hay en estas instalaciones un detector de incendios y sistema de riego automático?			
Combustibles sólidos				
15	¿Existen puertas contra incendios en las zonas donde se almacenan neumáticos?			
16	¿Estas zonas están ventiladas?			
17	¿Hay agua y extintores en estas zonas?			
18	¿Se han instalado cortafuegos en toda la longitud de las tuberías de plástico?			
19	¿Los cables están tendidos de forma suspendida y distribuidos individualmente en bandejas?			



<b>EVALUACIÓN DEL RIESGO DE INCENDIO MINAS SUBTERRÁNEAS (EXCEPTO CARBÓN)</b>				
<b>COMBUSTIBLES LÍQUIDOS</b>		<b>SI</b>	<b>NO</b>	<b>NA</b>
<b>Vehículos o maquinaria con motores diésel</b>				
20	¿Disponen de medios de extinción de incendios?			
21	¿Tienen autorrescatadores?			
22	¿Se evitan tubos de plástico en las rutas utilizadas por los vehículos con motores diésel?			
23	¿Tienen sistemas automáticos de extinción de incendios?			
24	¿Disponen las máquinas de algún sistema de detección a bordo o en las proximidades?			
<b>Bandas transportadoras</b>				
25	¿Disponen todas las cintas de detector de CO?			
26	¿Dispone el puesto de mando de cada cinta de un teléfono?			
27	¿Dispone de autorrescatador el personal que trabaja en las proximidades de las cintas?			
28	¿Los revestimientos de las zonas donde están situados la cabeza motriz y el retorno son incombustibles?			
29	¿Hay labores de limpieza del polvo de carbón, aceites y grasas acumuladas en las cintas?			
30	¿Hay sistemas de parada automática de la cinta en caso de atasco o deslizamiento de banda?			
31	¿Hay sistemas de parada automática en caso de desvío de banda?			
32	¿Se emplean fluidos difícilmente inflamables en las cabezas motrices?			
<b>Equipos eléctricos</b>				
<b>General</b>				
33	Al final de cada turno seguido de descanso, ¿se corta corriente a máquinas y cables móviles?			
34	¿Se revisan periódicamente los factores de carga para evitar sobrecargas?			

<b>EVALUACIÓN DEL RIESGO DE INCENDIO MINAS SUBTERRÁNEAS (EXCEPTO CARBÓN)</b>				
<b>COMBUSTIBLES LÍQUIDOS</b>		<b>SI</b>	<b>NO</b>	<b>NA</b>
35	¿Se sustituyen los aceites contaminados de los transformadores y disyuntores?			
36	¿Existe un mantenimiento y limpieza adecuado de los equipos eléctricos y su entorno?			
<b>Pozos y galerías de acceso</b>				
37	¿Se evita el almacenamiento de líquidos inflamables cerca de los pozos?			
38	¿Se instalan los transformadores y cuadros de conmutación con aceite en un compartimento con muro de contención?			
<b>Cables superficiales</b>				
39	¿Están separados herméticamente del pozo mediante muro o puerta cortafuegos?			
40	¿Existe tubo de respiradero a través de la puerta hermética?			
41	¿Hay instalado un sistema de detección y rociado?			
<b>Subestaciones sin aceite</b>				
42	¿Hay extintor de clase C?			
43	¿Son de tipo seco los transformadores y cuadros de conmutación?			
44	¿Tienen puerta de acceso de chapa o acero?			
45	¿Se cubren con arena los cables?			
46	¿Existe abertura en la puerta o pared que permita ventilación?			
47	¿Se extrae el aire?			
48	¿Existe sistema de detección y extinción de incendios?			
<b>Subestaciones con aceite</b>				
49	¿Hay extintores de clase C y cubos de arena?			
50	¿Hay instalación de agua y manguera?			
51	¿Hay sistema de rociado?			



<b>EVALUACIÓN DEL RIESGO DE INCENDIO MINAS SUBTERRÁNEAS (EXCEPTO CARBÓN)</b>				
<b>COMBUSTIBLES LÍQUIDOS</b>		<b>SI</b>	<b>NO</b>	<b>NA</b>
52	¿Se toman temperaturas de forma trimestral en los cuadros de conmutación y en los transformadores con aceite?			
<b>Salas de carga de baterías</b>				
53	¿El aire de retorno se descarga en la ventilación de algún tajo?			
54	¿Es impermeable el suelo?			
55	¿Existe un lavado periódico del suelo?			
56	¿Hay toma de agua y mangueras?			
57	¿El recubrimiento de la zona es incombustible?			
<b>Cables</b>				
58	¿Son ignífugos?			
59	¿Están suspendidos y protegidos?			
60	¿Están estirados y no en lazos o vueltas?			
61	¿Están en bandejas cuando son muchos?			
<b>Soldadura y oxiacorte</b>				
62	¿Hay ventilación adecuada en la zona de trabajo?			
63	¿Hay labores de limpieza antes y después de la operación?			
64	¿Las botellas se almacenan y transportan de forma vertical?			
65	¿Van siempre con el capuchón en el transporte?			
66	¿Hay suministro de agua en la zona?			
67	¿Hay extintores en la zona?			
68	¿Se necesita una autorización especial para poder realizar oxiacorte o soldadura?			
69	¿Se dispone de medidor de gases para controlar la concentración de los mismos?			
70	¿Se interrumpen los trabajos cuando se rebasa el 1,5% de metano?			

<b>EVALUACIÓN DEL RIESGO DE INCENDIO MINAS SUBTERRÁNEAS (EXCEPTO CARBÓN)</b>				
<b>COMBUSTIBLES LÍQUIDOS</b>		<b>SI</b>	<b>NO</b>	<b>NA</b>
71	¿Se dispone de arenas u otro material para sofocar incendios?			
72	Finalizadas las operaciones, ¿se revisa la zona?			
73	¿Se vigila la zona durante un tiempo prudencial después de finalizado el trabajo?			
<b>Explosivos</b>				
74	Si la labor está clasificada distinta de primera categoría ¿se utiliza explosivo de seguridad?			
75	¿Se realiza el retacado de forma correcta?			
76	En avance con explosivo, ¿hay ventilación soplante en el frente con un caudal mayor de 0,1 m <sup>3</sup> /s por cada metro cuadrado de sección?			
<b>Ventilación</b>				
77	Si el avance es con máquinas de corte, ¿hay ventilación aspirante?			
78	¿Se han estudiado las modificaciones posibles de la ventilación en función de los lugares susceptibles de incendio?			
79	¿Hay sistema de alarma en caso de parada del ventilador principal?			
80	¿Hay algún sistema de alarma de parada de los ventiladores secundarios?			
<b>General</b>				
81	¿Existe plan de formación para todos los trabajadores en caso de incendio?			
82	¿Está terminantemente prohibido fumar en la mina?			
83	¿Todas las máquinas están autorizadas para trabajos subterráneos?			



## MEDIDAS DE CONTROL EN CASO DE INCENDIO

MEDIDAS DE CONTROL EN CASO DE INCENDIO					
CONDICIONES DE SEGURIDAD			SI	NO	NA
DETECTORES	1	¿Hay detectores de incendio?			
	2	¿Se realizan estudios para determinar la ubicación óptima?			
	3	¿Se modifican posiciones con frecuencia en función de la explotación?			
	4	¿Hay sistema de control ambiental?			
	5	¿El sistema de control ambiental está conectado con los detectores de incendio?			
	6	Detectado el fuego, ¿la alarma es instantánea?			
	7	¿Las lecturas de detectores son objeto de estudio estadístico?			
	8	¿El fuego dispara la alarma en al menos 2 detectores?			
	9	¿Los detectores tienen niveles de alarma?			
	10	¿Estos niveles están basados en niveles históricos?			
	11	¿Se reducen los niveles de alarma los fines de semana o cuando aumenta la producción?			
	12	¿Se realiza un mantenimiento adecuado de los transductores?			
	13	¿Se utiliza en cintas un sensor de ruido térmico?			
	14	¿Se utiliza cerca de la cabeza motriz de las cintas un detector de productos de la combustión?			
	15	¿Utilizan los equipos diésel detectores de CO y humos?			
	16	¿Conoce el personal las acciones a tomar en cada caso?			
	17	¿Conoce el personal el análisis sensorial?			
	18	¿Se activa el plan de emergencia una vez detectado el fuego a simple vista?			
	19	¿Se utilizan fusibles o bombillas de brillo para detectar temperaturas?			

MEDIDAS DE CONTROL EN CASO DE INCENDIO						
		CONDICIONES DE SEGURIDAD	SI	NO	NA	
E V A L U A C I O N	R E F U G I O S	20	¿Tienen ventilación de aire limpio directa?			
		21	¿Están suficientemente ventilados?			
		22	¿Se ha reforzado la ventilación mediante un ventilador cuando esté en uso el refugio?			
		23	¿La ventilación prevista es suficiente en caso de estar lleno de personas?			
		24	¿Están indicados los refugios con señalización bien visible o sirenas?			
		25	¿Están ubicados en las rutas de escape?			
		26	¿Están dotados de autorrescatadores adicionales?			
		27	¿Hay un plan de formación para conocer los refugios?			
	28	¿Existe un plan de mantenimiento para controlar todos los dispositivos del refugio?				
	R U T A S D E E S C A P E	29	¿Hay rutas de escape?			
		30	¿Están señalizadas adecuadamente?			
		31	¿Existe plan de formación para conocer rutas de escape?			
		32	¿Existe un procedimiento de mantenimiento de las rutas de escape libres de obstáculos, etc.?			
	A U T O R E S C A T A D O R E S	33	¿Se revisan los autorrescatadores mediante protocolos de ensayo?			
		34	¿Está entrenado el personal en su manejo?			
		35	¿Se realizan inspecciones visuales de integridad y análisis de vacío ocasionales?			
		36	¿Las máquinas están dotadas de autorrescatadores adicionales?			
		37	¿Todo trabajador entra en la mina provisto de autorrescatador?			
38		¿Existen autorrescatadores estratégicamente situados? ¿Están señalizados?				





MEDIDAS DE CONTROL EN CASO DE INCENDIO						
CONDICIONES DE SEGURIDAD				SI	NO	NA
CONTROL	39	¿El personal tiene formación en el manejo de extintores en función del tipo de fuego?				
	40	¿Se conocen los lugares con posibilidad de riesgo de incendio?				
	41	¿Están preparados los agentes extintores adecuados en función de los focos?				
	42	¿Existe un programa de mantenimiento de las instalaciones contra incendios?				

## MEDIDAS DE PREVENCIÓN

### *Autocombustión en minas de carbón*

El riesgo de autocombustión del carbón se origina por la exposición del mismo durante un largo tiempo al oxígeno de la ventilación en unas condiciones determinadas. Las medidas preventivas que se pueden adoptar de forma general en este tipo de explotaciones son las siguientes:

1. En el avance de galerías no dejar huecos y campanas donde pueda circular el aire a baja velocidad, el carbón se encuentre fisurado y haya huecos para que se produzca la oxidación y acumulación de calor. Es necesario rellenar con materiales todos los huecos.
2. En los talleres explotados por hundimiento se debe mantener una ventilación suficientemente activa en el frente y zonas intermedias para evitar la oxidación del carbón y disipar la acumulación de temperatura.
3. Avanzar el frente lo más rápido posible y si se producen paradas largas realizar tabiques que impidan la circulación de aire.
4. Reducir fugas en el tabicado de los hundimientos.
5. Mantener los subniveles estrictamente en fondos de saco.

6. Llevar la ventilación soplante lo más cerca del corte en los subniveles.
7. Evitar las paradas prolongadas de la ventilación secundaria y tabicar una vez acabado el subnivel.
8. Inyectar nitrógeno en las paradas prolongadas en las montaduras de los subniveles.
9. Evitar las pilas de carbón en el sistema de cámaras y pilares, y en todo caso, si no se pueden evitar, establecer medidas de vigilancia y control de las mismas.
10. Si es necesario utilizar sales higroscópicas o impermeabilizar las superficies de los pilares.
11. La extracción del carbón debe ser total y no debe dejarse mineral en los hundimientos que favorezcan la autocombustión.
12. Las zonas abandonas de la explotación deben ser tabicadas y selladas lo más rápidamente posible. Un mínimo paso de aire a través de los minados antiguos puede dar lugar a las condiciones óptimas para el calentamiento espontáneo.
13. Establecer sistemas de medición de gases inflamables en los lugares de generación de los mismos diseñando planes de ventilación bien planificados para prevenir acumulaciones de gas y mantenerlos siempre por debajo de los límites establecidos en la ITC 05.0.02.



### **Combustibles líquidos**

Los principales combustibles líquidos son el gasoil, los aceites lubricantes y los aceites hidráulicos. Todos ellos pueden contribuir al incremento de incendios aunque raramente pueden actuar como origen de los mismos debido a que tienen una temperatura de emisión de vapores superior a 340°C. No obstante hay que transportarlos siempre en recipientes cerrados.



El almacenamiento de combustibles y la carga de baterías deben llevarse a cabo en cámaras incombustibles y bien ventiladas, dotadas de elementos de prevención contra incendios y alejadas de las galerías principales de arrastre. Además hay que disponer de medios adecuados para limpiar en caso de derrames, tales como agua o arena, y sistemas de drenaje.

Los depósitos que contienen el combustible deben ser lo suficientemente robustos para soportar daños accidentales y protegidos de cualquier roce o choque accidental de un vehículo contra ellos. En todo caso si fuera necesario estarán apartados de la trayectoria de los vehículos realizando el repostaje por medio de mangueras de suficiente longitud.

Los tanques o depósitos deberán estar dotados de indicadores de nivel de combustible almacenado, y si son fijos deberían tener algún sistema de detección de incendio.

### **Combustibles sólidos**

#### **Neumáticos**

En el almacén de neumáticos debe existir una ventilación que vierta el aire contaminado en el retorno y poder ser aislado de forma eficaz por medio de alguna puerta incombustible. El local debe estar limpio de aceites y grasas, equipado con algún sistema de extinción de incendios (agua, extintores, etc.), y lo suficientemente alejado para no verse afectado por cualquier posible foco de incendio. Se almacenará la mínima cantidad posible de neumáticos.

#### **Máquinas de motor diésel**

Todas las máquinas deben disponer de equipos portátiles de extinción de incendios, siendo muy recomendable que camiones, palas y resto de maquinaria pesada lleven instalados sistemas fijos de extinción, automáticos o por medio de pulsadores manuales.



#### **Bandas transportadoras**

Aunque a lo largo de los últimos años se han desarrollado bandas ignífugas que resisten el calor, aún son generadoras de cantidades de gases en caso de incendio que

pueden resultar nocivos. Las cintas transportadoras tienen que estar dotadas de detectores de CO en la proximidad de las cabezas motrices y de tal forma colocados que capten con facilidad la posible generación de este gas, pudiendo detectar niveles bajos del mismo que emitan pre-alarmas.

Las zonas próximas a los grupos motrices, 10 metros antes y 10 metros después de las secciones de galería, deberán estar recubiertas de materiales no combustibles.

Los puestos de mando de cintas transportadoras deberán estar dotados de algún sistema de comunicación para poder advertir de cualquier alarma por presencia de CO.

Así mismo estarán dotadas de extintor o toma de agua con manguera.

Frente al riesgo de deslizamiento o patinaje de banda en los tambores, con el consiguiente calentamiento, deberán instalarse en la proximidad del grupo motriz detectores de deslizamiento que detengan la cinta en el caso que los rodillos motrices sigan girando y la banda esté detenida.

Para evitar que la banda roce contra la estructura o los hastiales de la galería se instalarán centradores de banda que mantengan la alineación en todo momento, y en caso de desvío dispondrán de mecanismos de corte automático que paralicen la misma.



Además, la cinta transportadora deberá tener instalados mecanismos de limpieza de banda que aseguren que ésta entra limpia en los tambores motrices y de reenvío.

Siempre que sea posible las cabezas motrices se instalarán fuera de la ventilación secundaria.

### **Instalaciones eléctricas**

Todos los aparatos eléctricos deben estar dimensionados para las cargas probables a las que van a estar sometidos, realizando periódicamente pruebas de control de sobrecargas para asegurarse que la instalación está protegida.



Los cables eléctricos deberán extenderse por las galerías de forma que sean difícilmente alcanzados por la maquinaria que circule por las mismas y prohibir todo tipo de maniobras en las proximidades de las instalaciones eléctricas.

Al finalizar los turnos donde se utilicen cables móviles que alimenten rozadoras, pán-ceres, minadores, etc. hay que cortar la corriente eléctrica, desconectando disyuntores y cables móviles.

En el caso particular de minas de carbón se prestará especial atención a los siguientes aspectos:

1. Los equipos eléctricos han de estar bien ventilados y limpios de polvo de carbón y aceites.
2. Los transformadores y cuadros de conmutación deberán utilizarse preferentemente del tipo seco, manteniendo las subestaciones limpias y libres de acumulaciones de materiales inflamables. Además, tienen que estar situadas en lugares bien ventilados y dotadas de extintores de tipo D (aptos para fuegos eléctricos).
3. Los transformadores y cuadros de conmutación llenos de aceite próximos a pozos o galerías de acceso y túneles de calle han de montarse en un compartimento con muro de contención, que tendrá al menos cuatro veces el volumen de aceite, y si se prevé el riesgo de explosión o derrame deberá tener una altura de 2 metros.
4. Si las subestaciones tienen más de 800 KVA se ubicarán en locales con tabiques de ladrillo y suelo de hormigón, con puertas principal y de emergencia de chapa de acero, y los cables introducidos en zanjas y cubiertos de arena. La entrada de los cables a la subestación debe estar sellada con materiales incombustibles. La puerta de entrada tiene que tener una abertura a la altura de la cabeza para permitir la inspección y la entrada de aire. En el caso de grandes instalaciones deberá contemplarse dotarlas de sistemas automáticos de extinción de incendios.



5. Las subestaciones de tipo con aceite (excepto las móviles desmontables) tienen que cumplir los mismos requisitos que las grandes subestaciones sin aceite.
6. Las subestaciones de transformación estarán enlazadas telefónicamente o por otro medio de comunicación con todas las precedentes, desde las cuales se les puede cortar el suministro de energía.
7. La configuración de locales para la carga de baterías de acumuladores eléctricos será tal que impida la acumulación de gases en espacios muertos fuera del alcance de la ventilación. Los huecos que se forman en el techo o paredes deben ser rellenados de forma estanca. Las paredes, el sostenimiento o cualquier recubrimiento de los locales se hará con materiales incombustibles.
8. Se prohíbe la instalación de cualquier elemento eléctrico en el espacio comprendido a menos de 50 centímetros de la parte superior de la sala de carga. La ventilación del local será natural o forzada y con aire que no haya atravesado previamente labores mineras. Esta corriente de ventilación podrá desembocar directamente en la de ventilación de la mina.

## Cables

Los cables para uso subterráneo tienen que cumplir las normas que les son de aplicación, disponiendo de revestimientos ignífugos. Deberán estar suspendidos y protegidos contra daños mecánicos en la medida de lo posible, y si se tienden gran número de ellos deberá hacerse en bandejas.



## Soldadura y oxicorte

Todas las manipulaciones de botellas utilizadas en procesos de soldadura u oxicorte deberán serlo por personas capacitadas, transportándolas en posición vertical, protegidas y con los capuchones de protección de las válvulas colocados.

Los equipos (mangueras, conexiones, botellas, etc.) deberán ser revisados para detectar la presencia de fugas antes de su utilización. En los lugares de trabajo se tomarán las siguientes precauciones:



- ⦿ Siempre que sea posible se trasladarán las piezas a soldar a los talleres correspondientes.
- ⦿ Se contará con una autorización expresa para la utilización de los equipos de soldadura u oxicorte.
- ⦿ Los trabajos de soldadura u oxicorte en el interior de mina estarán bajo supervisión de un Vigilante o Encargado responsable, que dispondrá de un medidor continuo de grisú y de CO para controlar la presencia de gases, interrumpiendo las operaciones si los contenidos fueran peligrosos.
- ⦿ Se tomarán medidas para asegurar que se dispone de suministro de agua antes y durante las operaciones, y si no es posible se dispondrá de extintor portátil apropiado.
- ⦿ Se tendrán en cuenta los materiales combustibles del entorno, retirando todos los que estén a menos de 10 metros de distancia, y si por tamaño no se pueden retirar hay que cubrirlos con pantallas o lonas no combustibles.
- ⦿ Una vez finalizados los trabajos el responsable deberá reconocer minuciosamente la zona asegurándose que no existen brasas o puntos calientes, siendo conveniente la refrigeración de la zona mediante riego con agua, en particular de los materiales que han podido estar sometidos a elevada temperatura y los combustibles.
- ⦿ Deberá prestarse especial atención cuando los trabajos se realicen en pozos verticales o sobre ellos, en los que las chispas o material fundido puedan caer hacia el fondo y dar lugar a fuegos latentes.



## Explosivos

Los explosivos pueden ser el origen de incendios ya que su explosión puede inflamar atmósferas explosivas o materiales combustibles que estén en el área de influencia de los gases y proyecciones.

Salvo en labores clasificadas de primera categoría según el Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera, en el resto de labores se utilizarán explosivos de seguridad. Así mismo, los sistemas de iniciación corresponderán a detonadores

eléctricos. Desempeña un papel importante un retacado correcto empleando materiales plásticos que no propaguen la llama, empleando si es preciso tacos inhibidores o enfriadores de gases.

Antes de ejecutar una voladura se deberá realizarse la medición de grisú en el frente que va a ser disparado, comprobando así mismo que la ventilación es adecuada.

Algunas causas frecuentes del origen de incendios provocados por las voladuras son:

1. Falta de retacado: un retacado incorrecto puede provocar la salida de gases muy calientes, llamas o proyecciones que alcancen materiales combustibles.
2. En minería de carbón hay que evitar cargar barrenos que hayan calado o estén muy próximos a zonas sin ventilar, como bóvedas, hundimientos, llaves de carbón, ya que pueden descabezarse y explotar en zonas de acumulación de grisú.
3. Utilizar los tipos de explosivos de seguridad de acuerdo con la clasificación de las labores, teniendo en cuenta que la utilización de la Goma 2 está limitada a la labores de primera categoría por la alta temperatura de los gases.



### ***Detección de incendios***

La detección rápida de un incendio es clave en la gestión posterior de todas las actuaciones para su extinción, y además posibilitará la puesta en marcha del Plan de Emergencia y por tanto la disminución de las posibilidades de sufrir daños materiales y personales en la explotación.

Si la mina está clasificada como propensa a fuegos según la ITC 05.3.01 deberá disponer de detectores continuos de CO con estación centralizada en el exterior de la mina. Este tipo de sistemas pueden detectar y a su vez dar la alarma para la intervención sobre el incendio.

Otra forma de detección la constituye la presencia humana en la mina que a través de los sentidos puede detectar un incendio, y si se dispone de medios y se sabe cómo utilizarlos puede proporcionar una respuesta inmediata y atajar el foco en una fase aún incipiente.





De todos modos en una mina de carbón un síntoma claro de la presencia de fuego es el olor característico producto de los hidrocarburos saturados de algunos productos de la combustión del carbón. En los estados incipientes incluso pueden aparecer ligeras brumas o condensación de agua sobre superficies frías lejanas al foco caliente. Al aumentar la temperatura pueden sudar los estratos, y cuando el fuego ya tiene mayores proporciones pueden producirse humos, ruidos debidos al derrumbe de estratos y calentamiento de la zona y de las rocas circundantes, con el olor característico a benzol o bencina.

El aire que circula por la explotación puede ser controlado por medio de detectores de CO o por detectores de humo. El planeamiento y distribución de los detectores debe ser cuidadosamente diseñado de forma que cualquier fuego situado en un lugar determinado pueda disparar las alarmas, para lo cual hay que tener en cuenta cuáles son las zonas con mayor probabilidad de incendio y los emplazamientos más adecuados para la ubicación de los detectores. Si queremos situar un detector en una cinta transportadora habrá que colocarlo próximo a la cabeza motriz, pero no hay que descartar que otras partes de la cinta pueden también producir un incendio, y el detector deberá estar situado de forma que recoja la corriente homogénea de aire que circula por la galería donde está ubicada la cinta.



Los detectores personales de CO que portan los mandos o algunos trabajadores también contribuyen a la detección de incendios, pudiendo producir una alarma que indique la presencia anómala de este gas en la corriente de ventilación.

En las minas en general los valores de CO se sitúan en valores muy bajos, siendo un poco mayores en las que cuentan con parques de vehículos y maquinaria dotados de motor diésel, pero en cualquier caso una lectura por encima de los valores normales tiene que provocar la alarma en las personas que dispongan de detectores portátiles, debiendo implicar como acción inmediata la realización de lecturas continuas para ver cómo evolucionan los valores de concentración indicados por el detector. Si el porcentaje se va incrementando, y ese aumento no ha sido producto de una voladura u otro origen conocido, se deberán tomar medidas inmediatamente dado que denota un síntoma claro de la existencia de una combustión o un proceso de calentamiento intenso en algún lugar de la mina.

## ***Plan de Emergencia en caso de incendio***

Aunque en cada mina por sus características singulares, función del tipo de mineral extraído, disposición del yacimiento, método de explotación, número de personas, etc., se pueden dar casos muy dispares en el diseño de planes específicos, resulta posible establecer una serie de criterios esenciales para la planificación de una respuesta adecuada en caso de producirse un incendio en el interior de la mina.

El Plan de Emergencia ha de estar basado en:

1. Medios de protección propios y externos.
2. Criterios generales del Plan:
  - a. Director del Plan de Emergencia.
  - b. Centro de control y Comunicaciones.
  - c. Centro único de mando.
  - d. Puntos de reunión.
3. Protocolo de actuación: niveles de respuesta.
  - a. De trabajadores.
  - b. Centro de control.
  - c. De Vigilantes o Jefes de equipo.
  - d. Jefe de Relevó.
4. Recomendaciones.

### ***1.- Medios de protección propios y externos***

La dotación de medios propios ha de estar en consonancia con las instalaciones que tenga la mina, la maquinaria utilizada y los métodos de explotación empleados, así como el tipo de mineral extraído, materiales y materias primas que se manejen, y el número de personas que requiera la explotación, pudiendo contemplarse los siguientes:



## A. Medios materiales

- a) Distribución de extintores y medios de extinción en:
  - i. Cintas transportadoras.
  - ii. Subestaciones eléctricas.
  - iii. Vehículos.
  - iv. Refugios y estaciones de repostaje.
- b) Autorrescatadores: dotaciones individuales y en puntos estratégicos de la mina.
- c) Sistema de señalización.
- d) Refugios equipados.
- e) Vehículo de salvamento.
- f) Local de la Brigada de Salvamento equipado con EPIs especiales.

## B. Medios humanos

- a) Toda la plantilla contará con formación mínima en el Plan de Emergencia: uso de extintores, autorrescatadores, protocolos de actuación, etc.
- b) Personal específico formado en primeros auxilios.
- c) Personal con formación especial como brigadista de salvamento.
- d) Dotación de médico/sanitarios en función del tamaño de la mina.

## C. Medios externos: medios de coordinación establecidos con:

- a) Bomberos.
- b) Protección civil.

## 2.- Criterios generales del Plan

Ante una situación de emergencia es necesario alertar a todo o parte del personal que se encuentra en el interior de la mina de la forma más rápida y eficaz posible. Así mismo, los puntos de riesgo deberán estar dotados de equipos de salvamento adecuados y en perfecto estado de mantenimiento para su utilización en cualquier momento si fuera preciso.

Para el cumplimiento del Plan deberán contemplarse necesariamente los siguientes requisitos:

- a) Persona responsable de la organización encargada de la gestión del Plan de Emergencia.
- b) La existencia de autorrescatadores en número suficiente para el personal que lo necesite.
- c) Una adecuada comunicación en el interior de la mina y con el exterior que permita transmitir la señal de alarma y/o recibir instrucciones.
- d) La existencia de elementos de extinción: mecanismos automáticos de extinción en vehículos, red de agua y extintores portátiles, en número suficiente, para la lucha contra el fuego de forma idónea.
- e) La existencia de vías de evacuación y refugios debidamente señalizados y equipados.
- f) La coordinación de todas las tareas de evacuación o rescate se realizará desde un Centro Único de Mando (C.U.M.) que sirva de referencia.



### a. Director del Plan de emergencia

La persona responsable de poner en marcha el Plan de Emergencia, tomar las primeras decisiones para gestionar la emergencia, así como de declarar la evacuación parcial o total de la mina, debe ser el mando de mayor categoría en el momento de producirse la misma. En muchas explotaciones esta figura corresponde el Jefe de Relevo.

## **b. Centro de Control y Comunicaciones**

El Centro de Control ha de ubicarse en un lugar físico, por lo general el punto neurálgico de la explotación y de referencia al que suelen dirigirse todas las comunicaciones. Deberá permitir una adecuada comunicación con el interior de la mina para poder transmitir desde el Centro de Mando la comunicación de la alarma, así como las instrucciones para la evacuación.

## **c. Centro Único de Mando (CUM)**

Corresponde al lugar desde el que se lleve a cabo la coordinación de las tareas de evacuación y que sirva de referencia a todo el personal que intervenga en las mismas. Este lugar designado como CUM debe estar ubicado en un lugar significativo de la explotación donde se encuentren: planos actualizados de las labores y circuitos de ventilación, red de comunicaciones, salidas de emergencia, refugios, medios de extinción, listados de personal y teléfonos de interés, etc., y en definitiva todos aquellos documentos que son necesarios para gestionar la emergencia y puedan proporcionar la información oportuna.



## **d. Puntos de reunión**

Lugares bien definidos y señalizados adonde debe dirigirse todo el personal una vez declarada la evacuación. En función de las dimensiones de la mina pudiera ser necesario definir un lugar en el interior y otro fuera de la mina, donde acudirá el personal para realizar el recuento, dar o recibir información relevante y esperar órdenes para llevar a cabo las tareas de evacuación y rescate.

### **3.- Protocolo de actuación en caso de incendio: niveles de respuesta**

- a) De trabajadores
- b) Centro de Control
- c) De Vigilantes o Jefes de equipo
- d) Jefe de Relevó

La alarma de incendio vendrá dada por el testigo o testigos del hecho, la observación de los sensores de CO del sistema de control ambiental o por personal que detecta la presencia de humo.

### a. Nivel I. Respuesta de los trabajadores

- ⊗ Las personas testigos del hecho o que detecten el humo analizarán las posibilidades de apagar el fuego (si se encuentran en sus proximidades) con los medios a su alcance (extintores, activación del equipo contra incendio en algunas máquinas, agua, etc.), pero sin exponer su integridad física. En caso de poder dominarlo se cerciorarán de que no se reaviva de nuevo.
- ⊗ Comunicarán el incidente al Vigilante o responsable correspondiente.
- ⊗ En caso de no poder dominar el incendio:
  - 📌 Darán aviso rápidamente de ello a: Vigilante y Centro de Control, indicando lugar de la mina, la naturaleza del mismo y la magnitud.
  - 📌 Recogerán su autorrescatador y se dirigirán al Punto de Reunión, y si la gravedad de la situación lo requiere irán al refugio más próximo o buscarán un fondo de saco, pararán la ventilación secundaria si la hay, y permanecerán en él esperando el rescate dando cuenta al Centro de Control si les resulta posible.
  - 📌 Esperarán órdenes de su superior o del responsable del Plan de Emergencia. No tomarán decisiones sin advertir al Vigilante.
  - 📌 Si se estuviera utilizando una máquina móvil se la deberá estacionar correctamente de forma que no bloquee la galería y permita el paso de otros vehículos, ya sean de socorro o de evacuación.
- ⊗ Si el trabajador recibe la alarma de incendio y no se encuentra en las proximidades del mismo, actuará recogiendo el autorrescatador y acudiendo al Punto de Reunión, siguiendo los pasos descritos anteriormente.



## b. Nivel 2. Respuesta del Centro de Control

- Localizará e informará al Jefe de Relevo de la emergencia.
- Canalizará toda la información que vaya llegando desde todos los lugares de la mina al Jefe de Relevo o Vigilantes.
- Mantendrá abiertas las líneas de teléfono exclusivamente para las necesidades de la emergencia.

## c. Nivel 3. Respuesta del Vigilante o Jefe de equipo

- Analizará las posibilidades de apagar el incendio (si es en sus proximidades) con los medios a su alcance, en caso de tratarse de un incendio de pequeñas proporciones.
- En caso de no poder controlar el incendio cada Vigilante o responsable de equipo de trabajo, reunirá rápidamente al personal bajo su mando, incluyendo personal de contratistas u otros en el Punto de Reunión más próximo según requiera la ocasión, y comprobará que todos están provistos de autorrescatadores. Si alguna persona no dispusiera del mismo en ese momento lo recogerá en el lugar más favorable de aquellos dotados de este tipo de material de salvamento.
- Avisará o se pondrá en contacto con el Centro de Control de la mina, C.U.M. o Jefe de Relevo; informará o se informará de la situación; y procederá a la evacuación parcial o total según las instrucciones recibidas de sus superiores.
- La evacuación la realizará, si es posible, por galerías de aire limpio. De no poder ser así se dirigirá a alguno de los refugios habilitados, o a una galería en fondo de saco sin ventilación (o si tuviera instalados ventiladores, éstos deberán pararse). Comunicará tal circunstancia al Centro de Control.



## d. Nivel 4. Respuesta del Jefe Relevo (Director del Plan de Emergencias)

- Desde el momento que recibe la alarma se desplazará al Centro Único de Mando desde donde se centralizará la toma de decisiones. Si no le es posible el desplazamiento estará en comunicación permanente con el C.U.M. o Centro de Control de la mina.

- ⦿ Definirá si es necesaria la evacuación de las personas de los sectores afectados o la evacuación total de la mina.
- ⦿ Comunicará a todas las posiciones de la mina directamente o a través del Centro de Control, dando instrucciones sobre las vías alternativas de salida según lo requiera la emergencia del momento.
- ⦿ Contactar con el Jefe de Intervención y el personal de la Brigada de Salvamento intercambiando información sobre la localización exacta, naturaleza y dimensiones del incendio, así como de otros detalles necesarios para la intervención.
- ⦿ Coordinará la disponibilidad de vehículos, jaulas o skips de extracción para realizar la evacuación.
- ⦿ Comunicará a los Servicios Sanitarios los preparativos necesarios (médicos, auxiliares, ambulancias, etc.).
- ⦿ Organizará y enviará grupos de la Brigada de Salvamento (segunda intervención) y aquellos de apoyo que considere necesarios.
- ⦿ Si se ha procedido a la evacuación establecerá un conteo del personal que vaya saliendo de la mina para asegurar en todo momento el control de personas.
- ⦿ Será quien adopte las decisiones y coordine las actuaciones necesarias hasta la llegada de los equipos de intervención especializados (Brigada de Salvamento, bomberos, primeros auxilios, etc.) o superiores jerárquicos.
- ⦿ El Jefe de Relevo o persona que tenga el mando decidirá, según sea el caso y lugar del incendio, la parada del ventilador principal o no.
- ⦿ Establecerá los medios de coordinación necesarios en caso de intervención de medios externos.
- ⦿ Establecerá inmediatamente los avisos a: Director Facultativo, Dirección de empresa, Jefe de Personal, Delegado Minero y Autoridad Minera.





## 4.- Recomendaciones

### ⚙️ Generales

- 📌 De producirse una situación de emergencia es de vital importancia conocer, en el menor tiempo posible, la localización, magnitud y naturaleza del incidente y las personas posiblemente afectadas.
- 📌 Especial relevancia tendrá la inmediata comunicación de la situación de la emergencia a los responsables, quienes valorarán el alcance de la emergencia y comunicarán las instrucciones pertinentes.
- 📌 Para poder dirigir las tareas de rescate, salvamento, evacuación o evitar mayores peligros es de vital importancia el estado de conservación de los sistemas de comunicación y los elementos de rescate, señalización y las diferentes vías de evacuación.
- 📌 Es necesario así mismo establecer un método de procedimiento que establezca de forma clara e inequívoca:
  - 🔗Cuál es la respuesta que debe darse en cada supuesto.
  - 🔗Quién es el responsable de tomar la decisión.
  - 🔗A quién debe comunicarse las incidencias de forma que no se produzcan interferencias ni órdenes simultáneas o contradictorias.



### ⚙️ Información y formación

- 📌 La información referida al procedimiento deberá ser conocida por todos los trabajadores y especialmente por los mandos intermedios y superiores, así como por los órganos de participación de los trabajadores en materia de Prevención.
- 📌 Se hará llegar una copia del Plan a la Autoridad Minera y demás organismos e instituciones competentes o relacionados con la materia.
- 📌 Por último, en cuanto a la formación de los trabajadores, se hará especial hincapié en lo referido a este Plan en las acciones formativas a desarrollar, en el apartado de Evaluación de Riesgos por puestos de trabajo.

## ⊗ Señalización

Gran parte del éxito de una posible evacuación dependerá no sólo de la rapidez en la toma de decisiones por parte del C.U.M, y en la comunicación de dichas instrucciones, sino también de la señalización adecuada de las diferentes vías de evacuación, con lo que deberá extremarse el cuidado para conseguir una señalización clara, concisa y eficaz.



## ⊗ Simulación

Ante una situación de riesgo o emergencia la reacción del personal afectado puede ser imprevisible. Para paliar esta deficiencia y como método de evaluación de los tiempos de respuesta del personal ante una posible emergencia, funcionamiento de los sistemas de evacuación, capacidad del sistema, etc., es indispensable la realización de ejercicios de simulación para cada uno de los supuestos de emergencia contemplados en el Plan de Emergencia.

Estos ejercicios deberán estar diseñados y programados con la suficiente antelación para poder obtener unos resultados que permitan realizar posteriormente una valoración objetiva de los mecanismos de respuesta diseñados en el Plan de Emergencia.



# EQUIPOS, HERRAMIENTAS O MEDIOS AUXILIARES

CAPÍTULO

3



## **3.1. INTRODUCCIÓN**

El Técnico de industrias extractivas de interior debe poseer un notable conocimiento de los equipos, herramientas y medios auxiliares que se ponen a disposición de los trabajadores en las explotaciones, puesto que aunque no forme parte de sus tareas manejarlos son funciones específicas de los mandos comprobar que son los adecuados para los trabajos que deben realizarse, que se encuentran totalmente adaptados para garantizar la seguridad de sus usuarios, y que cumplen todos los requisitos reglamentarios que les son aplicables.

La maquinaria minera está sometida a las prescripciones establecidas en el Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera y las Instrucciones Técnicas Complementarias que lo desarrollan pero además, dependiendo de los lugares de trabajo donde vayan a estar ubicados los equipos, máquinas o instalaciones, pueden encontrarse afectados por otras reglamentaciones específicas.

Desde el punto de vista de los requisitos esenciales de seguridad aplicables a las máquinas se deben diferenciar dos grandes grupos: uno integrado por las máquinas destinadas a trabajar en condiciones normales, que se regirán por lo establecido en la Directiva de Máquinas (traspuesta por medio del Real Decreto 1644/2008); y otro por aquellas que habrán de prestar su función en atmósferas explosivas o potencialmente explosivas, en cuyo caso tienen que cumplir toda una serie de requisitos específicos fijados por la Directiva 94/9/CE (ATEX 100).

## 3.2. REQUISITOS ESENCIALES DE SEGURIDAD PARA TODAS LAS MÁQUINAS

La Directiva de Máquinas 2006/42/CE se dirige a los fabricantes y comercializadores de máquinas y componentes de seguridad. Establece las actuaciones necesarias para el cumplimiento de los requisitos de seguridad y salud en máquinas nuevas y garantizar a los usuarios y operarios el mayor grado de protección posible.

Resulta aplicable a la fabricación de máquinas y de componentes de seguridad comercializados por separado, pero también para máquinas usadas (mercado de segunda mano) y aparatos de terceros países que se comercializan por primera vez en el espacio económico europeo.

En 2006 se adoptó esta nueva Directiva de “Máquinas” (2006/42/CE) que reemplazó así a una versión anterior, siendo de aplicación en todos los Estados miembros de la UE a partir de 29/12/2009. En el caso de España, su trasposición al marco normativo nacional se produjo a través del RD 1644/2008, como ya se ha comentado en líneas anteriores.

### **RESUMEN DEL RD 1644/2008, POR EL QUE SE ESTABLECEN LAS NORMAS PARA LA COMERCIALIZACIÓN Y PUESTA EN SERVICIO DE LAS MÁQUINAS**

Este Real Decreto deroga a varias normas anteriores, como son el Real Decreto 56/1995, de 20 de enero; el Real Decreto 1435/1992, de 27 de noviembre; y la Orden de 23 de mayo de 1977.

Tiene por objeto establecer las prescripciones relativas a la comercialización y puesta en servicio de las máquinas con el fin de garantizar la seguridad de las mismas y su libre circulación.

Resulta de aplicación a los siguientes productos:

- a) Las máquinas.
- b) Los equipos intercambiables.
- c) Los componentes de seguridad.

- d) Los accesorios de elevación.
- e) Las cadenas, cables y cinchas.
- f) Los dispositivos amovibles de transmisión mecánica.
- g) Las cuasi máquinas.

## Definiciones

### Máquina

1. Conjunto de partes o componentes vinculados entre sí, de los cuales al menos uno es móvil, asociados para una aplicación determinada, provisto o destinado a estar provisto de un sistema de accionamiento distinto de la fuerza humana o animal, aplicada directamente.
2. Conjunto como el indicado en el primer guión, al que sólo le falten los elementos de conexión a las fuentes de energía y movimiento.
3. Conjunto como los indicados en los guiones primero y segundo, preparado para su instalación, que solamente pueda funcionar previo montaje sobre un medio de transporte o instalado en un edificio o una estructura.
4. Conjunto de máquinas como las indicadas en los guiones primero, segundo y tercero anteriores o de cuasi máquinas, que, para llegar a un mismo resultado, estén dispuestas y accionadas para funcionar como una sola máquina.
5. Conjunto de partes o componentes vinculados entre sí, de los cuales al menos uno es móvil, asociados con objeto de elevar cargas y cuya única fuente de energía sea la fuerza humana empleada directamente.



## Cuasi máquina

Conjunto que constituye casi una máquina, pero que no puede realizar por sí solo una aplicación determinada. Un sistema de accionamiento es una cuasi máquina.

La cuasi máquina está destinada únicamente a ser incorporada a, o ensamblada, con otras máquinas, u otras cuasi máquinas o equipos, para formar una máquina a la que se aplique este Real Decreto.

De acuerdo con esta definición, la cuasi máquina, a diferencia de la máquina completa, no ha sido sometida a un proceso de ensamblaje tan extenso como para que pueda realizar por sí sola una aplicación determinada, incluyendo un manejo y funcionamiento seguro de la misma. En estos casos, se deja al siguiente nivel de la cadena de creación de valor la fabricación de una máquina segura y completa que cumpla todas las condiciones establecidas por la Directiva. A fecha de hoy, el fabricante de una cuasi máquina o el representante autorizado están formalmente exentos del cumplimiento de cualquier otra obligación distinta de las estipuladas por la Directiva (con excepción de la expedición de la denominada declaración del fabricante con reserva de la puesta en servicio, que desaparecerá en el futuro), incumbiéndoles únicamente el cumplimiento de obligaciones concretas.

A través de diferentes disposiciones individuales se establece que las cuasi máquinas deberán ser también “seguras”, en la medida en la que sea realizable, y que, en este sentido, el fabricante tiene también atribuidas las correspondientes obligaciones de documentación y declaración. En este sentido, no será necesario en el futuro adoptar ninguna disposición contractual voluntaria o individual.

## Equipo intercambiable

Dispositivo que, tras la puesta en servicio de una máquina o de un tractor, sea acoplado por el propio operador a dicha máquina o tractor para modificar su función o aportar una función nueva, siempre que este equipo no sea una herramienta.



## Accesorio de elevación

Componente o equipo que no es parte integrante de la máquina de elevación, que permita la presión de la carga, situado entre la máquina y la carga, o sobre la propia carga, o que se haya previsto para ser parte integrante de la carga y se comercialice por separado. También se consideraran accesorios de elevación las eslingas y sus componentes.

## Cadenas, cables y cinchas

Cadenas, cables y cinchas diseñados y fabricados para la elevación como parte de las máquinas de elevación o de los accesorios de elevación.

## Dispositivo amovible de transmisión mecánica

Componente amovible destinado a la transmisión de potencia entre una máquina automotora o un tractor y una máquina receptora uniéndolos al primer soporte fijo. Cuando se comercialice con el resguardo se debe considerar como un solo producto.

## Componentes de seguridad

Que sirva para desempeñar una función de seguridad, que se comercialice por separado, cuyo fallo y/o funcionamiento defectuoso ponga en peligro la seguridad de las personas, y que no sea necesario para el funcionamiento de la máquina o que, para el funcionamiento de la máquina, pueda ser reemplazado por componentes normales.

En el futuro los componentes de seguridad deberán ir acompañados obligatoriamente de un manual de instrucciones en el idioma o idiomas del país en donde vayan a ser utilizados, ya que en la nueva Directiva estos componentes se equiparan jurídicamente a una máquina.

En relación con los componentes de seguridad existe además un Anexo V de naturaleza informativa que contiene una lista indicativa y actualizable de los componentes de seguridad:





1. Resguardos para dispositivos amovibles de transmisión mecánica.
2. Dispositivos de protección diseñados para detectar la presencia de personas.
3. Resguardos móviles motorizados con dispositivo de enclavamiento diseñados para utilizarse como medida de protección en las máquinas consideradas en el Anexo IV, puntos 9, 10 y 11.
4. Bloques lógicos para desempeñar funciones de seguridad en máquinas.
5. Válvulas con medios adicionales para la detección de fallos y utilizadas para el control de los movimientos peligrosos de las máquinas.
6. Sistemas de extracción de las emisiones de las máquinas.
7. Resguardos y dispositivos de protección destinados a proteger a las personas contra elementos móviles implicados en el proceso en la máquina.
8. Dispositivos de control de carga y de control de movimientos en máquinas de elevación.
9. Sistemas para mantener a las personas en sus asientos.
10. Dispositivos de parada de emergencia.
11. Sistemas de descarga para impedir la generación de cargas electrostáticas potencialmente peligrosas.
12. Limitadores de energía y dispositivos de descarga mencionados en el Anexo I, puntos 1.5.7, 3.4.7 y 4.1.2.6.
13. Sistemas y dispositivos para reducir la emisión de ruido y de vibraciones.
14. Estructuras de protección en caso de vuelco (ROPS).
15. Estructuras de protección contra la caída de objetos (FOPS).



16. Dispositivos de mando a dos manos.
17. Componentes para máquinas diseñadas para la elevación y/o el descenso de personas entre distintos rellanos, incluidos en la siguiente lista:
- Dispositivos de bloqueo de las puertas de los rellanos.
  - Dispositivos para evitar la caída o los movimientos ascendentes incontrolados de la cabina.
  - Dispositivos para limitar el exceso de velocidad.
  - Amortiguadores por acumulación de energía: de carácter no lineal, o con amortiguación del retroceso.
  - Amortiguadores por disipación de energía.
  - Dispositivos de protección montados sobre los cilindros de los circuitos hidráulicos de potencia, cuando se utilicen como dispositivos para evitar la caída.
  - Dispositivos de protección eléctricos en forma de interruptores de seguridad que contengan componentes electrónicos.



## Comercialización

Primera puesta a disposición en la Comunidad Europea, mediante pago o de manera gratuita, de una máquina o de una quasi máquina, con vistas a su distribución o utilización.

## Fabricante

Persona física o jurídica que diseñe y/o fabrique una máquina o una quasi máquina cubierta por este Real Decreto y que sea responsable de la conformidad de dicha máquina o quasi máquina con este Real Decreto, con vistas a su comercialización, bajo su



propio nombre o su propia marca, o para su propio uso. En ausencia de un fabricante en el sentido indicado, se considerará fabricante cualquier persona física o jurídica que comercialice o ponga en servicio una máquina o una cuasi máquina cubierta por este Real Decreto.

## Representante autorizado

Persona física o jurídica establecida en la Comunidad Europea que haya recibido un mandato por escrito del fabricante para cumplir en su nombre la totalidad o parte de las obligaciones y formalidades relacionadas con este Real Decreto.

## Puesta en servicio

Primera utilización, de acuerdo con su uso previsto, en la Comunidad Europea, de una máquina cubierta por este Real Decreto.



## Norma armonizada

Especificación técnica, de carácter no obligatorio, adoptada por un organismo de normalización, a saber el Comité Europeo de Normalización (CEN), el Comité Europeo de Normalización Electrotécnica (CENELEC) o el Instituto Europeo de Normas de Telecomunicación (ETSI).

## Otras definiciones establecidas en el RD 1644/2008 (Anexo I)

*Peligro:* fuente de posible lesión o daño a la salud.

*Zona peligrosa:* cualquier zona dentro y/o alrededor de una máquina en la cual la presencia de una persona suponga un riesgo para su seguridad o salud.

*Persona expuesta:* cualquier persona que se encuentre, enteramente o en parte, en una zona peligrosa.

*Operador:* persona o personas encargadas de instalar, manejar, regular, mantener, limpiar, reparar o desplazar una máquina.

*Riesgo*: combinación de la probabilidad y la gravedad de una lesión o de un daño a la salud que pueda producirse en una situación peligrosa.

*Resguardo*: elemento de la máquina utilizado específicamente para proporcionar protección por medio de una barrera física.

*Dispositivo de protección*: dispositivo (distinto de un resguardo) que reduce el riesgo, por si solo o asociado con un resguardo.

*Uso previsto*: uso de la máquina de acuerdo con la información proporcionada en las instrucciones para la utilización.

*Mal uso razonablemente previsible*: uso de la máquina de una forma no propuesta en las instrucciones para la utilización, pero que puede resultar de un comportamiento humano fácilmente previsible.



## **Modificaciones y cambios en los requisitos esenciales de seguridad y de salud**

La *ergonomía* se desarrolla de manera pormenorizada:

1. Adaptarse a las diferencias morfológicas, de fuerza y de resistencia de los operadores.
2. Proporcionar espacio suficiente para los movimientos de las distintas partes del cuerpo del operador;
3. Evitar un ritmo de trabajo determinado por la máquina.
4. Evitar que la vigilancia requiera una concentración prolongada.
5. Adaptar el interfaz hombre-máquina a las características previsibles de los operadores.



## Puestos de mando

Los sistemas de mando se deben diseñar y fabricar de manera que se evite cualquier situación peligrosa. La novedad es la exigencia de que en los sistemas de mando inalámbricos (radio control) deberá producirse una parada automática cuando no se reciban las señales correctas de mando.

En los órganos de accionamiento se incide, sobre todo, en la puesta en marcha involuntaria, indicando la necesidad de implementar órganos de puesta en marcha en posiciones definidas con visualización adecuada de todas las zonas de riesgo.



Se señala que si por motivos de seguridad es necesario que la puesta en marcha y/o la parada se realicen con arreglo a una secuencia concreta, existirán dispositivos que garanticen que esas operaciones se realicen en el orden correcto.

## Parada normal

Cada puesto de trabajo estará provisto de un órgano de accionamiento que permita parar, en función de los peligros existentes, la totalidad o parte de las funciones de la máquina, de manera que la máquina quede en situación de seguridad.

La orden de parada de la máquina tendrá prioridad sobre las órdenes de puesta en marcha.

Una vez obtenida la parada de la máquina o de sus funciones peligrosas, se interrumpirá la alimentación de energía de los accionadores afectados.

## Parada operativa

Cuando por razones de funcionamiento se requiera una parada que no interrumpa la alimentación de energía a los accionadores, se supervisarán y conservarán las condiciones de parada.

En contraposición a las *paradas normales* en las paradas por razones de funcionamiento no se interrumpe la alimentación de energía a los accionadores.

## Parada de emergencia

De acuerdo con la normativa internacional se ha precisado la denominación utilizada hasta ahora de “dispositivos de desconexión de emergencia” sustituyéndola por la de “dispositivos de parada de emergencia”.

La función de parada debe estar disponible y operativa permanentemente.



Los dispositivos de parada de emergencia son para apoyar medidas de protección, no para sustituirlas.

## Selección de modos de mando o funcionamiento

Si en determinadas operaciones la máquina ha de poder funcionar con un resguardo desplazado o retirado o con un dispositivo de protección neutralizado, el selector de modo de mando o de funcionamiento deberá a la vez:

- ⊗ Desactivar todos los demás modos de mando o de funcionamiento. Ejemplo: consiguando el selector de modos de trabajo.
- ⊗ Autorizar el funcionamiento de las funciones peligrosas únicamente mediante órganos de accionamiento que requieran un accionamiento mantenido. Ejemplo: el accionamiento del movimiento sólo podrá ser realizado por pulsadores de pulsación continua o mediante funcionamiento a impulsos.
- ⊗ Autorizar el funcionamiento de las funciones peligrosas sólo en condiciones de riesgo reducido y evitando cualquier peligro derivado de una sucesión de secuencias. Ejemplo: reduciendo la velocidad de trabajo o implementando confirmaciones de proceso en cada secuencia.
- ⊗ Impedir que funcione cualquier función peligrosa mediante una acción voluntaria o involuntaria sobre los sensores de la máquina. Ejemplo: en modo manual se anulan todas las secuencias de alimentación o extracción de piezas.



## **Fallo de la alimentación de energía**

Se ha añadido como novedad que los fallos de alimentación de energía no deben variar los parámetros de la máquina de forma incontrolada, cuando tal variación pueda dar lugar a situaciones peligrosas.

## **Elementos móviles de transmisión y elementos móviles que intervienen en el trabajo**

Una parte de las modificaciones de ambos apartados son consecuencia de la modificación del apartado 1.4.2.2 en el Anexo I. Constituye una novedad la necesidad de decidir si es necesario o no un resguardo, lo que deberá ser valorado en el marco de una evaluación de riesgos. En el apartado 1.3.8.1 pueden ser necesarios además resguardos con enclavamiento, y en el caso del apartado 1.3.8.2 se puede renunciar a los mismos bajo determinadas circunstancias.

## **Riesgos debidos a movimientos no intencionados**

Los elementos de una máquina no podrán moverse de una forma incontrolada después de su parada por cualquier motivo que no sea una acción sobre los órganos de accionamiento.

## **Resguardos fijos**

Se ha añadido como novedad que los sistemas de fijación deberán permanecer unidos a los resguardos o a la máquina cuando se desmonten los resguardos.

## **Resguardos móviles con dispositivo de enclavamiento**

Desaparece la distinción de resguardos móviles tipo A y B y se sustituye con los requisitos aplicables a los resguardos con dispositivo de enclavamiento, *con o sin dispositivo de bloqueo*.

## Ruido

Se ha añadido que el nivel de ruido emitido podrá evaluarse tomando como referencia los datos de emisión comparativos de máquinas similares.

## Vibraciones

A las normas mínimas existentes hasta la fecha se ha añadido la referencia a datos de emisión comparativos, al igual que en el apartado 1.5.8 “Ruido”.

## Radiaciones

Se han desarrollado requisitos más detallados, diferenciando radiaciones no deseadas y radiaciones funcionales, ionizantes y no ionizantes.

## Riesgo de patinar, tropezar o caer

Se ha añadido que, en caso necesario, las máquinas deberán ir provistas de asideros fijos. Deberán estar adaptadas al usuario y garantizar su estabilidad.

## Rayos

Las máquinas que requieran protección contra los efectos de los rayos durante su utilización deberán estar equipadas con un sistema que permita conducir a tierra la carga eléctrica resultante.



## Información y señales de advertencia sobre la máquina

Este requisito no figuraba en el anterior Reglamento de Máquinas. La información y las señales de advertencia sobre la máquina se deben proporcionar, preferentemente, en forma de pictogramas o símbolos fácilmente comprensibles. Cualquier información o señal de advertencia escrita se expresará en la lengua oficial del Estado Miembro en el que se comercialice la máquina.





También es una novedad que, previa solicitud, estas informaciones puedan estar redactadas en cualquier idioma oficial comprendido por los operadores.

## Información y dispositivos de información

Se añade como novedad que las pantallas de visualización o cualesquiera otros medios de comunicación interactivos entre el operador y la máquina deberán ser de fácil comprensión y utilización.

## Marcado de las máquinas

Cada máquina llevará, de forma visible, legible e indeleble, como mínimo las indicaciones siguientes:

1. La razón social y la dirección completa del fabricante y, en su caso, de su representante autorizado.
2. La designación de la máquina.
3. El marcado CE (debiendo verse para ello lo que figura en el Anexo III del Real Decreto).
4. La designación de la serie o del modelo.
5. El número de serie, si existiera.
6. El año de fabricación, es decir, el año en el que finaliza el proceso de fabricación. Está prohibido indicar una fecha anterior o posterior en la máquina al aplicar el marcado CE.



Además, las máquinas diseñadas y fabricadas para utilizarse en una atmosfera potencialmente explosiva deben llevar el marcado correspondiente.

Cuando un elemento de la máquina deba ser manipulado durante su utilización, mediante aparatos de elevación, su masa deberá estar inscrita de forma legible, duradera y no ambigua.

## Manual de instrucciones

Cuando se comercialice y/o se ponga en servicio en España, cada máquina deberá ir acompañada de un manual de instrucciones, al menos en castellano.

No obstante, las instrucciones para el mantenimiento destinadas al personal especializado habilitado por el fabricante o su representante autorizado podrán ser suministradas en una sola de las lenguas de la Comunidad Europea que comprenda dicho personal especializado.

El manual de instrucciones estará redactado según los principios que se enumeran a continuación:

1. El contenido del manual de instrucciones no solamente deberá cubrir el uso previsto de la máquina, sino también tener en cuenta su mal uso razonablemente previsible.
2. En el caso de máquinas destinadas a usuarios no profesionales, en la redacción y la presentación del manual de instrucciones se tendrá en cuenta el nivel de formación general y la perspicacia que, razonablemente, pueda esperarse de dichos usuarios.



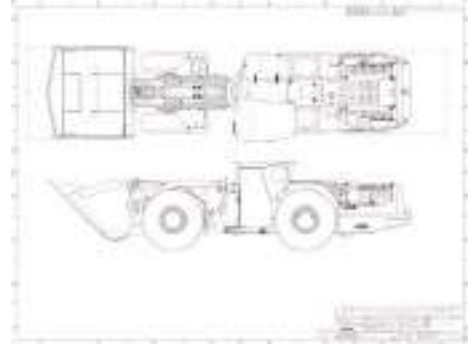
### Contenido del manual de instrucciones

Cada manual de instrucciones contendrá como mínimo, cuando proceda, la información siguiente:

1. La razón social y dirección completa del fabricante y de su representante autorizado.
2. La designación de la máquina, tal como se indique sobre la propia máquina.
3. La declaración CE de conformidad o un documento que exponga el contenido de dicha declaración y en el que figuren las indicaciones de la máquina sin que necesariamente deba incluir el número de serie y la firma.



4. Una descripción general de la máquina.
5. Los planos, diagramas, descripciones y explicaciones necesarias para el uso, el mantenimiento y la reparación de la máquina, así como para comprobar su correcto funcionamiento.
6. Una descripción de los puestos de trabajo que puedan ocupar los operadores.
7. Una descripción del uso previsto de la máquina.
8. Advertencias relativas a los modos en que no se debe utilizar la máquina que, por experiencia, pueden presentarse.
9. Las instrucciones de montaje, instalación y conexión, incluidos los planos, diagramas y medios de fijación y la designación del chasis o de la instalación en la que debe montarse la máquina.
10. Las instrucciones relativas a la instalación y al montaje, dirigidas a reducir el ruido y las vibraciones.
11. Las instrucciones relativas a la puesta en servicio y la utilización de la máquina y, en caso necesario, las instrucciones relativas a la formación de los operadores.
12. Información sobre los riesgos residuales que existan a pesar de las medidas de diseño inherentemente seguro, de las medidas de protección y de las medidas preventivas complementarias adoptadas.
13. Instrucciones acerca de las medidas preventivas que debe adoptar el usuario, incluyendo, cuando proceda, los equipos de protección individual a proporcionar.
14. Las características básicas de las herramientas que puedan acoplarse a la máquina.



15. Las condiciones en las que las máquinas responden al requisito de estabilidad durante su utilización, transporte, montaje, desmontaje, situación de fuera de servicio, ensayo o situación de avería previsible.
16. Instrucciones para que las operaciones de transporte, manutención y almacenamiento puedan realizarse con total seguridad, con indicación de la masa de la máquina y la de sus diversos elementos cuando, de forma regular, deban transportarse por separado.
17. El modo operativo que se ha de seguir en caso de accidente o de avería; si es probable que se produzca un bloqueo, el modo operativo que se ha de seguir para lograr el desbloqueo del equipo con total seguridad.
18. La descripción de las operaciones de reglaje y de mantenimiento que deben ser realizadas por el usuario, así como las medidas de mantenimiento preventivo que se han de cumplir.
19. Instrucciones diseñadas para permitir que el reglaje y el mantenimiento se realicen con total seguridad, incluidas las medidas preventivas que deben adoptarse durante este tipo de operaciones.
20. Las características de las piezas de recambio que deben utilizarse, cuando éstas afecten a la salud y seguridad de los operadores.
21. Indicaciones sobre el ruido aéreo emitido.
22. Cuando sea probable que la máquina emita radiaciones no ionizantes que puedan causar daños a las personas, en particular a las personas portadoras de dispositivos médicos implantables activos o inactivos, información sobre la radiación emitida para el operador y las personas expuestas.
23. Información publicitaria. La información publicitaria que describa la máquina no deberá contradecir al manual de instrucciones en lo que respecta a los aspectos de salud y seguridad. La información publicitaria que describa las características de funcionamiento de la máquina deberá contener la misma información que el manual de instrucciones acerca de las emisiones.



Se producen modificaciones esenciales en relación con la anterior legislación:

- ⊗ Cada máquina deberá ir acompañada en general de dos manuales de instrucciones. Por un lado, el llamado “Manual original”, y por otro una versión traducida a la lengua o lenguas del país donde vaya a ser utilizada, que deberá llevar por título “Traducción del manual original”.
- ⊗ La ampliación del concepto de “máquina” en el Artículo 1 de la Directiva conlleva que los siguientes productos deban poseer también un manual de instrucciones completo según exigencias de la Directiva:
  1. Los componentes de seguridad.
  2. Los medios de carga.
  3. Las cadenas, cables y cinchas.
  4. Los dispositivos amovibles de transmisión mecánica.

Por otra parte, los requisitos sobre el contenido de un manual de instrucciones han sido objeto de las siguientes precisiones y ampliados con las siguientes informaciones:

- ⊗ La declaración CE de conformidad o un documento de contenido equivalente.
- ⊗ Advertencias relativas a los modos que, por experiencia, pueden presentarse, en los que no se debe utilizar una máquina.
- ⊗ Información sobre los riesgos residuales que puedan existir todavía.
- ⊗ Instrucciones acerca de las medidas preventivas que debe adoptar el usuario, incluyendo los equipos de protección individual a prever.
- ⊗ Requisitos sobre la estabilidad de la máquina en todas las fases de su vida útil.
- ⊗ Indicaciones sobre el ruido aéreo emitido por la máquina.

## Modificaciones en los requisitos esenciales complementarios de seguridad y de salud para neutralizar los peligros debidos a la movilidad de las máquinas

### Asientos

Es obligatorio implementar un sistema de retención también en las máquinas equipadas con protecciones tipo FOPS y ROPS (estructuras de protección frente a deformación de la cabina por impacto o vuelco).

No se deberá implementar un sistema de retención si este aumenta el riesgo.

### Sistemas de mando

Como novedad se establecen requisitos para los mandos a distancia. En el caso de mando a distancia, cada unidad de mando deberá indicar claramente la máquina destinada a ser accionada desde dicha unidad.

El sistema de mando a distancia se debe diseñar y fabricar de modo que afecte sólo:

- A la máquina en cuestión.
- A las funciones en cuestión.
- La máquina controlada a distancia se debe diseñar y fabricar de modo que responda únicamente a las señales de las unidades de mando previstas.

Una máquina controlada a distancia deberá disponer de dispositivos para obtener la parada automática e inmediata de la máquina y para impedir un funcionamiento potencialmente peligroso en las situaciones siguientes:

- Si el conductor pierde el control.
- Si la máquina recibe una señal de parada.
- Cuando se detecte un fallo en una parte del sistema relativa a la seguridad.
- Cuando no se haya detectado una señal de validación durante un plazo especificado.



## Riesgo de volcar o de dar vueltas

Cuando en una máquina automotora con conductor, operadores u otras personas a bordo, exista riesgo de dar vueltas o de volcar, dicha máquina debe estar provista de una estructura de protección adecuada, salvo si ello incrementa el riesgo.

## Caída de objetos

Cuando en una máquina automotora con conductor, operadores u otras personas a bordo, exista un riesgo de caída de objetos o materiales, dicha máquina se debe diseñar y construir de modo que se tenga en cuenta dicho riesgo y esté provista, si el tamaño lo permite, de una estructura de protección adecuada.

## Transmisión de potencia entre la máquina automotora (o el tractor) y la máquina receptora

El resguardo que protege al dispositivo amovible de transmisión se debe poder abrir para acceder. Una vez instalado el resguardo, debe quedar espacio suficiente para evitar que el árbol de arrastre lo deteriore durante el movimiento de la máquina (o tractor).

## Emisiones de sustancias peligrosas

El operador debe estar protegido contra el riesgo de exposición a dichas emisiones peligrosas.

## Vibraciones

En el manual de instrucciones se indicará lo siguiente sobre las vibraciones que la máquina transmita al sistema mano-brazo o a todo el cuerpo:

- ⚙ El valor total de las vibraciones a las que esté expuesto el sistema mano-brazo cuando excedan de  $2,5 \text{ m/s}^2$ . Cuando este valor no exceda de  $2,5 \text{ m/s}^2$  se debe mencionar este hecho.
- ⚙ El valor cuadrático medio más elevado de la aceleración ponderada a la que esté expuesto todo el cuerpo, cuando este valor exceda de  $0,5 \text{ m/s}^2$ . Cuando este valor no exceda de  $0,5 \text{ m/s}^2$  se debe mencionar este hecho.

- ⊙ La incertidumbre de la medición. Se fijan también condiciones para los métodos de medición.

## Modificaciones en los requisitos esenciales complementarios de seguridad y de salud para neutralizar los peligros derivados de las operaciones de elevación

### Máquinas que comuniquen rellanos fijos

- ⊙ *Desplazamientos del habitáculo.* Los desplazamientos del habitáculo de una máquina que comunique rellanos fijos deben estar guiados por medios rígidos hacia los rellanos y en los mismos. Los sistemas de tijera se consideran también como guiado rígido.

- ⊙ *Acceso al habitáculo.* Cuando las personas tengan acceso al habitáculo, la máquina se debe diseñar y fabricar de modo que el habitáculo permanezca estático durante el acceso, en particular durante la carga y la descarga.



La máquina se debe diseñar y fabricar de modo que la diferencia de nivel entre el habitáculo y el rellano al que acceda no suponga un riesgo de tropezar.

- ⊙ *Riesgos debidos al contacto con el habitáculo en movimiento.* Cuando, durante la inspección o el mantenimiento exista riesgo de que las personas situadas por debajo o por encima del habitáculo queden aplastadas entre éste y cualquier elemento fijo, se debe dejar espacio libre suficiente, bien por medio de refugios físicos o bien por medio de dispositivos mecánicos de bloqueo del desplazamiento del habitáculo.
- ⊙ *Riesgos de caída de la carga fuera del habitáculo.* Cuando exista riesgo de caída de la carga fuera del habitáculo la máquina se debe diseñar y fabricar de manera que se evite dicho riesgo.
- ⊙ *Rellanos.* Se deben evitar los riesgos debidos al contacto de las personas situadas en los rellanos con el habitáculo en movimiento u otras partes móviles. Cuando





exista riesgo de que las personas caigan dentro del volumen recorrido cuando el habitáculo no esté presente en los rellanos, se deben instalar resguardos para evitar dicho riesgo. Dichos resguardos no deberán abrirse en dirección del volumen recorrido. Deben estar provistos de un dispositivo de enclavamiento y bloqueo controlado por la posición del habitáculo que impida:

- ✎ Los desplazamientos peligrosos del habitáculo mientras los resguardos no estén cerrados y bloqueados.
- ✎ La apertura peligrosa de un resguardo hasta que el habitáculo haya parado en el rellano correspondiente.

## Aptitud para el uso

Pasa de aplicarse a aparatos de accionamiento “motorizado” a ser de aplicación para todo tipo de máquinas de elevación.

Las pruebas estáticas y dinámicas se deben efectuar en todas las máquinas de elevación listas para su puesta en servicio.

## Accesorios de elevación

En el folleto de instrucciones se debe indicar también como novedad el coeficiente de prueba estática utilizado.

## Máquinas de elevación

En el folleto de instrucciones se debe indicar también, cuando proceda, un informe de ensayo en el que se detallen las pruebas estáticas y dinámicas efectuadas por o para el fabricante o su representante autorizado.



## Requisitos esenciales complementarios de seguridad y de salud para las máquinas destinadas a trabajos subterráneos

Las máquinas destinadas a trabajos subterráneos deben responder a todos los requisitos esenciales de seguridad y de salud descritos, de acuerdo con lo establecido en los Principios generales, y así mismo a los siguientes más específicos:

### Riesgos debidos a la falta de estabilidad

Los sostenimientos autodesplazables se deben diseñar y fabricar de modo que mantengan una dirección dada durante su desplazamiento y que no puedan deslizarse ni antes de la puesta en presión, ni durante ella, ni después de la descompresión. Deben disponer de puntos de anclaje para las placas de cabezal de los puntales hidráulicos individuales.

### Circulación

Los sostenimientos autodesplazables deben permitir que las personas circulen sin dificultades.

### Órganos de accionamiento

Los órganos de accionamiento para la aceleración y el frenado del desplazamiento de las máquinas móviles sobre raíles deben ser accionados con las manos. No obstante, los dispositivos de validación podrán accionarse con el pie.

Los órganos de accionamiento de los sostenimientos autodesplazables se deben diseñar, fabricar y disponer de forma que, durante las operaciones de desplazamiento, los operadores queden resguardados por un sostenimiento ya colocado.

Los órganos de accionamiento deben estar protegidos contra cualquier accionamiento involuntario.



## Parada

Las máquinas automotoras sobre raíles destinadas a ser utilizadas en trabajos subterráneos deben ir provistas de un dispositivo de validación que actúe sobre el circuito de mando del desplazamiento de la máquina, de modo que el desplazamiento quede detenido si el conductor deja de controlar el desplazamiento.

## Incendio

En función de los riesgos previstos por el fabricante, y cuando sus dimensiones así lo permitan, la máquina debe:

- Permitir la instalación de extintores fácilmente accesibles, o ir provista de sistemas de extinción que formen parte integrante de la máquina.
- El sistema de frenado de las máquinas destinadas a trabajos subterráneos se debe diseñar y fabricar de forma que no produzca chispas ni pueda provocar incendios.
- Las máquinas de motor de combustión interna destinadas a trabajos subterráneos deben estar equipadas exclusivamente con motores que utilicen un carburante de baja tensión de vapor y que no puedan producir chispas de origen eléctrico.

## Emisiones de escape

Las emisiones de escape de los motores de combustión interna no deben evacuarse hacia arriba.



### 3.3. REQUISITOS PARA EL DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y UTILIZACIÓN DE EQUIPOS, COMPONENTES Y SISTEMAS DE PROTECCIÓN PARA TRABAJAR EN ATMÓSFERAS POTENCIALMENTE EXPLOSIVAS

Los equipos, sistemas de protección y componentes destinados a operar en aquellas labores de minería subterránea en las que se pueden formar atmósferas explosivas deben cumplir unos requisitos, obtener una certificación y ser marcados conforme a las disposiciones dictadas por el Real Decreto 400/1996 que traspone la Directiva 94/9/CE (ATEX 100). De forma específica el alcance se extiende a:

- ⦿ Aparatos definidos como máquinas, materiales, dispositivos fijos y móviles, los órganos de control y la instrumentación, los sistemas de detección y prevención que, solos o combinados, se destinan a la producción, transporte, almacenamiento, medición, regulación, conversión de energía y transformación de materiales y que, por la fuentes de ignición que los caracterizan pueden desencadenar una explosión.
- ⦿ Sistemas de protección definidos como dispositivos, distintos de los componentes definidos anteriormente, cuya función es la de detener inmediatamente las explosiones incipientes y/o limitar la zona afectada por una explosión, y que se comercializan por separado como sistemas con funciones autónomas.
- ⦿ Dispositivos de seguridad, control y regulación previstos para su uso fuera de una atmósfera potencialmente explosiva pero requerida para el funcionamiento seguro de aparatos y sistemas de protección que están ubicados en ambientes explosivos.
- ⦿ Componentes definidos como las piezas que son esenciales para el funcionamiento seguro de los aparatos y sistemas de protección pero que no tienen función autónoma.



### 3.3.1. CLASIFICACIÓN DE LOS EQUIPOS PARA LAS ATMÓSFERAS EXPLOSIVAS

Las medidas aplicadas deben hacer las fuentes de ignición no peligrosas o deben reducir la posibilidad de que se produzcan fuentes de ignición efectiva.

Esto puede conseguirse mediante un diseño y construcción apropiados de los aparatos, sistemas de protección y componentes, mediante procedimientos operativos y también mediante dispositivos de medición y control apropiados. La amplitud de las medidas de protección depende de la probabilidad de que se produzca una atmósfera explosiva. Esto se consigue seleccionando entre las diferentes categorías de aparatos indicadas en la Directiva 94/9/CE. Estas categorías reflejan los requisitos para las diferentes zonas.

Los criterios que determinan la clasificación en categorías, por la probabilidad de que los equipos aporten una fuente de energía que desencadene una explosión, son los siguientes:

**Categoría MI:** comprende los equipos diseñados y, donde sea necesario, adecuados con medidas adicionales de protección, que son capaces de operar en conformidad con los parámetros de operación establecidos por el fabricante asegurando un nivel muy alto de protección.

Los equipos de esta categoría están destinados tanto a su uso en las instalaciones interiores de minería subterránea, como a su uso en aquellas zonas de las instalaciones de minería subterránea situadas en superficie que tienen peligro por presencia de grisú o de polvo combustible.

Los equipos de esta categoría deben permanecer operativos en presencia de una atmósfera explosiva, y se caracterizan por integrar medios de protección contra explosiones que:

- ⚙ En caso de fallo de una de las medidas integradas al menos una segunda medida garantiza un nivel de seguridad suficiente; o bien,



- ⦿ En caso de que se produzcan dos fallos independientes uno de otro se garantiza un nivel de seguridad suficiente.

**Categoría M2:** comprende los equipos diseñados para ser capaces de operar en conformidad con los parámetros operativos establecidos por el fabricante asegurando un nivel alto de protección.

Los equipos de esta categoría están destinados tanto a su uso en las instalaciones interiores de minería subterránea, como a su uso en aquellas zonas de las instalaciones de minería subterránea situadas en superficie, con probabilidad de peligro por presencia de grisú o de polvo combustible.

Los equipos de esta categoría deben poder ser desenergizados en presencia de una atmósfera explosiva.

Por tanto, también es previsible la existencia de atmósferas explosivas durante el funcionamiento de aparatos de la Categoría M2, ya que el corte de la alimentación quizá no se produzca de manera inmediata. Por consiguiente, es necesario incorporar unos medios de protección que ofrezcan un alto nivel de seguridad. Los medios de protección relativos a los productos de esta categoría ofrecen un nivel de seguridad suficiente durante el funcionamiento normal, incluso en condiciones de funcionamiento más problemáticas, en particular las que se derivan de un uso intenso del aparato y de un ambiente variable.

### **3.3.2. MEDIDAS A TOMAR PARA LA INSTALACIÓN DE EQUIPOS Y SU FUNCIONAMIENTO EN ATMÓSFERA EXPLOSIVA**

#### **Elección del equipo**

En principio, los equipos y sistemas de protección que sean utilizados en zonas donde puedan presentarse atmósferas explosivas serán elegidos de acuerdo con las categorías definidas en la Directiva 94/9/CE. Si son utilizados otros equipos éstos deben estar indicados en el Plan de Prevención contra la explosión, de acuerdo a la evaluación de riesgos.



- ⦿ Se permite hacer ciertas excepciones si la evaluación de los riesgos de explosión (propiedades materiales, procesos) indican que el riesgo potencial para los trabajadores y otras personas es mayor o menor que el normal. En tales casos, pueden asignarse diferentes categorías de equipos a las zonas.
- ⦿ Si la forma en la cual el equipo móvil es usado puede llevar a su utilización en áreas con diferentes peligros potenciales, deberán ser seleccionados teniendo en cuenta el caso más desfavorable. Se permiten ciertas excepciones si las medidas de tipo organizativo aseguran la seguridad de la operación.

## Información para la utilización

Esta cláusula especifica la información para el uso y mantenimiento que debe ser suministrada con el equipo, sistemas de protección y componentes. La información indicará claramente el grupo y categoría del equipo y sistema de protección e incluirá la información para su uso de acuerdo a lo establecido en la Directiva 94/9/CE.

Se prestará una especial atención respecto a la siguiente información:

- ⦿ Instrucciones relativas al funcionamiento normal, incluyendo el arranque y la parada.
- ⦿ Instrucciones relativas al mantenimiento periódico y la reparación incluyendo la apertura sin peligro del equipo, sistema de protección y componentes.
- ⦿ Instrucciones relativas a los requisitos para la limpieza, incluyendo la eliminación del polvo y los procedimientos de trabajo seguro.
- ⦿ Las instrucciones relativas a la identificación de averías y las acciones necesarias.
- ⦿ Instrucciones relativas a los ensayos de los aparatos, sistemas de protección y componentes después de una explosión.
- ⦿ Información sobre los riesgos que requieren una acción. Por ejemplo, se debe proporcionar información sobre la posible existencia de una atmósfera explosiva identificada como parte de la evaluación de riesgos para evitar que el operador u otra persona sea la causa de una fuente de ignición.

## Documentación

Deben estar disponibles los siguientes documentos actualizados:

- ⊗ La clasificación de las áreas peligrosas.
- ⊗ Grupo del material y categoría.
- ⊗ Registros suficientes para permitir que el equipo protegido contra explosión sea mantenido de acuerdo con su modo de protección.

## Cualificación del personal de inspección y mantenimiento

La inspección y mantenimiento de instalaciones se debe llevar a cabo solamente por personal experimentado cuya preparación haya incluido la instrucción sobre los distintos modos de protección y prácticas de instalación, normas y reglamentos aplicables y los principios generales de clasificación de áreas. Se deben dar regularmente cursos de repaso a todo el personal.

### 3.3.3. UTILIZACIÓN DE EQUIPOS EN CONDICIONES SEGURAS

Este apartado deberá reflejar que los equipos se utilizan en condiciones seguras con arreglo a las disposiciones de la Directiva 89/655/CEE (RD 1215/1997).

- ⊗ Todo equipo de trabajo deberá ser adecuado para prevenir el riesgo de explosión, tanto del equipo de trabajo como de las sustancias producidas, utilizadas o almacenadas por éste.
- ⊗ Los equipos de trabajo no deberán utilizarse de forma o en operaciones o en condiciones contraindicadas por el fabricante. Tampoco podrán utilizarse sin los elementos de protección previstos para la realización de las operaciones de que se trate.
- ⊗ En ambientes especiales tales como lugares con atmósferas explosivas, no se emplearán equipos de trabajo que en dicho entorno supongan un peligro para la seguridad de los trabajadores.





En este apartado se justificará la selección de cada equipo para su trabajo en cada área de riesgo en función de su categoría haciendo uso de unas tablas existentes a tal efecto. También deberán señalarse referencias a los planos de instalaciones eléctricas en los que debería estar incluida la clasificación en áreas de riesgo.

### **3.3.4. DOCUMENTACIÓN NECESARIA A MANTENER PARA LA UTILIZACIÓN DE EQUIPOS EN EMPLAZAMIENTOS MINEROS**

A continuación se expone una relación no exhaustiva de equipos para los que se señalan las distintas obligaciones documentales, teniendo en cuenta el período transitorio establecido por el RD 400/1996 por el que se traspone la Directiva 94/9/CE (ATEX 100), según el cual se admitió hasta el 30 de junio de 2003 la comercialización y puesta en servicio de aparatos y sistemas de protección conformes a la legislación anterior a ésta en dicha materia.

## **MÁQUINAS**

Para todas ellas se deberá disponer del Manual de Instrucciones correspondiente, y complementariamente la restante documentación según los casos:

### **En emplazamientos con grisú**

1. Declaración de conformidad CE y marcado CE en relación con la Directiva 98/37/CE (actualizada por la Directiva 2006/42/CE), de Máquinas. Marcado “Esta máquina está destinada para utilizarse en atmósferas explosivas”, o
2. Declaración CE de Conformidad y marcado CE en relación con la Directiva 98/37/CE, de Máquinas, y la Directiva 94/9/CE ATEX.

Para las máquinas nuevas será obligatoria la declaración de Conformidad y marcado CE en relación con la Directiva 98/37/CE, de Máquinas, y la Directiva 94/9/CE ATEX.

## En emplazamientos sin grisú

Declaración de conformidad CE y marcado CE en relación con la Directiva 98/37/CE, de Máquinas.

## EQUIPOS ELÉCTRICOS

Se trata de equipos tales como transformadores, luminarias y cofres de mando.

La documentación a mantener para todos estos equipos será el Manual de Instrucciones del equipo, y así mismo de manera complementaria según los casos:



## En emplazamientos con grisú

1. Declaración de Conformidad CE y marcado CE en relación a la Directiva 94/9/CE ATEX, o Certificado comunitario según la Directiva 82/130/CEE sobre material eléctrico para minas con grisú, o Certificado nacional emitido por un Laboratorio Oficial reconocido por el Ministerio de Industria.
2. Para los equipos nuevos será obligatoria la declaración de Conformidad y marcado CE en relación con la Directiva 94/9/CE ATEX.

## En emplazamientos sin grisú

Marcado CE en relación con las directivas 73/23/CEE de Baja Tensión (BT) y la Directiva 89/336/CEE de compatibilidad electromagnética (CEM).

## APARATOS DE MEDICIÓN QUE AFECTAN A LA SEGURIDAD

Por tales nos referimos a anemómetros, vibrómetros, detectores de gases (metano, CO, CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, etc.) y otros.

La documentación disponible de estos equipos habrá de ser su respectivo Manual de Instrucciones en aquellos casos en los que la Directiva de Máquinas o el reglamento aplicable así lo exijan, y de manera más específica:



## En emplazamientos con grisú

1. Declaración de conformidad CE y marcado en relación a la Directiva 94/9/CE, más certificado de calidad de la medida, o
  - ✂ Certificado comunitario según la Directiva 82/130/CEE sobre material eléctrico para minas con grisú, más certificado de calidad de la medida, o
  - ✂ Certificado nacional emitido por un Laboratorio Oficial reconocido por el Ministerio de Industria, más certificado de calidad de la medida.
2. Para los equipos nuevos será obligatoria la declaración de Conformidad y marcado CE en relación con la Directiva 94/9/CE ATEX.

## En emplazamientos sin grisú

1. Cuando sea aplicable, marcado CE en relación con las Directivas 73/23/CEE (Baja Tensión) y 89/336/CEE de compatibilidad electromagnética (CEM).
2. Certificado de calidad de la medida.

## EXPLOSORES

La documentación a mantener para estos materiales será:

1. Manual de Instrucciones en castellano del material.
2. Cuando sea aplicable, marcado CE en relación con las Directivas 73/23/CEE (Baja Tensión) y 89/336/CEE (Compatibilidad electromagnética).



## En emplazamientos con grisú

Certificado nacional emitido por un Laboratorio Oficial reconocido por el Ministerio de Industria, cualquiera que sea su lugar de utilización.

### En emplazamientos sin grisú

Certificado nacional emitido por un Laboratorio Oficial reconocido por el Ministerio de Industria, cualquiera que sea su lugar de utilización.

## OTROS MATERIALES

Dentro de este grupo se incluyen elementos tales como los conductos de ventilación no metálicos y las bandas de las cintas transportadoras.

La documentación de la que se debe disponer sobre estos materiales habrá de ser:

### En emplazamientos con grisú

Certificado nacional emitido por un Laboratorio Oficial reconocido por el Ministerio de Industria.

### En emplazamientos sin grisú

Certificado nacional emitido por un Laboratorio Oficial reconocido por el Ministerio de Industria, cualquiera que sea su lugar de utilización.

## 3.4. PUESTA EN SERVICIO DE EQUIPOS DE TRABAJO

Además de lo ya expuesto en páginas anteriores, la Orden ITC/1607/2009, de 9 de junio, *por la que se aprueba la Instrucción técnica complementaria 02.2.01 «Puesta en servicio, mantenimiento, reparación e inspección de equipos de trabajo»*, del Reglamento General de Normas **Básicas de** Seguridad Minera, establece una serie de requisitos para la puesta en servicio de las máquinas que se revisan resumidamente a continuación.

Según ello se establece que para la puesta a disposición de los trabajadores de equipos de trabajo, y antes de su puesta en servicio, el empresario deberá asegurarse de que adquiere y utiliza únicamente equipos que satisfagan todos los requisitos y



disposiciones legales que les sean de aplicación, y en particular las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización de los equipos de trabajo por los trabajadores establecidas en el RD 1215/1997.

Para ello es necesario que disponga de la documentación técnica que permita una correcta y segura instalación, utilización y mantenimiento. Esta documentación deberá estar redactada en una lengua oficial del área geográfica a la que se destina el equipo.

### **3.4.1. PROCEDIMIENTO PARA EQUIPOS EN SU PRIMERA PUESTA A DISPOSICIÓN DE LOS TRABAJADORES**

En el caso de equipos nuevos o evaluados como nuevos, el empresario deberá disponer de los siguientes documentos:

- a) El nombre o la marca de identificación y domicilio del suministrador o representante.
- b) La denominación e identificación del equipo de trabajo.
- c) La declaración de conformidad CE en español (y su versión original si procede), la declaración de conformidad nacional, o la resolución de homologación conforme a los procedimientos definidos en la ITC 12.0.01 «Evaluación de la conformidad de productos para uso en minería» del Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera, en virtud de lo establecido en el artículo 3.1.a) del Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio.
- d) Los documentos que permitan acreditar que el equipo cumple con lo dispuesto en el artículo 3.1.b) del Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio.
- e) Los documentos que permitan acreditar que se ha dado cumplimiento a los apartados 2, 3 y 4 del artículo 3 del Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio.



- f) El plan de mantenimiento establecido y los modelos de las fichas de inspección y comprobación previstas, de acuerdo con lo dispuesto en el apartado 3.1 de la parte A del anexo del Real Decreto 1389/1997, de 5 de septiembre, *por el que se aprueban las disposiciones mínimas destinadas a proteger la seguridad y la salud de los trabajadores en las actividades mineras*, con el fin de garantizar que los equipos de trabajo se conservan durante todo el tiempo de utilización en unas condiciones tales que satisfagan las disposiciones del Anexo I del Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, en virtud de lo establecido en el artículo 3.5 de dicho Real Decreto.
- g) Los documentos que permitan acreditar que se ha realizado la comprobación inicial del equipo exigida por el artículo 4.1 del Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, así como el procedimiento a seguir para dar cumplimiento a los apartados 2, 3, 4 y 5 del artículo 4 del citado Real Decreto.
- h) La evidencia de que el empresario ha proporcionado a los trabajadores la formación e información adecuada y de que ha garantizado su participación y consulta, en los términos establecidos en los artículos 5 y 6 del Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio.

### **3.4.2. PROCEDIMIENTOS PARTICULARES PARA EQUIPOS QUE YA HAN SIDO PUESTOS ANTERIORMENTE A DISPOSICIÓN DE LOS TRABAJADORES**

De acuerdo a lo establecido en la ITC 02.2.01, dentro de los equipos de trabajo que ya han sido puestos anteriormente a disposición de los trabajadores (equipos usados) se encuentran los siguientes:

1. Equipos usados cuya fecha de primera comercialización fue posterior a la entrada en vigor de las directivas europeas sobre comercialización en el ámbito de la seguridad industrial y, por lo tanto, sujetos al marcado CE.
2. Equipos usados sujetos a requisitos de utilización establecidos en la ITC 12.0.01 «Evaluación de la conformidad de productos para uso en minería» del Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera.



3. Equipos usados cuya fecha de primera comercialización fue anterior a la entrada en vigor de las directivas europeas sobre comercialización en el ámbito de la seguridad industrial y, por lo tanto, no sujetos al marcado CE.

## **Equipos que están en conformidad con los requisitos vigentes de puesta en el mercado**

Para la puesta a disposición de los trabajadores de los equipos de trabajo indicados en las categorías 1) y 2) definidas más arriba, además de los documentos referenciados en el apartado 3.4.1, donde la declaración de conformidad o la resolución de homologación mencionadas en su punto c) son las que se requerían en el momento de su primera comercialización, el empresario debe disponer de los siguientes documentos:

- a) Evidencia de la disponibilidad del historial de intervenciones de reparación y mantenimiento.
- b) Una declaración del suministrador en la que se asegure que:
  - i. El equipo ha sido mantenido al menos en las condiciones establecidas por el fabricante original, y
  - ii. Que no se han introducido modificaciones o reformas del mismo.

En el caso de no disponerse de estos dos documentos, el empresario someterá el equipo a una inspección detallada por parte de un taller de reparación de los recogidos en el apartado 4 de la ITC 02.2.01, o en el caso de maquinaria móvil o semimóvil, por parte de un organismo de control autorizado para inspección técnica de acuerdo con lo establecido en el apartado 5 de dicha ITC, que emita, junto con el informe de inspección, una declaración en la que se asegure que el equipo ha sido mantenido, al menos, en las condiciones establecidas por el fabricante, y que no se han efectuado reformas o modificaciones en el mismo.

## **Equipos que no están en conformidad con los requisitos vigentes de puesta en el mercado**

Sin perjuicio del cumplimiento de las disposiciones mínimas establecidas en el Anexo I del Real Decreto 1215/1997, los equipos de trabajo incluidos en la categoría 3) de las definidas al comienzo de este apartado, sólo podrán ponerse a disposición de los trabajadores si cumplen los siguientes requisitos:

- a) Su primera comercialización se produjo en un Estado miembro del Espacio Económico Europeo antes del final del período transitorio de las Directivas que le son de aplicación, y
- b) En su primera comercialización, el equipo cumplía los requisitos de comercialización nacionales del Estado miembro de la Unión Europea, y
- c) No ha sido objeto de retirada obligatoria del servicio por imposición de la autoridad competente del Estado miembro del Unión Europea del que provienen.



Para la puesta a disposición de los trabajadores de estos equipos de trabajo, además de los documentos referenciados en el apartado 3.4.1, a excepción de los previstos en el punto c), el empresario debe disponer de los siguientes:

- ⚙ Documentos donde se establecen las limitaciones intrínsecas de utilización que condicionan su posterior puesta a disposición de los trabajadores (por ejemplo, protección aportada por la cabina, IP de los equipos eléctricos, seguridad de los motores de combustión interna, categoría de conformidad para los equipos para atmósferas explosivas, etc.).
- ⚙ Acreditación del cumplimiento de las circunstancias señaladas en los epígrafes a), b) y c) que figuran más arriba.

De lo expuesto en los apartados anteriores de este capítulo y debido las funciones que tienen asignadas los técnicos en las industrias extractivas de interior, se evidencia la necesidad de que éstos dispongan de unos conocimientos acerca de la maquinaria y equipos de trabajo que se utilizan en las explotaciones mineras, imprescindibles para contribuir a garantizar la seguridad y salud de los trabajadores durante la utilización de los mismos. A continuación se describen de forma no exhaustiva una serie de equipos, máquinas y elementos de seguridad más usuales en explotaciones mineras de interior.





## 3.5. EQUIPOS EN MINERÍA DE CARBÓN

Cada tarea que se ejecuta en la minería subterránea de carbón conlleva la utilización de una serie de equipos de trabajo de los que el mando intermedio ha de conocer su funcionamiento, sus limitaciones técnicas y los distintos elementos y sistemas de seguridad asociados a los mismos.

En un principio todos estos datos deberían estar proporcionados por el fabricante de los equipos, tal y como se establece en el RD 1644/2008:

- ⊗ Las máquinas se deben diseñar y fabricar de manera que sean aptas para su función y para que se puedan manejar, regular y mantener sin riesgo para las personas cuando dichas operaciones se lleven a cabo en las condiciones previstas, pero también teniendo en cuenta cualquier mal uso razonablemente previsible.
- ⊗ En el manual de instrucciones se deben señalar al usuario los modos que, por experiencia, pueden presentarse en los que no se debe utilizar una máquina.
- ⊗ Las máquinas se deben diseñar y fabricar teniendo en cuenta las molestias que pueda sufrir el operador por el uso necesario o previsible de un equipo de protección individual.
- ⊗ Las máquinas deberán entregarse con todos los equipos y accesorios especiales imprescindibles para que se puedan regular, mantener y utilizar de manera segura.
- ⊗ Especialmente cuando se empleen fluidos, la máquina se diseñará y fabricará para evitar los riesgos provocados por el llenado, la utilización, la recuperación y la evacuación.

En cuanto a este último punto, recordar que algunos de los equipos de trabajo empleados en minería pueden disponer de elementos con capacidad para quedar energizados, bien por permanecer elementos en tensión, bien por la existencia de circuitos hidráulicos o neumáticos cuya presión ha de ser relajada antes de poder acceder a ellos; también por contener elementos accionados por muelles o resortes cuya energía almacenada tiene capacidad para provocar severas lesiones, en caso de que algún trabajador pudiera acceder a ellos sin tomar las medidas de seguridad necesarias.

Estos equipos de trabajo no siempre son conocidos, tal y como se establece en las disposiciones legales. En otras ocasiones no han sido mantenidos adecuadamente, o han sido comprados bajo condiciones un tanto especiales, o incluso se han extraviado los manuales de instrucciones, y se hace difícil proporcionar adecuadamente a los trabajadores las explicaciones necesarias para que el uso de las máquinas y herramientas se realice de forma que no comprometa su seguridad y salud durante su funcionamiento.

El conocimiento de los equipos de trabajo ayudará a prevenir que se produzcan situaciones de riesgo que puedan provocar daños a los trabajadores, y permitirá detectar situaciones peligrosas en distintos grados, corregirlas y, como no, implantar las acciones necesarias para que estas actuaciones no terminen siendo sólo aleatorias o puntuales, sino que se integren en la actividad preventiva habitual de la empresa.

En lo que sigue, llevaremos a cabo un recorrido por las principales características de algunos de los equipos de trabajo y herramientas de uso más frecuente en cualquier explotación minera carbonífera de interior:

- ⊙ Locomotora y vagón de mina.
- ⊙ Cuadros metálicos.
- ⊙ Cofre de tajo.
- ⊙ Ventilación secundaria.
- ⊙ Martillo picador (neumático) y mangueras.
- ⊙ Transportador blindado (páncer).
- ⊙ Cinta transportadora.
- ⊙ Maquinaria de arranque (cepillos, rozadoras).
- ⊙ Mampostas hidráulicas (estemples) y bastidores metálicos.
- ⊙ Entibación autodesplazable.
- ⊙ Basculadores, trituradoras, molinos, cribas, tolvas y alimentadores.
- ⊙ Cabrestantes.
- ⊙ Palas cargadoras sobre vía.
- ⊙ Martillo neumático de columna, barrenas y empujador.
- ⊙ Herramientas para colocación de vía. Elementos de vía.



### 3.5.1. LOCOMOTORA Y VAGÓN DE MINA

Un tractor o locomotora, en el ámbito minero, es un vehículo diseñado y destinado para el transporte de materiales o personas por arrastre sobre vía en galerías subterráneas en nivel (horizontales), de suave pendiente. Su conducción se hace en una cabina que viene dotada de los elementos de mando, control y seguridad necesarios.

Según la energía utilizada para su funcionamiento, suelen clasificarse en locomotoras diésel y locomotoras de batería de acumuladores.

Es un equipo generador de múltiples riesgos, por lo que exige que su uso sea restringido a personal dotado de la correspondiente autorización administrativa emitida por la Autoridad Minera competente.

#### **Locomotora diésel**

El hecho de que una máquina dotada de un motor de combustión interna pueda trabajar en un ambiente tan agresivo como el ambiente minero, donde existe el riesgo de explosión de metano y polvo de carbón, exige el cumplimiento de una serie de requerimientos y prescripciones que limitan su ámbito de funcionamiento a unas partes bien definidas de la explotación.

Este tipo de locomotoras está compuesto por un chasis, sobre el que se montan dos cabinas de accionamiento, una a cada lado del tractor que cumple la doble misión de facilitar al maquinista una visión correcta de la galería y generar una sensación de protección y confianza ante un accidente, o ante una influencia exterior desfavorable (cruce con otros trenes, vagones descarrilados fuera de la vía, etc.)

Entre las dos cabinas se intercala la parte motriz, formada por un motor diésel acondicionado para su uso en minería subterránea, con un sistema de protección en el sistema de aspiración de aire y un sistema de enfriamiento de los gases de escape que limitan su temperatura de salida al exterior hasta un máximo de unos 70°C.

Un dispositivo de detección de metano imposibilita su funcionamiento en caso de presencia de este gas en la atmósfera minera en un porcentaje prefijado.

El sistema de accionamiento entre motor y ruedas se hace mediante una transmisión hidráulica y un sistema reductor controlado por una palanca situada en la cabina de mando. El sistema de freno es accionado por el mismo conjunto hidráulico.

Como complemento, la locomotora va provista de un sistema electrónico de control que recoge los principales parámetros de funcionamiento, y que provoca la interrupción de la marcha del motor en caso de que aquellos se vean sobrepasados.

Tienen unas dimensiones bastante notables, con una longitud cercana a los 5 metros, lo que limita su uso a galerías con un arco mínimo de curva de vía de unos 10 metros.

Tienen una gran capacidad de arrastre y alcanzan velocidades de hasta 18 km/hora.

## Locomotora de acumuladores

La locomotora de acumuladores utiliza para su funcionamiento energía eléctrica que es proporcionada por una batería y transmitida a los ejes por un sistema controlador que acciona un motor eléctrico y regula la velocidad y potencia de la locomotora.

Existen diferentes modelos, adaptados a las diferentes necesidades de cada explotación, con peso en servicio desde los 2.000 kg hasta los 8.000 kg, con uno o dos motores de tracción, y capaces de alcanzar a plena carga, según modelos, velocidades de hasta 10 km/hora.

Las partes más diferenciadas de una locomotora de acumuladores son:



- ⊙ **Bastidor:** Estructura metálica exterior, construida en chapa de acero, suspendida mediante unos tacos de goma, y sobre la cual se colocan todas las demás partes de la locomotora. Soporta también un depósito de contención de arena, usada para conseguir una mayor adherencia entre ruedas y vía cuando sea necesario un gran esfuerzo de tracción, y en sus extremos se colocan unos parachoques con amortiguación por tacos de goma, para proteger contra choques y vibraciones todos los elementos de la locomotora y especialmente la batería.
- ⊙ **Batería:** está compuesta por varios elementos muy importantes desde el punto de vista de la seguridad: el cofre exterior, los acumuladores, la tapa y la placa tetrapolar.



El cofre exterior de la batería es un recipiente rectangular de un volumen considerable, que está construido en chapa de acero con un recubrimiento interior antiácido, generalmente de fibra de vidrio.

Dentro del mismo van alojados los elementos o acumuladores, en número variable, desde 30 elementos en tractores pequeños, hasta 54 en los modelos más grandes. Dentro se produce un proceso químico denominado “electrólisis”, que consiste en la descomposición química de determinadas sustancias fundidas o en solución mediante el paso de una corriente eléctrica. Las sustancias utilizadas son agua destilada y ácido sulfúrico en una proporción determinada.

Los elementos se disponen en conexión “en serie”, por lo que la energía eléctrica aportada se puede calcular fácilmente sumando la de cada una de los elementos, oscilando entre 60 y 108 voltios.

Un indicador de descarga de batería colocado en el interior de la cabina, ofrece información visual sobre el estado de la misma.

La tapa del cofre aísla los vasos de la atmósfera exterior. Ofrece protección antideflagrante y va equipada con paquetes antigrisú y rejillas de ventilación. Su colocación correcta ha de ser observada con especial interés, al igual que el estado de las rejillas de ventilación, no siendo conveniente usar una batería cuando se observa la falta de alguna.

La placa tetrapolar es el elemento de unión entre la batería y el motor del tractor. Posee una llave de corte de energía eléctrica, y en su interior van alojados los fusibles que protegen al sistema frente a una sobrecarga. Lleva un modo de protección antideflagrante

⦿ Frenos: Habitualmente las locomotoras de acumuladores vienen dotadas de un freno mecánico-manual a las cuatro llantas mediante zapatas, accionado por un volante unido a una cadena y unas transmisiones, aunque en algunos modelos también se instala freno de accionamiento hidráulico y también freno de emergencia tipo hombre-muerto. Es común, aunque desaconsejable, el frenado a contracorriente de los motores.

En los modelos dotados de freno hidráulico, la palanca de depresor está situada al lado de la bomba y sirve para desbloquear la locomotora. El circuito de freno tiene un depósito con un orificio en la parte superior para expansión del aceite,

que hay que mantener estanco para evitar que no se introduzca ninguna impureza que atasque el circuito de freno y disminuya las condiciones de seguridad.

- Motor: el motor o los motores (según los modelos) de las locomotoras de acumuladores van suspendidos del bastidor mediante un sistema de tirantes con tacos de goma. Son eléctricos y de corriente continua, construidos en carcasa de acero con protección antideflagrante y con transmisión directa al eje. La regulación de velocidad se consigue usando un variador de velocidad electrónico por tiristores, denominado en minería “controller”, de sencillo manejo. El operario tan sólo tiene que accionar un volante mediante giro y los diferentes circuitos se encargarán de regular la velocidad y la potencia de la locomotora.



- Alumbrado y señalización acústica: posee carácter obligatorio. Habitualmente el alumbrado consiste en dos focos, uno en cada sentido de la marcha, accionado por el maquinista mediante un interruptor situado en la cabina, y una señalización de posición.
- Botoneras de marcha-parada y pasamuros: construidas en fundición de hierro, con varias entradas de cable y protección antideflagrante. Los pasamuros permiten la conexión entre los cables y las distintas botoneras.

Las locomotoras de acumuladores permiten una transformación para su acoplamiento en tándem, operación que consiste en unir dos locomotoras para que ambas sean operadas por un único maquinista.

## Consignas en el manejo de tractores

Antes de subir a la locomotora:

- Revisar que todo esté en perfecto estado y que la locomotora dispone de todos los accesorios exigibles.
- Comprobar la perfecta colocación de la tapa de la batería.
- Comprobar el correcto funcionamiento de luces.



- ⦿ Es exigible conocer todas las DIS que afectan al puesto de trabajo.
- ⦿ Para sustituir un fusible fundido: cortar corriente; asegurarse que todas las partes están limpias y secas; no utilizar fusibles manipulados.

Al inicio de los trabajos:

- ⦿ No manipular un tractor si no se está autorizado para ello.
- ⦿ Comprobar el funcionamiento de los sistemas de frenado.
- ⦿ Revisar que todos los enganches entre vagones son correctos.
- ⦿ Durante el trabajo, no sacar ninguna parte del cuerpo fuera de los límites de la cabina.
- ⦿ No permitir que nadie se suba en la cabina.

Al finalizar los trabajos:

- ⦿ Dejar la locomotora en la cochera y guardar o entregar la llave o dispositivo de accionamiento.

## Vagones

Son los contenedores rodantes utilizados para el transporte de mineral, de materiales o de escombros desde su punto de generación hasta su destino, y en condiciones particulares son también los vehículos rodantes de transporte de personal desde una estación de recogida hasta los distintos lugares de trabajo.

Se componen de una caja de acero donde se realizan las operaciones de carga de mineral, escombros o materiales, y de un bastidor o chasis donde van alojadas las ruedas, los topes y los elementos de enganche usados para el arrastre.



Dentro de la actividad minera los vagones más usados son el vagón-tolva de 2.300 litros, el vagón de 900 y el de 1.100 litros, y por su coincidencia en el tiempo de trabajo y en la utilidad, podemos incluir como un tipo de vagón más la mesilla.

Las tolvas de transporte suelen emplearse de varios modelos y varias características dependiendo del uso final. Las más comunes son las del tipo TGH y las de modelo TU-23. La primera de ellas es de amplio uso en las operaciones de carga y basculado de carbones. Tiene su centro de gravedad algo desplazado hacia el lado de la compuerta y facilita el descargue final sin producir pegado de materiales en las paredes. Como contrapartida, presenta un riesgo mayor a la hora de encarrilar o al pasar por curvas pronunciadas o zonas de vías desniveladas. El otro modelo, el TU-23, presenta un fuerte efecto de inercia de giro al bascular, por lo que precisa que el punto de descarga por el lado de la compuerta está ligeramente más elevado. Es más adecuada para operaciones de relleno, pues el efecto de inercia tiende a facilitar que los escombros salgan empujados hacia el postaller.

La apertura de las tolvas se realiza bien sea con una palanca lateral, o con una barrilla diseñada para ello (en las tolvas TGH).

Cuando por su peso o su longitud excesiva los materiales no pueden ser transportados en vagones, se utilizan las mesillas. Sus particulares características exigen circular con una velocidad moderada que permita realizar una frenada sin cambios bruscos de velocidad o sin desplazamientos de la carga. También es conveniente intercalar entre la mesilla y la locomotora al menos un vagón para evitar que en caso de un desplazamiento intempestivo de la carga, ésta pueda invadir la cabina y lesionar al maquinista.

En el caso de materiales de gran longitud, no conviene realizar su transporte acompañado de otros materiales.

Como otros elementos accesorios, tanto en los vagones como en las locomotoras, se dispone habitualmente de los siguientes:

- **Encarriladera:** se trata de una pieza metálica en forma de cuña, usada para encarrilar vagones o locomotoras. Se coloca paralela al raíl de modo que la rueda ascienda por ella hasta alcanzar la altura del raíl, quedando el vagón en la vía al sobrepasarlo.
- **Tranca:** tubo, generalmente metálico, con empuñadura de madera que se introduce en un hueco de la rueda del vagón, de modo que al girar ésta la tranca se apoya en el chasis y evita que la rueda continúe girando. Se utiliza para controlar la inercia del tren y mantener éste estirado, con lo que se evitan golpes y topetazos que pueden hacer descarrilar algún elemento.





- ⊗ Estribo: plataforma que se cuelga del cuerpo del último vagón en su parte exterior y que sirve para que una persona puede ir sobre ella sin riesgo de caída.
- ⊗ Calzos: son cuñas de madera, con o sin mango, utilizadas para bloquear las ruedas de los elementos de transporte. Se colocan sobre el carril y estando el convoy parado.

## Consignas en las operaciones realizadas con vagones

- ⊗ Al enganchar o desenganchar las unidades de un tren se deberá actuar manteniendo las siguientes consideraciones: el enganche y desenganche ha de hacerse con el tren completamente parado. No se debe introducir parte alguna del cuerpo entre las unidades a enganchar o desenganchar.
- ⊗ En el caso de que el enganche se realice con sistema de gancho y anilla, la mano se colocará por debajo de los topes de las unidades, de modo que, en caso de un movimiento inesperado del tren, no se produjera el atrapamiento de la mano del operario entre los topes.
- ⊗ Si se realiza una operación de remolcado de tren con la locomotora colocada en una vía paralela, no podrá haber nadie entre ésta y el tren para evitar atrapamientos entre ambos, debido a un posible descarrilamiento, ni tampoco en las proximidades del remolque para evitar golpes ante posibles roturas o desenganches del mismo.
- ⊗ Atender las indicaciones en cuanto a composición de tren que marcan las DIS.
- ⊗ Para encarrilar un vagón vacío a mano o con palanca, se procederá a seguir las siguientes fases:
  1. Cortar el tren.
  2. Aislar el vagón descarrilado.
  3. Encarrilado de uno de los ejes a mano o con palanca.
  4. Encarrilado del segundo eje a mano o con palanca.
  5. Acercamiento de los vagones y enganche final.



### 3.5.2. CUADROS METÁLICOS

La entibación deslizante consiste en un conjunto de piezas metálicas con una forma determinada, unidas entre sí por unas grapas que permiten el deslizamiento de una pieza sobre otra cuando los esfuerzos longitudinales o transversales son excesivos. Su forma de  $\Omega$  (omega, que les da nombre) en sección transversal es la que les hace tener una elevada resistencia al pandeo.

Su colocación es simple y rápida, y no necesita la destreza en el manejo de herramientas clásicas como el hacha de mina, lo que también disminuye el riesgo de lesiones por cortes.

El terreno, una vez excavado, comienza a ejercer presión sobre la entibación. Si ésta es de madera o material rígido, a una presión determinada termina por romperse o deformarse perdiendo toda su capacidad portante (se agota). La entibación metálica deslizante presenta una mayor resistencia a los empujes de los hastiales permitiendo una convergencia muy grande de la sección de la galería, perdiendo sección pero conservando la forma inicial. Para ello se hace necesario que se respete el apriete de los tornillos recomendado por cada fabricante.

La entibación metálica deslizante permite ejecutar galerías de una sección mayor que las que se podrían trazar con otros sistemas anteriores de entibación, facilitando la colocación en las mismas de cintas transportadoras y la circulación de equipos de trabajo de gran volumen y capacidad de arranque que permiten mejorar el rendimiento y las condiciones de trabajo de las explotaciones mineras.

#### Tipos de cuadros usados habitualmente en minería

CUADROS NORMALIZADOS MÁS COMUNES			
TIPO	SECCIÓN (m <sup>2</sup> )	ALTURA MÁXIMA (mm)	ANCHURA MÁXIMA (mm)
1 U-A	5,8	2450	2690
1 U-B	5,9	2490	3000
2 U-A	9,0	2935	3600
2 U-B	9,4	2935	3800
3 U-B	14,65	3440	5000
450-C	12,4	3270	4500



El peso de cada unidad (cuadro + grapas) depende del tipo de acero empleado, siendo los modelos más comunes los de 16,5 kg/m, 21 kg/m y 29 kg/m.

Los cuadros en perfil  $\Omega$  suelen ser simétricos, salvo construcciones especiales, y normalmente se usan de 3 y de 4 elementos.

Los cuadros de 3 elementos permiten una gran versatilidad, pudiendo colocarse más o menos apuntados dependiendo de los empujes de techo, u ojivados en caso de presiones laterales importantes.



Los cuadros de 4 elementos consisten en 4 segmentos de igual longitud que permiten adaptarse bien al terreno. Son más fáciles de transportar por ser más cortos, y también resultan más fáciles de colocar.

La unión entre elementos se realiza mediante unas grapas de fijación denominadas grapa principal y grapa guía, solapadas un mínimo de 400 o 500 mm, colocadas con un par de apriete variable que puede ir desde los 25 a 30 m $\times$ kg para aceros de 21 kg/m, hasta de 35 a 40 m $\times$ kg para aceros de 29 kg/m. No obstante, han de seguirse siempre las instrucciones especificadas por el fabricante.

Otros tipos de unión entre elementos son las grapas de tipo “abarcón”, de menor peso y en forma de U.

### 3.5.3. EQUIPOS ELÉCTRICOS EN MINERÍA

La electricidad es el nombre que se le da a una de las formas de energía, que manifiesta su acción por fenómenos mecánicos, calóricos, luminosos, químicos, etc., y consiste en un fenómeno que se produce entre materiales, generalmente metálicos, merced a la movilidad de los electrones para desplazarse entre los núcleos de los átomos. Un átomo es la partícula de un elemento químico que forma la cantidad más pequeña que puede entrar en una combinación y está formado a su vez por un núcleo central donde se concentra la mayor parte de su masa y que tiene una carga eléctrica positiva, y una nube de electrones que giran a su alrededor y que tienen una carga eléctrica negativa.

La electricidad se genera a través de otras formas de energía, bien sea por frotamiento, por acción química, por acción térmica, por acción gravitatoria, por acción fotovoltaica, etc. y desde los centros de producción es transportada hasta los centros de consumo para su utilización como “combustible” para realizar un determinado trabajo, formando lo que denominamos un “circuito eléctrico”.

La electricidad ha facilitado la introducción de la mecanización en minería, con todas las ventajas que ello supone en cuanto a rentabilidad, productividad y mejora de las condiciones laborales, pero a su vez ha sido la causa de la aparición de nuevos riesgos como la electrocución, o al incremento de riesgo de accidente de otros que ya existían, como son los incendios y las explosiones.

Las características de la energía eléctrica vienen definidas por una serie de parámetros interrelacionados entre sí por ecuaciones matemáticas, de las que las más importantes son:

- ⦿ La resistencia eléctrica, cuya unidad de medida se denomina *ohmio* ( $\Omega$ ), representada por la letra R y que se mide con un aparato llamado *óhmetro*.
- ⦿ La intensidad de la corriente, que simboliza la cantidad de electrones que recorre un circuito eléctrico en una unidad de tiempo. Su unidad de medida se denomina *amperio* (A), se la representa con la letra I y se mide con un aparato llamado *amperímetro*.
- ⦿ La tensión, cuya unidad de medida se denomina *voltio* (V). Se la representa por la letra V y se mide con un aparato llamado *voltímetro*.

La ecuación matemática que interrelaciona estos tres parámetros es como sigue:

$$I = \frac{V}{R}$$

A esta ecuación se la denomina “Ley de Ohm”.

Otras variables que caracterizan la corriente eléctrica son la *potencia eléctrica*, la *capacidad* y el *consumo eléctrico*.

Las características con las que la energía eléctrica es suministrada por las empresas suministradoras difieren bastante de las necesarias en los centros de producción para la realización de los diferentes trabajos. Esta ha de ser adaptada para cumplir con unos



requisitos de carácter técnico (por ejemplo una determinada tensión), o de carácter legal (por ejemplo una determinada protección), con el objeto de que su utilización en una instalación pueda realizarse sin que se generen situaciones que en algún momento pongan en peligro la seguridad y salud de los trabajadores, principalmente debido a riesgos de electrocución, explosión o incendio mencionados anteriormente. La adaptación de la corriente se realiza con los equipos eléctricos que describimos a continuación.

Con el fin de que la pérdida de rendimiento en el transporte de energía eléctrica desde el exterior a lugares lejanos de interior sea la más baja posible, éste se realiza empleando tensiones muy altas (generalmente de unos 5.000 voltios). Por medio de un equipo denominado “subestación eléctrica”, que posee protección antideflagrante, se transforma a otra tensión más baja (generalmente de 500 o 1.000 voltios), de menos riesgo, y de empleo más fácil en los motores de las máquinas. Este equipo consta de tres partes principales: la *cabina de alta tensión*, donde llega la corriente del exterior; el *transformador*, donde la corriente eléctrica pasa de tener un valor alto a tener un valor más bajo predeterminado; y la *cabina de baja tensión*, donde van colocadas las salidas de los cables de baja tensión con los diferentes mecanismos de protección contra cortocircuitos, fallos de aislamiento y sobrecargas.

De la cabina de baja tensión, la corriente pasa a los “cofres de tajo”. Éstos son cajas de chapa de acero soldada que hacen de enlace entre la subestación eléctrica y los motores de las diferentes instalaciones, con dos partes diferenciadas denominadas compartimento superior e inferior, donde se alojan los cables de alimentación con los diferentes elementos de corte y control que describiremos posteriormente. También poseen protección antideflagrante. En el compartimento superior van colocadas la entrada del cable de alimentación general y las salidas a los diferentes motores, todo esto regulado por un seccionador que permite el corte de corriente en dirección a los equipos y una serie de paneles de control y medida que permiten evaluar el correcto funcionamiento de todos los dispositivos de seguridad. En el compartimento inferior van colocados los diferentes elementos de corte y control (contactores, relés, circuitos de vigilancia, fusibles). Este compartimento va dotado de un sistema de apertura con llaves especiales que no permite que pueda abrirse sin antes haber cortado la tensión con el seccionador.



En los cofres de tajo se alojan el circuito de fuerza y los circuitos de mando y accionamiento, protección, control y señalización.

El circuito de fuerza permite o impide el paso la corriente a los equipos de trabajo, según los requerimientos del operario mediante las órdenes dadas con los circuitos de mando y control.

Los circuitos de mando y accionamiento, protección y control, gestionan el paso de la corriente a través del circuito de fuerza mediante el uso de botoneras, fusibles y relés. Ambos trabajan con una tensión baja y pequeñas intensidades.

El circuito de señalización, indica el estado en que se encuentran los elementos que forman los circuitos de mando y control.

El grupo de mando y accionamiento está compuesto por los distintos elementos que permiten dar órdenes de parada y marcha mediante activación manual. Aunque van ubicados en el exterior de los cofres de tajo, están conectados a éstos mediante cables eléctricos de mando. Un ejemplo es la botonera de mando o el tirón de emergencia.



El grupo de elementos de protección es el encargado de detectar cortocircuitos, sobrecargas y defectos de aislamiento. Una vez detectada una anomalía se activan automáticamente protegiendo la instalación y protegiendo a los operarios. Son ejemplos de este grupo los fusibles, los relés térmicos y los contactores. Van alojados en el interior de los cofres de tajo.

El grupo de elementos de control está compuesto por los mecanismos que regulan variables como concentraciones de gases, detectores de nivel, etc. Al igual que los elementos de accionamiento van colocados en el exterior de los cofres de tajo, pero conectados a ellos mediante cables de control.

El grupo de elementos de señalización lo componen los mecanismos encargados de indicar el estado en que se encuentran los elementos de los circuitos de fuerza, mando y control. Un ejemplo de este grupo es la señalización acústica que nos informa de una operación de arranque. Pueden ir instalados dentro o fuera de los cofres de tajo.



Y del cofre de tajo la corriente eléctrica pasa a los motores eléctricos, que transforman la energía eléctrica en energía mecánica y desarrollan el trabajo para el que hayan sido diseñados.


























El manejo de cualquiera de los equipos anteriormente descritos exige un entrenamiento y una cualificación especial. Bajo ningún concepto deben ser manipulados ni abiertos por personal que no disponga de la correspondiente autorización por parte de la Autoridad Minera.

Ello no impide que el personal que esté trabajando en instalaciones dotadas de estos equipos de trabajo pueda ser entrenado para realizar un mantenimiento o un control de primer nivel consistente en el estudio y la interpretación de las indicaciones que se generen en los paneles de control y medida colocados en el compartimento superior del cofre de tajo, o una operación de corte de corriente ante la aparición de cualquier anomalía laboral o cualquier incidencia que ponga en riesgo las personas o las instalaciones.


A modo informativo, diremos también que el RGNBSM, en la ITC 09.0.03, distingue, para los Equipos Eléctricos, entre “grados de protección” y “modos de protección”.

Los **grados de protección** definen la protección de las personas contra un posible contacto con una parte bajo tensión, o de los materiales contra los efectos derivados del contacto con el agua o contra daños mecánicos. Se representan mediante dos letras seguidas de tres números (IP-XYZ).



1ª CÍTRIA PROTECCIÓN CONTRA OBJETOS Y CUERPO EXTRAÑOS		2ª CÍTRIA PROTECCIÓN CONTRA LESIONES		3ª CÍTRIA PROTECCIÓN MECÁNICA	
0	Sin protección	0	Sin protección	0	Sin protección
1	Protección contra cuerpos sólidos superiores a 50 mm 	1	Protección contra salidas verticales de gotas de agua 	1	Energía de choque = 0,225 J 
2	Protección contra cuerpos sólidos superiores a 12 mm 	2	Protección contra la caída de agua hasta 30° de la vertical 	3	Energía de choque = 0,500 J 
3	Protección contra cuerpos sólidos superiores a 2,5 mm (herramientas) 	3	Protección contra el agua de fuera hasta 60° de la vertical 	3	Energía de choque = 0,500 J 
4	Protección contra cuerpos sólidos superiores a 1 mm (herramientas finas) 	4	Protección contra las proyecciones de agua en todas las direcciones 	5	Energía de choque = 2,00 J 
5	Protección contra polvo 	5	Protección contra el lanzamiento de agua en todas las direcciones 	5	Energía de choque = 2,00 J 
6	Totalmente protegido contra polvo 	6	Protección contra el lanzamiento de agua dentro a los golpes de mar 	7	Energía de choque = 5,00 J 
		7	Protección contra la intemperie 	7	Energía de choque = 5,00 J 
		8	Protección contra los efectos prolongados de intemperie (alta presión) 	9	Energía de choque = 20,00 J 
				9	Energía de choque = 20,00 J 

Los **modos de protección** representan el diseño empleado para conseguir que un equipo pueda trabajar bajo un determinado nivel de peligrosidad minera. Estos modos de protección son los siguientes:

-  **Envoltente antideflagrante**, que indica que el diseño del equipo es tal, que en su encierro, la “envoltente” es capaz de soportar la deflagración de una mezcla gaseosa inflamable sin sufrir en su estructura y sin transmitirla al exterior. Se simboliza con la letra “d”.





- ⦿ *Seguridad Intrínseca*, que indica que una posible chispa que se produzca, es incapaz de inflamar una mezcla aire-grisú presente en la atmósfera. Se simboliza con la letra “i”.
- ⦿ *Sobrepresión Interna*, corresponde a que cuenta con un diseño tal que la presión existente dentro del mecanismo eléctrico es mayor que la exterior, impidiendo cualquier tipo de penetración. Se simboliza con la letra “p”.
- ⦿ *Relleno Pulverulento*, supone que todos los elementos de que pueden presentar riesgo y que integran el aparato eléctrico, se encuentran dentro de una masa aislante. Se simboliza con la letra “q”:
- ⦿ *Seguridad Aumentada*. Son aparatos que, por su método de construcción, disminuyen muy considerablemente el nivel de riesgo ya que hacen muy improbable la formación de chispas o el calentamiento en su interior. Se simboliza con la letra “e”.

Una adecuada formación de los usuarios de la instalación debe llevar además aparejado el diseño y la utilización de buenas prácticas mineras que incluyan la retirada de materiales depositados sobre los equipos, y que impiden una correcta refrigeración; un mantenimiento de los lugares donde están situados estos equipos para protegerlos contra caídas de materiales que puedan provocar roturas o aplastamientos; y buenos hábitos de limpieza, sobre todo en cuanto a mantener libres y no realizar almacenamiento de materiales combustibles en las cercanías de los equipos eléctricos, tales como madera o plásticos.

### **3.5.4. VENTILACIÓN. CONTROL DE LA VENTILACIÓN SECUNDARIA**

La ventilación de la mina tiene por objeto proporcionar aire suficiente tanto para permitir la respiración de todas las personas que se encuentran en ella, como para posibilitar la combustión de los motores de explosión; conseguir la dilución y dispersión de los gases nocivos y del polvo; y disminuir la temperatura del interior de las explotaciones, consiguiendo un ambiente de trabajo más cómodo.

La entrada de la corriente de ventilación habrá de hacerse necesariamente por un sitio diferente del de salida, excepto cuando estemos hablando de labores preparatorias.

En cuanto a las velocidades máximas y mínimas, la velocidad de la corriente de ventilación no será superior a 8 m/s en ningún lugar de la mina, e igualmente, la velocidad

de la corriente en cualquier lugar de una mina en actividad, no será nunca inferior a 0,2 m/s.

Podemos diferenciar entre ventilación natural y ventilación mecánica.

La **ventilación natural** es la que se realiza por diferencia de temperatura y presión atmosférica en distintas partes de la mina. Es frecuente en las minas de montaña y depende de la climatología, produciéndose inversiones en la corriente de aire y frecuentes variaciones de caudal.

Por sus características está prohibida, como método único, en las minas con riesgo de grisú. En éstas está reglamentado un sistema de ventilación principal que garantice las cifras de contenido en gases dentro de los límites establecidos.



Para evitar variaciones e inversiones la ventilación ha de ser siempre mecánica.

La **ventilación mecánica** puede obtenerse por depresión o por sobrepresión, siendo éstos dos métodos físicamente opuestos. Es independiente de la climatología. Tiene notables ventajas:

- ⦿ Se puede adaptar a las características específicas de cada tipo de explotación o labor.
- ⦿ En caso de incendio o existencia de gases nocivos, las zonas anteriores a los focos contaminados, estarán siempre libres de peligros.
- ⦿ Se puede regular temporalmente si las exigencias reglamentarias así lo indican.
- ⦿ Pueden mantenerse condiciones atmosféricas constantes, evitando inversiones y estancamientos ocasionales peligrosos.

No obstante, es preciso realizar controles periódicos o continuos en diferentes lugares de la mina que garanticen una correcta ventilación.

En lo que sigue nos referiremos exclusivamente a la ventilación mecánica.



La ventilación de una mina se obtiene creando una corriente de aire permanente a través de dos circuitos de ventilación: primario y secundario.

El circuito de **ventilación primaria** es aquél que recorre los lugares de trabajo de la mina, que tienen una entrada y una salida. El aire penetra por la planta inferior y allí se reparte entre los diferentes recortes, desde donde parten las corrientes de aire que ventilarán las explotaciones. Después de haberlas ventilado, estas corrientes se reúnen, formando la corriente de retorno de ventilación. Han de evitarse acumulaciones de cualquier tipo de productos en los circuitos de ventilación.



Para poder guiar estas corrientes de aire y evitar los cortocircuitos, se emplean las puertas de ventilación. Estas puertas deben ser estancas, empujadas por la corriente de aire a fin de que no se abran solas, y provistas de un sistema para que se cierren de manera autónoma. Las puertas estarán señalizadas, quedando prohibido la circulación simultánea de trenes y personal por la misma puerta, a no ser que dispongan de pasos distintos. Es además obligado que toda persona que abra una puerta se asegure que quede cerrada; bajo ningún pretexto se las dejará fijadas en posición abierta excepto durante el paso de trenes.

Las puertas de ventilación pueden ser de dos tipos:

- ⊗ Obturadoras, que impiden el paso del aire. Se instalan dobles y se abre una cuando la otra se cierra.
- ⊗ Reguladoras, que permiten el paso de cierta cantidad de aire.

Las puertas de ventilación han de permanecer siempre cerradas.

La **ventilación secundaria** por su parte tiene por fin enviar aire a los lugares donde la ventilación primaria no llega: explotaciones y galerías en fondo de saco, coronas, ángulos superiores de los tajos, etc.

Se realiza por medio de turbinas (eléctricas o neumáticas) y también puede ser conseguida por medio de difusores.

Al tratar de ventilar un lugar de trabajo con un difusor se ha de tener en cuenta que la cola de la tubería del mismo ha de estar colocada en el circuito de ventilación primaria, y la salida de aire muy próxima al lugar a ventilar.

Se utilizará ventilación secundaria a partir de 6 metros en las labores horizontales y de 4 metros en las labores ascendentes.

## Tipos de ventilación secundaria

Podemos distinguir tres tipos de ventilación secundaria: ventilación aspirante, donde el aire entra en el tubo de ventilación por la depresión provocada por una turbina colocada en su extremo; ventilación soplante, en la que el aire es expulsado contra el frente a bañar por el tubo de ventilación después de haber sido recogido por la fuerza de la turbina; y ventilación mixta, que es una combinación de ambas.



### a) Ventilación de los talleres de arranque

En un taller de arranque, los accesos y salidas de ventilación se dispondrán de forma que el aire bañe el frente del taller en toda su longitud. Es difícil conseguir que en esta operación parte de la ventilación se malgaste diluyéndose entre las labores ya explotadas. Para la eficacia de la ventilación, los rellenos deberán estar bien compactados, a fin de que el aire no se filtre a través de ellos y que en los mismos no se acumulen gases.

La ventilación de chimeneas, coladeros y contraataques dentro del taller se hará según DIS. En labores ascendentes en carbón se procurará que el chorro de aire sople activamente contra el carbón sin que otros objetos lo impidan.

### b) Ventilación secundaria en un frente de avance

Si el avance de la galería se realiza con el empleo de explosivos, la ventilación en el frente será soplante y su caudal será superior a  $0,1 \text{ m}^3/\text{s}$  por cada metro cuadrado de sección de galería.



Ejemplo: Para una galería de 9 m<sup>2</sup> de sección, el caudal de ventilación en el frente será de al menos 0,9 m<sup>3</sup>/s.

Si el avance es con máquinas de corte la ventilación puede ser aspirante, pero su boca debe situarse a menos de 2 metros del frente.

En los tramos en los que se solapan las tuberías (ventilación mixta), se mantendrá una circulación de aire mínima, en ese tramo de la galería, de caudal superior a 0,1 m<sup>3</sup>/s por cada metro cuadrado de sección de la galería.

## Precauciones y buenas prácticas mineras con el circuito de ventilación secundaria

- ⊗ Siempre que sea posible, mantener los ventiladores en cola.
- ⊗ No tapar, ni parcialmente, las tuberías en la ventilación secundaria.
- ⊗ No entrar en un fondo de saco si se observa que la ventilación secundaria está obstruida, taponada o cortada.
- ⊗ Mantener siempre funcionando las turbinas.
- ⊗ Si se observa una parada de la ventilación hay que salir del corte a un lugar ventilado y avisar al Vigilante.
- ⊗ En caso de ventilación auxiliar electrificada el personal debe seguir las instrucciones que haya recibido al respecto.
- ⊗ Comunicar los desperfectos o fugas que se observen.
- ⊗ La eficacia de la ventilación secundaria depende en gran parte de la distancia a la que se mantenga del frente de trabajo.



La legislación regula, a través del Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera (RGNBSM) y el desarrollo de las Instrucciones Técnicas Complementarias (ITCs), los siguientes aspectos relacionados con la ventilación primaria (en general, en labores con doble salida) y secundaria (en labores realizadas en fondo de saco):

- ⊗ Características de los máximos contenidos asumibles de agentes contaminantes.
- ⊗ Condiciones en que se han de realizar las medidas.
- ⊗ Modos de ventilación en el conjunto de la mina y en labores concretas por sus características específicas.

También en el RD 1389/1997, en su Anexo C, se recogen varias exigencias importantes para garantizar la calidad del aire:

*Cuando las sustancias nocivas se acumulen o puedan acumularse en la atmósfera, deberán adoptarse las medidas necesarias para: [...] diluir las acumulaciones de dichas sustancias, de forma que no exista riesgo para los trabajadores.*

*Todas las labores subterráneas de acceso autorizado deberán estar ventiladas de forma adecuada.*

*Deberá preverse una ventilación permanente para mantener con un margen suficiente de seguridad: una atmósfera sana; una atmósfera en la que estén controlados los riesgos de explosión y de polvos respirables; una atmósfera en la que las condiciones de trabajo sean las adecuadas durante el tiempo de trabajo, teniendo en cuenta los métodos aplicados y las condiciones a que están sometidos los trabajadores.*

*Se deberán tomar medidas para asegurar la estabilidad y continuidad de la ventilación.*

*La depresión de los ventiladores principales deberá ser vigilada de forma permanente y deberá instalarse una alarma automática para señalar las paradas intempestivas.*

*Deberá registrarse la medición periódica de los parámetros de la ventilación.*

*Deberá elaborarse un plano de la ventilación en el que se indiquen las características útiles de la misma, que deberá actualizarse periódicamente y estar disponible en el lugar de trabajo.*

### **3.5.5. EL MARTILLO NEUMÁTICO O MARTILLO PICADOR**

Se trata de un equipo de trabajo de accionamiento neumático en el que el movimiento de un pistón genera un movimiento percutor sobre la superficie del mineral, facilitando su rotura.



Son apropiados para la extracción y arranque de materiales en minería; demoliciones de hormigón, apertura de zanjas, etc. Incluso se les pueden acoplar herramientas de golpeo para su uso como elemento de limpieza de vagones, tolvas o cualquier tipo de labor de desincruste.

Existe una amplia variedad de estos equipos, los cuales, además de presentar los riesgos específicos propios de su utilización, presentan unos riesgos derivados de utilizar como energía de accionamiento el aire comprimido. Todos los martillos del taller están conectados a una red de aire comprimido, mediante una manguera flexible, y una vez que ha cumplido su cometido, deja escapar el aire a la atmósfera, lo que puede dar lugar a la aparición de riesgos que comentaremos al hablar de los accesorios.



Las variables que les caracterizan son su peso, su longitud, su consumo de aire y el número de golpes por minuto que son capaces de desarrollar.

Su elección ha de hacerse dependiendo de las características del terreno, de las condiciones de trabajo en el frente, de la contextura del mineral a arrancar, de la dificultad de acceso, de la dificultad de la posición del operario, de la presión del aire comprimido, etc., puesto que de otro modo se podría provocar un exceso de reacción en el picador, o quizá una pérdida de su poder de percusión, que en ambos casos afectaría al rendimiento, o contribuiría al deterioro de alguna pieza del equipo de trabajo.

**Peso:** desde el martillo ligero de 3,5 kg con empuñadura de aluminio, hasta los modelos pesados de casi 10 Kg, encontramos una gran variedad en el mercado: 3,5 kg; 5,5 kg; 8 kg; 8,5 kg; 9 kg; 9,5 kg; etc.

**Longitud (mm):** cercana al medio metro; casi todos oscilan entre 430 y 470 mm.

**Golpes/minuto:** variable según el modelo, desde los 3.800 golpes/minuto del pequeño modelo T-3 de 3,5 kg, hasta los 1.750 golpes/minuto del modelo BL-37. No obstante, el régimen normal oscila entre los 1.600 y los 2.000 golpes/minuto.

**Consumo de aire:** la medida del consumo de aire se realiza con los litros de aire consumidos por minuto (lpm) para una entrada de aire comprimido a una presión de

5 kg/cm<sup>2</sup>. A excepción del modelo T-3 de bajo consumo que tan sólo necesita un aporte de unos 350 lpm, el resto de equipos del mercado se mueve en un rango de consumo que oscila entre los 900 y los 1.200 lpm.

En el siguiente cuadro se muestran propiedades comparativas de diversos martillos de varios fabricantes, usados en minería:

MODELO	PESO (kg)	Golpes/min	CONSUMO (lpm)
FL-7	9	1800	900
M-37-B	8,5	1650	1100
BL-37	9,5	1750	1100
ML-33	5,5	2000	1150
T-3	3,5	3800	350
T-8000	8	1650	1200

El martillo, para ser operativo, necesita que se complemente con mangueras para transmitir de la manera más eficaz la presión del aire comprimido, barreras o picas con la dureza adecuada para disgregar el mineral sin romperse o desafilarse precipitadamente, y por supuesto también con un mantenimiento adecuado que de modo simple, con un engrase periódico y una limpieza puntual, puede prolongar la vida del equipo de trabajo y mejorar las condiciones laborales de quien lo usa.

### 3.5.6. MANGUERAS

Dentro de cualquier explotación minera es imprescindible usar elementos para la conducción de aire a una presión determinada para el funcionamiento de todos los equipos de accionamiento neumático, tanto los que se usan como herramienta de trabajo, como los que se usan para ventilación secundaria. Se hace necesario por tanto poseer un número mínimo de conocimientos acerca de las mangueras y de sus accesorios de acoplamiento, de modo que con ellos puedan eliminarse los múltiples riesgos que aparecen con su utilización, sobre todo si no son objeto de un correcto mantenimiento.

Una manguera es un tubo flexible que se utiliza para conducir un determinado fluido,





ya sea este aire, agua, líquidos de lubricación o combustibles diversos.

Se componen de un alma interior, construida habitualmente de caucho sintético, que tiene como principal cometido resistir las agresiones de los elementos (aceites, impurezas, polvo) que acompañan al fluido transportado hasta que se introducen en los equipos de trabajo. A continuación, el alma interior va seguida de un núcleo, compuesto de varias capas de fibras entrelazadas o incluso de acero trenzado para resistir las diferentes presiones generadas en el alma. Finalmente, un revestimiento exterior o cubierta diseñados para resistir los desgastes y abrasiones producidas en el medio de trabajo.

Pueden transportar fluidos a baja, media y alta presión, según las necesidades de trabajo.

Tradicionalmente vienen caracterizadas por un diámetro expresado en pulgadas.

Deben elegirse las mangueras flexibles más adecuadas a la presión y temperatura del aire comprimido, así como, en su caso, las que sean compatibles con el aceite de lubricación utilizado, para lo cual se recurrirá al fabricante, que proporcionará la recomendación específica. Igualmente, cuando se utilicen mangueras flexibles en medios con riesgo de atmósferas explosivas o con riesgo de incendio, se emplearán mangueras anti-electricidad estática.



## Limitaciones Técnicas en el uso del aire comprimido

- ⚙ Antes de realizar el acople de manguera de una máquina o herramienta de trabajo a una acometida de aire comprimido, deben purgarse las conducciones de aire para evitar la entrada de impurezas que impidan el correcto funcionamiento, o que sean capaces de causar averías en las mismas, y que puedan provocar lesiones en los trabajadores. Igualmente, se debe verificar al estado de tubos flexibles y manguitos de empalme, y se deben corregir bucles, codos o dobleces que obstaculicen el paso del aire.
- ⚙ Si es posible, se han de colocar las mangueras en soportes elevados para evitar tropiezos y desgastes innecesarios.

- ⦿ Las mangueras de aire no deben usarse nunca como elemento de limpieza de ropas que sean portadas por los trabajadores.
- ⦿ No deben realizarse bucles o dobleces en las mangueras para realizar cambios de herramienta o reparaciones en las mismas, sino cerrarse la llave del aire.
- ⦿ Deben estudiarse las operaciones a realizar para evitar posturas que puedan ocasionar el desacople de las herramientas de la manguera del aire.
- ⦿ Usar siempre los Equipos de Protección Individual que aconsejen los fabricantes o el Servicio de Prevención de la empresa.
- ⦿ Las fugas de aire en juntas y acoplamientos defectuosos deben ser reparados sin demora. En caso de rotura, la manguera puede salir disparada con gran fuerza.
- ⦿ No debe usarse nunca la fuerza del aire comprimido como método de expulsión de una pieza de su asiento. Deben usarse las manos o herramientas especiales.
- ⦿ Después de usar una máquina accionada por aire comprimido, debe cerrarse la válvula de alimentación de la misma.
- ⦿ Deben realizarse las operaciones de mantenimiento y engrase exigidas por el fabricante.

### 3.5.7. TRANSPORTADORES BLINDADOS

Los transportadores blindados son el medio de transporte ideal para los tajos de alto rendimiento, o para galerías que no tengan una longitud excesiva.

Se emplean en capas de carbón entre 0° y 35° de pendiente, con potencias regulares entre 0,8 y 3,5 metros (también puede usarse para potencias superiores), hastiales competentes y frentes de tajo entre 100 y 150 metros.

Su aplicación se extiende no sólo al campo de la minería, sino también a la construcción y obras públicas. Su fuerte adaptabilidad a cualquier circunstancia, la robustez de su construcción, su gran resistencia a condiciones adversas, golpes, choques o humedades, y su gran simplicidad de funcionamiento y mantenimiento, lo han convertido en el mejor medio de transporte de materiales para condiciones de extrema agresividad.



El arrastre del material se realiza mediante cadenas y racletas que se deslizan por una serie de canales que, aparte de hacer de guiadera para las cadenas y transportar el carbón arrancado, en algunos sistemas de explotación se usan para un guiado seguro de la máquina de arranque (rozadora o cepillo), y sirven además como elemento de apoyo y arrastre para las pilas de entibación unidas con el transportador cuando éstas avanzan.

Existen en diversas modalidades: de cadena lateral, de cadena central, mixto de triple cadena, asociado a machacadora, etc., cada uno con sus ventajas e inconvenientes. Por ejemplo, en los pánceres de cadena central no es posible el bloqueo por la disposición de la racleta y cadena, ya que la torsión se realiza fácilmente, mientras que con doble cadena lateral, en caso de bloqueo, la carga de tracción aumenta, concentrándose sobre una cadena, lo que origina su alargamiento o rotura. Otro ejemplo, los modelos de cadena central se adaptan mejor a las curvas, mientras que los de doble cadena lateral permiten un mejor transporte del material arrancado.



Habitualmente están constituidos por chapas de 1.500 mm de largo (igual que los escudos), y ancho y alto variables, dependiendo de la cantidad de material a transportar (en t/hora). También se utilizan en algunos casos canales de ajuste de 500, 700 o 1.000 mm de longitud que puedan montarse entre dos canales en cualquier punto del transportador; por ejemplo cuando la longitud de los tajos aumenta y se hace necesario ampliar el transportador e introducir nuevos elementos de entibación sin paralizar la producción.

Estas chapas o canales están constituidas por perfiles laterales en forma de sigma ( $\Sigma$ ), de diferentes espesores, altamente resistentes a la flexión, unidas por soldadura especial, con lo que se consigue una resistencia extraordinaria y un elevado número de horas de vida, que asegura la extracción de una cantidad importante de toneladas sin tener que someterlo a revisión general.

Cuando van instalados en los talleres de arranque, en el costado lateral y por el lado de la entibación va montada una escalera o cremallera sobre la que engranan los sistemas de movimiento de las rozadoras (ruedas dentadas, cadenas), o los sistemas de deslizamiento de los cepillos (cadenas y colchones), y lleva también una guía para alojar y proteger el cable eléctrico del sistema de arranque, cables de los mecanismos de

iluminación, voz, elementos de emergencia, etc. Para aumentar la sección transversal útil también se montan en las canales de transporte, chapas de realce atornilladas en el exterior del perfil sigma.

Por el lado del carbón van instaladas unas chapas especiales en forma de “L”, que facilitan el cargado de mineral al canal, y que a su vez sirven de apoyo a las rozadoras para el desplazamiento.

Todo el conjunto está considerablemente reforzado para que al unir este tipo de sistema de transporte a las entibaciones desplazables, pueda soportar los esfuerzos a que se somete cuando el transportador es ripado.

En sus extremos se instalan las estaciones de accionamiento y reenvío, con un tambor de arrastre con estrellas de cadena, acoplamiento rígido, grupo reductor y motor accionado generalmente a una tensión de 500 V, refrigerado todo ello habitualmente con agua.

Si el transportador es de longitud corta, la cadena retorna mediante una estación de reenvío que está unida directamente con el tren de cadenas. Para transportadores de una longitud de hasta 50 metros, y para transportadores repartidores, se suele usar una estación de reenvío tensable que se acciona mecánica o hidráulicamente, y que brinda la tensión necesaria en cada momento.

En labores de arranque tiene gran aplicación la explotación con rozadora sobre páncer y sostenimiento con escudos autodesplazables con hundimiento controlado del techo, así como la explotación con cepillo sobre páncer junto con entibación hidráulica individual, o metálica de fricción con bastidor metálico al techo, o con escudos autodesplazables, y también con hundimiento controlado del techo.

### **3.5.8. CINTAS TRANSPORTADORAS**

Son bandas sinfín que se mueven alrededor de dos tambores transportando el material de un lugar a otro de la instalación. Son máquinas de funcionamiento sencillo, que juegan un papel importantísimo en cualquier actividad industrial y a las que se les presta normalmente poca atención, siendo causa de muchos accidentes.



Una cinta transportadora tipo se compone de:

- ⦿ Banda: superficie sobre la cual se deposita el material. Normalmente son de goma o PVC.
- ⦿ Cabeza motriz: donde están situados los motores que producen el movimiento.
- ⦿ Tambor de reenvío o retorno: tambor situado en el extremo o cola de la cinta que gira arrastrado por el movimiento de la banda.
- ⦿ Estructura intermedia: estructura metálica modular que soporta la banda.
- ⦿ Estación de tensado: mantiene la tensión adecuada y facilita un correcto deslizamiento de la banda.
- ⦿ Elementos de control: son los mecanismos dispuestos en la cinta o instalación que se encargan del gobierno de la misma realizando funciones importantes de cara a la seguridad (parada de emergencia, desvíos de banda, etc.)

Describiremos brevemente cada una de las partes.

## La banda

La banda es la superficie sobre la cual se deposita el material a transportar y dependiendo de la clase del mismo nos encontramos con distintos componentes constituyentes, aunque los más utilizados son PVC y goma.

Las cintas de goma son las más utilizadas habitualmente. Se forman de una banda de goma de diferentes espesores dependiendo de la resistencia requerida. Será también función de este espesor requerido el número de tejidos o alma de la cinta (3, 4, 5, ó más capas).

El alma de estas bandas suele ser textil, y suele ir encapsulada dentro de la banda de tal forma que no pueda ser afectada por humedades y así no deteriorarse.

Tanto en las bandas de goma como en las de PVC se tendrán en cuenta los siguientes aspectos:

- 📌 Dureza de la goma (elasticidad).



- 📌 Número de capas.
- 📌 Espesor y resistencia al golpeo.
- 📌 Coeficientes de rozamiento.
- 📌 Comportamiento frente al agua o a otros productos consecuencia del agua y reactivos del material que transporte.
- 📌 Ignífuga o combustible (producción de CO y CO<sub>2</sub>).
- 📌 Fragmentación en el almacenamiento (cambios de temperatura, influencia de la luz solar).

Una ventaja de las bandas de goma sobre las de PVC es la posibilidad de hacer empalmes en frío (vulcanizado con pegamentos), que aunque de menor calidad son más rápidos. No obstante las bandas de PVC se están imponiendo por los avances en la investigación de los polímeros (Química Orgánica) y abaratamiento en los costes de producción para una misma calidad al cliente. Las bandas de PVC llevan un alma o tejido también plástico.

## Cabeza motriz

Los tambores motrices transmiten la energía necesaria para mover el material transformando un movimiento rotativo de los motores en uno lineal de la banda y están formados por 1, 2 ó varios rodillos motrices recubiertos de capa vulcanizada con el suficiente coeficiente de rozamiento para garantizar una diferencia de tensiones en la misma a la entrada y a la salida sin que se produzca deslizamiento.



Los tambores pueden estar situados en cabeza o no, en función de las necesidades del cálculo de la instalación. Suelen estar montados sobre un bastidor o esqueleto metálico construido en chapa de acero laminado, soldado y atornillado. Salvo en las zonas de asiento de los soportes de los diferentes tambores no se necesita un acabado fino. En ese bastidor van alojados los tambores de accionamiento, los auxiliares y un dispositivo de limpieza (rascador).



Los tambores auxiliares por lo general son lisos y contruidos en chapa de 10 mm, recubiertos igualmente de una capa de caucho para aumentar la adherencia con la banda de transporte.

El dispositivo de limpieza de la cabeza motriz va situado en la parte inferior del tambor y consta de un contrapeso o muelle que mantiene en tensión a una cuchilla recubierta de un trozo de banda que constantemente roza la banda de transporte eliminando los materiales que estén adheridos a ésta por humedad o apelmazamiento. Su función fundamental es mantener limpia la banda de elementos grandes o finos. Son regulables en su presión sobre la banda. Si no están bien regulados pueden ocasionar problemas y dañar la banda. Existe también otro dispositivo de limpieza situado en la estación de reenvío.

La cabeza motriz suele constar de:

1. Tambor de accionamiento con su eje
2. Cojinetes
3. Acoplamiento de baja velocidad
4. Reductor
5. Mecanismo antirretorno
6. Acoplamiento de alta velocidad
7. Freno
8. Acoplamiento hidráulico
9. Motor

## **Tambor de retorno**

Es el tambor situado en el extremo o cola de la cinta, montado sobre cojinetes en la estructura metálica. Es de similares características a las del tambor motriz y gira de forma “loca” arrastrado por el movimiento de la banda. En su proximidad va montado un rascador de limpieza. Este rascador es importante que permanezca en

todo momento actuando de forma eficaz ya que con ello se evitará la acumulación de materiales en las proximidades del tambor y además impedirá que los finos que pasen en la cinta por efectos de la vibración y roce con los rodillos se vayan acumulando a lo largo de la instalación.

## Estructura intermedia

Es una estructura metálica modular, compuesta por largueros o bastidores, con estaciones para los rodillos superiores, y estaciones de rodillos inferiores o de retorno. Normalmente va apoyada por medio de pedestales en el suelo cada cierto número de metros sobre bases de hormigón construidas a tal efecto en el caso de cintas fijas.

Sobre esta estructura también se fijan las estaciones auto-centradoras de banda tanto inferiores como superiores, además de los mecanismos de parada de emergencia, los desvíos y los de la propia estructura.

Los rodillos van instalados a lo largo de toda la estructura intermedia de la cinta transportadora, tanto por su parte superior como por su parte inferior.

Los rodillos, aparte de mantener la banda lo más horizontal posible (eliminan la catenaria), permiten, por el movimiento de sus ejes sobre diversos husillos corregir desplazamientos laterales de la banda y disminuir el rozamiento con los elementos fijos de la estructura intermedia. Lo normal es que estén dotados de rodamientos estancos que vengan de fábrica engrasados de por vida.



## Estación de tensado

Los dispositivos de tensado de banda tienen como principal función evitar el deslizamiento de la banda sobre los rodillos por un excesivo destense.

Dependiendo de las características de la cinta como pueden ser su longitud, pendiente, anchura de banda, etc. podemos encontrarnos ante diferentes formas o mecanismos de tensado.





Su función primordial es:

- ⊗ Mantener la tensión adecuada en la banda y evitar el deslizamiento en los tambores.
- ⊗ Disponer de una reserva de banda que pueda:
  - 📌 Facilitar la maniobra de tensado de la cinta.
  - 📌 No tener que añadir tramos cada vez que se hace necesario realizar un empalme.

El mecanismo más sencillo es el tensor de husillo. Se utiliza normalmente para cintas pequeñas y consta de un tornillo montado sobre la estructura y que desplaza uno de los rodillos provocando la tensión de la banda.

Para cintas más robustas se utiliza normalmente el sistema de carro tensor o contrapeso.

El carro tensor consta de un bastidor sobre el cual van fijadas unas guideras sobre las que se desplaza un carro movido por un cabrestante u otro mecanismo de tensión para provocar el desplazamiento necesario.

Cuando el sistema es un contrapeso se sustituye el carro tensor por un mecanismo de poleas que permite mediante cables mantener la tensión de la cinta por la acción de un peso suspendido que provoca la tracción necesaria al tambor de tensado.

Estos dos sistemas de contrapeso y carro tensor mantienen de forma automática la tensión de la banda dentro de los parámetros adecuados siendo solamente necesario controlar que el carro o contrapeso pueda seguir deslizándose por las guideras y no se acabe la carrera disponible al ir aumentando la banda su longitud debido a los estiramientos producidos por el uso y desgaste de la misma.

Otro sistema adoptado en algunas instalaciones cuenta con un sensor dinamométrico al que previamente se le ha marcado la tensión requerida y que proporciona una respuesta automática al carro por medio de un mecanismo electromecánico.

Se encuentra compuesto por:

- ⊗ Cable de acero (acorde con peso del contrapeso).
- ⊗ Contrapeso con el tonelaje necesario para tensionar la banda.
- ⊗ Poleas de reenvío.
- ⊗ Carro de tensado móvil con rodillo y guías.

El segundo responde a los parámetros que le damos al sistema de control o relés. Se tensiona según tiempos y tensiones.

## Elementos de control de la cinta

### El mando de parada y arranque

El mando de parada y arranque es el elemento que sirve para dar orden de maniobra (marcha, parada, emergencia, etc.) de las cintas transportadoras.

La cinta debe ponerse en funcionamiento únicamente desde el mando de puesta en marcha y por medio de una acción voluntaria.

La normativa exige que el operador del equipo deberá poder cerciorarse desde el puesto de mando donde se arranca la cinta de la ausencia de personas en las zonas peligrosas, y si esto no fuera posible o no existe un control visual, la puesta en marcha deberá ir siempre precedida automáticamente de un sistema de alerta, tal como una señal acústica o visual, que advierta del peligro con anterioridad a iniciarse el movimiento.



El trabajador expuesto deberá de disponer del tiempo y de los medios suficientes para sustraerse rápidamente a los riesgos provocados por la puesta en marcha o la detención del equipo de trabajo.

Lo habitual es que una cinta, como ya se ha comentado, nunca trabaje de forma aislada sino asociada a otras o a elementos de la instalación, por lo que la orden de arranque debe ser siempre posterior al elemento sobre el que va a verter el material que transporta y la parada a la inversa para asegurar que el material no siga cayendo una vez haya sido detenido el elemento posterior.

Para evitar que de forma inadvertida se puedan cometer errores en la secuencia de arranque o en la parada, las cintas suelen estar enclavadas eléctricamente de forma que el sistema actúa de forma automática y la parada de uno de los elementos de la instalación provoca la parada de todo lo situado aguas arriba.



## La parada de emergencia

Bajo este concepto se engloban todos aquellos dispositivos que mediante una acción voluntaria detienen la máquina en condiciones de seguridad lo más rápidamente posible en caso de necesidad o de no funcionamiento de las protecciones.

Los dispositivos de Paro de emergencia van conectados generalmente al circuito de seguridad de la máquina o de la planta y son de particular importancia en términos de control del sistema por éste. En caso de fallo o de accidente, la seguridad de la función y la rápida accesibilidad del dispositivo de Paro de emergencia pueden ser cruciales para salvar una vida, limitando el grado de agresión al personal, o la extensión de daños a la máquina. Las nuevas exigencias se sitúan en el modo de operación de estos dispositivos de mando, mediante la nueva norma armonizada europea EN 418 dirigida a los aspectos funcionales y recomendaciones para la disposición del equipo de Paro de emergencia.

Además, se trata de un elemento de seguridad obligatorio en toda instalación, como así establece el RD 1435/1992 en su Anexo I:

*“Cada máquina estará provista de uno o varios dispositivos de parada de emergencia por medio de los cuales se puedan evitar situaciones peligrosas que puedan producirse de forma inminente o que se estén produciendo”*

Si la cinta tiene una longitud pequeña la parada de emergencia puede estar situada en la cabeza motriz, cabeza de reenvío y lugares intermedios, accionándose por medio de pulsadores del tipo seta de color rojo, pero lo habitual y lo más efectivo es que se pueda acceder a la misma a lo largo de toda la cinta por medio de mecanismos conectados entre sí a través de un cable de acero que permite su accionamiento desde cualquier punto de la cinta (cable tirón o tireta de emergencia).

Como norma general tiene que cumplir:

- ⊗ Tener órganos de accionamiento identificables, muy visibles y rápidamente accesibles.
- ⊗ Provocar la parada en el menor tiempo posible y sin crear nuevos riesgos.
- ⊗ Una vez accionado deberá quedar bloqueado y generar una orden de parada de la máquina.

- ⦿ Para realizar el desbloqueo habrá que realizar una maniobra determinada y este desbloqueo no deberá poner en marcha la máquina, sino sólo autorizar que pueda volver a arrancar.
- ⦿ En general el color identificativo de la parada de emergencia será el color rojo.



Los interruptores de paro de emergencia por tracción de cable se sitúan en posición operativa mediante un pre-tensado del cable, logrando así que los contactos estén cerrados. Tienen además un control contra la rotura del cable. Tanto al efectuar una tracción del cable como en caso de rotura del mismo, los contactos pasan a la posición de abiertos cortando tensión y provocando la parada y sólo pueden volver a la posición operativa mediante un rearme.

Es requisito obligatorio que una vez accionado el órgano de parada de emergencia y detenida la cinta esta orden deberá mantenerse mediante bloqueo, y el desbloqueo no deberá volver a poner en marcha la máquina sino sólo autorizar que pueda volver a arrancar con el mando de puesta en marcha correspondiente.

Si se trata de cintas o instalaciones diseñadas para funcionar solidariamente, la parada de emergencia deberá detener no sólo la cinta en cuestión sino todos los equipos situados antes o después, si el hecho de que sigan funcionando pudiera constituir un peligro.

### **Los desvíos de banda**

Son mecanismos distribuidos a pares, normalmente a lo largo y en los extremos de la cinta, que detectan la desalineación de la banda provocando la alarma o la parada de la misma.

Su funcionamiento puede ser de tipo mecánico, de manera que cuando la cinta los presiona al desviarse activan un interruptor que manda la señal, y los más avanzados que disponen de sensores capacitivos de proximidad que detectan una rotura o desalineación de la banda y mandan una señal al panel de control, el cual provee señales para condiciones de alarma y parada en seco.



## Detectores de gases

Los detectores de gases son obligatorios en minería de interior y en todos aquellos lugares en los que pueda existir la posibilidad de emanación de gases tóxicos y su evacuación no esté totalmente garantizada. Estos dispositivos proporcionan una lectura continua de gases en la atmósfera circundante y ante la presencia de éstos por encima de unos valores establecidos por la legislación actúan realizando la parada de la cinta o de toda la instalación.

Los gases más frecuentes a controlar son CO y CO<sub>2</sub> producto de las combustiones incompletas. Se colocan en la proximidad de la cabeza motriz y en el reenvío donde suelen ser más frecuentes la generación de estos gases por fricción de la banda con alguna parte de la estructura o con materiales transportados que produzcan un atranque en cabeza de descarga o en el tambor de reenvío.

## Detectores de deslizamiento o control de velocidad

Estos mecanismos tienen como finalidad controlar la rotura de la banda que esté floja o con mucha humedad y como consecuencia patine, con el riesgo de combustión de la banda o generación de CO y CO<sub>2</sub>.

Algunos modelos utilizan un rodillo de subvelocidad que debe controlar la velocidad de la cinta respecto del movimiento normal o anormal del tambor motriz.

El mecanismo viene regulado por un temporizador conectado con el sistema de control de la cinta, de modo que si existe un desfase entre la relación de velocidad entre el tambor motriz y el control de velocidad de la banda durante un tiempo determinado se produce automáticamente la parada de la cinta transportadora afectada, y de todas las que se encuentren posteriormente en el circuito.

## Sondas de llenado o de nivel

Son dispositivos que a veces se colocan en sitios estratégicos donde es posible que se produzcan derrames de material (lugares de transferencia, descargas o almacenamiento). Estos mecanismos detectan de diversas formas el llenado de material en lugares a donde no debe llegar éste en condiciones normales y provocan la parada de la cinta que vierte en el lugar donde están colocados.



### 3.5.9. MAQUINARIA DE ARRANQUE (CEPILLOS, ROZADORAS)

La mecanización de las minas ha llevado consigo la aparición de diferentes equipos de trabajo que han permitido conseguir unos niveles de producción mucho mayores que los conseguidos con métodos convencionales, y que a su vez han contribuido a disminuir los accidentes, generalmente traumáticos, en los talleres de arranque. Los más destacables por su desarrollo y su amplia utilización son la rozadora, en sus diferentes modalidades, y el cepillo.

Una **rozadora** es una máquina accionada por energía eléctrica o neumática, utilizada para el arranque del mineral, de tamaño variable, que consta de un cuerpo central montado sobre un bastidor o colchón, que dependiendo del buzamiento de la capa para la que haya sido diseñada, puede ir apoyada sobre un páncer o transportador blindado, o sobre uno de los hastiales del taller, según que la pendiente no sea suficiente para hacer descender el mineral por sí solo, o si el mineral es capaz de descender por gravedad. A este cuerpo se unen, mediante brazos desplazables, dos tambores que giran perpendiculares al frente de explotación, empleándose habitualmente uno de los tambores para la roza del techo, y el otro para dejar libre el muro de la capa.



La operación de arranque del mineral se realiza por el desplazamiento de la rozadora a través del taller en rebanadas que tienen un ancho similar al de los tambores. Es lo que se denomina “roza”.

Son muy eficaces en rocas blandas y homogéneas que tengan hastiales con una cierta regularidad, al menos en el muro, y la potencia idónea de explotación es de 1 a 2,5 metros.

Existen muchos modelos y versiones dependiendo de la potencia, del elemento de corte, del sistema de movimiento, etc. Las más empleadas utilizan como elemento rozador en el tambor picas engarzadas, de forma de cuchilla o de forma cilíndrica.

Los brazos pueden ser completamente rígidos, o pueden tener una articulación que les permite subir o bajar una cierta inclinación. Las de brazo rígido están en desuso,



siendo de mayor implantación aquellas doblemente articuladas que permiten limpiar irregularidades en el muro con una inclinación de unos 50° por debajo de la rasante del taller.

Si la pendiente de la capa es lo suficientemente grande para que el mineral descienda por gravedad, el equipo de trabajo viene compuesto por la rozadora propiamente dicha y por un cabrestante.

El cabrestante es una parte del equipo de trabajo constituido por uno o varios tambores y una polea en la que se enrolla por tracción un cable encargado de provocar el movimiento ascendente, y que a su vez lleva unido por medio de unas grapas especiales los conductos de energía que accionan los rodillos. Al igual que la rozadora es accionado por un motor que puede ser tanto eléctrico, como neumático o hidráulico.

Como medida de seguridad adicional, el cable de arrastre, también llamado de trabajo, va acompañado de otro cable de menor resistencia a la rotura llamado cable de seguridad.

A medida que la rozadora va deshullando la capa, un operario maneja y vigila su ascenso y descenso, y otro se encarga de colocar o retirar las correspondientes grapas.

Si la pendiente de la capa no permite que el mineral descienda por gravedad, el equipo ha de complementarse con un transportador blindado (páncer).

Estas rozadoras son autopropulsadas, sin cables de sujeción, ni de arrastre, usando para su movimiento un motor que acciona unas ruedas dentadas que engranan sobre una cremallera o sobre una cadena de gran resistencia montada a lo largo del páncer, que permite realizar el deshulle indistintamente de arriba abajo o de abajo a arriba, debiendo tener un especial cuidado en el control del cable de accionamiento. En los extremos lleva igualmente unos rodillos de arranque de diámetro variable, accionados cada uno por un motor independiente.

Las órdenes de mando de la rozadora se realizan mediante un transmisor a distancia (también existe posibilidad de accionamiento manual desde un panel instalado en la parte central) que permite regular la velocidad de la máquina y el sentido de avance hacia cualquiera de las galerías.

La refrigeración suele ser por agua, cumpliendo la doble función de enfriar el equipo y luchar contra el polvo que se genera en la operación de rozado.

Tanto un modelo de rozadora como el otro pueden ir acompañados por sistemas de entibación autodesplazable, o por sistemas de entibación convencional.

El **cepillo** es un equipo de arranque utilizado únicamente en capas de baja pendiente, siendo desaconsejado cuando ésta sobrepasa los 35°. Siempre funciona conjuntamente con un páncer. Básicamente consiste en una chapa o colchón que desliza arrastrado por una cadena sinfín accionada por unos motores colocados uno a cada extremo del páncer. Un extremo de la cadena va unido a cada extremo del cepillo, y los motores son los encargados del movimiento ascendente o descendente. Por la parte delantera lleva una serie de cuchillas que arrancan el carbón por cizallamiento o rotura. Solidario al conjunto lleva una serie de empujadores, o un sistema de entibación auto-desplazable, que empuja el páncer hacia el frente y hace que el cepillo en su desplazamiento vaya levantando rebanadas de pequeño grosor hasta que el recorrido del empujador se agota.



El sistema de arranque consiste en que las cuchillas abren una roza en la capa desde la superficie del muro, quedando el resto en voladizo y cayendo por su propio peso. La altura del cepillo es variable y se le pueden colocar realces o suplementos de modo que sirva para altas potencias, de hasta 3 metros. Tienen el inconveniente de que a mayor dureza del carbón o del mineral a cepillar, mayor tendencia tiene la explotación a subir por encima del muro, con lo que se exigirá una operación de asentamiento que siempre es costosa en tiempo y peligrosa en su ejecución, puesto que ha de realizarse por delante del páncer.

El deshulle se realiza independientemente hacia arriba o hacia abajo y la profundidad de corte en cada pasada oscila entre 5 y 20 cm.

Es muy versátil para todas las potencias pero requiere un muro sin sobresaltos, lo suficientemente estable para que no sufra demasiada tensión en el arranque.

Al igual que en el caso de rozadora sobre páncer, el tratamiento del postaller se realiza por hundimiento.





## 3.5.10. MAMPOSTAS

### a) Mamposta hidráulica de bomba colectiva

Son elementos de sostenimiento que pueden ser utilizados tanto en talleres como en galerías. Están fabricadas en acero de alto límite elástico, protegido contra la corrosión mediante diversos sistemas de recubrimiento como el galvanizado, con un diseño lo más ergonómico posible teniendo en cuenta su elevado peso, y tienen como característica diferencial frente a otras el sistema de alimentación central o abierto, accionado por una bomba que llamaremos “bomba colectiva”.



Tanto para su alimentación como para su vaciado dependen de válvulas selladas con juntas, por lo que se hace exigible que el material de obturación sea de gran calidad y resista las altas presiones a las que se verá sometido, tanto en su puesta en servicio como en el trabajo de soporte de techo.

Dicha válvula adquiere el aspecto de un conjunto todouno en forma de cilindro, con unas hendiduras para su puesta en presión y su vaciado. Son de fácil sustitución, sin requerir para ello una formación complicada ni extensa, y ésta puede realizarse en el mismo lugar donde se desarrolla la tarea de entibación en caso que alguna presente fugas de fluido hidráulico.

El cuerpo de la mamposta se compone de dos tubos cilíndricos que se acoplan entre sí a modo de cilindro y pistón, unidos interiormente por un muelle llamado “muelle de recuperación”. El tubo que hace las funciones de pistón se rellena de fluido hidráulico a través de una pistola conectada a la bomba colectiva y a las hendiduras que posee la válvula, hasta alcanzar la altura de posteo necesaria.

Cuando los hastiales de la explotación comienzan a converger después que la mamposta ha sido colocada en presión, entra en funcionamiento la válvula de seguridad, liberando fluido de una manera más o menos lenta lo cual hace que el cilindro pistón se recoja y no sufra deformaciones ni roturas, a la vez que el techo del taller se mantiene controlado.

Una vez que la explotación ha avanzado y se hace necesario reutilizar el material, se procede a la recuperación de la mamposta, operación que se realiza con una herramienta “llave” que se acopla en otra hendidura de la válvula y que, con un movimiento de giro, permite la salida del fluido hidráulico, cerrándose el cilindro-pistón mediante la acción del muelle de recuperación. Dependiendo de la elasticidad o la compactación del techo, éste se desprenderá de manera brusca o de manera lenta según las circunstancias.

### **b) Mampostas hidráulicas de bomba individual**

Otra variación en el posteo con mampostas hidráulicas lo forman la familia de las mampostas hidráulicas de bomba individual.

Al igual que las anteriores están fabricadas en acero de alto límite elástico, protegido contra la corrosión mediante diversos sistemas de recubrimiento como el galvanizado, y tienen como característica diferencial que su sistema de alimentación es cerrado, no necesitando ser activada por una bomba y no necesitando vaciado de fluido hidráulico. Esto hace que, al estar siempre llenas de emulsión, sean ligeramente más pesadas que las de bomba colectiva, aunque tienen la ventaja de no necesitar una instalación previa para el fluido hidráulico, y de esta forma poder ser utilizadas en zonas de difícil acceso o en proceso de recuperación.



Lleva un funcionamiento similar al clásico gato hidráulico de cualquier vehículo.

Se componen de cilindro y cilindro-pistón, unidos igualmente por el muelle de recuperación, y de una válvula dotada de una manilla o palanca, que es en esencia el alma de la mamposta.

Para colocar la mamposta, se acciona la válvula mediante la palanca, cargándola hasta que haga contacto con el techo. Para su recuperación se coloca la palanca en la posición indicada por el fabricante y así se producirá el descenso del pistón. En su reutilización debe tenerse en cuenta que puede haberse perdido algo de líquido por sobrepresiones del techo y esto puede originar una ligera pérdida en la altura máxima de posteo.



Para evitar posibles pérdidas de fluido, conviene tenerlas almacenadas en posición vertical y con la palanca en posición cerrada.

Tanto las mampostas hidráulicas de bomba individual, como las de bomba colectiva, disponen de alargadores que se pueden colocar en la parte inferior y en la parte superior de la mamposta, que permiten prolongar la longitud de la misma para utilizarla en diversas potencias de capa. Estos alargadores consisten en tubos huecos que se acoplan a la base de la mamposta o al cuello del pistón, fijados a los mismos mediante unos pasadores. No se rellenan de fluido, por lo que solamente tienen la misión de alcanzar el techo y pueden sufrir deformaciones con mayor facilidad.

También se utilizan como elementos accesorios, placas acoplables a la base de las mampostas para el caso de explotaciones con muros blandos o fácilmente disgregables, para conseguir que la presión ejercida por la mamposta sobre el suelo sea menor.

### c) Mamposta metálica de fricción

Son elementos de sostenimiento que pueden ser utilizados tanto en talleres como en galerías. Están fabricadas en acero y están compuestas por dos tubos huecos de diversa sección, limitados por unas bases, que hacen la función de cilindro y pistón, con una chapa guardapolvo entre ambas y que consiguen su efecto de sujeción por la acción de unas cuñas que dificultan el deslizamiento de un tubo sobre el otro. Tienen como única ventaja su bajo peso, lo que las hace más manejables que las de accionamiento hidráulico.



Para su fijación al techo, se ayudan de un “gato” que tiene como misión generar una presión de los dos tubos sobre techo y muro para a continuación apretar las cuñas (una o dos, según el modelo), con la ayuda de un mazo. En su recuperación para reutilización, tan sólo hay que desbloquear las cuñas, con lo que el deslizamiento de un tubo sobre otro se produce por gravedad.

Su clasificación viene determinada por una numeración que determina su altura, su alcance de posteo y su peso, fabricándose desde medidas que permiten el posteo de capas de poco más de 50 cm de potencia, hasta para capas de 4 m de potencia.

## d) Bastidores

Es el elemento de unión entre el techo y la mamposta, ya sea esta de fricción o hidráulica.

Un bastidor de madera tiene un comportamiento altamente elástico. Su colocación con una mamposta metálica implicaría que ante cualquier apriete de techo, se producirían efectos no deseados en el taller en forma de roturas, hundimientos y desprendimientos de rocas que además de generar situaciones de peligro para los trabajadores, impedirían en muchas ocasiones la recuperación de los materiales de entibación. En cambio el bastidor fabricado en metal, aunque con características ligeramente flexibles, mantiene el techo en una línea continua estable y permite crear unas condiciones de seguridad que favorece el hundimiento en la parte posterior del taller.

El bastidor metálico es una pieza de acero de alto límite elástico y longitud variable según las necesidades de la explotación, generalmente entre 0,8 metros y 1,5 metros, con forma de perfil viga, que hace de soporte del techo y que se utiliza de forma individual (un bastidor por cada mamposta). En su fabricación lleva intercaladas unas llantas de mayor anchura para recibir el cabezal de la mamposta e impedir el deslizamiento entre ambos.



Su uso raramente se realiza de forma individual. La forma más común es el encadenado, para lo cual, se diseñan con una terminación “hembra” en un extremo y una terminación “macho”, en forma de bulón, en el opuesto, complementado con una chaveta de bloqueo o cuña, de manera que uno pueda introducirse en el otro formando una línea de posteo perpendicular al frente de trabajo. El espacio entre dos líneas de posteo lo denominaremos “calle”.

Como complemento de la entibación se utilizan unas piezas especiales llamadas cazoletas que permiten añadir a las líneas de posteo un bastidor adicional para trabajar en voladizo, con lo que obtenemos una nueva calle de protección que, cuando lo permita el avance del taller, se completará con la colocación de una nueva mamposta.

La articulación del bastidor permite una holgura horizontal y vertical que da cabida a un ajuste del mismo al techo cuando éste presenta deformaciones y a una variación en la dirección de la línea de posteo si se considera necesario.



Además de la seguridad que proporciona este sistema de entibación, su colocación reduce muy considerablemente el uso de madera, si bien, dependiendo de las características del techo, puede hacerse necesario el intercalado de tablas o piezas estrechas de madera entre las diferentes líneas para conseguir un entramado que impida la caída o el desprendimiento de rocas del techo.

Los más comúnmente utilizados son el bastidor tipo D.F.C., y el bastidor tipo TZG-100-J, fabricados ambos según la norma UNE 22740/85.

Una vez que se ha cumplido el cometido de entibación mientras se avanza el taller, se procede a la recuperación del material para su utilización en una nueva línea. Para ello, se recupera en primer lugar la mamposta metálica, ya sea por golpeo de las cuñas o por vaciado del fluido hidráulico. Como una terminación del bastidor (hembra) está introducida en la terminación del bastidor siguiente (macho), el bastidor a recuperar quedará colgado del bulón facilitando su manipulación. Simplemente habrá que darle con el mazo al bulón para que el bastidor caiga sobre el muro de la capa en el momento que nos interese.

### 3.5.11. LA ENTIBACIÓN AUTODESPLAZABLE

Una entibación autodesplazable es un equipo de trabajo utilizado en las minas mecanizadas de carbón u otro mineral, compuesta por un conjunto de piezas denominadas pilas o escudos, que tiene como misión controlar la estabilidad de los hastiales de los talleres mientras se están realizando las tareas de arranque, evitando las operaciones de entibado manual, aumentando los ratios de producción y productividad y permitiendo emplear tanto el tiempo, como las operaciones de transporte de madera u otros materiales, alineado de talleres, refuerzos, colocación de telas metálicas, etc. en otras actividades, contribuyendo de esta manera a mejorar las condiciones de trabajo y a reducir muchos de los riesgos habituales en minería.



Existen modelos diseñados para todo el abanico de potencias y pendientes, cada uno con un sistema de movimiento y con un sistema de anclaje. Así, cuando se utilizan para pendientes elevadas, superiores a 45°, el movimiento de una pieza se realiza mediante

el desplazamiento de una pila sobre otra, mientras las demás están perfectamente arriostradas a techo y muro. Cuando se utilizan en pendientes desde  $0^\circ$  hasta el límite de  $45^\circ$ , el movimiento de una pieza se realiza por arrastre, manteniendo como superficie de sujeción el conjunto del páncer de tajo de la instalación.

Los modelos de entibación vienen caracterizados por una numeración que indica las amplitudes de cada escudo en posición abierta o en posición de mínima apertura de trabajo (no confundir con la dimensión del escudo en posición cerrada). Ejemplos:

- ⊙ Un equipo Glinick<sup>1</sup>: 0,8 – 1,6<sup>2</sup>
- ⊙ Un equipo Fazos: 1,5 – 3,5

Básicamente los escudos constan de las siguientes partes: cumbreira, estemple, hidráulico, solera, empujador y sistema hidráulico.

### a) Cumbreira

Es la parte superior de cada pila o escudo. Consiste en una placa de acero, de forma más o menos rectangular, con bordes redondeados para evitar trabes entre una pieza y otra, que va ajustada al techo. Lleva unas protecciones a cada lado denominadas simplemente “laterales” y un sistema de cierre de charnela, tal que ambos impiden el paso del hundimiento del taller hacia el frente de avance, e impiden también que un escudo penetre en el interior del inmediato. Lleva unos asientos en número igual al del número de activadores hidráulicos o estemples hidráulicos telescópicos para facilitar las operaciones de puesta en presión o de descenso del escudo.

Las protecciones laterales se accionan hidráulicamente para corregir la posición del escudo durante su movimiento, permitiendo una orientación de unos  $5^\circ$  hacia la galería superior o hacia la inferior.

Algunos modelos llevan en la parte delantera una visera telescópica para que el alcance de la cumbreira pueda modificarse, alargándose hasta llegar al borde de la capa y evitando que se deteriore el techo o que cualquier costero u objeto desprendido se meta dentro de la calle por donde se desplazan los operarios, pudiendo originar alguna lesión.

1. Glinick, Fazos: diferentes marcas de fabricante de entibación autodesplazable.

2. 0,8-1,6 y 1,5-3,5: potencias mínima y máxima de trabajo que permite cada escudo.



## b) Estemples hidráulicos

Son modificaciones de mampostas hidráulicas de bomba colectiva. Habitualmente llevan 2 o 4 estemples que pueden alcanzar desde 600 mm de altura mínima, hasta 3.500 mm de altura máxima, según su diseño telescópico. Son muy poco operativos en las inmediaciones de su alcance inferior.

Llevan terminaciones que se adaptan a los asientos de cumbrera y solera y se unen a estas mediante un bulón para impedir su movimiento o su caída.

Poseen doble sentido de accionamiento de modo que mediante un movimiento pueden recogerse y permitir que el escudo reduzca su alcance para facilitar su desplazamiento, o tensarse para conseguir un sostenimiento eficaz.



## c) Soleras

Es la base inferior de cada escudo o pila, que va asentada al muro al que transmite la presión del terreno.

En función del diseño para talleres de poca o de alta pendiente puede haber una o dos soleras. Al igual que las cumbreras tienen forma de caja rectangular, con asiento para encajar los estemples hidráulicos que abren y cierran los escudos.

Por la parte de atrás se cierran con barras y chapas, las cuales se acoplan a la cumbrera para formar el conjunto completo.

También tienen protecciones laterales que se accionan hidráulicamente para corregir la posición del escudo sobre el muro en los desplazamientos y para permitir separar o impedir penetrar una pila en otra.

## d) Empujador de desplazamiento

Consiste en una viga, central o lateral, dependiendo del diseño, sobre la que va montada un cilindro, que de un extremo va anclado a las soleras y del otro extremo va anclado, o bien al pánzer, o bien a otra pila. Tiene por objeto dos cometidos principales:



1) empujar el páncr hacia delante una vez rozada la calle para preparar la instalación para un nuevo ciclo de roza (en talleres de poca pendiente) y 2) arrastrar el escudo en la dirección de avance, con un recorrido determinado cuando se acciona el cilindro en la dirección contraria a la del empuje (en todas las potencias).

### e) Sistema hidráulico de mando

El funcionamiento de cada escudo se consigue mediante un sistema hidráulico de presión. Cada pila lleva un bloque de válvulas encargado de accionar los diferentes dispositivos (estemples, laterales, viseras) de cada elemento de la instalación. Todas están conectadas unas a otras hidráulicamente, y son alimentadas por un grupo hidráulico de bombas de presión situado en la galería de base o de cabeza a través de mangueras de diferente presión, una de alta presión para alimentación y otra de baja presión utilizada para el retorno.

Para evitar que todo el circuito pudiera vaciarse en caso de rotura o avería, las pilas van dotadas de sistemas antirretorno y van conectadas en tramos variables de 4 ó 6 pilas.

Igualmente, el accionamiento de cada elemento se hace mediante un mando hidráulico situado como mínimo en la pila superior por motivos de seguridad, y que va colgado de la cumbrera mediante un soporte colgante.

El grupo hidráulico está compuesto por dos bombas eléctricas, siendo una de ellas utilizada como reserva para casos de avería, y un depósito donde se cierra el circuito de presión.

El fluido empleado en la bomba de presión es una mezcla de agua y aceite hidráulico para evitar procesos de oxidación y favorecer el engrase de los estemples.

## 3.5.12. BASCULADORES, TRITURADORAS, CRIBAS, MOLINOS, TOLVAS Y ALIMENTADORES

El producto cargado en vagones, ya sea mineral, o se trate de escombros, se transporta hacia un destino predeterminado, y una vez allí ha de ser basculado para que los vagones puedan ser nuevamente utilizados.





Si hablamos de madera, de sacos de cemento, o de materiales para mantenimiento, podemos hablar de que los vagones pueden descargarse usando la energía humana como fuerza para vaciarlos, pero es fácil entender que si hablamos de una producción de carbón que ha de ser extraída de la mina, o de una serie de trenes de escombros que tienen como destino final el postaller de una explotación, ese método de trabajo resulta totalmente ineficaz.

Para conseguir agilizar la operación de basculado de mineral o de escombros, se utilizan los aparatos denominados “basculadores”.

Un basculador es un equipo de trabajo que se compone de un elemento fijo soportado y apoyado en la vía que consta de un falso carril por donde se obliga a subir el vagón, y sobre el cual se coloca un elemento móvil giratorio llamado cuna que se activa cuando un vagón es introducido en él, y que mediante un movimiento de vuelco vacía su contenido en el lugar designado para ello, ya sea una tolva de transferencia o un postaller.

La operación de vuelco puede realizarse de forma manual o mediante accionamiento hidráulico y de aire comprimido, dependiendo del diseño y de la colocación del mismo, pudiendo clasificarse así en basculadores de giro (de cabeza, de movimiento circular y de elevador-volcador), usados en instalaciones fijas para el basculado de trenes en silos situados tanto en el interior de las explotaciones como en el exterior; y de costado, compuestos por un bastidor portable que se sitúa en la vía en lugares donde van a realizarse operaciones de relleno, y por una cuna o parte basculante de forma semilunar con un centro de gravedad desplazado donde se introduce el vagón y, una vez trabado y desenganchado del resto del convoy, y con un movimiento de desequilibrado, se consigue su vuelco de modo que el material transportado cae al postaller. Una vez basculado, el vagón ha de ponerse nuevamente en posición horizontal, para lo cual se utiliza el esfuerzo manual.



La operación de basculado en talleres para el control del postaller presenta bastantes riesgos. El primero de ellos se manifiesta en las dimensiones de la galería: el control del postaller ha de realizarse una vez que la explotación ha avanzado lo suficiente, con lo que suele ser habitual que la sección de la galería haya sido alterada por las tensiones

del terreno y que se haya reducido en mayor o menor medida. Por otra parte, en la misma sección han de convivir el hueco arrancado de la capa de mineral, el ancho de la vía y el espacio suficiente para que la cuna gire y el vagón pueda bascular su carga en el taller. Aparece por tanto un serio riesgo de atrapamiento entre vagones y entre los cuadros de la galería.

Como consecuencia de las maniobras a realizar y del reducido espacio, se manifestarán también riesgos de atropellos por los vagones, riesgos de atrapamientos de extremidades en las operaciones de enganche y desenganche de vagones y riesgos de lesiones por sobreesfuerzos en las operaciones de levantado de los vagones basculados.

La operación de basculado en tolvas presenta muchos menos riesgos pero exige una infraestructura y un mantenimiento costoso. El conjunto se compone de una estación de basculado donde llegan los vagones con un cierto material para su descarga. Una vez desenganchados se introducen en el basculador y se activa un circuito hidráulico o neumático que imprime al conjunto un movimiento de giro que hace que la carga del vagón se precipite al silo.



Habitualmente, cuando el basculado que ha de realizarse es de escombros, el conjunto suele estar asociado a un sistema de machacadora y criba con el objeto de triturar las rocas de mayor tamaño y generar una tierra calibrada a una medida que no genere problemas ni de ventilación ni de compactación cuando sea usada como relleno en el postaller.

Las tolvas son lugares de almacenamiento de material proveniente de las explotaciones donde se depositan una vez que han pasado por el basculador.

Pueden ser realizadas “in situ” en hierro, acero u otro material introducido en la explotación, o pueden estar hechas a partir de un hueco elaborado con explosivos, o sobre el hueco dejado por una veta en un punto que sea interesante para el transporte.

La inclinación de las paredes suele ser el parámetro que influye en la elección de su fabricación, ya que ha de planificarse en función de los materiales a los que vaya a destinarse.



Los riesgos presentes en los trabajos a realizar en tolvas y estaciones de basculado son muy importantes, y van desde el atropello por los convoyes que van a bascularse, a los riesgos de caída a la tolva al circular por las inmediaciones de la boca de la misma en operaciones de mantenimiento o de observación y golpes; atrapamientos o aplastamientos en operaciones de desatranque de material en la boca de alimentación.

Las **machacadoras** son los equipos en los que se realiza una etapa de fragmentación con múltiples objetivos, siendo el principal de ellos el ya mencionado antes, de generar escombro calibrado para ser utilizado en el postaller.

Existen diversos tipos y modelos de trituradoras o machacadoras, pero los más comúnmente utilizados son las de mandíbulas, y los molinos de impactos y de martillos.



Aunque están intercaladas en los diferentes circuitos, es causante de la aparición de múltiples riesgos: atrapamiento por los volantes de inercia si es que se le han retirado protecciones; golpes y contusiones con barrillas utilizadas para desatascar la boca del triturador de bloques que obstruyen la entrada principal; proyecciones de fragmentos de roca al caer los bloques sobre las partes metálicas o los elementos trituradores, dando lugar a proyecciones que salen al exterior; riesgos de carácter muy grave por caída de personas al interior del triturador en operaciones de desatasco o de puesta en marcha accidental, etc.

Una vez que el material ha superado la fase de trituración ha de pasar a las **cribas**. Son planchas de acero que llevan unas aberturas de dimensiones establecidas, y cuya finalidad es la de separar un producto en dos fracciones diferentes que se denominan “rechazo” y “producto o pasante”. Las más comunes son rejillas y chapas perforadas, o mallas metálicas situadas sobre estructuras vibrantes. Ofrecen una menor cantidad de riesgos aunque han de ser tenidos en cuenta a la hora de realizar una prevención eficaz.

El circuito se completa con la existencia de **alimentadores de carga**. Su función es la de acondicionar y regular el caudal de materiales que, procedentes del basculado, inician el recorrido nuevamente hacia los vagones o hacia las estaciones de tratamiento y beneficio. Existen diversos tipos y sistemas siendo los más frecuentes los alternativos, los vibratorios y los de orugas o placas.

### 3.5.13. CABRESTANTES

Son equipos de trabajo empleados para el arrastre de vagones. Constan de un bastidor metálico donde se aloja un motor que puede ser eléctrico o neumático, que engrana con un sistema reductor y un tambor en el que se arrolla un cable para el arrastre y un sistema de frenado.

Pueden ser usados como tornos para maniobras auxiliares (p.e. el Zitrón Z-0) o como tornos de tracción en planos inclinados (p.e. el Zitrón Z-0 /N-E)

Las variables que les caracterizan son su fuerza de tracción, su velocidad, la potencia del motor y la capacidad de arrollamiento.

Su elección ha de hacerse dependiendo de las características del material a arrastrar y de las condiciones de trabajo en el frente, de la dificultad de la posición del operar, de la presión del aire comprimido, etc.

MODELO		Z319R	Z321R	Z323R	Z325R	Z34R	Z349R	
Fuerza de tracción	Kg.	800	1.000	1.500	1.600	1.600	2.500	
Velocidad	m/s.	0,3	0,5	0,5	0,6	0,6	0,8	
Potencia motor	C.V.	4	8	8	17	17	25	
Díámetro de cable	mm.	6-8	10	10	12	12	14	
Capacidad de arrollamiento	m.	120-79	280	290	248	248	300	
Dimensiones	Largo	mm.	300	1.100	1.100	1.340	1.340	1.450
	Ancho	mm.	300	620	620	735	735	870
	Alto	mm.	300	580	580	688	688	750
Peso sin cable	Kg.	38	350	355	558	555	925	

El freno usado es de tipo mordaza, que actúa sobre la llanta de una rueda unida lateralmente al tambor, y que se acciona mediante una palanca y un sistema hombre-muerto. Algunos cabrestantes tienen dos tambores que pueden actuar embragados o independientes.

Comúnmente suelen emplearse en operaciones de arrastre simple, para acercamiento de vagones desde una posición hasta una boca de carga en ausencia de tractor, o para acercamiento de vagones hasta la estación de embarque en jaula, y también en operaciones de arrastre sinfín, donde un cable puede recorrer galerías mediante un sistema de poleas, y si se le acoplan dispositivos o amarres especiales de cadenas o de pinzas, permiten arrastres de convoy aislados a larga distancia.



Pueden ir colocados en el suelo, sobre una base hormigonada, o bien en nichos especialmente diseñados en las galerías, y pueden llevar también un emplazamiento sencillo arriostrado a los cuadros de la galería, trasladándose de un modo fácil. Todo depende de su tamaño.

Ha de prestarse una especial atención al bobinado del cable en el tambor y evitar forzar la entrada del cable mediante palancas ya sean metálicas o de madera. Conviene perder el tiempo necesario en orientar el cabrestante en la dirección de tiro correcta para asegurar un buen bobinado y evitar saltos y latigazos del cable, roturas y accidentes por aprisionamiento.

Conviene realizar un buen mantenimiento para evitar problemas inducidos por niveles de ruido excesivo y, si es necesario, colocar alargadores que hagan de silenciador en el equipo.

### 3.5.14. PALA CARGADORA SOBRE VÍA

La pala cargadora es un equipo de trabajo utilizado para retirar los productos resultantes de la voladura (escombros) y que tiene como partes más diferenciadas:

- Un bastidor o chasis, sobre el que va colocado un motor de potencia variable según modelos, y habitualmente de accionamiento neumático, con alojamiento para los rodámenes, generalmente muy robustos y de las mismas características que los usados en las locomotoras, aunque hay otros modelos que van dotados de ruedas de goma, e incluso de orugas, y un sistema de enganche en la parte posterior para acoplar los vagones en los que ha de realizarse la operación de carga.



- Una plataforma o mesa de giro que permite el movimiento en plano horizontal para dirigir el elemento de carga hacia el lugar deseado.
- Un cuerpo de máquina muy robusto, de forma prismática en acero, donde van intercalados las tomas de energía, los sistemas de engrase y limpieza de aire, una palanca de seguridad para evitar la puesta en marcha intempestiva del equipo y los

sistemas de accionamiento , uno para el movimiento de avance adelante–atrás que imprime el motor, y otro que controla otro motor colocado en el mismo cuerpo, asociado a un sistema de elevación por cable o cadena para el movimiento de subida o bajada de una cuchara de carga.

- ⦿ Una cuchara o cazo afilado de capacidad variable entre 100 y 500 litros, intercalada por un eje transversal en el cuerpo de la máquina, que tiene como misión penetrar entre el escombros y llenarse de mineral o rocas, y que por un movimiento de giro se levanta describiendo un círculo para lanzar las piedras hacia el vagón colocado detrás. Por debajo del eje transversal existen unos orificios que tienen como misión alojar una barra para el supuesto de que la cuchara haya de permanecer a una cierta altura y el fluido de accionamiento tenga que estar desconectado (por ejemplo en operaciones de mantenimiento o de traslado hacia otro frente de trabajo).

Los rendimientos de carga pueden oscilar hasta conseguirse más de 50 m<sup>3</sup>/hora.

También lleva asociados diversos sistemas de seguridad como el estribo para evitar atrapamientos en el caso de que la sección de la galería fuese demasiado reducida o se produjera un descarrile de la pala que aprisionara al operario.



Es un equipo que ha facilitado mucho la carga de escombros, pero que ha introducido serios riesgos, asociados principalmente a atropellos, sobreesfuerzos, proyecciones de partículas, choques, golpes, etc. en las operaciones de enganchar, encarrilar, cargar, etc.

Antes de iniciar el trabajo con esta máquina deben comprobarse los niveles de aceite de los motores y realizar una purga al sistema de aire comprimido. Una vez hecho esto ya podemos conectar la manguera o mangón al sistema de distribución de aire comprimido y abrir la válvula de accionamiento y enganchar el primer vagón que ha de cargarse en la cola de la pala.

Una vez que se ha abierto, ha de acercarse la pala al escombros, para lo cual el operario ha de procurar estar colocado siempre sobre el estribo y no bajarse mientras dura todo el proceso.



Accionando una de las palancas, generalmente la situada a la izquierda, ejecutará el movimiento de la pala adelante y atrás. El hecho de soltar la palanca llevará como consecuencia que el equipo se detenga y por un sistema de autocentrado retornará a la posición idónea.

Actuando sobre la otra palanca se consigue el movimiento de basculado de la cuchara arriba-abajo con el que se voltea el escombros hacia el vagón enganchado, más deprisa cuanto mayor sea la velocidad con la que movemos el accionamiento.

Para cargar el material de los lados de la galería previamente se utiliza la inercia del propio cuerpo del operario para dirigir la cuchara en el plano horizontal hasta el punto deseado.

Una vez realizado el llenado del primer vagón, se procede a su sustitución por otro y se comienza nuevamente el ciclo.

### **3.5.15. MARTILLO NEUMÁTICO DE COLUMNA. BARRENAS. EMPUJADOR**

Cuando la roca sobre la que se pretende trabajar tiene una dureza excesiva o es demasiado compacta, el martillo de picador resulta ineficaz. Se hace necesario el empleo de explosivos como fuerza rompedora que genere el hueco necesario para avanzar los frentes de explotación. Su uso hace necesaria la ejecución de unos agujeros o barrenos para el alojamiento del explosivo con una herramienta que es el martillo de barrenar o martillo perforador.

Se trata de un equipo de trabajo de accionamiento neumático en el que el giro de un pistón logra la acción combinada de una percusión (para romper la roca) y una rotación (para evacuar los detritos) sobre una barrena de una longitud y forma determinada, que consigue hacer taladros (barrenos) sobre las rocas para la posterior voladura con explosivos.

El martillo posee en su parte posterior una empuñadura para su sujeción y unos acoplamientos donde se conectan las mangueras de aire comprimido y agua. Su parte central la ocupa el motor, con el cilindro, el pistón, el dispositivo de accionamiento por llave de paso en lugar de gatillo como en el martillo picador, y en su centro de gravedad va el sistema de acople de la columna. En su parte delantera presenta un



dispositivo portabarrenas provisto de un muelle abatible que engancha la barrena por un ensanchamiento especial y que facilita las operaciones de movimiento del equipo con la barrena introducida y la salida de la barrena de los agujeros.

Se trata de una herramienta pesada. El peso es precisamente uno de los parámetros que se utilizan para clasificarlos en martillos ligeros, medios y pesados. Los martillos más ligeros se usan en galerías mixtas en minas de carbón y sal. Los medianos se usan principalmente en avances de labores preparatorias y transversales, y los pesados se usan principalmente en profundizaciones. Los martillos pesados pueden superar los 30 kg.

Otro de los parámetros que se usan para la elección y la clasificación de los martillos es la velocidad de penetración en el terreno, o rendimiento. Un buen martillo de peso medio en una roca de dureza media puede alcanzar un rendimiento cercano al medio metro de avance por minuto, con una presión de aire comprimido de  $5 \text{ kg/cm}^2$  y un consumo de aire de unos  $3 \text{ m}^3$ .

La elección de un tipo de martillo nunca debe hacerse fijando parámetros económicos, sino que ha de hacerse teniendo en cuenta las características de la roca que hay que perforar y de las características de la instalación de aire comprimido que está presente en cada centro de trabajo.



Se emplea en avances de galería, desde secciones pequeñas ( $6 \text{ m}^2$ ), hasta secciones medianas ( $12-15 \text{ m}^2$ ). Para secciones mayores es necesario usar equipos tipo jumbo, cuya descripción se ha incluido al tratar los equipos usados en minería metálica, en el apartado dedicado a los mismos.

La barrena es un elemento especialmente diseñado. Por una parte tiene una terminación en cuchilla, fabricada en un metal duro que, en su movimiento de percusión-rotación sobre el fondo del agujero, desgaja la roca en un punto diferente en cada golpe, con lo que acompañando el conjunto con un empuje constante generado por un dispositivo cilíndrico llamado “columna”, penetra en las rocas de gran dureza. Por otra parte es hueca y el agujero que lleva en su interior es utilizado con varios propósitos, bien sea inyectar un flujo de agua para eliminar el polvo que se genera en la operación, o bien





sea inyectar una corriente de aire que elimine los detritus de la columna del barreno que se está profundizando, o incluso para las dos cosas a la vez. Existen modelos de boca intercambiable, aunque lo habitual en minería es que la boca de la barrena sea solidaria con la barra.

La columna ejerce un doble efecto de soporte y de empuje sin el cual el rendimiento del equipo se vería muy disminuido. Si el sistema martillo-barrena tuviera que ser sujetado y empujado únicamente por el trabajador, el esfuerzo a desarrollar sería muy grande, y el empuje en su mejor faceta apenas llegaría a los 30 ó 40 kg para trabajadores entrenados. La columna es capaz de multiplicar este efecto por 5 ó por 6, sujetando a la vez el equipo, con lo que la comodidad para realizar la perforación se incrementa en gran medida. También se le llama “empujador neumático”. Tiene una terminación en horquilla que le permite afianzarse sobre cualquier irregularidad que presente el terreno, así como adoptar la inclinación necesaria con respecto al eje del martillo para adaptar el equipo al avance de la barrena.



La columna se compone de un cilindro dotado de asa para facilitar su manejo y de un acople con llave para el aire comprimido. El cilindro permite el recorrido de un pistón finalizado en un acople con un sistema articulado que permite el giro, donde se coloca el martillo perforador. Durante el funcionamiento del conjunto se abre la llave y se da entrada al aire comprimido, con lo que el pistón es empujado y la fuerza transmitida se utiliza por una parte para equilibrar el peso del martillo, y por otra para conseguir una dirección del avance en la dirección de la barrena.

### **3.5.16. HERRAMIENTAS PARA COLOCACIÓN DE VÍA. ELEMENTOS DE VÍA**

En el momento de la voladura, por lo general, la vía está colocada casi hasta el frente de avance. Una vez que se ha disparado el corte y se procede a la limpieza del hueco disparado, se observa que la carga del escombros se hace más dificultosa por la no existencia de vía por donde pueda circular la pala cargadora, haciéndose preciso colocar vía, lo cual se puede efectuar de dos maneras:

- ⊙ Provisional. Mientras se realiza la operación de limpieza es preciso colocar vía para que la pala cargadora llegue a todos los lugares del frente.
- ⊙ Definitiva. Una vez completado la carga de escombros es preciso colocar una vía definitiva que soporte el paso de los convoyes.

Para el primero de los casos se utilizan las alargaderas, que son trozos de falsa vía, generalmente en perfil en “U”, que se colocan sobre la vía anterior y por donde se obliga a circular a la pala.

Para el segundo caso, una vez que se ha comprobado que el hueco es suficiente para que quepan los carriles, se colocan en la galería las soleras de madera, se nivelan, se colocan las barras de carril del tipo convenido, se comprueba la distancia correcta entre una y otra barra, y a continuación se procede a la sujeción de las mismas, ya sea con escarpas o con pernos. La unión entre un carril y el inmediato anterior se realiza con una pieza denominada eclisa y un perno de eclisa.

Para llevar a cabo estas tareas hay elementos y herramientas especialmente diseñadas:

- ⊙ Guiaderas
- ⊙ Curvadoras de raíl
- ⊙ Tenazas
- ⊙ Espadillas
- ⊙ Eclisas, pernos y escarpas
- ⊙ Material de encarrilar



La vía está compuesta de barras de carril de entre 5 y 6 metros de longitud y peso variable. Normalmente suele usarse el carril de 15 kg/m en instalaciones provisionales, 24 kg/m en instalaciones medias y 30 kg/m en instalaciones definitivas de alta capacidad de transporte como transversales generales, embarques, etc.

La vía va colocada sobre traviesas de madera o soleras, generalmente de roble impregnado con tratamientos anti-humedad para evitar el efecto del agua. Actualmente la tendencia está cambiando y se está colocando vía sobre traviesas de acero soldadas directamente al carril o sobre traviesas de hormigón prefabricado.



El carril se sujeta con escarpas o con pernos con una placa que sirve de asiento, y la distancia entre uno y otro carril ha de ser comprobada periódicamente.

La unión entre un carril y el siguiente se realiza con piezas metálicas denominadas eclisas unidas con tornillos o pernos.

El cambio de un vagón lleno por uno vacío se realiza mediante el uso de la “chapa saltacarril”, diseñada de varias maneras, siendo la más común la chapa en “X”.

Los sistemas de vías se complementan con elementos de intercambio de vagones de una a otra vía, llamados “cambios de vía”.

## 3.6. EQUIPOS EN LA MINERÍA DE SALES SÓDICAS Y POTÁSICAS

### 3.6.1. MINADOR

#### Conocimiento general de la máquina

El minador es una máquina de arranque mecanizado que procede a un rozado del material sobre el que se desea llevar a cabo el avance mediante ataques puntuales sobre la sección frente a la que ejerce su acción, a diferencia de otro tipo de maquinaria que lleva a cabo su actividad de arranque simultáneamente sobre la totalidad del frente, proporcionando un avance continuo a plena sección (como es el caso de las tuneladoras, por ejemplo).

En su caracterización influyen una serie de parámetros básicos, algunos habituales en cualquier otro tipo de maquinaria móvil, tales como potencia, dimensiones, peso, tipo de energía de accionamiento, máximas pendientes que puede remontar, magnitud de las fuerzas que puede ejercer, velocidad de traslación, etc., que serán analizados más adelante.

No obstante, en el caso de esta maquinaria en particular, un rasgo caracterizador de la máxima importancia hay que situarlo en su capacidad de corte, medida en función de la resistencia a compresión de la roca (expresada en MPa) que es posible arrancar con el equipo, considerándose tanto mayor cuanto más elevada sea esa propiedad del material arrancado.



Se trata al mismo tiempo de un equipo que se complementa con un elemento auxiliar del tipo transportador blindado (páncer), por medio del cual puede cargar el material que va arrancando en los camiones que realizan el transporte para la evacuación del mineral de los talleres, trabajando con éstos de forma coordinada.

Su accionamiento más usual es electrohidráulico, efectuando sus desplazamientos sobre sistemas tipo oruga.

En el minador se distinguen las siguientes partes principales en lo que respecta a su constitución:

1. Cabeza de corte
2. Brazo de la cortadora con motor eléctrico
3. Torreta
4. Mesa recolectora con estrellas de carga
5. Transportador de cadena
6. Orugas
7. Bastidor
8. Equipamiento eléctrico
9. Equipamiento hidráulico
10. Cabina del operador
11. Sistema de refrigeración



A continuación procederemos a describir brevemente cada uno de los elementos anteriores.

## Brazo de la cortadora y cabeza de corte

Estos dos elementos constituyen un tándem íntimamente ligado, pudiendo referirse al mismo como *módulo del brazo de la cortadora*, por lo que los analizaremos conjuntamente.

El brazo de la cortadora está unido a la conexión de la torreta. Contiene el motor eléctrico, el reductor de la cortadora con las dos mitades de la cabeza de corte y la cubierta sobre el motor eléctrico. Debido a los esfuerzos a los que está sometido, el diseño del reductor tiene que permitir una vida útil lo más larga posible.

En los modelos más empleados la cabeza de corte está formada por dos mitades dispuestas a cada lado del reductor de la cortadora. Este elemento es la parte del minador que realiza el rozado propiamente dicho, necesario para el arranque del material. Las cabezas pueden ser muy diferentes en razón a los parámetros que sirven para caracterizarlas, tales como:

- ⊗ Máxima resistencia a compresión de los materiales rozados (medida en MPa).
- ⊗ Número de picas y tamaño de las mismas.
- ⊗ Diámetro y anchura.
- ⊗ Velocidad máxima de corte.
- ⊗ Etc.



## Torreta

La torreta se utiliza para mover el brazo de la cortadora en los sentidos vertical y horizontal, asegurando con ello posibilidad de movimiento en cualquier dirección. A su vez se encuentra unida al bastidor por medio de un cojinete de disco que asegura que se produzcan pocas vibraciones durante el funcionamiento, incluso en condiciones extremas.

Es importante que los cojinetes (casquillos y pasadores) se mantengan siempre suficientemente lubricados y que durante el montaje y desmontaje se dispongan los medios para asegurar el mayor nivel de limpieza de los mismos.

## Dispositivo de carga o mesa recolectora

El dispositivo de carga, también conocido como mesa recolectora, es el útil que posibilita la recogida del material rozado depositado en el suelo en la zona próxima delantera del minador, desde el que luego vierte en un páncer que forma parte de este equipo de arranque. Consta a su vez de una serie de elementos, de los cuales los principales son la rampa de carga, el páncer o transportador blindado de cadenas, y las estrellas de carga, complementados por otros elementos que resultan también necesarios.

## Transportador de cadenas (páncer)

El páncer o transportador blindado de cadenas es un equipo que permite el transporte continuo del material rozado desde la parte delantera del minador, donde es recogido hacia su interior por medio de las estrellas de carga, hasta la parte posterior del mismo (cola) donde es vertido al camión (camión de minador) que será quien lo transporte por el interior de mina hasta los puntos designados para el vertido (pocillos, coladeros u otros). Se ubica centrado con relación al conjunto de componentes del minador, siendo su diseño muy robusto para soportar importantes esfuerzos de todo tipo. Su accionamiento se realiza por medio de un motor hidráulico.

## Orugas

Las orugas son los elementos que permiten las maniobras de la máquina durante el corte, así como su movimiento sobre la superficie en la que se apoya. El accionamiento de este sistema de traslación es de tipo hidráulico.

El diseño de esta clase de elementos de apoyo y transporte posibilita mantenimientos simples y mínimos, gracias al fácil acceso a las cajas de engranajes, a los motores hidráulicos y al cilindro de tensado de la cadena.



La anchura de las cadenas garantiza una buena tracción sobre una gran variedad de condiciones de suelo.

## **Bastidor**

El bastidor constituye el soporte de todos los restantes elementos y dispositivos de la máquina, actuando a modo de superestructura. Debido a ello está formado por una sola pieza de acero o estructura monocasco. En la parte trasera dispone de unos estabilizadores hidráulicos, situados a izquierda y derecha, que sirven de apoyo durante la realización de tareas de rozado del frente de arranque, mejorando la estabilidad general del minador, y también cuando la máquina atraviesa cambios de rasante. Estos estabilizadores están integrados en unos parachoques con la función de proteger ante colisiones con otros vehículos o con los paramentos.

## **Sistema eléctrico**

Los minadores empleados tienen como principal fuente de energía la electricidad. El equipo eléctrico funciona con sistemas de alimentación trifásicos de 1.000V. Todos los motores de 1.000V son de tipo trifásico con jaula de ardilla.

Todos los conmutadores están montados dentro de carcasas (panel de control del motor/caja de conmutación del PLC) a las que se conectan los motores, los faros delanteros, los dispositivos de control, la bocina y el cable de maniobra.

Los motores de accionamiento del brazo de corte y del dispositivo de carga se encuentran refrigerados por agua, mientras que el del accionamiento del sistema hidráulico lo está por aire.

El panel de control está situado en el compartimento del operador y contiene el control, el voltímetro y el amperímetro.

Existe un panel de supervisión LED, para controlar los fallos del circuito eléctrico de la máquina, y está situado en el panel principal detrás de una ventana.

Las luces frontales están situadas en cajas protectoras.

El sistema está dotado de todos los dispositivos de protección frente a contactos eléctricos directos e indirectos.

## Sistema hidráulico

El sistema hidráulico del minador está integrado por un depósito hidráulico no presurizado, bombas, el sistema de control, los accesorios, así como las conducciones. Su funcionamiento se basa en circuitos abiertos e independientes y todos sus componentes están diseñados para funcionar con aceite hidráulico.

El bloque de alimentación del grupo hidráulico es accionado mediante un motor eléctrico. Las tuberías de succión de las bombas se pueden cerrar, de tal forma que se puedan intercambiar las bombas sin tener que drenar el líquido hidráulico.

Es frecuente que estén dotados de un sistema de sensores de carga para generar la potencia hidráulica que requiere cada usuario. De esta forma se minimizan además las pérdidas de potencia.

Dentro del conjunto del sistema hidráulico se pueden diferenciar a su vez tres sistemas más específicos:

- ⊗ Sistema hidráulico para el accionamiento de las orugas (izquierda/derecha), y páncer (subir/bajar).
- ⊗ Sistema hidráulico para el brazo de la cortadora (subir/bajar y pivotar), accionamiento de la bomba de engrase, mesa recolectora (subir/bajar), estabilizador trasero (extraer/introducir) y cinta giratoria (giro).
- ⊗ Sistema hidráulico para bypass línea-filtrado líquido hidráulico.

## Cabina del operador

La cabina del operador se suele disponer escorada a la derecha de la máquina, detrás de la torreta al objeto de que el operador cuente con una visión óptima de la cabeza de corte.

Entre otras funciones la cabina debe proteger al operador frente a un posible desprendimiento del techo.





Dentro de la cabina, en el entorno del puesto que ocupa el operador, se encuentran ubicados los instrumentos y dispositivos eléctricos de control de la máquina, básicamente los siguientes:

- Accionamiento de la rampa de cargador mediante palanca con movimiento arriba/abajo.
- Accionamiento del brazo de la cortadora mediante palanca con movimiento derecha/izquierda y arriba/abajo.
- Accionamiento de la oruga mediante palanca que permite el movimiento de avance/retroceso y derecha/izquierda.
- Accionamiento para modificar la velocidad de traslación por medio de las orugas (rápido/lento).
- Accionamiento de los estabilizadores a través de palanca que logra su subida y bajada.
- Levantamiento/descenso del páncer por medio de palanca.
- Giro del páncer a través del giro de su correspondiente palanca de control.
- Panel de control e indicación por medio de botones que posibilitan el control de todos los motores.
- Manómetro.
- Amperímetro del motor de la cortadora.
- Termómetro del motor de la cortadora.

La cabina del operador se encuentra concebida para ser desmontada a la hora de facilitar la transferencia o el transporte de la máquina.

## **Sistema de refrigeración y de suministro de agua**

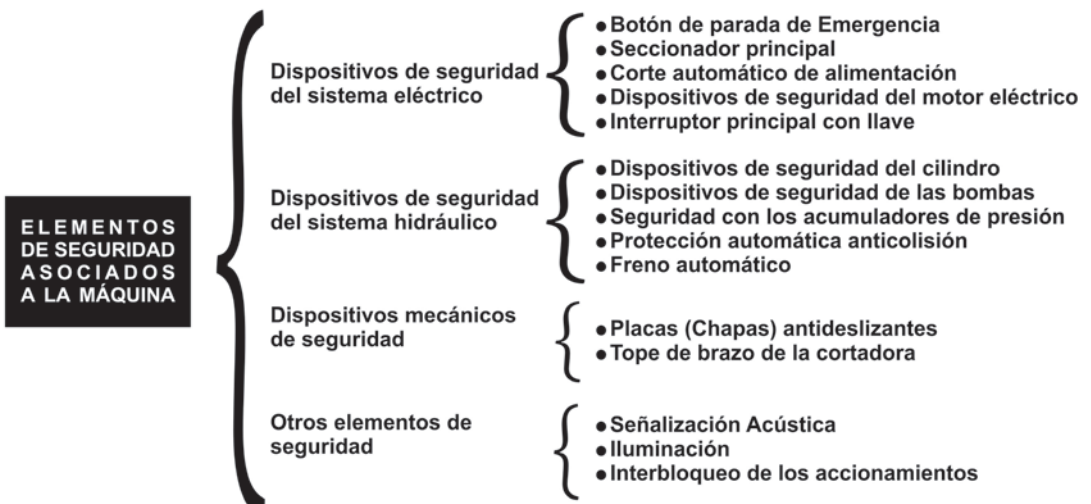
Los minadores están dotados de un sistema de refrigeración más complejo que otras máquinas puesto que los sistemas convencionales de refrigeración no son suficientes para asegurar un funcionamiento sin fallos de la máquina. El circuito de agua necesaria para la refrigeración se alimenta del circuito principal de suministro de agua de la mina.

Según esto, los siguientes elementos, cada uno con su sistema específico de refrigeración, necesitan agua para lograrlo:

- Motor de la cortadora (camisa de refrigeración).
- Transmisión/aceite de la cortadora (intercambiador de calor).
- El fluido hidráulico (intercambiador de calor).
- Los motores de carga y transporte (camisa de refrigeración).

Se requieren importantes caudales de agua (más de 50 l/min), necesiándose además presurizarla a varios bar (del orden de 8), y que su temperatura no supere tampoco cierto límite (en torno a 30°C)

El minador posee una serie de elementos de seguridad, que podemos resumir en el siguiente cuadro:



A continuación se describen brevemente cada uno de ellos, recordándose que todos ellos deben encontrarse incluidos en el correspondiente Manual de Instrucciones elaborado por el fabricante .



## Elementos de seguridad asociados a la máquina

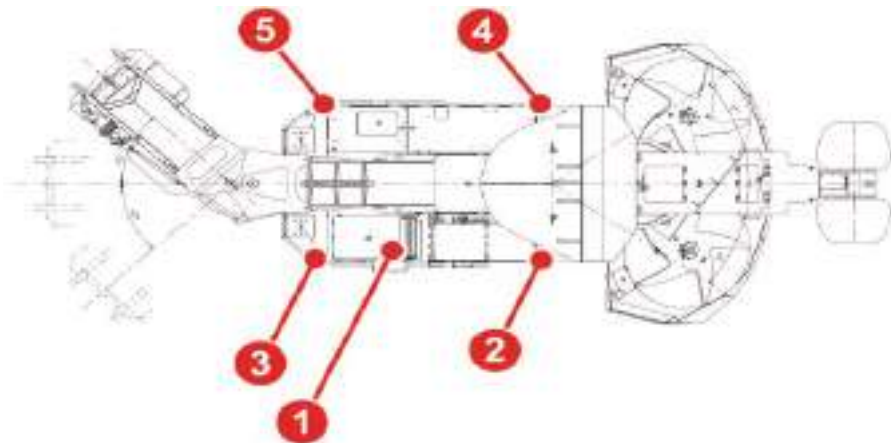
### Dispositivos de seguridad del sistema eléctrico

#### *Botón de parada de emergencia*

En el minador se localizan varios botones de parada de emergencia independientes, conectados en serie, ubicados en diferentes puntos del equipo para asegurar la mayor accesibilidad y proximidad a alguno de ellos en cada caso. Cuando se pulsa uno cualquiera, se activa la parada instantánea de todas las funciones de la máquina.

Su disposición es, por lo general, la que sigue:

1. Cabina del operador (cuadro de mando)
2. Parte frontal (derecha)
3. Parte trasera (derecha)
4. Parte frontal (izquierda)
5. Parte trasera (izquierda)



Cuando se pulsa cualquiera de los pulsadores de parada de emergencia de la máquina, éste permanecerá enclavado y la máquina no se podrá volver a poner en funcionamiento

hasta que dicho pulsador sea rearmado. Mientras esto no ocurra tampoco dispondrá de accionamiento ninguna otra parte o elemento de la máquina.

La finalidad de la parada de emergencia no es otra que la detener por completo la máquina en caso de producirse un mal funcionamiento o presentarse intempestivamente cualquier otra emergencia, y bajo ninguna otra circunstancia. De acuerdo a ello el minador no debe ser detenido de manera habitual, ante paradas convencionales, por medio de este sistema.

También es importante recalcar que ante la necesidad de efectuar tareas de reparación o mantenimiento en el minador, el accionamiento de la parada de emergencia no asegura el necesario nivel de protección frente a un arranque imprevisto de la máquina, por lo que para la ejecución de esa clase de tareas será necesario actuar de acuerdo al procedimiento de consignación de máquinas en el interior de mina, en vigor en la empresa.

### ***Seccionador principal***

Dado que la alimentación del minador es eléctrica, antes de dar comienzo a cualquier manipulación o intervención en la máquina, es necesario asegurarse de que las fuentes de energía se encuentran desconectadas.

Para lograr esto de manera eficaz, el minador cuenta con un seccionador principal de la alimentación eléctrica que se encuentra situado en el armario principal del sistema de distribución de la máquina.

Tal como ya se indicó al tratar el apartado anterior, en ningún caso se confiará en la parada de emergencia para llevar a cabo esta clase de actuaciones con riesgo de contacto eléctrico.

### ***Corte automático de alimentación***

En caso de que el cable de maniobra que une el cofre y el minador sufriera algún daño importante, un dispositivo activará un corte automático de la alimentación, provocando la detención total de la máquina.



## ***Dispositivos de seguridad del motor eléctrico***

Los motores eléctricos están dotados de una serie de elementos y dispositivos de seguridad, válidos ante diferentes situaciones anómalas que pueden producirse durante su utilización. De este modo cuentan con:

- Fusibles de protección contra cortocircuitos.
- Relé electrónico para sobrecarga.
- Relé térmico.
- Resistencia PTC (resistencia variable cuyo valor va aumentando a medida que aumenta la temperatura). Actúa como protección frente a recalentamientos del motor eléctrico.
- Relé de fallo a tierra. En caso de producirse un fallo en la puesta a tierra o de aislamiento, se producirá la desconexión del circuito correspondiente.

## ***Interruptor principal con llave***

El interruptor principal (llave de contacto) está conectado en serie con los pulsadores de parada de emergencia. Por lo tanto, su función es la misma que la mencionada en el caso de dichos pulsadores.

Cuando se quita la llave, no se puede arrancar la máquina.



## **Dispositivos de seguridad del sistema hidráulico**

### ***Dispositivos de seguridad del cilindro***

Todos los cilindros hidráulicos disponen de válvulas de seguridad (válvulas de alivio o válvulas de frenado), así como de válvulas secundarias de alivio de presión. Cada correspondiente bloque de válvulas se monta directamente sobre los cilindros.

En los componentes en los que se ubican dos cilindros funcionando en paralelo, cada uno de ellos posee un dispositivo de seguridad de control independiente, a modo de sistema de seguridad suplementaria.

Cualquier intervención sobre un cilindro hidráulico se hará bajo la consideración de que se encuentra inicialmente cargado, observando las precauciones propias para su manipulación.

### ***Dispositivos de seguridad de las bombas***

Las bombas hidráulicas existentes en los minadores disponen de válvulas primarias de alivio de presión. Complementariamente, el estado del líquido hidráulico es controlado por medio de los valores de la temperatura y las lecturas correspondientes del nivel.

Las bombas están dotadas de filtros cuya suciedad se advierte mediante un indicador del grado de suciedad. En caso de superarse los valores admisibles establecidos por el fabricante, el equipo emitirá una señal, debiendo entonces inmovilizarse la máquina y posteriormente ponerlo en conocimiento del suministrador.

### ***Seguridad con los acumuladores de presión***

En virtud de lo establecido por la normativa general de máquinas y la de equipos y aparatos a presión, deben existir implementados una serie de elementos de seguridad en estos equipos de trabajo, tales como:

- ⊗ Dispositivo de seguridad para prevenir un exceso de presión
- ⊗ Dispositivo de medición de la presión
- ⊗ Dispositivo de corte
- ⊗ Dispositivo de purga (válvula de purga)
- ⊗ Conexión para el instrumento de ensayo

Suplementariamente a la presencia de esta clase de elementos de seguridad es importante observar y tener muy presentes una serie de precauciones y formas de actuación básicas en las manipulaciones a las que se sometan los acumuladores de presión.

- ⊗ En primer lugar será necesario que el personal encargado de ello se encuentre convenientemente formado y que ejecute las operaciones de acuerdo a un procedimiento de trabajo aprobado.



- ⊗ En las intervenciones con los acumuladores de presión (reparaciones, incorporación y sustitución de valvulería, etc.), primero se deberá reducir la presión del fluido, ya que durante los correspondientes trabajos podría escaparse aceite a alta temperatura causando graves lesiones a los operarios.
- ⊗ En los acumuladores de presión no se permiten realizar trabajos de soldadura, exponerlos a altas temperaturas, ni realizar ningún tipo de trabajos mecánicos.
- ⊗ Una vez conectado el sistema hidráulico, se deberá purgar el aire completamente utilizando el tornillo de purga situado en el acumulador.
- ⊗ La presión en la bolsa del acumulador será la indicada por el fabricante y no otra. Para rellenar la bolsa del acumulador sólo se podrá utilizar nitrógeno ( $N_2$ ). No deberá utilizarse oxígeno ( $O_2$ ) debido al peligro de explosión.

### ***Protección automática anticolidión***

La protección automática anticolidión, entre el brazo de la cortadora y el dispositivo de carga sirve para prevenir daños en la cabeza de corte o en el dispositivo de carga.

La protección automática anticolidión instalada funciona de la siguiente forma: al elevar el dispositivo de carga o al bajar la cabeza de corte, un transmisor hace pasar el líquido hidráulico a una válvula de almacenamiento. Una vez que se alcanza un volumen específico en la válvula de almacenamiento, las conexiones a las válvulas (las cuales activan las acciones descenso del brazo de la cortadora o elevación del dispositivo de carga) se bloquean, pudiendo ahora ser activadas en los sentidos opuestos (elevación del brazo de la cortadora o descenso del dispositivo de carga).

El estado de funcionamiento del dispositivo de anticolidión se debe comprobar diariamente. En caso de necesidad de ajustes o ante la observación de deficiencias en su funcionamiento hay que comunicarlo a quien se establezca, con la finalidad de ser puesto en conocimiento del proveedor y subsanado por éste.

### ***Freno automático***

Los dos accionamientos de las orugas disponen de frenos accionados por resorte. En caso de interrupciones o fallos en el sistema hidráulico, los frenos se activan automáticamente, dando como resultado la detención del minador de forma instantánea.

## Dispositivos mecánicos de seguridad

### *Placas (chapas) antideslizantes*

Las partes de la máquina que deben estar accesibles durante el funcionamiento se cubren con placas (chapas) antideslizantes. La cabina del conductor se cubre mediante una rejilla o tejado protectores.

Los fabricantes también ofrecen la colocación de un deflector de piedras para proporcionar una seguridad adicional a los operadores de minador.

Ninguno de estos elementos podrá ser retirado de la máquina, salvo para operaciones de mantenimiento o reparaciones, volviendo a reponerse una vez finalizadas éstas, pues se trata de dispositivos de seguridad de la máquina, imprescindibles para su utilización en las condiciones previstas.

### *Tope del brazo de la cortadora*

Este dispositivo de enclavamiento mecánico se coloca en los cilindros de elevación del brazo durante los trabajos de mantenimiento para prevenir el descenso accidental del brazo, operando de este modo de manera suplementaria a la válvula hidráulica de retención.

Para la ejecución de cualquier trabajo o actividad (mantenimiento y reparaciones) debajo del transportador giratorio elevado, del dispositivo de carga, del brazo de la cortadora y de los gatos de estabilización, será siempre obligatorio la colocación y bloqueo en su posición del tope mecánico del brazo.



## Otros elementos de seguridad del minador

### *Señalización acústica*

Los minadores deben estar dotados de una señalización acústica que entra en funcionamiento automáticamente antes de arrancar el accionamiento eléctrico asociado a las bombas hidráulicas. De este modo se podrá oír esta señal acústica antes del encendido de los siguientes elementos:





- Brazo de la cortadora
- Brazos recolectores
- Rampa
- Páncer

También se activará mientras la máquina se desplace marcha atrás advirtiendo de esta forma de su movimiento de retroceso.

### ***Iluminación de la máquina***

Una medida de seguridad habitual implementada en estos equipos de trabajo consiste en que los focos o faros delanteros se enciendan de forma automática en cuanto el operador conecte la alimentación eléctrica.

La finalidad de esta medida es proporcionar un sistema de aviso a los trabajadores que se puedan encontrar en su entorno de que la máquina ya se encuentra en tensión.

### ***Interbloqueo de los accionamientos***

Los accionamientos mediante motor se encuentran interbloqueados con el accionamiento hidráulico, lo que supone que primero se debe activar el accionamiento hidráulico.

De este modo, cuando se conecta el accionamiento de la cortadora suena una sirena, y una vez que cesa la señal, el accionamiento de la cortadora acelera automáticamente.

Como medida de seguridad, para activar el accionamiento de la cortadora es necesario que el operador actúe simultáneamente sobre dos interruptores (ejemplo de lo que se conoce como *mando a dos manos*).

## **3.6.2. CAMIÓN DE MINADOR**

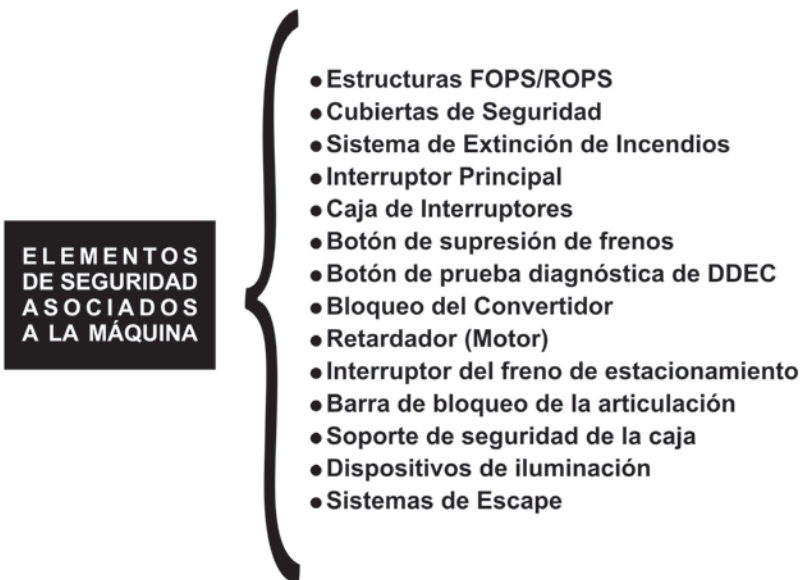
El camión de minador es un vehículo con tracción a las cuatro ruedas y neumáticos de goma, impulsado por un motor diésel. La potencia se transmite por un convertidor de par, una transmisión powershift y ejes de tipo diferencial con transmisión final de planetarios a las ruedas.

Su función es la de transportar el material rozado por los minadores, colocándose a cola de los mismos en los talleres de explotación, tras ser cargado por el páncr de que éstos disponen, y posteriormente descargarlo en los puntos de vertido establecidos en cada caso (pocillos/coladeros u otros).

El camión consta de dos secciones principales por tratarse de un vehículo articulado: el bastidor motor (bogie) y el bastidor de carga (chasis). Estas dos secciones están unidas por pasadores de articulación que permiten a las secciones girar una con respecto a la otra. La sección delantera (el bastidor motor) incluye el motor, el convertidor de par, la transmisión, el compartimiento del operador y el eje propulsor delantero. La sección posterior (bastidor de carga) contiene la caja de carga y el eje propulsor trasero.

En los camiones la disposición del operador puede ser frontal (sentido de la marcha) o lateral (perpendicular al sentido de la marcha), aunque mayoritariamente corresponde a este segundo tipo en el caso de los modelos empleados en las explotaciones de sales.

El camión posee una serie de elementos de seguridad, que se pueden resumir en el siguiente cuadro:



A continuación se describen brevemente cada uno de ellos, recordándose que todos ellos deben encontrarse descritos en el correspondiente Manual de Instrucciones elaborado por el fabricante.



## Elementos y sistemas de seguridad asociados a la máquina

### Estructuras ROPS/FOPS

Los camiones pueden estar provistos de una estructura de protección antivuelco (ROPS) o una estructura de protección contra caída de objetos (FOPS).

La protección ROPS está diseñada, ensayada y homologada para proteger al operador en caso de vuelco impidiendo la deformación de la estructura.

Por su parte, la protección tipo FOPS ofrece al operador protección contra el desprendimiento de materiales del techo o los paramentos que pudieran golpearle o aplastarle en su caída, al soportar los impactos de esa clase sin deformar la estructura de la cabina.

Cuando el vehículo cuenta con esta clase de sistemas de protección estructural, hay una etiqueta ROPS o FOPS fijada al exterior de la estructura del lado delantero. El número de fabricación ROPS o FOPS, los pesos del camión de mina, los números de homologación, los números de modelo y los números de fabricación están en dicha etiqueta.

La protección ROPS debería estar siempre complementada con el uso de un cinturón de seguridad.

### Cubiertas de seguridad

En diferentes puntos del vehículo se disponen elementos de protección tipo resguardo fijo, que a modo de cubiertas o envolventes, pueden ser retirados en caso necesario para acceder a las partes de la máquina durante tareas de mantenimiento.



1. Cubierta de protección del turbo
2. Protección del colector de escape
3. Cubierta de protección del alternador
4. Escudo del cable de escape
5. Cubierta de protección del sistema de escape
6. Fija

Estas partes se encuentran habitualmente en movimiento durante el estado de servicio del camión, motivo por el cual se deben encontrar protegidas por medio de dichos elementos, impidiendo atrapamientos y otras interacciones accidentales con el personal. De ahí la enorme importancia de que todos estos protectores vuelvan a ser montados de nuevo, cubriendo las partes en movimiento originadoras de esos riesgos, en el momento en el que concluyan las operaciones de mantenimiento o intervenciones practicadas, y con carácter previo a la puesta en servicio de nuevo del vehículo.

Estos puntos críticos para la seguridad se deben encontrar debidamente advertidos mediante señalización escrita y de tipo pictograma, que informe al personal de los riesgos específicos existentes y de las recomendaciones en el manejo de estas protecciones.

### **Sistema de extinción de incendios**

El sistema de extinción de incendios está diseñado para proteger áreas específicas del vehículo contra incendios. Su función es la de complementar y no para sustituir la aplicación del programa de prevención de incendios en la mina, pues se trata de un



medio de protección y no de otro tipo. La prevención de incendios se basa en actividades periódicas de mantenimiento e inspección de las áreas del vehículo en las que es más probable que se inicie un incendio: las transmisiones finales a las ruedas, la cubierta del motor, la transmisión y el convertidor de par. El mantenimiento de turno de trabajo debe incluir la limpieza de las posibles áreas de acumulación de materiales inflamables y residuos de combustible.

Este sistema de protección se basa en la presencia de un *actuador manual de extinción de incendios* cuyo principio de funcionamiento se describe un poco más adelante.

Su empleo en caso de incendio se deberá efectuar con arreglo al siguiente protocolo de actuación:

- ⚙️ Cumplir con todas las normas relativas a incendios previstas en el procedimiento de trabajo del puesto, las DIS, Instrucciones de trabajo existentes o consignas del Plan de Emergencia.
- ⚙️ Antes de salir del vehículo:
  - 📄 Apagar el motor
  - 📄 Aplicar los frenos
  - 📄 Tirar del pasador con anillo en el actuador manual
  - 📄 Golpear el botón rojo
  - 📄 Evacuar el vehículo
  - 📄 Tomar el extintor portátil en previsión de necesitar su uso

El mecanismo de funcionamiento del actuador es el siguiente: al presionar uno de los émbolos actuadores, se perforará el cartucho a presión y se liberarán productos químicos de extinción de incendios (polvo seco). La presión de gas expelente hace que el polvo extintor de materia química seca actúe como un líquido. El polvo químico seco se impulsa por la manguera de distribución después de que la presión del depósito de sustancia química seca alcance el punto en que se rompe el disco de ruptura.



El vehículo puede estar equipado con un sistema de extinción de incendios compuesto por una o dos botellas extintoras, cuatro (4) o más toberas remotas de aspersión y dos (2) o más actuadores. Cada actuador está conectado a un cartucho de carga y a un pasador de seguridad. Normalmente, uno de los actuadores está en el compartimiento del operador y el otro cerca del compartimiento del motor.

Analizamos brevemente por separado cada uno de los elementos constituyentes del sistema de extinción:

### ***Actuador***

El actuador contiene un cartucho a presión precintado que, cuando se activa al quitar el pasador con anillo y se golpea el botón rojo, envía presión al receptor del cartucho para poner el sistema en funcionamiento.

Los sistemas manuales utilizan al menos un actuador instalado en el compartimiento del operador y requieren que el operador se haya dado cuenta del incendio. Se pueden instalar más actuadores en otros lugares remotos del vehículo.

También existen modelos con sistemas automáticos que utilizan la detección electrónica o neumática y que se ponen en funcionamiento con independencia del operador.

### ***Receptor de cartucho***

Cuando la presión liberada por el actuador llega al receptor de cartucho, la presión del sistema perfora una junta del cartucho de gas impulsor, pasando el gas al depósito de agente químico seco. Una válvula de alivio de seguridad impide que se forme una presión de impulsión excesiva en el receptor del cartucho.

### ***Depósito de agente químico seco***

El depósito del producto químico seco contiene un agente extintor de incendios en polvo. Está equipado con un disco de ruptura en el conjunto de la unión, para impedir que el producto químico seco fluya hasta que se haya desarrollado suficiente presión en el depósito. El gas impelente contenido en el cartucho de gas genera presión en el depósito de producto químico seco, haciendo que el polvo seco se comporte como un líquido. Una vez alcanzada la presión correcta, el disco se rompe permitiendo que el gas/mezcla seca de productos químicos fluya hacia las toberas.



## Boquillas

La presión en la(s) boquilla(s) hace que se abra el tapón de protección (dependiendo del tipo de boquilla instalado), y que se proyecte el agente químico.

Complementariamente a este sistema de extinción de incendios, el camión debe estar dotado de extintores portátiles del tipo polvo ABC (sustancia extintora que contiene)



Para asegurar su uso eficaz en caso necesario deberán estén firmemente montados en un lugar seguro y fácilmente accesible. Todas las indicaciones y recomendaciones mencionadas en el caso de los extintores portátiles en los minadores vuelven a ser aplicables nuevamente al referirnos a éstos. Es importante volver a recalcar un tipo de comprobación periódica sobre estos medios de protección que sí puede ser efectuada por los operadores de camión sin recurrir a otro personal de mantenimiento. Nos referimos a la verificación de que la aguja del indicador de presión de la botella se encuentre dentro de la zona verde, debiendo ponerlo en conocimiento del responsable de las labores, personal de Seguridad o del Servicio de Mantenimiento en caso de advertirse que la aguja se muestre dentro de las zonas rojas.

## Interruptor principal

Este interruptor aísla a la batería de los circuitos eléctricos y debe ponerse en la posición OFF cuando el vehículo no está en uso o durante operaciones de mantenimiento y reparaciones, para ayudar a evitar cortocircuitos.

De forma análoga, para poder arrancar el camión, es necesario en primer término girarlo hasta la posición ON.

## Caja de interruptores/componentes eléctricos

La caja de componentes eléctricos contiene catorce (14) interruptores magneto-térmicos que constituyen la “primera línea” de protección del sistema eléctrico. Estos interruptores están provistos de un contacto interno que impide su reposición

mientras el fallo siga presente, incluso si se mantiene el interruptor manualmente en la posición de reposición.

Los interruptores de menor capacidad de corriente del panel de instrumentos son de tipo “push-pull”, que permiten aislar circuitos manualmente para la localización de averías.

Todos los interruptores son de reposición manual. Si se produce un fallo eléctrico, se intentará reponer el interruptor correspondiente, pero si no fuera posible se comunicará al personal de mantenimiento para que resuelva el problema antes de seguir utilizando el camión.

### Botón de supresión de frenos

Los camiones de interior más ampliamente usados actualmente en las minas de potasa están dotados de sistemas de frenos de tipo SAHR, que se basan en un accionamiento por resorte y liberación hidráulica. Sin presión hidráulica, las unidades de freno se aplican en las cuatro ruedas. En todos los vehículos equipados con frenos SAHR, el pedal de freno acciona una válvula de freno hidráulica que envía aceite hidráulico a



través de todo el circuito hidráulico de frenos para regular las unidades de freno de las ruedas delanteras y traseras. En el sistema SAHR, se suministra aceite hidráulico a los frenos para mantenerlos inactivos. Al pisar el pedal de freno, el aceite de las unidades de freno de las ruedas vuelve al depósito hidráulico y los resortes aplican los frenos.

Para liberar los frenos sin que la bombas hidráulicas suministren presión (es decir, cuando el motor no está en marcha), el vehículo cuenta con un sistema de bomba manual de frenos compuesto por una bomba manual y este botón de liberación (supresión) de frenos. El botón de supresión puede ocupar varias posiciones, pero estará siempre claramente identificado y al alcance del operador sentado de forma segura.

Este botón deberá estar constantemente pulsado de forma manual por el operador en caso de tener que remolcar el camión para asegurar presión suficiente para liberar los frenos de las ruedas. En el instante en que se libera este mando, toda la presión del sistema de frenos es enviada al depósito y los muelles vuelven a aplicar los frenos.





Mientras se mantenga el mando en su lugar, se pueden aplicar también los frenos usando el pedal de freno de forma normal.

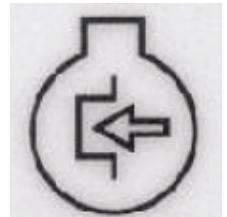
Para funcionar, el sistema de supresión debe disponer de una presión mínima de 100 bares en el acumulador. Si no hay suficiente presión disponible en el acumulador, puede suministrarse presión a los acumuladores con la bomba manual.

Deberá ponerse especial cuidado de no pulsar el botón de control de la supresión de los frenos SAHR al salir del vehículo o entrar en él. De lo contrario, los frenos pueden desactivarse de manera fortuita.

### **Botón de prueba diagnóstica de DDEC y botón de supresión de DDEC**

Los camiones dotados con motor Diesel Detroit (DDCE) disponen de estos botones, inicialmente previstos fundamentalmente para el personal de mantenimiento. Se trata de motores controlados por computadora con numerosas funciones de seguridad incorporadas.

Sin embargo, cuando se dan algunos problemas de seguridad (p.e. nivel de aceite bajo), el motor reducirá automáticamente la potencia en un plazo de 30 segundos, independientemente del nivel de potencia en el que estaba el motor cuando se detectó el problema. El botón de supresión está previsto para permitir al operador llevar el vehículo a un lugar seguro en el cual estacionarlo, apagarlo y llamar al personal de mantenimiento.



Si lo pulsa de nuevo, la potencia del motor volverá al nivel previo a la reducción. Esto le da al operador entre 30 y 40 segundos más de funcionamiento continuo, hasta que el motor comienza nuevamente a disminuir su potencia. No es necesario mantener pulsado el botón. Pulsando una vez más el botón, se obtienen entre 30 y 40 segundos más. La activación del botón *Override* (supresión) es registrada por el sistema de monitorización del DDEC.

### **Bloqueo del convertidor**

La función del bloqueo del convertidor es vincular mecánicamente el motor al tren de transmisión. Las ventajas del bloqueo del convertidor son:

- Mayor velocidad en pendientes
- Menor consumo de combustible
- Menor calentamiento de la transmisión y el convertidor
- Reducir la necesidad de utilizar los frenos de servicio cuando se selecciona una marcha adecuada al bajar pendientes.

Se recomienda utilizar el bloqueo del convertidor tanto para subir como bajar pendientes. Se activará cuando se logre la marcha deseada y el motor esté por encima de 1.250 rpm (el bloqueo no se activará cuando el régimen del motor sea inferior a 1.250 rpm.) Se encenderá una luz verde indicando que el sistema de bloqueo está activado.

El bloqueo del convertidor se desactivará automáticamente en las siguientes condiciones:

- El régimen del motor baja a menos de 1.100 rpm.
- La transmisión sale de su posición original.
- Se pulsa el botón de liberación de bloqueo.

En estos casos de desactivación se puede volver a bloquear sin más que pulse nuevamente el botón de activación.

Los vehículos que se encuentran equipados con mando de transmisión automática no disponen de botones de bloqueo y de liberación de bloqueo de convertidor.

### **Retardador (motor)**

En algunos modelos se dispone de un interruptor para activar manualmente el freno motor en los camiones de gran tamaño equipados con un sistema de frenos de escape de motor.

Así mismo, el sistema está también equipado con un interruptor detector de la velocidad que activará automáticamente el freno motor cuando el régimen del motor es elevado.



## Interruptor del freno de estacionamiento

Cuando se necesita estacionar el vehículo o si fuera preciso realizar una parada de emergencia, se logrará pulsando este botón.

En vehículos equipados con el sistema de frenos SAHR, se aplicarán las cuatro unidades de freno de las ruedas. El freno de estacionamiento no puede soltarse hasta haber arrancado el motor y haber presión hidráulica disponible.

Los camiones de mina están equipados con un circuito automático de bloqueo de seguridad de frenos. Una luz indicadora parpadea cuando el freno de estacionamiento se aplica automáticamente. El circuito activa automáticamente el freno de estacionamiento en caso de pérdida de presión del acumulador de frenos, o de la presión de aceite en el convertidor, o cuando se interrumpe la alimentación eléctrica del solenoide del freno de estacionamiento.



En caso de que los frenos se apliquen automáticamente, acto seguido el operador deberá activarlos siempre también manualmente (pulsando el interruptor del freno de estacionamiento) antes de salir del vehículo. El parpadeo de la luz del freno de estacionamiento es una indicación de que no se ha practicado esta última maniobra por parte del conductor.

Como medida de seguridad adicional, si el motor se apaga por cualquier motivo se aplicará automáticamente el freno de estacionamiento. En caso de haber olvidado aplicar el freno de estacionamiento antes de apagar el vehículo, el motor no arrancará hasta que haya pulsado el interruptor del freno de estacionamiento.

## Dirección de emergencia (opcional)

Algunos modelos están dotados de un sistema de dirección de emergencia que se activa en ciertas condiciones adversas. Este sistema está basado en una luz de alarma y un aviso acústico, que son activados por el presostato de la válvula de carga del acumulador.

Cuando la presión de la bomba de dirección es demasiado baja (fallo de la dirección) se activan la luz de advertencia y el aviso acústico, con el fin de avisar al operador de que está conduciendo únicamente con la presión almacenada en el acumulador. En

estas circunstancias el operador debe entonces detener inmediatamente el vehículo de manera segura.

Al desconectar el encendido se deberá esperar a que se apague la luz para asegurarse de que el sistema de dirección se está purgando. Cuando la luz está encendida el sistema de dirección sigue estando bajo de presión. En caso de que la luz persista encendida será preciso ponerlo en conocimiento del personal de mantenimiento.

## Procedimientos de supresión

Cuando surge un problema que puede dañar el motor o el transversor, los ordenadores del camión proporcionan medios para proteger los sistemas respectivos contra daños mayores. El módulo de control electrónico del motor (ECM) reducirá la potencia cuando detecte un problema grave. La unidad electrónica de control (ECU) de la transmisión desactivará los engranajes superiores del transversor y pasará a punto muerto cuando detecta un problema.

Algunos de los problemas que pueden presentarse y provocar que los ordenadores inicien los anteriores procedimientos de protección pueden ser los siguientes:

- ⦿ Baja presión de aceite del motor (inferior a 1,3 bares)
- ⦿ Excesiva temperatura del motor (Superior a 99°C)
- ⦿ Nivel bajo de refrigerante
- ⦿ Presión baja de refrigerante

## Barra de bloqueo de la articulación

En los camiones se dispone de una barra de bloqueo de la articulación (o giro) fijada al bastidor en el lado derecho o izquierdo del vehículo.

Antes de realizar cualquier actividad de mantenimiento en el área de la articulación del vehículo deberá comprobarse que esta barra se encuentre conectada entre el bastidor de carga y el bastidor motor para evitar que el vehículo pivote.

En caso de averías que exijan un remolcado del vehículo averiado por parte de otros, puede ser necesaria también la activación de la barra de bloqueo de la articulación para impedir el giro de ésta, según las circunstancias particulares de la operación.



## Soporte de seguridad de la caja

En el caso de camiones tipo volquete, los equipos están dotados de un sistema de seguridad para ser empleado durante las tareas de mantenimiento o cualquier intervención necesaria en el área del bastidor de carga del camión de mina en las que resulte necesario mantener elevada la caja para el acceso a las partes que se encuentran bajo la misma. Durante estas operaciones, con la finalidad de impedir un descenso intempestivo de un elemento elevado tan extremadamente pesado como es la caja de carga, se debe colocar la estructura de soporte de seguridad de la misma antes de permitir el acceso a la zona que queda bajo su radio de acción. Sólo los elementos de apoyo homologados están autorizados para su uso.



## Elementos de seguridad para la descarga

Algunos camiones están equipados opcionalmente con una luz indicadora de la posición de la caja de carga y un actuador de fin de recorrido que se mantiene activado hasta que la caja/bandeja está en la posición bajada/retraída, y de un interruptor de bloqueo de seguridad del freno de estacionamiento que impide liberar el freno de estacionamiento hasta que la caja/bandeja esté en la posición de servicio correcta.

## Dispositivos de iluminación e indicación

Los camiones de mina están provistos de diferentes dispositivos luminosos externos, tanto para aumentar el nivel de iluminación de que disponga el operador y advertir de su presencia (faros delanteros y traseros), como para indicar las maniobras que efectúa, tales como la detención o disminución de la marcha (luces de freno) o la ejecución de maniobras marcha atrás, advertida a través de una iluminación específica (girofaros) situada también como las luces de freno en la parte trasera del vehículo.

En el caso de las maniobras que se efectúan marcha atrás, el dispositivo luminoso de advertencia se complementa con un avisador acústico que emite una señal sonora de cadencia fácilmente interpretable, la cual ha de ser audible por encima del nivel de ruido de fondo existente en las zonas en las que se practican esas maniobras.

## Sistemas de vídeo (opcionales)

Algunos modelos de camión de mina están dotados de cámaras de vídeo en lugares estratégicos del exterior del vehículo, tomando imágenes que proporcionan información al operador que puede visionarlas en tiempo real desde su puesto en el interior de la cabina.

Esta clase de sistemas suelen disponerse en puntos desde los que puedan proporcionar una visión complementaria a la que el propio operador posee por sí mismo desde su ubicación en la cabina, y que no se encuentran en su radio natural de alcance visual. Así por ejemplo, se pueden situar en la parte trasera del camión para efectuar con mayor seguridad las maniobras de aproximación marcha atrás en el vertido a un pocillo o coladero.

## Sistema de escape

En un motor ideal el combustible mezclado con aire se quemaría completamente, formando dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), no tóxico (aunque si puede resultar asfixiante en cantidades grandes y espacios cerrados por desplazamiento del oxígeno del aire), y vapor de agua. Sin embargo, los motores ideales no existen y como productos de combustión emitidos por el sistema de escape de cualquier motor figuran otros gases como monóxido de carbono ( $\text{CO}$ ), aldehídos y acroleínas (irritantes para ojos y nariz), así como otras sustancias sin quemar o quemadas parcialmente (*inquemados*).

Como es sabido, alguno de estos gases es ciertamente peligroso para la salud. El monóxido de carbono ( $\text{CO}$ ) es un gas tóxico que puede causar desde dolores de cabeza, náuseas, pérdidas de la conciencia, hasta incluso la muerte en suficientes concentraciones y en espacios con deficiente ventilación. En cualquier caso es importante limitar su paso, así como el de partículas sólidas (carbonilla), a la atmósfera de mina tanto por este carácter nocivo para la salud ya apuntado, como por su condición de contaminante.

Para lograr esto, el vehículo puede estar equipado con uno o más de los siguientes componentes que componen lo que se conoce como sistema de escape.

- ⊗ Convertidor catalítico del escape
- ⊗ Purifiltro ECS
- ⊗ Silenciador



### ***Convertidor catalítico del escape (catalizador)***

El convertidor está constituido por una masa de pelets recubiertos de platino o en una malla de panal de abeja. Cuando es calentado por los gases de escape del motor, el platino actúa para completar la combustión y oxidar el monóxido de carbono (CO) y los hidrocarburos de dichos gases. La contrapresión debe comprobarse periódicamente para evitar la acumulación de residuos de carbono.

### ***Purifiltro ECS***

El purifiltro funciona como el convertidor catalítico y filtra también las partículas. Cuando se pone en marcha un motor frío, se observa que sale humo negro o gases de escape oscuros. La estructura cerámica en panel de abeja del purifiltro atrapa el hollín de carbón y otras partículas. El humo debe desaparecer cuando el motor se calienta. Esto significa que el purifiltro catalítico es eficaz y que requiere un mínimo de mantenimiento.

No debe hacerse funcionar el motor a ralentí más de cinco minutos ya que ello provoca que se acumule carbonilla en el purifiltro. Cuando se acumula carbonilla, aparecerá humo oscuro al conducir a baja velocidad.

### ***Silenciador***

El silenciador es un elemento interpuesto en el camino de evacuación de los gases de combustión a la atmósfera en la que se encuentra el vehículo, que tiene por objeto reducir su temperatura y velocidad, a la vez que limitar la emisión del ruido que provocaría su liberación en caso de hacerlo libremente.

Constituye, por tanto, un medio de reducción en el origen de parte del ruido aéreo emitido por la máquina (no el del funcionamiento del motor), que protege la salud de quienes pueden verse afectados por este contaminante físico debido a su trabajo en el entorno.

## **3.6.3. PALA CARGADORA DE INTERIOR**

La pala cargadora de interior es una máquina diseñada para la ejecución de operaciones de carga, transporte (en distancias cortas/medias) y descarga de materiales, circulando por galerías de mina subterránea, condición ésta que explica su morfología tipo perfil bajo, con gálidos pequeños.

Se trata de una máquina autopropulsada, con tracción a las cuatro ruedas, que se desplaza sobre neumáticos de caucho, y que se encuentra accionada por un motor diésel. Su tren de potencia está constituido por este motor diésel, un transverter (convertidor de par) y ejes de tipo diferencial.

Precisamente su sistema de rodadura sobre neumáticos es responsable, dadas las condiciones adversas habituales de las galerías por las que circulan, de frecuentes averías en forma de pinchazos o rotura de neumáticos que suponen pérdidas de productividad con motivo de las reparaciones, y un aumento muy importante de los costes de mantenimiento.

Sobre el conjunto que conforma la pala, es posible diferenciar dos secciones principales: el bastidor de carga (sección delantera) y el bastidor motor (sección trasera). Ambas partes se encuentran unidas por una junta articuladora que permite giros de 45°, en combinación con una junta oscilante que permite a las dos secciones inclinarse una respecto a la otra (pivotar) para así adaptarse mejor a superficies desiguales. Sobre el bastidor de accionamiento (trasero) se montan el motor, el transverter, la cabina del operador y el eje de accionamiento trasero. El bastidor de carga (delantero) soporta el cucharón y el eje de accionamiento delantero.

En las palas cargadoras de interior, en un amplio número de los modelos comercializados, la disposición del operador es lateral (perpendicular al sentido de la marcha).

La pala cargadora de interior, posee una serie de elementos de seguridad, que podemos resumir en el siguiente cuadro:

**ELEMENTOS  
DE SEGURIDAD  
ASOCIADOS  
A LA MÁQUINA**

- Estructuras FOPS/ROPS
- Interruptor principal
- Bloqueo de seguridad de la articulación
- Soporte de seguridad de brazo y cucharón
- Bloqueo de la dirección
- Sistema de Extinción de Incendios
- Freno de estacionamiento
- Sistema de liberación de frenos
- Resguardos y protecciones
- Señalización acústica
- Dispositivos de alumbrado
- Protecciones eléctricas
- Señalización de seguridad
- Sistemas de Escape





A continuación se describen brevemente cada uno de ellos, recordándose que todos ellos deben encontrarse descritos en el correspondiente Manual de Instrucciones elaborado por el fabricante.

## Elementos y sistemas de seguridad asociados a la máquina

### Estructuras de protección ROPS/FOPS

La pala cargadora de mina puede estar equipada con la estructura de protección antivuelco (ROPS) o la estructura de protección contra objetos desprendidos (FOPS).

La estructura tipo ROPS ha sido diseñada para proporcionar al operario una adecuada protección en caso de vuelco de la máquina mediante un refuerzo estructural que impide el plegamiento de la cabina del operador en caso de ese siniestro.

Por su parte, la estructura FOPS proporciona también protección al operador que maneja la máquina sentado desde el interior de la cabina, frente a materiales (principalmente desprendidos del techo o los paramentos) que pudieran impactar contra ese habitáculo, el cual resulta indeformable hasta muy elevadas energías de choque gracias a la misma.



Cuando la pala está equipada con estas protecciones, en la estructura hay una etiqueta que advierte ROPS o FOPS. En ella se indica el número de fabricación de la respectiva protección, peso del vehículo y número de modelo.

En ningún caso se autoriza a efectuar modificaciones en las estructuras ROPS o FOPS, ya que operaciones tales como soldadura, perforaciones, corte o añadidura de accesorios pueden provocar el debilitamiento de las mismas, anulando los niveles de protección que proporcionan esta clase de protecciones, y consiguientemente pudiendo poner en riesgo al operador en caso de producirse un siniestro de ese tipo. Si se advirtiesen daños estructurales en las protecciones ROPS o FOPS, deberá ser puesto en conocimiento del distribuidor o el fabricante antes de proceder a realizar ningún tipo de reparación por cuenta del propietario de la máquina.

Tampoco está permitido añadir ningún tipo de elemento superpuesto a la pala que suponga con ello que el peso total del vehículo exceda del peso bruto total mostrado en la etiqueta de ROPS o FOPS.

La protección ROPS debería estar siempre complementada con el uso de un cinturón de seguridad.

## **Interruptor principal**

La pala está provista de un interruptor principal, con giro izquierda-derecha, con el que se logra la desconexión de la batería y por tanto la ausencia de la energía inicial para lograr el encendido. Se trata por tanto de un conmutador que aísla la batería, desconectándola de los circuitos eléctricos.

Para evitar cortocircuitos debe situarse el conmutador en la posición OFF (desconexión) cuando el vehículo no se utilice o durante las tareas de mantenimiento, mediante su giro hacia la izquierda. Girando hacia la derecha la empuñadura que corresponde al interruptor se vuelve a conectar el sistema eléctrico.

Debido a que el interruptor suele estar situado en el lado opuesto al del compartimento del operador, cuando el vehículo se estaciona contra un paramento (algo que puede ser habitual), el conmutador puede dejarse en la posición ON (conectado) con la finalidad de que el personal no tenga que transitar entre el vehículo y el paramento.

Otra consideración de gran importancia para evitar daños en el sistema informatizado de la pala durante las operaciones de soldadura (afecta por tanto al personal de mantenimiento), consiste en girar el interruptor principal a la posición OFF antes de comenzar esa clase de actuaciones. La razón para observar esta precaución es que si no se aísla convenientemente el sistema eléctrico del flujo de corriente, se pueden producir serios daños en los ordenadores de a bordo de la máquina.

## **Bloqueo de seguridad de la articulación**

Como ya se ha explicado al describir la pala, ésta se compone básicamente de dos bastidores, delantero y trasero, unidos mediante una articulación que les permite girar un determinado ángulo uno con respecto al otro, lo cual resulta fundamental para facilitar las maniobras de la máquina.

Precisamente debido a ello, la pala está provista de un pasador de bloqueo de esta articulación que se transporta adosado al bastidor. Antes de efectuar cualquier operación de mantenimiento en la zona articulada, será necesario comprobar que este pasador esté colocado entre el bogie (bastidor delantero) y el bastidor de potencia, con la finalidad de impedir cualquier movimiento de giro entre ambos.



## Soportes de seguridad de brazo y cucharón

Para los casos en los que se necesita proceder a efectuar intervenciones o reparaciones que exijan mantener elevados el brazo de elevación y el cucharón, es imprescindible hacer uso de un elemento de seguridad del que dispone la pala denominado *soporte de seguridad* y cuya función es impedir el descenso intempestivo del sistema de carga mientras se desarrollan trabajos bajo el mismo. Este soporte consiste en unos bulones, que colocados en unos alojamientos específicos a modo de pasadores, impedirían la bajada del sistema brazo-cucharón en caso de fallo del hidráulico.



Cuando se realizan esta clase de operaciones de mantenimiento, además de la utilización de este elemento de seguridad, es necesario actuar conforme a un procedimiento de trabajo adecuado para ello, que haya sido aprobado por la empresa y que sea conocido por quienes se encarguen de ejecutarlas. Ese procedimiento no se describe aquí por no corresponder a las materias contempladas en este capítulo.

Sólo está autorizado el uso de los soportes de seguridad homologados y que acompañan a la pala, ya que brazo y cucharón son extremadamente pesados y otros elementos de bloqueo podrían carecer de la resistencia necesaria para esta función.

## Bloqueo de la dirección

El bloqueo de la dirección es un dispositivo diseñado para impedir la actividad de la dirección y del brazo/cucharón (bloquea todo el sistema hidráulico) en caso de detectar abierta la puerta del operario.

Su objetivo básico es reducir el riesgo de lesiones de aplastamiento que podrían producirse al entrar o salir de la cabina cuando se mantiene el brazo-cuchara elevado, o por giro inesperado de la máquina.

Los botones de la palanca de dirección/cucharón podrán seguir usándose aunque esté activado el bloqueo de dirección.

Como ocurre con toda clase de dispositivos de seguridad instalados en la maquinaria, destinados a la protección del personal, está absolutamente prohibido proceder a su manipulación para lograr su anulación con el objetivo de simplificar tareas, aumentar la comodidad, ahorros de tiempo, etc. En el caso al que nos estamos refiriendo, esta manipulación consistiría en el puenteo del bloqueo.

## **Sistemas de extinción de incendios**

Las palas pueden estar dotadas, según los modelos, de diferentes sistemas de extinción de incendios. De este modo, puede contar con un extintor portátil, un sistema manual de extinción de incendios, o un sistema automático de extinción de incendios (*checkfire*).

### **Sistema manual de extinción de incendios**

Cuando la pala esté provista de este sistema, al detectar un incendio, el operador deberá actuar de acuerdo al siguiente protocolo:

1. Detener completamente y con seguridad la pala.
2. Aplicar los frenos de estacionamiento.
3. Parar el motor.
4. Tirar del pasador de anillo en el actuador manual y presionar el pulsador rojo.
5. Abandonar el vehículo tan rápidamente como sea posible.

El principio de funcionamiento de este sistema es totalmente análogo al ya descrito al tratar el sistema de extinción de incendios de que está provisto el camión de mina, por lo que no vamos a volver a repetirlo íntegramente aquí. A modo de resumen recordamos que se basa en que cuando se quita el pasador de seguridad y se presiona el pulsador, un percutor perfora el cartucho y libera los productos químicos de supresión del incendio. La presión del gas expulsor hace que el polvo químico seco de extinción actúe como un líquido. El polvo es proyectado por la manguera de distribución cuando la presión del depósito químico seco alcanza el punto de ruptura del disco de seguridad. El agente extintor químico seco se descarga por las boquillas a las zonas protegidas, apagando con ello el incendio.



## **Sistema automático de extinción de incendios**

El sistema automático (*Checkfire*) utiliza un cable sensor del calor que se coloca en el compartimiento del motor y en el compartimiento del transverter. Se basa en un dispositivo electro-pirotécnico (un detonador) situado en el alojamiento del actuador. Cuando el circuito del cable de detección es abierto por un fuego (el fuego funde la vaina del cable y se tocan los dos alambres en su interior creando una conexión eléctrica), el módulo de control envía una corriente eléctrica al detonador haciendo que descargue el sistema de extinción. El sistema tiene un retardo de tres segundos desde el instante en que el cable de detección envía una alarma de incendio hasta que el módulo de control le indica al detonador que descargue el sistema.

Cuando el modelo dispone de este sistema automático, el módulo de control está situado en la cabina de la pala y va montado cerca del activador del sistema manual de extinción de incendios. Va provisto de diodos luminosos y alarma acústica, sonando siempre que se produzca un incendio o problema con el sistema de detección.

## **Extintores portátiles**

Las palas estarán dotadas de extintores portátiles de los que es preciso conocer con exactitud su ubicación en la máquina y por supuesto su utilización. También es importante, como se explicó al tratar este mismo aspecto en relación a los minadores y los camiones de mina, los tipos de revisiones a los que estos medios portátiles de extinción deben estar sometidos, y muy especialmente los que corresponden de manera directa y en la práctica diaria a los propios operadores.



Para no resultar reiterativos remitimos nuevamente a esos apartados anteriores con el fin de recordarlas en mayor detalle.

## **Freno de estacionamiento**

El freno de estacionamiento tiene como finalidad la detención total de la máquina, debiendo ser accionado por el operador siempre que abandone la cabina.

Su conmutador se identifica por un pulsador rojo en el panel de mando de la cabina, que necesita ser oprimido para activarse.

Este freno puede ser también accionado automáticamente (**freno de emergencia**) por el ordenador de a bordo de la propia máquina en ciertas circunstancias, con motivo de aumentar los niveles de seguridad. Estas situaciones de emergencia pueden ser las siguientes:

- Fallo eléctrico
- Caída de presión en el transverter
- Caída de presión del acumulador

Cuando como consecuencia de producirse alguno de los anteriores problemas se produjese el accionamiento automático del freno de estacionamiento, el operador deberá pulsar el conmutador del freno de estacionamiento para reponer el circuito después de solucionar el problema que hubiera motivado la parada. Además, el freno de estacionamiento no podrá ser liberado hasta que se haya arrancado el motor e incrementado la presión hidráulica.

Otra medida de seguridad suplementaria asociada al freno de estacionamiento, es la que implica el accionamiento automático del mismo cuatro segundos después de seleccionar punto muerto.

## Sistema de liberación de frenos

Cuando se necesita desplazar una pala sin capacidad motriz (durante un remolcado de la misma), ésta dispone de un interruptor de supresión de frenos que permite la liberación de éstos.

Este interruptor se encuentra situado en la cabina del operador, desde donde puede accionarse fácilmente. Para hacer uso de este sistema es necesario igualmente observar un procedimiento que en esencia se podría resumir como sigue:

1. En el acumulador del freno deberá disponerse de una presión de aceite mínima indicada en el manual de la pala.
2. En caso de no disponerse de la suficiente presión almacenada, se puede hacer uso de la bomba de mano hidráulica existente en la pala para alcanzar la necesaria a fin de soltar los frenos. Esto se sabrá a través de la lectura en el manómetro del acumulador.



3. Situado en la cabina de la pala, el operador pulsará y mantendrá oprimido el conmutador del sistema de supresión de los frenos para que éstos se liberen. Esto va a suponer al mismo tiempo que descienda la presión del acumulador y que por tanto tenga que incrementarla de nuevo empleando la bomba de mano.
4. Instalar el bloqueo de la articulación de la pala por parte de otro personal que colabora en la maniobra.
5. Proceder al amarre previo al remolcado fijando el cable de remolque en el gancho.

## Resguardos y protecciones

Todas las partes que se encuentran en movimiento durante el funcionamiento de la máquina deben permanecer aisladas mediante la interposición de resguardos o envoltentes que protejan al personal de un eventual contacto con las mismas.

Es de la mayor importancia mantenerse apartado de piezas rotativas o en movimiento, pero en cualquier caso siempre habrá que cerciorarse de haber vuelto a colocar cualquier tipo de protección que se interponga sobre piezas rotativas que hayan quedado al descubierto con motivo de una intervención en la máquina que hubiera hecho necesaria su retirada para facilitar el acceso.



## Dispositivos de señalización acústica

La pala, como la mayoría de la maquinaria móvil rodante, está provista de un claxon electrónico que se activa pulsando un botón en la cabina del operador. Se localiza en la zona de la articulación del bastidor de carga.

Se considera una práctica recomendable hacer sonar el claxon antes de arrancar o poner en movimiento el vehículo para advertir con ello a quien pueda encontrarse en el entorno de la máquina de su inminente puesta en movimiento.

Al mismo tiempo, también dispone de una alarma acústica de marcha atrás, en la parte trasera de la pala, que dará comienzo a la emisión de una señal sonora siempre que el operador seleccione la marcha atrás para maniobrar. Esta alarma acústica se

complementa con la emisión de una señalización luminosa por parte de una luz amarilla destellante que busca con ello aumentar el nivel de aviso sobre la maniobra.

## Sistema de alumbrado

La pala está dotada de un sistema de alumbrado imprescindible para proporcionar al operador los niveles necesarios de iluminación en la ejecución de las maniobras.

En realidad hay tres sistemas de alumbrado en la máquina: las luces delanteras, las luces auxiliares y las luces traseras. Todas ellas están controladas por conmutadores rotativos de tres posiciones. Las luces delanteras pueden ajustarse en HI (Alto/Larga), LO (Bajo/Cruce) y OFF (apagado).

## Protecciones eléctricas

Son protecciones de esta clase los interruptores de circuito y los fusibles, que están situados en la caja de componentes y dentro de la cabina. En el panel de mandos, los interruptores inferiores de amperaje bajo son “simétricos” lo que permite aislar circuitos manualmente para la localización de averías.

Todos los interruptores son de reposición manual. Si se produce un fallo eléctrico, se probará a reponer el interruptor apropiado. En caso de que el interruptor no pueda reponerse se deberá comunicar a Mantenimiento para que resuelvan el problema antes de proseguir.

## Señalización de seguridad

En estas máquinas se advierte de numerosas situaciones y puntos que presentan riesgos para los trabajadores a través de información contenida en forma de letreros, tanto escritos como con pictogramas ilustrativos.

Todo aquel letrero que desaparezca con el uso, o que se encuentre dañado, deberá ser repuesto, para lo cual se acudirá al distribuidor de la maquinaria al fin de obtener nuevos letreros de seguridad.

Así mismo, los letreros se deben mantener limpios para que resulte posible apreciar el mensaje que transmiten. Para limpiar un letrero se debe usar sólo un trapo blando, agua y jabón. No se deben usar disolventes, gasolina, etc.





En el Manual del operador (manual de instrucciones) que acompaña obligatoriamente a la pala, se describe el significado de todos los letreros de seguridad. También figuran en el mismo, diagramas de ubicación que muestran dónde se localiza toda la señalización de seguridad.

## **Sistema de escape**

La finalidad de este sistema es la de descargar los gases de escape del motor en una dirección segura, depurar los productos de combustión antes de su emisión a la atmósfera de mina, y reducir el ruido que transmiten en su liberación.

Tanto los productos de combustión como el ruido aéreo propagado, suponen importantes agentes contaminantes para el medio ambiente de trabajo, que afectan a la salud de quienes se encuentran presentes en el mismo, por lo que su reducción debe ser una preocupación permanente que los fabricantes intentan contribuir a paliar mediante la implementación de dispositivos que lo permitan.

Los dos elementos más importantes de este sistema de escape son el silenciador y el depurador o purificador.

### ***Silenciador***

El silenciador del escape actúa de manera similar al de un automóvil. Una estructura de tabique doble con una empaquetadura especial permite atenuar el ruido del motor generado por los ciclos de combustión, sin restringir el flujo de los gases de escape. La contrapresión causada por una restricción al escape podría dañar el motor, por lo que los silenciadores deben ser revisados a menudo y reparados/sustituídos cuando se detecta una restricción.

### ***Depurador***

Los depuradores de escape realizan una acción catalizadora para reducir la cantidad de monóxido de carbono (CO), hidrocarburos y carbonilla que se emiten como producto del proceso de combustión del motor, cuyo paso a una atmósfera confinada como es la de interior de mina, siempre reviste problemas, a pesar de la ventilación.

### 3.6.4. CAMIÓN GRÚA

Se trata de un equipo de trabajo que corresponde a un vehículo portante dotado de sistemas de propulsión y dirección propios (como cualquier camión), en cuyo chasis se acopla un aparato de elevación tipo pluma. No tiene una caja tipo artesa como la de los destinados al transporte de graneles, pero si una plataforma de carga sobre la que se pueden trasladar herramientas y materiales necesarios para los trabajos que ejecutan el equipo de personal que hace uso del mismo (ruedas de recambio, gato, forros de madera, etc.)



La pluma es sin duda el elemento que lo caracteriza, y se trata de un componente estructural de la grúa capaz de soportar el órgano de aprehensión (gancho, polipasto) cargado, asegurando el alcance y la altura de elevación solicitados.

#### Elementos de seguridad asociados a la máquina

Bastantes de ellos son muy similares o completamente análogos a otros que emplean otros tipos de equipos de trabajo y máquinas utilizados por el personal de mantenimiento y servicios auxiliares de mina, por lo que se describen al final de este capítulo 3 en el apartado dedicado a los elementos de seguridad comunes. No obstante, relacionamos los más importantes a continuación, describiéndolos muy brevemente.

##### ⦿ Indicadores de advertencia y de peligro

Dentro de esta categoría de elementos de seguridad se incluyen los girofaros u otros dispositivos luminosos que advierten a quienes pueden hallarse situados en el entorno de la máquina durante su funcionamiento, que ésta se encuentra en movimiento y que puede entrar en su radio de acción.

##### ⦿ Señal acústica de marcha atrás

Claxon de sonido intermitente que se activa cuando el operario acciona el selector de marcha atrás, va siempre acompañado de un sistema de señalización luminosa y permite indicar el retroceso del vehículo a operarios a pie u otras máquinas cercanas.



### ⊙ **Limitador de final de carrera del gancho**

Dispositivo eléctrico que corta automáticamente el suministro de fuerza cuando el gancho se encuentra a la distancia mínima admisible del extremo de la pluma.

### ⊙ **Pestillo de seguridad**

Dispositivo incorporado a los ganchos para evitar que los cables, estrobos o eslingas que soportan la carga puedan salirse de aquéllos. Existen diversos tipos entre los que cabe destacar los de resorte y los de contrapeso.

### ⊙ **Detector de tensión**

Dispositivo electrónico que emite una señal en la cabina de mando cuando la pluma se aproxima a una línea de alta tensión, al ser detectado el campo eléctrico por las sondas fijadas en el extremo de la flecha.

### ⊙ **Estabilizadores**

Dispositivos hidráulicos destinados a aumentar y/o asegurar la base de apoyo de una grúa en posición de trabajo.

### ⊙ **Limitador de cargas**

Dispositivo automático de seguridad que detecta para cada posición de trabajo la carga máxima que se puede manipular, cortando el movimiento ascendente del mecanismo de elevación y aquellos movimientos que supongan aumentar los máximos momentos de carga prefijados en el correspondiente diagrama de cargas.

## **3.6.5. CESTA ELEVADORA**

La plataforma o cesta elevadora es una máquina móvil destinada a desplazar personas hasta una posición determinada para la realización de trabajos temporales en altura. Se trata de una máquina muy versátil utilizada en muchas de las labores llevadas a cabo en las industrias extractivas debido a su gran maniobrabilidad y accesibilidad a puntos elevados de las infraestructuras de la explotación.

Pueden ser de motor eléctrico o de gasoil, aunque las de motor eléctrico apenas se utilizan en las explotaciones mineras de interior debido a su baja autonomía.

Aunque existen varios modelos de cestas elevadoras, en las explotaciones de interior las que se utilizan con más frecuencia son las plataformas o cestas autopropulsadas articuladas o telescópicas. Éstas poseen un brazo telescópico extensible a distintas alturas y, además del desplazamiento vertical, también permiten alcance lateral.

Los principales componentes de estos equipos son:

- Plataforma de trabajo o cesta.** Está formada, básicamente, por una base metálica de alta resistencia rodeada en todo su perímetro por una barandilla u otro elemento de similares características.

Cuenta con una puerta de acceso de apertura, siempre hacia el interior, que posee un sistema de cierre y bloqueo de modo que el movimiento de la plataforma sólo podrá producirse si este sistema está activado.

El suelo de la plataforma será antideslizante y permitirá la salida del agua (tipo rejilla o de metal perforado).



- Órganos de accionamiento de la cesta.** Son los dispositivos que permiten accionar y controlar todos los movimientos de la estructura extensible y de la cesta. Deben estar diseñados de forma que impidan cualquier movimiento intempestivo del equipo.

La plataforma debe poseer dos sistemas de mando: uno primario situado en la propia plataforma, y uno secundario o auxiliar, accesible desde el suelo y ubicado, normalmente, en el chasis. Los mandos primarios son los que controlan en todo momento el movimiento de la plataforma reservándose el uso de los secundarios para situaciones de peligro o emergencia.

Los mandos direccionales deben activarse en la dirección de la función volviendo automáticamente a la posición de paro o neutra cuando se deje de actuar sobre ellos.

- Estructura extensible.** Estructura unida al chasis sobre la que está instalada la plataforma de trabajo, permitiendo moverla hasta la posición de trabajo. Puede ser de varios tipos pero, como ya se indicó anteriormente, las más habituales son las que constan de un brazo telescópico o articulado accionado mediante un sistema hidráulico.



El sistema hidráulico de la cesta elevadora está integrado por un depósito hidráulico no presurizado, bombas, el sistema de control, los accesorios y las conducciones. Su funcionamiento se basa en circuitos abiertos e independientes y todos sus componentes están diseñados para funcionar con aceite hidráulico.

- **Chasis.** Constituye la base estructural de la máquina. El más utilizado en mina de interior es del tipo autopropulsado (aunque existen también de los tipos empujado y remolcado). Así mismo puede estar situado sobre el suelo, ruedas (el más empleado en mina), cadenas, orugas o bases especiales. Emplean, una vez estacionados en los puntos de trabajo, estabilizadores, ejes exteriores, gatos u otros sistemas que aseguren su estabilidad.

## Elementos de seguridad asociados a la máquina

- **Avisador acústico y señalización luminosa marcha atrás.** Se describe en el apartado dedicado a los elementos de seguridad comunes a varias máquinas, al final del capítulo. En cualquier caso, como es obvio, es completamente análogo al mencionado para el caso del camión-grúa.
- **Parada de emergencia.** Permite el paro automático de la máquina en caso de emergencia o situación anómala. Se encuentra ubicado en un lugar perfectamente visible y de fácil acceso.  
  
Se describe en el apartado dedicado a los elementos de seguridad comunes a varias máquinas, al final del capítulo.
- **Extintor.** Las cestas elevadoras deben estar dotadas de medios de extinción de incendios, de tipo portátil, conocidos comúnmente como extintores. Deben ubicarse en un lugar visible, señalizado y, sobre todo, de fácil acceso. Estos elementos se describen más ampliamente al final de capítulo.
- **Estabilizadores, salientes y ejes extensibles.**

Se tratan de sistemas o dispositivos concebidos para asegurar la estabilidad y reducir el riesgo de vuelco de la cesta elevadora. Deben estar contruidos de forma que puedan adaptarse a suelos que presenten un desnivel de, al menos, 10°.



- **Elementos de seguridad propios de la plataforma de trabajo o cesta.** Toda plataforma debe estar rodeada por una barandilla a una altura mínima de 90 centímetros y poseer algún sistema de protección que impida el paso o deslizamiento por debajo de la barandilla. Aunque existen varias posibilidades, lo más frecuente será encontrarnos con plataformas provistas de la barandilla situada a una altura comprendida entre los 0,90 y los 1,10 metros, un zócalo de 15 centímetros de altura y una barra intermedia a menos de 55 centímetros del zócalo.
- **Sistemas de seguridad de inclinación máxima.** La inclinación de la plataforma de trabajo no debe variar más de 5° respecto al plano del chasis durante los movimientos de la estructura extensible, o mientras el operador u operadores permanecen en la plataforma. En caso de fallo del sistema de mantenimiento de la horizontalidad, debe existir un dispositivo de seguridad que mantenga el nivel de la plataforma con una tolerancia suplementaria de 5°.
- **Sistema de bajada auxiliar.** Permiten el descenso de la plataforma en el caso de producirse una avería en el sistema de accionamiento primario. Este sistema se encuentra, generalmente, ubicado sobre el chasis junto al sistema de accionamiento secundario.

### 3.6.6. MINIPALA CARGADORA

Se trata de máquinas autopropulsadas empleadas fundamentalmente en operaciones de carga o acopio de materiales. Su pequeño tamaño le confiere una gran movilidad y maniobrabilidad en lugares de la mina con escasez de espacio, o de difícil acceso (bajo cintas, tambores, trasvases, etc.). Realizan múltiples tareas debido a su versatilidad, y en general todas aquellas que no puedan ser efectuadas por las palas cargadoras de interior debido a su tamaño, o que manualmente sean arduas o peligrosas.

El nombre **Bobcat** con el que se las denomina con frecuencia corresponde en realidad a una marca comercial, por lo que lo correcto sería referirse a ellas por su adecuada denominación de minipalas cargadoras o mini cargadoras.

Estos equipos están integrados por:



## Cabina

La cabina debe tener un diseño ergonómico y permitir la mejor visibilidad posible. En la cabina están situados los controles de la máquina, los cuales deben ser fácilmente accesibles para el operador. Las cabinas modernas cuentan con montajes que la aíslan del bastidor y que absorben parte de las vibraciones.



En el interior de las cabinas nos encontramos con los siguientes elementos:

- ⊙ El panel de instrumentos
- ⊙ El asiento
- ⊙ Las palancas de accionamiento de los elementos móviles de la máquina.
- ⊙ Mando de dirección tipo joystick y pedales.
- ⊙ Palanca de transmisión o cambio
- ⊙ Extintor
- ⊙ Retrovisores

## Panel de instrumentos

El panel de instrumentos permite controlar las funciones críticas de la máquina (motor, transmisión, frenos, etc.) y proporciona una información al operador que le ayuda a tomar decisiones.

## Bastidor

El bastidor es la estructura soporte del conjunto de elementos de la máquina y como tal debe estar dotada de gran robustez.

## Neumáticos y llantas

Junto con la suspensión son los elementos más importantes en la estabilidad de las máquinas. Debido a las condiciones particulares de la mina, sufren frecuentes pinchazos, así como desgaste, cortes, aplastamientos, etc., por lo que su estado debe vigilarse continuamente.

## Motor y transmisiones

Estos equipos suelen llevar motor de alto rendimiento, diésel y turboalimentados montados en la parte posterior de la máquina.

La transmisión tiene como función trasladar el movimiento del motor a los ejes motrices y otras partes de la máquina que se alimentan de la energía que produce. La más utilizada es la transmisión mecánica accionada hidráulicamente (servotransmisión), en la cual la unión con el motor se produce por medio de un convertidor de par.

## Sistema neumático e hidráulico

Lo más habitual es que la pala esté dotada de al menos tres sistemas hidráulicos independientes para:

- ⊗ Controlar la dirección.
- ⊗ Frenos.
- ⊗ Movimiento del equipo o herramienta de trabajo.

## Implementos

Estos equipos admiten distintos tipos de implementos según el tipo de trabajo a desarrollar. Algunos de los más empleados en minería de potasa son:

- ⊗ Cuchara plana. Utilizada para la recogida y manipulación de material en zonas de difícil acceso, como bajo cintas transportadoras, zonas de tambores, elevación de bandas de cintas, etc.
- ⊗ Cucharones. Empleados en la carga y el manejo de diversos materiales.





## Elementos de seguridad asociados a la máquina

- ⦿ Estructura de protección ROPS/FOPS. Se tratan de sistemas adicionales para la seguridad del operador del equipo que, situado en la cabina de la máquina, está expuesto a las consecuencias en caso de vuelco y de impacto severo sobre la misma. En ambos casos se tratan de protecciones estructurales contempladas en la construcción de la cabina.

Se describen al final del capítulo por tratarse de elementos de seguridad compartidos por más equipos móviles de trabajo.

- ⦿ **Resguardos en correas y ventiladores.** Análogamente, son descritos en la última parte del capítulo.
- ⦿ **Avisador acústico y luminoso de marcha atrás.** Descrito al final del capítulo.
- ⦿ **Cinturón de seguridad.** Todas las minipalas deberán ir provistas de un cinturón de seguridad cuyo uso será obligatorio.

Periódicamente deberá comprobarse el estado de las correas de sujeción, los anclajes y el sistema de ajuste al operario. Los cinturones que presenten algún desperfecto habrán de ser sustituidos, así como los que, por motivo de algún accidente, puedan ver disminuidas sus propiedades.



- ⦿ **Dispositivos de iluminación.** Permiten el desarrollo de los trabajos de estas máquinas en condiciones de baja visibilidad, por lo que deberán tener intensidad luminosa suficiente y no producir deslumbramientos ni en el área de trabajo ni a otras máquinas o trabajadores.
- ⦿ **Espejos retrovisores y de seguridad.** Permiten al operador de estas máquinas mantener el contacto visual con el medio que le rodea. Debido a ello han de mantenerse los más limpios y operativos que sea posible.
- ⦿ **Indicadores de advertencia y peligro.** Advierten a quienes pueden hallarse situados en el entorno de las máquinas durante su funcionamiento, que éstas

se encuentran en movimiento y que pueden entrar en su radio de acción. Habitualmente, cuando disponen de ellos, se colocan en el techo de la cabina para mejorar su visibilidad (girofaros).

⦿ **Freno de emergencia de palas cargadoras.** Dispositivo de frenado para ser activado en caso de fallo del freno de servicio. Su accionamiento puede ser efectuado por el operador; o según los modelos, automáticamente por la propia máquina cuando éste detecte ciertas anomalías.

Hay diferentes tipos de frenado, que actúan sobre los frenos generalmente a través de circuitos de aire comprimido o mediante presión de aceite, o sistemas combinados de los mismos.

### 3.6.7. MANIPULADORAS TELESCÓPICAS

Las manipuladoras telescópicas son máquinas automotrices equipadas con un brazo de elevación telescópico, en cuyo extremo se pueden incorporar diferentes implementos en función del uso al que se destinen, lo que dota a estos equipos de una gran versatilidad.

Se emplean principalmente en la elevación y transporte de cargas, e incluso, con el implemento adecuado (cesta homologada), en el desplazamiento de personas para el desarrollo de trabajos temporales en altura.

Pueden funcionar con motor eléctrico o diésel pero, al igual que comentamos anteriormente para el caso de las cestas elevadoras, las más utilizadas en interior de mina son las de tipo diésel por su mayor autonomía.

El nombre **Manitou** con el que se las denomina con frecuencia corresponde en realidad a una marca comercial, por lo que lo correcto sería referirse a ellas por su adecuada denominación de manipuladoras telescópicas, o simplemente manipuladoras.

Las partes fundamentales que integran cualquier manipuladora son las que se describen a continuación:

⦿ **Bastidor.** Constituye el soporte de todos los restantes elementos y dispositivos de la máquina, actuando a modo de superestructura. Se trata de una estructura robusta y compacta de acero que forma una sola pieza.



- ⦿ **Motor.** Se trata de un motor diésel de potencia diversa según el modelo.
- ⦿ **Batería.** Como cualquier vehículo accionado por un motor de combustión interna es necesaria para el arranque, y para suministrar electricidad a diferentes elementos de la máquina como luces de todo tipo, señalización acústica, etc.
- ⦿ **Puesto del operador/a.** En el entorno del puesto del operador/a se localizan todos los órganos de mando y control de la manipuladora. Básicamente, está integrado por:
  - ✎ Panel con los indicadores. Recibe información continua del estado de los sensores en los principales componentes de la manipuladora y señala cualquier anomalía, permitiendo al operador/a controlar las funciones críticas de la máquina y reducir, por tanto, las posibles averías que puedan producirse. Los indicadores que suelen presentar este tipo de maquinaria son: nivel de combustible, temperatura del líquido refrigerante, arranque en frío, presión de aceite del motor, presión de la dirección hidráulica, etc.
  - ✎ El volante y pedales de dirección. La columna de dirección debe ser ajustable permitiendo al conductor/a seleccionar la posición más confortable.
  - ✎ Freno de estacionamiento. Puede ser el convencional freno mecánico de mano, o en las versiones más modernas activado de forma eléctrica, incluso automáticamente si se para el motor.
  - ✎ Los mandos de control. Controlan las funciones de extensión, descenso y replgado del brazo telescópico. Pueden ser tipo palanca o de tipo joystick permitiendo, éstos últimos, un control más preciso del mástil con una sola mano.
  - ✎ El asiento. Su diseño debe ser ergonómico, regulable en profundidad y poseer un sistema de suspensión adecuado que filtre las vibraciones y oscilaciones. De este modo se conseguirá minimizar la carga física del trabajador durante el trabajo.

## ⦿ Implementos

- ✎ Cazo o cuchara. Se emplea para la manipulación de materiales a granel así como para la excavación en frentes situados por encima o ligeramente por debajo del plano de apoyo de la máquina y siempre que se trate de terrenos muy poco cohesivos.
- ✎ Horquillas. Se utilizan para el manejo de materiales paletizados y soportes. En muchos casos la horquilla sirve de soporte para la instalación de otros equipos de trabajo. Es probablemente uno de los implementos más utilizados, convirtiéndose

con ello en una clara alternativa a las carretillas elevadoras, que son equipos que por sus características presentan grandes limitaciones para los trabajos en el interior de mina.

- ✎ Brazo de grúa. Constituido normalmente por una pluma de celosía que se acopla al extremo de la pluma de la manipuladora. Se fabrica en dos versiones: con y sin cabrestante. En este último caso se puede emplear como si de una grúa automotriz se tratase. También existen modelos de brazo telescópico.



- ✎ Plataforma de trabajo o cesta. Está formada, básicamente, por una base metálica de alta resistencia rodeada en todo su perímetro por una barandilla u otro elemento de similares características. Cuenta con una puerta de acceso de apertura, siempre hacia el interior, que posee un sistema de cierre y bloqueo de modo que el movimiento de la plataforma sólo podrá producirse si este sistema está activado.

La normativa obliga a que en la propia plataforma exista un cuadro de accionamiento desde el que los operarios controlen los movimientos de la pluma. Para evitar accidentes el cuadro de mando situado en la cabina debe quedar fuera de servicio cuando se esté utilizando la plataforma.

- ⊗ **Estructura extensible.** Se trata de un brazo telescópico, accionado mediante un sistema hidráulico.

## Elementos de seguridad asociados a la máquina

- ⊗ **Cinturón de seguridad.** Deberá ser verificado periódicamente, tanto las correas de sujeción en toda su extensión, como los anclajes y el sistema de ajuste al operario. Los cinturones de seguridad defectuosos habrán de ser sustituidos, así como los que, por motivo de haber sufrido algún accidente, puedan ver disminuidas sus propiedades.
- ⊗ **Estructura de protección ROPS/FOPS.** Se describen al final del capítulo por tratarse de elementos de seguridad compartidos por más equipos móviles de trabajo.



- **Avisador acústico de marcha atrás.** También se describen junto al resto de elementos de seguridad comunes.
- **Espejos retrovisores.** Permiten al operador de estas máquinas mantener el contacto visual con el medio que le rodea. Por ello han de mantenerse los más limpios y operativos posible.
- **Paro de seguridad de emergencia.** Detiene automáticamente la máquina en caso de emergencia o situación anómala.
- **Estabilizadores.** Las manipuladoras telescópicas incorporan dos soportes estabilizadores delanteros con accionamiento hidráulico independiente que posibilitan una correcta nivelación.

Cuando trabaja con los estabilizadores colocados se produce un incremento de la capacidad de carga, puesto que se reduce el riesgo de vuelco de la máquina.

### 3.6.8. JUMBO

Los jumbos son equipos de perforación rotopercutiva, de tipo automotor con accionamiento diesel eléctrico, que pueden disponer de uno, dos y hasta tres martillos perforadores montados sobre un bastidor tipo carro, y que permiten velocidades de avance muy grandes gracias a la fuerza de empuje de los martillos, suministrada habitualmente por un sistema hidráulico. Con ellos se ha sustituido el trabajo manual efectuado con martillos de columna en otras épocas (y aún empleado en otra clase de minerías) por sistemas de mecanización que reducen la carga física que sufre el trabajador y permiten aumentar las secciones excavadas y los avances por ciclo.

Las barrenas empleadas suelen tener un diámetro mayor y son de un acero más resistente que las empleadas en barrenado convencional manual, puesto que han de sufrir un mayor desgaste y mayor esfuerzo de torsión. La boca puede ser de varias formas en función del material a perforar.

Se desplazan sobre ruedas (aunque existen otros modelos que lo hacen sobre orugas).

Las partes fundamentales que integran cualquier jumbo son las que se describen a continuación:

- ⚙ **Bastidor.** Como en cualquier otra máquina móvil es el elemento que actúa como estructura soporte de todos los restantes elementos de la máquina, por lo que posee una robustez notable. Está constituido por dos partes que se unen por medio de una articulación que las permite girar un ángulo próximo a los 450, así como también pivotar respecto a la misma, lo que favorece la adaptación a las condiciones adversas que pueden presentar las galerías y frentes por los que se desplaza.
- ⚙ **Motor de desplazamiento.** Se trata de un motor diesel de potencia diversa según el modelo. Los jumbos también pueden tener accionamiento exclusivamente eléctrico e incluso neumático, pero no son actualmente empleados de estas clases en las minas de potasa.
- ⚙ **Sistema eléctrico.** Para el accionamiento del equipo de rotopercusión de perforación o empernado disponen de un motor eléctrico de diferente potencia según los modelos.
- ⚙ **Sistema de aire.** Compresor para impulsión de aire de soplado y de inyección de resina en el caso de los jumbos de bulonado.
- ⚙ **Sistema de riego.** Emplean riego con agua para la decantación del polvo.
- ⚙ **Batería.** Necesaria para el arranque del motor diesel, y para suministrar electricidad a diferentes elementos de la máquina como luces de todo tipo, señalización acústica, etc. Habitualmente disponen de dos baterías.
- ⚙ **Puesto del operador/a.** En este punto se ubican los diferentes órganos de mando y control de la máquina y permiten su gobierno. Este lugar se localiza en una cabina, que en los modelos empleados en potasa es de tipo abierto. Consta básicamente de:

  - 📌 Panel con los indicadores.
  - 📌 El volante y pedales de dirección.
  - 📌 Freno de estacionamiento.
  - 📌 Los mandos de control del equipo de perforación.
  - 📌 El asiento.



Todos estos elementos tienen características generales y funciones totalmente análogas a las descritas en los casos de la minipala cargadora, manipuladora y camión cesta.

⊗ **Equipo de trabajo.** Se trata del elemento de la máquina que realiza la labor propiamente dicha, y que es notablemente diferente según que se trate de jumbos para perforación o jumbos para empernado y sostenimiento (jumbos de bulonado). En ambos casos el equipo de trabajo se une al bastidor mediante un sistema de brazo articulado, que soporte el varillaje de perforación y resto de elementos según el tipo, siendo accionado hidráulicamente.

🔧 **Jumbo de perforación:** el equipo de trabajo es un martillo de accionamiento electrohidráulico y funcionamiento rotopercutivo.

🔧 **Jumbo de bulonado:** el equipo de trabajo está constituido por un sistema de perforación análogo al anterior, más la unidad de empernado (bulonado), tipo mesa rectangular o revólver. Además, dispone también de un sistema de aire comprimido para la inyección de la resina de consolidación de los bulones.

## Elementos de seguridad asociados a la máquina

⊗ **Estructura de protección FOPS.** Se describe al final del capítulo por tratarse de un elemento de seguridad compartido con el resto de maquinaria móvil.

⊗ **Avisador acústico de marcha atrás.** También se describen junto al resto de elementos de seguridad comunes.

⊗ **Paro de seguridad de emergencia.** Detiene automáticamente la máquina en caso de emergencia o situación anómala.

⊗ **Estabilizadores.** Incorporan dos soportes estabilizadores delanteros con accionamiento hidráulico independiente que posibilitan una correcta nivelación.

⊗ **Extintor.** Como elementos auxiliares que deben estar presentes en todo tipo de maquinaria móvil, se describen específicamente al final del capítulo.

⊗ **Resguardos** de diferentes tipos para las partes móviles.

⊗ **Control automático en caso de atranque.** Consiste en un sistema de parada automática en caso de atasco de la sarta de perforación, y que adicionalmente reinvierte el sentido de giro para la extracción de la misma.

- ⦿ **Control automático de barrido.** Restringe el caudal de soplado modificando la presión cuando existen circunstancias desfavorables para que se mantengan las condiciones de rotación y/o avance. Esto hace que se invierta la presión de avance y la sarta retrocede hasta que se restablece la presión de soplado normal.

### 3.6.9. MÁQUINA SANEADORA

Para llevar a cabo el saneo se puede recurrir al empleo de medios mecánicos que evitan la sobreexposición del personal que tiene lugar cuando se efectúa de forma manual con barras o incluso con martillo picador.

El tipo de maquinaria usada con estos fines en las minas de potasa es básicamente un equipo adaptado para este objetivo, en concreto una retroexcavadora sobre neumáticos, dotada de martillo hidráulico rompedor como implemento de trabajo, en lugar de la cuchara o cazo convencional en esta clase de máquinas. Su accionamiento motriz es mediante un motor diésel.



Teniendo esto en cuenta, las partes principales de este equipo serán las propias de cualquier retroexcavadora:

- ⦿ **Cabina.** Alberga elementos análogos que el resto de equipos móviles descritos antes de aquí (panel de instrumentos, asiento, mandos diversos).
- ⦿ **Bastidor.** Al igual que en cualquier otra máquina móvil, es la estructura soporte del resto de elementos constituyentes de este equipo. Se caracteriza por presentar forma de “H”, con una gran corona de giro central, con capacidad de girar 360°, sobre la que se asienta el resto de la superestructura (cabina, motor, sistemas hidráulicos, depósitos diversos, equipo de trabajo, etc.). En el bastidor también se monta el tren de rodaje, constituido por dos ejes motrices dotados de neumáticos, así como el conjunto de elementos de transmisión de movimiento.
- ⦿ **Equipo de trabajo.** Está constituido por varios elementos: pluma, brazo y martillo hidráulico rompedor (también conocido como “pica-pica”). Estos elementos están articulados entre sí y se accionan por medio de cilindros hidráulicos.





- **Sistema hidráulico.** Supone una parte esencial en esta clase de máquinas y ocupa un volumen importante del cuerpo de las mismas. Se encarga de transmitir la energía necesaria para el movimiento de los cilindros y giros de la superestructura.

## Elementos de seguridad asociados a la máquina

- **Bloqueo del equipo de trabajo.** De manera similar a como sucede en las palas y minipalas cargadoras, disponen de elementos auxiliares de bloqueo (por lo general del tipo bulones o pasadores), que permiten bloquear las uniones articuladas para evitar su movimiento en caso de pérdida brusca de la presión hidráulica durante intervenciones del tipo inspección o revisión en que fuera necesario mantener elevado el equipo de trabajo.
- **Bloqueo mecánico de la superestructura.** Mediante este bloqueo se puede inmovilizar el movimiento de la superestructura respecto al bastidor, al provocar el bloqueo del sistema de engranaje piñón de giro-dentado de la corona.
- **Bloqueo de la transmisión.** Este tipo de bloqueo impide el envío de movimiento del motor hasta los ejes de la máquina y resto de elementos móviles que necesitan su fuerza para disponer de motricidad.
- **Estructuras ROPS/FOPS.** Todas las máquinas de esta categoría deberán contar obligatoriamente con protección de techo tipo FOPS, pudiendo, según los casos, disponer también de la de clase ROPS.
- **Estabilizadores.** Incorporan dos soportes estabilizadores con accionamiento hidráulico independiente que posibilitan una correcta nivelación.
- **Elementos de seguridad comunes al resto de maquinaria móvil:** controles de presión y temperatura, válvulas de seguridad, resguardos de correas y ventiladores, indicadores de advertencia y peligro, señalización luminosa y acústica de marcha atrás, espejos retrovisores y de seguridad, etc.

## 3.6.10. MAQUINARIA DE PISTAS

Bajo esta denominación colectiva se incluyen un conjunto variado de máquinas que tienen en común ser empleadas para el mantenimiento y conservación de las vías de circulación en el interior de este tipo de minas, pero que aparte de ello apenas mantienen otras similitudes.

De este modo, son equipos utilizados en estas tareas, según la mina de que se trate:

- ⊙ Pala con escarificador
- ⊙ Camión de mantenimiento de pistas
- ⊙ Jumbos adaptados

### a) Pala con escarificador

Aunque catalogada como pala cargadora, su tipología corresponde más directamente a la de un bulldozer convencional, con la diferencia de que monta una cuchara delantera (lo que la convierte en pala), en lugar de una hoja de empuje. En la parte trasera dispone de un escarificador o ripper de un diente, con el que puede realizar arranque de material de las superficies de rodadura. Es una máquina muy robusta y de dimensiones relativamente reducidas que la hacen muy apta para desarrollar los trabajos de mantenimiento de solera de galería que se demandan de ella.



Por lo que respecta a sus partes principales, presenta algunas similitudes con parte de las máquinas anteriormente descritas, y también notables diferencias:

- ⊙ **Bastidor:** tipo monocasco, muy pesado y robusto. Actúa como soporte básico del resto de elementos de la superestructura y del tren de rodaje.
- ⊙ **Sistema de traslación.** Está máquina tiene un tren de rodaje del tipo oruga, lo que le confiere gran adherencia en zonas deslizantes y notable capacidad de remonte de pendiente para mejorar el empuje cuando debe desarrollar su labor en zonas de rampa o planos inclinados.
- ⊙ **Equipo de trabajo.** En este caso es doble, pues cuenta con una cuchara de carga en la parte delantera, y un ripper o escarificador en la trasera para realizar tareas de fresado de los materiales de las superficies de tránsito rodante.
- ⊙ **Cabina:** se sitúa desplazada hacia el extremo posterior de la máquina. Alberga como es habitual en la maquinaria móvil todos los mandos e instrumentos de control de la máquina, constituyendo el puesto del operador que la maneja desde un asiento. Debe disponer al menos de protección FOPS, pudiendo contar también con tipo ROPS.

⦿ **Sistema hidráulico.** Sirve para el accionamiento y gobierno de los equipos de trabajo y para el control de los movimientos de la máquina. Como en todas las palas cargadoras, excavadoras y bulldozer, es un sistema fundamental, ya que precisamente estas máquinas son denominadas de forma genérica como hidráulicas.

### **Elementos de seguridad asociados**

Son en gran medida los ya descritos para la minicargadora, manipuladora y saneadora (y también muy similares a los de las palas cargadoras de interior), pues se trata en todos los casos de máquinas hidráulicas que comparten esencialmente la mayoría de los mismos riesgos.

### **b) Camión de mantenimiento de pistas**

También son empleados como maquinaria de pistas camiones Mercedes, modelo *Unimog*, vehículos que cuentan con gran versatilidad y que por ello son empleados en numerosas actividades, al margen de en las mineras como éstas.

Para desarrollar esta labor monta un escarificador en la parte posterior que le permite desarrollar una función similar a la de la pala cargadora descrita anteriormente.



Se trata de un vehículo de gran robustez, con accionamiento diésel, y tracción permanente a las cuatro ruedas, muy apto para trabajos en condiciones difíciles de agarre y de nivelación irregular de las vías de rodadura. Sus dimensiones le permiten circular en zonas con radios de giro pequeños, lo cual lo hace nuevamente muy adecuado para el trabajo en las condiciones de la mina.

Sus principales elementos constituyentes son:

- ⦿ **Bastidor.** Actúa como soporte de cabina, caja, motor y resto de elementos, así como de los ejes motrices. Posee gran robustez y dimensiones muy adecuadas para esta clase de labores.
- ⦿ **Cabina.** Alberga el puesto de control del operador y cuenta con asientos, volante de dirección, pedales, panel de instrumentos, diferentes tipos de palancas de mando, etc.

- **Tren de rodaje.** Se trata de un vehículo que circula sobre neumáticos, montando ruedas simples (dos por ejes).
- **Equipo de trabajo.** En el caso del empleado para esta función, además de la caja de carga convencional, también incorpora un escarificador en la parte trasera que trabaja por tracción.
- **Sistema hidráulico.** Sirve para el accionamiento de diferentes elementos del vehículo, entre ellos el elevador de la caja y el manejo del escarificador.

Por lo que respecta a los **elementos de seguridad**, estos están incluidos entre los ya vistos en el resto de equipos móviles analizados (estructura FOPS para la cabina, resguardos y protecciones de correas y ventiladores, bloqueo del basculante, elementos y dispositivos de iluminación y señalización, peldaños antideslizantes de acceso a cabina, etc.)

### c) Jumbo adaptado

Para realizar esta clase de tareas también se recurre al uso de un jumbo adaptado, que en lugar de un equipo de perforación, monta un escarificador en el brazo articulado. Esta máquina no se vende así de serie, sino que se trata de una modificación realizada por la propia empresa, que fue convenientemente homologada y certificada por un Organismo de Control Autorizado.

Salvo esta peculiaridad, no posee otras diferencias notables con respecto a los otros jumbos ya descritos, por lo que tanto sus partes básicas, como sus elementos de seguridad son completamente análogos a los entonces descritos.

## 3.7. EQUIPOS EN LA MINERÍA METÁLICA Y RESTO DE MINERÍA

El objetivo de un proceso de explotación de minería metálica es extraer la fracción mineralizada desde el macizo rocoso de la mina y enviarla a una planta de beneficio de minerales, para ser sometida al proceso de obtención de la mena principal o de algún subproducto. Para ello, intervienen varios equipos que se encargarán, por una parte, de la fragmentación de la roca (perforación y voladura); de la carga de la misma



y del transporte a estaciones de transferencia o al exterior para ser procesada; del sostenimiento de las labores mediante diversos métodos (bulonado, gunitado); del mantenimiento de todos los equipos, tanto perforadoras, palas o camiones, como equipos auxiliares, sistemas de ventilación, etc.

La extracción del material se realiza siguiendo una secuencia, que salvo excepciones, consta de las siguientes fases:

- ⊗ Perforación
- ⊗ Voladura
- ⊗ Carga
- ⊗ Transporte



Los Técnicos en toda explotación subterránea de minería, en este caso metálica, han de conocer, tanto la maquinaria que usan los trabajadores a su cargo, como las variables sobre las que se desarrollan los trabajos, las cuales en un momento determinado pueden generar interferencias y situaciones donde algún trabajador ponga en serio peligro su seguridad y salud.

Las labores subterráneas se construyen en la roca de forma horizontal (túneles o galerías), verticales (piques) o inclinadas (rampas). Los túneles, rampas y piques se construyen mediante explosivos que se colocan en perforaciones efectuadas en la roca. Estas perforaciones se realizan siguiendo un esquema de tiro determinado, y generalmente la voladura se realiza según una secuencia, partiendo desde un punto central hacia los bordes del frente o sección del avance.

Después de la voladura se extrae el material fragmentado y se estabilizan las paredes y techos. Para esto se utiliza una fortificación adecuada para cada tipo de terreno, que depende de sus características de cohesión y de la duración que se prevé que tenga. Será una obligación primordial del Técnico responsable (u otro mando directo en su defecto), comprobar que entre cada voladura, el sector ha sido ventilado y despejado.

Los principales equipos de trabajo empleados en esta clase de minerías son los que se analizan a continuación, sin perjuicio de que lo sean igualmente algunos otros más que ya han sido descritos en los bloques anteriores dedicados a las minerías de otras sustancias.

### 3.7.1. CABLEADORA – FIJADORA DE CABLE

Para evitar los derrumbes de tajos y accesos, las diferentes labores subterráneas deben ser sostenidas en el tiempo para permitir el tránsito, el trabajo del personal y el uso de los equipos subterráneos con seguridad.

El proceso minero hace que se pierda el estado de equilibrio natural de las rocas debido a las perforaciones. Es necesario por tanto conseguir que la roca vuelva a recuperar en parte su capacidad de soporte mediante un método de fortificación, que depende de varios factores:

- Que la zona a fortificar sea de uso frecuente y prolongado, especialmente si tienen que transitar personas y equipos.
- Que la zona a fortificar sea más o menos profunda. Las labores que se encuentran a mayor profundidad, requieren de mayores fortificaciones y de mayor resistencia.
- Que la roca sea más o menos compacta, dura y resistente a los esfuerzos. Una roca que se disgrega fácilmente precisa una fortificación mayor que una roca cohesionada de dureza media, que tiene habitualmente propiedades de auto-sustentación, mientras que una roca cohesionada de alta dureza puede concentrar esfuerzos tan grandes que podrían provocar el colapso de las paredes de las galerías, por lo que requiere un esmero especial en cuanto a la fortificación.

Los materiales que se utilizan para reforzar las galerías son:

- Mallas de acero
- Pernos de anclaje
- Cables
- Hormigón armado
- Cerchas y cuadros metálicos

Los equipos y elementos para colocación de mallas y pernos de anclaje, así como de cuadros metálicos, han sido descritos en los apartados dedicados a la minería del carbón y a la minería de sales, por lo que en lo que sigue nos centraremos en la descripción de los equipos de colocación de cables.



Una unidad cableadora es un equipo que tiene como función la inyección de cemento y la instalación de cables en barrenos de longitud variable, elaborados con equipos mecánicos del tipo carro perforador y un posterior tensado para que el elemento resultante actúe de un modo similar al hormigón pretensado.

Lo más recomendable es que el proceso de perforación se lleve a cabo mediante equipos distintos de los utilizados para inyectar el cemento e instalar el cable, puesto que el cemento puede originar el deterioro de los componentes de perforación y provocar daños en equipos muy costosos, o perder mucho tiempo para limpiar las plumas perforadoras tras la inyección del cemento.



También la optimización de los procesos es un factor importante: el proceso de perforación requiere más tiempo que la instalación de cables de anclaje, por lo que esta última se vería obstaculizada y limitada por el tiempo necesario para realizar la perforación.

Así mismo podría resultar problemático, tanto el endurecimiento del cemento en la mezcladora, como en la bomba y la manguera, durante el tiempo necesario para perforar cada orificio.

Normalmente una unidad cableadora puede instalar entre 250 y 300 m/turno, si bien, en ocasiones especiales, puede llegar incluso hasta los 450 metros.

Una unidad cableadora consta de los siguientes componentes principales:

- ⊗ Estabilizadores
- ⊗ Conjunto de bomba de cemento/agitadora
- ⊗ Rollo de cable
- ⊗ Carrete del cable eléctrico (accionamiento hidráulico)
- ⊗ Carrete de la manguera de agua (accionamiento hidráulico)
- ⊗ Conjunto de la pluma (accionamiento hidráulico)
- ⊗ Carrete de la manguera de cemento

- Conjunto del alimentador del cable, conjunto del alimentador de la manguera de cemento y cortador de cable (todos montados en el extremo de la pluma con una unidad de rotación de 360° y de inclinación de 180°)
- Generador electrohidráulico
- Unidad de control remoto con palancas de mando

Los componentes anteriores suelen venir montados en una amplia base diseñada y dimensionada específicamente de acuerdo con el portador designado.

El manejo de este equipo está destinado únicamente para operarios que dispongan de la debida formación, y la máquina sólo debe utilizarse para la finalidad para la que ha sido diseñada.

La tarea más importante cuando se realizan trabajos con cemento es la limpieza. Si se deja endurecer cemento en cualquier parte del sistema, se alterará el funcionamiento y se producirán daños en los componentes. El Técnico, u otro mando directo en su defecto, ha de tomar las medidas necesarias para evitar que cualquier trabajo se interrumpa dejando cemento en alguno de los componentes del equipo, y ha de comprobar que cualquier labor de mantenimiento de primer nivel se realiza siguiendo las instrucciones de lubricación y mantenimiento especificadas por el fabricante en el correspondiente Manual de Instrucciones.

## **Estabilizadores**

La estabilidad del equipo se consigue mediante patas de apoyo movidas por palancas. Ha de tenerse siempre la precaución de bajarlas siempre antes de accionar la pluma, y de asegurarse de que no haya ningún objeto en la zona de trabajo antes de poner la máquina en funcionamiento. Igualmente, han de ser subidas totalmente hasta la posición de transporte antes de mover el vehículo hacia un apartadero o hacia otro frente de trabajo.

## **Agitadora y bomba**

La unidad de la agitadora está compuesta por un contenedor (80 litros), una bomba de cemento y una serie de válvulas hidráulicas.





Después de llenar el contenedor, debe invertirse el funcionamiento de la agitadora durante un minuto aproximadamente, y luego debe restablecerse para que pueda empezar el bombeo.

La **bomba** consta de dos cilindros de doble efecto de Ø80 y Ø50 mm, respectivamente. En la parte inferior hay una esfera que actúa como válvula de control cuando se bombea el cemento.

El cemento se dirige desde la bomba a través del tubo hasta el pivote del carrete del tubo.

Una válvula de inversión controla el cilindro hidráulico de la bomba y activa el movimiento hacia delante y hacia atrás.

Con una velocidad de 30 carreras dobles por minuto, la capacidad de bombeo es de 30 litros por minuto.

Las **agitadoras** son un conjunto de paletas que tienen una doble misión según la dirección de giro. Las agitadoras se pueden accionar en ambas direcciones, de modo que durante el bombeo las agitadoras giran en el sentido de las agujas del reloj, con lo que se presiona el cemento y se raspa de las paredes, y durante la mezcla las agitadoras giran en sentido contrario al de las agujas del reloj, de modo que el cemento se eleva desde el fondo, y los raspadores no tocan las paredes. Todas estas funciones se activan desde la unidad de radiocontrol portátil.

## Carrete de la manguera de agua y del cable eléctrico

La máquina está equipada con dos carretes de accionamiento hidráulico, uno para la manguera de agua y otro para el cable eléctrico.

La manguera y el cable se desenrollan contra el freno de seguridad integrado en la caja de engranajes. Se enrollan mediante dos interruptores ubicados en el panel eléctrico del portador. Por lo tanto, sólo se pueden accionar mediante alimentación diésel.



Es preciso evitar el funcionamiento del motor hidráulico mientras enrolla el cable o la manguera, ya que éstos podrían enredarse fácilmente.

## **Conjunto del brazo telescópico**

La pluma está compuesta por tres elementos de extensión, cada uno con una longitud de 1.400 mm. Se maniobran mediante tres cilindros hidráulicos de accionamiento en paralelo.

Las superficies de deslizamiento no requieren lubricación, pero es necesario examinarlas periódicamente para comprobar el desgaste de las placas de deslizamiento. La mayor parte del desgaste se producirá en las placas inferiores, que son las primeras que deben ajustarse.

Si se detecta algún cilindro hidráulico defectuoso durante las comprobaciones periódicas o el funcionamiento, habrá que retirarlo y repararlo.

Los cilindros hidráulicos se utilizan para izar el conjunto de la pluma. Sus reparaciones deben dejarse en manos de personal cualificado con exhaustivos conocimientos de su funcionamiento.

Es necesario asegurarse de que la pluma descansa de forma segura sobre un soporte mecánico antes de desconectar las mangueras hidráulicas.

## **Carrete del tubo de cemento**

El carrete del tubo está montado en el aguilón de la grúa. Consta de un soporte, un tambor, un motor hidráulico y una conexión pivotante.

El tambor tiene cabida para aproximadamente 70 m de tubo de plástico con un tamaño de 29/40 mm. Para reducir la resistencia de bombeo, el tubo debe cortarse de acuerdo con el orificio más largo que se vaya a rellenar.

El motor hidráulico se activa para mantener el tubo tenso y enrollarlo cuando se extrae del orificio mediante el alimentador del tubo. Cuando se introduce el tubo en el orificio, el alimentador del tubo lo empuja, y el tambor marcha por efecto fuerza.



Una función especial permite enrollar el tubo sin accionar el alimentador del tubo, por ejemplo, al cambiar el tubo, al bajar la pluma, o al replegar la extensión de la pluma.

La fuerza de bobinado del carrete se puede ajustar hidráulicamente en las dos válvulas de alivio.

Como práctica de mantenimiento es fundamental limpiar minuciosamente la conexión pivotante y enjuagar el tubo con un chorro de agua corriente una vez terminados los trabajos.

Los cojinetes del pivote deben lubricarse cada semana con una grasa universal.

## **Cargador de cable y pata de apoyo**

El enrollador de cable está montado en el extremo posterior de la máquina. En él hay una bobina de cable. El peso máximo admisible de las bobinas es de 800 Kg.

El enrollador tiene un mando hidráulico. En el lado derecho hay un motor hidráulico accionado por un bloque de válvulas que permite escoger la dirección de giro y, por tanto, desenrollar o enrollar el cable flexible. Cuando el alimentador tira del cable del tambor, el sistema hidráulico del enrollador abre una válvula, y el tambor queda en modo de flotación, ajustable por medio de una válvula estranguladora del mismo sistema hidráulico.



Para izar la bobina de cable durante el montaje puede utilizarse un apilador o, a ser posible, un polipasto.

Se ha de tener cuidado de que la bobina quede mirando al lado correcto durante el ensamblaje. Cuando está bien montada, la bobina se desenrolla en el sentido de las agujas del reloj, visto desde el motor hidráulico. Hay que colocar la pluma en posición de transporte para simplificar el trabajo y disponer de altura de elevación suficiente.

## Conjunto de las unidades alimentadoras

Las unidades alimentadoras montadas en el extremo frontal de la pluma constan de los siguientes componentes:

- Alimentador del cable
- Alimentador del tubo
- Unidad de corrugado y corte del cable
- Accionador giratorio de 180° y accionador giratorio de 360°.

El cable se maniobra mediante la pluma y los accionadores giratorios y de inclinación hasta que queda alineado con el extremo del orificio. A continuación la rueda alimentadora de accionamiento hidráulico introduce el cable en el orificio relleno de cemento con una fuerza de compresión de hasta 10 KN.

A unos 2 ó 3 metros aproximadamente del final del orificio se activa la unidad de corrugado, y el cable se dobla ligeramente para que mantenga la posición correcta dentro del orificio una vez cortado. Cuando el cable llega al final del orificio se corta mediante una herramienta de corte.

### Alimentador del cable

La fuerza de alimentación ejercida sobre el cable depende de la presión hidráulica y de la presión de resorte a la que están sometidas las ruedas. La presión hidráulica es idéntica a la ajustada en la bomba principal.

La fuerza de resorte se puede ajustar mediante el perno tensor. Si las ruedas resbalan por el cable cuando lo empujan al interior del orificio, es necesario aumentar la tensión apretando el perno.

### Unidad alimentadora del tubo

La unidad alimentadora del tubo empuja y tira del tubo de cemento a través de un motor hidráulico, una cadena de rodillos y cuatro ruedas alimentadoras.



El tubo se empuja hasta el final del orificio. A continuación comienza el bombeo de cemento, y el tubo se extrae gradualmente a la velocidad correspondiente a la capacidad de la bomba hasta que el orificio está completamente lleno.

La fuerza de alimentación del tubo depende de la presión hidráulica regulada en la válvula direccional y de la carga de resorte de las ruedas alimentadoras. Normalmente la presión hidráulica es idéntica a la ajustada en la bomba principal.

Si las ruedas resbalan por el tubo es necesario aumentar la carga de resorte ajustando equitativamente unos tornillos de ajuste.

No debe aplicarse demasiada tensión o el tubo quedará ovalado. Tras el ajuste, se mete y saca el tubo, y se mide la sección con un pie de rey.

### **Cortador de cable y unidad de corrugado**

El cortador de cable y la unidad de corrugado están enganchados al alimentador del cable mediante abrazaderas. Cuando el cable se introduce en el orificio y faltan 2 ó 3 metros, se activa la unidad de corrugado para doblar el cable.

Dependiendo de la longitud y el diámetro del orificio, tal vez sea necesario doblar el cable dos o más veces a una distancia de entre 0,5 y 1 m aproximadamente. A continuación, el cable se introduce hasta el final del orificio y se corta mediante el cortador. La fuerza máxima de corte (290 KN) se obtiene a una presión de 600 bares.

La unidad de corrugado se ajusta en pequeños incrementos de acuerdo con las siguientes instrucciones:

- a. Aflojar el anillo de retención y girar la tuerca de corrugado ligeramente en el sentido de las agujas del reloj para aumentar la curvatura.
- b. Realizar una comprobación activando la unidad y medir la diferencia.
- c. Apretar el anillo de retención cuando obtenga la curvatura deseada.

Comprobar siempre la fuerza de resistencia en una perforación antes de iniciar los trabajos reales de fijación de cables para asegurarse de que el cable no se salga.

## Accionador giratorio

Hay dos unidades giratorias en la pluma: una controla el giro (360°) y otra controla la inclinación (180°). Ambas se accionan mediante la unidad de control portátil a través de secciones de válvulas proporcionales electrohidráulicas. También se pueden accionar de forma manual directamente desde la válvula direccional. Ajustando el flujo de aceite mediante los tornillos de ajuste del flujo de aceite se controla la velocidad de cada movimiento.

## Sistema hidráulico

El sistema hidráulico suele ser del tipo LS (sensible a la carga), alimentado con aceite a través de una unidad de bombeo electrohidráulica. La unidad de bombeo se compone de un motor eléctrico y una bomba LS (sensible a la carga) de 75 cm<sup>3</sup>, con un caudal máximo de 110 l/min.

Así mismo, la máquina está equipada con un sistema de emergencia accionado por el motor diésel. En la caja de velocidades de la máquina hay montada una bomba LS (sensible a la carga, de 38 l/min, a 1.500 rpm) que se puede utilizar en caso de emergencia, si falla la energía eléctrica, y que ofrece presión hidráulica suficiente como para finalizar el trabajo y limpiar el equipo.

En la parte delantera de la máquina hay dos enrolladores: uno para el cable y otro para la manguera de agua. Dichos enrolladores se accionan hidráulicamente a través de la bomba tándem del motor diésel. Por tanto, sólo pueden utilizarse con el motor diesel encendido.

El sistema hidráulico posee además tres válvulas LS, una serie de cilindros y motores hidráulicos y varios tipos de válvulas.

El aceite hidráulico vuelve al depósito a través del filtro de retorno de aceite. El depósito de aceite hidráulico tiene dos filtros de retorno: uno para el sistema hidráulico de la máquina y otro para el fijador de cables. El aceite pasa por un refrigerador de aceite antes de llegar al filtro.



El filtro de retorno tiene un indicador que muestra la contrapresión del filtro hidráulico. Dicho indicador debe supervisarse, al menos, una vez a la semana.

El depósito de aceite hidráulico tiene también un indicador de nivel, que debe comprobarse todos los días.

## **Proceso para el manejo del fijador de cables**

Antes de sacar la máquina de la zona de estacionamiento, y para evitar pérdidas de tiempo, hay que comprobar lo siguiente:

1. Cantidad de cable que hay en el rollo.
2. Cantidad de cemento.
3. Batería de repuesto para la unidad de radiocontrol portátil.
4. Herramientas especiales para la limpieza.

Conviene que durante los últimos metros hasta la zona de trabajo la máquina se desplace marcha atrás.

Una vez colocada la máquina en posición para la primera serie de orificios, se apaga el motor diésel.

Después de conectada la máquina a la alimentación principal de la red de tensión local, cerca de la zona de trabajo, se pone la máquina en marcha de acuerdo con las siguientes instrucciones:

1. Se ajusta el selector giratorio del panel principal a la posición de funcionamiento eléctrico.
2. Se activa la unidad de radiocontrol portátil pulsando el botón de encendido (el LED verde se iluminará). Se gira el botón de parada de emergencia en el sentido de las agujas del reloj para desbloquearlo.
3. Se pulsa el botón de arranque y la máquina estará lista para el funcionamiento.

4. Para detener la máquina, pulsar el botón de parada. La máquina también se puede detener pulsando uno de los botones de parada de emergencia (un botón del panel principal o también en la unidad de radiocontrol portátil).

Bajar las patas de apoyo al suelo hasta que la máquina quede estabilizada. Izar y girar la pluma desde la posición de transporte hasta la posición de trabajo. Si el cable y el tubo no están enganchados a los alimentadores, habrá que insertarlos de nuevo.



La máquina tiene una cubierta situada en la parte inferior de la bomba que deberá abrirse para comenzar a trabajar. Enjuagar la agitadora con un chorro de agua y asegurarse de que esté completamente limpia antes de volver a colocar la cubierta. Cerrar la válvula de la agitadora, agregar agua y bombearla para limpiar y vaporizar el tubo. Drenar el agua restante de la agitadora y volver a colocar la cubierta.

La proporción habitual de trabajo de agua/cemento es de 0,3 es decir, que se requieren 30 litros de agua y 100 kg de cemento para elaborar una mezcla de 65 litros de cemento.

El proceso de funcionamiento es como sigue:

- ⦿ Se llena la agitadora (con la válvula abierta) con casi todo el agua necesaria (27-28 litros aprox.). Hay que leer la cantidad que indica el medidor de agua.
- ⦿ Poner en marcha la agitadora, en sentido contrario al de las agujas del reloj y añadir el cemento saco a saco mientras se mezcla, debiendo ser más despacio al final.
- ⦿ Cambiar la dirección de giro de vez en cuando para raspar el material de las paredes.
- ⦿ Por último, añadir el agua restante hasta que la mezcla parezca perfecta. El agua y el cemento deben mezclarse durante 3-4 minutos como mínimo antes de bombearlos. Ajustar la agitadora para que gire en el sentido de las agujas del reloj y comenzar a bombear.
- ⦿ Verter todo el cemento húmedo en el suelo y continuar hasta que la consistencia sea aceptable.





- Izar la pluma y colocar el tubo en la parte inferior del orificio. Utilizar el alimentador del tubo para empujarlo hasta el fondo del orificio. Intentar mantenerlo tan alineado con el orificio como sea posible. Empezar a bombear e ir extrayendo el tubo paulatinamente con movimientos cortos, para rellenar el orificio por completo. La velocidad de extracción depende de la frecuencia de bombeo y del diámetro del orificio; el operario deberá realizar las pruebas correspondientes para determinarla.
- Detener el bombeo cuando el tubo se encuentre a unos 0,5 m del extremo del orificio y retirarlo por completo. La longitud se indica en la pantalla del radiocontrol portátil.

El alimentador y el tubo también se pueden limpiar durante la operación de bombeo. Para ello hay que activar el sistema de enjuague desde la unidad de radiocontrol portátil.

Cuando el orificio está lleno de cemento, el cable se coloca en posición debajo de la perforación y se introduce mediante el alimentador. Cuando faltan aproximadamente 2-3 metros para terminar de introducir el cable, lo que puede verse en la pantalla, se activa la unidad de corrugado por primera vez. Introducir otros 40-50 cm y volver a activar esta unidad. Introducir el cable hasta el fondo y cortarlo activando el cortador.

Bajar la pluma y colocar el tubo para rellenar el siguiente orificio. Seguir este mismo procedimiento hasta que sea necesario desplazar la máquina o hasta que prácticamente se haya agotado el cemento ya mezclado de la agitadora. Cerrar la válvula de mariposa de la agitadora vacía.

Cuando se añada más agua, despegar los restos que hayan quedado en los raspadores y en la hélice de la agitadora. Volver a agregar 27-28 litros y elaborar la mezcla nueva incorporando el cemento.

Dependiendo de cuántas salpicaduras reciban la máquina durante el funcionamiento, es recomendable utilizar una máquina de limpieza a alta presión, según sea preciso para quitar el cemento antes de que empiece a endurecerse. Después es importante volver a rociar la máquina con aceite para facilitar la siguiente operación de limpieza.



Una vez terminados los trabajos, o si la máquina no va a volver a utilizarse durante un periodo prolongado por cualquier otro motivo, es necesario realizar una limpieza externa e interna minuciosa.

## **Control remoto**

Una batería totalmente cargada dura aproximadamente ocho horas en funcionamiento normal. No cuesta trabajo asegurarse de que la batería esté totalmente cargada cuando empiecen los trabajos y evitar con ello paradas inoportunas.

## **Procedimiento de limpieza**

Para empezar, llenar por completo la agitadora con agua corriente y hacer que funcione en ambas direcciones para despegar todos los restos de cemento del interior. Mientras tanto, utilizar una máquina de limpieza a alta presión para limpiar las salpicaduras de cemento y polvo de cemento de la parte exterior.

Proceder con especial cuidado al limpiar la parte frontal, incluidos los alimentadores con la unidad de corte y corrugado. Poner los alimentadores en funcionamiento mientras los limpia.

Evitar dirigir el chorro hacia los sacos de cemento y no utilizar nunca la máquina de limpieza a alta presión para limpiar los equipos eléctricos o de radio.

Drenar la agitadora con la válvula de mariposa totalmente abierta. Retirar todos los restos de cemento que hayan quedado en la hélice y en la cubierta de malla. Enjuagar con agua desde el interior después de retirar la cubierta de malla. Utilizar la herramienta de enjuague especial para limpiar la válvula inferior y la bomba desde abajo. Bombear un par de carreras sin dejar de aplicar el chorro de agua hacia arriba.

Detener la agitadora y asegurarse de que esté completamente limpia, sin restos de cemento húmedo, cemento seco o piedras. Hay que cerciorarse de enjuagar cuidadosamente desde el interior la salida que rodea la válvula de mariposa.



Cerrar la válvula y llenar la agitadora de nuevo con agua corriente. Volver a colocar la cubierta sobre el conducto terminal. Empezar a bombear y continuar hasta que por el extremo del tubo sólo salga agua totalmente limpia. Mientras se bombea, enjuagar la parte superior de la bomba con agua para eliminar los restos de cemento del pistón superior.

El procedimiento de limpieza puede comprobarse del siguiente modo:

- ⊗ Desconectar el tubo de cemento de la bomba e izar la bomba por encima de la válvula inferior. Utilizar el tubo de enjuague especial para enjuagar el tubo del cilindro superior a través de la conexión de salida. Enjuagar también el pistón inferior desde abajo. Observar si sale cemento con el agua drenada. Si el agua está limpia, lo más probable es que no queden restos en la bomba.
- ⊗ En cualquier caso, la bomba debe abrirse a intervalos regulares para comprobar si está limpia.
- ⊗ Los equipos deben limpiarse concienzudamente después de cada trabajo, o cada tres o cuatro horas, en función de las condiciones de trabajo.
- ⊗ Si la bomba no funciona bien o si hay fugas, será necesario desmontarla, revisarla y repararla de acuerdo con las instrucciones.
- ⊗ Es importante crear hábitos de trabajo correctos y evitar poner la máquina en funcionamiento sin tener a mano los dispositivos de limpieza especiales y las herramientas necesarias.

## Medidas previas al transporte

Para poder transportar la máquina, primero hay que ponerla en posición de transporte, es decir, plegarla para que sus dimensiones sean las mínimas posibles.

Echar hacia atrás la extensión de la pluma hasta el máximo. Recoger el cable hasta que se desenganche del alimentador. Enrollarlo y sujetar el extremo libre con una correa. Ha de tenerse cuidado de no soltar el extremo libre, ya que la fuerza de resorte podría resultar peligrosa.



Izar la pluma y girarla en el sentido contrario al de las agujas del reloj. Girar la pluma hacia delante y depositarla sobre el soporte de transporte. Izar las patas de apoyo hasta la posición de transporte. Asegurarse de que no sobresalga ninguna pieza de la máquina y de que todas las mangueras y herramientas estén en su sitio.

Activar las ruedas de la manguera de agua y el cable girando los dos selectores en el sentido de las agujas del reloj hasta la posición de bloqueo.

Empezar a sacar la máquina de la galería mientras la manguera y el cable se recogen automáticamente.

Si la distancia de transporte es corta no es necesario colocar la pluma en la posición de transporte. El cable también se puede dejar en la unidad alimentadora del cable

### **Medidas de emergencia: limpieza con alimentación diésel**

Aunque la máquina se cuide y se mantenga de acuerdo con las instrucciones, siempre existe el riesgo de parada debido a un fallo eléctrico. Por lo tanto, para evitar paradas prolongadas que supongan reparaciones costosas, es recomendable que los operarios estén preparados para hacer frente a este tipo de situaciones.

En la caja de velocidades de la máquina hay instalada una bomba LS (sensible a la carga) de 25 cm<sup>3</sup>, que se puede utilizar en caso de emergencia, si falla la energía eléctrica, o para operaciones de limpieza, durante el funcionamiento con el motor diésel.

### **Medidas de emergencia: limpieza sin alimentación**

Si algún componente hidráulico está roto no se podrá utilizar el sistema hidráulico, y la limpieza deberá realizarse de forma manual. Tal vez sea necesario desmontar alguna pieza para inspeccionarla y limpiarla.

Abrir la válvula de mariposa y la cubierta del tubo en T. Introducir un chorro de agua en la agitadora y por el lado de salida para intentar abrir una vía por la que pueda drenarse el material.

Desatornillar el tubo de cemento de la bomba y conectar el adaptador (UNF macho/ de acoplamiento rápido de 15/8). Conectarlo a la manguera de agua y apretar el tubo



lentamente hasta extraer todo el cemento. Seguir introduciendo agua hasta que ésta salga completamente limpia y sin restos de cemento. Si no es posible, desconectar el tubo por la unidad pivotante y enjuagarlo en ambas direcciones utilizando el otro adaptador (UNF hembra/de acoplamiento rápido de 1 5/8).

Conectar el tubo de enjuague especial a la manguera de agua y enjuagar la bomba y la válvula inferior desde abajo. Enjuagar también la cámara del cilindro superior a través de la salida de la bomba; girando el tubo se puede proyectar el agua en cualquier dirección.

Comprobar el procedimiento de limpieza abriendo algunos componentes antes de ponerlos de nuevo en funcionamiento.

La vida útil del fijador de cables depende en gran medida de los cuidados que reciba y del mantenimiento que se le aplique. Por este motivo es de suma importancia cuidar la máquina adecuadamente para garantizar un funcionamiento fiable durante toda su vida útil.

Los periodos de inactividad temporales, como los que se producen durante los cambios de turno por ejemplo, se pueden aprovechar para realizar el mantenimiento necesario. Para que el mantenimiento sea el adecuado debe realizarse con arreglo a un plan que contenga mantenimiento diario, semanal, mensual, semestral y anual.

Para un mantenimiento y cuidado adecuados del fijador de cables y sus accesorios es necesario:

- ⊗ Lubricar los componentes convenientemente.
- ⊗ Proteger todo el material frente a daños y mantenerlo en perfecto estado de uso.
- ⊗ Preparar el fijador de cables y el equipamiento correspondiente de la manera prescrita antes de cada utilización.

## Notificación de fallos

Los operarios deben notificar de inmediato todos los fallos o sospechas de fallos al mecánico responsable. Además, es preciso preparar una tarjeta de mantenimiento y reparación para cada máquina. En esta tarjeta hay que incluir datos como las fechas de las labores de mantenimiento, los cambios de aceite, las reparaciones, etc. Estos datos facilitarán el mantenimiento y permitirán saber qué piezas del fijador de cables requieren especial atención.

### 3.7.2. CAMIÓN DE CARGA SUBTERRÁNEO

Los camiones usados en minería subterránea pueden ser tipo dumper o tipo volquete, dependiendo de las secciones por donde tengan que circular, de los radios de giro, del valor añadido del material objeto de beneficio, etc.

Como recordatorio, diremos que un camión dumper es un vehículo autopropulsado sobre grandes ruedas, con caja abierta y muy resistente que se utiliza para transporte de grandes volúmenes de acarreo de tierra o roca.

En contraposición, en otras instalaciones es más habitual el camión volquete, rígido o articulado (tipo bañera), que se utiliza para el movimiento de tierras y para el acarreo de materiales en general. Está dotado de una caja abierta basculante que descarga por vuelco. Transporta cargas de hasta 20 toneladas, y a diferencia del camión dumper, la caja basculante se adapta a un bastidor dotado de motor, prefabricado en serie.



En el camión dumper, a diferencia del camión volquete, el bastidor, motor y caja de carga se diseñan conjuntamente y forman una unidad completa e indivisible. Puede llegar a transportar elevados tonelajes, según modelos. Supera importantes pendientes y la carga se realiza por medios externos (al igual que en el caso de los volquetes).

Existe una gran versatilidad de camiones dumper, siendo habitual agruparlos en una clasificación que abarca los llamados:

- ⚙ Dumper de movimiento de tierras: unidades robustas y muy potentes que se adaptan a ciclos de trabajo largos y se utilizan para realizar grandes movimientos de tierra y que tienen tres ejes. Dispone de un bastidor rígido.
- ⚙ Dumper de roca: usados para el transporte de materiales sueltos y muy pesados. Son máquinas diseñadas en función de la caja de carga, la cual tiene forma trapezoidal. Tiene cuatro ejes. Bastidor tipo rígido.
- ⚙ Dumper articulado: de similares características que el dumper de roca pero se diferencia porque posee dos partes independientes aunque articuladas entre sí: la tractora delantera, y la trasera de carga. De mayor poder de maniobra ya que



la caja de carga puede adoptar cualquier ángulo, de hasta 90° en relación con el elemento tractor. Son conocidos en argot como “lagartos”.

## A) Camión articulado

Actualmente, los camiones articulados para el interior están diseñados con una tecnología que combina de una manera eficiente, robustez, potencia y bajas emisiones, tanto acústicas como de gases, para evitar una excesiva contaminación de la atmósfera minera. Esto se consigue con motores de administración de combustible eficiente que proporciona una respuesta rápida, una alta productividad y una vida de servicio amplia. El post-enfriamiento aire a aire proporciona mayor economía de combustible al enviar aire más frío y denso a los cilindros para proporcionar una combustión mejorada y disminuir las emisiones.

Para su uso en fuertes pendientes, posee una reserva de par elevada, que proporciona fuerzas de arrastre durante la aceleración y disminuye la necesidad de hacer cambios en pendientes descendentes. La reserva de par corresponde efectivamente con los puntos de cambio de la transmisión para máxima eficiencia y tiempos de ciclo más rápidos.



Con un peso bruto cercano a las 60 toneladas, son capaces de realizar transportes de hasta 15 m<sup>3</sup> o 30 toneladas de carga útil por fuertes pendientes y galerías con radios de giro pequeños, entre 6 y 8 metros.

Poseen la opción de utilizar para descarga una caja volcadora o una caja eyectora, siendo intercambiable la segunda por una del primer tipo, algo que dota de mayor versatilidad a la máquina. La selección de la caja correcta depende del material, el camino de acarreo y de las condiciones de descarga. Cuanto mejor sea la correspondencia de la caja con la aplicación, mayor será la eficiencia.

La caja eyectora ofrece una expulsión limpia de la carga y la capacidad de trabajar en áreas con gálibos bajos (no extraño en una mina subterránea) y en condiciones de terreno blando.

En función de la carga, el equipo posee diferente distribución de peso en cada uno de sus ejes, pasando de ser de un 67% en el eje delantero en vacío, a un 44% en plena carga.

Son vehículos ágiles y rápidos, siendo capaces de realizar un ciclo de elevación/descenso de la caja en tan solo 22 segundos.

En transmisiones largas alcanzan velocidades que superan los 40 Km/hora.

## **Algunos elementos y sistemas de seguridad asociados a la máquina**

### **a) Estructuras de protección ROPS/FOPS**

Los sistemas FOPS (*Falling on Protection System*) protegen al operador frente a las consecuencias de la caída de materiales sobre la cabina que ocupa el conductor, evitando su deformación catastrófica hasta un máximo de energía de impacto, en especial durante las operaciones de carga, tanto en el frente de explotación, como en acopios intermedios.

Los sistemas ROPS (*Rolling Over Protection System*) protegen a la cabina y al operador de la máquina que la maneja en caso de vuelco de la misma, incluso si la máquina diera más de una vuelta de campana, evitando su aplastamiento completo. Para que este sistema cumpla su misión con eficacia, el operador habrá de trabajar con el cinturón de seguridad abrochado dado que lo que realmente garantiza el sistema de protección es la indeformabilidad completa de la cabina, no protegiendo de los posibles golpes que pueda sufrir el operador en su interior durante el volteo de la máquina.

### **b) Control del retardador automático (ARC)**

Para una mayor seguridad en los descensos por pendientes, poseen un sistema de control del Retardador Automático (ACR), que controla electrónicamente el retardo en las pendientes para mantener las revoluciones óptimas del motor y el enfriamiento por aceite. El frenado adicional puede aplicarse usando el retardador manual o el pedal del freno.





### c) Sistema monitor

El Sistema Monitor proporciona información continua importante de la máquina para mantener el rendimiento en los niveles de producción más altos posibles. El monitor dispone de retroiluminación para facilitar la visualización.

Algunos de los principales dispositivos incluidos en el sistema son:

- ⚙️ Grupo de medidores. Permiten mantener una visualización constante de las funciones vitales de la máquina, incluidas las siguientes: temperatura de refrigerante del motor; temperatura de aceite del freno, presión de aceite del motor y nivel de combustible.
- ⚙️ Módulo de velocímetro/tacómetro. Proporciona información de tres sistemas: velocidad del motor, velocidad de desplazamiento e indicador de marchas.
- ⚙️ Centro de mensajes. Facilita avisos visuales y acústicos del sistema de advertencia para alertar a los operadores de condiciones anormales de la máquina.



### d) Sistema de intertraba

Si el operador no aplica el freno de estacionamiento antes de salir de la cabina, el sistema de intertraba detectará la ausencia de la entrada del operador y aplicará el freno de estacionamiento, neutralizará la dirección, los implementos y la transmisión y dará la orden al ECM del motor de apagar el motor.

### e) Enganche de articulación/oscilante

El enganche de articulación proporciona al camión una articulación de la dirección, y la oscilación asegura que el camión mantiene todas las ruedas en contacto con el suelo en terreno irregular. Los pasadores de acero templado, los cojinetes de rodillos cónicos y los topes oscilantes permiten que el bastidor trasero se mueva independientemente del bastidor delantero.

### **f) Acceso a los puntos de servicio**

El fácil acceso a los puntos de servicio diarios simplifica el servicio y reduce el tiempo empleado en los procedimientos de mantenimiento regular. Habitualmente vienen equipados con un sistema de control electrónico que permite un diagnóstico rápido de las condiciones del motor, así como mantenimiento y reparación eficaces, y también con un sistema de mirillas que facilita y agiliza la comprobación de niveles de fluidos.

### **g) Sistemas de frenos**

Un sistema de frenado enfriado por aceite en las cuatro ruedas proporciona un excelente control. Los frenos de servicio y el sistema de retardo se activan por presión hidráulica modulada, mientras que la función del freno de estacionamiento se conecta por resorte y se desconecta hidráulicamente. Este sistema asegura el frenado en caso de fallo del sistema hidráulico.

### **h) Otras características de seguridad**

Cuenta con superficies de plataforma superior antideslizantes y pasamanos en la plataforma superior para evitar el riesgo de caída del operador en las subidas y bajadas al equipo cuando se está trabajando en condiciones de falta de limpieza o humedad excesiva.

También pueden disponer de un sistema de extinción de incendios, análogo al descrito para el camión de minador empleado en la minería de sales sódicas y potásicas.

## **B) Camión volquete**

El camión volquete de bastidor rígido es otro vehículo autopropulsado destinado a transportar una carga de mineral “todo-uno” según es extraído en el frente de arranque, o un estéril o un subproducto.

La carga del material se realiza por medio de pala cargadora subterránea.

El volquete está dotado de un mecanismo de elevación de la caja que le permite su descarga en el exterior o el interior de la mina, en tolvas, escombreras, acopios intermedios, etc., sin precisar de la ayuda de otro equipo auxiliar para efectuar esta operación.



El mecanismo de elevación consiste en uno o dos cilindros hidráulicos telescópicos de dos o más secciones, que por medio de la energía hidráulica proporcionada por una bomba, provocan el alzado de la caja desde la parte de la misma más próxima a la cabina del equipo, girando sobre el extremo opuesto del camión.

Una vez realizada la descarga la caja vuelve a su posición, primero accionada hidráulicamente, descendiendo después por gravedad hasta alcanzar la posición de reposo sobre el bastidor.

Dispone de multitud de elementos de seguridad, cada uno de ellos con una función propia dentro del equipo, y han de funcionar de manera homogénea para que la seguridad del propio operador, la del resto del personal de la explotación, y la de la propia máquina, estén garantizadas.



## **Algunos elementos y sistemas de seguridad asociados al vehículo**

### **a) Bloqueos de seguridad; bloqueo mecánico de los mandos del basculante**

El sistema de actuación del basculante dispone de un mecanismo de bloqueo que no permitirá la circulación del equipo con la caja levantada a partir de cierta velocidad, permitiendo no obstante la descarga a baja velocidad en montones, en determinados casos.

Del mismo modo dispondrá de bloqueo mecánico para la realización de determinadas maniobras que hayan de hacerse con la caja de carga levantada, en previsión de un descenso brusco y fortuito por fallo del circuito hidráulico de elevación y descenso.

### **b) Bloqueos de la transmisión**

Los equipos de transporte pueden disponer de mecanismos de bloqueo de la transmisión que permiten disponer de tracción en uno o más ejes dependiendo de las circunstancias de la conducción y las diferentes necesidades de motricidad.

El accionamiento de estos bloqueos puede ser mecánico o eléctrico estando automatizado en muchos equipos.

### **c) Freno de emergencia**

El freno de emergencia es un dispositivo que se pone en funcionamiento en caso de fallo del freno de servicio.

Hay diferentes tipos de frenado, que actúan sobre los frenos generalmente a través de circuitos de aire comprimido o mediante presión de aceite, o sistemas combinados de los mismos. Estos frenos son diferentes a los de estacionamiento, aunque en determinados casos puedan compartir determinados componentes.

Sirven para detener el vehículo en caso de emergencia, por fallo del motor, con lo que no hay presión suficiente de aire o de aceite o por otro motivo.

La revisión de los frenos de emergencia formará parte del manual de mantenimiento y se realizará de acuerdo con las instrucciones del fabricante del equipo.

### **d) Bloqueo mecánico de la caja y bloqueo de la transmisión en operaciones de descarga**

Dependiendo del fabricante y el modelo del equipo de trabajo que se considere, éste podrá estar dotado de diversos sistemas de bloqueo y/o enclavamiento que aumentan la seguridad en el manejo y mantenimiento de los equipos. Estos bloqueos impedirán el izado o descenso de la caja sin estar bloqueada o en neutro la transmisión, la articulación de la plataforma, o de los diferenciales de que esté dotada la transmisión, permitiendo así variar la motricidad de los diferentes ejes tractores.

### **e) Dirección de emergencia en volquetes**

Los volquetes están generalmente dotados de un sistema de dirección de emergencia que, en caso de fallo de la principal, permiten llevar el equipo a parada segura.

Consiste en una bomba hidráulica que, accionada por un motor eléctrico, suministra presión suficiente para realizar tal operación.

Esta dirección de emergencia puede ser de actuación automática (entra en funcionamiento a baja presión del circuito principal), o actuada manualmente con el consiguiente ahorro de energía eléctrica.



En ningún caso debe entenderse como una alternativa, sólo ha de funcionar en caso de emergencia.

### **f) Estructuras de protección ROPS/FOPS en volquetes**

Corresponden a la misma descripción ya efectuada para el caso de los camiones articulados.

### **g) Espejos de seguridad en volquetes**

El volquete, habida cuenta de sus dimensiones, la posición de la cabina, la altura de la misma, posee determinadas zonas que no permiten la visión directa del área más próxima al propio equipo por parte del operador, tanto delante o detrás, como en los laterales.

Ello se soluciona en parte con la incorporación de determinados espejos que permiten visionar determinadas áreas que de otra forma quedarían ocultas a los ojos del operador, donde podrían encontrarse personas u obstáculos, y suponer origen de accidentes.

Estos espejos han de tener un tratamiento similar al de los espejos retrovisores en lo referente a su mantenimiento y estado de limpieza y conservación.

## **Elementos de seguridad comunes a ambos tipos de camiones**

### **a) Controles de presión y temperatura de los sistemas principales**

El operador de maquinaria de transporte, en su período de formación, será instruido en la lectura y comprensión de los diversos instrumentos de lectura correspondientes a los diferentes fluidos, líquidos y gases de los sistemas que forman parte del equipo.

Entre los gases podemos citar el aire comprimido, que puede formar parte de diversos sistemas como el arranque, frenos, etc. Caso especial es el de los neumáticos de los equipos, cuya lectura debe ser realizada con el neumático en frío y siguiendo un protocolo de seguridad en prevención de accidentes, dado que con los tamaños empleados en algunos equipos grandes y las presiones de trabajo que les corresponden, actúan como recipientes a presión con una elevada energía acumulada.

Controlan también los líquidos, como agua, líquido del circuito de refrigeración, y diversos aceites para diferentes usos, que tendrán unas especificaciones y propiedades diferentes según la función que tengan que cumplir (líquido de frenos, aceite de motor, aceite del convertidor, circuito hidráulico de elevación, etc.).

Estas medidas, analógicas o digitales, suelen estar acompañadas de testigos luminosos de alerta y alarma que avisan al operador si es necesario detener el equipo.

### **b) Dispositivos de iluminación e indicación**

Los equipos de transporte estarán dotados de equipos de iluminación para el trabajo subterráneo, empleándose además otros de diferente tipo para indicar giros, paradas o maniobras a realizar con el vehículo.

Estos equipos habrán de estar permanentemente operativos debiendo proceder a su revisión en cada cambio de relevo, de acuerdo con las Disposiciones Internas de Seguridad (DIS) de la explotación.

Los equipos de iluminación deberán tener intensidad suficiente y no producir deslumbramientos en la zona de trabajo o las galerías de tránsito, ni a otros equipos que trabajen en su proximidad.

### **c) Espejos retrovisores**

Los espejos retrovisores, los cristales de las ventanillas laterales y el parabrisas, son los medios a través de los cuales el operador mantiene contacto visual con el medio que le rodea, de ahí la importancia de mantenerlos permanentemente en estado de operatividad y limpieza para que puedan cumplir su misión adecuadamente.



Por las características constructivas del propio equipo de trabajo, y dadas las dimensiones del mismo, siempre hay determinadas zonas que permanecen ocultas al campo de visión del operario en estos equipos, tanto por delante y los costados del mismo, como especialmente en la zona posterior.



Esta circunstancia se resuelve en cierto modo, mediante los dispositivos antes mencionados que, para ser efectivos, precisan un adecuado mantenimiento. En determinados modelos de equipos se dispone de cámaras de TV, tanto en la parte trasera de los equipos como en los retrovisores, que permiten el visionado de ciertos ángulos muertos que de otra forma quedarían ocultos al operario. En caso de disponer de ellos, se verificará el estado de funcionamiento y limpieza de los mismos para que puedan cumplir con su misión.

#### **d) Avisador acústico de marcha atrás**

La señal acústica de marcha atrás consiste en un claxon que emite un sonido discontinuo desde el momento en que es accionado el selector de marcha atrás hasta su desconexión. Advierte al posible personal presente en la zona de maniobra del camión o volquete, así como a otros vehículos presentes en la zona, en prevención de alcances o atropellos.

Esta señal acústica entrará en funcionamiento simultáneamente con la señal luminosa de retroceso que alertará de la realización de la maniobra e iluminará el área a la que se dirige el vehículo, en especial si está dotado de cámaras auxiliares de TV. En este caso deberá mantenerse el sistema en las condiciones de limpieza adecuadas a su correcto funcionamiento.

#### **e) Cinturón de seguridad y anclajes**

El cinturón de seguridad deberá ser verificado, tanto las correas de sujeción en toda su extensión, como los anclajes, y el sistema de ajuste al operario.

Los cinturones que presenten desperfectos habrán de ser sustituidos, así como los que, por motivo de haber sufrido algún accidente, puedan ver disminuidas sus propiedades.

En los equipos que disponen de sistemas antivuelco (ROPS) el uso del cinturón de seguridad es de obligado cumplimiento, evitando de este modo severas lesiones al operario en caso de accidente.

Es importante que todos los accesorios presentes en la cabina estén adecuadamente estibados y sujetos (extintores, herramientas, EPIs, etc.), dado que pueden ser causa de lesiones en caso de accidente o vuelco.

### **f) Resguardos de correas y ventiladores**

Durante el mantenimiento de los equipos de trabajo, hay ocasiones en las que hay que retirar determinadas protecciones o resguardos para poder tener acceso a diferentes elementos que precisan comprobación, niveles, puntos de engrase, verificación de tensión de correas de transmisiones o arrastre de ventiladores, conexiones eléctricas, etc.

Estas protecciones que evitan los riesgos de choque, atrapamiento o proyección de fluidos diversos, algunos a elevada temperatura, o contactos eléctricos, deberán ser repuestas a su estado inicial antes de proceder al arranque o puesta en marcha del equipo de trabajo correspondiente.

### **g) Puesto del operador**

La cabina del operador debe estar diseñada ergonómicamente para un control total de la máquina en un ambiente cómodo, productivo y seguro. La ubicación de los controles, palancas, interruptores y medidores deben permitir una conducción descansada. También pueden disponer de sistemas de insonorización y antivibratorios, que proporcionan un mejor ambiente de trabajo. El diseño cerrado proporciona circulación de aire con control de temperatura, presurizada y fresca, con la comodidad que brinda el aire acondicionado para mejorar las condiciones de trabajo.



### **h) Asiento con suspensión**

Un asiento con suspensión, diseñado ergonómicamente, completamente ajustable, con reposabrazos ajustables, puede proporcionar óptima comodidad al operador. Los cojines gruesos del asiento reducen la presión sobre la zona lumbar y los muslos. Los cinturones de seguridad anchos y retráctiles proporcionan seguridad y comodidad.

### **i) Manual de instrucciones**

El manual de instrucciones del equipo es la herramienta en que debe basarse la formación del operador en el manejo y utilización del mismo. Será suministrado por





el fabricante y habrá de estar disponible en todo momento para el operador y en una lengua que le permita su correcta comprensión.

### 3.7.3. CARGADORA SUBTERRÁNEA

La pala cargadora subterránea es una máquina empleada fundamentalmente en operaciones de carga o acopio de materiales, tanto en las zonas de explotación como en zonas de acopio, no estando destinada por lo general al arranque.



#### **Cabina**

La cabina del operador debe estar diseñada ergonómicamente para un control total de la máquina en un ambiente confortable, productivo y seguro. Todos los controles, palancas, interruptores y medidores habrán de estar ubicados al alcance del operador para aumentar al máximo la productividad y reducir la fatiga del operador.

La visibilidad desde la cabina es un factor esencial para el manejo del equipo, por lo que disponer de un solo cristal frontal y trasero ayuda a mantener un campo visual más amplio. Su diseño ergonómico facilitará que el operario esté lo más cómodo posible en un lugar en el que debe permanecer toda su jornada laboral.

En la cabina están situados los controles de la máquina. Su estructura debe estar construida de manera robusta y cumplir con los criterios establecidos para vuelco y caída de materiales, dotada del mismo tipo de protecciones ROPS/FOPS ya descritas en el caso de los camiones.

#### **Panel de instrumentos**

El panel de instrumentos permite controlar las funciones críticas de la máquina (motor, transmisión, frenos, etc.).

En caso de cualquier anomalía el monitor muestra los detalles y fallos, y entre otras cosas nos indicará: nivel de aceite del motor, la presión y temperatura del refrigerante, todo tipo de avisos de recambio de elementos, etc.

## **Asiento**

El asiento de suspensión proporciona una posición de manejo óptima y aumenta la comodidad al operador en todo el turno de trabajo. En el asiento, uno de los aspectos más importantes es que mantengan el tronco del conductor en posición que tienda a la vertical.

Un asiento con una buena suspensión ajustable al peso del conductor amortigua las vibraciones transmitidas desde la máquina y reduce el cansancio del operador, además de sostener al mismo con seguridad, asegurando un manejo cómodo y fiable.

## **Control de amortiguación**

El sistema usa un acumulador de aceite lleno de nitrógeno en el circuito de levantamiento hidráulico que actúa como un absorbedor de choques para el cucharón y los brazos de levantamiento. La respuesta al movimiento del cucharón y el brazo de levantamiento es amortiguada en terreno irregular, reduciendo el cabeceo hacia adelante y hacia atrás, mejorando los tiempos de ciclo y la retención de carga. Un desplazamiento más suave y cómodo proporcionará al operador la confianza para desplazarse a velocidades más altas durante las aplicaciones de carga y acarreo.

## **Palancas de accionamiento de la cuchara**

Las palancas permiten con su accionamiento los movimientos de control de la cuchara, pudiendo incluirse en su diseño una bandeja para el apoyo del brazo, lo que reduce la fatiga del mismo.

Los controles con palanca universal de operación piloto requieren bajo esfuerzo e integran las funciones de la dirección, la transmisión y el implemento para ciclos más rápidos y suaves con menos fatiga del operador.

## **Dirección, transmisión y pedales**

Cuando disponen de sistema de dirección mediante joystick proporcionan algunas ventajas de rapidez de maniobra, e incorporan la selección de dirección de marcha adelante y atrás.



La transmisión automática selecciona automáticamente la velocidad de marcha apropiada basándose en la velocidad del desplazamiento, velocidad del motor, y otras condiciones de marcha.

Los pedales, tienen que necesitar poco esfuerzo para ser accionados, reduciendo así el cansancio del operador cuando éste trabaja sin interrupción durante largos períodos.

## **Frenos**

Los frenos forman parte directamente de la seguridad de la pala. Los más modernos son multidisco en baño de aceite y de sistema completamente hidráulico. Este tipo de frenos no requieren ajustes por el desgaste lo que reduce el mantenimiento.

En algunos casos se añaden dos circuitos hidráulicos independientes para los frenos, lo que proporciona mayor seguridad en caso de fallo de uno de los circuitos.

Los frenos de disco, inmersos en aceite y herméticos, incorporan los pistones independientes del freno de servicio y de estacionamiento. Los circuitos independientes de accionamiento hidráulico proporcionan rendimiento y fiabilidad mejorada.

Es habitual que muchos modelos dispongan de dos pedales de freno que funcionan como freno y como neutralizador de la transmisión, lo que permite mantener una alta velocidad del motor para obtener un flujo hidráulico máximo y tiempos de ciclo rápidos.

## **Bastidor**

El bastidor se caracteriza por tener componentes estructurales robustos para una larga duración en condiciones de carga exigentes. Algunos equipos integran procesos avanzados en el diseño y fabricación de los bastidores y estructuras por computador. El bastidor es doble, delantero y trasero, unidos entre sí por una articulación vertical que permite giros torsionales de hasta 45°, lo que proporciona una gran maniobrabilidad a la máquina.

En el bastidor delantero va montado el cazo, con el mecanismo de carga y el eje delantero.

En el bastidor trasero es donde se aloja la cabina y soporta el motor, transmisión y eje trasero.

## Motor, transmisión y circuitos hidráulicos

Suelen llevar motor de alto rendimiento, diésel y turboalimentados, montados en la parte posterior de la máquina.

La transmisión más utilizada es la transmisión mecánica accionada hidráulicamente (servotransmisión) en la que el motor se conecta con un convertidor de par.

Lo más habitual es que la pala esté dotada de al menos tres sistemas hidráulicos independientes cada uno con un circuito para:

- ⊗ Controlar la dirección.
- ⊗ Frenos.
- ⊗ Maniobras de elevación y vuelco de cazo.



## Módulo de Control Electrónico (ECM)

El motor es habitualmente de accionamiento diésel con turbocompresión, de cuatro tiempos y seis cilindros. Conviene que el equipo que se elija presente una buena economía de combustible para evitar un exceso de gases nocivos y niveles de emisiones bajos.

El ECM hace seguimiento, controla y protege el motor usando sensores electrónicos de autodiagnóstico. El sistema computarizado evalúa las condiciones de operación y los requerimientos de potencia y ajusta el motor para proporcionar todo el tiempo un buen rendimiento y la operación más eficiente posible.



## Sistema monitor

El Sistema Monitor proporciona datos continuos importantes de la máquina para mantener el rendimiento a niveles de producción lo más altos posibles. El sistema de advertencias alerta al operador de problemas inmediatos o potenciales con la presión de aceite del motor, conexión de los frenos de estacionamiento, presión del aceite de los frenos, sistema eléctrico, nivel de combustible bajo, temperatura del aceite hidráulico, temperatura/nivel de refrigerante, temperatura del aceite de la transmisión y peligro en la aplicación del freno. Los principales elementos que lo integran son:

- ⊗ Medidores: indican la temperatura del refrigerante del motor, la temperatura del aceite de la transmisión, la temperatura del aceite hidráulico y el nivel del combustible.
- ⊗ Tacómetro/velocímetro: indica la velocidad del motor, la velocidad de desplazamiento, el indicador de marcha y el sentido de dirección de la máquina.
- ⊗ Pantalla digital: en la modalidad “Normal” muestra la opción del horómetro, odómetro o tacómetro digital. En la modalidad de “Servicio” muestra los parámetros de operación, los códigos de diagnóstico y las lecturas de los medidores fuera de gama.

## Cucharones

Los cucharones para minería subterránea están diseñados para facilitar la carga óptima y proporcionan fiabilidad estructural para ayudar a reducir los costos por tonelada.

Los cucharones para minería subterránea están disponibles en dos estilos para cumplir con una gama de condiciones de carga, acarreo y descarga:

- ⊗ Cucharones de descarga
- ⊗ Cucharones expulsores

Los cucharones están disponibles en una gama de tamaños y capacidades válidos para la mayoría de tipos de material y densidades.



## Acceso a nivel del suelo

Es importante que permitan acceder convenientemente a todos los tanques, filtros, puntos de lubricación y drenaje de los compartimentos, sin tener que ascender a puntos elevados o peligrosos de la máquina.

## Radiador

El radiador modular tiene parrillas giratorias que proporcionan un acceso fácil para la limpieza y reparación, evitando riesgos por quemaduras. Una mirilla incorporada facilita las revisiones rápidas y seguras de los niveles de refrigerante.

## Control de amortiguación

El control de amortiguación automático mejora la amortiguación de la máquina y el rendimiento cuando se trabaja a velocidades mayores que 5 Km/h.

## Pasadores sellados

Los pasadores sellados se adaptan a todos los puntos de articulación de los cucharones y brazos de levantamiento para aumentar la vida útil de los pasadores y bujes. Esto reduce los costos de mantenimiento y aumenta los intervalos de servicio. Las juntas selladas retienen la lubricación y evitan la entrada de contaminantes.

## Algunos elementos y sistemas de seguridad asociados a las cargadoras subterráneas

### a) Control Remoto

Las cargadoras subterráneas tienen disponible la opción de trabajar con un mando de control remoto.

Todo trabajo con control remoto en la mina será ejecutado por el operario desde una posición en la que no exista peligro de la pala remoto. El lugar preferido es de un culatón o plataforma, pero a veces debido a las condiciones no será posible localizar



un culatón seguro en la pared. En estos casos extremos, y donde la operación tele-remoto no sea posible, se utilizará una berma.

El operador ha de tener la precaución de no caminar nunca cuando opera el control remoto al mismo tiempo (peligro potencial). Para moverse a una nueva zona segura, debe apagar primero la pala.

La berma sólo se puede utilizar con el permiso del mando correspondiente, y la ubicación debe ser descrita en un plan aprobado.

La berma debe ser colocada de manera que permita al operario permanecer detrás de ella y proporcionar una vía de salida. El operario no debe actuar con control remoto desde lo alto de ninguna berma (ya que hay posibilidad de caída) a menos que tenga unas correas de seguridad que prevengan una caída en el camino de la pala (las correas deberían posibilitar al operario moverse hacia atrás, lejos de la pala).

Si en funcionamiento remoto el material se cayese, hay que parar la pala y esperar que el polvo se asiente, para a continuación inspeccionar la labor utilizando las luces de la pala.

El operario debe mantenerse siempre a un mínimo de 5 metros de distancia de la pala por control remoto, la superficie alrededor del área de operación debe estar libre de rocas u obstáculos, y el área de trabajo de los operarios debe estar saneada y empernada si fuera necesario.

### ***b) Bloqueos de seguridad. Bloqueo mecánico del equipo de trabajo***

Los mandos de la cuchara son electrohidráulicos, accionables con la punta de los dedos, permitiendo al operador controlar la cuchara y los brazos de elevación con suavidad y precisión.

La consola de control de la cuchara está equipada también con un interruptor de marcha adelante/punto muerto/marcha atrás (F/N/R) que permite cambiar de sentido de marcha con facilidad y rapidez y reducir la duración de los ciclos de trabajo.

Los sistemas de parada automática de la elevación y vuelco de la cuchara a la altura prefijada, programables, estándar, proporcionan flexibilidad para cargar y descargar con toda precisión en dúmperes de diferentes alturas, aumentando la productividad de la máquina. Los sistemas de parada automática de la elevación/vuelco del cucharón

a la altura prefijada y de retorno del cucharón a la posición de excavación, pueden ajustarse mediante un interruptor situado en la cabina.

Estos sistemas permiten, del mismo modo, proceder a un bloqueo de seguridad del equipo de trabajo (cuchara y brazos de elevación) en aquellas situaciones en las que se precise su total inmovilización, como por ejemplo, durante tareas de mantenimiento.

### ***c) Bloqueo mecánico del bastidor articulado y bloqueo mecánico de los mandos del equipo de trabajo***

El bastidor de una cargadora subterránea está compuesto de dos partes o bastidores simples, unidos por una doble articulación vertical. Esta articulación permite giros en ambos sentidos de hasta 45°, dotando de una extraordinaria maniobrabilidad al vehículo.



Las palas se encuentran dotadas de un sistema de bloqueo que impide, al ser accionado, el giro entre las dos partes del bastidor articulado.

Así mismo, los mandos que controlan el accionamiento de los diferentes elementos de la pala (traslación, útiles de trabajo, etc.) pueden ser bloqueados de forma mecánica para impedir su puesta en marcha involuntaria en casos en los que se requiera su total inmovilización durante ciertas tareas.

### ***d) Bloqueos de la transmisión***

Los equipos subterráneos de carga pueden disponer de mecanismos de bloqueo de la transmisión que permiten disponer de tracción en uno o más ejes dependiendo de las circunstancias de la conducción y las diferentes necesidades de motricidad.

El accionamiento de estos bloqueos puede ser mecánico o eléctrico estando automatizado en muchos equipos.

### ***e) Controles de presión y temperatura de los sistemas principales***

Estos controles tienen una configuración y funciones completamente análogas a los ya descritos en el caso de los camiones que efectúan el transporte.





### **f) Resguardos de correas y ventiladores**

Durante el mantenimiento de los equipos de trabajo hay ocasiones en las que se hace necesario retirar determinadas protecciones o resguardos para poder tener acceso a diferentes elementos que precisan comprobación, niveles, puntos de engrase, verificación de tensión de correas de transmisiones o arrastre de ventiladores, etc.

Estas protecciones evitan fundamentalmente los riesgos de atrapamiento de partes del cuerpo o prendas por parte de esta clase de elementos móviles, por lo que siempre deberán ser repuestas a su posición original antes de proceder al arranque o puesta en marcha del equipo de trabajo correspondiente

### **g) Mangueras hidráulicas**

Las mangueras hidráulicas de alta presión son excepcionalmente fuertes y duraderas y confieren una gran fiabilidad y larga duración al sistema en las condiciones más exigentes. Ha de tenerse en cuenta que una manguera hidráulica es una fuente potencial de energía residual.

Los acoplamientos reutilizables con sellos anulares de ranura proporcionan un rendimiento superior, libre de fugas, y prolongan la vida útil del conjunto de la manguera.

### **h) Indicadores de advertencia y peligro**

Se sitúan en diversos puntos por toda la máquina, por lo general en posición próxima al punto sobre el que se quiere advertir de un peligro que puede ocasionar para las personas (atrapamientos por partes móviles; proyecciones de piezas o líquidos; partes que pueden encontrarse a elevada temperatura; emisiones de ruido y nivel de vibraciones; obligación de mantenerse alejado del equipo de trabajo cuando se encuentra en movimiento, etc.).



Dentro del panel de mandos también se sitúan otro tipo de indicadores de advertencia para el operador, mediante los que se le avisa de ciertas situaciones que pueden resultar peligrosas durante las operaciones en las que se encuentra actuando.

Así por ejemplo se ha desarrollado el Sistema de Control, Aviso y Alarma (CMS) por parte de algunos fabricantes que analiza y controla el funcionamiento de la máquina. El CMS controla las funciones críticas del motor reduciendo la potencia, en caso necesario, para que no sufra daños. En caso de producirse algunas de las seis condiciones críticas siguientes se encenderán unas luces de aviso y sonará una alarma en el monitor CMS o en el tablero de instrumentos:

- Temperatura del refrigerante alta
- Temperatura alta del aire de admisión del motor
- Presión de aceite del motor baja
- Presión del combustible alta
- Presión del combustible baja
- Motor excesivamente revolucionado

### ***i) Avisador acústico de marcha atrás***

La señal acústica de marcha atrás consiste en un claxon que emite un sonido discontinuo desde el momento en que es accionado el selector de marcha atrás, hasta la detención o el cambio de marcha. Advierte al posible personal a pie presente en la zona de maniobra de la pala, así como a otros vehículos situados en su entorno, para prevención de alcances o atropellos.

Esta clase de dispositivo funciona conjuntamente con un sistema de señalización luminosa.

### ***j) Cinturón de seguridad y anclajes***

El cinturón de seguridad deberá ser verificado periódicamente, tanto las correas de sujeción en toda su extensión, como los anclajes y sistema de ajuste al operario. Los cinturones que presenten desperfectos habrán de ser sustituidos, así como los que, por motivo de haber sufrido algún accidente, puedan ver disminuidas sus propiedades.

En los equipos que disponen de sistemas de protección antivuelco (ROPS), el uso del cinturón de seguridad es de obligado cumplimiento, evitando de este modo severas lesiones al operario en caso de accidente.



Es igualmente importante que todos los accesorios presentes en la cabina estén adecuadamente estibados y sujetos (extintores, herramientas, EPIs, etc.), dado que pueden ser causa de lesiones en caso de accidente o vuelco al impactar contra el operador.

### **k) Freno de emergencia**

Tienen las mismas características y funciones que los descritos en el caso de los vehículos de transporte.

### **l) Estructuras de protección ROPS/FOPS**

Se trata del mismo tipo de estructuras analizadas en el caso de las cabinas de los diferentes tipos de camiones, respondiendo al mismo tipo de conceptos de protección, y de ajuste a normas de construcción por parte de los fabricantes.

## **3.7.4. CARRO PERFORADOR (JUMBO, BOLTEC)**

Todo el proceso de barrenado y bulonado se realiza con equipos mecánicos denominados genéricamente carros perforadores.

Si se precisa un avance de galerías, necesitaremos ejecutar una tarea desde un equipo que sea capaz de realizar taladros en dirección más o menos sobre un plano horizontal, con una o varias columnas de barrenado y que denominaremos con el nombre genérico de *jumbos*. En sí, el jumbo está compuesto de un número variable de martillos perforadores montados sobre unos brazos accionados hidráulicamente y con un abanico de movimiento que le permite ocupar cualquier posición para perforar en el frente de avance o de explotación del tajo.

Es un elemento altamente mecanizado que, salvo en la operación de emboquille, apenas necesita del aporte de trabajo físico por parte del operador, lo que no le libra de riesgos generados por la presencia en el área de trabajo de instalación de agua, aire comprimido, electricidad, ventilación, etc.

Si lo que se precisa es una perforación que se realice en un entorno espacial circular, que abarque techo, muro o hastiales y que tenga como misión alojar tanto elementos de sujeción o empernado, como explosivos, para su posterior voladura, necesitaremos

ejecutar una tarea con un equipo, generalmente dotado de un brazo perforador, con barrenas acoplables manual o automáticamente, al que llamaremos genéricamente máquinas de *bolteado* o *boltec* (del inglés bolt=perno).



Tanto el jumbo como el boltec, precisan de un entrenamiento esmerado por parte de los trabajadores para una correcta interpretación de los mensajes aportados por las pantallas de datos del equipo, donde indican velocidad de perforación, profundidad, inclinación, desvíos, etc., y cada vez más datos a medida que la técnica se hace más sofisticada.

Lo cierto es que los carros perforadores son el resultado de un avance sustancial en la mecanización en las explotaciones subterráneas y la construcción de galerías y túneles. Los carros perforadores de uno u otro tipo son apropiados para la perforación de barrenos de todo tipo en la explotación minera, tanto para la perforación mecánica y la colocación de bulones de anclaje, como para efectuar perforaciones de prolongación a fin de realizar exploraciones y reconocimientos de la roca o tomar medidas de inyección.

Los equipos suelen presentarse en estructuras modulares que protegen tanto los brazos como las barrenas perforadoras, y que permiten un montaje-desmontaje sencillo para su traslado hasta el interior de las explotaciones, si bien también se ofrece la posibilidad de un desplazamiento autónomo de un tajo a otro sin necesidad de desmontarlos.

Al igual que todos los equipos empleados en minería subterránea, son elementos muy robustos, fabricados en acero de alta calidad para poder adaptarse a las condiciones agresivas del interior de las explotaciones.

## Mecanismos de traslación

Los carros perforadores se equipan con mecanismos de traslación sobre orugas, sobre ruedas o sobre carriles. El mecanismo de traslación sobre ruedas suele ser el más común. Los mecanismos de traslación sobre orugas son en gran medida similares en su construcción a los mecanismos de traslación de las cargadoras de vuelco lateral.



La estabilidad durante el trabajo se realiza con un número variable de anclajes hidráulicos, generalmente cuatro, que permiten que el equipo se mantenga perfectamente orientado en todos los estados de servicio. Mediante accionamientos de traslación hidráulicos, con sistema de frenado integrado, se consigue un buen uso incluso en excavaciones fuertemente inclinadas.

En los sistemas Boltec, los brazos perforadores pueden ser telescópicos, con longitudes telescópicas entre 0,8 m y 1,75 m, y con sistema hidráulico de sujeción paralela, o rígidos, con una longitud de entre 2 y 3,5 metros.

Los primeros están dotados de una consola receptora integrada, en la que se introduce el pupitre de mando de perforación en su conjunto, lo que facilita el transporte y el montaje del carro perforador en el lugar en que se ha de utilizar. Son especialmente adecuados para secciones transversales de galería grandes y para la entibación mediante bulones de anclaje sistemáticos, ya que con una misma posición de la máquina se pueden conseguir varias hileras de bulones de anclaje.

Los segundos, son especialmente adecuados para perforar barrenos.

Existen también brazos perforadores con dos accionamientos giratorios a 90° entre sí. Con ello se facilita el acercamiento rápido y exacto a las posiciones de los agujeros y de los bulones de anclaje en galerías estrechas, especialmente al realizar trabajos de anclaje. Así se reducen los tiempos de ejecución entre agujero y agujero. El empleo paralelo de dos brazos perforadores al realizar los anclajes se facilita mucho, ya que, gracias al accionamiento giratorio doble, los trépanos pueden operar en ambos lados de los brazos perforadores.

## **Trépanos perforadores**

Han de estar fabricados con material altamente resistente al desgaste. La utilización de perfiles prismáticos garantiza unas propiedades de conducción y deslizamiento óptimas. Todos los elementos deslizantes y de desgaste se pueden reajustar y/o recambiar fácilmente. Otra característica es la resistencia a la torsión.

También, para colocar bulones de anclaje en mortero con resina sintética o con cemento, los trépanos perforadores pueden equiparse con un dispositivo desplegable hidráulico tipo “revólver” para el varillaje de perforación y con un dispositivo para soltar dicho varillaje.

Tras perforar un agujero de anclaje, el trépano permanece en su posición perforadora, la barra de perforación se despliega con el dispositivo desplegable y el bulón de anclaje se puede introducir en el agujero de anclaje mediante la máquina perforadora y con las correspondientes fuerzas. Para la perforación de prolongación, los trépanos perforadores se pueden equipar con elementos hidráulicos de apriete, giro y guía (los denominados grippers). Sirven como dispositivo de sujeción para soltar las uniones del acero de perforación, para sujetar las barras ya sumergidas en el agujero de la perforación y para colocar las barras de prolongación.



## Martillos perforadores de percusión

Dependiendo de las diversas tareas de perforación, de las características de la roca, de los diámetros y las longitudes de los taladros, los aparatos perforadores se equipan con martillos perforadores de percusión de alto rendimiento o bien con perforadoras rotatorias.

Los martillos perforadores de percusión disponen de sistema de amortiguación de rebote. Así se consigue reducir el desgaste de las herramientas perforadoras, ya que la columna de perforación está permanentemente bajo tensión previa. Esto significa para la perforación que se evitan los impactos en vacío y de rebote, así como que se utiliza la energía completa del impacto y, por tanto, se consiguen altas velocidades de perforación.

## Sistemas de accionamiento

Los carros perforadores disponen de sistemas de accionamiento con una fortaleza holgada para evitar situaciones de atasco por falta de potencia. Para el proceso de perforación, hay un ramal de accionamiento electrohidráulico propio para cada brazo perforador. Los motores eléctricos están disponibles para cualquier tensión de servicio y frecuencia.

Para el accionamiento de traslación separado, es habitual que se disponga de un motor diésel.



La unidad hidráulica contiene un sistema de refrigeración y filtración. La temperatura y el nivel de relleno se controlan automáticamente.

## **Puesto de mando**

Todas las funciones de traslación y perforación se manipulan desde un puesto de mando central que está diseñado ergonómicamente. Por cada brazo perforador hay un panel de mando por separado, con palancas de maniobra e instrumentos de control.

Gracias a las palancas de mando multifuncionales se consigue una manipulación rápida, sobre todo a la hora de ajustar los brazos perforadores. El control de la perforación contiene una función de perforación inicial, una conexión y desconexión automática de la herramienta percutora y un sistema automático anti-agarrotamiento.

Para la introducción de bulones de anclaje de adhesión hay integradas un nivel de revoluciones adicional y una velocidad de avance que se puede ajustar por separado.

Así mismo están disponibles un control electrónico y un telemando por radio.

## **Equipos adicionales**

Los carros perforadores se pueden equipar con brazos adicionales hidráulicos, giratorios y telescópicos, y con cestas de trabajo de distintos tamaños. Dichos brazos facilitan muchos trabajos, como la carga y el relleno de barrenos, así como la instalación de esteras de anclaje y bulones de anclaje, incluso si los techos de las galerías son altos. El mando de perforación, en su conjunto, se puede integrar en la cesta de trabajo.

## **Algunos elementos y sistemas de seguridad asociados a los carros perforadores**

### **a) Estructura FOPS (*Falling On Protection System*)**

Al igual que las descritas en el caso de camiones y palas, este tipo de estructura protege al operador de la maquinaria, en caso de caída de materiales sobre la cabina de la misma, como desplomes de hastiales o techos, o desprendimientos en general de rocas, golpes producidos por otras máquinas o herramientas, etc.

Habitualmente, este tipo de máquinas no vienen equipadas con el otro tipo de estructura de protección (ROPS), frente a las consecuencias en caso de vuelco, como sí vimos para el caso de la maquinaria anteriormente analizada.

Es muy importante conocer que cualquier operación no autorizada que se realice en la cabina, taladros, soldaduras, cambio de dimensiones u otra reforma, hará perder su eficacia a la protección FOPS, y podría ser causa de anulación de su garantía por parte del fabricante.

### **b) Cabina**

La cabina del operador puede ser abierta o cerrada. La cabina cerrada está diseñada ergonómicamente para un control total de la máquina en un ambiente confortable y seguro. Todos los controles, palancas, interruptores y medidores están ubicados al alcance del operador para aumentar al máximo la productividad y reducir su fatiga.

La visibilidad desde la cabina es un factor esencial para el manejo del equipo, por lo que disponer de un solo cristal frontal y trasero ayuda a mantener un campo visual más amplio. Su diseño ergonómico facilita que el operario esté lo más cómodo posible en un lugar en el que debe permanecer toda su jornada laboral.

La cabina abierta, aunque sea capotada, posee el inconveniente de no proteger al operario ante la presencia de ruido, polvo y demás agentes físicos adversos.

### **c) Panel de instrumentos**

El panel de instrumentos permite controlar las funciones críticas de la máquina (motor, dirección de barrenado, velocidad, tensión, etc.).

En caso de cualquier anomalía el monitor muestra los detalles y fallos, y entre otras cosas nos indica: nivel de aceite del motor, la presión y temperatura del refrigerante, avisos de recambio de todo tipo, etc.



### **d) Asiento**

El asiento no suele ser habitual en estos equipos de trabajo. Cuando existe, es de suspensión y proporciona una posición de manejo que tiende a la vertical.





Un asiento con una buena suspensión ajustable al peso del conductor amortigua las vibraciones transmitidas desde la máquina y reduce el cansancio del operador, además de sostener al mismo con seguridad, asegurando un manejo cómodo y fiable.

#### **e) Sistema monitor**

El sistema monitor proporciona datos continuos importantes de la máquina para mantener el rendimiento a niveles de producción lo más altos posibles. Suelen venir equipados con un equipo independiente por cada brazo perforador. El sistema de advertencias alerta al operador de problemas inmediatos o potenciales con la presión de aceite del motor, conexión de los frenos de estacionamiento, presión del aceite de los frenos, sistema eléctrico, nivel de combustible bajo, temperatura del aceite hidráulico, temperatura/nivel de refrigerante y temperatura del aceite de la transmisión.

#### **f) Controles de presión y temperatura de los sistemas principales**

Todos estos controles tienen funciones similares y una configuración análoga a los comentados en el caso de camiones y palas.

#### **g) Resguardos de correas y ventiladores**

Su finalidad es completamente similar a los de cualquiera de las máquinas que ya han sido descritas en este capítulo, debiendo remitirnos a lo mismo que se dijo en relación a aquellas.

#### **h) Indicadores de advertencia y peligro**

Se sitúan en diversos puntos por toda la máquina, por lo general en posición próxima al punto sobre el que se quiere advertir de un peligro que puede ocasionar para las personas (atrapamientos por partes móviles; proyecciones de piezas o líquidos; partes que pueden encontrarse a elevada temperatura; emisiones de ruido y nivel de vibraciones; obligación de mantenerse alejado del equipo de trabajo cuando se encuentra en movimiento, etc.).

Dentro del panel de mandos también se sitúan otro tipo de indicadores de advertencia para el operador (“chivatos”), mediante los que se le avisa de ciertas situaciones que pueden resultar peligrosas durante las operaciones que desarrolla, tales como una temperatura del refrigerante alta, o una presión de aceite del motor baja.

### 3.7.5. EXPLOSIVOS

En la minería metálica, podemos considerar el explosivo y sus accesorios como un equipo más de trabajo sobre el que se han de extremar las precauciones a la hora de realizar cualquier manipulación.

Un explosivo es una composición o mezcla de dos sustancias, una oxidante, y otra reductora que tras una reacción fuertemente exotérmica, es capaz de cambiar su volumen en una proporción aproximada de 1:10.000 respecto al volumen inicial ocupado, a consecuencia de una gran generación de gases. Por eso, para que haga el mejor trabajo esperado, procuraremos que esté lo más confinado posible.



Ya hemos indicado antes que la secuencia habitual de flujo productivo en la minería metálica es: primero el barrenado del terreno; a continuación llenar el barreno con explosivo; continuar con el retacado del espacio del barreno que quede sin rellenar, es decir, tapan el agujero lo mejor posible, lo que permitirá una voladura mucho más efectiva. En caso de no realizar este retacado, los gases producidos en la reacción se escaparán por la parte superior del agujero abierto, perdiendo efectividad.

Se distinguen siete características básicas en un explosivo, que son las que nos van a permitir elegir el más adecuado a nuestros objetivos. Estas son:

1. Estabilidad química
2. Sensibilidad
3. Velocidad de detonación
4. Potencia explosiva
5. Densidad de encartuchado
6. Resistencia al agua
7. Humos



La estabilidad química es la aptitud que el explosivo posee para mantenerse químicamente inalterado durante un cierto periodo de tiempo. Con las condiciones de almacenamiento adecuadas, podremos tener un producto totalmente seguro y fiable para los trabajos de voladura. Un almacenamiento prolongado en exceso dará lugar a pérdidas de estabilidad.



Si los explosivos son pulverulentos, con nitrato amónico, se estropearán y no serán efectivos. Si los explosivos contienen nitroglicerina, el cartucho “suda” y acaba siendo imprescindible su destrucción.

La sensibilidad se define como la mayor o menor facilidad que tiene un explosivo para ser detonado. A mayor sensibilidad, menor dificultad a ser detonado con el detonador. El explosivo insensible será todo lo contrario.

Al mismo tiempo los explosivos sensibles son más propensos a ocasionar una explosión fortuita. En este sentido, los insensibles son más seguros que los sensibles.

Existe también sensibilidad al detonador, sensibilidad a la onda explosiva, sensibilidad al choque y sensibilidad al rozamiento. De éstas, las dos primeras pueden resultar muy útiles, mientras que las dos últimas pueden incrementar los riesgos de uso de explosivos.

Entre los explosivos más comúnmente empleados las dinamitas son los de mayor sensibilidad, por llevar en su composición nitroglicerina. Todas ellas se inician fácilmente con detonadores ordinarios y con cordón detonante.

Los hidrogeles son mucho más insensibles, no llevan nitroglicerina y requieren unos iniciadores más potentes, aunque también todos detonan con detonadores ordinarios. Estos explosivos evitan el riesgo de explosión por roces violentos o grandes presiones, como por ejemplo ser pisados por las orugas de una máquina.

La velocidad de detonación es una característica ligada íntimamente con la potencia del explosivo. Cuanto más grande sea la velocidad de detonación del explosivo, tanto mayor es su potencia.

Si deseamos obtener materiales poco fragmentados o rotos (por ejemplo en el caso de una explotación de roca ornamental), usaremos explosivos de baja velocidad de detonación y potencia, Por caso contrario, si se desea una fragmentación elevada, usaremos explosivos de alta potencia.

La potencia puede definirse como la capacidad de un explosivo para fragmentar y proyectar la roca. Depende en gran parte de la composición del explosivo. La potencia se mide en porcentaje en relación con la goma pura, a la que se le asigna por convenio la potencia del 100 %.

La densidad de encartuchado es una característica que depende en gran parte de la granulometría de los componentes sólidos, y del tipo de materias primas empleadas en su fabricación.

Conviene tener en cuenta este factor para el caso de labores con alto contenido en agua: si los explosivos tuvieran baja densidad (p.e.  $< 1 \text{ g/cm}^3$ ), y los barrenos tuvieran agua, los cartuchos flotarían siendo imposible la carga del barreno.

Es la resistencia al contacto con el agua, aquella característica por la cual un explosivo sin necesidad de envuelta especial, mantiene sus propiedades de uso inalterables un tiempo mayor o menor, lo cual permite que sea utilizado en barrenos con agua. Son ejemplo de buena resistencia al agua, las Gomas y los Riogeles. No lo son, en cambio, los explosivos pulverulentos (Anfos).

Puede ser una práctica útil usar un tipo de explosivo en la carga de fondo y otro para la carga de columna.

Entendemos por humos los productos resultantes de una explosión, entre los que se encuentran gases muy peligrosos, vapor de agua y polvo en suspensión.

Si las voladuras se realizan en lugares con poca ventilación, pueden ocasionarse molestias e incluso intoxicaciones muy graves.

Lo ideal sería conseguir que no se forme CO (monóxido de carbono), o que se forme en la menor cantidad posible. Para ello, el oxígeno debe de estar en la proporción necesaria para que la combustión sea completa, generando  $\text{CO}_2$  y no CO.



## Clasificación de los explosivos

De cara a la utilización industrial, dividimos los explosivos en dos grandes grupos:

- ⦿ Explosivos con nitroglicerina : Dinamitas
- ⦿ Explosivos sin nitroglicerina: Anfos e Hidrogeles

Los explosivos con nitroglicerina son los más potentes de los dos. Son explosivos muy delicados, que necesitan mejores condiciones de almacenamiento.

Los explosivos sin nitroglicerina son más seguros, algo más estables, y también de una potencia apreciable, aunque menor.

### A. Dinamitas

Son mezclas sensibles al detonador; entre cuyos componentes figura la nitroglicerina. Su número y clase es amplio, variando también sus componentes adicionales, siendo los principales constituyentes los siguientes:



- ⦿ Explosivo base: nitroglicerina.
- ⦿ Explosivos complementarios: trilita, nitrobenzeno.
- ⦿ Aditivos generadores de oxígeno: nitrato amónico, nitrato sódico, nitrato potásico, así como cloratos y percloratos.
- ⦿ Sustancias que aumentan la potencia: aluminio, silicio y magnesio.

### Clases de dinamitas

#### I. Gomas

Constituidas fundamentalmente por nitroglicerina y nitrocelulosa, pudiendo llevar en su composición alguno de los elementos anteriores.

Ventajas: consistencia plástica, gran densidad, magnífico comportamiento al agua y gran potencia (recordar que la goma pura tiene coeficiente 100% de potencia).

Inconvenientes: Elevada sensibilidad y alto precio.

## 2. Gomas especiales

Incorpora como agente oxidante el nitrato amónico, que permite un balance de oxígeno adecuado. Esto hace que la potencia sea algo menor que las gomas, por contar con menores proporciones en nitroglicerina.

Ventajas: menos sensibles, menor coste por unidad de potencia, alta plasticidad. Son los más adecuados para la mayoría de los trabajos.

Inconvenientes: comportamiento algo peor en contacto con agua, pero no malo.

Su aplicación fundamentalmente es como carga de fondo de barrenos de mediano y gran diámetro, y para la voladura de rocas de consistencia de dura a muy dura, utilizándose Nagolita como carga de columna.

## B. Explosivos de baja densidad

### *Anfos o Nafos (Nagolitas)*

Se conocen con el nombre de explosivos pulverulentos o Nagolitas.

Inconvenientes: características individuales muy malas (higroscópico, poco potente, mala conservación).

Ventajas: el precio, potencia relativamente elevada, facilidad de manipulación.

Se trata principalmente de una mezcla de nitrato amónico con fuelóleo. Tienen forma de granos, parecidos a los de arroz, son porosos, rellenos de aire, ya que así tienen una mayor velocidad de liberación de la energía.

La máxima velocidad de detonación se alcanza para un contenido en fuelóleo del 5,5 %. Igualmente para esta proporción se alcanza el equilibrio en oxígeno.



Los Anfos son unos explosivos de detonación “no ideal”, es decir, son muy insensibles, cualidad esta que es útil para evitar accidentes, pero puede provocar el fallo en el barreno.

En la mayoría de los casos se usan como carga de columna, siendo la carga de fondo las gomas, encargándose éstas de la correcta explosión de toda la carga.

Se trata de un explosivo que con una iniciación eficaz puede proporcionar una serie de ventajas en su utilización, que de otro forma le harían muy poco útil en aquellas rocas que por sus características necesiten mayor potencia explosiva para ser arrancadas.

Es suministrada en sacos de 50 kg o, bajo petición, en cartuchos envueltos en plástico, siempre con calibres (diámetros) superiores a 45mm.

### ***Hidrogeles (slurries)***

Son explosivos compuestos por una parte oxidante muy rica en oxígeno (nitratos inorgánicos) y otra reductora, generalmente cualquier materia combustible, explosiva o no por sí misma, como la trilita, algunas pólvoras, o bien sustancias no explosivas como hidrocarburos y metales ligeros, como el aluminio y el magnesio.



Tienen un excelente comportamiento en el agua, lo que constituye una de las propiedades más notables de estos productos.

No tienen los defectos de los Anfos y en cambio potencian al máximo el resto de sus cualidades.

Ventajas respecto a los Anfos:

- ⦿ Tienen muy buen comportamiento frente al agua.
- ⦿ Al tener mayor potencia, se necesita menor perforación.
- ⦿ Tienen una velocidad de detonación mucho mayor, del orden de los 4.000 m/s.
- ⦿ Son muy útiles para fracturar.

- Son capaces de fragmentar formaciones rocosas en las circunstancias más difíciles, cuando no hay prácticamente salida, lo que los hace los apropiados como carga de fondo para evitar repiés.
- Son muy insensibles y por tanto son muy seguros, tanto en voladura, como en la manipulación y en el desescombro.
- Permiten la carga a granel con un grado de llenado del 100 %, cualidad importantísima para que el explosivo realice todo el trabajo útil.
- Permiten la mecanización del procedimiento de carga. El transporte se realiza con camiones cisterna, llenándose los barrenos con una manguera.
- Genera más gases y facilita que la roca se rompa por juntas o fracturas naturales.

Desventajas más importantes:

- Precio más elevado.
- Operaciones de carga menos sencillas que en el caso de los Anfos.
- Si existieran grietas en los barrenos, puede haber pérdidas de explosivo.

## **Accesorios de voladuras. Riesgos en su manipulación. Aplicaciones.**

### **Detonadores**

Sin duda el accesorio de voladura más importante es el detonador, tanto por los riesgos que entraña su manipulación, como por la influencia en el resultado final de la voladura.

Está constituido por una cápsula metálica de cobre o aluminio, cerrada por un extremo y estanca al agua, que en su interior lleva un explosivo base, un primario, un inflamador y una pasta de retardo.

El inflamador está compuesto por dos electrodos cuyos extremos están unidos entre sí por un filamento metálico calibrado, que se pondrá rojo cuando sean atravesados por una intensidad de corriente suficiente.





Al hacer pasar por los electrodos una corriente, se provoca la explosión del detonador o el encendido de la pasta retardadora si el detonador es de retardo.

Los detonadores se clasifican en función de su retardo en la detonación, por su sensibilidad eléctrica o por su aplicación (antigrisú, sísmicos o de uso bajo presión de agua).

Los fenómenos electrostáticos pueden producir, de manera involuntaria, accidentes muy graves, como pueden ser el iniciado de un detonador por descarga de un cuerpo cargado; la iniciación por descarga eléctrica entre el filamento y el casquillo, en el supuesto que un trabajador cargado electrostáticamente, al desenrollar la madeja deja caer el detonador, y éste hace masa con tierra; o la iniciación fortuita de los detonadores por proximidad a líneas de transporte de energía.



La manera de evitarlo es mantener cortocircuitados los terminales del detonador para que no haya diferencias de potencial y no se produzca el accidente.

También, como medida de precaución, han de apagarse las emisoras de radio para que no haya coincidencia de frecuencias de distintos usuarios, que pudieran provocar la detonación.

### **Pega eléctrica. Aparatos de iniciación y control de las voladuras**

Los detonadores eléctricos pueden ser encendidos:

1. Por conexión a una red de energía eléctrica.
2. Empleo de baterías de acumuladores.
3. Empleo de explosores (de dinamo o de condensadores).

Este último es el más utilizado, por la autonomía, ligereza y seguridad que presentan respecto a los otros dos métodos.

Los explosores de condensadores disponen de unos indicadores, de tal modo que cuando ha alcanzado su máxima carga el explosor, nos advierte que está listo para el disparo.

Otros accesorios son:

- Hilo de conexiones: es el hilo de cobre con el que se construye la línea de tiro, que es el componente del circuito de disparo que va desde el frente que va a ser explotado, hasta el lugar desde donde el operario realizará la ejecución de la pega.
- Punzón: son los útiles, generalmente de latón, que se emplean para perforar los cartuchos para su cebado con el detonador.
- Tacos de arcilla: son bloques de arcilla con forma cilíndrica que se emplean en el cierre final del barreno (retacado), con el objeto de evitar una deflagración hacia el exterior.
- Atacador: varilla de madera que se utiliza para introducir más fácilmente los cartuchos en los barrenos. Deben ser de madera o materiales antiestáticos.
- Óhmetro: aparato para la comprobación de la resistencia de la pega. Cada detonador ofrece una resistencia al paso de la corriente, al igual que cada cable de la línea de tiro. La resistencia total de un circuito será la suma de las resistencias de los detonadores y la línea de tiro.

Por último, el Técnico responsable de los trabajos debe recordar siempre que el uso de explosivos está restringido al personal autorizado para ello (posesión de carnet o cartilla de artillero en vigor).

### **3.8. EQUIPOS DE MEDICIÓN DE POLVO, MEDICIÓN DE TEMPERATURA, HUMEDAD Y VELOCIDAD DE LA CORRIENTE DE VENTILACIÓN. EQUIPOS DE DETECCIÓN DE GASES. EQUIPOS DE MEDICIÓN DE RUIDO**

Son abundantes las referencias que en el Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera se hacen a los conceptos de temperatura, humedad, presión atmosférica y velocidad de la corriente de ventilación. Citamos a continuación algunos ejemplos:



*“En toda mina con grisú habrá un barómetro, un termómetro seco y otro húmedo colocados en la superficie [...]”*

*“En las labores con nivel de riesgo medio es necesario medir diariamente la temperatura ambiente [...] Debe controlarse una vez por semana la temperatura de los hastiales con el termómetro de infrarrojos [...] Una vez a la semana, debe comprobarse el caudal del aire.”*

*“Si la temperatura en el interior de los barrenos excediese de 65°C no se cargarán sin tomar precauciones especiales [...]”*

*“La corriente de ventilación establecida deberá ser capaz de diluir y expulsar los polvos y gases nocivos, suministrar aire respirable e impedir la elevación de la temperatura de las labores, que no excederá de 33°C de temperatura equivalente [...]”*

*“Se llevará un libro-registro con los resultados de los aforos [...] En el registro constarán: [...] La temperatura y la humedad.”*

*“Los materiales transportados por las galerías, cualquiera que sea el sistema empleado, se mantendrán con un grado suficiente de humedad [...]”*

*“La velocidad de la corriente de ventilación en los lugares de mayor sección no será nunca inferior a 0,2 metros por segundo [...]”*

*“La velocidad de la corriente de ventilación no será superior a 8 m/s [...]”*

*“La velocidad de la corriente de ventilación no deberá exceder de los límites que puedan provocar la puesta en suspensión del polvo depositado en las galerías [...]”*

*“Mensualmente como mínimo, se efectuarán comprobaciones de los retornos [...], midiendo velocidades y analizando el contenido de gases en momentos posteriores al disparo. En el libro de registro oficial de ventilación se harán constar los resultados de estas mediciones.”*

Debido a todo ello se hace necesario conocer, al menos someramente, alguno de los equipos disponibles para cumplir con esos requisitos.



### 3.8.1. EQUIPOS DE MEDICIÓN DE POLVO

No todo el polvo que se encuentra flotando en la atmósfera representa el mismo riesgo para el organismo humano, sino que son específicamente las partículas de menor tamaño las que poseen capacidad para generar diversos tipos de patologías pulmonares.

En la medición de la concentración de polvo en el ambiente se necesita la aplicación de tecnologías complejas, dado que lo que interesa valorar corresponde a una fracción fina o parte de la nube de polvo total que hay en el ambiente denominada *fracción respirable*, y definida como “fracción másica de las partículas inhaladas que penetran en las vías respiratorias no ciliadas”.

El convenio para definir la fracción respirable del polvo es el establecido en el apartado 5.3 de la Norma Europea UNE-EN-481:1995, «Atmósferas en los puestos de trabajo. Definición de las fracciones por el tamaño de las partículas para la medición de aerosoles», siendo esta fracción la que se considera como agente responsable de las diferentes neumoconiosis que se pueden producir como consecuencia del trabajo.



El método para obtener las muestras de polvo tiene que basarse en un separador de partículas que permita recoger solamente aquellas que forman parte de la fracción respirable. Según lo establecido en la ITC 2.0.02 (de aplicación a todas las actividades mineras de interior excepto las de carbón y las de sales sódicas y potásicas), estas muestras deben ser obtenidas por medio de aparatos personales portados por el propio trabajador, en los que el sistema de selección de partículas se sitúe en las proximidades de su zona de respiración, y de acuerdo con las condiciones de toma de muestras y procedimiento de muestreo establecido en la norma UNE 81550.

Las muestras de polvo deberán ser representativas del riesgo a que están expuestos habitualmente los trabajadores.

Así mismo, el muestreo deberá ser efectuado por personal debidamente formado, de conformidad con lo dispuesto en el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, *por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención*.

El tipo de aparatos utilizados constarán de un sistema de clasificación de partículas, según la definición de fracción respirable del polvo, y una bomba de aspiración que asegure el correcto funcionamiento del sistema clasificador. Ambos elementos deberán ser revisados antes y después de tomar la muestra, garantizando su correcto funcionamiento. La bomba de aspiración deberá cumplir los requisitos establecidos en la norma UNE 1232, y la acreditación de la conformidad se realizará siguiendo los procedimientos establecidos en la ITC 12.0.01



Los sistemas clasificadores de los equipos de medición están basados en la separación por medio de un ciclón, la cual consiste en hacer entrar el aire polvoriento tangencialmente cercano a la parte más alta del mecanismo. De esta forma se crea un vórtice o flujo espiral que desciende entre el aire depurado y la pared del cilindro, donde se concentran en tamaño y densidad las diferentes partículas. De esta forma se separa el polvo grueso del más fino.

La medición del polvo respirable se rige por la aplicación de varias normas UNE donde se fijan los criterios que han de cumplir los equipos, los métodos de muestreo y las distintas definiciones que se han de emplear en todas las industrias donde el factor común sea la existencia de una fracción de polvo respirable susceptible de generar una situación de riesgo. Estas normas, son:

- ⦿ UNE-EN-481. *Atmósferas en los puestos de trabajo. Definición de las fracciones por el tamaño de las partículas para la medición de aerosoles.*
- ⦿ UNE-EN-1540. *Atmósferas en el lugar de trabajo. Terminología.*
- ⦿ UNE-EN-1232. *Atmósferas en el lugar de trabajo. Bombas para el muestreo personal de los agentes químicos. Requisitos y métodos de ensayo.*
- ⦿ UNE 81550. *Atmósferas en el lugar de trabajo. Determinación de materia particulada (fracción respirable) con contenido en sílice libre cristalina.*

Para realizar el muestreo de tipo personal o dinámico el equipo de captación de polvo se coloca en el trabajador (por ejemplo en la parte posterior de la cintura,

asegurándolo con un cinturón apropiado). La bomba debe ser capaz de mantener el caudal necesario durante todo el tiempo de muestreo. Se une la bomba al muestreador con un tubo que se fijará al arnés o a la vestimenta del trabajador de forma segura, de manera que quede sujeto a la altura de la solapa en la “zona de respiración”, teniendo la precaución de que la posición en la que se coloca el muestreador reflejará la exposición del trabajador durante la ejecución de sus tareas. Después se comprueba la perfecta estanqueidad del conjunto. Se retira la tapa protectora del muestreador y se pone la bomba en funcionamiento, iniciándose la captación de la muestra.

Transcurrido el tiempo de muestreo se detiene el funcionamiento de la bomba y se anotan los datos de la toma: tiempo de muestreo, caudal, temperatura, humedad, etc. Se retira con cuidado el muestreador y se tapa. Se mide de nuevo el caudal de la bomba de aspiración una vez finalizada la toma de muestra, se guarda el filtro en envases adecuados y protegidos para evitar cualquier tipo de daño.

El análisis de las muestras se llevará a cabo en los laboratorios del Instituto Nacional de Silicosis o en otros laboratorios autorizados por la autoridad minera competente, acreditados por ENAC, previo informe de la Comisión de Seguridad Minera y oído el Instituto Nacional de Silicosis.

Para analizar las muestras se emplearán sólo métodos normalizados. En caso de emplear otros métodos el laboratorio deberá demostrar que han sido validados de acuerdo con los requisitos establecidos en la norma UNE-EN ISO/IEC 17025.

Los resultados de los análisis de las muestras se ponderarán para obtener el valor de exposición diaria (ED) referido a una jornada diaria de ocho horas. Estos valores quedarán debidamente registrados en la empresa, en fichas establecidas para cada puesto de trabajo, a fin de conocer la evolución de su peligrosidad, y en las que figurarán los parámetros que puedan tener mayor incidencia en la misma.

A partir de los datos obtenidos se podrá determinar la peligrosidad de una labor minera comparándola con los valores límite establecidos en las diferentes normativas aplicables según el tipo de minería de que se trate:

- De acuerdo con la ORDEN ITC/2585/2007, de 30 de agosto, *por la que se aprueba la Instrucción técnica complementaria 2.0.02 “Protección de los trabajadores contra el polvo, en relación con la silicosis, en las industrias extractivas”*, se hará en función del peso de la fracción de polvo respirable en  $\text{mg}/\text{m}^3$  y del porcentaje de sílice ( $\text{SiO}_2$ ) libre, según los criterios admitidos internacionalmente.



Para el caso de las minas subterráneas de carbón sigue siendo de aplicación lo establecido en la ITC 04.8.01 (septiembre 1985), en la que los valores límites son otros diferentes a los recogidos en la ITC 2.0.02, pero también basados en los mismos parámetros de control (peso de polvo respirable y porcentaje de sílice libre).

De acuerdo con la Orden ITC/933/2011, de 5 de abril, por la que se aprueba la Instrucción Técnica Complementaria 2.0.03, “Protección de los trabajadores contra el polvo, en las actividades de la minería de las sales solubles sódicas y potásicas” se hace en función del peso de la fracción de polvo respirable en  $\text{mg}/\text{m}^3$ .

En el capítulo 4 de este manual se tendrá ocasión de profundizar un poco más en las disposiciones establecidas para el control efectivo del polvo en las explotaciones mineras subterráneas, como parte de la protección de la seguridad y salud del personal que debe trabajar y permanecer en las mismas.

### 3.8.2. EQUIPOS DE MEDICIÓN DE TEMPERATURA

La temperatura es una magnitud relacionada con los conceptos intuitivos de calor o frío. Decimos que una atmósfera, un objeto o un líquido, está más “caliente” si tiene una temperatura mayor.

Estos conceptos no son, lógicamente tan sencillos y no son tampoco absolutos en términos didácticos.

Sí diremos que es una magnitud escalar (que se expresa con un número), que puede medirse, y que presenta unos límites a partir de los cuales el desarrollo de una actividad puede suponer un riesgo para la seguridad y salud de quien la realiza.

Esos límites pueden oscilar de manera considerable dependiendo de otras variables como pueden ser la velocidad del aire, la humedad o la radiación que reciba el elemento de medida. De hecho, como hemos visto al inicio de este apartado, en el RGNBSM se utilizan conceptos como “temperatura equivalente”. Vamos a definir las diferentes formas de catalogación de la temperatura para su medición en cualquier explotación minera:



- ⊙ Temperatura seca: se llama temperatura seca del aire de un entorno, o más sencillamente, temperatura seca, a la del aire, prescindiendo de la radiación calorífica de los objetos que rodean ese ambiente concreto y de los efectos de la humedad relativa y de la velocidad del aire.
- ⊙ Temperatura húmeda: es la temperatura que da un termómetro a la sombra con el bulbo envuelto en una mecha de tela húmeda bajo una corriente de aire. Al evaporarse el agua, absorbe calor, rebajando la temperatura, efecto que reflejará el termómetro.

La temperatura equivalente se calculará por medio de la siguiente expresión:

$$t_e = 0,9 t_h + 0,1 t_s$$

Donde  $t_h$  representa la temperatura húmeda y  $t_s$  a la temperatura seca.

La legislación establece que:

- ⊙ En los trabajos subterráneos con elevadas temperaturas se tomarán éstas diariamente en los sitios en los que la temperatura equivalente exceda de 30°C, anotándolas en un registro. Además se medirá la temperatura del aire a la entrada y salida general.
- ⊙ La temperatura equivalente en las labores no excederá de 33°C en los lugares donde trabaje personal. En casos especiales podrá trabajarse a temperatura equivalente superior a 33°C, previa autorización especial de la Autoridad Minera y en las condiciones fijadas por ella. También podrá trabajarse a temperaturas equivalentes superiores a 33°C en casos urgentes, lo que se realizará con las debidas precauciones y bajo el control constante de personal técnico.

La temperatura de un cuerpo produce diversas manifestaciones en él que guardan estrecha relación con el valor escalar de ésta. Determinando las magnitudes de estas manifestaciones con algún instrumento de medición podemos conocer entonces el valor de la temperatura. Este instrumento para determinar esas magnitudes, se llama termómetro.

Rara vez un termómetro muestra un valor de la temperatura de una manera instantánea, sino que deben estar en la zona de medición durante un tiempo hasta que alcancen un valor de equilibrio que será el que realmente interese conocer.





La temperatura se mide en grados, y hay varias escalas, siendo las dos más usadas:

- ⦿ Escala Celsius (o centígrada); utilizada en el Sistema Internacional de Unidades.
- ⦿ Escala Fahrenheit; utilizada por el Sistema Inglés de Unidades.

La escala Celsius usa como temperatura cero grados de referencia aquella, a la que el agua pura pasa del estado líquido al sólido (congela), y temperatura 100 grados a aquella en la que el agua pasa del estado líquido al gaseoso (evaporación), ambas en condiciones normales de presión (presión atmosférica estándar). La escala Fahrenheit tiene como punto de referencia de cero grados a una temperatura que se registró en el invierno de 1709 en Dinamarca (donde vivía el científico Fahrenheit), año cuyo invierno fue muy duro, y la temperatura del cuerpo humano como grado 96.

Para pasar de una escala a otra se puede hacer uso de las siguientes expresiones:

$$^{\circ}\text{C} = (^{\circ}\text{F} - 32) \times 0,556$$

$$^{\circ}\text{F} = (^{\circ}\text{C} \times 1,8) + 32$$

No son las únicas escalas. Hay otros sistemas de medición, como la de temperatura absoluta, medida en Kelvin ( $\text{K} = ^{\circ}\text{C} + 273$ )

Atendiendo a la posición del sensor que realiza la medición los termómetros pueden clasificarse en dos grupos:

- ⦿ Termómetros de contacto, que son aquellos cuyo elemento sensor está colocado dentro del mismo ambiente que el cuerpo cuya temperatura se quiere conocer.
- ⦿ Termómetros sin contacto, que funcionan midiendo algún parámetro a distancia.

Lo común para un termómetro de contacto, es que tengan un elemento sensor con alguna propiedad variable con la temperatura, y que esta variación se refleje en una escala graduada directamente en unas determinadas unidades. Los más utilizados son:

- ⦿ Midiendo la altura de la columna de un líquido dentro de un tubo capilar (termómetros de columna).
- ⦿ Midiendo la presión de un gas confinado a un recipiente cerrado. (termómetros a presión de gases).
- ⦿ Midiendo la presión de vapor de un líquido confinado (termómetros a presión de vapor de líquido).

- Midiendo la resistencia eléctrica de un conductor (termómetros de termo-resistencia)
- Midiendo la deformación de una lámina bimetálica (termómetros bimetálicos).

Los más comunes en minería son los termómetros de columna, los termómetros bimetálicos, ambos estáticos, y los termómetros a termopares, habitualmente portátiles que permiten observar la lectura mediante un display, con un sistema de almacenamiento de datos para su posterior registro en algún equipo informático.



La gran mayoría de las sustancias se dilatan a dimensiones mayores cuando se calientan, y se contraen a las dimensiones anteriores si se enfrían a la misma temperatura anterior; este efecto se utiliza para construir los termómetros de columna. Estos termómetros constan de un tubo de vidrio cerrado en un extremo, y con un bulbo lleno de líquido en el otro, al que se le ha practicado vacío. Este capilar se coloca fijo en un cuerpo que contiene una escala graduada en grados en la escala correspondiente. Cuando el líquido se calienta, se dilata, y sube por el capilar formando una columna de mayor o menor altura de acuerdo al valor de la temperatura. El valor señalado en la escala por la propia columna corresponde a la temperatura a que está sometido el bulbo.

Por su parte los termómetros bimetálicos son bastante simples en su funcionamiento y son suficientemente precisos para la mayoría de las aplicaciones mineras donde no es necesaria una gran exactitud. El funcionamiento es como sigue: un puntero indicador se monta en uno de los extremos de una lámina bimetálica arrollada en espiral, y el otro extremo de la lámina se fija al cuerpo del instrumento. Ante un cambio de la temperatura, la deformación de la lámina tiende a enrollar y desenrollar la espiral produciendo el movimiento del puntero sobre una escala calibrada situada por detrás.

En cuanto al termómetro a termopares, su funcionamiento es como sigue: cuando se sueldan en un extremo dos conductores de diferente naturaleza, y esta unión soldada se somete a una temperatura diferente a la de los extremos libres, se produce una pequeña diferencia de voltaje en estos extremos libres. Este dispositivo se conoce como termopar. El voltaje generado guarda una relación fija con la diferencia de temperatura entre el extremo libre y la unión soldada, por lo que puede servir para construir un termómetro; simplemente colocando un milivoltímetro con la escala calibrada en grados de temperatura a medir el voltaje generado.



Los termómetros sin contacto determinan la temperatura del cuerpo a distancia, y se basan en la determinación de alguna característica del cuerpo que cambie con la temperatura sin hacer contacto con él. Se usan para medir temperaturas altas y medianamente altas. En general son aparatos ópticos muy complejos y su uso es más especializado, por ejemplo para medir temperaturas de gases.

### 3.8.3. EQUIPOS DE MEDICIÓN DE HUMEDAD

El concepto que define la medición de la humedad, se denomina “humedad relativa”. Entendemos por humedad relativa, el cociente entre el vapor de agua presente en el aire en un momento determinado, y a la máxima masa posible del vapor de agua en el aire. La humedad relativa se expresa generalmente como porcentaje (%).

Este concepto viene ligado a la temperatura, puesto que la humedad máxima depende de la cantidad de calor presente en un ambiente determinado.

La humedad relativa cambia con la temperatura, incluso cuando la humedad absoluta sigue siendo constante.

La herramienta destinada a la medida de la humedad relativa del aire, recibe el nombre de **higrómetro**.

El proceso mecánico que hace funcionar un higrómetro se basa en la dilatación y la contracción de varios elementos de medida tales como materia orgánica (pelo, tripa), materia sintética (durotherm), o cualquier otro material que sea sensible a la humedad y que reaccione frente a ésta con un cambio de longitud. El cambio de longitud del elemento de medida se transfiere a un indicador por medio de un mecanismo, y éste por fin, transfiere el resultado a un dispositivo de lectura.

El higrómetro más comúnmente usado en minería es el llamado “higrómetro de pelo”. Tienen como ventaja principal la facilidad de observación del resultado de la medición, y tienen como principal inconveniente que requieren un mantenimiento regular, que por suerte, es en extremo, sencillo. Para ello, el conjunto se envuelve en un paño humedecido con agua destilada, o rociado con agua destilada, para que se produzca una



saturación de humedad. Después de aproximadamente una hora se obtiene un valor de medida de aproximadamente un 98% de humedad. Un último ajuste se puede realizar usando un tornillo que va situado en uno de los laterales o en la parte trasera.

Otros procedimientos de medida de la humedad, son el *condensador sensible a la humedad*, el *higrómetro de espejo de punto de rocío* y el *higrómetro eléctrico*.

El primero de ellos consiste en dos electrodos planos, entre los cuales está situado un encamisado higroscópico sintético, eléctricamente aislado. Este dieléctrico puede absorber el agua presente en el aire. Con el aumento de humedad del aire, la capacidad del condensador sensible a la humedad también aumenta.

El segundo de ellos, es un método muy exacto de medida, donde se evalúa la condensación del vapor de agua en base a mediciones de distintas presiones de saturación y de temperaturas del aire. Es demasiado complejo para las necesidades de precisión que se necesitan en una explotación minera.

El higrómetro eléctrico consiste en dos electrodos arrollados en espiral entre los cuales se halla un tejido impregnado de un producto químico, generalmente cloruro de litio acuoso, a los que se les aplica corriente eléctrica para producir un calentamiento que evapore una parte del contenido de agua. A una temperatura definida, se establece un equilibrio entre la evaporación por calentamiento del tejido y la absorción de agua de la humedad ambiente por el cloruro de litio, que es un material muy higroscópico. A partir de estos datos se establece el grado de humedad, y los resultados se envían a un sistema informático para su registro y análisis.

### **3.8.4. EQUIPOS DE MEDICIÓN DE LA CORRIENTE DE VENTILACIÓN**

En minería el aire es indispensable tanto para la respiración, como para una calidad de la atmósfera que no haga que ésta se convierta en explosiva o tóxica (por dilución de los contaminantes), y por supuesto, para que los equipos principalmente diésel cuenten con la cantidad suficiente de aire oxigenado para poder realizar una combustión adecuada, la que es requerida para generar la potencia necesaria y obtener el mejor rendimiento posible de éstos. Además de estas funciones, posee otra importante función como regulador de las condiciones térmicas.



El caudal de aire se define como la cantidad de flujo de aire que atraviesa una sección en la unidad de tiempo. Normalmente esa cantidad de flujo se identifica con un volumen.

El equipo de medición más habitual es el sistema de **anemómetro de rueda alada**: funcionan con el flujo de aire presente en un lugar, que al soplar, empuja las aspas y éstas hacen girar el eje. El número de vueltas por minuto se traduce en la velocidad del viento con un sistema de engranajes similar al del indicador de velocidad de los vehículos de motor, entregando valores en m/min.



Los anemómetros se utilizan para rangos de valores bajos, normalmente entre 0 y 8 m/s. De esta forma, para controlar la velocidad del aire en talleres, galerías y pozos, es éste el equipo empleado, así como en tuberías de ventilación secundaria.

Existen muchos modelos y sistemas según el tipo de captador utilizado y según la transformación realizada de la señal de medida. Los tipos más conocidos son el anemómetro de molinete, con transmisión mecánica a cuenta-vueltas, el anemómetro de molinete con contador de impulsos al cortar el haz de luz de un fotodiodo, el anemómetro de termistancia, o hilo caliente, y el anemómetro de vórtice.

Los equipos de medición usados de manera más frecuente en minería para el registro de velocidades de ventilación, son, para controles puntuales, el anemómetro Mikro MINI-AIR III, que tiene como principal ventaja su sencillez y fiabilidad; y por otro lado, para registros continuos representables gráficamente, el anemómetro “ Monitor BA 5”.

El anemómetro MIKRO-MINI-AIR III mide la velocidad del flujo durante 22 segundos. A continuación se puede leer en el instrumento digital y directamente la velocidad media del fluido expresada en metros por segundo, tras una integración electrónica de valores medios durante 22 segundos.

El aparato fue en un principio diseñado para medir velocidades en sistemas de calefacción y aire acondicionado, pero con posterioridad ha sido homologado para su empleo en minas con grisú.

Se trata de un anemómetro de fabricación suiza, diseñado y construido por SCHILKNECHT, MESSTECHNIK AG, analógico, con rueda de paletas, especialmente adecuado para medir valores instantáneos y permitir el reconocimiento inmediato, de forma visual, de la tendencia del flujo.

También puede funcionar como contador de revoluciones por minuto para chequear, por ejemplo, la velocidad de rotación de ventiladores.

Según modelos, poseen un rango de medición que va desde 0,1 m/s a 20 m/s, con sistema de compensación automática de la puesta en marcha, independiente de la temperatura y de la densidad del aire en el intervalo  $-20^{\circ}\text{C}$  a  $55^{\circ}\text{C}$  y batería de 200 horas de duración.

El diámetro del cilindro hueco en el que se alojan las aspas en los modelos más pequeños, es de 22mm y tiene unas dimensiones realmente pequeñas, del orden de 120x50x30 mm.

Los equipos de medición usados de manera más frecuente en minería para el registro continuo, es el denominado BA5 Air Velociti System y está diseñado principalmente para obtener medidas continuas de la corriente de ventilación en minas, y en particular, en minas de carbón. Este equipo está fabricado en Estados Unidos por la firma Sieger Ltd.

Estos equipos incorporan una conexión a un sistema de alarma que se dispara cuando la velocidad es inferior a un nivel previamente determinado.

### **3.8.5. EQUIPOS DE DETECCIÓN DE GASES**

El control de los gases nocivos que pueden estar presentes en el puesto de trabajo se realiza con equipos portátiles, precisos y seguros, que en la mayor parte de los casos prescinden de la posibilidad de descuido del trabajador, incorporando señales acústicas o luminosas que no dejen lugar a margen sobre la interpretación de que se está generando una situación de peligro. Son los detectores manuales digitales de lectura directa.



Se trata de detectores de un tamaño muy reducido, con una batería que funciona con una tensión en torno a los 5 voltios y una potencia que no supera los 0,15 vatios, con una autonomía suficiente para funcionar en períodos de tiempo superiores a una jornada laboral y que les aporta una seguridad frente a atmósferas explosivas y peligrosas merced a una fabricación según las normativas de producción ATEX, unas normas de calidad y seguridad muy exigentes, y que pueden ser calibrados en las propias instalaciones de la empresa por personal con el correspondiente entrenamiento. Existen instrumentos de este tipo fabricados por varias compañías y con varios cometidos.

En cualquier caso, en general los equipos de detección de gases pueden ser diferenciados en dos tipos básicos, conceptualmente distintos:

⚙️ **Detectores multi-gas** que pueden ser configurados para uno, dos o tres gases, de los que pueden elegirse combinaciones como monóxido de carbono, oxígeno, sulfuros de hidrógeno, dióxido de azufre, metano, óxidos nitrosos o nítricos, amoniacos e incluso compuestos de cianuro de hidrógeno, según que puedan estar presentes en función del tipo de minería y de explotación concreta. Las operaciones de calibración se realizan sobre el detector en una placa a la que se accede con una herramienta sencilla pero de fabricación no estándar para evitar manipulaciones no deseadas. Estos llevan a su vez una pantalla que se puede poner en iluminación para ver la lectura y disponen de una alarma acústica que se activa automáticamente al superar los niveles programados, aunque el portador no sea consciente de la presencia del gas.



Para este tipo de detector, están disponibles varios modelos de sensores que pueden sustituirse o añadirse para que un equipo pueda usarse para diferentes gases.

En los equipos de reciente fabricación, la calibración del mismo se realiza previamente en fábrica, y los datos de calibración permanecen guardados en el sensor. No obstante, se recomienda realizar una recalibración cada medio año, aunque ésta no sea exigible por ley.

El manejo del detector de gases se realiza mediante un único botón, y casi todos los equipos guardan los datos cuando se ha sobrepasado un valor límite (memoria de eventos).

Lo ideal es llevar el detector de gases como protección personal pegado al cuerpo, enganchado al cinturón, si bien existen muchos accesorios que permiten por ejemplo, llevarlo en una manga o en una solapa mediante una pinza de cocodrilo, en un arnés, mediante una placa para arnés universal, o en el casco de seguridad, mediante una pinza de casco.

- Si se necesita una medida puntual más precisa, su obtención se suele realizar mediante el uso de **tubos colorimétricos**, consistentes en una ampolla de vidrio que contiene en su interior una sal que reacciona cambiando de color selectivamente en presencia de un determinado gas. Esa ampolla se rompe por sus extremos y uno de ellos se coloca en una pequeña bomba manual de aspiración que le introduce el aire que consideremos sospechoso de contener una determinada fuente contaminante. Tiene la desventaja de que se precisan una serie de tubos diferentes si se quieren determinar gases diferentes, y de que además sólo funciona cuando queremos medir conscientemente y no de manera automática y autónoma como en el caso los detectores de lectura directa.

### 3.8.6. EQUIPOS DE MEDICIÓN DE RUIDO

Para valorar la contaminación acústica presente en un determinado puesto de trabajo o en un lugar concreto, se utiliza un equipo denominado **sonómetro**. Es un instrumento que sirve para medir el nivel de presión sonora que llega al oído de un trabajador para determinar, con los datos aportados, si hay posibilidad de sufrir daños a la salud como consecuencia de una exposición inadecuada y/o prolongada.

La unidad en la que expresa sus mediciones el sonómetro se denomina decibelio (dB).

Existen sonómetros específicos para analizar la gran variedad de ruido ambiental al que una persona puede enfrentarse (ruido continuo, discontinuo, de impacto, etc.).

Normalmente estos equipos permiten un almacenamiento automático de datos que va desde un segundo, hasta las 24 horas, existiendo también en el mercado sonómetros que permiten programar el inicio y el final de las mediciones con antelación.

Básicamente, el sonómetro está formado por un micrófono, un circuito que procesa electrónicamente la señal y una unidad de lectura (led, pantalla digital, etc.).





Cuentan con una salida que permite conectarlo a un equipo informático, con lo que el valor de las presiones sonora se puede analizar y registrar posteriormente a la medición.

Para determinar el daño auditivo, el equipo trabaja utilizando una escala de ponderación “A” que deja pasar sólo las frecuencias a las que el oído humano es más sensible, respondiendo al sonido de forma parecida a como lo hace nuestro órgano auditivo. Los valores medidos bajo estas condiciones se expresan en forma de decibelios A, dB(A).

## 3.9. OTROS MEDIOS AUXILIARES

### 3.9.1. AUTORRESCATADOR

El autorrescatador es un equipo de respiración autónoma que protege a los trabajadores frente a un riesgo de intoxicación aguda como consecuencia de la aparición en una parte de la explotación o labor, de una atmósfera no deseada, que generalmente tendría resultados muy graves (incluyendo la muerte) para la salud.

La implantación del autorrescatador ha contado con la ayuda de los legisladores. En la normativa encontramos diversos ejemplos:

*[...] En las zonas en que los trabajadores puedan verse expuestos a atmósferas nocivas para la salud, deberán estar disponibles los equipos de respiración y de reanimación adecuados en número suficiente. [...] El material de protección deberá almacenarse y mantenerse adecuadamente (RD 1389/1997, anexo A, punto 4, apdo. 3ºb).*

*Cuando existan o puedan existir gases tóxicos en la atmósfera se deberá disponer de un plan de protección en el que se indique el equipo disponible y las medidas de prevención a adoptar (RD 1389/1997, anexo A, punto 4, apdo. 3ºc).*

*Deberá disponerse de equipos de rescate listos para su utilización en lugares de fácil acceso y convenientemente situados, y deberán señalizarse conforme a lo dispuesto en la legislación vigente (RD 1389/1997, anexo A, punto 10, apdo. 2º).*

*En los lugares de trabajo habitualmente ocupados deberán realizarse prácticas de seguridad y de evacuación de las instalaciones, a intervalos regulares [...] (RD 1389/1997, anexo A, punto 11).*

La finalidad de estos equipos es proporcionar una fuente independiente de oxígeno que permita aislarse de la atmósfera general de mina cuando ésta se encuentre contaminada por la presencia de una proporción superior a la permitida de CO, CO<sub>2</sub>, grisú, u otros gases asfixiantes o tóxicos, como consecuencia de incendios, explosiones, desorciones bruscas, acumulaciones, removilizaciones, o cualquier otra causa que los pueda generar. El oxígeno que proporcionan procede de un proceso químico que se describe un poco más adelante, y tiene una duración limitada que depende del modelo de autorrescatador.



Estos aparatos, a pesar de su funcionamiento sencillo, presentan varios inconvenientes:

- ⦿ Por una parte el inconveniente de producir una sensación incómoda durante la utilización por el usuario, debido a la elevada temperatura que adquiere el oxígeno que se forma a partir de las transformaciones químicas del KO<sub>2</sub> (reactivo que contienen en su interior) para formar moléculas de oxígeno puro. Ello hace necesario familiarizar a los trabajadores con las sensaciones molestas que se producen al respirar con los mismos, y dotarles de la experiencia de utilización de un equipo real. Esto indiscutiblemente ayudará a que la reacción, si se produce un incidente en la mina que requiera el uso del autorrescatador, sea la más adecuada y rápida.
- ⦿ Por otra parte, todos los autorrescatadores utilizan una pinza nasal para evitar la respiración por la nariz, la cual hace su uso incómodo, incluso más que la sensación de calor.
- ⦿ El tercer inconveniente es el sabor del oxígeno generado, que ante una eventual emergencia puede originar el mismo tipo de confusión ya aludida para el caso de la temperatura, si no se es conocedor de este efecto secundario, molesto pero en absoluto nocivo.

Para conocer su principio de funcionamiento es necesario recordar algunas breves nociones de Química. Cuando se activa, en su interior se producen unas reacciones químicas que dan como resultado, entre otros productos, la generación de oxígeno,



que será utilizado de esta forma para proporcionar la respiración autónoma, independiente de la atmósfera contaminada:



La mayor parte de los modelos de autorrescatador empleados en minas subterráneas se basan en el proceso anterior, siendo conocidos como del tipo Óxido de Potasio ( $\text{K}_2\text{O}$ ), por ser este compuesto el reactivo básico que contiene en su interior en forma de bolitas de color blanco.

El dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) que se desprende con la espiración de nuestro ciclo respiratorio, al entrar en contacto con el óxido de potasio ( $\text{K}_2\text{O}$ ), acaba por formar el oxígeno necesario para nuestra respiración a través de diversas reacciones intermedias.

Las principales partes constituyentes de cualquier autorrescatador son las siguientes:

- Envase.
- Bolsa de respiración y conjunto de pieza bucal.
- Cartucho químico con funda protectora.

El envase se suele presentar en dos piezas, una superior que hace de tapadera, y otra inferior recubierta de un material plástico rígido que protege al interior de cualquier condición de trabajo habitual y de cargas electrostáticas y golpes. Ambas están unidas por una brida metálica. La parte superior se desprende en el momento de ser necesario su uso y la parte inferior se mantiene colgada de la cintura mientras se necesita.

La bolsa de respiración consiste en una bolsa de unos 6 litros de capacidad, la cual se alimenta de una válvula de óxido de potasio ( $\text{KO}_2$ ) que libera oxígeno de una manera constante, independientemente de la velocidad con la que el usuario quiera respirar. Va unida al trabajador por un tubo flexible acabado en una máscara facial que se introduce en la boca y que se acompaña de una pinza para la nariz.

El cartucho químico es el elemento encargado de provocar la reacción de generación de  $\text{O}_2$ . La reacción se inicia y se autoalimenta con la propia respiración del portador.

## Consejos para un correcto uso del autorrescatador

- ⦿ Si existen razones para usar el autorrescatador, a la vez que se procede a su apertura y colocación, pensar sobre el camino de salida más rápido y seguro.
- ⦿ Intentar mantener la calma y procurar disminuir el gasto de energía. Cuanto mayor sea la resistencia respiratoria menor será la duración de la protección ofrecida por el fabricante. En caso de necesidad es preferible unos instantes de descanso que una salida precipitada.
- ⦿ No retirar en ningún momento la pinza de la nariz ni la boquilla de la boca. Si se nota calor excesivo es señal de que el equipo trabaja correctamente.
- ⦿ En caso de necesitar alguna comunicación, procurar utilizar gestos.
- ⦿ No retirar la boquilla si se nota sabor salado. Son residuos del agente generador de oxígeno y no representan ningún daño para la salud.
- ⦿ Evitar cualquier daño en la bolsa respiratoria del autorrescatador. La rotura de la misma supondrá una pérdida en la autonomía del equipo.
- ⦿ Observar el volumen de la bolsa respiratoria. La disminución de la misma indica la proximidad del agotamiento de las reservas de oxígeno.



Es importante asegurarse de que el autorrescatador funciona correctamente, por lo que se le debe someter a una inspección periódica para comprobar si presenta daños exteriores, y también limpiarlo si fuera necesario, aunque nunca utilizando un cepillo de púas metálicas.

Dado que el aparato contiene un producto químico ( $K_2O$ ), que es sensible a la humedad atmosférica, se presenta herméticamente cerrado en un envase y precintado de fábrica. Cualquier comprobación a la que se le someta se realizará siempre, por tanto, con el envase cerrado.

Cuando un aparato ha sido usado, o si se ha abierto, siempre se le tendrá que sustituir el cartucho, no estando permitida su reutilización con el mismo cartucho por motivos de seguridad.

Tanto las comprobaciones del interior del aparato, como el reacondicionamiento de los autorrescatadores, sólo pueden ser efectuados por el fabricante o a quien éste autorice.

### 3.9.2. MEDIOS DE COMUNICACIÓN

La comunicación es una herramienta imprescindible dentro de cualquier actividad minera. No queda lejos la época en la que solamente el boca a boca era la única manera de trasladar un mensaje o una orden entre varios puntos de las instalaciones.

Ese inconveniente se palia actualmente con algún método de comunicación, entre los cuales los más habituales son:

#### Genéfono

El genéfono es un sistema de comunicación hablado que no necesita ni baterías ni alimentación eléctrica.

Están fabricados con grado de Protección IP-54, contra la suciedad y los rociados de agua desde todas las direcciones, y se les puede adaptar una amplia gama de accesorios, tales como conectores rápidos, pinzas de presión, cajas de derivación, etc.

Son capaces de establecer una comunicación hablada por medio de un micrófono y un altavoz. La señal de llamada se genera a partir de una rueda dinamo situada en la parte inferior del aparato.

Tienen un gran alcance, en torno a los 10 Km, lo que les hace muy útiles en cualquier instalación de minería.

Su conexión se realiza generalmente usando un cable de comunicación de dos hilos, pero puede usarse también varios tipos de conexiones móviles, una conexión instantánea por pinza a cualquier punto del cable mediante una pinza y un cable de comunicación especial plano de dos hilos, o por conector, mediante un conector a unas bases fijas situadas a lo largo del cable de comunicación.



Es capaz de generar una tensión máxima de salida de unos 10 V con una corriente máxima de unos 15 mA, lo que le hace muy seguro desde el punto de vista eléctrico para su utilización en el ámbito minero.

Su reducido peso, alrededor de 1 kg, permite un traslado cómodo por cualquier parte de la explotación, incluso para condiciones penosas en labores con fuertes pendientes o estrechas.

En su extremo superior, la carcasa, lleva una terminación hueca en forma de arco, que permite colgarlo de cualquier saliente, de un alambre, de una punta, etc.

### **Sistema de telefonía analógica de seguridad intrínseca**

Permite la conexión de uno o varios teléfonos a líneas analógicas tradicionales, de manera segura. El teléfono funciona con una barrera que se encarga de aislar la línea telefónica “no segura”, convirtiendo la línea en “segura”. Según los modelos existentes en el mercado, la barrera puede instalarse en el exterior de la mina, o en el interior. Cada barrera proporciona dos líneas independientes, cada una para un teléfono.

Permite su utilización en distancias aproximadas de 15 km. Permiten igualmente la detección de llamadas de emergencia desde un cierto teléfono, y mediante un sistema informático se puede redireccionar una llamada a un número determinado; detectar desde qué teléfono se ha emitido la señal de emergencia; activar señales acústicas y luminosas, etc.

El resto de funciones son similares a las de un teléfono convencional, permitiendo marcaciones por tonos, acceder a directorios telefónicos, teclas de re-llamada, teclas de salida de altavoz externo, etc.

Pueden configurarse para funcionar como un teléfono normal instalado en el interior de la mina, como un teléfono de emergencia o como un teléfono de pozo independiente de cualquier centralita. Con esta última configuración el teléfono funciona en conjunto con otros teléfonos idénticos y de forma independiente de cualquier centralita.



## Sistema de comunicación con paradas de emergencia

Es un sistema de comunicación, señalización y aviso de pre-arranque, que suele venir colocado a lo largo de cintas transportadoras y otras instalaciones mineras.

Este mecanismo se adapta a dispositivos de parada de emergencia, tirones, acopladores de seguridad que evitan posibles re-arranques de los equipos, estaciones de comunicación, etc.

Es muy versátil, pudiendo colocarse en cualquier lugar definido entre la estación central y el elemento final de la línea, e integrado en un sistema de automatización, con los periféricos que se designen para ello.

Se presentan acoplados con una serie de conectores, que además de ser resistentes al agua, permiten su rápida sustitución en caso de daños por golpes o roturas.

En la estación central se dispone de un panel alfanumérico con retroiluminación que muestra al personal entrenado el estado de la instalación, los defectos, etc., e incluso se puede parametrizar para que se puedan leer líneas de texto y enviar esa información al exterior.

En caso de una alarma o desconexión de la fuente de alimentación como consecuencia de una aparición de un gas, por ejemplo metano, todos los elementos pueden seguir funcionando igualmente.

## Sistema móvil de radio

Es un mecanismo de radio utilizado para comunicación por voz y transmisión de datos, verificado según la normativa ATEX, que utiliza un cable radiante como antena para enlazar las estaciones móviles con la estación fija, lo que le permite un gran alcance, del orden de 2 km, sin necesidad de estaciones amplificadores, o de hasta 10 km con ellas, y siempre y cuando no haya mucha distancia de separación entre la antena móvil y el cable radiante (unos 5 m como máximo).



Es un mecanismo de comunicación que permite el funcionamiento junto con otros sistemas de telefonía o comunicación, y que además puede ser usado como teléfono. Podría decirse que transportado por una persona trabaja como receptor portátil, y adaptado a un vehículo funciona como una estación móvil.

Utiliza un rango de transmisión entre 27 y 35 MHz con el fin de ser insensible a las perturbaciones electromagnéticas.

Es muy útil como sistema de radio para minas de interior y como sistema de comunicación de voz y señales de emergencia para trenes y vehículos. Incluso algunos modelos permiten acoplarse a la red telefónica.





# CONTROL Y VIGILANCIA SOBRE EL LUGAR DE TRABAJO Y SU ENTORNO

CAPÍTULO

4



## **4.1. INTRODUCCIÓN**

Como contenidos específicos de este capítulo se incluyen toda una serie de observaciones relativas a las inspecciones y controles necesarios a llevar a cabo para el aseguramiento de las condiciones de seguridad y salud de los lugares de trabajo, y cómo ello deberá adecuarse a lo previsto en las instrucciones y procedimientos de trabajo existentes, o a las Disposiciones Internas de Seguridad que pudieran encontrarse en vigor en las diferentes explotaciones mineras.

Teniendo en cuenta las diversas funciones que pueden desempeñar los Técnicos en industrias extractivas de interior, se relacionan a continuación las principales obligaciones que están ligadas de una manera directa al desarrollo de su trabajo diario.

### **Controles e inspecciones a desarrollar por el Técnico en los lugares de trabajo**

#### **Técnicos con funciones de Dirección Facultativa**

- ⚙️ Cumplir y hacer cumplir al personal a sus órdenes lo dispuesto en el Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera y las Instrucciones Técnicas Complementarias que lo desarrollan, así como las Disposiciones Internas de Seguridad vigentes.
- ⚙️ Establecer las Disposiciones Internas de Seguridad que prevé el RGNBSM y las ITC que lo desarrollan, y mantenerlas permanentemente actualizadas.
- ⚙️ Coordinar los diferentes servicios para la realización correcta de los trabajos con la calidad necesaria y en condiciones de seguridad.

- Realizar la Coordinación de Actividades Empresariales cuando existan otras empresas distintas de la principal, trabajando en las instalaciones mineras, según establece artículo 24 de la Ley 31/1995, de *Prevención de Riesgos Laborales* y el RD 171/2004, por el que se desarrolla dicho artículo 24 de la Ley 31/1995.
- Establecer las relaciones necesarias con las Autoridades Minera y Laboral para solventar asuntos en materia de prevención de riesgos laborales.
- Ordenar las medidas necesarias para evitar la accidentalidad y aumentar la seguridad en los trabajos.
- Prohibir o paralizar los trabajos en los que se adviertan peligros inminentes.
- Dirigir las actuaciones en caso de accidente grave o en situaciones excepcionales y de emergencia.
- Colaborar con la Dirección de la Empresa y el Servicio de Prevención en la elaboración del Documento sobre Seguridad y Salud.

### **Técnicos responsables de Servicios de Mina o de Mantenimiento que dependen directamente de la Dirección Facultativa**

- Cumplir y hacer cumplir al personal a sus órdenes lo dispuesto en el RGNBSM, las ITC que lo desarrollan y las DIS vigentes en cada respectivo centro de trabajo.
- Instruir y sensibilizar periódicamente al personal a sus órdenes de los riesgos inherentes a su puesto de trabajo y de las medidas de protección necesarias.
- Mantener la maquinaria, instalaciones y herramientas en condiciones aptas para el trabajo seguro.
- Colaborar con el Director Facultativo en la Coordinación de Actividades Empresariales cuando existan otras empresas distintas de la empresa principal trabajando en las instalaciones mineras.
- Dirigir las actuaciones en caso de accidente grave o en situaciones excepcionales y de emergencia, en ausencia del Director Facultativo o por delegación de éste.
- Analizar los accidentes y proponer medidas correctoras y preventivas.
- Prohibir o paralizar trabajos en los que se adviertan peligros inminentes.

- ⊗ Conocer directamente el desarrollo de los trabajos y especialmente de aquellos que entrañen riesgos especiales, proporcionando en su caso instrucciones por escrito para su ejecución.
- ⊗ Visitar diariamente los trabajos específicos del servicio, controlando la ejecución de aquellos que entrañen riesgos especiales.
- ⊗ Mantener al día la documentación necesaria para el conocimiento de las condiciones de Seguridad y Salud con que se desarrollan los trabajos. Actualizar los planos y libros de registro del servicio, en lo referente a su actividad, y controlar los partes de los Vigilantes.
- ⊗ Informar diariamente al Director Facultativo de las anomalías en materia de seguridad y salud aparecidas durante la marcha de los trabajos y de las acciones correctoras no planificadas.
- ⊗ Mantener reuniones, al inicio de los trabajos o en los cambios de relevo, con el resto de mandos subordinados que dependen de ellos, revisando específicamente las cuestiones relativas a la seguridad y salud en los lugares de trabajo, y dando instrucciones de actuación en esta materia.



Son así mismo cometidos de los Técnicos, relacionados con la supervisión y el control de la seguridad y salud del personal a su cargo y de sus funciones, la comprobación de los siguientes aspectos:

- ⊗ Que los trabajadores conocen los dispositivos de parada de emergencia, para que actúen rápidamente ante un imprevisto.
- ⊗ Que no se arranquen motores de combustión en lugares mal ventilados.
- ⊗ El orden y limpieza en los lugares de trabajo, dado que este es un factor que tiene una influencia y repercusión importantes en cuanto a la creación de condiciones que afectan negativamente a la seguridad.



- ⦿ Que los trabajadores que manejan equipos están autorizados para ello y tienen la competencia necesaria.
- ⦿ Que se revisan las máquinas y equipos antes de ponerlos en funcionamiento y se verifica que el arranque se realiza en condiciones seguras, libre de personas en la zona de riesgo.
- ⦿ Que los trabajadores suben y bajan correctamente de la maquinaria utilizando tres puntos de apoyo en sus elementos de acceso, y que no salten desde la misma para bajar.
- ⦿ Que se respeta la señalización en general, y la que advierte de la presencia de equipos y máquinas averiadas en particular.
- ⦿ Que se realiza el mantenimiento preventivo de los equipos, reduciendo consiguientemente el número de averías y las reparaciones no programadas.
- ⦿ Supervisar que los tajos estén limpios y ordenados. No permitir que se encienda fuego cerca de combustibles o materias inflamables.
- ⦿ Que los equipos y máquinas se emplean para su uso previsto.
- ⦿ Que no se anulan ni ponen fuera de funcionamiento los dispositivos de seguridad de las máquinas.
- ⦿ Que se realicen los trabajos eléctricos de forma adecuada.
- ⦿ Que no se efectúen reparaciones con los equipos en funcionamiento, dado que se incrementa extraordinariamente el riesgo de atrapamiento.
- ⦿ Que se revisan y controlan todos los lugares de trabajo en relación con los gases y caudales de ventilación de la mina.
- ⦿ Que se realizan inspecciones de los frentes de explotación antes del comienzo de los trabajos, y especialmente en aquellos cuyo avance se realiza por medio de explosivos.

## 4.2. CONTROL Y VIGILANCIA DE LA ATMÓSFERA DE TRABAJO

### 4.2.1. GASES PRESENTES EN EL PUESTO DE TRABAJO. PELIGROSIDAD

El aire que respiramos es un gas incoloro, inodoro e insípido y muy ligero (peso específico de 1,298 g/l), que posee una composición más o menos constante, y que posee un contenido de oxígeno muy cercano al 21%, un contenido en nitrógeno ligeramente superior al 78 % y una mezcla de otros muchos elementos gaseosos como el azufre, el hidrógeno o compuestos gaseosos como el dióxido de carbono o los tristemente



conocidos CFCs hasta completar el 100%. Esta composición del aire no se mantiene en la misma proporción cuando aquel entra en el interior de una explotación minera. El aire una vez introducido en la mina sufrirá una serie de transformaciones que harán que éste no conserve a lo largo de su recorrido ni la composición, ni la pureza iniciales. Una simple toma de muestras nos puede mostrar que existen variaciones sobre esa composición más o menos teórica que pueden ocasionar, según las circunstancias, efectos de carácter nocivo o tóxico para la salud de los trabajadores y para la integridad de los equipos e instalaciones.

El aire que se introduce en el interior de mina tiene de esta manera una triple función: aporta el oxígeno necesario para la respiración del personal y como comburente de los motores de combustión interna de parte de la maquinaria (en las minas de interior que hacen uso de tales medios); diluye los gases nocivos que tienden a acumularse en las diferentes labores e infraestructuras; y actúa como modulador de la temperatura, a través del efecto refrigerante que se consigue con su propia temperatura y la velocidad a la que circula impulsado por los ventiladores.



Por ello es necesario mantener un aporte adecuado, tanto en calidad como en caudal, que nos permita asegurar un aire con unos parámetros de temperatura y humedad lo más cercanos a los existentes en el exterior y en una cantidad que a la vez nos permita diluir o arrastrar los gases no deseados hasta niveles inofensivos.

Al ventilar las labores mineras, se incorporarán al torrente de ventilación, compuestos como el grisú,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CO}$ , gases nitrosos, ácido sulfhídrico, exceso de vapor de agua, sólidos en suspensión (polvo de rocas, sales), etc., en función del tipo de yacimiento minero explotado.

Estos gases, cuando alcanzan unos porcentajes determinados, pueden resultar peligrosos y por ello es necesario conocer algunas de sus propiedades, permitiendo con ello luchar contra los efectos que podrían causar algún problema de carácter más o menos irreversible. A continuación se resumen las características más notables de los principales gases que potencialmente pueden acumularse en las labores de las diversas explotaciones mineras de interior.

## El Dióxido de Carbono ( $\text{CO}_2$ )

En condiciones normales se encuentra en el aire en una proporción entre un 0,03 y un 0,04% (equivaldría a 3 ó 4 litros por cada 10.000 litros de aire). Su origen en el interior de las minas se debe a varias causas, entre otras, las más importantes son:

- Procedente del aire del exterior.
- Como resultado de la respiración humana.
- Como producto de combustión de los motores de combustión interna de la maquinaria.
- Como resultado de la putrefacción de la madera (fundamentalmente en el caso de la minería de carbón, por ser la que más uso hace de este tipo de materiales en las diferentes labores de fortificación).
- Como subproducto en la combustión de explosivos.
- Como resultado de cualquier actividad que haya generado fuegos o explosiones.

Es un gas incoloro de característico olor picante, muy común en muchas de las actividades cotidianas (lo encontramos como aditivo en las bebidas gaseosas ya que se disuelve en el agua), y que es más pesado que el aire, por lo que sus acumulaciones

aparecerán en las partes inferiores de los puntos de trabajo. Es el resultado final de cualquier combustión completa, por lo que ni arde ni deja arder, y es de fácil aparición en galerías abandonadas y labores poco ventiladas. Su efecto es el desplazamiento mecánico o volumétrico del oxígeno por lo que su presencia en una proporción suficientemente grande será la posibilidad de causar asfixia precisamente por falta de oxígeno para respirar (*asfixia simple*).

En el siguiente cuadro pueden observarse los efectos peligrosos para el organismo en relación con su concentración en el aire respirable:

% CO <sub>2</sub>	EFECTOS EN EL ORGANISMO
Hasta el 0,5%	Es inofensivo. Se puede trabajar toda la jornada.
Hasta el 2 %	Sensación de calor en las piernas y aparición de dolor de cabeza.
Del 2 al 4%	Aumenta la frecuencia de la respiración. La respiración es acelerada con gran presencia de fatiga.
Del 4 al 8%	Sensación de pesadez y síntomas de agotamiento y temblores.
Superior al 8%	Conduce a la asfixia

Las labores **deben abandonarse inmediatamente si la concentración alcanza el 1,25%** (12.500 partes por millón).

Se reconoce su presencia tomando muestras con el detector de tubos colorimétricos o con los detectores portátiles de gases.

## El Monóxido de Carbono (CO)

Es un gas incoloro, inodoro, e insípido, muy poco soluble en el agua y casi tan ligero como el aire que respiramos (peso específico de 1,25 g/l), por eso se mezcla muy fácilmente con él.

Es así mismo un gas tóxico y combustible, que al arder produce una llama azul que desprende CO<sub>2</sub>, y es además explosivo si alcanza concentraciones entre el 13 y el 75%.





Se forma cuando un cuerpo rico en carbono arde en presencia de poca cantidad de oxígeno, por lo que no se consigue que todo el material complete la combustión y se convierta totalmente en  $\text{CO}_2$ , quedando parte del mismo con energía suficiente para poder continuar transformándose si se vuelven a dar las condiciones de riqueza de oxígeno necesarias.

Su formación en la mina puede ser debida a diferentes tipos de causas, pero las más habituales serán la deficiente combustión en los motores diésel de la maquinaria, y también por fricciones o calentamientos excesivos en algunas partes de las instalaciones, como por ejemplo en las cintas transportadoras. De forma más extrema y excepcional podrían tener su origen en la generación de un incendio.

Este gas, en estado puro, aparece muy raramente en las labores mineras; en la mayoría de los casos va acompañado por carburos característicos con olor a petróleo o a ajo. Estas apreciaciones, aunque poco fiables, son muy útiles para poder estar precavidos ante su posible presencia, pero cuando aparece sin esos otros carburos es mucho más terrible, pues no se puede reconocer con los sentidos. Sólo se detectará con el detector de tubos colorimétricos o con algún otro aparato portátil de medida continua, que como describiremos más adelante, son aparatos muy precisos y que hacen lecturas del aire ambiente.

Como ya se ha comentado, se trata de un compuesto tóxico. La toxicidad del CO es debida a la facilidad que tiene la hemoglobina de la sangre de unirse con él y que es del orden de 250 a 300 veces más rápida que la unión con el oxígeno, formando un compuesto llamado carboxihemoglobina. Quien sufre sus efectos se encuentra en el mismo estado que si hubiese tenido una hemorragia por lo que además de practicarle la respiración artificial tiene la necesidad de regenerar la sangre. La piel se muestra enrojecida y los nervios se paralizarán. El único medio para salvar a una persona caída por síncope por monóxido de carbono es llevarla cuanto antes a un ambiente rico en oxígeno, aplicarle la respiración artificial y ponerle inyecciones cardíacas si el pulso es débil.

Debe recordarse que una herramienta tan útil como el autorrescatador, produce oxígeno puro, por lo que puede ser muy eficaz ante una intoxicación con este tipo de gas.

En el siguiente cuadro pueden observarse los efectos peligrosos para el organismo con relación a su concentración en el aire respirable:

% CO	EFFECTOS EN EL ORGANISMO
Hasta 50 ppm	Se puede trabajar toda la jornada
Hasta 0,02% (200 ppm)	Dolor de cabeza en 2 ó 3 horas
Hasta 0,04% (400 ppm)	Dolor de cabeza frontal y náuseas en 1 hora
Hasta 0,08% (800 ppm)	Lo mismo en 45 minutos. Colapso e inconsciencia en 2 horas
Hasta 0,16% (1600 ppm)	Ídem en 20 minutos. Muerte en 2 horas
Hasta 0,3% (3000 ppm)	Ídem en 5 minutos. Muerte en 30 minutos.
Hasta 0,64% (6400 ppm)	Ídem en 1 minuto. Muerte en 10 minutos.

Las labores **deben abandonarse inmediatamente si la concentración alcanza el 0,0001%** (100 partes por millón).

Se reconoce su presencia tomando muestras con el detector de tubos colorimétricos o con los detectores portátiles de gases.

## Los Óxidos de Nitrógeno (NO+ NO<sub>2</sub>)

Estos gases pueden proceder de diferentes fuentes en minería subterránea, siendo su origen más habitual como productos de combustión de los motores de la maquinaria de mina en aquellas explotaciones en las que su uso es posible. Otro origen frecuente se localiza como parte de los gases de voladura, si bien esta fuente es sólo cuantitativamente importante en minas donde su empleo sea considerable como medio necesario del sistema de explotación.

Se trata principalmente de mezclas de óxido nitroso (NO) y de óxido nítrico (NO<sub>2</sub>). El primero es un gas incoloro que se combina directamente con el oxígeno transformándose en el segundo, siendo este último de color pardo rojizo. Se caracterizan por un olor ácido muy peculiar (olor acre), y a la vez muy peligroso para los órganos respiratorios. A ambos se les conoce bajo la denominación conjunta de NO<sub>x</sub>.



Dado que estos gases son fácilmente solubles en agua, además de una buena ventilación, una buena medida de control la representa el rociado de los escombros a fin de diluirlos entre el agua del riego para evitar con ello que reaccionen posteriormente con la contenida en los pulmones, formando ácido nítrico que produciría quemaduras interiores con grandes dolores, vómitos de sangre e incluso la muerte.

En el siguiente cuadro pueden observarse los efectos peligrosos para el organismo con relación a su concentración en el aire respirable:

% NO <sub>x</sub>	EFFECTOS EN EL ORGANISMO
Hasta 10 ppm	Se puede trabajar 8 horas
De 10 a 20 ppm	Ligeros fenómenos irritativos y aumento de la hemoglobina de la sangre
De 30 a 35 ppm	Es soportable por gente acostumbrada
40 ppm	Irritación de garganta
60 ppm	Tos irritante, ardor, muerte en horas
100 ppm	Tos, peligro de muerte en 30 minutos
150 ppm	Peligro incluso en exposición corta
250 ppm	Mortal incluso en exposición corta

Un grave problema es acostumbrarse a concentraciones de 30 ó 35 ppm de estos gases, pues a la larga dañan los pulmones en un proceso más o menos lento pero irreversible.

Según lo prescrito en el RGNBSM **las labores deben abandonarse inmediatamente si la concentración alcanza el 0,000025 % (25 partes por millón).**

Se reconoce su presencia, además de por su fuerte olor, tomando muestras con el detector de tubos colorimétricos o con detectores portátiles válidos para estos gases.

## El Oxígeno (O<sub>2</sub>)

Se encuentra en el aire en un porcentaje cercano al 21%. Todo lo que descienda de esta cifra empieza a ser molesto para el hombre y por debajo del 19% se hace obligatorio el abandono de labores.

En el fenómeno de la respiración, inspiramos aire con un contenido en oxígeno cercano al 21%. Ese aire realiza la función de oxigenar las diferentes células del organismo, y una vez realizado esto se expulsa con un contenido en oxígeno aproximado del 17% y sólo un 4% de  $\text{CO}_2$ . Eso nos indica que una atmósfera pobre en oxígeno, por debajo del 17%, sería irrespirable ya que el organismo no sería capaz de realizar la función oxigenadora de las células.

Es un gas incoloro, inodoro e insípido. Sin él no es posible la combustión. Por debajo del 16% apaga la llama de la lámpara de gasolina.

En el siguiente cuadro pueden observarse los efectos peligrosos para el organismo con relación a su concentración en el aire respirable:

% $\text{O}_2$	EFFECTOS EN EL ORGANISMO
Entre el 21-18%	No altera la respiración.
Entre el 18-12%	Aumenta el ritmo de respiración, se acelera el pulso y aparecen problemas musculares.
Entre el 14-9%	Aceleración marcada de la respiración y del pulso, cianosis, vómitos y desmayos.
Entre el 10-6%	Excitación intensa, síncope, coma.
Entre el 5-3%	Muerte rápida.

Su concentración se reconoce con los detectores portátiles de gases.

## 4.2.2. GASES Y SÓLIDOS ESPECÍFICOS DE LA MINERÍA DEL CARBÓN

### El Metano y el Grisú

El metano es un gas compuesto de un átomo de carbono y cuatro átomos de hidrógeno ( $\text{CH}_4$ ). Es raro que aparezca de forma pura en minería, presentándose bajo la condición del llamado gas **grisú**, mezcla de aire y metano. Este grisú es incoloro, insípido e inodoro, aunque algunos mineros avezados creen distinguir su olor, debido a los componentes aromáticos que lo acompañan. Huele a “manzanas maduras”. Es asfixiante, pero no tóxico. Es combustible y arde con una llama azulada, pero según sea su concentración en el aire, puede llegar a explotar.



Es poco soluble en agua, conociéndose también como “gas de los pantanos” por ser característico de estos lugares, debido a la putrefacción de materias vegetales. Es muy frecuente en los yacimientos de origen orgánico como los de hulla y otros carbones, pudiendo aparecer en cualquier terreno donde se hayan carbonizado restos orgánicos o también en vertederos de basuras urbanas.

Contrariamente a lo que se cree, el grisú no es venenoso. Produce asfixia por desplazamiento del oxígeno (*asfixiante simple*), es decir, mientras haya oxígeno suficiente no se producirá la muerte por asfixia.

Es mucho más ligero que el aire (peso específico 0,716 g/l), razón por la cual se acumulará siempre en las partes altas de las galerías. Se mezcla muy bien con el aire, pero es muy difícil separarlo de él.

Estos gases son responsables de uno de los accidentes en minería de interior más peligrosos: el *desprendimiento (instantáneo) de grisú*. Un desprendimiento de grisú puede deberse a múltiples factores. Los más significativos son la antigüedad y profundidad del yacimiento y los trastornos geológicos presentes.

Estos desprendimientos, en ocasiones, se anuncian con murmullos, roturas o proyecciones, con soplos de gas cuya expansión tiene un efecto refrigerante, con un desmoronamiento del frente, y en ciertos casos con hinchamiento e incluso avance del mismo frente debido a ese esponjamiento.

Es un gas que posee la capacidad de arder o de explotar dependiendo de la concentración de la mezcla. Al igual que cualquier otro producto, el grisú necesita de una temperatura mínima para conseguir la inflamación. Esta temperatura ronda los 650°C y es el punto de referencia para la elaboración de los explosivos de seguridad.

Otro de los accidentes catastróficos que pueden producirse en una instalación minera es la **explosión de grisú**. Las principales causas para que pueda producirse son las siguientes:

- ⦿ Una llama desnuda en una concentración grisuesa entre el 6 y el 14 %.
- ⦿ Una pega mal atacada que produzca llama en la detonación o gases a muy alta temperatura, o que genere proyección de partículas incandescentes.
- ⦿ Las chispas, sean de origen eléctrico o por golpe o fricción.
- ⦿ Cualquier contacto con material incandescente.

En el siguiente cuadro pueden observarse los efectos peligrosos para el organismo o para las instalaciones con relación a la concentración de metano en el aire respirable:

% METANO (GRISÚ)	EFECTOS EN EL ORGANISMO
Hasta un 4,5 %	Arde en contacto con una llama, sin que la inflamación se propague a toda la mezcla.
Del 4,5-16%	Puede explotar; teniendo su máxima violencia cuando la concentración es del 9,5%.
Más del 16 %	En esos porcentajes no constituye una mezcla explosiva, aunque en caso de disparos se formará CO por haber deficiencia de oxígeno, pudiendo darse una peligrosidad mayor al arrastrarlo por la corriente de ventilación. En esas proporciones tiene carácter asfixiante.

Las labores **deben abandonarse inmediatamente si la concentración alcanza el 2,5%**.

Para su detección se han diseñado múltiples modelos de detectores portátiles, siendo rara la toma de muestras con el detector de tubos colorimétricos.

## El polvo de carbón en suspensión

Así como el grisú es capaz de desencadenar fenómenos catastróficos como explosiones o el Desprendimiento Instantáneo, **también existe un riesgo de explosión con el polvo de carbón en suspensión.**

El polvo de carbón arde con facilidad y, en ciertas concentraciones y bajo determinadas condiciones, explota, ya sea provocado por chispa o llama libre, con un efecto muy rápido de reacción en cadena (del orden de 100 veces más rápido que la explosión de grisú), ya que la onda explosiva va levantando más polvo que posteriormente explota. La inflamabilidad del polvo de carbón es por tanto uno de los factores que debemos prevenir si queremos evitar los gravísimos riesgos que puede ocasionarnos.

Los productos resultantes de una combustión o de una explosión de polvo de carbón en suspensión son casi idénticos a la explosión de grisú: onda explosiva, llama y gases, sobre todo CO<sub>2</sub> y CO.



Los efectos sinérgicos (asociados) ocasionados por el polvo de carbón pueden ser doblemente peligrosos: una explosión de polvo de carbón puede ser causa de una explosión posterior de grisú, y viceversa, siendo difícil saber su origen exacto, aunque sus daños sean, a la postre, muy similares. Si una explosión de grisú encontrase en su camino polvo fino de carbón, se produciría una explosión de mayor envergadura y posiblemente generaría una reacción en cadena.

Ante tal peligro, se han de diseñar y mantener buenas prácticas mineras para eliminar el polvo. Son muy eficaces medidas tales como sales higroscópicas que lo fijen al suelo, agua para regar el frente, un relleno con la proporción de humedad adecuada o cualquier medida contrastada que demuestre ser eficaz.

Es deber del empresario y compromiso del trabajador, poner en funcionamiento y mantener y respetar todas las medidas preventivas o correctivas que permitan disminuir o eliminar los contenidos de polvo de los diferentes trabajos.

En relación al polvo en general y sus efectos para la salud, la protección contra el polvo de los trabajadores de la minería subterránea de carbón y la minería de sustancias solubles se rige por la Instrucción Técnica Complementaria 04.8.01 «Condiciones ambientales: Lucha contra el polvo».

### **4.2.3. GASES Y SÓLIDOS ESPECÍFICOS DE LA MINERÍA DE SALES SÓDICAS Y POTÁSICAS**

En la minería de sales sódicas y potásicas se utiliza gran cantidad de maquinaria pesada movida por motores de combustión interna de tipo diésel, que emiten fundamentalmente gases ya mencionados y presentes en otros tipos de minería subterránea ( $\text{CO}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{NO}_x$ ). Además, se encontrarán dispersas en la atmósfera de trabajo en forma de materia particulada las propias sustancias objeto de beneficio minero (diferentes tipos de sales), que a causa del proceso productivo se disgregan como consecuencia de transformaciones mecánicas, alcanzando diámetros lo suficientemente pequeños como para ponerse en suspensión y ser impelidas por una corriente de ventilación excesiva, o removidas por el paso de maquinaria por encima de los materiales que se hubieran depositado gravitacionalmente en el suelo de galerías o sobre cualquier otra superficie.

## EL POLVO EN SUSPENSIÓN

El polvo en suspensión presente en la práctica totalidad de las labores e instalaciones de cualquier industria minera, y por tanto también en las de minas de sales sódicas y potásicas, no corresponde a materia en estado gaseoso, sino que se trata de partículas sólidas, de tamaño variable pero en general muy pequeño, que pasan al aire de la atmósfera de mina al ser liberados en procesos de disgregación mecánica, como el rozado, la carga, el vertido, trasvases, molienda, rodadura, etc.



El riesgo de la presencia de estas sustancias en suspensión en el caso de la minería de sales sódicas y/o potásicas se centra exclusivamente en los efectos que puede producir en la salud de los trabajadores al ser inhaladas, ya que no presenta otros riesgos asociados, tales como explosiones.

Dada la tipología de los yacimientos de potasa, la presencia de sílice en el mineral arrancado y resto de materiales líticos es de incidencia prácticamente irrelevante, por lo que no representa un riesgo potencial de neumoconiosis (en particular de la del tipo silicosis) para la salud del personal.

La inhalación de polvo de la potasa puede causar irritación de las vías respiratorias, fosas nasales y tráquea. Estas molestias no tienen repercusiones graves conocidas sobre la salud.

En las exposiciones regulares a altas concentraciones puede causar tos crónica y una bronquitis leve, que normalmente cesa en cuanto finaliza la exposición. Sin embargo no se han registrado casos de enfermedades crónicas de los pulmones tras exposiciones regulares al polvo de esta clase de sales.

## NORMATIVA APLICABLE

La Orden ITC/933/2011, de 5 de abril, *por la que se aprueba la Instrucción Técnica Complementaria 2.0.03, «protección de los trabajadores contra el polvo, en las actividades de la minería de las sales solubles sódicas y potásicas»*, tiene por objeto establecer los criterios





y métodos para definir la peligrosidad y el control del polvo en los lugares de trabajo, así como la vigilancia de la salud de los trabajadores, encaminados a la prevención de enfermedades causadas por exposición a polvo en las actividades de la minería de las sales solubles sódicas y potásicas, teniendo en cuenta que las condiciones de exposición al polvo no deben suponer un riesgo para la seguridad y salud de los trabajadores.

El valor límite para la exposición diaria (VLA-ED), que ha de tenerse en cuenta será la concentración de la fracción respirable de polvo, la cual no sobrepasará el valor de  $5 \text{ mg/m}^3$ .

Se tomarán muestras, al menos, una vez cada seis meses en los puestos de trabajo en los que exista riesgo de exposición al polvo. Esta periodicidad podrá ser modificada en las dos situaciones que se establecen a continuación:

- Cuando los resultados de cada una de las dos últimas muestras semestrales no hayan sobrepasado el 60 por ciento del valor límite (VLA-ED), el empresario podrá solicitar a la autoridad minera la reducción del número de muestras, a una anual. La autoridad minera, tras consultarlo al Instituto Nacional de Silicosis, podrá autorizar esta reducción durante un período de tres años. Se volverá a la condición inicial (muestreos semestrales) cuando una muestra anual sobrepase el 60 por ciento del valor límite.
- Si se sobrepasa el valor límite (VLA-ED), el empresario, de forma inmediata, deberá confirmar ese resultado con el valor medio de la toma de dos muestras consecutivas en condiciones representativas del puesto de trabajo. De confirmarse el resultado, deberá tomar medidas de prevención adicionales que comunicará a la autoridad minera. Una vez adoptadas las medidas de prevención se tomarán de inmediato otras dos muestras consecutivas cuyo valor medio será el que determine el nuevo riesgo al que están expuestos los trabajadores. Si a pesar de las medidas adoptadas no se consiguiera reducir los valores por debajo del valor límite de exposición diaria de  $5 \text{ mg/m}^3$  para la concentración de polvo respirable, la autoridad minera, tras consultarlo con el Instituto Nacional de Silicosis, fijará las condiciones para reducir el riesgo de exposición al polvo, entre las que se incluye la disminución de la jornada laboral o la paralización de los trabajos.

El empresario será el responsable de que se realicen las mediciones con la periodicidad y en la forma que se señala en la ITC 2.0.03, sin perjuicio de los controles que lleven a cabo la autoridad minera y el Instituto Nacional de Silicosis.

Los análisis de las muestras se realizarán de conformidad con lo dispuesto en el RD 39/1997, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención. También se podrán realizar estos análisis en el laboratorio del Instituto Nacional de Silicosis o en otros laboratorios autorizados por la autoridad minera competente, acreditados por ENAC de conformidad con la norma UNE-EN-ISO/IEC 17025, previo informe de la Comisión de Seguridad Minera y oído el Instituto Nacional de Silicosis.

Los resultados obtenidos han de quedar debidamente registrados en una ficha cuyo modelo se define en el Anexo de esta ITC, la cual será enviada por la empresa a la autoridad minera y con fines estadísticos al Instituto Nacional de Silicosis, quién a su vez enviará un resumen anual a la autoridad minera.

## Medidas de prevención

### *Arranque y preparación*

En los trabajos en los que se utilicen equipos o herramientas de perforación, percusión o corte, éstos estarán provistos de las correspondientes medidas de prevención contra el polvo.

En el caso de arranque con explosivos, el retacado de los barrenos se hará con materiales exentos de sílice libre, evitando aquellos de granulometría muy fina que, como consecuencia de la explosión, se puedan poner en suspensión originando elevados niveles de polvo.



En el caso de explotaciones mineras subterráneas se establecen por parte de la ITC 2.0.03 las siguientes disposiciones:

- a) Se adoptarán las medidas necesarias para que el aire exterior introducido para ventilar las labores esté exento de polvo.
- b) La ventilación de las labores será suficientemente activa para reducir las concentraciones de polvo por debajo de los valores límites reglamentarios.



- c) La velocidad de la corriente de ventilación no deberá exceder de los límites que puedan provocar la puesta en suspensión del polvo depositado en las galerías o en el material transportado a lo largo de ellas.

### ***Carga y transporte***

Los lugares de trabajo deberán mantenerse limpios evitando que se acumule polvo que posteriormente se pueda poner en suspensión.

### ***Puntos de trasvase y almacenamiento***

En los trasvases, descargas, tolvas y almacenajes de material susceptibles de producir polvo se tomarán medidas de prevención tales como el riego de los materiales, instalación de campanas de aspiración, cerramientos, apantallamientos, tubos que eviten la acción del viento sobre la caída de materiales u otros sistemas apropiados para evitar la puesta en suspensión del polvo.



### ***Maquinaria e instalaciones***

Los alimentadores, molinos, cribas y, en general, toda maquinaria o instalación susceptible de producir polvo, deberán estar dotados de sistemas eficaces de prevención, tales como cerramientos, captación de polvo y cualquier otro método que garantice su eliminación o evite su puesta en suspensión.

### ***Medidas de protección***

Las anteriores medidas técnicas de prevención se complementarán con las de carácter protector que se señalan a continuación:

- a) Aislamiento de cabinas de vehículos y puestos de mando de máquinas e instalaciones mediante sistemas de aire acondicionado o filtrado.
- b) Separación del personal del foco de producción de polvo mediante la utilización de mandos a distancia o cualquier otra medida organizativa.
- c) Utilización de equipos de protección individual.

## Formación e información a los trabajadores

El empresario adoptará las medidas adecuadas para que los trabajadores reciban la formación e información necesarias de conformidad con la normativa laboral, en relación con su protección y prevención frente al riesgo de la exposición al polvo.

En lo que se refiere a la formación la empresa deberá asegurar que cada trabajador recibe una formación, teórica y práctica, suficiente y adecuada en materia de lucha contra el polvo en su puesto de trabajo. La labor formativa deberá repetirse al menos una vez al año, y en particular cuando el trabajador cambie de funciones, de puesto o de lugar de trabajo.

En relación con la información, deberá estar a disposición de los trabajadores la relativa a:

- a) Riesgos que para la salud implica la exposición al polvo y controles médicos que se deben efectuar.
- b) Los sucesivos niveles de polvo registrados en sus puestos de trabajo en las mediciones efectuadas en los mismos.
- c) Medidas técnicas de lucha contra el polvo llevadas a cabo por la empresa en su puesto de trabajo.
- d) Instrucciones y recomendaciones sobre las medidas preventivas que deben ser adoptadas por el propio trabajador, así como sobre la utilización y manejo de los equipos de protección individual.

## Vigilancia de la salud

De conformidad con lo dispuesto en la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, en el Reglamento de los Servicios de Prevención (art. 37.3 c) y en el RD 374/2001, *sobre protección de la salud de los trabajadores contra los riesgos químicos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo*, la vigilancia de la salud frente a los riesgos generados por el polvo de sales solubles sódicas y potásicas tendrá que incluir:



## Examen médico inicial

Todos los trabajadores serán objeto de un reconocimiento médico inicial que incluirá:

- a) Historia laboral y exposición actual al riesgo.
- b) Historia clínica.
- c) Exploración clínica específica.
- d) Estudio funcional respiratorio.
- e) Estudio radiográfico.

## Reconocimientos médicos periódicos

Estos exámenes de salud se realizarán de acuerdo con las pautas y periodicidad establecidas en las guías y protocolos elaborados por las autoridades sanitarias que sean de aplicación y estén en relación a los riesgos a los que están expuestos estos trabajadores, debiendo siempre incluir un estudio funcional respiratorio a través de una espirometría.

### 4.2.4. GASES Y SÓLIDOS ESPECÍFICOS DE LA MINERÍA NO ENERGÉTICA

Junto a los ya analizados por estar presentes en cualquier tipo de minería subterránea ( $\text{CO}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{NO}_x$ ), en la minería no energética, especialmente en la minería metálica, se puede encontrar la presencia de gases derivados del azufre, así como con polvo que puede contener un porcentaje peligroso de sílice. Esta última situación tiene como principal implicación que, tanto para su medición, como para su control y para la vigilancia de la salud de los trabajadores, es de aplicación la ORDEN ITC/2585/2007, de 30 de agosto, *por la que se aprueba la Instrucción Técnica Complementaria 2.0.02 «Protección de los trabajadores contra el polvo, en relación con la silicosis, en las industrias extractivas», del Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera.*

## El Dióxido de Azufre (SO<sub>2</sub>)

El Dióxido de Azufre (SO<sub>2</sub>) es un gas incoloro que se origina por la combustión de combustibles que contienen azufre, la fundición de minerales ricos en sulfatos y también en los vehículos automotores.

De olor picante característico, puede permanecer en la atmósfera durante unos días, según la rapidez con la cual se convierta en ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) por absorción de humedad.



Una idea de la peligrosidad que presenta este gas está en que las mediciones se realizan en partes por millón (ppm). Esta unidad de medición es utilizada para conocer concentraciones diminutas de elementos presentes por unidad de volumen.

Las técnicas para determinar la concentración de Dióxido de Azufre son diversas: mediciones continuas y permanentes mediante equipo automático, mediciones mediante lectores portátiles digitales y mediciones mediante tubos colorimétricos.

En el primero de los casos, los registros de concentraciones de Dióxido de Azufre se obtienen cada minuto y se procesan como promedios horarios para su representación en forma de gráficas o en forma de bases de datos.

La transformación del SO<sub>2</sub> hasta pasar a H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> se corresponde con una oxidación inicial a SO<sub>3</sub> por diferentes medios, y una posterior reacción con la humedad del entorno (H<sub>2</sub>O) para producir partículas de ácido sulfúrico, las cuales se dispersan en el ambiente de forma que para conseguir su inertización es necesario el empleo de agua.

En altas concentraciones el Dióxido de Azufre puede ocasionar problemas severos, como dificultad para respirar, humedad excesiva en las mucosas de las conjuntivas, irritación en vías respiratorias e incluso al interior de los pulmones por formación de partículas de ácido sulfúrico, ocasionando enfermedades respiratorias como bronquitis, pudiendo llegar a causar serios episodios en personas sensibles como los asmáticos, agravamiento de enfermedades respiratorias y cardiovasculares existentes y la muerte, si bien los efectos señalados dependen en gran medida de la sensibilidad de cada individuo.



Su peligrosidad se agrava porque la combinación de óxidos de azufre y partículas suspendidas actúa sinérgicamente produciendo un efecto combinado mucho más nocivo que el efecto individual de cada uno de ellos por separado.

Tiene una densidad bastante aproximada a la del aire, con lo que puede distribuirse homogéneamente con éste, y por tanto localizarse en cualquier atmósfera del interior de mina, ocupando los huecos y galerías.

La ITC 04.7.02, establece concentraciones volumétricas admisibles para una jornada de ocho horas, de 5 ppm, y de 10 ppm para períodos cortos.

Entre las medidas que se pueden realizar para proteger la salud se encuentran la práctica de buenos hábitos higiénicos y alimenticios, como realizar ejercicio fuera del trabajo, e ingerir abundante agua y alimentos que contengan antioxidantes (frutas y verduras).

## El Sulfuro de Hidrogeno ( $H_2S$ )

El Sulfuro de Hidrógeno (también denominado Ácido Sulfhídrico) dentro de la minería no energética se encuentra casi siempre asociado a manantiales de aguas termales. Fuera de este ambiente minero, se presenta en muchos yacimientos, como en el petróleo, gas natural y gases volcánicos, y de forma natural en aguas pantanosas, aguas estancadas, desagües y alcantarillados. Es un ácido denso, más que el aire (1,54 g/l), por lo que se acumula en los niveles inferiores de cualquier atmósfera que rellene un hueco, labor, galería, etc.

El ácido sulfhídrico es un gas inflamable, incoloro, con un olor fuerte característico, como a huevos podridos, y sabor dulce. De hecho, el olor se detecta incluso en proporciones muy bajas.

El ácido sulfhídrico es extremadamente nocivo para la salud, ya que bastan 20-50 ppm en el aire para causar un malestar agudo que lleva a la sofocación y la muerte por sobreexposición. Sus principales efectos son irritaciones en las mucosas nasales y ojos, así como graves efectos en el aparato respiratorio. Tiene un efecto desoxigenador en la sangre, provocando la asfixia del organismo. La acción tóxica es debida a que se apodera de los glóbulos rojos mediante un proceso en el que el ión sulfuro se combina con la hemoglobina del mismo modo que el oxígeno, dejando la sangre con un color negro e incapaz de absorber de nuevo oxígeno. Esta toxicidad del ácido sulfhídrico es parecida a la que posee el ácido **cianhídrico** (HCN).

La causa por la cual, a pesar de esta elevada toxicidad, se produce un bajo número de víctimas al entrar en contacto con el mismo, es precisamente el mal olor de que va acompañado. Sin embargo, a partir de las 50 ppm tiene un efecto anestésico de las células olfativas de forma que las personas afectadas ya no perciben el hedor. A partir de las 1.000 ppm se puede producir la muerte de una manera rápida.

A menudo, en los accidentes causados por la presencia de este gas, se producen varios afectados: una primera víctima que se desmaya inconsciente, y luego resultan igualmente perjudicados todos aquellos que acuden en su rescate sin el equipo de protección respiratoria necesario.

Para prestar los primeros auxilios a las víctimas de este gas se recomienda llevar al afectado lo más rápidamente posible a la corriente de aire fresco, y también el tratamiento consistente en aplicar **oxígeno** puro (por ejemplo el proporcionado por un autorrescatador).

La exposición a niveles bajos de ácido sulfhídrico puede producir irritación de los ojos, la nariz o la garganta. También puede provocar dificultades respiratorias en personas asmáticas. En la mayoría de los casos, las personas que pierden el conocimiento parecen recuperarse sin sufrir otros efectos. Sin embargo, algunas personas pueden sufrir efectos permanentes o a largo plazo tales como dolor de cabeza, poca capacidad para concentrarse, mala memoria y mala función motora. No se han detectado efectos a la salud en personas expuestas al ácido sulfhídrico en las concentraciones que se encuentran típicamente en el ambiente (0,00011-0,00033 ppm), y no parece que haya relación directa que demuestre la muerte de personas envenenadas al ingerir ácido sulfhídrico.



Es más tóxico que el CO. Es combustible y por encima de concentraciones del 6% puede explotar. El color lechoso del agua que lo contiene, es debido a la presencia del azufre.

Es muy soluble en el agua, llegándose a disolver más de tres litros de gas por cada litro de agua. Si el agua está a presión absorbe aún más H<sub>2</sub>S, por lo que al disminuir esta presión se liberará el gas.



CONCENTRACIÓN	SÍNTOMAS
0,02-0,2 ppm	Detección de olor (desarrolla alguna tolerancia).
50-150 ppm	Irritación de los ojos y respiratoria, parálisis olfatoria.
200-500 ppm	Bronquitis, dolor de cabeza, mareo, tambaleos.
500-1000 ppm	Edema pulmonar, depresión respiratoria, inconsciencia.
1000-1500 ppm	Colapso rápido, parálisis respiratoria, mortal en algunos minutos.
1800-5000 ppm	Mortal inmediatamente.

La piel en los intoxicados presenta un color verdoso.

Se puede detectar con tubos colorimétricos o con detectores de lectura directa.

La legislación establece concentraciones volumétricas admisibles para una jornada de ocho horas de 10 ppm y de 50 ppm para periodos cortos.

Los límites de exposición mencionados antes son solamente para los niveles en el aire. Si también hay contacto con la piel es posible que sufra una sobreexposición, aun cuando los niveles en el aire sean menores que los límites mencionados.

Otra característica es que su oxidación termina convirtiéndolo en  $\text{SO}_2$ , de cuya peligrosidad ya hemos hablado antes.

En general, los yacimientos de origen sulfuroso pueden poner el azufre en contacto con los trabajadores y el medio ambiente.

Estas sustancias pueden tener los consiguientes efectos en la salud humana:

- ⊗ Producir efectos neurológicos y cambios de comportamiento.
- ⊗ Aturdir la circulación sanguínea.
- ⊗ Producir efectos en los ojos y en la vista.
- ⊗ Provocar desórdenes estomacales y gastrointestinales.
- ⊗ Originar daños en las funciones del hígado y los riñones.
- ⊗ Causar efectos dermatológicos.

- ⊙ Producir irritación de las vías respiratorias, boca, faringe y bronquios, bronquitis, asfixia, embolia pulmonar, asma.
- ⊙ Causar dolores de cabeza.

## El polvo de sílice

En los últimos años se han producido cambios importantes en la regulación normativa para mejorar la prevención de la silicosis en las industrias extractivas, motivadas por la consideración de la sílice cristalina como sustancia cancerígena para los humanos por parte de la Agencia Internacional de Investigación del Cáncer, en el año 1997, y por la nueva definición de «polvo respirable», tal como actualmente se establece en la norma EN 481, en sustitución del anterior concepto definido en la Conferencia de Johannesburgo en el año 1959. Así mismo, se han armonizado los valores de exposición diaria al polvo respirable con lo establecido por el Real Decreto 374/2001, de 6 de abril, *sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo*.

De esta forma, en el año 2007 fue aprobada la ORDEN ITC/2585/2007, de 30 de agosto, *por la que se aprueba la Instrucción Técnica Complementaria 2.0.02 «Protección de los trabajadores contra el polvo, en relación con la silicosis, en las industrias extractivas», del Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera*, que tiene por objeto establecer los criterios y métodos para definir la peligrosidad y el control del polvo en los lugares de trabajo, así como la vigilancia de la salud de los trabajadores, encaminados a la prevención de la silicosis, teniendo en cuenta que las condiciones de exposición al polvo no deben suponer un riesgo para la seguridad y salud de los trabajadores.

En este caso, las muestras de polvo deberán ser recogidas por medio de aparatos personales portados por el propio trabajador, en los que el sistema de selección de partículas se sitúe en las proximidades de su zona de respiración, y deberán ser representativas del riesgo a que están expuestos, habitualmente, los trabajadores, y la toma de muestras de polvo se extenderá a toda la jornada de trabajo.

En esta nueva ITC, se establecen una serie de Valores Límites Ambientales de Exposición Diaria (VLA-ED), que han de tenerse en cuenta simultáneamente, y que quedan definidos como sigue:



a) La concentración de la sílice libre contenida en la fracción respirable de polvo no será superior a  $0,1 \text{ mg/m}^3$ .

Si se tratase de cristobalita o tridimita este valor se reducirá a  $0,05 \text{ mg/m}^3$ .

b) La concentración de la fracción respirable de polvo, no sobrepasará el valor de  $3 \text{ mg/m}^3$ .

Como medidas de prevención, se establecen, para la perforación, en cualquiera de sus modalidades, el uso de inyección de agua o el empleo de dispositivos de captación de polvo.

En las labores de arranque y preparación, si se utilizan equipos o herramientas de perforación, percusión o corte, éstos estarán provistos de las correspondientes medidas de prevención contra el polvo.

En el caso de arranque con explosivos, el retacado de los barrenos se hará con materiales exentos de sílice libre, evitando aquellos de granulometría muy fina que como consecuencia de la explosión, se puedan poner en suspensión originando elevados niveles de polvo.



Además, en este caso, se humidificará el escombro producido por la voladura, a fin de evitar la puesta en suspensión de polvo en la posterior operación de carga del material arrancado.

En los procesos de carga y transporte, tanto para unas como para otras, las cabinas de los vehículos (palas, dumper, etc.) deberán estar dotadas de aire acondicionado o filtrado.

En lo que se refiere a la formación, la empresa deberá asegurar que cada trabajador recibe una formación, teórica y práctica, suficiente y adecuada en materia de lucha contra el polvo en su puesto de trabajo. La labor formativa deberá repetirse, al menos, una vez al año y, en particular, cuando el trabajador cambie de funciones, de puesto o de lugar de trabajo.

En relación con la información, estará a disposición de los trabajadores la relativa a:

- a) Riesgos que para la salud implica la exposición al polvo y controles médicos que se deben efectuar.
- b) Los sucesivos niveles de polvo registrados en sus puestos de trabajo en las mediciones efectuadas en los mismos.
- c) Medidas técnicas de lucha contra el polvo llevadas a cabo por la empresa en su puesto de trabajo.
- d) Instrucciones y recomendaciones sobre las medidas preventivas que deben ser adoptadas por el propio trabajador, así como sobre la utilización y manejo de los equipos de protección individual.

Además de los valores límites aplicables a los gases anteriormente expuestos para las instalaciones mineras, de acuerdo con lo especificado en la ITC-04.7.02 “*Concentraciones límites de gases. Temperatura, humedad, clima*”, existe un documento de publicación anual por el INSHT, en el que se recogen los Límites de Exposición Profesional para Agentes Químicos.

Este documento tiene como misión, hacer frente, a medio plazo, a la obligación que la Directiva 98/24/CE imponía a los Estados miembros de establecer límites de exposición profesional nacionales.

Estos valores límite se consideran como los valores de referencia apropiados para los agentes químicos que carezcan de valores límite reglamentarios, y se actualizan periódicamente (anualmente) para mantenerlos adaptados al progreso científico y técnico.

## **4.3. CONTROL Y VIGILANCIA DEL LUGAR DE TRABAJO SEGÚN PROCEDIMIENTOS INTERNOS**

### **4.3.1. PROCEDIMIENTOS DE TRABAJO**

Las operaciones mineras poseen una serie de connotaciones específicas que es necesario conocer y tener en cuenta a la hora de desarrollarlas, ya que frecuentemente entrañan riesgos específicos que pueden desencadenar accidentes.



La Prevención de Riesgos Laborales siempre debe tener en cuenta el conjunto de actividades de la empresa, fijando responsabilidades, funciones, prácticas correctas así como los procedimientos de trabajo para llevar a cabo los procesos industriales, y también la asignación de los recursos necesarios para la realización de los mismos.

Los procedimientos e instrucciones de trabajo son documentos donde se establecen métodos operatorios para que los procesos se ejecuten de forma segura y eficiente, teniendo en cuenta todos los aspectos que es necesario conocer, así como los requerimientos técnicos y personales para la ejecución de un trabajo.



Estos procedimientos o instrucciones de trabajo desempeñan un papel importante dentro de la organización, ya que garantizan que todos los trabajadores realizan la tarea de forma homogénea, adoptando las medidas necesarias el control de los riesgos, y por otro constituyen una guía didáctica para la formación y el adiestramiento en los procesos de capacitación de los trabajadores.

La documentación de las diferentes instrucciones y procedimientos suele hacerse de acuerdo a modelos estandarizados que cada empresa adopta para su gestión documental. No obstante, el INSHT ha publicado dentro de sus *Notas Técnicas de Prevención* la NTP-560, en la que incluye un procedimiento tipo de Instrucción de Trabajo, modelo que será el adoptado en este manual.

En estas Instrucciones de Trabajo (IT) se desarrolla paso a paso la forma correcta de llevar a término una tarea o trabajo concreto, y en ese desarrollo están recogidos los aspectos de seguridad a tener en cuenta por los trabajadores que ejecuten la tarea para que conozcan cómo actuar correctamente en cada una de las distintas fases.

Estas instrucciones con esenciales en las denominadas *tareas críticas*, aquellas que tienen una especial relevancia en el proceso productivo y resulta preciso realizarlas con total garantía. También son necesarias para aquellos trabajos con especial peligrosidad o complejidad, ya que los pasos seguir resultan muy difíciles de memorizar, o bien en el caso de trabajos que sólo se ejecutan ocasionalmente.

El procedimiento de elaboración y control de este tipo de documentación deberá contemplar las siguientes etapas:

- *Elaboración del documento o registro*
- *Codificación*
- *Revisión*
- *Aprobación*
- *Distribución*
- *Revisión y actualización*

## **Elaboración del documento o registro**

Deberá definirse un responsable para su elaboración en función del tipo de documento, contenido y área de la empresa a la que afecte.

Los documentos deben ser nominados e identificados mediante código y en los mismos deberá figurar su autor y la fecha de realización siguiendo, cuando exista, un formato establecido.

En la redacción y elaboración hay que tener en cuenta las siguientes fases:

- Definir actividades.
- Estudiar profundamente la tarea.
- Redactar el procedimiento.

### **a. Definir actividades**

Se trata de tener una visión de conjunto de las actividades realizadas en la empresa y de determinar aquellas que por su especial riesgo, complejidad de ejecución, o cualquier otro criterio que se establezca, se vea su necesidad.



## b. Estudio profundo de la tarea

Es necesario observar durante varias jornadas (dependiendo de la complejidad de la misma) el desarrollo de todo el proceso, desde el inicio de la jornada hasta el final de la misma, registrando mediante algún método de recogida de datos que permita dividir la tarea que se analiza en fases elementales, y teniendo así mismo en cuenta las interacciones con otros procesos.

## c. Redacción del procedimiento

A pesar de que no es condición necesaria, sí es conveniente contar con un formato que se convierta en estándar para todos los procedimientos que se redacten en la empresa, y para que además esta labor de redacción no sea una tarea laboriosa para quien la asuma. Para los destinatarios también es una ventaja que todos los procedimientos tengan un formato común.

La elaboración debería correr a cargo del Responsable de la unidad funcional de que se trate, pues es quien debe tener un buen conocimiento de las actividades y el entorno de trabajo, quien deberá identificar las necesidades en tareas consideradas críticas.

Además, si se quiere una aceptación por parte de todos, es importante que se cuente con la opinión y colaboración de los trabajadores implicados.

No obstante lo anterior, el responsable podrá delegar esta función de elaboración en especialistas concretos para aquellos procedimientos cuya complejidad requiera unos conocimientos especializados.

Toda la organización deberá cumplir con lo indicado en los procedimientos de trabajo, comunicando a su mando directo las carencias o deficiencias que encuentre durante su seguimiento.

La estructura documental de un procedimiento-tipo podría ser la siguiente:

- ⊗ Objetivo
- ⊗ Alcance
- ⊗ Implicaciones y responsabilidades
- ⊗ Equipos de trabajo necesarios

- ⊗ Descripción general de la tarea
- ⊗ Fases Básicas en que se divide la tarea
- ⊗ Puntos clave de seguridad
  - 📌 Riesgos asociados a cada fase
  - 📌 Método a seguir en cada fase

### **Objetivo**

Expone brevemente los objetivos que se quieren lograr con ese procedimiento, como puede ser definir las fases de trabajo y los puntos clave de seguridad a seguir en la ejecución de una determinada tarea.

### **Alcance**

Define a qué procesos, departamentos, etc. afectan los contenidos del procedimiento, y en su caso a cuáles excluye.

### **Implicaciones y responsabilidades**

- ⊗ Responsable del área funcional: responsable de la elaboración de las IT (puede delegarlo). Deberá contar con la opinión y colaboración de los trabajadores implicados. Habrá de identificar necesidades de IT en tareas consideradas críticas.
- ⊗ Mandos directos: responsables de la distribución en su ámbito, utilizándolas como documento en la formación específica del puesto de trabajo. Deben velar por su correcto cumplimiento y detectar necesidades de actualización y mejora. También han de identificar necesidades de IT.
- ⊗ Servicio de prevención: responsable del asesoramiento y revisión de las IT.
- ⊗ Trabajadores: cumplir con lo indicado en las IT, comunicando las deficiencias que encuentren en su aplicación. Participarán en la elaboración y/o revisión de IT.





- ⦿ Delegados de Prevención: estarán informados de las tareas consideradas críticas, así como de las IT vigentes. Serán consultados previamente a la aprobación de las instrucciones.

### ***Equipos de trabajo necesarios***

- ⦿ Herramientas o materiales específicos.
- ⦿ Equipos de protección individual requeridos.

### ***Descripción general de la tarea***

Breve descripción, desde el punto de vista operativo, del desarrollo de la tarea.

### ***Fases básicas en que se divide la tarea y redacción de la instrucción***

- ⦿ De manera secuencial y lógica se subdivide la tarea en partes elementales.
- ⦿ Ha de ser lo más sencilla y clarificadora posible, indicando paso a paso las etapas que es necesario realizar para la consecución del objetivo de la misma.
- ⦿ Una instrucción bien redactada y estructurada debería facilitar que hasta una persona no entendida en la materia pudiese conocer la actividad tan sólo leyéndola.
- ⦿ Las tareas que deban realizarse por personal autorizado con la formación o experiencia necesarias, se deben hacer constar claramente en la instrucción de trabajo.
- ⦿ Para facilitar la comprensión se puede recurrir a dibujos, esquemas, diagramas, cuadros, etc.

### ***Puntos clave de seguridad***

En cada fase o secuencia se identifican los riesgos asociados a esa tarea concreta y se define el **método correcto para ejecutarla**.

### **Codificación**

Los documentos deberán ser codificados de manera que faciliten su identificación. De esta manera en la práctica, tanto si los documentos se encuentran impresos, como si están en soporte electrónico, resulta fácil reemplazar las hojas obsoletas cuando se producen modificaciones o añadidos como consecuencia de revisiones.

## Revisión

Una vez elaborado el documento debe ser revisado por otra o la misma persona que lo elaboró, indicando en el documento la fecha, el número y el responsable de la revisión.

Dado que los representantes de los trabajadores deben ser consultados sobre las diferentes actividades preventivas, y sobre los elementos fundamentales del sistema, sería recomendable que revisasen los procedimientos de forma previa a su aprobación.

## Aprobación

El documento deberá ser aprobado por un responsable autorizado, correspondiendo en principio esta función a la Dirección de la empresa.

## Distribución y divulgación

Los documentos deberán estar disponibles en aquellos lugares donde sea necesaria su utilización para realizar el trabajo. Hay dos tipos de distribución de documentos:

- ☉ Copias controladas, para las cuales se establece una lista de distribución en la que se especifica las copias de los documentos que han sido distribuidas, los destinatarios y la versión vigente. La entrega de estas copias se realiza con acuse de recibo.
- ☉ Copias no controladas: son aquellas que no requieren su actualización.

La entrega de instrucciones deber ir siempre acompañada de una explicación personalizada para su comprensión.

Se debe prever el tiempo necesario para que pueda ser asumida plenamente y el trabajador pueda actuar de manera autónoma, estableciendo un periodo para la entrada en vigencia de la instrucción para cada uno de los trabajadores implicados.



Se han de tomar todas las medidas para que sea leída, comprendida y aceptada, tanto a nivel de los trabajadores como de los propios mandos.



## Revisión y actualización

Periódicamente, y especialmente cuando se produzcan cambios o modificaciones del sistema, deberá cuestionarse la vigencia de los documentos y proceder a su actualización si fuese necesario. Tras ello se deberá seguir el mismo circuito comentado anteriormente.

## 4.3.2. PROCEDIMIENTOS PARA LA EJECUCIÓN DEL SANEAMIENTO

### Saneamiento en minería de carbón

Es muy importante que el Técnico, o el Vigilante a sus órdenes, se asegure y pregunte a todos los participantes de una labor minera donde se vaya a realizar un saneamiento (barristas, picadores o ayudantes mineros), que todos ellos han sido informados sobre cómo se realizan estas tareas, en función del tipo de capa y hastiales, y en función del tipo de labor que se esté realizando (un avance de galería, una chimenea, un levantamiento, etc.), independientemente de que en la ejecución de la labor él vaya a estar presente realizando las labores de ayuda, supervisión y control correspondientes, hasta que finalizan los mismos.

#### A) Medios para el saneamiento

De manera general, para la operación de saneamiento, con independencia de que en cada determinada instalación puedan existir una serie de herramientas especiales o específicas, podemos enumerar como herramientas, materiales y EPIs para realizar este trabajo las siguientes:

#### **Herramientas y materiales:**

- Pica de mano, hacha y pala rasera
- Martillo picador y picas
- Material de ventilación y difusor para manguera
- Alambre

- ⊗ Canoa y torno
- ⊗ Aceite
- ⊗ Tablas y madera en general
- ⊗ Material para realizar velocidad de desorción o inyección

### **EPIs:**

- ⊗ Cinturón de seguridad, guantes, casco, botas de seguridad.
- ⊗ Autorrescatador
- ⊗ Mascarillas
- ⊗ Protectores auditivos
- ⊗ Gafas de seguridad

## **B) La ejecución del saneo**

Durante esta operación deberemos especificar las obligaciones relativas a la revisión de las condiciones atmosféricas que deberá asumir un Vigilante, la revisión de entibación y frenos, y el correcto funcionamiento y colocación de la ventilación secundaria. Será necesario informar al personal que va a realizar el saneo sobre la existencia de una serie de riesgos que habrán sido evaluados por el Servicio de Prevención; también sobre las DIS o las regulaciones legales determinadas que pueden afectar a la forma de ejecutar esta tareas; y por último, habrá que completar el proceso de información con consignas que recuerden buenas prácticas mineras que redunden en una mejora de las condiciones de seguridad.



A continuación se mencionan diversas consignas que podemos emplear en el saneo de cualquier labor minera de carbón:

- ⊗ El saneo debe hacerse de manera continua durante toda la jornada, pues las condiciones del lugar de trabajo pueden variar ampliamente a lo largo de la misma.



- Exigir la herramienta apropiada para el saneo.
- Durante las labores de inspección se revisará el estado del techo en todas las calles de la labor a inspeccionar.
- Evitar las condiciones que favorecen que se difunda y acumule el gas, tales como interrumpir la ventilación, o dejar de postear la labor, pues se facilita la descomposición de los hastiales y pueden producirse derrabes.
- Cualquier avance que se efectúe, se realizará con posteo al corte para evitar la aparición de rocas o costeros que pueden desprenderse.
- Es necesaria la sustitución de cualquier elemento de sostenimiento que esté defectuoso.
- El sistema de posteo es muy importante para evitar roturas en el techo o desplazamientos del muro, debiendo para ello utilizar elementos con el calibre adecuado, acordado por la naturaleza del carbón y de los hastiales, y emplear el enrachonado correspondiente.
- En zonas de capa donde el carbón se desprenda con facilidad, se posteará con cuadro cerrado.
- En caso de tendencia al derrabe, se dejará el frente entablillado al finalizar la labor. El desentablillado se comenzará por la zona del techo y nunca por la del muro.
- En el caso de techos fácilmente disgregables, se reducirá la distancia de posteo y se aumentará la densidad del enrachonado.
- No se eliminarán parrillas en los cuadros si se sospecha que los hastiales pueden producir desprendimientos de rocas.
- Al llegar a la labor, se debe organizar el saneo, tanteando los costeros con orden, despacio, en silencio, puesto que los sentidos corporales nos pueden aportar información sobre el comportamiento de los paramentos.
- Ante un costero dudoso, la prisa no es buena compañera. No precipitarse, y mirar bien a su alrededor, pues el que parece peor, a veces, oculta al más peligroso.
- No colocarse, ni tocar, ni sanear costeros dudosos que estén sobre la vertical del saneador.

- ⊗ Para sanear manualmente usar una barra de saneo suficientemente larga. Tan inadecuada es una excesivamente larga como una excesivamente corta.
- ⊗ Procurar no pasar nunca bajo un costero dudoso.
- ⊗ Para sanear, ordenar y vigilar que se realiza sobre un lugar estable, o un andamio el que se coloque el personal encargado de la ejecución.
- ⊗ Colocar el andamio fuera de la vertical del costero, suficientemente apartado de la trayectoria de caída del mismo.
- ⊗ Si el costero a sanear no cae fácilmente, ordenar postearlo y señalizarlo.
- ⊗ Utilizar siempre la vigueta para colocar la trabanca, atresillonarla y embastonar en el menor tiempo posible.
- ⊗ Fijarse si la pega anterior ha movido la entibación.
- ⊗ Si fuese aconsejable, cada relevo al finalizar su labor, dará un “tiro” de sondeo para desgasificar.
- ⊗ En operaciones de rozado, finalizado el mismo, observar el estado del frente saneándolo si fuera necesario, y proceder a su entibación.
- ⊗ Durante un levantamiento se empleará la barrilla de saneo, y cuando fuese indispensable, la pica de mano o martillo picador para costeros difíciles de arrancar que no estén situados en ningún caso en la clave de la galería.
- ⊗ Para sanear se aprovechará la tierra acumulada en el frente, para usarla como andamio.
- ⊗ La operación de sanear debe de hacerse evitando que el propio operario que la realiza u otro personal, se encuentren en la trayectoria de caída de un costero desde el punto que se está saneando.



## Saneo en minería de sales sódicas y potásicas

Para entender mejor el contenido de las instrucciones que se expondrán más adelante, se hace conveniente y necesario comenzar por proporcionar unas breves nociones sobre el origen de la formación de lisos, lo cual se encuentra relacionado a su vez con las características geológicas del yacimiento y las rocas que lo integran, así como con las condiciones en las que se produce el laboreo minero.

### Características de la roca

La mecánica de formación de lisos en las minas salinas es función de las características de la roca donde se sitúen las labores mineras, así como de las magnitudes de éstas (anchura, forma y dirección relativa de los estratos). De esta manera se pueden diferenciar diferentes comportamientos en base a la capa de que se trate:

1. La sal de muro posee una estructura compacta y cohesionada, por lo que no es frecuente que genere lisos.
2. En la capa explotable, al existir una alternancia de estratos de silvinita, sales y transformada, y como resultado de que cada estrato posee distinta resistencia y elasticidad, sí que es factible la formación de lisos.
3. La carnalita en masa es muy resistente, aunque en contacto con el aire está sometida a un rápido proceso de meteorización que supone la aparición de un “descascarillado”. Debido a ello es habitual que pequeños espesores de carnalita se despeguen con facilidad y provoquen un desprendimiento de lisos.
4. Por último, la capa de la sal de techo, al estar formada por estratos alternativos de sal, origina gran cantidad de lisos que se rompen con facilidad.

### Características de la labor minera

En segundo término es importante tomar en cuenta para la eventual formación de lisos las condiciones en las que se desarrollan las labores mineras.

De este modo, cuando se abre un hueco en la mina, los empujes naturales del terreno tienden a cerrarlo para restituir el equilibrio, provocando que las presiones actúen en

todos los sentidos por lo que cualquier sección que no sea circular, al sufrir presiones diferentes, tiene la propiedad potencial de generar lisos.

Debido a ello deberán vigilarse especialmente las esquinas vivas, los techos planos o cuasi planos, las vueltas de anticlinales y los resaltes que pueden quedar entre una pega y la siguiente cuando puntualmente puedan emplearse explosivos.



Al mismo tiempo, también son zonas potencialmente peligrosas las que se encuentran próximas a las cámaras explotadas, puesto que los macizos de protección y sostenimiento que se dejan en los avances, son los que tienen que soportar todas las presiones, y a su vez las transmiten al terreno colindante.

## Métodos de saneo

Las operaciones de saneo en cámaras, galerías y aperturas, se efectuarán de acuerdo a alguno de los métodos siguientes:

1. Método mecanizado (por medio del empleo de máquinas saneadoras).
2. Métodos manuales:
  - a. Empleo de explosivos, previa perforación de los barrenos, en los casos en que fuera necesario.
  - b. Haciendo uso de varillas, de dimensiones adecuadas a tal fin.
  - c. Utilizando martillo picador.
  - d. Eventualmente desde una plataforma elevadora (cesta).

## Medidas y condiciones durante los trabajos de saneo

En las operaciones de saneo deberán ser aplicadas una serie de medidas preventivas durante la ejecución de las labores, y así mismo éstas deberán sólo producirse bajo una serie de condiciones de seguridad de carácter imprescindible:





## **Normas de mantenimiento y conservación**

- En caso de empleo de máquina saneadora, ésta deberá cumplir con regulado a tal fin en su DIS específica.
- Se comprobará con carácter previo que los útiles de saneo estén en perfecto estado y en condiciones de prestar el trabajo para el que están concebidos.
- Tras la finalización de los trabajos de saneo, se comprobará que todos los útiles, herramientas o equipos de saneo no han sufrido deterioro durante la ejecución de las labores, procediendo a comunicarlo a quien corresponda en caso de haberse producido así.

## **Normas generales**

- En el caso de empleo de máquina saneadora, éstas deberán manejarse de acuerdo a lo previsto en sus normas específicas de utilización y revisión recogidas en la correspondiente DIS.
- Las operaciones de saneo deberán estar dirigidas y supervisadas por un Vigilante o personal cualificado. Con antelación al comienzo de cualquier operación de saneo, es imprescindible inspeccionar la zona a sanear para que ningún otro liso que no hubiera sido advertido pueda desprenderse durante las labores de saneo, ocasionando un accidente. Esta operación es especialmente importante y será realizada bajo las máximas precauciones en las zonas que corresponden a la carnalita.
- No se sanearán lisos en contacto con líneas eléctricas sin antes avisar al personal eléctrico para que las aparten, o corten corriente y retiren los cables cuando fuera necesario. Esta operación deberá ser previamente advertida al mando inmediato.
- Cuando el saneo deba afectar a los paramentos, y sobre éstos se encuentren colocadas líneas eléctricas, éstas tendrán que ser también retiradas o apartadas definitiva o temporalmente con la ayuda de pértigas aislantes que eviten el contacto con los cables.
- No se efectuarán conexiones o manipulaciones de elementos eléctricos si no se es personal autorizado para ello.
- En las operaciones de saneo manual, el personal que lo ejecute no se colocará nunca sobre piedras o escombros inestables.

- Durante las operaciones de saneo, la zona de trabajo será señalizada convenientemente para impedir la aproximación de personas o vehículos que penetren en el radio de acción.
- Si hubiera que recurrir al uso de explosivos, éstos sólo podrán ser manipulados por el personal autorizado para ello (en posesión del carnet de artillero) y siguiendo las prescripciones de la DIS establecida para ello.
- Si las necesidades de la operación de saneo supusiesen el recurso a más de un equipo de personal de saneo, las labores tendrán que estar coordinadas por un mando, no pudiendo trabajar simultáneamente más de un equipo en un mismo tajo.
- En caso de precisar el empleo de andamios u otras plataformas de trabajo en altura, éstos han de ser sólidos y estables, los elementos que conformen el piso de la plataforma deberán permanecer unidos entre sí y a los soportes verticales (caballetes u otros), así como disponer de barandillas y rodapiés.
- Las distancias entre equipos de saneo serán establecidas por el mando responsable de los trabajos.
- En el caso de empleo de medios manuales, la posición de las herramientas saneo debe ser tal que se evite, por la dirección de la misma, la caída del liso siguiente.



### **Normas sobre los elementos de saneo**

- Los elementos empleados para el saneo tienen que ser adecuados y proporcionados a la altura del techo y a las dimensiones del bloque a sanear.
- Cuando el saneo se lleve a cabo con martillo picador se tendrá que apuntalar previamente o coser el liso (empernar) para que la vibración transmitida por aquel no lo haga desprenderse bruscamente.
- No se permite el uso de explosivos en operaciones de saneo en presencia de cables de alta tensión próximos. En estos casos será preciso que se ponga en conocimiento del mando responsable, que solicitará que el personal eléctrico corte previamente la corriente y retire el cable.



- ⊗ En las operaciones de saneo en las que se emplee la cuchara de la pala como elemento de saneo, la dirección de los trabajos tendrá que contar con la presencia de un mando responsable que orientará sobre la posición de la máquina y el liso. Esta disposición debe evitar principalmente que al desprenderse piedras, éstas puedan rebotar sobre la propia pala o sus neumáticos, alcanzando al personal de saneo.
- ⊗ Si se emplease la cuchara de la pala como instrumento de retención o contención de un liso para proteger instalaciones situadas por debajo, el operador de la pala debe estar fuera de la cabina y alejado del radio de acción.

### **Normas que afectan a los elementos auxiliares**

- ⊗ En caso de utilización de andamios, éstos no deben ser colocados en la vertical del liso para evitar el riesgo de aplastamiento, aunque tampoco deben separarse excesivamente, pues existe riesgo entonces de caída desde el mismo al desprenderse el liso, o en caso de fallar el golpe.
- ⊗ Para barrenar un liso falso es preciso apuntalarlo previamente, y si esta labor se realiza con martillo picador o potro entonces resulta imprescindible tomar esa precaución previa.
- ⊗ Si en las operaciones se necesita hacer uso de aire comprimido (martillos) se prestará atención al purgar las mangueras y tuberías, ya que las impurezas del aire comprimido suponen un riesgo que puede derivar en accidentes. En cualquier caso se emplearán gafas de seguridad durante dichas operaciones.
- ⊗ El extremo inferior de las varillas de saneo (el más próximo al ejecutante de la labor) no debe ser cortante ni punzante, sino redondeado.

### **Normas de saneo con barra**

- ⊗ Es importante que antes de acometer el liso con la barra se tantee para hacerse una idea de las dimensiones de éste. Esta operación debe realizarse sin precipitación, y recordando no golpear nunca un liso colocándose en la vertical del mismo.
- ⊗ Se deben emplear barras que posean la suficiente longitud para poder emplearlas manteniendo una distancia de seguridad respecto a la posible zona de caída de lisos.

- ⊙ Esta clase de operaciones deben comenzar por señalar convenientemente la zona de trabajo para impedir que otro personal pueda entrar en el radio de acción de caída de lisos y resultar alcanzado al desprenderse.
- ⊙ El personal que saneo mediante este método deberá colocarse en una situación absolutamente estable.
- ⊙ En el caso particular de saneo en pozos, las operaciones se ejecutarán obligatoriamente de arriba hacia abajo, y el personal encargado de los trabajos empleará además de los EPIs habituales un arnés de seguridad.



### ***Normas de saneo con martillo picador***

- ⊙ Para poder comenzar a sanear con el martillo picador hay que comprobar previamente con la barra de saneo que el liso no se encuentra desprendido.
- ⊙ Cuando existan dudas de la estabilidad de los estratos, se tendrá que proceder a efectuar una sujeción previa por medio de un cosido al terreno firme.
- ⊙ Vuelve a recordarse que en caso de precisarse el empleo de un andamio, éste deberá colocarse retirado de la trayectoria vertical de caída del liso.
- ⊙ El saneo deberá producirse siempre hacia el punto por donde permanezca sujeto el liso para de este modo avanzar siempre bajo firme.

### ***Normas de saneo con maquinilla y explosivo***

- ⊙ Con antelación al comienzo de los trabajos se deberá comprobar el estado de los cables eléctricos de alimentación del potro o maquinilla, así como de sus terminales o enchufes.
- ⊙ Cuando se perfora con maquinillas manuales es necesario sujetar bien la maquinilla con un palo, ya que en caso de terrenos falsos podría dar la vuelta debido a las grietas.
- ⊙ Todo lo que atañe a la manipulación de los explosivos deberá cumplir escrupulosamente con lo previsto en su correspondiente DIS.



- ⦿ Estas operaciones siempre deberán realizarse bajo la dirección de un mando responsable que supervisará la ejecución de los barrenos y el manejo del explosivo que sea necesario para las labores de saneo. Así mismo, una vez finalizado el saneo, se encargará de revisar el estado final de la zona saneada.

### **Operaciones con máquina saneadora**

En el caso de recurrir al empleo de una máquina saneadora, será necesario conocer y aplicar las normas específicamente previstas para la manipulación de este equipo de trabajo, así como estar debidamente formado y autorizado para su manejo.

### **Organización del saneo**

El saneo será realizado por el personal del Sector después de la revisión al comienzo del relevo del estado del techo y paramentos de la zona de trabajo y paso, y también en cualquier otro momento en que se vea la necesidad o conveniencia de hacerlo.

Para hacerlo hará uso de cualquiera de los medios anteriormente descritos (varilla de saneo, martillo picador, empleo de barrenos y explosivo), y recurrirá a la ayuda del camión cesta, cuando así se precise, respetando las normas establecidas en cada caso.

Cuando el mando responsable lo considerase necesario, podrá solicitar la intervención de la Brigada de Seguridad para la ejecución de las operaciones de saneo, o su encomienda a la máquina de saneo, debiendo tomar entretanto las medidas preventivas oportunas hasta el momento de que o bien unos u otros asuman dichas tareas.

### **Saneo en minería no energética**

El saneo en la minería no energética, tanto metálica, como de rocas o de minerales industriales, tiene características análogas al saneo en el resto de las minerías ya analizadas.

El procedimiento, al igual que en los casos anteriores, consiste en regular la actuación básica del saneo de techos y hastiales, puntos elevados de gran peligrosidad, haciendo uso de equipos adecuados de percusión con el objetivo de evitar riesgos para la integridad física de los trabajadores, así como de las máquinas, equipos e instalaciones existentes en el interior de la mina.

Las herramientas a utilizar para este cometido son las siguientes:

En el caso de un saneo manual:

- ⊗ Barras de saneo de 2, 3 y 3,5 metros de longitud.
- ⊗ Avisos de señalización (“Alto no pasar”, “Zona sin saneo”).
- ⊗ Cinta de balizaje.

En el caso de un saneo mecanizado, además de lo anterior:

- ⊗ Jumbo
- ⊗ Barra de perforación del jumbo
- ⊗ Escariador

El procedimiento de actuación en el **caso de saneo mecanizado** consiste en lo siguiente:

- ⊗ El operador y el ayudante del equipo de percusión inspeccionarán el área y procederán a tocar la roca haciendo percusión y rotación sobre los hastiales y techo donde se evidencien rocas sueltas hasta hacerlas caer, desde la distancia más alejada posible.
- ⊗ Tanto el operario como el ayudante estarán siempre en los mandos del jumbo.
- ⊗ La secuencia de saneo se efectuará de afuera hacia adentro.
- ⊗ Concluida una pasada se bajarán operador y ayudante a evaluar el área y continuarán con una segunda pasada, teniendo en cuenta lo establecido en el procedimiento inicial.
- ⊗ Una vez finalizado el saneo mecánico, se realizará un último chequeo visual incidiendo con el golpe de pica o jumbo, si fuera necesario tirándolas abajo, según la necesidad.
- ⊗ A continuación, se darán los pertinentes avisos sobre el estado de la labor, se retirará y se colocará el equipo en un lugar que no cause problemas al resto de los trabajos, y se procederá a realizar la limpieza de la zona y a completar el sostenimiento según el método designado.



El procedimiento de actuación en el **caso de saneo manual** incluirá las siguientes directrices:

- La actividad se realizará como mínimo por dos personas. Nunca por un único trabajador.
- El área debe estar permanentemente iluminada por el otro saneador (los saneadores se alternan).
- Señalizar el área de trabajo con “Alto no pasar. Zona sin saneo”, u otro método de señalización que sea conocido por el resto de los trabajadores.
- Realizar la medición de gases de la labor.
- Lavar el área de influencia del disparo (eliminación del polvo y apreciación de fisuras).
- Detectar las rocas sueltas mediante la prueba del sonido, golpeando la roca con la punta de la pica. Siempre avanzando de afuera hacia dentro.
- A medida que se avanza, ir saneando, colocándose siempre debajo del área firme (saneada).
- Utilizar el tamaño de pica adecuado, sujetándola siempre con las dos manos en forma inclinada (ángulo de 45° con la horizontal), y a un costado del cuerpo.
- De producirse algo inesperado, soltar la pica y retirarse por una ruta de escape segura.
- Completar el saneo preliminar hasta donde sea posible, restringiendo la entrada a extraños con el método de señalización elegido.
- Volver a revisar la zona.
- Una vez concluido el saneo, dejar la pica en su lugar establecido y retirar la señalización.
- Informar al personal encargado de realizar la siguiente actividad de que ha concluido el saneo y que pueden comenzar a trabajar.

Antes de las tareas de limpieza y desescombros, un Vigilante deberá inspeccionar la zona para asegurarse que el saneo ha sido realizado adecuadamente y que no existen riesgos de caídas de piedras o rocas sobre los trabajadores.

## Elementos de sostenimiento

Como elementos de sostenimiento citaremos principalmente los siguientes:

### A) Cuadros metálicos

Han supuesto un importante avance en el campo de la entibación minera. El cuadro metálico presenta muchas ventajas frente a otros tipos de entibación: es recuperable y reutilizable tras un conformado en frío; se adapta a todas las irregularidades de las secciones excavadas y a las generadas por las presiones del terreno; disminuye la resistencia a la circulación del aire en las galerías y permite una convergencia gradual de la sección de las galerías.



La tendencia, fundamentalmente en el caso de la minería del carbón que es en la que principalmente se hace un uso masivo de este tipo de sistema de sostenimiento, es la utilización de cuadros metálicos deslizantes tipo omega ( $\Omega$ ), de la calidad necesaria para que las obras realizadas sean definitivas y no precisen de un mantenimiento posterior que las haga inviables económicamente.

### *Colocación de un cuadro metálico deslizante*

Se describen a continuación los pasos a seguir para el montaje de un cuadro metálico de tres elementos.

Debe realizarse lo más próximo posible al arranque de la pega para evitar riesgos derivados de la disgregación del terreno.

El primer paso, antes de colocar un cuadro metálico, es comprobar que la sección de la galería se corresponde con las dimensiones del cuadro a colocar, y a continuación se procederán a realizar las labores de saneo.

El paso siguiente es colocar las trabancas, con el objeto de proteger al personal encargado de la carga de escombros del corte. Además, el hecho de que aún no esté cargado el escombro, facilita el andamiado.





Una vez que se han realizado las labores de desescombro, se procede a montar los postes, realizando para ello una balsa para colocar los pies de los mismos y teniendo la precaución de montar la trabanca por encima de los postes.

Ha de observarse que todo el cuadro debe ir montado en un plano perpendicular al eje de la galería, y que cada uno de los perfiles superpuestos ha de estar perfectamente paralelo para garantizar el deslizamiento cuando se reciban presiones de los hastiales. También han de evitarse los huecos entre los perfiles al apretar las grapas principal y guía (cuadros con boca abierta, hacia dentro o hacia fuera).

No hay una medida precisa para el solape. Ha de buscarse el adecuado para que el plano sea perfectamente perpendicular a la galería y que se eliminen las bocas. Para ello puede ser preciso aumentar o disminuir el tamaño de las balsas de los postes.

Una vez conseguido todo ello, se procederá al apriete de las grapas siguiendo las instrucciones del fabricante.

A continuación ha de procederse a realizar el tresillonado del cuadro. El tresillonado consiste en un arriostramiento que hace de los cuadros una estructura resistente que consigue repartir uniformemente las distintas cargas sobre todos ellos, en particular, los empujes paralelos a la dirección de la galería y los procedentes de los disparos de la pega. Aunque no hay un número obligado de tresillones por cuadro, se recomienda colocar cinco unidades de cuadro a cuadro, uno a la cruz, dos cercanos a las balsas y otros dos a una distancia intermedia, uno de cada lado buscando un equilibrio con el lugar de colocación de las grapas, siendo importante mantener estas distancias en todo el recorrido de la galería.

Es conveniente establecer un plan de reapriete de los cuadros una vez que hayan comenzado a producirse las primeras tensiones en la galería.

La última operación es la del empiquetado, consistente en el relleno con un material determinado del hueco existente entre el cuadro metálico y la sección excavada de la galería. Esta operación depende de diversos factores y en particular de la consistencia del terreno. Puede emplearse parrilla metálica, piquetes de madera, piedras o envases rellenos de anhidrita. El objeto es conseguir un buen contacto entre el terreno y el cuadro metálico para evitar la caída de partículas del techo o arrastres de los laterales.

La densidad del entibado debe decidirse siguiendo las instrucciones técnicas correspondientes.

## B) Gunitado

Se denomina “gunitar” a un proceso por el cual el hormigón comprimido es proyectado por medio de una manguera sobre una superficie a alta velocidad para conformar elementos estructurales y no estructurales en trabajos de construcción. La técnica es también conocida como “hormigón proyectado”.

La mezcla que se utiliza para este tipo de hormigón es relativamente seca y se consolida por la fuerza del impacto, a la vez que desarrolla una fuerza de compresión similar al hormigón normal o al hormigón de alta resistencia, dependiendo de la dosificación usada. El objetivo es conseguir un muro continuo, con mayor resistencia y menor espesor, para soportar y contener la presión ejercida por el terreno, con cualquier tipo de pendiente, ofreciendo una impermeabilización óptima gracias a la baja porosidad.



El sostenimiento de la obra subterránea debe permitir controlar y mantener la estabilidad del terreno y garantizar la seguridad del personal que trabaje y circule por ella, así como facilitar el mantenimiento de los servicios, tanto en la fase de construcción como en la fase de explotación.

El proceso se realiza proyectando el hormigón en capas sucesivas. De esta manera se forma una masa cuyo espesor es mucho más grueso. El gunitado de alta velocidad se consigue empleando una boquilla pequeña y una alta presión de aire, de lo que resultan una alta velocidad en la boquilla y una gran velocidad de impacto, con velocidades de partículas de 90 a 120 m/s. Esta gunita posee una compactación extraordinaria. El índice de colocación, rendimiento, de un gunitado a alta velocidad resulta bajo. Su uso, debido al tamaño de las boquillas, se establece exclusivamente para morteros. Las ventajas de este material se resumen a la resistencia que se puede obtener por metros cuadrados, y a que mediante la utilización de poco material se puede obtener resultados sorprendentes. Permite la obtención de una capa sólida y compacta mediante el revestimiento de la estructura gunitada con cemento. La técnica es utilizada como un medio de impedir que tengan lugar desprendimientos en algunas zonas, lo cual proporciona una durabilidad muy extendida, teniendo como consecuencia un mantenimiento mínimo.



Un Vigilante, como responsable del avance, debe examinar al menos una vez por relevo el terreno y el estado del sostenimiento, adoptando las medidas oportunas para la protección de la Seguridad y Salud de los trabajadores. Cualquier incidencia significativa deberá ser comunicada al Técnico responsable, con el objeto que se adopten las medidas oportunas para asegurar la estabilidad de la labor fortificada.

El sostenimiento realizado con gunita debe ser siempre con aplicación de fibra de acero.

### **C) Empernado**

El perno es un dispositivo de sostenimiento eficaz, de instalación simple y rápida (menos rápida, por supuesto, cuando se habla de longitudes largas) y de menor coste que cualquiera de los métodos de sostenimiento conocidos.

Existe una gran variedad de pernos para sujetar los estratos que componen la masa rocosa, que van desde los bulones de madera, hasta los de tubo de hierro, y las varillas de acero liso y corrugado con anclajes que en general son de dos clases: puntual y longitudinal.

El más difundido en la actualidad es el anclaje longitudinal, del cual el anclaje con lechada de cemento es el que más se usa por su facilidad de aplicación y bajo coste. La lechada de cemento, no obstante, tiene deficiencias para su aplicación en anclaje debido a su baja resistencia a la tensión y corte, contracción volumétrica al fraguar, baja capacidad de adherencia, prolongado período de fraguado, baja resistencia a la corrosión, a la humedad y a las vibraciones.

La primera alternativa es la resina, pero su elevado coste prácticamente ha eliminado su uso como anclaje de pernos.

Otra alternativa muy poco empleada es un mortero de resina constituido por grava de cierta granulometría y resina expansiva, en una proporción de un 20% de resina y resto árido, que combina la eficacia de la resina y la economía del árido. Los principales problemas se encuentran en la abrasividad de los compuestos, que exigiría el uso de equipos más sofisticados y duros.

Como en todos los campos, corresponde estudiar las ventajas y los inconvenientes de cada caso: el mortero de resina tiene mayores niveles de adherencia a la roca que la lechada de cemento, el fraguado es rápido, posee gran resistencia a la corrosión ácida o alcalina, soporta la humedad y altas vibraciones.

La aplicación de la grava se realiza con un inyector neumático cuya característica es usar el aire disponible en la tubería general o en cualquier compresor, si ésta no está disponible.

La instalación de un perno se realiza mediante la siguiente secuencia:

- 1° Perforación del taladro a la profundidad y diámetro requeridos.
- 2° Instalación del perno.
- 3° Inyección de la grava (en el caso de este tipo de morteros) en los espacios vacíos del taladro.
- 4° Inyección de resina de dos componentes (en caso de pernos convencionales), mediante batido o mediante una bomba graduable.



Es un sistema muy versátil, aplicable en el techo, paredes o piso de cualquier excavación, y el tiempo de aplicación no es significativamente mayor que el empleado en la instalación de los otros tipos de pernos (5 a 7 minutos por perno).

El fenómeno físico que justifica el uso de pernos es el siguiente: al crearse una abertura en un macizo rocoso, el comportamiento de la roca tiende a anularlo, produciendo los fenómenos de convergencia. La roca no es incompresible y tiende a deformarse y romper. El perno o bulón busca un punto de equilibrio entre la deformación del propio elemento, la carga sobre él y las paredes de la excavación.

El equilibrio se obtiene sólo si se aplica un sostenimiento apropiado y es colocado a tiempo. De otro modo, el soporte cede antes de que la excavación se estabilice. Esto nos lleva a la conclusión de que el soporte debe ser instalado tan pronto como sea posible para que sostenga la deformación inicial de la roca, al mismo tiempo que la masa rocosa genera su arco de sustentación.

Adicionalmente, a menor competencia de la roca, más rápidamente debería instalarse el soporte para que el sostenimiento activo de la roca sea más efectivo y requiera menor capacidad de resistencia que un soporte pasivo. El soporte activo es de menor magnitud que el pasivo debido a que se utiliza la capacidad de autosostenimiento de la roca, mientras que en el soporte pasivo se tiene todo el peso gravitacional de la roca.

El perno de anclaje reúne las condiciones de soporte activo.

El sostenimiento mediante bulonado o empernado permite que aumente la seguridad de la excavación en cuanto a:

- Evitan la caída de bloques y piedras desde la bóveda en el caso de métodos de explotación en el que a techo se llevara una galería de avance, en una extensión determinada, y donde el macizo quedaría fracturado o microfracturado por los efectos de la voladura, y por lo tanto con pérdidas en sus características resistentes.
- Facilitan la sujeción de cuñas formadas como consecuencia de espesor de los estratos, o que no hayan sido advertidas durante la fase de excavación, y por consiguiente carecen de ningún tratamiento especial.
- Mantienen el macizo rocoso alrededor de la cavidad en estado elástico.
- Eliminan los efectos correspondientes a la falta de homogeneidad del macizo rocoso, los cuales no se contemplan en las observaciones primarias o en los estudios de explotación.
- En el supuesto de que la roca alrededor de la galería o labor llegara a fracturarse, la misión del sostenimiento sería la de mantenerla en su posición original, ligando y manteniendo la separación de los bloques individuales, y en definitiva, limitando la dilatación y la fracturación o rotura.

### 4.3.3. PROCEDIMIENTOS PARA CONTROL DEL ESTRÉS TÉRMICO

El control de la temperatura en la minería subterránea es una preocupación constante en cualquier explotación, si bien en ciertas minas bastante más que en otras, como consecuencia de las propias características intrínsecas de cada yacimiento, tales como una atmósfera extremadamente seca, o por un exceso de equipos que generen una sensación térmica elevada.

A ello se añade el fenómeno característico que se experimenta en cualquier avance de pozos o labores subterráneas, caracterizado por el aumento de la temperatura con la profundidad (*gradiente geotérmico*), que se estima en 1°C por cada 33 metros avanzados, de manera genérica.

El control de las condiciones termohigrométricas (temperatura y humedad) están íntimamente relacionadas con la ventilación, pues como ya se comentó en páginas anteriores, la función de ésta es triple cuando se la introduce en el interior de mina: aporta el aire respirable, diluye los gases y otras sustancias nocivas presentes en la atmósfera de mina, y refrigera, reduciendo la temperatura del interior en base a la propia del aire introducido y la velocidad que alcanza la corriente de éste.



Los instrumentos para la mejora de esta clase de condiciones constituyen un conjunto de poca amplitud, pues prácticamente se reducen a las actuaciones de control de la ventilación y la optimización de su aprovechamiento mediante labores o trabajos auxiliares como tapes, rellenos, tabicados, colocación de puertas, etc., pensados fundamentalmente para conducir la trayectoria de la ventilación, y también impedir su dispersión y pérdidas durante su circulación bañando el conjunto de labores mineras. Aun así, algunas de estas medidas de tipo general no son de fácil aplicación en las minas de grandes secciones, de explotación por cámaras y la abundancia de labores abandonadas, todo lo cual supone un aprovechamiento limitado de algunos de esos beneficios de la ventilación.

Uno de los principales riesgos que pueden suponer para la salud de las personas durante el trabajo las condiciones de elevada temperatura es el cuadro de síntomas y efectos conocidos como *estrés térmico*.

Las actuaciones para evitar esta clase de fenómenos entre el personal pueden ser en gran medida de tipo organizativo, más que estrictamente técnicas. Nos referimos al establecimiento de algún procedimiento de trabajo o instrucción que contribuya a su control.

A continuación, describiremos un ejemplo de procedimiento donde se establecen recomendaciones para la actuación en la clase de ambientes de trabajo propios de las instalaciones de interior de mina.



El objeto del procedimiento es establecer una serie de pautas para la aclimatación a la atmósfera de trabajo y la prevención de situaciones de estrés térmico y de sus consecuencias, entre el personal de interior de mina, motivadas por unas especiales condiciones termohigrométricas.

Las disposiciones afectan, unas al conjunto del personal ya aclimatado que desarrolla trabajos en interior de mina, y adicionalmente prevé otra serie de medidas dirigidas al personal de nueva incorporación a los trabajos subterráneos, y también a aquellos trabajadores con antigüedad en la empresa que se reintegren a sus puestos tras un período de ausencia prolongada (más de dos meses), o que siendo ya personal de la empresa accedan a estos puestos procedentes de otros del exterior por cambio de funciones laborales.

Los Técnicos responsables de los trabajos se asegurarán de que todo el personal afectado por esta situación, conoce perfectamente las medidas que se desean implantar, velando igualmente para que esto se produzca en todo momento.

El riesgo de estrés térmico, para una persona expuesta a un ambiente caluroso, depende de la producción de calor de su organismo como resultado de su actividad física y de las características del ambiente que le rodea, que condiciona el intercambio de calor entre el ambiente y su cuerpo. Si el calor generado por el organismo no puede ser emitido al ambiente, se acumula en el interior del cuerpo y la temperatura de éste aumenta pudiendo producir daños irreversibles (situación de riesgo de estrés térmico). Ello implicará la puesta en marcha de unos mecanismos de termorregulación del organismo, basado en modificaciones fisiológicas (vasodilatación, aumento de la frecuencia cardíaca, sudoración, etc.) para restablecer la temperatura del cuerpo.

En relación a este problema es de gran importancia distinguir entre individuos aclimatados y no aclimatados, considerándose que un individuo está aclimatado cuando está adaptado a la actividad física que desarrolla y en las condiciones ambientales que le rodean, tras un proceso de exposición gradual.

## Directrices que deberán ser tenidas en cuenta

### Personal de nueva incorporación o reincorporado tras un período de larga inactividad

1. Los trabajadores que se encuentren en esta situación, deberán someterse a una aclimatación gradual a las condiciones ambientales en las que habrán de realizar su trabajo. Esta aclimatación se estima que deberá producirse a lo largo de 6 días en la forma que se indica a continuación.
2. La aclimatación consistirá en proceder a incrementar poco a poco la exposición al calor. El primer día sólo se trabajará en zonas con exposición a temperaturas elevadas la mitad de la jornada, dedicando el resto del tiempo hasta completar la misma a otras labores en lugares con bajo o nulo riesgo de estrés térmico, que le serán designadas convenientemente por un Vigilante, o bien participará en acciones de formación inicial o de reciclaje que serán definidas oportunamente por el Servicio de Prevención. Progresivamente se irá aumentando la duración de las tareas que habrán de ser las habituales a razón de un 10% diario durante los días siguientes hasta alcanzar la duración completa al cabo del sexto día. Durante dicho período el reparto del total de la jornada se desarrollará de acuerdo al siguiente esquema:

DÍA	DESPLAZAMIENTOS (HORAS)	TRABAJOS HABITUALES <sup>1</sup> (HORAS)	COMIDAS (HORAS)	OTRAS LABORES <sup>2</sup> O FORMACIÓN (HORAS)
1º	1,5	4,5	0,75	2,25
2º	1,5	4,95	0,75	1,8
3º	1,5	5,4	0,75	1,35
4º	1,5	5,85	0,75	0,9
5º	1,5	6,3	0,75	0,45
6º	1,5	6,75	0,75	-----

(1) Trabajos que serán los habituales en ese puesto y que pueden estar sometidos a riesgo de estrés térmico.

(2) Trabajos sin riesgo de estrés térmico, por su categoría y las zonas en las que se ejecuten.





3. Se estimulará por parte de los responsables a beber frecuentemente, al menos el equivalente a un vaso cada 15-20 minutos.
4. El personal en esta situación recibirá una especial vigilancia durante este período de aclimatación por parte de los Vigilantes del relevo.

## Personal aclimatado

### Personal en general

1. Se proporcionará agua potable en los lugares de trabajo y se estimulará por parte de los responsables a beber frecuentemente, al menos el equivalente a un vaso cada 15-20 minutos.
2. El agua se mantendrá razonablemente fría (10-15°C, aproximadamente) y se colocará próxima a los lugares de trabajo de manera que los trabajadores puedan tomarla sin abandonar los tajos.
3. Se recomendará a los trabajadores a que sazonen adecuadamente con sal sus comidas, en especial durante la época veraniega.
4. Antes de incorporarse al relevo se recomienda evitar las comidas muy copiosas y grasientas. También se aconseja no ingerir alcohol, bebidas con cafeína o muy azucaradas.
5. El personal no deberá trabajar aisladamente en los tajos durante períodos de tiempo largos a lo largo de la jornada, en especial en los puestos con mayor riesgo de estrés térmico (operadores de minador, conductores de camión de minador, etc.). En los puestos donde ese riesgo pueda presentar una mayor incidencia, con presencia de personal trabajando aisladamente, éste deberá disponer de comunicación a través de emisora y/o ser objeto de especial atención por parte de un Vigilante.
6. Se prestará especial atención al correcto estado de la ventilación principal, debiendo disponerse ventilación secundaria en todos los puntos donde sea necesaria para mejorar la disipación del calor.



7. En caso de que el personal se encuentre ingiriendo alguna de las siguientes clases de fármacos deberá tenerlo presente y en caso de percibir algún síntoma extraño lo pondrá en conocimiento del Servicio Médico de la empresa: antihistamínicos, diuréticos, relajantes musculares, tranquilizantes/sedantes o antiinflamatorios y analgésicos.
8. Se procurará que el personal con formación en Primeros Auxilios que se encuentre trabajando en cada relevo posea un adecuado conocimiento de los síntomas característicos del estrés térmico y el golpe de calor a fin de su correcta identificación en caso de producirse casos entre el personal, así como de las más eficaces medidas para atender a los trabajadores que pudieran verse afectados por ello.
9. En función de las temperaturas equivalentes existentes en los diferentes tajos, se establecerá un tiempo máximo de trabajo ininterrumpido sin efectuar descansos en una zona a temperaturas inferiores. El rango de temperaturas dentro de las que se podrían producir situaciones de estrés térmico, y que por tanto tienen establecidos estos tiempos máximos, oscilan entre 28,5°C y 33°C.

#### 4.3.4. PROCEDIMIENTOS PARA EL CONTROL DEL PERSONAL

Según lo previsto en la ITC MIE SM 04.6.02, *Labores subterráneas. Seguridad del personal*, del Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera, se establece que:

*“El vigilante debe llevar una relación con los nombres de los obreros destinados a las labores bajo su responsabilidad durante su relevo y controlar su situación y su actuación en relación con la seguridad durante el trabajo, dando las órdenes e instrucciones que estime adecuadas. Deberá ocuparse preferentemente de aquellos obreros que por su corta experiencia o por la peligrosidad de su trabajo están más expuestos al riesgo” (Punto 6.4).*

Complementariamente a lo indicado en el RGNBSM, el RD 1389/1997, de 5 de septiembre, *por el que se aprueban las disposiciones mínimas destinadas a proteger la seguridad y la salud de los trabajadores en las actividades mineras*, establece algunas otras prescripciones aplicables en esta materia concreta. De este modo en el Anexo A, *sobre disposiciones mínimas comunes aplicables a las industrias extractivas a cielo abierto o subterráneas, así como a las dependencias de superficie*, se refiere en el punto 1, *Vigilancia y organización*, apartado 3º, *Vigilancia*, lo siguiente:



*“Deberá disponerse de una vigilancia con el fin de asegurar la protección de la seguridad y de la salud de los trabajadores durante todas las operaciones que se realicen; dicha vigilancia deberá ser ejercida por personas con aptitudes y competencias necesarias para esa función con arreglo a la legislación vigente, que hayan sido designadas por el empresario y actúen en su nombre.*

*Cuando el documento de seguridad y salud lo exija, un vigilante deberá visitar los puestos de trabajo ocupados, al menos una vez en el transcurso de cada turno de trabajo.”*

Para dar cumplimiento a todo lo anterior, en cada explotación, se ha de contar en las plantillas con personal con categoría profesional reconocida de Vigilante, a los que se haya proporcionado la formación necesaria para asumir las tareas que le atribuye específicamente la normativa de seguridad minera, y que se encuentren directamente designados por la empresa, previa consulta de la Dirección Facultativa, y con la aprobación de la Autoridad Minera que habrá examinado su capacitación para el desempeño de las labores que tiene encomendadas.



Este personal es quien más directamente se ocupará de velar por el cumplimiento de las prescripciones anteriores, y en particular deberá hacerlo para el mantenimiento de las condiciones que afectan a la seguridad y la salud del conjunto de trabajadores que puedan encontrarse bajo su responsabilidad. En su condición de mando más directo deberá estar en condiciones de tomar ciertas decisiones que requieran la mayor inmediatez, así como conocer perfectamente el procedimiento establecido para la comunicación a sus superiores jerárquicos de aquellas otras que no esté capacitado o autorizado a adoptar, pero que requieran igualmente una actuación de máxima rapidez.

También en el RD 1389/1997 se establece una breve referencia al respecto del *Control de presencia en el interior de la mina*, concretamente en el punto 14 del Anexo C, sobre *Disposiciones mínimas especiales aplicables a las industrias extractivas subterráneas*:

*“Deberá disponerse de un sistema organizativo para conocer en todo momento las personas que se encuentran en el interior de la mina”.*

En cumplimiento de todo lo anterior que establece la normativa de seguridad minera, cada empresa habrá de tener establecido un sistema de control para posibilitar el conocimiento del personal que permanece en cada momento dentro de la mina, por medio del uso de fichas-matrículas (“chapas”) personales para cada trabajador, o por otros medios, como puede ser la contabilización o registro directo del personal a su paso por una lampistería donde siempre se localice un trabajador a quien se encomiende como parte de sus funciones ejercer dicho control, etc.



# INTERFERENCIAS CON OTRAS ACTIVIDADES

CAPÍTULO

5



## 5.1. INTRODUCCIÓN. EJECUCIÓN DE TRABAJOS SIMULTÁNEOS

Gran parte de los trabajos mineros requieren la participación de varios trabajadores que deben colaborar de manera simultánea en la ejecución de las labores que integran el proceso productivo. Esta interacción necesita ser convenientemente coordinada con el fin de que no se produzcan situaciones de riesgo derivadas de esa cohabitación.

Así mismo resulta cada vez más frecuente encontrar en las explotaciones mineras subterráneas empresas que son contratadas para la ejecución de determinados trabajos, dando lugar a situaciones que pueden provocar interferencias entre las actividades que son desarrolladas simultáneamente por unos y otros en los diferentes lugares de trabajo.



Ejemplos de estas posibles interferencias se presentan en trabajos ejecutados por personal de mantenimiento, sondeos de gran diámetro, obras de infraestructura, etc., generalmente subcontratado a empresas especializadas.

Por otra parte se producen también otro tipo de interferencias entre trabajadores de la misma empresa (sea la titular del centro o no), que necesitan ejecutar trabajos de forma concurrente, tales como servicios auxiliares de mina, transporte, arranque, etc., cuyas labores se desarrollan próximas o incluso dentro de los mismos frentes de explotación.

Para evitar los riesgos derivados de estas situaciones es necesario articular medidas que mantengan controladas las condiciones de seguridad y salud en todo momento, disponiéndose para ello de dos elementos fundamentales: en primer lugar establecer

unos criterios claros de coordinación de actividades empresariales; y en segundo lugar dotar de medios para lograrlo, tanto por medio de recursos preventivos, como estableciendo en la organización procedimientos para que los equipos de trabajadores reciban instrucciones claras de ejecución de sus tareas por medio de procedimientos de trabajo elaborados bajo las premisas y características expuestas en el capítulo 4 de este manual.

## Objetivos de la coordinación

La coordinación de actividades empresariales para la prevención de los riesgos laborales deberá garantizar el cumplimiento de los siguientes objetivos:

- La aplicación coherente y responsable de los principios de la acción preventiva establecidos en el artículo 15 de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de *Prevención de Riesgos Laborales*, por las empresas concurrentes en el centro de trabajo.
- La aplicación correcta de los métodos de trabajo por las empresas concurrentes en el centro de trabajo.
- El control de las interacciones de las diferentes actividades desarrolladas en el centro de trabajo, en particular, cuando puedan generar riesgos calificados como graves o muy graves, o cuando se desarrollen en el centro de trabajo actividades incompatibles entre sí por su incidencia en la seguridad y la salud de los trabajadores.

## La coordinación entre actividades

Todas las actividades incluidas en el Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera tendrán un Director Facultativo responsable, con titulación exigida por la Ley, y con funciones específicas de hacer cumplir la normativa que afecta a la explotación.

En la Instrucción Técnica Complementaria *02.0.01 Directores Facultativos* se hace referencia a las fórmulas que se pueden adoptar para realizar la coordinación empresarial:

*“Cuando se efectúen trabajos por un contratista ajeno a la plantilla de la explotación, el contrato suscrito entre ambas partes deberá concretar si se designa un nuevo Director Facultativo para estos trabajos contratados o, por el contrario, quedan bajo la autoridad del Director Facultativo de la mina.*

*En este segundo caso el contratista designará la persona adecuada, que bajo la dependencia del Director Facultativo de la mina, dirigirá los trabajos y se comprometerá al cumplimiento de todas las disposiciones legales de seguridad, de carácter general y particular, así como de cualquier orden que, en esta materia, reciba del Director Facultativo.*

*La organización adoptada se someterá a la autoridad minera.”*

Sin perjuicio de lo estipulado por la ITC 02.0.01, el Real Decreto 171/2004, de 30 de enero, por el que se desarrolla el artículo 24 de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, en materia de coordinación de actividades empresariales establece en su artículo 4 que:

*“Cuando en un mismo centro de trabajo desarrollen actividades trabajadores de dos o más empresas, éstas deberán cooperar en la aplicación de la normativa sobre prevención de riesgos laborales [...]”*



A tal fin establecerán los medios de coordinación que sean necesarios en cuanto a la protección y prevención de riesgos laborales y la información sobre los mismos a sus respectivos trabajadores, en los términos previstos en el apartado I del artículo 18 de la Ley 31/1995.

En el caso de la minería, la coordinación de actividades empresariales está centrada en uno de los supuestos que contempla el citado Real Decreto 171/2004, concretado en la *Concurrencia de trabajadores de varias empresas en un centro de trabajo cuando existe un empresario principal.*

Se define como *empresario principal* “aquel que contrata o subcontrata con otros la realización de obras o servicios correspondientes a la propia actividad de aquél y que se desarrollen en su propio centro de trabajo.” (Artículo 2 del RD 171/2004).

La documentación a solicitar es mucho más completa y amplia que en otros casos, ya que la legislación le obliga a vigilar el cumplimiento de la normativa de prevención de riesgos laborales por parte de las empresas contratistas o subcontratistas de obras y servicios correspondientes a su propia actividad y que se desarrollen en su propio centro de trabajo.





Según se establece en el artículo 42.3 del Real Decreto Legislativo 5/2000, de 4 de agosto, *por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Infracciones y Sanciones en el Orden Social*, en caso de incumplimiento de las obligaciones en materia de Prevención de Riesgos Laborales, “*la empresa principal responderá solidariamente con los contratistas y subcontratistas [...], durante el período de la contrata, de las obligaciones impuestas por la ley en relación con los trabajadores que aquellos ocupen en los centros de trabajo de la empresa principal, siempre que la infracción se haya producido en el centro de trabajo de dicho empresario principal.*”

Del mismo modo se establece que son sujetos responsables de la infracción las personas físicas o jurídicas y las comunidades de bienes que incurran en las acciones u omisiones tipificadas como infracción y, en particular, las siguientes: “*Los empresarios titulares de centro de trabajo [...] que incumplan las obligaciones que se deriven de la normativa de Prevención de Riesgos Laborales.*” (Artículo 2, punto 8, del RDL 5/2000).

Son obligaciones que se establecen **para el empresario principal** las siguientes:

- ⚙ El *deber de cooperación*: será de aplicación a todas las empresas y trabajadores autónomos (si hubiere) concurrentes en el centro de trabajo, existan o no relaciones jurídicas entre ellos.
- ⚙ El *deber de informarse recíprocamente* sobre los riesgos. Esta información se materializará en los siguientes términos:
  - 📄 De forma suficiente y por escrito en riesgos calificados de graves.
  - 📄 Antes del inicio de las actividades o cuando haya un cambio en las actividades
  - 📄 Ante una situación de emergencia.
  - 📄 Cuando se produzca un accidente se informará a todos los empresarios.
  - 📄 El empresario principal proporcionará información e instrucciones para evitar los riesgos que puedan afectar a los trabajadores de las empresas concurrentes. Estas instrucciones habrán de ser suficientes, antes del inicio de la actividad y por escrito.



A su vez son deberes de los **empresarios concurrentes** los siguientes:

- ⊗ Cumplir la información y las instrucciones recibidas del empresario titular del centro.
- ⊗ Comunicar tal información e instrucciones recibidas a sus propios trabajadores.

El empresario principal, además de cumplir las medidas enunciadas más arriba tiene igualmente los siguientes *deberes de vigilancia*:

- ⊗ Vigilar el cumplimiento de la normativa de prevención de riesgos laborales por parte de las empresas contratistas o subcontratistas.
- ⊗ Exigir a las empresas contratistas y subcontratistas que le acrediten por escrito la realización para las obras y servicios contratados de:
  - 🔑 La evaluación de riesgos y la planificación de su actividad preventiva.
  - 🔑 Que han cumplido sus obligaciones en materia de información y formación respecto de sus trabajadores.
- ⊗ Comprobar que las empresas contratistas y subcontratistas han establecido los necesarios medios de coordinación entre ellas.

## Medios de coordinación

En cumplimiento del deber de cooperación, los empresarios concurrentes en el centro de trabajo deben establecer los medios de coordinación para la Prevención de Riesgos Laborales que consideren necesarios y oportunos.

El RD 171/2004, en su artículo 11, establece de forma explícita como medios de coordinación los que se relacionan a continuación, sin que ello limite la posibilidad de adoptar entre las empresas otras **fórmulas** que puedan contribuir al mismo fin.

### a) *El intercambio de información y de comunicaciones entre las empresas.*

Estos intercambios de información ya hemos visto que deben estar documentados expresamente por escrito.



**b) La celebración de reuniones periódicas entre las empresas concurrentes.**

☉ Reunión inicial con las contratas para analizar de forma conjunta:

- 📖 Los riesgos específicos de las actividades a realizar que puedan afectar a trabajadores de otras empresas.
- 📖 Medidas complementarias que se deben tomar en caso necesario para el control de riesgos residuales, entre ellas:
  - 🔗 De información, sobre establecimiento de las operaciones que requieran de permisos especiales de trabajo.
  - 🔗 Normas internas y/o procedimientos a cumplir por la contrata.
  - 🔗 Formación específica en determinadas actividades.
  - 🔗 Medidas preventivas y de protección adicionales.

**c) Las reuniones conjuntas de los Comités de Seguridad y Salud de las empresas o, en su defecto, de los empresarios que carezcan de dichos comités con los Delegados de Prevención.**

**d) La impartición de instrucciones.**

**e) El establecimiento conjunto de medidas específicas para riesgos que puedan afectar a los trabajadores de las empresas concurrentes o de procedimientos o protocolos de actuación.**

**f) La presencia en el centro de trabajo de los recursos preventivos de las empresas concurrentes.**

La figura del recurso preventivo fue introducida por la Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales, en su artículo 32 bis, con la finalidad de vigilar el cumplimiento de las actividades preventivas en determinados supuestos y situaciones de especial riesgo y peligrosidad, garantizando la estricta observancia de los métodos de trabajo y, por tanto, el control del riesgo. Este recurso habrá de ser una persona que cuente como mínimo con la formación preventiva correspondiente a las funciones de Nivel Básico en Prevención de Riesgos Laborales. Su presencia en el centro de trabajo será necesaria en determinados casos establecidos

en el mismo artículo 32 bis, pudiendo requerirse su presencia permanente o bien parcial, mientras dure la situación de riesgo específico.

**g) La designación de una o más personas encargadas de la coordinación preventiva.**

## Documentación a exigir a las contratas o subcontratas

Sin tratarse de una relación exhaustiva, a continuación se mencionan algunos aspectos que deberán ser recogidos en el formato de documento que establezca la coordinación entre empresas:

1. Datos de identificación de la empresa: nombre, dirección, teléfono, etc.
2. Interlocutor de la misma.
3. Seguro de Responsabilidad Civil.
4. Certificado de estar al corriente de pagos con la Seguridad Social.
5. Documento de asociación a Mutua de accidentes.
6. Modalidad Preventiva de la empresa.
7. Evaluación de riesgos y medidas preventivas adoptadas.
8. Relación de trabajadores con capacitación para la utilización de maquinaria peligrosa a emplear en las instalaciones que pudiera generar riesgos para los trabajadores del resto de empresas.
9. Control de acceso a las instalaciones.
10. Productos químicos a emplear: relación y Fichas de Datos de Seguridad.
11. Relación de equipos y máquinas y sus certificaciones. Cumplimiento de normativas específicas (por ejemplo ATEX) si fueran de aplicación.
12. Equipos de Protección Individual y prendas de



protección empleados, especialmente en el caso de EPIs de categoría 3, tales como equipos de respiración autónoma, arneses de seguridad, etc.

13. Relación de trabajadores que vayan a realizar trabajos en las instalaciones de la empresa titular: DNI, TCs (en caso de que el trabajador en ese mes no estuviera incluido, fotocopia del contrato y alta en la seguridad social).
14. Documentación de trabajadores extranjeros (si procede).
15. Acreditación de aptitud laboral certificada tras el reconocimiento médico, asegurándose de que los protocolos médicos aplicados hayan sido los correctos.
16. Acreditación de la formación recibida por los trabajadores ajenos que vayan a prestar sus servicios en las instalaciones de la empresa principal (incluyendo contenido de la formación y duración de la misma).
17. Entrega de la información a los trabajadores, tanto de sus propios riesgos como de la facilitada por la empresa principal.
18. Protocolos de seguridad de los trabajos a realizar con las medidas de prevención a adoptar (si procede).
19. Nombramiento (cuando ello proceda) por el empresario de uno o varios trabajadores que reúnan los conocimientos, la cualificación y la experiencia necesaria en las actividades o procesos a realizar y que cuenten con la formación preventiva correspondiente, como mínimo, a las funciones de Nivel Básico en Prevención de Riesgos Laborales, que deberá vigilar el cumplimiento de las actividades preventivas, debiendo permanecer en el centro de trabajo durante el tiempo en que se mantenga la situación que determine su presencia, y todo ello de acuerdo a lo establecido en el artículo 32 bis de la Ley 31/1995 (*Presencia de los Recursos Preventivos*), En el caso de subcontratar alguna de las actividades a realizar en las instalaciones de la empresa principal, la empresa contratista tendrá que hacerle llegar a sus subcontratistas la misma documentación que a ellos se les solicita por parte de la empresa principal.
20. Notificación de accidentes.

## 5.2. PROTOCOLOS Y PROCEDIMIENTOS ESTABLECIDOS CUANDO SE EJECUTEN TRABAJOS DE FORMA SIMULTÁNEA

Las instrucciones de trabajo desarrollan de forma secuencial los pasos que se han de seguir para la correcta realización de un trabajo o tarea, por tanto, deben servir de guía al trabajador en el desarrollo de la actividad. Su enfoque a la hora de ser elaboradas puede ser diverso, debiendo optarse preferentemente por aquel que integra la prevención de riesgos laborales en sus contenidos. Sin embargo, esta elección dependerá también de otros factores, como la complejidad de las situaciones laborales, la organización de la seguridad en la empresa, el tiempo dedicado a la elaboración de las instrucciones, etc.



### Tipos de instrucciones existentes

- a) No integra la seguridad. El operario dispone a menudo de documentos que son instrucciones, consignas de calidad, etc. necesarias para su trabajo.
- b) Lleva aparte las normas de seguridad. Los aspectos de seguridad se tratan independientemente del desarrollo de las operaciones que se realizan, completando la ficha anterior.
- c) Trata sólo aspectos de seguridad. Estas fichas relacionan situaciones peligrosas que deben evitarse y recuerdan las acciones que deben o no deben realizarse y, en su caso, cómo deben efectuarse. Están generalmente estructuradas siguiendo el orden de las diferentes fases de trabajo y se presentan habitualmente en forma de varias columnas: fases de trabajo, riesgos y métodos de trabajo que deben seguirse o que deben evitarse.
- d) Integra los aspectos de seguridad. La ficha aborda sucesivamente las diferentes fases del trabajo. Para cada fase están indicadas las principales operaciones que se deben efectuar e incluyen las que conciernen a la prevención de riesgos.



Se hace necesario disponer de instrucciones de trabajo por escrito que integren la seguridad, sobre todo en tareas que se consideren complejas, difíciles o críticas, por su repercusión en la calidad o seguridad del proceso.

Cada empresa ha de desarrollar instrucciones de trabajo para algunas operaciones habituales pero con riesgos de graves consecuencias (operaciones de mantenimiento sobre máquinas o instalaciones energéticas, electricidad, para el arranque de mineral, empleo de explosivos, empleo de sustancias o realización de procesos químicos peligrosos, trabajos en altura, etc.).

Por otro lado las empresas mineras también están obligadas por el Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera a redactar una serie de Disposiciones Internas de Seguridad (DIS), a través de las cuales se trata de reglamentar aquellos aspectos de seguridad que son intrínsecos a cada explotación minera en particular.

Aunque cada centro de trabajo pueda estar organizado de manera diferente y por tanto contar con sus peculiaridades específicas, en los siguientes apartados se desarrollan una serie de procedimientos para la ejecución de operaciones bastante habituales en las industrias extractivas de interior, en los que se trata de describir de forma general la que se considera como más adecuada sistemática de trabajo, atendiendo al siguiente formato:

1. Destinatarios del procedimiento: personas que están afectadas por el mismo y que por tanto deben ser informadas/formadas sobre los contenidos del documento.
2. Herramientas, EPIs o equipos necesarios: todo tipo de útiles necesarios para ejecutar la tarea en óptimas condiciones de recursos.
3. Fases de trabajo:
  - a) Condiciones antes de iniciar los trabajos: factores a tener en cuenta antes de empezar a trabajar en esa tarea.
  - b) Durante el trabajo: aspectos que están presentes durante la operación.
  - c) Al finalizar el trabajo: condiciones de fin de trabajo que se requieren para evitar la aparición de peligros residuales.

## 5.3. PROCEDIMIENTO PARA OPERACIONES DE REPARACIÓN, REVISIONES Y MANTENIMIENTO

### 1. ¿A quién va destinado este procedimiento?

De manera general, tanto al personal que maneje un equipo de trabajo, como a los mecánicos, electricistas o cualquier personal que esté realizando en ese mismo momento y lugar las labores de reparación, revisión y/o mantenimiento correspondientes, ya sean programadas en el ciclo normal de funcionamiento, o ya sean por necesidades puntuales debido a un mal funcionamiento o una avería determinada, y lógicamente, también a la cadena de responsables de la supervisión y control de la ejecución de todos los trabajos (empezando por los Vigilantes como mandos más inmediatos, y afectando también a los Técnicos responsables de los trabajos).

### 2. ¿Qué herramientas y EPIs han de utilizarse para realizar este trabajo?

Aunque el operador de un equipo o el personal de mantenimiento deba llevar y conocer sus correspondientes herramientas y EPIs (llaves, alambre, aceite, mascarilla, etc.), para este tipo de trabajos que pueden generar interferencias con otros, pueden diseñarse carteles informativos con textos tales como “*En Reparación*”, o tarjetas de señalización de prohibición de maniobra, que impidan que mientras se está realizando una labor de reparación o de mantenimiento, cualquier otro trabajador pueda poner en marcha de forma intempestiva una instalación, provocando un grave accidente.



### 3. ¿De qué fases consta este trabajo y cómo debe realizarse cada una?

Cada situación de interferencia es muy particular y salvo en contadas ocasiones no habrá fases de trabajo establecidas.





Aun así, pueden denominarse como “fases” del Procedimiento, las consignas o las estrategias marcadas por la empresa a tener en cuenta “antes”, “durante” y “después” del trabajo que ocasiona la situación de interferencia.

## Fase 1. Antes de realizar los trabajos

- ⦿ Se nombrará un responsable de trabajo que tendrá como misión coordinar a los diferentes grupos de profesionales que tengan que trabajar sobre la misma máquina o instalación.
- ⦿ No se realizará ninguna operación sin la autorización del responsable de trabajo.
- ⦿ Cuando sea necesario se hará uso de los dispositivos de bloqueo eléctrico, colocando en el pulsador de bloqueo un cartel con la señalización de “NO TOCAR. EQUIPO EN REPARACIÓN”.
- ⦿ En caso de funcionamiento con equipos de aire comprimido, se aislará de la red de aire comprimido el equipo objeto de revisión o mantenimiento, cerrando para ello la llave de paso correspondiente.
- ⦿ Un operario designado comprobará, mediante el botón de puesta en marcha, que los circuitos de accionamiento de los equipos correspondientes están desconectados, y enclavará la puesta en marcha de la máquina mediante el paro de emergencia correspondiente.
- ⦿ En precaución de caídas de objetos por desplome, y si no existe posibilidad de ejecutar la operación en otro lugar, se colocarán las protecciones necesarias (capotas, trancas, tableros) que impidan que ningún trabajador resulte dañado por alcance.

## Fase 2. Mientras se realiza el trabajo

- ⦿ El personal designado realizará las operaciones de revisión, reparación o mantenimiento objeto de este procedimiento.
- ⦿ El personal del área donde se desarrollan los trabajos se dedicará a las labores que les encomienda el responsable del sector.



- ⦿ No se efectuarán revisiones o reparaciones con la maquinaria en marcha si faltan las protecciones y defensas correspondientes.
- ⦿ En el lugar en el que se trabaje se mantendrá la iluminación en buen estado de limpieza y correcto funcionamiento, si ésta existiera.

### Fase 3. Al finalizar los trabajos

- ⦿ Antes de poner nuevamente una instalación en marcha asegurarse totalmente de que la energizada es efectivamente la que se pretende volver a situar en funcionamiento.
- ⦿ No poner en marcha ninguna máquina o instalación sin que estemos seguros de que nadie trabaje en ella o en sus proximidades y que pueda verse afectado.
- ⦿ Una vez reparada, en cualquier tipo de máquina o instalación se deben reponer adecuadamente todas las protecciones que posee, asegurándose de su buen estado.
- ⦿ El encargado de la realización de los trabajos se ocupará de retirar las correspondientes señalizaciones de prohibición de accionamiento.
- ⦿ En todos los casos la puesta en servicio del equipo después de una intervención o reparación está supeditada a la autorización del mando responsable de la misma.
- ⦿ Si con la puesta en marcha existe posibilidad de lesión por efecto de anclajes o piezas del equipo (levantamiento de páncer, vuelco de maquinaria, caída de mampostas, etc.), todo el personal se situará fuera de la zona de peligro durante el arranque.
- ⦿ No se pondrá de nuevo en servicio la instalación hasta que todos los defectos estén corregidos, o se autorice el servicio por el superior responsable del mismo.

## 4. ¿Qué informaciones adicionales han de conocerse para realizar este trabajo?

Todo el personal presente en el lugar donde se realiza la revisión/reparación, debe ser conocedor de este procedimiento para evitar operaciones que puedan poner en peligro la seguridad y salud de cualquier participante en la misma.



## 5.4. PROCEDIMIENTO PARA EL ARRANQUE MECANIZADO EN PRESENCIA DE PERSONAL

### 1. ¿A quién va destinado este procedimiento?

De manera general, tanto al personal encargado de la realización de un proceso de arranque y que estará realizando su trabajo, como a los operarios que realizan labores de preparación y acondicionamiento de los alrededores; al personal encargado de distribuir materiales en el taller de arranque, cargándolo y descargándolo; al personal encargado de la carga del mineral arrancado, etc.

### 2. ¿Qué herramientas y EPIs han de utilizarse para realizar este trabajo?

En el trabajo a realizar por el personal encargado de la realización de un proceso de arranque, cuando están presentes este tipo de interferencias, no es necesario la utilización de EPIs específicos, o de nuevas herramientas distintas de las habitualmente utiliza.

### 3. ¿De qué fases consta este trabajo y cómo debe realizarse cada una?

Igual que en el caso anterior, cada situación de interferencia es muy particular y salvo en contadas ocasiones no habrá fases de trabajo establecidas. Aún así, pueden también identificarse los trabajos que producen interferencias y denominar como “fases” del Procedimiento, las normas internas de funcionamiento marcadas por cada explotación minera para realizarlos.

#### Fase 1. Antes de realizar los trabajos

- Se nombrará un responsable de los trabajos que tendrá como misión coordinar al personal encargado de ejecutar las diferentes labores. Como norma habitual, este trabajador designado será el Vigilante del taller de arranque.

- ⊗ No se realizará ninguna operación sin la autorización del responsable de trabajo.

## Fase 2. Mientras se realiza el trabajo

El personal designado realizará las operaciones previstas objeto de este procedimiento. En particular, se deberá elaborar una Norma Interna que regule aspectos como:

- ⊗ Comportamiento del personal encargado del acondicionamiento de los bordes de tajo mientras se realizan las labores de arranque.
- ⊗ Consignas sobre la carga y descarga de materiales para evitar desplazamientos inesperados de las cargas transportadas que pudieran salir proyectadas sobre cualquier persona desprevenida.
- ⊗ Comportamiento del personal de arranque cuando se encuentre en el lugar de trabajo personal que vaya a realizar otras labores complementarias.

Para ello, insistiremos en realizar cada norma interna empleando consignas como las mencionadas en capítulos anteriores, u otras que se pueden adaptar, del tipo:

- ⊗ Cuando un equipo esté realizando labores de arranque de mineral, todos los trabajadores que puedan ser afectados con lesiones por la maquinaria de arranque, han de encontrarse fuera del alcance de la misma.
- ⊗ Nadie se podrá colocar en el frontal de una máquina para activar mandos si previamente no se ha comunicado verbalmente con el encargado del tablero de mandos para que corte el fluido de accionamiento a la máquina.



- ⊗ Se prohibirá la circulación de personal por los lugares de desplazamiento de cualquier elemento del equipo.
- ⊗ En talleres de arranque, no se descargarán materiales en la zona de influencia de la maquinaria, y se prohibirá la circulación simultánea de personal y materiales en el espacio de galería susceptible de generar situaciones de atropello, derrumbe o golpes con objetos móviles o inmóviles.



- ⦿ Para la descarga de materiales transportados en equipos de transporte móvil o continuo, éstos deberán izarse por el extremo posterior; en el sentido del movimiento del mismo.
- ⦿ Se procurará que a la finalización de los relevos, cualquier equipo móvil de carga o reparto de materiales quede siempre vacío, excepto en los tramos donde fuera necesario, por ejemplo como protección ante un disparo de una esterilidad al frente para evitar en lo posible su deterioro.

Y en general todas aquellas consignas fruto de la experiencia de cada empresa y de las buenas prácticas mineras aplicadas a lo largo del tiempo.

### **Fase 3. Al finalizar los trabajos**

El responsable de trabajo encargado de coordinar a los diferentes trabajadores del taller, comprobará el resultado y la calidad de los mismos antes de abandonar el taller, e informará y anotará en los libros-registro correspondientes cualquier anomalía, con destino a los mandos superiores.

## **4. ¿Qué informaciones adicionales han de conocerse para realizar este trabajo?**

Todo el personal presente en el lugar donde se realizan esta clase de labores debe ser conocedor de este procedimiento para evitar situaciones que puedan poner en peligro la seguridad y salud de cualquier participante en la misma.

## **5.5. PROCEDIMIENTO PARA EL AVANCE DE GALERÍAS EN LA PROXIMIDAD DE MAQUINARIA O PERSONAL**

En algunos casos la existencia de trabajos en los frentes de avance y en los frentes de explotación, puede provocar interferencias, unas veces de carácter leve, como una disminución de la producción, o problemas en el reparto de equipos de carga para uno u otro trabajo; pero otras pueden alcanzar una enorme dosis de gravedad, como por ejemplo el atranque de un coladero o pocillo de carga que impidan el paso de la ventilación por un sector de arranque, o una rotura en los manguos de ventilación

que llevan aire limpio hacia los cortes, casos ambos que puedan generar problemas de intoxicación aguda, asfixia o concentración de gases hasta un límite donde se origine un peligro de explosión.

Aunque el procedimiento de trabajo que se elabore tenga las mismas características que los anteriormente descritos, debe hacerse especial hincapié en nombrar un responsable de trabajo que tenga como misión coordinar a los diferentes trabajadores encargados de realizar las diversas tareas, y en especial en controlar esas variables capaces de desencadenar un accidente.

En particular, en las normas que se diseñen para este tipo de interferencias, deberá establecerse algún mecanismo para que diariamente se revise la tubería de ventilación, comprobando el estado de las juntas y posibles desgarros, así como recursos para su reparación en caso necesario.

También resulta interesante que en los cargues donde se utilicen mandiles de chapa o embudos para evitar el polvo, o dirigir la carga en las compuertas (por ejemplo en coladeros o tolvas de interior), el personal destinado en dichos puntos, antes de finalizar el trabajo, o siempre que haya que realizar alguna maniobra, deje el mandil o el embudo recogido y amarrado convenientemente, de forma que ningún otro equipo pueda tropezar contra él.



Procediendo de manera análoga que en el caso de los trabajos anteriores, se podrían establecer las siguientes pautas:

## 1. ¿A quién va destinado este procedimiento?

De manera general, tanto a todo el personal implicado en las labores de avance, levantamiento o preparación, como al personal que interviene en labores de carga o distribución de equipos de carga y que están realizando su trabajo en los mismos sitios o en lugares muy próximos; igualmente a los operarios que realizan labores de mantenimiento o limpieza del entorno que pudieran verse afectados mutuamente por una falta de coordinación. Ha de tenerse en cuenta que los avances de galería implican la participación de un número de personas y categorías que puede ser grande.



## **2. ¿Qué herramientas y EPIs han de utilizarse para realizar este trabajo?**

En las consideraciones a tener en cuenta para el desarrollo seguro de los trabajos a realizar, no es necesaria la utilización de nuevos EPIs o nuevas herramientas distintas de las mencionadas en apartados anteriores.

## **3. ¿De qué fases consta este trabajo y cómo debe realizarse cada una?**

Igual que en el caso anterior, cada situación de interferencia es muy particular y salvo en contadas ocasiones no habrá fases de trabajo establecidas. Aún así, pueden también identificarse los trabajos que producen interferencias y denominar como “fases” del Procedimiento, las normas internas de funcionamiento marcadas por cada centro minero para realizarlos.

### **Fase 1. Antes de realizar los trabajos**

Se nombrará un responsable de trabajo que tendrá como misión coordinar a los diferentes trabajadores encargados de realizar las diversas tareas. Como norma habitual, este trabajador designado será un Vigilante de ese servicio y relevo.

No se realizará ninguna operación sin la autorización del responsable de trabajo.

### **Fase 2. Mientras se realiza el trabajo**

El personal designado realizará las operaciones previstas objeto de este procedimiento.

Las interferencias serán producidas habitualmente desde los puestos de trabajo ocupados por los encargados de los equipos de avance sobre las labores que están siendo ejecutadas por quienes manipulan los equipos de preparaciones, bien sea por operaciones de prioridad en el uso de equipos de transporte, bien sea por operaciones de carga-descarga en lugares que pudieran no estar destinados para ello; por personal en labores de mantenimiento, o por traslados de instalaciones que pudieran comprometer el aporte de ventilación o de aire comprimido a las inmediaciones del frente, etc.

En particular, se deberá contemplar en la correspondiente norma interna alguna consigna que regule aspectos como:

- ⦿ Control de la ventilación secundaria que aporta el aire necesario para bañar el frente de avance, garantizando una atmósfera libre de gases nocivos para la respiración del personal que está realizando los avances de galería.
- ⦿ Tener la seguridad de que en todo momento las turbinas funcionan y no hay dobleces de los manguones que interrumpan el paso del caudal programado.
- ⦿ Prohibición de golpear los manguones mientras haya personal al frente.
- ⦿ Bajo ningún concepto el personal encargado del acondicionamiento de galerías, o el que tiene encomendadas las labores de carga y descarga o mantenimiento, alterará los sistemas de ventilación del frente salvo que sea necesario para una reparación o sustitución de mecanismos defectuosos, y bajo la supervisión del responsable de trabajo y el conocimiento del personal situado al frente.



Y en general todas aquellas consignas fruto de la experiencia de cada empresa y de las buenas prácticas mineras aplicadas a lo largo del tiempo.

### Fase 3. Al finalizar los trabajos

El responsable de trabajo encargado de coordinar a los diferentes trabajadores del entorno, comprobará el resultado y la calidad de los mismos antes de iniciar el abandono de la zona, e informará y anotará en los libros-registro correspondientes sobre cualquier anomalía, con destino a los mandos superiores.

## 4. ¿Qué informaciones adicionales han de conocerse para realizar este trabajo?

Todo el personal presente en el lugar donde se realiza la revisión/reparación, debe ser conocedor de este procedimiento para evitar situaciones que puedan poner en peligro la seguridad y salud de cualquier participante en la misma.





## 5.6. PROCEDIMIENTO PARA TRABAJOS DE COLOCACIÓN DE INFRAESTRUCTURAS DE SERVICIO (AGUA, AIRE COMPRIMIDO, ENERGÍA ELÉCTRICA)

La falta de infraestructuras, agua y aire comprimido para continuar con los avances de galería cuando se han realizado varios ciclos de limpieza del escombro genera un problema.

Habitualmente existen medios provisionales para aumentar la infraestructura mediante perfiles, mangueras, alargadores, etc. No obstante, cada cierto número de metros, generalmente determinado por la longitud estandarizada de los elementos de diversa infraestructura usados en cada empresa, se hará necesaria la colocación de nuevos tramos de aquella, que harán que la galería se convierta en obra definitiva.



A su vez, si la longitud del sistema de tuberías de transporte de aire comprimido y agua ha quedado reducida, será buen momento para realizar una ampliación de la red. Los mangueros de ventilación suelen proporcionarse en unos tamaños extensibles que hacen que en cada ciclo pueda alargarse la medida necesaria hasta agotar cada unidad.

Las interferencias se podrán producir entre los equipos de avance, los equipos de colocación de infraestructura y los equipos de colocación de tuberías de agua, aire comprimido y ventilación, puesto que las tareas que ha de realizar un equipo impedirán que el otro pueda trabajar, al menos de manera cómoda.

En algunas explotaciones, esas tareas son ejecutadas por los mismos equipos de una manera polivalente, pero es conveniente dotarse de un procedimiento para la ejecución de estas tareas, puesto que no será lo habitual.

- ⚙ El procedimiento elaborado para minimizar los efectos que produzca esta clase de interferencias, deberá contemplar dónde se debe dejar situado el equipo de carga para que cause el menor número de problemas.

- Deberá contemplar igualmente cuándo podrá realizarse la nueva introducción de los equipos de transporte de mineral o escombro hacia los cortes, incluyendo quién ha de realizar labores de inspección para asegurarse que está libre de personal u obstáculos, y en general bajo qué circunstancias puede reanudarse nuevamente la circulación de vehículos en el sector.
- Tendrá que mostrar quién, en qué momento y en qué condiciones, podrá cortar el suministro de aire comprimido hacia el frente, teniendo en cuenta que las turbinas, si son accionadas de manera neumática, dejarán de funcionar, por lo que deberá hacerse especial hincapié en el control de la atmósfera presente en el puesto de trabajo.
- Será necesario que exista alguna instrucción que establezca la distancia máxima del final de tubería al corte en las ventilaciones soplante y/o aspirante, tanto para avances por métodos continuos, como para el avance por métodos discontinuos.
- Para el caso en que el accionamiento de los sistemas de carga o perforación fuera realizada por medio de energía eléctrica, deberán bloquearse todos los sistemas que permitan el funcionamiento de la instalación, y se ha de tener en cuenta que en todos los casos la nueva puesta en servicio habrá de estar supeditada a la autorización del mando correspondiente que coordina los trabajos. Igualmente se hará constar quién ha de autorizar el corte de suministro, quién o cómo se realizará la reanudación del mismo, y la distancia que se prevé que alcance la nueva instalación eléctrica.

La información que habrá de contener el correspondiente procedimiento, estructurada a través de las habituales preguntas, será la siguiente:

## **1. ¿A quién va destinado este procedimiento?**

Al personal de arranque, carga, servicios auxiliares, electricistas, etc. Todo dependerá del método de trabajo utilizado en cada empresa.

## **2. ¿Qué herramientas y EPIs han de utilizarse para realizar este trabajo?**

No es necesaria la utilización de nuevos EPIs o nuevas herramientas distintas de las mencionadas en apartados anteriores.



### **3. ¿De qué fases consta este trabajo y cómo debe realizarse cada una?**

Siguiendo el mismo esquema que en los casos anteriores:

#### **Fase 1. Antes de realizar los trabajos**

Se nombrará un responsable de trabajo que tendrá como misión coordinar a los diferentes trabajadores encargados de realizar las diversas tareas. No se realizará ninguna operación sin la autorización del responsable de trabajo.

#### **Fase 2. Mientras se realiza el trabajo**

El personal designado realizará las operaciones previstas objeto de este procedimiento y será conocedor de las consignas desarrolladas para la ejecución del mismo, mencionadas anteriormente.

### **4. ¿Qué informaciones adicionales han de conocerse para realizar este trabajo?**

Además de ser conocedores de este procedimiento para evitar situaciones que puedan poner en peligro la seguridad y salud de cualquier participante en las operaciones, todos los participantes, en lugares donde se realicen labores de colocación de infraestructura, agua, aire o fluido eléctrico, deben ser conscientes de la posibilidad de que en algún momento del desarrollo de su trabajo se produzcan modificaciones en la composición de la atmósfera respirable, por lo que al menos una persona deberá estar instruida en el manejo de detectores de gases, encargándose de llevar a cabo tal control.

## **5.7. PROCEDIMIENTO PARA LA COORDINACIÓN CON EL TRABAJO DE LOS ARTILLEROS**

Una falta de coordinación entre los trabajos a realizar por artilleros y personal de arranque o sondeos, puede tener unas consecuencias impredecibles, cuya manifestación tiene capacidad para degenerar en resultados trágicos, por lo que ha de prestarse especial atención a la preparación de procedimientos relativos a esta clase de interferencias.

## 1. ¿A quién va destinado este procedimiento?

El procedimiento ha de ir destinado al personal que realiza los trabajos de perforación (barrenistas, sondistas, jumbistas, y sus respectivos ayudantes), y al que realiza las labores de carga de explosivos y disparo (artillero y ayudante), independientemente de que en alguna instalación sea el mismo equipo quien realice ambas tareas.

Ha de hacerse constar que en el segundo de los casos es preceptivo haber superado el examen de aptitud ante la Autoridad Minera y estar en posesión de la correspondiente autorización administrativa (Cartilla de Artillero).

## 2. ¿Qué herramientas y EPIs han de utilizarse para realizar este trabajo?

En las consideraciones a tener en cuenta para el desarrollo seguro de los trabajos a realizar por barrenistas, sondistas, jumbistas y artilleros cuando se presentan este tipo de interferencias, no es necesaria la utilización de nuevos EPIs o nuevas herramientas distintas de las mencionadas en apartados anteriores.



## 3. ¿De qué fases consta este trabajo y cómo debe realizarse cada una?

Siguiendo el mismo esquema que en los casos anteriores:

### Fase 1. Antes de realizar los trabajos

Es necesaria una comunicación directa entre barrenistas, sondistas, jumbistas y artilleros. Ha de haber un control seguro de todas las variables que van a intervenir en el desarrollo del disparo (horarios, tipo de explosivos a usar, control de accesos, línea de tiro, materiales auxiliares como arcilla o tacos inhibidores, etc.).



## Fase 2. Mientras se realiza el trabajo

- El personal designado realizará las operaciones previstas objeto de este procedimiento y será conocedor de las consignas desarrolladas para la ejecución del mismo, así como de la normativa vigente en materia de uso y manejo de explosivos.
- Además, sólo estarán capacitadas para el manejo y empleo de materiales para la realización de voladuras, las personas especialmente designadas por el empresario.
- Quien realice la operación de voladura debe utilizar un calzado adecuado de tipo antiestático, y no usar botas de goma normales.
- El horario de disparo debe ser conocido por todos los participantes de la operación.
- Se desarrollará igualmente un mecanismo de actuación para el caso de que en el transcurso de la perforación de un barreno se produjeran incidencias que pudieran comprometer la seguridad de la voladura, ya que en este caso es al Director Facultativo a quien le corresponderá tomar las medidas necesarias para evitar daños.
- Barrenistas, sondistas, jumbistas y artilleros, deben comunicarse y conocer que no deben llevarse los detonadores y los explosivos hasta el lugar de la voladura hasta haber parado todas las máquinas y cortado todas las fuentes de energía.
- El artillero ha de tener la precaución de cortocircuitar los extremos desnudos de cada detonador al desenrollarlos para preparar el cartucho-cebo, y evitar el contacto entre los hilos con partes metálicas o tuberías, enrollando el hilo sobrante para que no quede colgado. Los extremos han de permanecer cortocircuitados hasta el último momento.
- Conviene asegurarse que se dispone de accesorios como punzón, para evitar tener que forzar el detonador al alojarlo en el cartucho.
- El barreno ha de estar limpio para evitar que los cartuchos atranquen y no ocupen el volumen previsto.



- El barrenista, el sondista, el jumbista y el artillero deben saber que está prohibido realizar simultáneamente en un mismo frente labores de perforación y de carga de barrenos, pues podría darse el caso de contactos del explosivo con elementos de perforación, o reacciones de sensibilidad al choque o a las altas temperaturas generadas por la barrena.
- Igualmente todos ellos deben informar al artillero de los barrenos que hayan cortado oquedades, fisuras, o cualquier incidencia que pueda ser relevante en la ejecución del disparo.
- Cuando el personal afectado haya abandonado el frente, el artillero deberá vigilar los posibles accesos al lugar del disparo, y si los accesos son muchos, deberá colocar letreros indicando que no se debe acceder al frente por el peligro de ejecución del disparo.
- También ha de hacerse un exhaustivo control del contenido de gases para determinar si su presencia permite el atacado de la labor.
- Tras haber realizado la carga de los barrenos, han de unirse los detonadores a la línea de tiro, y ha de comprobarse el circuito desde el refugio preparado para el accionamiento del explosor, y una vez comprobado se han de volver a cortocircuitar los extremos de la línea de tiro hasta el momento del disparo.
- Conviene que el disparo de cualquier frente se haga justo antes del relevo de funcionamiento del corte, para evitar un tiempo excesivo de espera que pudiera precipitar hundimientos, rotura de paramentos/hastiales o derrabes.
- Para todos los disparos han de usarse cartuchos de sal y han de retacarse los barrenos con arcilla.

#### **4. ¿Qué informaciones adicionales han de conocerse para realizar este trabajo?**

Todo el personal presente en el lugar donde se realizan las labores de voladura, debe ser conocedor de este procedimiento para evitar situaciones que puedan poner en peligro la seguridad y salud de cualquier participante en las mismas.

A las consignas anteriores habría que añadir todas las que figuran en la reglamentación general, y por tanto son de obligado cumplimiento en cualquier centro minero donde



se llevan a cabo esta clase de labores. A modo de extracto de las disposiciones recogidas en el RGNBSM, podemos mencionar las siguientes, algunas de ellas ya aludidas en el procedimiento modelo expuesto:

- a. Queda terminantemente prohibido aprovechar un fondo de barreno para perforar en él.
- b. En aquellos barrenos disparados en los que hayan quedado fondos sin romper, se introducirán suavemente en cada uno de ellos un listón de madera que sobresalga de la boca, para conocer la dirección de los antiguos.
- c. Antes de comenzar a cargar los barrenos se dejará sin corriente cualquier línea eléctrica que esté en las proximidades del frente, salvo aquéllas que alimentan a los vehículos autorizados para este fin.
- d. Mientras se cargan los barrenos no podrá realizarse en el frente o tajo ningún otro trabajo más que retirar eventualmente tubería de ventilación, cables desconectados u otro material que se encontrara en el frente o tajo.
- e. La carga de barrenos será la última operación del trabajo, no pudiendo hacerse después de ella otras operaciones que la de comprobar la línea de disparo y disparar.
- f. En cada barreno únicamente se colocará un cartucho cebo que deberá ser preparado inmediatamente antes de la carga.
- g. Todo cartucho cebado que no se utilice debe ser privado de su detonador, realizando la operación la misma persona que preparó el cebo.
- h. No se debe retacar nunca un barreno con materiales combustibles (papel, plástico, etc.).
- i. El retacado del barreno debe asegurar el confinamiento del explosivo. Se utilizarán atacadores de madera que no presenten ángulos o aristas vivas que puedan provocar la rotura de la envoltura de los cartuchos, los hilos de los detonadores o el cordón detonante.



- j. Hay que evitar la proximidad de la línea de tiro con otras líneas de conducción de energía eléctrica.
- k. No podrá usarse como línea de tiro ningún otro circuito existente constituido para otros fines, aunque está fuera de uso.
- l. La longitud de la línea volante deberá ser lo menor posible. La línea fija no podrá ser alcanzada por las proyecciones de las pegas.
- m. Los terminales de los hilos de los detonadores se mantendrán en cortocircuito hasta el momento de hacer las conexiones.
- n. La conexión de los detonadores se efectuará en serie y la pega también en serie con las líneas volantes y de tiro, y sus extremos se mantendrán en cortocircuito hasta que se conecte la línea de tiro al comprobador u óhmetro.
- o. Previamente al disparo se comprobará el circuito desde el refugio adaptado para el accionamiento del explosor.
- p. Se prohíbe terminantemente la comprobación desde el mismo frente o sus inmediaciones.
- q. Si se detectaran defectos en la línea de disparo se cortocircuitará ésta y se realizará primero una revisión visual y luego comprobación con el óhmetro o comprobador de la línea y de la pega por mitades sucesivas, siempre desde el punto de disparo y cortocircuitando el resto, hasta localizar la anomalía y subsanarla.

## 5.8. PROCEDIMIENTO PARA TRABAJOS CON POSIBLE PRESENCIA DE BARRENOS FALLIDOS

Un barreno fallido es aquel que conserva en su interior, después de la voladura, resto de explosivo no detonado.

La normativa exige que los barrenos fallidos sean debidamente señalizados y que sea puesto en conocimiento de la persona responsable, de manera inmediata, pudiendo descebarse o descargarse sólo en casos especiales y siendo necesaria una autorización especial de trabajo desde antes del comienzo de los trabajos. La persona responsable





deberá expedir dicha autorización de trabajo especificando las condiciones que se deberán cumplir, y las precauciones que se deberán tomar antes, durante y después de los trabajos.

Para la eliminación del riesgo que supone un barreno fallido, debe emplearse alguno de los métodos que se exponen a continuación:

- Volver a disparar el barreno si fuera posible.
- Perforar y cargar un nuevo barreno paralelo al fallido a una distancia nunca inferior a diez veces el diámetro de perforación.
- Si se diera el caso de que el retacado hubiera desaparecido, pero queda caña libre suficiente para introducir un nuevo cebo, se podrá introducir uno, acompañado o no de cartuchos, procediendo a continuación al retacado y disparo del mismo.
- Actuar según la DIS que al efecto se haya desarrollado para la descarga, desactivado o desatasco de un barreno.
- En cuanto a los fondos de barreno, si en algún frente existieran fondos de barreno del ciclo anterior, antes de proceder a la perforación en el mismo, se deberán introducir en cada uno de los fondos una varilla de madera, de tal modo que, especialmente en el emboquillado de los tiros, se impida la introducción de la barrena en los mismos. Dichas varillas no podrán ser retiradas antes de que finalice la perforación de los barrenos.

## 5.9. PROCEDIMIENTO PARA LA MANIPULACIÓN DE EXPLOSIVOS

Las empresas mineras emplean explosivos en el interior de sus explotaciones no sólo para las labores de avance o arranque, sino también en los trabajos de saneo de labores mineras, en labores de conservación y en otros trabajos en galerías, como franqueos o alisados. Ocasionalmente, cuando las circunstancias lo exigen, se utiliza explosivo para taqueo, así como para desatranque de tolvas y pocillos o coladeros.

Las situaciones que suponen la manipulación o utilización de explosivo pueden quedar resumidas, desde que llega el explosivo a la mina hasta su consumo, en las siguientes:

1. Recepción y almacenamiento.
2. Transporte del explosivo en interior de mina (recepción, almacenamiento, transporte y distribución).
3. Desatranque de tolvas y coladeros.
4. Conexión eléctrica de la línea y precauciones anteriores al disparo.
5. Disparo y precauciones posteriores.
6. Taqueo de bloques gruesos y desatranque de tolvas y pocillos (coladeros).

## Recepción y almacenamiento

- ⊗ La recepción de explosivos, detonadores y cordón en bocamina será efectuada por un responsable autorizado por el Área de Industria de la Delegación del Gobierno en la provincia o territorio en el que se ubique la explotación minera.
- ⊗ Si en la recepción se aprecia un defecto o duda del buen estado de la mercancía, lo comunicará de manera inmediata al Director Facultativo, quien tomará las decisiones oportunas.



## Descarga y transporte

- ⊗ La descarga en bocamina y transporte subsiguiente al interior, será realizado por personal autorizado para la manipulación y manejo de explosivos.
- ⊗ La descarga de los explosivos, detonadores, cordón detonante y el almacenamiento de la misma será realizada en sus envases originales.
- ⊗ La circulación de explosivo por caña de pozo (en minas dotadas de tal infraestructura) se hará en viajes exclusivos y a velocidad de personal, no coincidiendo con entradas ni salidas de relevos principales, y debiendo advertir previamente al maquinista de extracción.



- ⊗ Las operaciones de carga y descarga de los vehículos se realizarán con el motor parado.
- ⊗ Se prohíbe el transporte conjunto de explosivos y/o cordón detonante con detonadores.
- ⊗ Se prohíbe fumar y llevar llama desnuda en todas las operaciones y proximidades.

## Almacenamiento y distribución

- ⊗ La persona responsable y autorizada anotará el movimiento de entradas y salidas de materias explosivas en el correspondiente Libro Oficial de Registro.
- ⊗ En tanto sea posible, los explosivos deberán ser distribuidos y consumidos por el mismo orden de su entrada en el minipolvorín. Se prohíbe la distribución de explosivos deteriorados o sospechosos.
- ⊗ En cada relevo habrá una persona responsable y autorizada que se encargará de la distribución de explosivos, dejando constancia de las salidas y posibles devoluciones.
- ⊗ Esta persona responsable entregará y recogerá únicamente explosivos, detonadores y cordón detonante a los artilleros autorizados.



## Transporte de explosivos en interior de la mina

### a) Vehículos

- ⊗ Se colocará un desconectador de baterías, que permita cortar todos los circuitos eléctricos, estando situado éste en el interior de la cabina del vehículo de transporte, en lugar visible y de fácil acceso.
- ⊗ El chasis, el motor y la parte inferior de la carrocería han de estar limpios y exentos de aceites y grasas.

- ⊗ Los compartimientos del depósito de explosivos estarán totalmente limpios antes de proceder a la carga de los productos explosivos.
- ⊗ En vehículos de combustión interna, el tubo de escape estará situado fuera de la proyección vertical de la caja, dirigido por debajo del nivel inferior de la caja y con salida exterior por un lateral.
- ⊗ El depósito de combustible, estará separado del motor, de las conducciones eléctricas, de los tubos de escape de los gases y de las baterías.

## b) Transporte

- ⊗ Debe realizarse el transporte de explosivos por una persona autorizada para el uso y manejo de explosivos.
- ⊗ Durante el transporte de explosivos, se prohíbe fumar, llevar cerillas o cualquier otro dispositivo de llama o sustancias que puedan inflamarse.

## c) Carga y descarga

- ⊗ Los vehículos tendrán el motor parado durante la carga y descarga del explosivo.
- ⊗ Si durante la operación de carga o descarga fuera necesario depositar el explosivo en el suelo, dicha operación se realizará con cuidado, evitando dejar el explosivo detrás del tubo de escape.
- ⊗ El explosivo se cargará en el vehículo de forma que se asegure la inmovilidad de la carga, evitándose desplazamientos de la misma durante el posterior transporte.
- ⊗ Antes de la carga y después de la descarga, se hará una inspección ocular para detectar y eliminar cualquier residuo de las materias transportadas.

## d) Circulación

- ⊗ Conducir a velocidad adecuada, prestando atención en lugares de difícil visibilidad por motivos de polvo y cruces en galerías.
- ⊗ Los conductores de vehículos que transporten productos explosivos no deben abandonar la cabina, ni alejarse del vehículo, sin antes haber comprobado que la situación de la palanca del cambio de marchas corresponde a la velocidad más aconsejable, que el motor está parado y accionado el freno de mano.



- ⦿ Los vehículos que transporten explosivos no deben estacionarse en lugares de concentración de personal.
- ⦿ Durante el transporte de los explosivos no se permite que viajen personas no autorizadas en los vehículos.
- ⦿ Los detonadores no podrán ser transportados conjuntamente con otros productos explosivos.

## Desatranque de tolvas y coladeros

El modo operativo en la conexión eléctrica de la línea y precauciones anteriores y posteriores al disparo en tolvas o coladeros será como sigue:

- ⦿ Para desatranque de tolvas o coladeros se efectuará cada vez un solo disparo de pega eléctrica, colocando la carga y el cartucho cebo con el auxilio de listones de madera, cañas o similar de longitud suficiente, para, desde sitio seguro, poder alcanzar los puntos de atranque.
- ⦿ Se cortarán todos los accesos a la tolva o coladero personalmente o mediante señales adecuadas, y se evacuará todo el personal hasta una distancia mínima de 50 metros, y se procederá a disparar mediante una línea de disparo exclusiva para este fin.
- ⦿ Se dejarán el explosivo y detonadores por separado y a una distancia prudencial del lugar dónde se va a realizar el desatranque en tolvas o coladeros.
- ⦿ Extender la línea de disparo por el suelo desde el punto de disparo hasta la tolva o coladero a desatranque. La distancia al punto de disparo nunca será inferior a 50 metros. Dejar la línea en cortocircuito en ambos extremos.
- ⦿ La línea de disparo debe estar alejada como mínimo a una distancia de 30 cm de cualquier tipo de instalación mecánica, cables eléctricos y elementos que produzcan corriente estática (cintas transportadoras, tuberías de ventilación, u otros).
- ⦿ Preparar el cartucho-cebo y dejarlo en cortocircuito, y además, si es necesario, acompañarlo de algún cartucho y amarrarlo a un elemento de madera (listón, caña).



- Introducir la carga preparada dentro de la boquilla de la tolva o coladero y sujetar el listón o caña para que no caiga la carga en la bandeja de la tolva.
- Empalmar la línea fija con los cables eléctricos del cartucho-cebo.
- Desde el lugar del disparo elegido se procederá a la comprobación de la pega, y posteriormente si marca bien, se procederá a disparar con el explosor.
- Una vez evacuados los gases se procederá a ver si ha quedado desembozada la tolva o coladero. En caso de no ser así se deben repetir las fases anteriores.
- Una vez producido el desatranque se debe recoger el explosivo sobrante y la línea de tiro, dejándola bien enrollada para otra ocasión en un lugar adecuado.
- El explosivo sobrante se devolverá al minipolvorín.

## 5.10. PROCEDIMIENTO PARA TRABAJOS EN LA PROXIMIDAD DE MAQUINARIA U OTRO PERSONAL

### 1. ¿A quién va destinado este procedimiento?

De manera general, tanto al personal de arranque que está realizando su trabajo, como a los de preparaciones, mecánicos, electricistas, servicios auxiliares, o cualquier trabajador que esté realizando en ese mismo momento y lugar cualquier labor de reparación, revisión y/o mantenimiento, arranque, etc., y que ha de ser conocedor de que en su proximidad hay otros trabajadores realizando una tarea cuyo desarrollo puede generar interferencias y posibilidades de accidente, y lógicamente, también a la cadena de responsables de la supervisión y control de la ejecución de todos los trabajos.

### 2. ¿Qué herramientas y EPIs han de utilizarse para realizar este trabajo?

Para este tipo de trabajos que producen interferencias pueden diseñarse carteles informativos con textos tales como “*Peligro, personal en el frente*”, “*No subir o bajar con*



la instalación en marcha”, “No retirar, máquina en reparación”, pero en general cuando se presentan este tipo de interferencias no es necesario la utilización de nuevos EPIs o nuevas herramientas distintas de las mencionadas en apartados anteriores.

### **3. ¿De qué fases consta este trabajo y cómo debe realizarse cada una?**

Cada situación de interferencia es muy particular, y salvo en contadas ocasiones, no habrá fases de trabajo establecidas.

Aun así, pueden denominarse como “fases” del Procedimiento, las estrategias marcadas por la empresa para que cada trabajador conozca el entorno de su puesto de trabajo, con la maquinaria presente en ella, y una descripción de todos los procesos y tareas que se están realizando y que puedan afectar a la seguridad y salud de quien lo realiza, así como de las consecuencias de una mala utilización de los equipos de trabajo.

Así mismo, será necesario que todos los operarios que realicen trabajos en la proximidad de maquinaria estén instruidos en el uso y conocimiento de un código de señales, que a ser posible se adapte a la regulación impuesta por el Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, *sobre disposiciones mínimas de señalización de seguridad y salud en el trabajo*.

### **4. ¿Qué informaciones adicionales han de conocerse para realizar este trabajo?**

Todo el personal presente en el lugar donde se realiza la revisión-reparación, debe ser conocedor de este procedimiento para evitar situaciones que puedan poner en peligro la seguridad y salud de cualquier participante en la misma.

Como ejemplo, podemos mostrar alguna consigna para un trabajo realizado en el entorno de una cinta transportadora.

- ⚙ Si se desea transportar materiales distintos de los transportados habitualmente, debe advertirse siempre al encargado del transportador y esperar su autorización.
- ⚙ Previamente al comienzo de los trabajos en un transportador deben realizarse las comprobaciones de primer nivel (arranque, parada, parada de emergencia, etc.),

y si se observa que el funcionamiento es incorrecto no se arrancará el sistema, dando aviso inmediato al responsable del equipo.

- ⊗ La descarga de materiales con el transportador en movimiento quedará prohibida, salvo que éstos se evacuen por el extremo posterior, en el sentido del movimiento del transportador.
- ⊗ Los materiales pesados sólo podrán cargarse o descargarse con el equipo parado.
- ⊗ Cualquier rotura en una banda transportadora, olor a quemado o manifestación de algo anormal en la cinta, debe ser objeto de parada inmediata de la misma, debiendo informarse al responsable más cercano.
- ⊗ Queda terminantemente prohibida la circulación de personal montado en las cintas transportadoras.
- ⊗ El paso de un lado a otro de una cinta transportadora debe realizarse utilizando los lugares acondicionados a tal fin.

### Condiciones generales para el mantenimiento

- ⊗ En tareas de mantenimiento, elegir lugares amplios si es posible, con iluminación suficiente.
- ⊗ Está totalmente prohibido realizar cualquier tipo de mantenimiento o limpieza de los tambores manualmente con las cintas en marcha (excepto el engrase si los engrasadores están dotados de extensores para realizar el mismo).
- ⊗ En trabajos de mantenimiento de las cintas elevadas, acordonar y señalizar la zona de riesgo de caída de herramientas o materiales. Prohibir el paso si se cree necesario (en cuyo caso debe avisarse al Centro de control o al Vigilante).
- ⊗ No colocarse bajo el radio de acción de los separadores magnéticos situados sobre las cintas.
- ⊗ Debe quitarse la corriente a las cintas en reparación o reserva que vayan a estar un tiempo paradas. Se desconectarán e identificarán con una señalización.





- ⊗ No caminar sobre la banda, ni subirse a una cinta en marcha.
- ⊗ La circulación por las cintas se realizará por los lugares de paso, plataformas, pasillos, etc. dispuestos para ello.
- ⊗ Cuando sea necesario realizar operaciones de mantenimiento, reparación o limpieza en las que exista riesgo de que la cinta pueda ponerse en marcha de forma inesperada, además de las recomendaciones expuestas, se consignará la cinta según el procedimiento general existente en el centro para la *Consignación de Máquinas*.
- ⊗ Todas las maniobras serán dirigidas por una única persona que estará a cargo de la operación y será la responsable de la misma. Para dictar las órdenes oportunas se utilizará preferentemente una emisora. En casos excepcionales podrán hacerse señales por medio del foco de mina.

## Limpezas y derrames

- ⊗ Para proceder a la limpieza manualmente, se consignará previamente la cinta según el procedimiento general existente para ello.
- ⊗ Con la cinta en marcha está prohibido rascar con útiles sostenidos con las manos.
- ⊗ En ocasiones puede derramarse material en la zona del tambor de cola provocando que la banda quede sometida a mucha tensión en la parte superior de la cinta, mientras que la inferior se encuentre floja y sin tensión, lo que supone un riesgo importante a tener en cuenta si se va a proceder a su limpieza ante la posibilidad de que al eliminar el derrame que provocaba dicha situación, la banda recupere bruscamente la tensión pudiendo atrapar a quien se encuentre en su proximidad. Para evitar esto deberán tenerse en cuenta los siguientes pasos:
  - 📌 Está prohibido situarse bajo ninguna circunstancia entre las bandas, y subirse a la banda superior, incluso con la cinta detenida.
  - 📌 Se limpiará, si es de uso en la empresa, por medio de minipala cargadora el pasillo y la zona del entorno, para crear paso hasta la proximidad del tambor.
  - 📌 Limpiar con rasqueta o pala de mano la cinta por la parte inferior y alrededores, tirando el material en el pasillo que limpiará posteriormente la minipala.
  - 📌 Se dejará la limpieza por debajo del tambor y sus inmediaciones para realizarla al final con la minipala cargadora.

- ✎ El material que queda metido entre la banda y el tambor no se limpiará a mano sino por medio de arranques-paradas (“dar puntos”) con la propia cinta para facilitar la salida del material por sí solo del espacio entre la banda y el tambor.
- ✎ Con la cinta parada se procederá a terminar de limpiar la zona inmediata al tambor, y el propio tambor, de las incrustaciones de material.
- ✎ Si no es de uso la minipala cargadora, durante el funcionamiento de las cintas transportadoras un operario se encargará de la limpieza de los alrededores de éstas, eliminando todos los materiales depositados, estando totalmente prohibida la limpieza de los tambores de las cabezas motrices, tambores de retorno, dispositivos de tensado y picos de vertido, con la cinta en marcha.
- ✎ Se prohíbe el funcionamiento de un equipo sin los dispositivos de protección de los tambores y motores.



## 5.11. PROCEDIMIENTO PARA LA MANIPULACIÓN MECÁNICA DE CARGAS

### 1. ¿A quién va destinado este procedimiento?

Este procedimiento, dado el objetivo general de este manual, se dirigirá inicialmente tanto a los operadores que tienen que manejar cargas, como a los Vigilantes y responsables que deben cuidar el correcto manejo de las mismas en condiciones de seguridad, para evitar que nadie resulte dañado.

Es evidente que en cualquier trabajo en el interior de mina se ve implicado personal que se encarga de la ejecución de un amplio tipo de tareas, entre las cuales con frecuencia se encuentra la movilización y manejo de toda clase de cargas pesadas, por lo que comparte análogos riesgos. En abundantes ocasiones, tanto el personal de arranque y transporte, como el de mantenimiento especializado, comparten trabajo en actuaciones efectuadas sobre los equipos, y por ese motivo también deberán saber cómo coordinarse para que ello no afecte a la seguridad del resto.



Finalmente, también tendrán que conocer el procedimiento la cadena de responsables de la supervisión y control de la ejecución de todos los trabajos.

## **2. ¿Qué herramientas y EPIs han de utilizarse para realizar este trabajo?**

En función del tipo de cargas pesadas a las que nos refiriésemos en particular, se necesitaría la utilización de diferentes herramientas y equipos auxiliares: eslingas, pulpos, cadenas, estrobos, trácteles, polipastos, cuerdas, grilletes, cáncamos, vehículos especiales, minipalas, etc.

Los EPIs serán todos los habituales en el interior de mina que hemos visto con anterioridad. Si alguno de los trabajos implica riesgos de caída desde altura, tendrá que incluirse entre aquellos algún equipo de sujeción anticaída.

## **3. ¿De qué fases consta este trabajo y cómo debe realizarse cada una?**

### **Fase 1: Antes de comenzar los trabajos**

- ⦿ Un Vigilante deberá asegurarse del buen estado de techo y paramentos. Si es necesario, se deberá sanear y entibar la zona.
- ⦿ Verificar que se dispone de las herramientas y los equipos necesarios.
- ⦿ Comprobar que el área de trabajo está ordenada y libre de obstáculos.
- ⦿ Usar los equipos de protección individual adecuados. En todo trabajo que se realice en altura deberá usarse un arnés de seguridad anticaída.
- ⦿ Sopesar la dificultad de ejecución de las tareas, las condiciones físicas de los operarios y su experiencia profesional al determinar el equipo humano a intervenir.
- ⦿ Previamente a la maniobra, repasar en grupo los distintos pasos a realizar y las precauciones a tomar. Trabajar en equipo.
- ⦿ Cada operario conocerá de antemano su función y la de los compañeros.
- ⦿ Las instrucciones deberán ser claras, asegurándose que han sido comprendidas.

- ⦿ Antes de iniciar cualquier trabajo, se revisarán visualmente todos los elementos sometidos a esfuerzos.

## Fase 2. Mientras se realiza el trabajo

### a) Condiciones generales para realizar la manipulación de cargas.

- ⦿ Una sola persona será la que coordine la maniobra sin intervenir físicamente en ella cuando sea posible. En cualquier caso, es necesario estar pendientes unos de otros y avisarse de cualquier acto o situación insegura evitando errores de coordinación.
- ⦿ Detener la maniobra ante cualquier adversidad que se produzca. Comunicarse y cambiar impresiones para reiniciar la maniobra en condiciones de seguridad. En caso necesario solicitar ayuda.
- ⦿ La elevación y el descenso de las cargas se harán lentamente evitando movimientos bruscos.
- ⦿ Siempre se buscará la máxima verticalidad de tiro. En todo caso, está totalmente prohibida la ubicación de personal en los puntos de retorno de tiro en las maniobras, y así se debe recordar antes de cada maniobra.
- ⦿ Cuando sea de absoluta necesidad la elevación de cargas en sentido oblicuo, se tomarán las máximas garantías de seguridad por el responsable o jefe de tal trabajo, bien sea colocando retenidas, encauzadores, etc., y en todo caso evitando que el personal esté dentro del radio de acción del sistema al realizar la maniobra.
- ⦿ Está totalmente prohibido situarse debajo de cargas suspendidas y en el radio de acción de la maniobra.
- ⦿ Los accesorios de elevación deberán seleccionarse en función de las cargas que se manipulen, de los puntos de prensión y del dispositivo de enganche, y teniendo en cuenta la modalidad y la configuración del amarre. Cuando se observe que, después de izada la carga, ésta no esté correctamente situada, se hará bajar con precaución, avisando a las personas situadas en sus proximidades y se procederá a su arreglo.



- ⦿ Para suspender con cables metálicos piezas metálicas que tengan cantos vivos, deberá ponerse madera o goma en los cantos, para evitar deterioros en el cable y que la pieza resbale.
- ⦿ Colocar siempre la carga en el centro del gancho.
- ⦿ Siempre que deba dejarse una pieza suspendida por un período de tiempo, se asegurará, si es posible, su estabilidad mediante medidas complementarias (calzos, cuñas, tirantes, etc.)

#### ***b) Caso particular: elevación de trabajadores***

- ⦿ La elevación de trabajadores sólo estará permitida mediante equipos de trabajo y accesorios previstos a tal efecto. No obstante, cuando con carácter excepcional hayan de utilizarse para tal fin equipos de trabajo no previstos para ello, deberán tomarse las medidas para garantizar la seguridad de los trabajadores.
- ⦿ La maniobra estará en todo momento dirigida y controlada por un Vigilante.

#### **4. ¿Qué informaciones adicionales han de conocerse para realizar este trabajo?**

Todo el personal presente en el lugar donde se efectúen operaciones que impliquen la elevación de cargas pesadas con la finalidad que sea, debe ser conocedor de este procedimiento para evitar situaciones que puedan poner en peligro la seguridad y salud de cualquier participante en la misma.

## **5.12. PROCEDIMIENTO PARA OPERACIONES DE CAMBIO DE FRENTE DE MAQUINARIA MÓVIL PESADA**

### **1. ¿A quién va destinado este procedimiento?**

Los destinatarios principales de estas instrucciones serán los operadores de la maquinaria y sus ayudantes, pero también afecta a todo el personal que pueda ser susceptible de entrar en el campo de acción de la misma, durante su movimiento de traslado, en particular conductores y operadores de otros equipos que también circulan por las

vías o zonas que pueden estar ocupadas por la maquinaria que se está cambiando de frente durante esta operación.

Evidentemente compete su conocimiento no sólo a los Técnicos, sino también a los mandos directos responsables de velar por el buen desarrollo durante la ejecución de las labores.



## 2. ¿Qué herramientas y EPIs han de utilizarse para realizar este trabajo?

Los operadores se ocupan del manejo de la maquinaria móvil en su traslado, por lo que éste es su principal equipo de trabajo, no siendo habitual el empleo de otras herramientas. No consideraremos entre éstas a la lámpara de mina por ser de uso obligatorio para cualquiera que se encuentre en el interior de la mina.

Como EPIs portarán todos aquellos que son obligatorios para el personal que trabaja en el interior de mina, y más específicamente en este puesto: casco, botas de seguridad, guantes, mascarilla autofiltrante de protección contra el polvo y gafas de protección ocular. En la cabina del equipo de trabajo, podrán encontrarse también autorrescadores de oxígeno químico de uso personal, en número variable según el tipo de máquina, para ser empleados en caso de emergencia.

## 3. ¿De qué fases consta este trabajo y cómo debe realizarse cada una?

### Fase 1. Antes de empezar los trabajos

Previamente a poner en marcha el traslado del equipo, se debe inspeccionar la zona de paso, teniendo en cuenta las mismas consideraciones expuestas para la inspección y saneo del puesto de trabajo.

Antes de iniciar un desplazamiento es obligatorio asegurarse de que no haya personas, materiales, equipos de trabajo, etc., susceptibles de ser atropellados y/o afectados por su movimiento.



## Fase 2. Durante los trabajos

En el desplazamiento de la maquinaria, siempre que no sea estrictamente necesario, el pulsador de puesta en marcha estará desconectado.

Se reducirá la velocidad en circulación por galerías estrechas, pisos irregulares y circulación marcha atrás.

### 4. ¿Qué informaciones adicionales han de conocerse para realizar este trabajo?

Todo el personal que participe en estas operaciones, debe ser conocedor de este procedimiento para evitar situaciones que puedan poner en peligro la seguridad y salud de cualquier participante en la misma. Igualmente, el restante personal que pueda verse afectado por el traslado del equipo, deberá conocer los riesgos que comporta entrar en su radio de acción, así como el protocolo establecido que regule su salida de la zona de paso o su retirada a zonas seguras donde no puedan verse afectados.

## 5.13. PROCEDIMIENTO DE CONSIGNACIÓN DE MÁQUINAS O INSTALACIONES

La consignación de máquinas/equipos/instalaciones consiste en una serie de pasos a tener en cuenta y a ejecutar previamente a cualquier intervención en una máquina/equipo/instalación que presente algún tipo de riesgo relacionado con la puesta en marcha involuntaria, movimiento, confinamiento, riesgo eléctrico, etc., de tal manera que siguiendo dichos pasos, que a continuación se describen, se garantice la seguridad en las reparaciones, montajes, mantenimiento o limpiezas en los lugares de trabajo.

Condiciones generales para la consignación de máquinas, equipos o instalaciones:

- ⚙ Comprobar que el entorno de la máquina/equipo/instalación en la que se va a intervenir reúne las necesarias condiciones de seguridad (estado de los paramentos, techos, etc.)

- ⚙️ Toda persona que vaya a realizar una operación de mantenimiento o limpieza en una máquina/equipo/instalación, deberá asegurarse antes que está debidamente consignada y que no pueda ponerse en movimiento de forma intempestiva.
- 📝 Identificar las fuentes de energía y elementos a consignar.
- 📝 Desconectar la máquina/equipo/instalación de las fuentes de energía.
- 📝 Bloquear los mandos de puesta en marcha.
- 📝 Efectuar comprobaciones finales antes de iniciar las tareas que motivan la intervención en la máquina/equipo/instalación.
- 📝 Dar comienzo a los trabajos propios de mantenimiento o limpieza.



## Fases de trabajo y puntos clave de seguridad

### a) Identificar los elementos a consignar

Es preciso reconocer y determinar todas las fuentes de energía presentes en la máquina/ equipo/instalación, como son:

- ⚙️ Si hay corriente eléctrica, tensiones residuales o acumuladores.
- ⚙️ Presiones de aire comprimido, líquidos hidráulicos, etc.
- ⚙️ Elementos sometidos a esfuerzos de tracción-compresión y que debido a ello acumulan energía estática que pueden liberar bruscamente (muelles, resortes, balistas, cintas transportadoras, cadenas, cables, etc.)
- ⚙️ Elementos que puedan caer o bajar por gravedad o por inercia.

### b) Desconectar la máquina/equipo/instalación de las fuentes de energía





Hay que aislar la máquina/equipo/instalación de las fuentes de energía que la pueden poner en movimiento, pero hacerlo de una manera eficaz y con garantías de que no va poder ponerse en marcha.

En primer lugar se detendrá la máquina, equipo, instalación con el mando de parada/puesta en marcha. Después de ello se deberán tener en cuenta todas o algunas de las siguientes medidas, según el caso:

- ⊗ Una vez detenida la máquina/equipo/instalación, abrir los seccionadores o disyuntores, desconectar la batería, actuar sobre el interruptor de corte, etc.
- ⊗ Cerrar las válvulas, calderines, bombas de presión, etc.
- ⊗ Accionar parada de emergencia, retirar fusibles, relés térmicos, etc.

### c) Bloquear mandos de puesta en marcha

Con esta medida se busca que ninguna persona de forma involuntaria, o por desconocimiento de la ejecución de las tareas de intervención que motivaron su parada, pueda ponerla en marcha. Para ello hay que asegurarse de:

- ⊗ Colocar un cierre por medio de candado, o elemento que cumpla la misma función, en los órganos de accionamiento, o bien, en caso de existir, retirar las llaves de puesta en marcha.
- ⊗ Señalizar en la zona de puesta en marcha con un cartel indicador del tipo *No poner en marcha. Personal trabajando.*



### d) Comprobaciones finales antes de iniciar las tareas de intervención en la máquina/ equipo/instalación

- ⊗ Intentar poner la máquina/equipo/instalación en funcionamiento con el mando de puesta en marcha (en los casos en que exista mando y no llave) para garantizar que ésta no funciona.
- ⊗ Comprobar que está desenergizada.
- ⊗ Comprobar que está despresurizada, etc.

### e) Fin de consignación

- ⦿ Una vez realizado el trabajo se procederá a la desconsignación de los circuitos de alimentación, retirando las señalizaciones.
- ⦿ Se comunicará al encargado y/o Vigilante que se puede poner la instalación en marcha.

## 5.14. PROCEDIMIENTO PARA REALIZAR TRABAJOS EN ESPACIOS CONFINADOS

Corresponden a trabajos específicos de mantenimiento o reparaciones en recintos o espacios confinados con aberturas limitadas de entrada y salida y ventilación natural desfavorable, en el que pueden acumularse contaminantes nocivos, tóxicos o inflamables, o tener una atmósfera deficiente en oxígeno. Estos espacios no están concebidos para una ocupación continuada por parte del trabajador, y en ellos pueden aparecer riesgos debidos a:

- ⦿ Trabajos que se realicen en su interior (soldar o pintar).
- ⦿ Reacciones químicas procedentes de materiales o residuos.
- ⦿ Humos o gases procedentes de zonas próximas.

### Condiciones generales para el trabajo en espacios confinados

- ⦿ Antes de poder realizar ningún tipo de trabajo en espacios confinados, deberá disponerse de una autorización expresa según se regule en la instrucción existente en cada centro para el desarrollo de *Trabajos especiales y autorizaciones*.
- ⦿ Antes de entrar a trabajar en un espacio confinado potencialmente peligroso, un Vigilante o persona competente, tiene que evaluar el riesgo, y si el lugar o actividad lo requiere, hay que investigar y medir el tipo y cantidad de gases potencialmente peligrosos. Es necesario disponer de detectores de gases y medir el nivel de oxígeno.

### Fases de trabajo y puntos clave de seguridad



### a) Consignar y aislar el área de trabajo

Eliminar riesgos que puedan venir de zonas o sistemas adyacentes, cerrando válvulas, parando equipos, cortando el fluido eléctrico, siguiendo el procedimiento de “*Consignación de máquinas*”, si es de aplicación en el lugar determinado.

### b) Limpiar y ventilar

Retirar los productos químicos peligrosos, dejar abierta la entrada hasta conseguir una ventilación suficiente, o forzar mecánicamente la salida de gases antes de entrar a trabajar en estos espacios.

En ningún caso el oxígeno debe ser empleado para ventilar espacios confinados.

### c) Equipo de personas

- ⦿ Un operario se situará fuera, en contacto con las personas que entren.
- ⦿ Las personas que entran y las personas que estén fuera, deben conocer los signos y síntomas de la exposición al riesgo concreto del lugar de trabajo.
- ⦿ Para asegurar la adecuada comprensión de responsabilidades y riesgos existentes en un espacio confinado particular, todos los involucrados deberán repasar antes de la entrada las tareas a ejecutar. Cada riesgo debe ser discutido con todos los autorizados a entrar y con las personas que queden fuera, como también las consecuencias de la exposición a cada riesgo.

### d) Señalizar la zona

Esto se podrá realizar con un cartel indicador del tipo: “PERSONAL TRABAJANDO” o similar.

### e) Equipos de protección Individual (EPIs)

Los trabajadores deben tener a su disposición EPIs adecuados, en buenas condiciones de uso y ser instruidos sobre su correcto uso.

En cualquier caso se han de tomar las debidas precauciones para actuar en caso de emergencia:

- ⊗ Disponer de arneses y líneas de seguridad para la evacuación de emergencia.
- ⊗ Equipo de respiración autónoma, si fuese necesario.
- ⊗ Equipo de reanimación, si se cree conveniente.



### f) Método operatorio de trabajo en espacios confinados

- ⊗ Disponer del Permiso de entrada al espacio confinado.
- ⊗ Comprobar:
  - 📌 La adecuada temperatura del recinto.
  - 📌 El correcto contenido de oxígeno en el interior del recinto.
  - 📌 La inexistencia de sustancias inflamables, explosivas, tóxicas o corrosivas.
  - 📌 Que se han despejado las entradas y salidas del recinto.
  - 📌 La adecuación de la ventilación y la instalación de ventilación forzada cuando sea necesaria.
  - 📌 La colocación de la señalización precisa.
  - 📌 Los medios necesarios de acceso al recinto (escaleras, escalas, plataformas, etc.).
  - 📌 La existencia y adecuación de los medios de extinción y lucha contra incendio.
  - 📌 La utilización de los equipos de protección personal que obligatoriamente deban utilizarse.
  - 📌 Los equipos de trabajo a emplear.
  - 📌 Los equipos de iluminación. Siempre que se pueda alimentados por tensiones de seguridad de 24 voltios, dejando fuera el transformador.
  - 📌 La vigilancia y el control fuera del recinto de las operaciones.
- ⊗ Comunicar al encargado y/o Vigilante que el trabajo ha finalizado.



## g) Caso particular: trabajos de soldadura en espacios confinados o en el interior de depósitos destinados a sustancias combustibles, explosivas o tóxicas

Los trabajos de soldadura seguirán las instrucciones que se señalen en la DIS correspondiente, editada a tal efecto, y además se tendrá en cuenta que previamente a la realización de operaciones de soldadura o cortadura, el área deberá ser inspeccionada para asegurarse que se encuentre libre de los siguientes peligros:



- ⚙️ Proximidad de materiales combustibles.
- ⚙️ Presencia o posible generación de atmósferas potencialmente explosivas (gases, vapores, líquidos o polvos inflamables).
- ⚙️ Otras consideraciones:
  - 📄 Previo a la soldadura o cortadura de tanques u otros recipientes que hayan contenido materiales peligrosos, los recipientes deberán ser limpiados.
  - 📄 Se asegurará mediante ventilación forzada la evacuación de gases propios de la soldadura.
  - 📄 Si en las operaciones de soldadura, cortadura, o calentamiento se generan gases de alguno de los siguientes elementos: Antimonio, Arsénico, Bario, Berilio, Cadmio, Cromo, Cobalto, Cobre, Plomo, Manganeso, Mercurio, Níquel, Ozono, Selenio, Plata y Vanadio, además de ventilación forzada se deberá usar protección respiratoria personal.
  - 📄 Los equipos de soldadura, botellas de gases, etc. estarán situados fuera del espacio confinado.
  - 📄 Será necesario estar dotados de equipo extintor adecuado a los materiales o sustancias del entorno susceptibles de incendiarse en la inmediata proximidad de las operaciones de soldadura o cortadura.
  - 📄 Otras personas que estén expuestas a la misma atmósfera que los soldadores o cortadores deberán estar protegidas de la misma manera que ellos.

- ✎ Para evitar cualquier contacto accidental cuando se suelde dentro de recipientes metálicos húmedos, entre electrodos masa-hombre-pinza o cable deteriorado, deben protegerse al máximo. En casos particulares, proteger las paredes del recipiente con elementos aislantes.
- ✎ No ventilar nunca el interior con oxígeno de la botella.

## 5.15. PROCEDIMIENTO PARA REALIZAR DESATASCOS E INTERVENCIONES EN COLADEROS O POCILLOS

Propondremos aquí una serie de consignas a tener en cuenta a la hora de diseñar un procedimiento operativo que nos sirva para eliminar los riesgos que como consecuencia de un desatasco de una infraestructura de vertido entre plantas o de almacenamiento, puedan poner en situación de riesgo a los trabajadores de una explotación.

Las maniobras o actuaciones necesarias para el desatranque de coladeros o pocillos estarán supervisadas siempre por un Técnico y a cargo de un Vigilante designado por aquel.

El Vigilante tendrá en cuenta las circunstancias específicas del atasco y de forma general se seguirán las siguientes **fases de trabajo y puntos clave de seguridad**:

### a) Método operatorio si el atranque es en la parte superior del coladero o pocillo

- ⊗ Se avisará a los operarios de la parte inferior del coladero o pocillo de que se ha producido el atasco, ya que un desatranque puede proyectar material fuera de la vertical del pocillo, y se señalizará convenientemente.
- ⊗ Con una pala cargadora u otro equipo equivalente, se limpiará el montón de material hasta el nivel del suelo. Normalmente el trozo de material atascado estará a la entrada de la boca del pocillo.
- ⊗ Una vez limpio, si no aparece el atasco, el siguiente paso puede ser por ejemplo introducir agua por medio de una manguera para limpiar el material suelto hasta que permita la visión del punto de atasco.



- ⦿ Si la piedra/s que causa/n el atasco están próxima/s a la embocadura se contemplará en primer lugar la opción de usar una máquina de saneo (cuando se disponga de ella) e intentar el desatranque con su brazo dotado de pica.
- ⦿ Por último, si con ello no hubiera sido posible, se intentará el desatranque por medio de cargas de explosivo, en cuyo caso se realizará siguiendo los siguientes pasos:
  - 📌 Se comunicará al Jefe de Relevo la necesidad de utilización de explosivo para el desatranque.
  - 📌 Solamente manejará los explosivos el personal que esté autorizado para ello.
  - 📌 Se controlarán todos los accesos al lugar señalizando para impedir la entrada de personal en la zona, o si es posible situando personal en los accesos.
  - 📌 Antes de efectuar el disparo, se avisará a las personas que puedan verse afectadas, especialmente a las de la parte inferior del pocillo.
  - 📌 El Vigilante supervisará todas las maniobras asegurándose de que no hay personas expuestas.

## **b) Método operatorio en caso de que el atranque esté situado en un lugar en el que sea necesaria la utilización de explosivo por la parte inferior**

- ⦿ Si atranque está cerca de la boca inferior se colocará la carga explosiva en el extremo de un atacador que se empalmará a otros si fuera necesario hasta alcanzar el lugar en el que se precisa colocar la carga explosiva.
- ⦿ Si fuera necesario subir la carga más arriba se utilizará manguera de PVC en cuyo extremo se colocará el explosivo fijado convenientemente con cinta.
- ⦿ En los casos en los que el atasco esté situado en un lugar en el que no pueda colocarse la carga con la manguera, se utilizarán tramos de tubería rígida, colocando la carga en el extremo y empalmado sucesivamente tramos hasta alcanzar la altura requerida.
- ⦿ La sistemática de disparo desde abajo sigue las mismas prescripciones que cuando se hace desde arriba (sistema de control y de avisos).
- ⦿ En todo caso se procurará siempre que el personal trabaje fuera de la vertical del pocillo.

### c) Método operatorio en intervenciones de cualquier clase en la parte inferior del pocillo

- ⦿ Sea cual fuere la procedencia de un aviso de avería o intervención, antes de proceder a ningún tipo de actuación se informará de la misma al Vigilante.
- ⦿ El Vigilante se asegurará de que todos los vertidos posibles al coladero (pocillos intermedios, cintas transportadoras, etc.) están detenidos y no se pueden poner en marcha.
- ⦿ Para ello se señalizará y cerrará por medio de cadena y cartel indicador la/s parte/s superior del pocillo, informando a todo el personal a su cargo de la prohibición de vertido en el mismo.
- ⦿ Si hay cintas o páncer que viertan al mismo, éstos deberán estar debidamente consignados.
- ⦿ Antes de comenzar los trabajos en la vertical del pocillo, y con objeto de proteger a los trabajadores de la caída de piedras sueltas, será necesario cubrir la boca de salida con una malla a modo de red, alrededor de la boca inferior del pocillo.
- ⦿ La zona donde se realicen las operaciones de mantenimiento estará señalizada mediante conos de balizamiento o balizas de luz destellante de modo que nadie inadvertidamente pueda invadir el lugar con una máquina o vehículo.
- ⦿ Una vez finalizada la intervención, el Servicio de Mantenimiento o el de Explotación, dará el aviso correspondiente de fin de obra al Vigilante a cargo de las operaciones, quien autorizará de nuevo la descarga a través de dicho pocillo.



## 5.16. PROCEDIMIENTO PARA EL USO DE MÁQUINAS Y APARATOS ELÉCTRICOS

Se entiende por **máquina eléctrica** aquella que está propulsada eléctricamente.

Para la utilización de dichas máquinas el usuario deberá cumplir las siguientes normas:





- ⦿ Antes de ponerla en marcha comprobará el buen estado del cable de alimentación.
- ⦿ En el caso de observar cualquier anomalía durante su funcionamiento, se desconectará avisando a su jefe inmediato o al servicio de mantenimiento eléctrico.
- ⦿ No intentará, bajo ningún concepto, manipular los órganos eléctricos internos.
- ⦿ Después de una reparación, el usuario no pondrá la máquina en marcha sin la autorización del operario que haya realizado la reparación.
- ⦿ Ante un corte general de corriente, colocará en posición de paro todos sus mandos.

Por otra parte, se entiende por **aparato eléctrico** aquel destinado a la transformación, protección, control, suministro e interrupción de la energía eléctrica, así como los elementos para su conducción y otros accesorios. Nos referimos básicamente a transformadores, celdas, cofres de tajo, control de aislamiento, cables, cajas de derivación, redes de alumbrado, etc.



Para la utilización de estos aparatos el usuario deberá cumplir las siguientes normas:

- ⦿ El usuario procederá, al comienzo de cada relevo, y durante la duración del mismo, a un cuidadoso examen de este material, prestando especial atención al control de aislamiento.
- ⦿ Queda totalmente prohibido abrir cualquier aparato eléctrico por personal no autorizado.
- ⦿ Todo usuario que necesite de estos aparatos para la puesta en marcha de su máquina, actuará única y exclusivamente sobre los mandos externos.
- ⦿ Ante cualquier interrupción de corriente imputable a estos aparatos, intentará una sola vez el rearme. En caso de no lograr su funcionamiento correcto lo pondrá en conocimiento de su jefe inmediato o el servicio de mantenimiento eléctrico.
- ⦿ Si se observan signos externos alarmantes tales como excesivo calentamiento, humo, roturas, grietas o falta de estanqueidad, no intentará manipular en dichos aparatos sino que lo comunicará a su jefe inmediato o al servicio de mantenimiento eléctrico.

- Los elementos de protección para estos trabajos son cascos dieléctricos, gafas o pantallas faciales, guantes aislantes adecuados para la tensión con la que se trabaje, elementos aislantes (taburetes, alfombrilla, etc.) y herramientas dieléctricas.

## 5.17. PROCEDIMIENTO PARA LAS REVISIONES PERIÓDICAS ELÉCTRICAS

Este procedimiento tiene como objetivo establecer las revisiones que deben llevarse a cabo periódicamente en las instalaciones y máquinas móviles en lo referente a sus elementos eléctricos. A través del mismo, se tratará de verificar la presencia de tensión, la falta del control de aislamiento y continuidad de las conexiones a tierra, y en definitiva, la puesta a punto de la máquina.

### Fases de trabajo y puntos clave de seguridad

#### a) Revisiones periódicas al inicio de cada relevo

Al inicio de cada relevo (programable), se autoverificará la prueba de los niveles de aviso y disparo del control de aislamiento, así como del buen estado del circuito de continuidad de conexiones a tierra. Esta autoverificación es realizada por un circuito especializado que a la vez realiza la comprobación de sí mismo.

- a. Si se detecta fallo en el nivel de aviso del control de aislamiento (nivel de no existencia de riesgo eléctrico), se activa un flash intermitente en el recinto de transformación, para avisar de que está averiado el circuito de aviso del control de aislamiento.
- b. Si se detecta fallo en el nivel de disparo de control de aislamiento se realiza la misma operación que en el caso a) y, además, se dispara el recinto de transformación controlado, para que sea obligatoria la asistencia del responsable del mantenimiento eléctrico a fin de que realice la verificación correspondiente y la posterior reparación de la avería.



c. Si se detecta fallo en el circuito de continuidad de tierras se realiza idéntica operación que en el caso b).

## **b) Semanalmente**

En la revisión semanal de la máquina móvil se examina el buen estado de la red de conexión equipotencial por parte del responsable del mantenimiento eléctrico.

## **c) Bimestralmente**

Se realizan las medidas de la resistencia de las tomas de tierras que afecten al interior de la mina.

## **Competencia y responsabilidad**

Los exámenes, lecturas, comprobaciones y revisiones descritas se efectúan bajo la competencia del responsable del mantenimiento eléctrico. De su resultado quedará constancia en varios libros, que visará el citado responsable.





# NORMATIVA Y LEGISLACIÓN

CAPÍTULO

6



## NORMATIVA Y LEGISLACIÓN DE SEGURIDAD MINERA

La protección de la seguridad y la salud de los trabajos en el ámbito de la minería se ha venido regulando, básicamente, por el RD 863/1985, de 2 de abril, por el que se aprueba el Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera, así como por el Reglamento de Policía Minera y Metalúrgica, de 23 de agosto de 1934.

Hasta la entrada en vigor de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales (LPRL), la normativa básica en materia de seguridad y salud laboral en la minería se encontraba en el citado Reglamento y su aplicación no presentaba mayores dificultades. Es a partir de la entrada en vigor de la LPRL, cuando se producen algunos problemas.

De la citada Ley de Prevención de Riesgos Laborales hay que destacar dos aspectos importantes en relación con la aplicación de la misma a la minería:

1. Establece la LPRL que las funciones de asesoramiento, vigilancia y control del cumplimiento de la normativa de seguridad y salud laboral, que la Ley 31/1995, encomienda a la Autoridad Laboral, *“continuarán siendo desarrolladas, en lo referente a los trabajos en minas, canteras y túneles que exijan la aplicación de técnica minera, a los que impliquen fabricación, transporte, almacenamiento, manipulación y utilización de explosivos o el empleo de energía nuclear, por los órganos específicos contemplados en su normativa reguladora.”* (Art. 7.2 de LPRL).

2. En base a lo anterior podemos establecer el siguiente cuadro de competencias:

ACTIVIDAD	COMPETENCIA
Trabajos en minas, canteras y túneles que exijan la aplicación de técnica minera (Criterio de la ITSS)	Autoridad Minera (CC.AA.)
Fabricación, transporte, almacenamiento, manipulación y utilización de explosivos	Administración Central

Podemos pues considerar que en el ámbito competencial nada cambia con la entrada en vigor de la Ley de Prevención de Riesgos laborales. No obstante al introducir la Ley el término “técnica minera”, puede llevar a que no quede nítido el límite competencial entre la Autoridad Laboral y la Autoridad Minera. Para encontrar una definición sobre el término “técnica minera”, debemos recurrir a lo establecido en el Art. 1 del Real Decreto 2857/1978, de 25 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento General para el Régimen de la Minería, el cual dispone que *“se entiende necesaria la aplicación de técnica minera en los trabajos que a continuación se enumeran, cuando estos tengan por finalidad la investigación y aprovechamiento de recursos minerales:*

- ⊗ *Todos los que se ejecuten mediante labores subterráneas, cualquiera que sea su importancia.*
- ⊗ *Los que requieran el uso de explosivos, aunque sean labores superficiales. Los que realizándose a roza abierta y sin empleo de explosivos requieran formación de cortas, tajos o bancos de más de tres metros de altura.*
- ⊗ *Los que, hallándose o no comprendidos en los casos anteriores, requieran el empleo de cualquier clase de maquinaria para investigación, extracción, preparación para concentración, depuración o clasificación.*
- ⊗ *Todos los que se realicen en las salinas marítimas y lacustres, y en relación con aguas minerales, termales y recursos geotérmicos.”*

En cuanto a la vigencia del presente Reglamento debemos tener en cuenta lo establecido en la Disposición derogatoria única de la LPRL que establece que ésta *“no afecta a la vigencia de las disposiciones especiales sobre prevención de riesgos profesionales en las explotaciones mineras, contenidas en el capítulo IV del Real Decreto 3255/1983, de 21 de diciembre, por el que se aprueba el Estatuto del Minero, y en sus normas de desarrollo, así*

*como las del Real Decreto 2857/1978, de 25 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento General para el Régimen de la Minería, y el Real Decreto 863/1985, de 2 de abril, por el que se aprueba el Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera, y sus disposiciones complementarias.”*

En cuanto a la aplicación en la minería de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, se ha de tener en cuenta que aunque la Disposición derogatoria única de la Ley 31/1995 de PRL, establece que la misma no afecta a la vigencia de las disposiciones especiales contenidas en las normas que se acaban de referir más arriba, esto no significa que la Ley de Prevención de Riesgos Laborales no sea de aplicación en el ámbito de la minería, sino que por el contrario, se recuerda con ello que, además de ser de aplicación, siguen vigentes dichas normas específicas de este sector.

Otra norma comunitaria a tener en cuenta es la Directiva 92/104/CEE, del Consejo de 3 de diciembre, relativa a las disposiciones mínimas destinadas a mejorar la protección en materia de seguridad y salud de los trabajadores en las industrias extractivas a cielo abierto o subterráneas, que ha sido transpuesta al derecho español mediante el RD 1389/1997, de 5 de septiembre, *por el que se aprueban las disposiciones mínimas destinadas a proteger la seguridad y salud de los trabajadores en las actividades mineras.*

Con independencia de las normas antes citadas, existen otras muchas de aplicación a la Seguridad Minera. Sin pretender enumerar de forma exhaustiva la totalidad de la normativa aplicada, podemos establecer la siguiente relación de la que resulta de conocimiento básico en materia de Prevención de Riesgos Laborales:

## **NORMATIVA GENERAL**

- ⊗ Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de *Prevención de Riesgos Laborales.*
- ⊗ RD 39/1997, de 17 de marzo, *por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.*
- ⊗ RD 485/1997, de 14 de abril, *sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.*
- ⊗ RD 486/1997, de 14 de abril, *por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.*





- ⦿ RD 171/2004, de 30 de enero, *por el que se desarrolla el artículo 24 de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre de Prevención de Riesgos laborales, en materia de coordinación de actividades empresariales.*

## NORMATIVA ESPECÍFICA

- ⦿ REAL DECRETO 773/1997, de 30 de mayo, *sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.*
- ⦿ REAL DECRETO 487/1997, de 14 de abril, *sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores.*
- ⦿ REAL DECRETO 1215/1997, de 18 de julio, *por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.*
- ⦿ REAL DECRETO 286/2006, de 10 de marzo, *sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.*
- ⦿ REAL DECRETO 1311/2005, de 4 de noviembre, *sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas.*

## NORMATIVA SECTORIAL

- ⦿ RD 3255/1983, de 5 de septiembre, *por el que se aprueba el Estatuto del Minero.*
- ⦿ Orden de 19 de marzo de 1986, *por la que se establecen normas complementarias para el desarrollo y ejecución del RD 3255/1983, de 5 de septiembre, por el que se aprueba el Estatuto del Minero, en materia de Seguridad e Higiene.*
- ⦿ RD 863/1985, de 2 de abril, *por el que se aprueba el Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera.*
- ⦿ Instrucciones Técnicas Complementarias de desarrollo del Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera.

⦿ RD 1389/1997, de 5 de de septiembre, por el que se aprueban las disposiciones mínimas destinadas a proteger la seguridad y salud de los trabajadores en las actividades mineras.

## LEY 31/1995, DE 8 DE NOVIEMBRE, DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES: DERECHOS Y OBLIGACIONES

La exposición de los derechos de los trabajadores en materia de Prevención de Riesgos Laborales se puede realizar a partir de la exposición de las obligaciones de los empresarios, puesto que existe una correlación total entre unos y otras.

### a) El deber general de protección

En esta materia, el derecho más importante de los trabajadores se encuentra establecido ya en el Estatuto de los Trabajadores, de la siguiente forma:

**Los trabajadores tienen derecho a su integridad física y a una adecuada política de seguridad e higiene.**

*(Artículo 4.2 d) del Estatuto de los Trabajadores)*

**El trabajador, en la prestación de sus servicios, tendrá derecho a una protección eficaz en materia de seguridad e higiene.**

*(Artículo 19.1 del Estatuto de los Trabajadores)*

Además del citado derecho básico de los trabajadores, la Ley de Prevención de Riesgos Laborales reitera en su artículo 14 que los trabajadores **tienen derecho a una protección eficaz en materia de seguridad y salud en el trabajo**. Este derecho supone un correlativo deber de protección por parte del empresario.

La Ley establece, en su artículo 14, como obligación general del empresario, **garantizar la seguridad y la salud de los trabajadores a su servicio** en todos los aspectos relacionados con el trabajo, y para ello el empresario está obligado a:

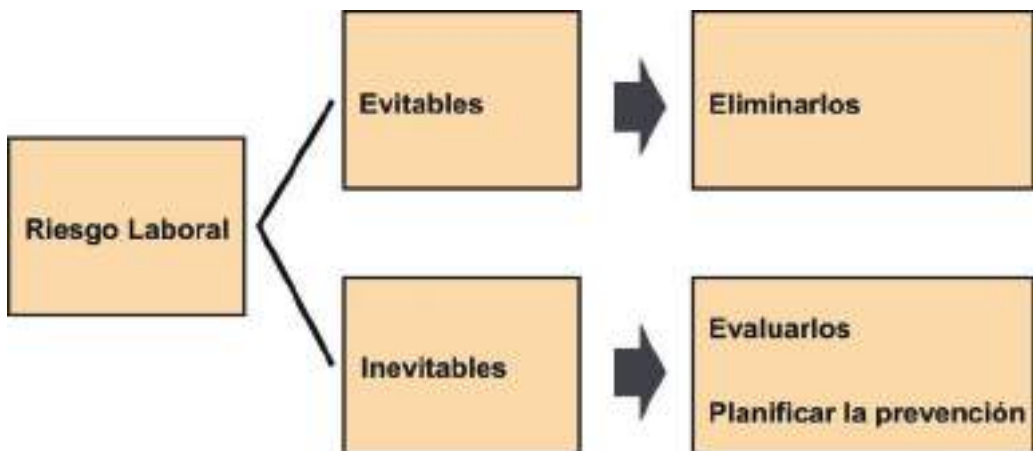


Realizar la prevención de riesgos laborales mediante la integración de la actividad preventiva de la empresa, la adopción de cuantas medidas sean necesarias para la protección de la seguridad y la salud de los trabajadores, desarrollando una acción permanente de seguimiento de la actividad preventiva.

El instrumento que impone la Ley para esta tarea de integrar la Prevención de Riesgos Laborales en la empresa, es el **Plan de Prevención de Riesgos Laborales**, que se configura como un plan obligatorio para el empresario.

En el ámbito de las industrias extractivas, y de acuerdo con lo establecido en el RD 1389/1997, de 5 de septiembre, el empresario debe elaborar el “**Documento sobre Seguridad y Salud**”, con el contenido previsto en la ITC MIE SM 02.1.01 -2006-01-23.

Además el empresario debe aplicar las medidas preventivas con arreglo a los principios generales establecidos en el artículo 15 de la LPRL y básicamente siguiendo el siguiente esquema:



Cuando los riesgos son inevitables hay que proceder a realizar la Evaluación correspondiente.

La Evaluación de Riesgos es un proceso dirigido a estimar la magnitud de aquellos riesgos que no hayan podido evitarse, obteniendo la información necesaria para que el empresario esté en condiciones de tomar una decisión apropiada sobre la necesidad de adoptar medidas preventivas.

## **b) Derechos y Obligaciones de carácter específico**

De todo el articulado de la Ley, lo relativo a los derechos de los trabajadores y obligaciones de los empresarios se encuentra contenido básicamente en el Capítulo III, si bien en otras partes de la Ley se encuentran también diseminadas algunas obligaciones (unas establecidas directamente, y otras como consecuencia de los derechos reconocidos a los trabajadores).

Por otra parte, muchas de las obligaciones de los empresarios han sido ya concretadas o se concretarán posteriormente por el Gobierno con carácter reglamentario (en base a la autorización contenida en el art. 6 de la LPRL), teniendo en cuenta que existen ya establecidas bastantes obligaciones, en determinados sectores de actividad, en virtud de normas anteriores a la ley que continúan vigentes.

En un intento de exposición ordenada de los derechos de los trabajadores y las diferentes obligaciones de los empresarios en materia de prevención de riesgos laborales, se pueden señalar las siguientes:

### **I. Derecho de información, consulta y participación**

El derecho de información, consulta y participación de los trabajadores en la actividad preventiva, se recoge en el artículo 18 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales y tiene el siguiente contenido:

**A) Derecho de Información:** el derecho que la ley otorga a los trabajadores supone la obligación del empresario de adoptar las medidas adecuadas para que los trabajadores reciban información sobre las siguientes materias:

- ⊗ Riesgos presentes en la empresa y en el puesto de trabajo
- ⊗ Medidas y actividades preventivas
- ⊗ Medidas de emergencia adoptadas en particular para:
  - 📄 Primeros auxilios
  - 📄 Lucha contra incendios
  - 📄 Evacuación de los trabajadores

La información se facilitará a través de los representantes de los trabajadores, en el caso de que la empresa cuente con órganos de representación de los mismos, y directamente a cada trabajador en caso contrario, y siempre de los riesgos específicos que afecten a su puesto de trabajo

**B) Obligación empresarial de consulta:** el empresario debe consultar con los trabajadores o sus representantes sobre las cuestiones siguientes:

- ⊗ La planificación y la organización del trabajo en la empresa y la introducción de nuevas tecnologías.
- ⊗ La organización y desarrollo de las actividades de protección de la salud y prevención de los riesgos profesionales en la empresa.
- ⊗ La designación de los trabajadores encargados de las medidas de emergencia.
- ⊗ Los procedimientos de información y documentación.
- ⊗ El proyecto y la organización de la formación en materia preventiva.
- ⊗ Cualquier otra acción que pueda tener efectos sustanciales sobre la seguridad y la salud de los trabajadores.

**C) Derecho de participación:** los trabajadores tienen un papel relevante en la gestión de la seguridad y salud. La regulación de los Órganos de consulta y participación en el sector minero, se realiza a partir del Reglamento del Estatuto del Minero (RD 3255/1983, de 21 de diciembre. BOE de 4-I-84) y la Orden de 19 de marzo de 1986 que lo complementa, ambos íntegramente en vigor, sin olvidar la aplicación de lo previsto al respecto en la Ley de Prevención de Riesgos Laborales (Ley 31/1995, de 8 de noviembre. BOE de 10-11-95).

En base a la normativa citada podemos establecer el siguiente esquema orientativo sobre los órganos de representación en el sector extractivo:

ACTIVIDAD MINERA	ORGANOS	LEGISLACION
Actividades Extractivas a cielo abierto	Delegados Mineros de Seguridad Comités de Seguridad e Higiene	Estatuto del Minero RGNBSM
Actividades Extractivas Subterráneas	Delegados de Prevención Comités de Seguridad y Salud	LPRL

**Delegado minero de seguridad (Estatuto del Minero, RD 3255/1983, de 21 de diciembre. BOE de 4-01-84)**

*“En toda explotación minera existirá un Delegado Minero de Seguridad que será elegido por mayoría del personal de la explotación, mediante votación secreta, previa propuesta de una terna de candidatos hecha por el Comité de Empresa [...]*

*Existirá también en cada explotación minera un Delegado Minero de Seguridad suplente que, elegido por igual procedimiento que el delegado titular, sustituirá a éste durante sus ausencias temporales.” (Art. 37)*



### ***Derechos del Delegado Minero de Seguridad (Art. 39)***

- Formar parte del Comité de Seguridad e Higiene.
- Cuando la plantilla del centro de trabajo en el que fue elegido sea superior a 250 trabajadores, la dedicación al cargo será plena, quedando liberado durante el tiempo de su mandato de cualquier actividad propia de su categoría minera de origen.
- Podrá desempeñar su labor en los distintos turnos y el régimen de entrada y salida se adecuará a las necesidades y peculiaridades de la función, siempre con conocimiento y aprobación del director de la explotación minera.
- Las labores empleadas en actuaciones propias de su función serán consideradas como de trabajo a todos los efectos.
- Finalizado su mandato se reincorporará con su categoría de origen, al mismo puesto de trabajo o puesto similar al que ocupaba en el momento de su elección.

### ***Funciones del Delegado Minero de Seguridad (Art. 40)***

- Promover la observancia de las disposiciones y normas vigentes sobre seguridad e higiene del trabajo y prevención de riesgos profesionales y el interés y cooperación de los trabajadores en estas materias.
- Realizar los estudios e investigaciones necesarias para llegar a un conocimiento permanente y actualizado de los riesgos existentes en el centro, derivados del ambiente de trabajo, materias primas, maquinaria y herramientas y sistemas y procesos de trabajo.
- Acompañar, si lo estima procedente, a los técnicos de la empresa en las tomas de muestras de contaminantes ambientales para su posterior análisis y valoración, pudiendo practicar por sí mismo dichos análisis y valoraciones, informando en este caso de sus resultados al Director Facultativo del centro y al Comité de Seguridad e Higiene.

- Velar para que los trabajadores dispongan de los necesarios medios de protección personal y vigilar el buen estado de los mismos y su uso adecuado.
- Interesar la práctica de los preceptivos reconocimientos médicos de los trabajadores del pozo.
- Colaborar en la organización de la evacuación en casos de incendios u otros siniestros y en la prestación de primeros auxilios a trabajadores accidentados y enfermos.
- Estudiar y controlar permanentemente la siniestralidad en la explotación, valorando su evolución a través del análisis de los índices de frecuencia, gravedad e incidencia.
- Proponer al Director Facultativo del centro y al Comité de Seguridad e Higiene, según los casos, cuantas medidas preventivas y de corrección de riesgo estime necesarias y en su caso, controlar la aplicación y eficacia de las mismas.
- Realizar las misiones que el Comité de Seguridad e Higiene, dentro de las de su competencia, le delegue o encomiende.

### ***Obligaciones del Delegado Minero de Seguridad (Art. 41)***

- Presentarse en el lugar de los hechos, aun fuera de su jornada laboral, tan pronto tenga conocimiento de un accidente mortal o grave o de un siniestro catastrófico ocurrido en el pozo o explotación. A tal efecto, el empresario deber comunicárselo de forma inmediata.
- Acompañar y asesorar al personal directivo de la empresa, técnicos de seguridad de la misma y miembros del Comité de Seguridad e Higiene en las visitas que, con finalidad preventiva o de investigación de accidentes, realicen al pozo.



- ⦿ Realizar con la asiduidad necesaria, y al menos una vez al mes, visitas a las instalaciones, inspeccionando o estudiando desde el punto de vista de la seguridad e higiene las condiciones de trabajo.
- ⦿ Formalizar un parte-informe de actividades en el que detallará su actuación, visitas e investigaciones realizadas, situación del pozo en cuanto a seguridad e higiene, anomalías encontradas y medidas de prevención propuestas y adoptadas. Ello sin perjuicio y con independencia de los informes extraordinarios que emita con ocasión de accidente grave o mortal, siniestro o cualquier otra situación de emergencia.
- ⦿ Proponer, siempre que lo considere oportuno, al Comité de Seguridad e Higiene, las medidas preventivas o de corrección de riesgos que estime necesarios.

### **Comité de Seguridad e Higiene (Estatuto del Minero RD 3255/1983, de 21 de diciembre. BOE de 4-01-84)**

*“En toda explotación minera o establecimiento de beneficio con 50 ó más trabajadores, será obligatorio la constitución de un Comité de Seguridad e Higiene. [...]”*

*El Comité de Seguridad e Higiene del Trabajo, de carácter paritario, estará integrado por:*

- a. Un Presidente, elegido por el comité de entre sus miembros.
- b. Representantes de los trabajadores, elegidos por acuerdo mayoritario del comité de empresa o a propuesta unitaria de las centrales sindicales con representación en el comité, en número proporcional a la plantilla de la explotación según la siguiente escala:
  - ⦿ Dos vocales en explotaciones de hasta 100 trabajadores.
  - ⦿ Cuatro vocales en explotaciones de 101 a 500 trabajadores.
  - ⦿ Seis vocales en explotaciones de 501 a 1.000 trabajadores.
  - ⦿ Ocho vocales en explotaciones de más de 1.000 trabajadores.
- c. Representantes designados por el empresario en el mismo número de vocales de los trabajadores

d. Los siguientes vocales con voz, pero sin voto:

- ⌘ *El Jefe del Servicio Técnico de Seguridad o, en su defecto, el técnico especializado de mayor categoría.*
- ⌘ *El Jefe del Servicio Médico de empresa o persona en la que se delegue o, en su defecto, el médico de empresa o ayudante técnico sanitario de mayor categoría.*
- ⌘ *Un técnico de Seguridad o Medicina libremente designado por la empresa entre técnicos superiores, médicos, técnicos superiores médicos, técnicos de grado medio y ayudantes técnicos sanitarios.*
- ⌘ *El o los Delegados mineros de seguridad que actuarán como vocales natos del comité.*
- ⌘ *Un secretario que será elegido por el propio comité entre el personal administrativo de plantillas de la explotación.” (Art. 33)*

Las facultades y cometidos específicos del Comité de Seguridad e Higiene vienen determinados en los artículos 34 y siguientes del Estatuto del Minero.



### ***Delegados de Prevención (Ley 31/1995, de 8 de noviembre, BOE de 10-11-95, de Prevención de Riesgos Laborales)***

#### **Concepto y designación**

Los Delegados de Prevención son los representantes de los trabajadores con funciones específicas en materia de prevención de riesgos en el trabajo, en aquellos centros de trabajo que organicen la representación en materia de seguridad y salud de los trabajadores en base a la Ley 31/1995, de Prevención de Riesgos Laborales.



Serán designados por y entre los representantes del personal con arreglo de la siguiente escala:

De 50 a 100 trabajadores: 2 Delegados

De 101 a 500 trabajadores: 3 Delegados

De 501 a 1.000 trabajadores: 4 Delegados

De 1.001 a 2.000 trabajadores: 5 Delegados

De 2.001 a 3.000 trabajadores: 6 Delegados

De 3.001 a 4.000 trabajadores: 7 Delegados

De 4.001 trabajadores en adelante: 8 Delegados

En empresas de hasta 30 trabajadores el Delegado de Prevención podrá ser el Delegado de Personal. En las empresas de 31 a 49 habrá un Delegado de Prevención que será elegido por y entre los Delegados de Personal.

## Competencias

- Colaborar con la dirección de la empresa en la mejora de la acción preventiva.
- Promover y fomentar la cooperación con la empresa en el ejercicio de dicha acción preventiva y en la ejecución de la normativa legal sobre Prevención de Riesgos Laborales.
- Ser consultados y participar en los términos previstos en el artículo 33 de la LPRL. Los informes que deban emitir los Delegados de Prevención en este caso deberán elaborarse en un plazo de 15 días, o en el tiempo imprescindible cuando se trate de adoptar medidas dirigidas a prevenir riesgos inminentes. La negativa del empresario a la adopción de las medidas propuestas por los Delegados de Prevención deberá ser motivada.
- Ejercer una labor de vigilancia y control sobre el cumplimiento de la normativa de Prevención de Riesgos Laborales.

## Facultades

- Acompañar a los técnicos en las evaluaciones y a los Inspectores de Trabajo y Seguridad Social en la comprobación del cumplimiento de la normativa sobre Prevención de Riesgos Laborales, pudiendo formular las observaciones que crean oportunas.
- Acceso e información a la documentación relativa a las condiciones de trabajo que sean necesarias para el ejercicio de sus funciones.
- Recibir información de los daños ocasionados en la salud de los trabajadores.
- Recabar y recibir del empresario información que éste haya podido obtener de personas, órganos y organismos competentes en materia de seguridad y salud de los trabajadores.
- Realizar visitas a los lugares o a cualquier dependencia o centro de trabajo a efectos de ejercer labores de vigilancia y control del estado de las condiciones laborales, pudiendo, asimismo, comunicarse durante la jornada con los trabajadores, pero sin alteración normal del proceso productivo.
- Recabar del empresario la adopción de medidas preventivas, pudiendo efectuar propuestas al efecto.
- Proponer la paralización de actividades en los casos de riesgo grave e inminente en los términos del artículo 21.3 de la LPRL.

**Comité de Seguridad y Salud (Ley 31/1995, de 8 de noviembre, BOE de 10-11-95, de Prevención de Riesgos Laborales)**

### Concepto y composición

*El Comité de Seguridad y Salud es el órgano paritario y colegiado de participación destinado a la consulta regular y periódica de las actuaciones de la empresa en materia de prevención de riesgos. (Art. 38 LPRL)*



Si los Delegados de Prevención son los representantes de los trabajadores con funciones específicas en materia de prevención de riesgos en el trabajo, dotados de amplísimas competencias y facultades, el Comité de Seguridad y Salud se configura como el órgano de participación de naturaleza colegiada y paritaria que complementa en ese ámbito plural la actuación de los Delegados, recogiendo el eco de la actividad desarrollada por éstos, recibéndola y transportándola a través de su estructura organizativa allí donde se entiende que es necesaria la acción preventiva.

El Comité de Seguridad y Salud se constituirá en todas las empresas o centros de trabajo que cuenten con 50 ó más trabajadores y estará formado por los Delegados de Prevención de una parte, y por el empresario y/o sus representantes en número igual a los Delegados de Prevención, de la otra.

A través de sus reuniones, que tendrán un carácter trimestral o cuando, lo solicite alguna de sus representaciones, podrán participar los Delegados Sindicales y los Técnicos de Seguridad y Prevención de la empresa con voz pero sin voto.

En las mismas condiciones cabe la participación de trabajadores de la empresa, especialmente cualificados o informados respecto de cuestiones concretas que se debatan en el seno del Comité, e incluso, Técnicos de Prevención ajenos a la empresa, si lo solicita alguna de las representaciones en el Comité.

Cabe la creación de un Comité Intercentros en aquellas empresas que cuenten con varios centros de trabajo dotados de un Comité de Seguridad y Salud, previo acuerdo con los trabajadores y con las funciones que dicho acuerdo atribuya.

## Competencias (Art. 39.1 LPRL)

- Participar en la elaboración, puesta en práctica y evaluación de los planes y programas de prevención de riesgos.
- Promover iniciativas sobre métodos y procedimientos para hacer más efectiva la prevención de los riesgos, proponiendo a la empresa la mejora de las condiciones o la corrección de las deficiencias existentes.

## Facultades (Art. 39.2)

- Conocer directamente la situación relativa a la prevención de riesgos en el centro de trabajo, realizando a tal efecto las visitas que estime oportunas.
- Conocer cuantos documentos e informes relativos a las condiciones de trabajo sean necesarios para el cumplimiento de sus funciones, así como los procedentes de la actividad del Servicio de Prevención, en su caso.
- Conocer y analizar los daños producidos en la salud o en la integridad física de los trabajadores, al objeto de valorar sus causas y promover las medidas preventivas oportunas.
- Conocer e informar la memoria y programación anual de Servicios de Prevención.

*“A fin de dar cumplimiento a lo dispuesto en la Ley respecto de la colaboración entre empresas en los supuestos de desarrollo simultáneo de actividades en un mismo centro de trabajo, se podrá acordar la realización de reuniones conjuntas de los Comités de Seguridad y Salud o, en su defecto, de los Delegados de Prevención y empresarios de las empresas que carezcan de dichos Comité, u otras medidas de actuación coordinada.” (Art. 39.3)*

## II. Derechos y obligaciones sobre los equipos de trabajo y medios de protección

### A) Equipos de trabajo

Por equipo de trabajo hemos de entender, **“cualquier máquina, aparato, instrumento o instalación utilizado en el trabajo”**. Los equipos de trabajo han de ser adecuados para el trabajo que se realice y garantizar la seguridad y salud de los trabajadores.

La utilización de los equipos de trabajo empleados por los trabajadores en el trabajo, viene regulada por el RD 1215/1997, de 18 de julio, *por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo*.



En dicho Real Decreto se establece que el empresario adoptará las medidas necesarias para que los equipos de trabajo que se pongan a disposición de los trabajadores sean adecuados al trabajo que deba realizarse y convenientemente adaptados al mismo, de forma que garanticen la seguridad y la salud de los trabajadores al utilizar dichos equipos de trabajo.

Cuando no sea posible garantizar de este modo totalmente la seguridad y la salud de los trabajadores durante la utilización de los equipos de trabajo, el empresario tomará las medidas adecuadas para reducir tales riesgos al mínimo.

¿En qué condiciones deberá producirse entonces la utilización de los equipos de trabajo para que puedan ser usados por los trabajadores de manera segura, reduciendo los riesgos al mínimo? Cuando un equipo de trabajo presente un riesgo en su utilización, deberán cumplirse las siguientes disposiciones:

- Se utilizarán de modo que se reduzcan los riesgos para los usuarios del equipo y para los demás trabajadores.
- Los trabajadores deberán poder acceder y permanecer en condiciones de seguridad en todos los lugares necesarios para utilizarlos, ajustarlos o mantenerlos.
- Los equipos de trabajo no deberán utilizarse de forma, o en operaciones, o en condiciones contraindicadas por el fabricante, ni sin los elementos de protección previstos para la realización de la operación de que se trate.
- Sólo podrán utilizarse de forma, o en operaciones, o en condiciones no consideradas por el fabricante si previamente se ha realizado una evaluación de los riesgos que ello conllevaría y se han tomado las medidas pertinentes para su eliminación o control.
- Antes de utilizar un equipo de trabajo se comprobará que sus protecciones y condiciones de uso son las adecuadas y que su conexión o puesta en marcha no representa un peligro para terceros. Asimismo, los equipos de trabajo dejarán de utilizarse si se producen deterioros, averías u otras circunstancias que comprometan la seguridad de su funcionamiento.

- Cuando se empleen equipos de trabajo con elementos peligrosos accesibles que no puedan ser totalmente protegidos, deberán adoptarse las precauciones y utilizarse las protecciones individuales apropiadas para reducir los riesgos al mínimo posible.
- En particular, deberán tomarse las medidas necesarias para evitar, en su caso, el atrapamiento de cabello, ropas de trabajo u otros objetos que pudiera llevar el trabajador.
- Cuando sea necesario limpiar o retirar residuos cercanos a un elemento peligroso, la operación deberá realizarse con los medios auxiliares adecuados y que garanticen una distancia de seguridad suficiente.
- Los equipos de trabajo deberán ser instalados y utilizados de forma que no puedan caer, volcar o desplazarse de forma incontrolada, poniendo en peligro la seguridad de los trabajadores.
- Los equipos de trabajo no deberán someterse a sobrecargas, sobrepresiones, velocidades o tensiones excesivas.
- Si la utilización de un equipo de trabajo puede dar lugar a proyecciones peligrosas, tanto durante su funcionamiento normal o en caso de anomalía previsible, deberán adoptarse medidas de prevención o protección adecuadas.
- Para los equipos de trabajo llevados o guiados manualmente, cuyo movimiento pueda suponer un peligro para los trabajadores situados en sus proximidades, las personas que los manejen deberán disponer de condiciones adecuadas de control y visibilidad.
- En ambientes especiales tales como locales mojados o de alta conductividad, locales con alto riesgo de incendio, atmósferas explosivas o ambientes corrosivos, no se emplearán equipos de trabajo que en dicho entorno supongan un peligro para la seguridad de los trabajadores.





- Las operaciones de mantenimiento, ajuste, desbloqueo, revisión o reparación de los equipos de trabajo que puedan suponer un peligro para la seguridad de los trabajadores se realizarán tras haber parado o desconectado el equipo, haber comprobado la inexistencia de energías residuales peligrosas y haber tomado las medidas necesarias para evitar su puesta en marcha o conexión accidental mientras esté efectuándose la operación.
- Si la parada o desconexión no es posible, se adoptarán las medidas necesarias para que estas operaciones se realicen de forma segura o fuera de las zonas peligrosas.
- Las herramientas manuales deberán ser de características y tamaño adecuados a la operación a realizar y su colocación y transporte no deberá implicar riesgos para la seguridad de los trabajadores.
- La conducción de equipos de trabajo automotores estará reservada a los trabajadores que hayan recibido una formación específica para la conducción segura de esos equipos de trabajo.
- Los equipos de trabajo móviles dotados de un motor de combustión no deberán emplearse en zonas de trabajo, salvo si se garantiza en las mismas una cantidad suficiente de aire que no suponga riesgos para la seguridad y la salud de los trabajadores.

## **B) Equipo de protección individual (EPI)**

Un EPI es “cualquier dispositivo o medio que vaya a llevar o del que vaya a disponer una persona (trabajador), con el objetivo de que le proteja contra uno o varios riesgos que puedan amenazar su salud y seguridad”.

Sobre los EPIs, se puede establecer el siguiente esquema de obligaciones:

- Los EPIs han ser proporcionados por el empresario.
- El empresario ha de velar por la utilización de los mismos.
- Los trabajadores tienen la obligación de utilizarlos en los casos establecidos reglamentariamente.

### III. El derecho de formación

El derecho de formación es uno de los pilares básicos en el que se sustenta la actividad preventiva. Se encuentra regulado por el artículo 19 de la LPRL, y en el mismo se establece que el empresario es quien debe garantizar que los trabajadores reciban la formación necesaria.

El contenido del derecho formativo de los trabajadores ha de responder a las siguientes características:

- Dirigirse a todos los trabajadores.
- Implicar una enseñanza al trabajador sobre la realización de su actividad de forma segura.
- Ha de ser teórica y práctica, adecuada y suficiente.
- Debe volver a realizarse cuando se introduzca una nueva técnica o se modifique la tecnología.

En el ámbito de las industrias extractivas, el 13 de mayo de 2008 fue publicada en el BOE, la ORDEN ITC/1316/2008, de 7 de mayo, por la que se aprueba la **Instrucción Técnica Complementaria 02.1.02 “Formación preventiva para el desempeño del puesto de trabajo”** del Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera.

La citada ITC regula el contenido de la formación mínima, la cual ha de responder a la siguiente estructura:

- Definición de los trabajos
- Técnicas preventivas y de protección específica
- Equipos, herramientas o medios auxiliares
- Control y vigilancia sobre los lugares de trabajo
- Interferencias con otras actividades
- Normativa y legislación



## IV. Derechos y obligaciones ante la presencia de un riesgo grave e inminente

Por riesgo grave e inminente se entiende:

**Aquel riesgo que resulte probable racionalmente que se materialice en un futuro inmediato y pueda suponer un riesgo grave para la salud de los trabajadores.**

Ante la presencia de un riesgo grave e inminente se despliega el siguiente esquema de derechos y obligaciones:

### **A) Derecho de los trabajadores: el derecho de resistencia**

El derecho de resistencia es aquel, mediante el cual **el trabajador puede interrumpir su actividad y abandonar el lugar de trabajo, cuando considere que dicha actividad entraña un riesgo grave e inminente para su vida o salud, sin que pueda sufrir perjuicio alguno por ello** (salvo mala fe o negligencia grave), y se encuentra regulado por el artículo 21 de la LPRL.

### **B) Obligaciones empresariales ante la presencia de un riesgo grave e inminente**

- Informar de inmediato a los trabajadores de la presencia del riesgo y de las medidas adoptadas.
- Adoptar las medidas y dar las instrucciones necesarias para que los trabajadores puedan interrumpir su actividad y si fuera necesario abandonar de inmediato el lugar de trabajo.
- Disponer lo necesario para que el trabajador, que no pueda comunicar a sus superiores la situación de peligro adopte las medidas necesarias para evitar las consecuencias de dicho peligro.

### **C) Derecho de los representantes de los trabajadores. Paralización de la actividad**

La LPRL establece el derecho de los representantes de los trabajadores, es decir Comité de Empresa o Delegados de Personal, a paralizar la actividad, en el supuesto de que el empresario no adopte o permita la adopción de las medidas necesarias ante un riesgo grave e inminente.

No obstante cuando no fuera posible reunir al Comité de Empresa o Delegados de Personal, el acuerdo de paralización puede ser adoptado por decisión mayoritaria de los Delegados de Prevención, o en el caso de las actividades mineras como es el caso, por el Delegado Minero de Seguridad.

## **V. La vigilancia periódica del estado de salud de los trabajadores**

**La Vigilancia de la Salud tiene como objetivo fundamental el fomentar y mantener el más alto grado de bienestar físico, mental y social de los trabajadores, con la intención de prevenir todo daño para su salud y procurar mantener al trabajador en aquel empleo que convenga a sus aptitudes psicológicas y fisiológicas.**

*(Organización Mundial de la Salud, OMS)*

La Vigilancia de la Salud en medicina laboral se basa en la recogida sistemática y continua de datos relativos a las condiciones de trabajo, su análisis e interpretación para ser utilizados en la planificación de los programas de prevención laboral.

Se nutre especialmente de la información recogida por los técnicos en Higiene, a partir de cuyas evaluaciones, y junto con el resto de información recibida por otras vías, se puede elaborar la estrategia correspondiente de vigilancia de la salud para un determinado colectivo laboral.

En el ámbito de las empresas, la vigilancia reúne información de encuestas de salud, controles biológicos, estudios de absentismo, registros de accidentes, y por supuesto de la evaluación de riesgos laborales, así como de exámenes de salud de los trabajadores, periódicos o puntuales, diseñados específicamente para valorar los posibles efectos de esos riesgos específicos.



El objetivo de la vigilancia es evitar que las condiciones de trabajo dañen a la salud de los trabajadores, interpretando señales de alarma, en relación a factores de riesgo presentes en el medio ambiente de trabajo, en fase precoz y reversible, como parte del plan de prevención.

Es muy importante tener en cuenta que la Vigilancia de la Salud no equivale a reconocimiento médico. Esta actividad se inscribe en la medicina preventiva y utiliza las herramientas epidemiológicas. Aprovecha todas las fuentes de conocimiento disponibles en la empresa y utiliza, entre otras fuentes, los datos de los reconocimientos médicos.

La Ley de Prevención de Riesgos Laborales introdujo la obligación empresarial de Vigilancia de la Salud, a través del artículo 22, desarrollada luego por el Reglamento de los Servicios de Prevención, y en coherencia con los principios definidos en su capítulo sobre Salud Laboral en la *Ley General de Sanidad* (capítulo IV del Título I de la Ley 14/1986, de 25 de abril).

La obligación derivada del artículo 22 de la LPRL, acerca de “reconocimientos médicos”, supone que:

- ⦿ Debe cumplirse únicamente en función de los riesgos inherentes a la actividad del trabajador.
- ⦿ Ha de ser realizada por personal sanitario competente.
- ⦿ Es voluntaria, salvo:
  - 📖 Cuando sea imprescindible para evaluar los efectos del trabajo en la salud del trabajador.
  - 📖 Cuando sea necesario para verificar si el estado de salud del trabajador es un peligro para él mismo o los demás.
  - 📖 Cuando lo establezca una disposición legal.

Los datos relativos a la Vigilancia de la Salud de los trabajadores no podrán ser usados con fines discriminatorios ni en perjuicio del trabajador.

El acceso a la información médica de carácter personal se limitará al personal médico y a las autoridades sanitarias que lleven a cabo la Vigilancia de la Salud de los trabajadores, sin que pueda facilitarse al empresario o a otras personas sin consentimiento expreso del trabajador.

No obstante lo anterior, el empresario y las personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención, serán informados de las conclusiones que se deriven de los reconocimientos efectuados en relación con la aptitud del trabajador para el desempeño del puesto de trabajo o con la necesidad de introducir o mejorar las medidas de protección y prevención, a fin de que puedan desarrollar correctamente sus funciones en materia preventiva.

## **VI. Obligación empresarial de constituir un Servicio de Prevención y nombrar recursos preventivos en su caso**

En cumplimiento del deber de prevención de riesgos profesionales, y teniendo en cuenta las especialidades características del sector extractivo, el empresario designará uno o varios trabajadores para ocuparse de dicha actividad, constituirá un Servicio de Prevención, o concertará dichos servicios con una entidad especializada ajena a la empresa. (Art. 30.1 de LPRL y RD 39/1997, de 17 de enero, *por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención*).

Teniendo ya en cuenta las particularidades del sector extractivo que impiden hacer uso de todas las alternativas que el RSP establece con carácter general para el conjunto de las actividades laborales, podemos establecer las siguientes modalidades para gestionar la prevención en las empresas mineras:

- ⚙️ Empresas de menos de 250 trabajadores:
  - 📄 Designación de uno o varios trabajadores
  - 📄 Servicio de Prevención Propio
  - 📄 Servicio de Prevención Ajeno
- ⚙️ Empresas de más de 250 trabajadores:
  - 📄 Servicio de Prevención Propio

Además de lo anterior la Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de *Reforma del Marco Normativo de la Prevención de Riesgos Laborales*, añade un artículo 32 bis a la Ley 31/1995, de 8 de Noviembre de Prevención de Riesgos Laborales, mediante el cual se introduce la figura de los **recursos preventivos**, figura que ha sido desarrollada por el artículo 22 bis del RD 39/1997, de 17 de Enero, (RSP), introducido en la modificación que del mismo supuso el RD 604/2006, de 19 de mayo, y que se define como:

Medida preventiva complementaria que tienen como finalidad vigilar el cumplimiento de las actividades preventivas en relación con los riesgos derivados de la situación que determine su necesidad para conseguir un adecuado control de dichos riesgos.

Los recursos preventivos son necesarios en los lugares de trabajo con carácter general “cuando los riesgos puedan verse agravados o modificados, en el desarrollo del proceso o actividad, por la concurrencia de operaciones diversas que se desarrollan sucesiva o simultáneamente y que hagan preciso el control de la correcta aplicación de los métodos de trabajo”, y específicamente en las siguientes circunstancias:

- Trabajos con riesgos especialmente graves de caída desde altura.
- Trabajos con riesgo de sepultamiento o hundimiento.
- Actividades en las que se utilicen máquinas que carezcan de declaración CE de conformidad.
- Trabajos en espacios confinados.
- Trabajos con riesgo de ahogamiento por inmersión.

Los riesgos deberán estar previstos en la Evaluación de Riesgos y en el Documento de Seguridad y Salud, así como en el Plan de Prevención de la empresa.

No obstante, y con carácter excepcional, será necesaria la presencia de recursos preventivos, “cuando las necesidades de dicha presencia sea requerida por la Inspección de Trabajo y Seguridad Social (en este caso también la Autoridad Minera), si las circunstancias del caso así lo exigieran debido a las condiciones de trabajo detectadas”.

Pueden ser recursos preventivos:

- Uno o varios trabajadores designados de la empresa.
- Uno o varios miembros del Servicio de Prevención Propio.
- Uno o varios miembros del Servicio de Prevención Ajeno.
- Uno o varios trabajadores de la empresa a los que el empresario asigne esta responsabilidad de forma expresa (debiendo contar con experiencia en las actividades y formación preventiva de Nivel Básico en PRL, como mínimo).

Las **funciones de los recursos preventivos** son:

- Comprobación de la eficacia y adecuación de las medidas preventivas en relación con los riesgos que determinan la necesidad de un adecuado control.
- Hacer las indicaciones necesarias para el correcto e inmediato cumplimiento de las actividades preventivas.
- Poner en conocimiento del empresario, en su caso, la ausencia, insuficiencia o falta de adecuación de las medidas preventivas.

## VII. Obligaciones de los trabajadores

Los trabajadores tienen una obligación de carácter general establecida en el artículo 19.2 del Estatuto de los Trabajadores:

**El trabajador está obligado a observar en su trabajo las medidas legales y reglamentarias de Seguridad e Higiene.**

Por su parte, la Ley de Prevención de Riesgos Laborales contiene, en su artículo 29, las obligaciones de los trabajadores en esta materia, estableciendo la obligación de cada trabajador, con carácter general de:

**Velar por su propia seguridad y salud en el trabajo y por la de aquellas otras personas a las que pueda afectar su actividad profesional.**





En particular, los trabajadores, con arreglo a su formación y siguiendo las instrucciones del empresario, están obligados a (Art. 29.2 LRPL):

- Usar adecuadamente, de acuerdo con su naturaleza y los riesgos previsibles, las máquinas, aparatos, herramientas, sustancias peligrosas, equipos de transporte y, en general, cualesquiera otros medios con los que desarrollen su actividad.
- Utilizar correctamente los medios y equipos de protección facilitados por el empresario, de acuerdo con las instrucciones recibidas de éste.
- Utilizar correctamente los dispositivos de seguridad.
- Informar de inmediato a su superior jerárquico directo, y a los trabajadores designados para realizar actividades de protección y de prevención o, en su caso, al Servicio de Prevención, sobre cualquier situación que, a su juicio, entrañe, por motivos razonables, un riesgo para la seguridad y salud de los trabajadores.
- Contribuir al cumplimiento de las obligaciones establecidas por la Autoridad competente con el fin de proteger la seguridad y la salud de los trabajadores en el trabajo.
- Cooperar con el empresario para que éste pueda garantizar unas condiciones seguras de trabajo.

En el artículo 29.3 de la Ley se establece que el incumplimiento por parte de los trabajadores de cualquiera de sus obligaciones tendrá la consideración de incumplimiento laboral a los efectos disciplinarios previstos en el artículo 58 del Estatuto de los Trabajadores.

# EL REGLAMENTO GENERAL DE NORMAS BÁSICAS DE SEGURIDAD MINERA Y EL RD 1389/1997

## EL REGLAMENTO GENERAL DE NORMAS BÁSICAS DE SEGURIDAD MINERA (RGNBSM)

El Reglamento de Policía Minera y Metalúrgica, de 23 de agosto de 1934, que estableció las reglas a que se debían ajustar las explotaciones e industrias relacionadas con la minería, ha sido sucesivamente ampliado y actualizado mediante diversas disposiciones complementarias y modificaciones al mismo, tales como el Decreto 1466/1962, de 22 de junio, sobre explosivos o el Decreto 2991/1967, de 14 de diciembre, sobre ventilación de locomotoras de combustión interna.



Los continuos progresos que en la técnica minera se han ido produciendo, y el desarrollo alcanzado en la maquinaria utilizada en las explotaciones, o la distribución de competencias derivadas de la Constitución Española y de los Estatutos de Autonomía, hicieron necesario modificar el contenido de aquel antiguo reglamento, estableciendo un común denominador normativo de vigencia en toda la nación que contuviera los criterios básicos generales en materia de seguridad minera, criterios que deben entenderse como mínimos, y que debían ser de aplicación directa en todo el territorio nacional.

Para el cumplimiento de ese objetivo, el 12 de junio de 1985 se publicó en el BOE el **Real Decreto 863/1985, de 2 de abril, por el que se aprobaba el Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera.**

Dicho Reglamento General sería desarrollado por Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC) que se dictarían por orden del Ministerio de Industria y Energía, y serían de aplicación directa en todas las Comunidades Autónomas carentes

de competencia para reglamentar esta materia. Así mismo, serían también de aplicación subsidiaria, como derecho supletorio a falta de desarrollo reglamentario autonómico, en aquellas comunidades que tuvieran competencia para verificarlo, o en caso de lagunas o insuficiencia de su regulación propia, por remisión expresa.

El Reglamento, actualmente aún en vigor, consta de 15 capítulos donde se establecen las reglas generales mínimas de seguridad a que se sujetan las explotaciones de minas, canteras salinas marítimas, aguas subterráneas, recursos geotérmicos, depósitos subterráneos naturales o artificiales, sondeos y excavaciones a cielo abierto o subterráneas, siempre que en cualquiera de los trabajos se requiera la aplicación de técnica minera o el uso de explosivos, y los establecimientos de beneficio de recursos geológicos en general, en los que se apliquen técnicas mineras.

De su finalidad principal da idea clara la siguiente afirmación recogida en su artículo 2:

*“El presente reglamento básico tiene por objeto la protección de las personas ocupadas en estos trabajos contra los peligros que amenacen su salud o su vida”.*

Hacer aquí aunque fuera tan sólo un resumen de los contenidos del RGNBSM y sus ITCs aumentaría mucho más aún la ya dilatada extensión de este manual. Por otra parte, este cuerpo de normas y disposiciones han de ser profundamente conocidas por todos los Técnicos de Minas que desarrollan su actividad profesional en el ámbito de cualquier explotación minera subterránea, tanto si detentan su Dirección Facultativa, como si asumen otras funciones dentro de su organigrama funcional. Debido a estos motivos ningún tipo de resumen de tan importantes normas para la organización y control de la seguridad de los trabajos mineros como la que aquí pudiera exponerse podría suplir o convalidar este imprescindible conocimiento que deberá ser adquirido por este personal como parte de su cualificación profesional.

En cualquier caso, en la ITC 04.6.02, *Seguridad del Personal*, se indican diversas obligaciones que forman parte de las labores de los Vigilantes, todas las cuales en su totalidad pueden ser asumidas por los Técnicos con responsabilidades directas de mando, o bien deberán responsabilizarse de que sean cumplidas por aquellos, motivo por el que se procede a resumirlas a continuación:

- Los Vigilantes no permitirán la entrada en el frente de las labores hasta haber comprobado que la ventilación es la adecuada y que no existen concentraciones de gases peligrosas.
- En las minas de carbón o con riesgo de presencia de gases peligrosos, estas personas deberán estar equipadas con detectores adecuados para estos reconocimientos.
- Estos reconocimientos previos serán especialmente cuidadosos en los días siguientes a fiestas.
- Igualmente deberán reconocerse detenidamente al comienzo del relevo las labores en las que puedan producirse desprendimientos de techos o hastiales.
- El Vigilante deberá visitar diariamente todas las labores que le han sido confiadas en las que haya obreros trabajando.
- En sus inspecciones deberá velar por el cumplimiento de todas las normas de seguridad, y muy especialmente de:
  - 📖 La adecuada conservación e instalación de las fortificaciones y el saneo de las zonas peligrosas.
  - 📖 El estado de los equipos y de las instalaciones, prohibiendo el uso de los mismos si detecta un peligro, y que no sean utilizados de nuevo en tanto el peligro subsista.
  - 📖 El control de la ventilación general y el estado y uso correcto de las puertas de ventilación o las instalaciones de ventilación secundaria. La revisión de los lugares donde puedan desprenderse o acumularse gases peligrosos debe ser preocupación primordial del Vigilante.
- Asegurarse de que toda labor abandonada permanezca debidamente señalizada en todas sus entradas.
- Tomar las medidas adecuadas en momentos de emergencia, en defensa de la seguridad de las personas, incluso de las que no estén directamente bajo su mando.
- El personal que permanece solo en su lugar de trabajo.

- Debe llevar una relación con los nombres de los obreros destinados a las labores bajo su responsabilidad durante su relevo y controlar su situación y su actuación en relación con la seguridad durante el trabajo.
- Deberá ocuparse preferentemente de aquellos obreros que por su corta experiencia o por la peligrosidad de su trabajo están más expuestos al riesgo.
- Si van a trabajar obreros en el relevo siguiente, el Vigilante no deberá abandonar las instalaciones de la mina hasta haber despachado con el Vigilante entrante, bien directamente o a través de su superior jerárquico, comunicándole toda la información de que dispone en interés de la seguridad de las personas.
- Al final del relevo, debe redactar un parte diario sobre el trabajo desarrollado, donde se hagan constar las novedades que conozca y que conciernen a las labores a su cargo y a la mina en general, especialmente las que afectan a la seguridad o a la higiene de las personas. Estos partes se conservarán a disposición de la autoridad minera durante un período de seis meses.

## EL RD 1389/1997

El RD 1389/1997, de 5 de septiembre, transpone e incorpora al derecho minero español la directiva Directiva 92/104/CEE, sobre disposiciones mínimas en materia de seguridad y salud de los trabajadores de las industrias extractivas a cielo abierto o subterráneas.

En esta norma se establecen una serie de obligaciones del empresario en relación con:

- El diseño, construcción, equipamiento y mantenimiento de los lugares de trabajo.
- La supervisión de los lugares de trabajo.
- Las instrucciones de seguridad.
- Las instalaciones de primeros auxilios.
- Las prácticas de seguridad.
- La información de accidentes mortales y graves.

- ⊗ La coordinación de las actividades subcontratadas.
- ⊗ Las medidas de protección contra incendios, explosiones y atmósferas nocivas.
- ⊗ Las medidas de salvamento y evacuación.
- ⊗ Los sistemas de comunicación, alerta y alarma.
- ⊗ La vigilancia de la salud.
- ⊗ La información y consulta y participación de los trabajadores.

Pero sin duda la mayor aportación novedosa de esta reglamentación está en el establecimiento de la obligatoriedad de la elaboración del “Documento sobre seguridad y salud”, que recoja los requisitos pertinentes contemplados en los capítulos III y V de la LPRL y que ha de demostrar que:

- ⊗ Los riesgos laborales han sido identificados y evaluados.
- ⊗ Se van a adoptar medidas para cumplir el contenido del citado RD 1389/1997.
- ⊗ La concepción, utilización y mantenimiento del lugar de trabajo y de los equipos son seguros.

Posteriormente, el contenido mínimo y estructura de este Documento sobre seguridad y salud, o DSS, fue regulado en el año 2006 a través de la ITC 02.1.01, del RGNBSM.

Mencionaremos a modo de recordatorio alguna de las indicaciones preceptivas que se muestran en el texto reglamentario y que son de especial interés para el personal que ostenta la función de Vigilante:

- ⊗ En cuanto a la organización de los lugares de trabajo, cuando los trabajadores estén aislados, deberán contar con una vigilancia adecuada o poder mantenerse en contacto a través de medios de telecomunicación.
- ⊗ Sobre las labores de control y vigilancia:
  - 📌 Todos los lugares de trabajo deberán estar en todo momento bajo el control de una persona responsable.
  - 📌 Deberá disponer de una vigilancia con el fin de asegurar la protección de la seguridad y de la salud de los trabajadores durante las operaciones que se realicen.



- ⊗ En relación a la ejecución de tareas por trabajadores competentes:
  - 📄 En todos los lugares de trabajo ocupados por trabajadores, deberá haber un número suficiente de ellos con las aptitudes, la experiencia y la formación necesarias para realizar las tareas que tengan asignadas.
- ⊗ Sobre la información al personal que ha de realizar una labor:
  - 📄 Los trabajadores deberán recibir la información, las instrucciones, la formación y el reciclaje necesarios para preservar su seguridad y su salud.
- ⊗ En lo que respecta a la obligatoriedad de realizar y difundir instrucciones por escrito:
  - 📄 Deberán elaborarse instrucciones por escrito para cada lugar de trabajo, en las que se definan las normas que se deberán observar para garantizar la seguridad y la salud de los trabajadores y la utilización segura de los equipos e instalaciones.
- ⊗ Acerca de la ejecución de un trabajo siguiendo las directrices marcadas por modos operativos seguros:
  - 📄 Deberán aplicarse para cada lugar de trabajo o para cada actividad.
- ⊗ En cuanto a las Autorizaciones de Trabajo:
  - 📄 Deberá establecerse un sistema de Autorizaciones de Trabajo para la ejecución de trabajos peligrosos.
- ⊗ En lo concerniente a algunas disposiciones especiales aplicables a las industrias extractivas subterráneas:
  - 📄 Salidas: toda explotación subterránea deberá tener acceso a la superficie mediante al menos dos salidas diferentes.
  - 📄 Labores: las labores en donde se efectúen trabajos serán realizadas, utilizadas, equipadas y mantenidas de tal manera que los trabajadores puedan trabajar y circular por ellas con el mínimo riesgo.
  - 📄 Sostenimiento y estabilidad de los terrenos: deberá colocarse un sostenimiento inmediatamente después de la excavación, salvo cuando la estabilidad de los terrenos no lo haga necesario. Se inspeccionará periódicamente la estabilidad de los terrenos



y después de cada inspección el encargado de realizarla registrará en un documento la fecha y los resultados obtenidos.

📌 Ventilación: todas las labores subterráneas de acceso autorizado deberán estar ventiladas de forma adecuada. Deberá elaborarse un plano de la ventilación y actualizarlo periódicamente.

⚙️ En lo relativo a las medidas de precaución relativas a la evacuación de los trabajadores:

📌 Los trabajadores deberán disponer de un aparato de autosalvamento de protección respiratoria, constantemente a su alcance.

📌 Deberán ser instruidos acerca de su modo de empleo.

📌 Este aparato permanecerá depositado en la mina y se controlará regularmente su buen estado.

⚙️ Sobre el control de presencia en el interior de la mina:

📌 Deberá disponerse de un sistema organizativo para conocer en todo momento las personas que se encuentran en el interior de la mina.

⚙️ En cuanto a la organización del salvamento:

📌 Deberá preverse una organización de salvamento apropiada.

📌 Esta organización de salvamento deberá disponer del número suficiente de brigadistas entrenados y del material de intervención adecuado.

## REGLAMENTO DE EXPLOSIVOS

En el año 2005, en lunes 13 de marzo, entró en vigor el Real Decreto 277/2005, de 11 de marzo, *por el que se modifica el Reglamento de Explosivos, aprobado por el Real Decreto 230/1998, de 16 de febrero.*

Consta de un Artículo Único denominado “*Modificación del reglamento de explosivos, aprobado por el Real Decreto 230/1998, de 16 de febrero*”, y está destinado al control estricto de la fabricación, circulación, almacenamiento, comercio, tenencia y utilización de explosivos, dado el evidente riesgo que genera para la seguridad ciudadana la sustracción de los explosivos, así como su desviación para usos delictivos.





Este Real Decreto de modificación del anterior en vigor está por tanto estrechamente vinculado con el mantenimiento de la seguridad ciudadana. En él se establecen dos nuevos artículos en relación al personal que interviene en los procesos de manejo y consumo de explosivos:

Art. 3. “El personal que interviene en los procesos de manejo y consumo de explosivos será el que a continuación se enumera, y tendrá las funciones que para cada uno se señalan:

a) El director facultativo de la voladura o, en su defecto, el director facultativo de la explotación u obra es el encargado de designar tanto a la persona responsable de la llevanza del libro registro de consumo como a la persona responsable del equipo de trabajo o de la voladura a que se refiere este reglamento.

En el supuesto de que no se haya procedido a las anteriores designaciones, la responsabilidad la asumirá directamente el director facultativo de la voladura o, en su defecto, el de la explotación u obra.

b) El responsable del equipo de trabajo o de la voladura, además de las funciones que por su cargo tiene encomendadas, y de reunir los requisitos exigidos para su nombramiento, deberá custodiar y garantizar la correcta utilización del material explosivo.

Asimismo, deberá firmar las actas de uso de explosivos y acreditar que los datos que obran en ellas son ciertos.

c) Otras personas que manejen o manipulen explosivos podrán intervenir en el proceso de su consumo, siempre que hayan sido debidamente nombrados. Serán responsables de la correcta utilización de los explosivos y, en su caso, de aquellas otras obligaciones que les encomiende la dirección facultativa.”

Art. 4. “Las habilitaciones específicas para la utilización de explosivos serán concedidas por el Área Funcional de Industria y Energía de la Delegación del Gobierno correspondiente e incluirán las condiciones técnicas y de seguridad que se dan en ellas. No obstante lo anterior, los responsables de la explotación u obra deberán comunicar la contratación de tales personas a la Intervención de Armas y Explosivos correspondiente, la cual podrá oponerse por razones de seguridad pública debidamente acreditadas.



*Igualmente, los responsables de la explotación u obra deberán comunicar con la suficiente antelación a la Intervención de Armas y Explosivos correspondiente la contratación de trabajadores distintos de los anteriores que intervengan en el proceso de consumo de explosivos.”*

Otra novedad introducida por este Real Decreto aparece en lo concerniente a la gestión de explosivos y control mediante la cumplimentación del correspondiente libro-registro:

*“En todas las explotaciones y obras en las que se consuman explosivos deberá llevarse un libro registro específico, en el que se consignarán diariamente las entradas, salidas y existencias, así como los datos de identificación del material, del efectivamente consumido y del sobrante, y de todo el personal que ha intervenido. Dicho libro registro, previamente a su utilización, deberá presentarse ante el Área Funcional de Industria y Energía de la Delegación del Gobierno para ser foliado, sellado y diligenciado.*

*Además de lo dispuesto en el párrafo anterior, cada día que se consuman explosivos, los responsables de cada equipo de trabajo o voladura que se designen específicamente deberán completar y firmar un acta de uso de explosivos.”*

Por último, también aparece la figura del servicio de vigilantes de seguridad de explosivos (que no debe ser confundido con la del Vigilante Minero de interior, sea de Explotación, Preparaciones, etc., o incluso adscrito al Servicio de Seguridad del centro de trabajo correspondiente) con la finalidad de reforzar la protección de los explosivos en su fase final de consumo:

*“Los responsables de la explotación u obra deberán contar con un servicio de vigilantes de seguridad de explosivos, los cuales a la finalización del proceso de voladura podrán efectuar de forma aleatoria registros individuales al personal que haya participado en dicha operación, todo ello de acuerdo con un plan aprobado y supervisado por la Intervención de Armas y Explosivos correspondiente, a la que se le enviará mensualmente un resumen de las actuaciones realizadas”.*

## INSTRUCCIONES DE TRABAJO

El deber de obediencia a las órdenes e instrucciones de trabajo, orales y/o escritas del empresario, a través de los mandos intermedios del trabajador y del Director Facultativo de la explotación, es un deber básico del trabajador, regulado en el artículo 5, apartados a) y c), del Estatuto de los Trabajadores.

El citado deber de obediencia supone que el trabajador está obligado a realizar el trabajo convenido bajo la dirección del empresario o persona en quien éste delegue (Vigilantes/Mandos Intermedios/Dirección Facultativa), y se encuentra obligado a la diligencia y colaboración que marquen no sólo las instrucciones y ordenes del empresario, sino también las disposiciones legales y los convenios colectivos, así como la Disposiciones Internas de Seguridad (DIS).

En consecuencia con lo anterior, el trabajador no puede erigirse en definidor de sus propias obligaciones profesionales, por lo que si recibe una orden debe cumplirla, sin perjuicio de que tras su cumplimiento pueda ejercer las acciones legales oportunas.

Ahora bien, el deber de obediencia tiene una excepción muy importante bajo la que el trabajador puede ejercer un derecho de resistencia, en el caso de que la orden le obligue a afrontar una situación de la que pueda derivarse cualquier grave daño, difícilmente reparable:

- ⊗ Para sus intereses legítimos
- ⊗ Para su integridad física o salud
- ⊗ Para su dignidad personal

Todo ello sin perjuicio del derecho del trabajador a abandonar su puesto de trabajo ante la presencia de un riesgo grave e inminente analizado en un apartado anterior.

Por lo que respecta a la finalidad y estructura que deben poseer en materia preventiva las instrucciones de trabajo, se ha de dejar claro que éstas se han de caracterizar básicamente por desarrollar secuencialmente los pasos a seguir para la correcta realización de un trabajo o tarea. Por tanto, deben servir de guía al trabajador en el desarrollo de sus actividades.

En este sentido es conveniente, por tanto, elaborar instrucciones de trabajo escritas de aquellas tareas que se consideren críticas, bien sea por su complejidad y dificultad, bien sea debido a que la mala ejecución u omisión de dicha tarea pueda repercutir significativamente en la calidad o seguridad del trabajo.

Al igual que se comentó en el caso de los procedimientos de trabajo vistos en el capítulo 5, no podemos desarrollar pormenorizadamente en este punto la metodología más adecuada para la elaboración de Instrucciones de Trabajo, dado que el objetivo de este manual es otro muy diferente. No obstante sí podemos al menos aportar unas breves consideraciones prácticas de cara a su desarrollo integral por parte de la empresa:

⊗ La elaboración de las instrucciones de trabajo en instalaciones mineras debería correr a cargo del Director Facultativo como el mejor conocedor a nivel técnico de las actividades y del entorno de trabajo. Sin embargo, otra serie de miembros del organigrama preventivo de la empresa deberán participar en esa elaboración con diferentes cometidos:



- 📖 Los mandos intermedios como responsables de su distribución y de velar por su cumplimiento, así como de detectar sus mejoras o actualizaciones cuando sea necesario, y también de la identificación de la necesidad de otras nuevas.
- 📖 El personal de los Servicios de Prevención asesorando y revisando las Instrucciones antes de su puesta en circulación.
- 📖 Los representantes de los trabajadores en materia de seguridad y salud serán consultados antes de la aprobación definitiva.

Los trabajadores deberán cumplir con las mismas, pero es importante que se cuente con su opinión en el proceso de elaboración, y también podrán comunicar las carencias o deficiencias que encuentran en su aplicación.

Las **fases** por las que debería pasar su elaboración y proceso de implantación, habrían de ser:

- ⊗ Determinación de las actividades o tareas objeto de la instrucción.
- ⊗ Planificación de la elaboración de instrucciones.

- Análisis de la tarea a sistematizar.
- Redacción de la instrucción.
- Aprobación, tratamiento y control de la instrucción.
- Distribución y divulgación de la instrucción.
- Revisión periódica y actualización.

## DISPOSICIONES INTERNAS DE SEGURIDAD

Las Disposiciones Internas de Seguridad (DIS) son normas internas del centro con las que se busca regular más ampliamente diversos aspectos que el RGNBSM o sus ITCs no dejan suficientemente definidas, o que deben ser mejor precisadas en función de las condiciones particulares de los diferentes lugares de trabajo existentes en el centro.

Son normas de seguridad específicamente mineras, pues su origen y previsión hay que encontrarlo en el RGNBSM que es quien las establece y les da carta de origen.

Precisamente por las mismas razones anteriores, su elaboración corresponde al Director Facultativo de la explotación, debiendo a continuación, y con carácter previo a su puesta en circulación, ser sometidas a la aprobación de la Autoridad Minera, que debe analizar su pertinencia y correcto desarrollo.

Una vez se haya producido aquella, la correspondiente DIS se convierte en una **norma de obligado cumplimiento** para todo el personal de la empresa principal y las empresas contratistas cuyo personal desarrolle trabajos afectados por el ámbito de aplicación de la DIS dentro del centro de trabajo minero.

Precisamente por ser normas cuya necesidad debe juzgar la Dirección Facultativa en función de las características del entorno de trabajo y la naturaleza y condiciones de los trabajos efectuados, cada centro de trabajo dispondrá de su propia relación de DIS, siendo cada una de las mismas específica y exclusivamente válidas para el mismo, como así habrá aprobado la Autoridad Minera.

A pesar de ello, el RGNBSM considera la necesidad de disponer de una serie de DIS obligatorias en todo centro de trabajo, según que se trate de una explotación a cielo abierto o subterránea. A continuación se muestran las más importantes para el **caso de trabajos de interior**, tratándose en cualquier caso de una relación no exhaustiva:

RELACIÓN NO EXHAUSTIVA DE DIS OBLIGATORIAS SEGÚN RGNBSM	
ASPECTOS REGULABLES	AFECTA
Circulación de personal por pozos	Labores subterráneas
Circulación de personal y del material	Labores subterráneas
Organización para la seguridad del personal; responsabilidades y atribuciones de los niveles jerárquicos; medidas en circunstancias excepcionales; prevención y lucha contra incendios; movimientos de máquinas; saneamiento y seguridad de hastiales; prevención y lucha contra el polvo; reconocimiento de labores y ambiente de mina	Labores subterráneas
Prevención de formación de polvo en frentes y talleres de arranque	Labores subterráneas
Explotación de minas, cuarteles o capas de 4ª categoría	Minas subterráneas de carbón y labores con riesgo de explosión
Comportamiento del personal en el embarque	Labores subterráneas. Pozos
Desatranque o reparación de tuberías	Labores subterráneas. Pozos
Medidas de seguridad para cables de extracción	Labores subterráneas
Circulación de personas en jaulas y skips	Labores subterráneas. Circulación por pozos
Conservación de las instalaciones de extracción	Labores subterráneas
Circulación del personal y transporte de materiales por planos inclinados	Labores subterráneas
Circulación de vehículos automotores	Labores subterráneas
Organización para cuidar la seguridad del personal	Labores subterráneas
Prevención de incendios en instalaciones de cintas transportadoras	Labores subterráneas
Régimen de funcionamiento de los ventiladores principales	Labores subterráneas



RELACIÓN NO EXHAUSTIVA DE DIS OBLIGATORIAS SEGÚN RGNBSM	
ASPECTOS REGULABLES	AFECTA
Trabajos en labores con temperatura equivalente comprendida entre 30 y 33°C	Labores subterráneas
Condiciones de la ventilación secundaria	Minas subterráneas de carbón y labores con riesgo de explosión. Minas con grisú y otros gases inflamables
Restablecimiento de la ventilación secundaria en caso de parada	Minas subterráneas de carbón y labores con riesgo de explosión. Minas con grisú y otros gases inflamables
Parada de la ventilación secundaria	Minas subterráneas de carbón y labores con riesgo de explosión. Minas con grisú y otros gases inflamables
Tipos de tubería, uniones y normas para la instalación de la ventilación secundaria	Minas subterráneas de carbón y labores con riesgo de explosión. Minas con grisú y otros gases inflamables
Ventilación de chimeneas, contrataques y coladeros	Minas subterráneas de carbón y labores con riesgo de explosión. Minas con grisú y otros gases inflamables
Reconocimiento previo de labores con ventilación secundaria	Minas subterráneas de carbón y labores con riesgo de explosión. Minas con grisú y otros gases inflamables
Transporte de personal en cintas	Labores subterráneas
Regulación de los trabajos del personal de mantenimiento eléctrico	Todo tipo de labores
Utilización lámparas portátiles	Instalaciones de interior
Consumo habitual de explosivos	Explosivos
Transporte interno de explosivos	Explosivos
Corte de cartuchos	Explosivos

**RELACIÓN NO EXHAUSTIVA DE DIS OBLIGATORIAS SEGÚN RGNBSM**

ASPECTOS REGULABLES	AFECTA
Periodicidad de la revisión de explosivos almacenados y destrucción de los deteriorados	Explosivos
Carga de barrenos y pega	Explosivos
Recuperación de barrenos fallidos	Explosivos

El RGNBSM no establece el formato estándar que debe presentar cualquier DIS, quedando la determinación del mismo a criterio de la Dirección Facultativa y de las observaciones que estime oportunas la Autoridad Minera. Debido a esto y a que tratan aspectos muy diferentes, es imposible que presenten una estructura prefijada, ni que se repita de una a otra.

No obstante, todas ellas deberían incluir como puntos obligados un *Objeto*, y un *Campo de aplicación* o *Alcance*. En el primer caso se refiere a la finalidad que persigue como documento, y en el segundo a los trabajadores, instalaciones o maquinaria a los que afectan, así como el centro de trabajo concreto en el que son de aplicación las disposiciones contenidas en la norma.

Otros puntos que aparecen en la inmensa mayoría son las *Medidas a tomar*, en referencia a las prescripciones propiamente dichas.

Como orientaciones acerca de otros aspectos que habrían de ser tomados en cuenta a la hora de redactar cualquier DIS, también debería figurar en lugar bien visible (normalmente en su primera página), el número, denominación y fecha en la que ha sido aprobada por la Autoridad Minera. Sería igualmente muy recomendable que la sistemática de los documentos incluyese referencias a si el mismo se encuentra en vigor o no, así como si ha experimentado revisiones a lo largo de su período de vigencia.

Otras referencias de interés en los textos de cualquier DIS pueden ser también:

- ⦿ El artículo del RGNBSM o la ITC a la que complementa o precisa, cuando se trata de algún aspecto previsto en la normativa general de Seguridad.
- ⦿ Su interrelación (en caso de producirse) con otras DIS, Procedimientos de Trabajo, Instrucciones, etc. elaborados por la empresa y que se hallen vigentes.









## BIBLIOGRAFÍA

- ⦿ *Manual de formación preventiva para el desempeño de los puestos de operador de arranque/carga y operador de perforación/voladura, picador, barrenista y ayudante minero, en actividades extractivas de interior.* CARAC CONSULTORES, 2008.
- ⦿ *Formación preventiva en la minería de la potasa para el desempeño de los puestos de trabajo de operadores de arranque/carga/transporte: rozador (operador de minador), conductor de camión de minador y operador de pala cargadora de interior.* CARAC CONSULTORES, 2009.
- ⦿ *Formación preventiva en la minería de la potasa para el desempeño de los puestos de trabajo de operadores de mantenimiento y servicios auxiliares de mina.* CARAC CONSULTORES, 2010.
- ⦿ *Formación preventiva en la minería de la potasa para el desempeño de los puestos de trabajo de operadores de labores auxiliares y transporte vertical.* CARAC CONSULTORES, 2010.
- ⦿ *Manual de formación preventiva para el desempeño del puesto de trabajo de Vigilante en actividades extractivas de interior.* CARAC CONSULTORES, 2010.
- ⦿ *Formación preventiva en la minería de la potasa para el desempeño de los puestos de trabajo de operadores de planta de tratamiento de minerales.* CARAC CONSULTORES, 2010.
- ⦿ *Formación preventiva para el desempeño del puesto de sondista en actividades extractivas.* CARAC CONSULTORES, 2010.
- ⦿ *Formación preventiva para el desempeño del puesto de geólogo en actividades extractivas.* CARAC CONSULTORES, 2010.

- ⊗ *Manual de formación preventiva para el desempeño de los puestos de trabajo de operadores de mantenimiento eléctrico y/o mecánico en actividades extractivas de interior.* CARAC CONSULTORES, 2011.
- ⊗ *Formación preventiva en la minería de la potasa para el desempeño del puesto de trabajo de Vigilante de mina.* CARAC CONSULTORES, 2011.
- ⊗ *Manual de seguridad en cintas transportadoras de explotaciones mineras.* CARAC CONSULTORES, 2007.
- ⊗ *Guía para la elaboración del Documento sobre Seguridad y Salud en las industrias extractivas.* CARAC CONSULTORES, 2006.
- ⊗ *Carga, Transporte y Extracción en Minería Subterránea.* María B. Díaz Aguado. Septem Ediciones, 2006.
- ⊗ *Manual de empleo de explosivos.* Unión Española de Explosivos, 2003.
- ⊗ *Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera e Instrucciones Técnicas Complementarias.* Centro de Publicaciones del Ministerio de Industria y Energía. Ed. 1/2000.
- ⊗ BARLOWORLD FINANZAUTO. <http://www.finanzauto.es>
- ⊗ VOLVO (VOLMAQUINARIA DE CONSTRUCCION ESPAÑA S.A.).  
<http://www.volvo.com/dealers/es-es/Volmaquinaria>
- ⊗ MINING.COM MAGAZINE. <http://magazine.mining.com>
- ⊗ ATLAS COPCO ESPAÑA. <http://www.atlascopco.es>
- ⊗ ARCHIVO HISTÓRICO MINERO. <http://www.archivohistoricominero.org>





**CONFEDEM**



**carac**  
consultores