

2009

MANUAL DE FORMACIÓN PREVENTIVA PARA EL DESEMPEÑO DEL PUESTO DE OPERADOR DE MAQUINARIA DE TRANSPORTE, CAMIÓN Y VOLQUETE, EN ACTIVIDADES EXTRACTIVAS DE EXTERIOR

Secretaría de Estado de Energía

Ministerio de Industria, Turismo y Comercio

Laboratorio Oficial J. M. Madariaga

Universidad Politécnica de Madrid



12/11/2009

MANUAL DE FORMACIÓN PREVENTIVA PARA EL DESEMPEÑO DEL PUESTO DE OPERADOR DE MAQUINARIA DE TRANSPORTE, CAMIÓN Y VOLQUETE, EN ACTIVIDADES EXTRACTIVAS DE EXTERIOR

ITC 02.1.02. ET 2000-1-08

CAPÍTULO 3

EQUIPOS, HERRAMIENTAS O MEDIOS AUXILIARES DE CADA MÁQUINA O VEHÍCULO EN PARTICULAR

Una forma de conseguir que se trabaje con Seguridad es conocer cómo funciona la Máquina o Vehículo con los que se va a trabajar o se está trabajando; esto ayuda al Trabajador a detectar posibles anomalías siguiendo los avisos de sus Instrumentos de Control y estar prevenido de posibles riesgos derivados de un funcionamiento incorrecto. En este Capítulo, se estudian los distintos componentes que forman parte de una Máquina de Transporte en las dos posibilidades que se contemplan en el presente Manual, es decir, Volquetes Rígidos y Articulados, su funcionamiento básico a nivel de Operador, siempre enfocado a la Seguridad, deteniéndose en aquellos dispositivos con los que los fabricantes dotan a sus Máquinas y Vehículos para que puedan cumplir con los requisitos esenciales de Seguridad que exige el marcado CE o con los requisitos mínimos establecidos en el Anexo I del Real Decreto 1215/1997, en función de la fecha de la primera puesta en servicio de la Unidad. También se hará una breve referencia a los Volquetes de Cadenas y a los Camiones de Carretera.

I. CONOCIMIENTO GENERAL DE LA MÁQUINA

Aunque no es imprescindible que el Operador de una Máquina conozca a fondo su funcionamiento, es conveniente que sepa cómo se comportan sus componentes, al menos de una forma elemental; con ello se consiguen tres objetivos:

- I. En el caso de un funcionamiento anormal de alguno de sus circuitos, decidir si se puede o no seguir trabajando sin tomar riesgos innecesarios que puedan repercutir en su Seguridad, pero no parando su Máquina por alguna anomalía que no supone riesgo, ni de avería para ésta, ni de accidente.
- II. Si se produce una avería en circuitos clave de la Máquina, tales como dirección, frenos, sistema hidráulico del equipo, etc., saber cómo y cuándo se activarán sus sistemas de emergencia, y cuál será el resultado de dicha actuación.
- III. Conocer los riesgos inherentes en lo que a Seguridad se refiere, que son consecuencia de las características de funcionamiento de sus componentes.

Aunque el funcionamiento general de un determinado tipo de Máquina es parecido en todas las marcas, cada una de ellas tiene unas peculiaridades que las diferencian unas de otras y que el Operador debe conocer; a este fin va enfocada la exigencia de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales cuando obliga a que éste reciba una formación específica sobre el modelo de Máquina con la que trabaja.

En este apartado estudiaremos el Funcionamiento Básico de cada uno de los componentes de un Volquete Rígido y Articulado a una profundidad que permita lograr los tres objetivos que acabamos de indicar.

El Volquete Rígido es una Máquina dedicada expresamente al transporte interior de una Explotación Extractiva a Cielo Abierto, dotado de una Caja de un Volumen variable, capaz de



transportar cargas que van desde las 35 toneladas de los modelos más pequeños, hasta las 400 toneladas de los modelos más grandes, a una velocidad que alcanza los 60-70 km/h. En las Explotaciones Mineras Españolas, Plantas de Áridos, etc., lo más normal es que se utilicen modelos entre las 35 y las 100 toneladas, quedando los modelos de mayor tamaño para las Grandes Minas, en las que trabajan unidades que rondan las 200 toneladas.



Por lo que se refiere a los Volquetes Articulados, su tamaño es considerablemente menor pues su capacidad alcanza las 40 toneladas, o las supera ligeramente. La diferencia fundamental con los Rígidos estriba en la forma de dirigirlos, así como en que todos sus ejes, al menos en los modelos modernos, son motrices. En la actualidad su configuración es de Tres Ejes, si bien hace unos años, existían modelos con sólo dos ejes, con tracción en ambos.

Aunque no los vamos a estudiar a fondo por las pocas unidades que se utilizan, vamos a hacer una breve referencia a los Volquetes de Cadenas. Son vehículos que utilizan para su desplazamiento cadenas de caucho, que les permiten evolucionar por terrenos embarrados, incluso

helados. Su tamaño apenas alcanza cargas superiores a 25 toneladas, y, consecuencia de su diseño sobre cadenas, transmite al suelo una presión inferior a 1 kg/cm².

Son Máquinas con Transmisión Hidrostática con tracción independiente para cada cadena, lo que les hace enormemente maniobrables.

Centrándonos en los Volquetes Rígidos y Articulados, vamos a estudiar su funcionamiento Básico, explicándolo de forma común para ambos tipos de Volquete y particularizando aquellos detalles que son aplicables a uno u otros de forma específica .

Existen Volquetes en los que el Motor mueve uno o varios Generadores Eléctricos que son los que, a su vez, mueven los motores de tracción que accionan las ruedas motrices; se utilizan en modelos muy grandes de algunas marcas, por lo que no vamos a estudiarlos en este Manual.



Los Componentes Básicos de un Volquete son:

- ⇒ Motor
- ⇒ Transmisión
- ⇒ Frenos
- ⇒ Dirección
- ⇒ Sistema Hidráulico del Basculante
- ⇒ Sistema Electrónico
- ⇒ Bastidor
- ⇒ Suspensión
- ⇒ Neumáticos
- ⇒ Cabina

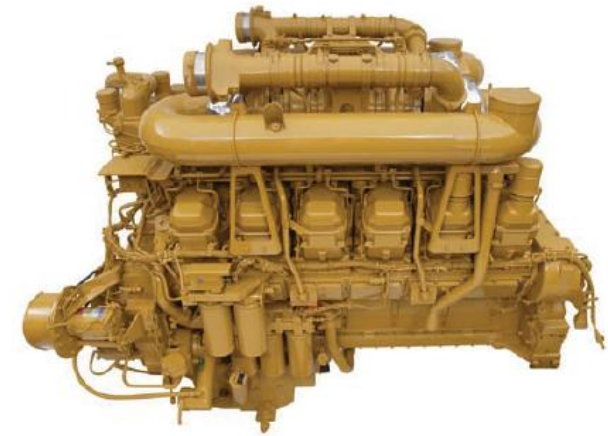
A continuación, se estudian cada uno de ellos.



1.1 Motor

En cualquier modelo de Maquinaria Móvil se utiliza motor diesel por varios motivos:

- Por su robustez, muy superior a la de otros motores, y que dan unos valores de par motor y potencia mayores que otras posibles opciones.
- Por Seguridad, dado que el gas-oil no arde nada más que bajo unas determinadas condiciones de presión y temperatura, muy superiores a aquellas con las que nos encontramos habitualmente. A la presión atmosférica y a la temperatura ambiente no se inflama a menos que haya algún elemento que le haga desprender vapores que sí son inflamables.
- Por economía; su coste es inferior al de la gasolina, y al de cualquier otro combustible para motores que alcancen los valores de par y potencia que se obtienen con ellos.



Habitualmente se utilizan motores de cuatro tiempos, si bien hay fabricantes que se decantan por motores de dos tiempos; no vamos a detenernos en este Manual en explicar el funcionamiento de ambas opciones, porque las consideramos conocidas por la mayoría de los Operadores, pero sí que vamos a detenernos brevemente en el Funcionamiento de sus Sistemas Auxiliares que son los causantes de la mayor parte de las averías de un motor.

Estos **Sistemas Auxiliares** son:

- Sistema de Engrase.
- Sistema de Refrigeración.
- Sistema de Admisión y Escape.
- Sistema de Inyección.



→ SISTEMA DE ENGRASE

También conocido como Sistema de Lubricación, está formado por aquellos componentes que se encargan de llevar el aceite a todos los puntos del motor que lo necesitan para conseguir que funcione sin averías durante muchas horas. Su elemento fundamental es **EL ACEITE** que **REALIZA TRES MISIONES:**

1. *Engrasar.* Todos los elementos que componen un motor, tales como cigüeñal, bielas, pistones, segmentos, válvulas, etc., se fabrican con aleaciones de materiales metálicos; el roce entre sus superficies sin ningún lubricante, provocaría un aumento de temperatura tal que en pocos segundos, se alcanzaría su punto de fusión, produciéndose lo que se conoce como “gripado” del motor, avería que lo deja inservible, con una reparación larga, difícil y costosa. Para evitar este problema, se utiliza aceite de forma que entre las superficies metálicas que van a estar en contacto, se cree una película que lubrique ambas superficies de forma que el contacto metal-metal se sustituya por metal-aceite-metal y se disminuya el rozamiento en todo lo posible.



2. *Refrigerar.* El aceite llega a zonas en las que las temperaturas que se alcanzan harían imposible su refrigeración por agua; baste pensar que a 100°C ésta comienza a hervir, se convierte en vapor y se reduce en gran medida su poder de enfriar; además, este vapor produciría la oxidación de las superficies metálicas, de tal forma que aceleraría su desgaste. Con el aceite podemos enfriar estos puntos sin temor a la oxidación.
3. *Limpiar.* El aceite, al tiempo que engrasa y circula por el interior del motor, arrastra la suciedad que se produce por los residuos de la combustión; este trabajo de limpieza se completa en el filtro que es el encargado de retener estas partículas y asegura un aceite limpio en todo el circuito; obviamente, el filtro se va obturando conforme va reteniendo la suciedad, por lo que los motores llevan uno o más elementos filtrantes que deben cambiarse a las horas indicadas por el fabricante. El poder detergente de un aceite puede mejorarse añadiéndole determinados aditivos que lo potencian; su mayor o menor presencia depende de la calidad que el fabricante establezca.

Para cumplir estas misiones, **EL ACEITE debe poseer, en el grado exigido por el fabricante de la máquina, las siguientes PROPIEDADES:**

1. *Viscosidad.* Por esta propiedad, el aceite es capaz de formar una película de pequeño espesor que resiste los esfuerzos cortantes que le transmiten las piezas en contacto sin que ésta se rompa. Normalmente, se mide en grados SAE, y, según sea la calidad del aceite, mantienen esta graduación hasta una cierta temperatura ambiente; por encima de este límite, el aceite se fluidifica y pierde parte de su viscosidad con lo que la película de engrase se rompe, hay puntos de roce metal contra metal y se aumenta el desgaste, pudiéndose producir, si esta circunstancia se mantiene mucho tiempo, una avería grave en el motor. Los fabricantes de aceites dan unas tablas en las que se recoge hasta qué temperatura ambiente el aceite mantiene su viscosidad, y por debajo de qué otra su viscosidad aumenta de tal forma que el aceite no es capaz de “fabricar” la película de engrase. Actualmente, existen en el mercado aceites multigrados que son perfectamente válidos para utilizarlos en la Maquinaria Móvil.
2. *Punto de Inflamación.* Indica la temperatura máxima que el aceite soporta sin arder; en los motores de las Máquinas, se montan enfriadores de aceite en el sistema de engrase, para disminuir el volumen de aceite necesario y para que no alcance dicha temperatura.
3. *Clasificación del Aceite.* En el mercado hay una gran cantidad de firmas que fabrican aceites, cada una de las cuales ofrece una gama de productos más o menos amplia; no todos ellos tienen las mismas características ni sus propiedades alcanzan los mismos valores. Para que



el usuario pueda decidir cuál de ellos es el adecuado a sus necesidades. Los aceites se clasifican en grupos cada uno de los cuales cumple con unos mínimos en sus propiedades. Por otra parte, no hay una sola organización encargada de hacer estas clasificaciones; siglas tales como S.A.E. (Society Automotive Engineering), MIL (Military) del Ejército de los EEUU, A.P.I. (American Petroleum Institute), todas ellas americanas y otras europeas como las Normas I.S.O., son algunas de las muchas existentes, que clasifican sus aceites por su calidad. Estas clasificaciones vienen especificadas en las latas o bidones; depende de los fabricantes la decisión de poner a qué grupo pertenece según una o varias de las clasificaciones actualmente en vigor.

SELECCIÓN DE UN ACEITE. A la hora de seleccionar un aceite, es en este punto en el que hay que fijarse en primer lugar; suelen ser códigos de una o varias letras que diferencian si el aceite es para motores diesel o de gasolina, por ejemplo, y, dentro de cada uno de estos dos grupos, los diferentes grados de calidad. Una vez que se haya escogido el de la calidad adecuada, hay que escoger el grado de viscosidad adecuado a la temperatura ambiente de la zona geográfica en la que va a trabajar.

MEZCLA DE ACEITES. Es una duda que surge siempre; cuando hay que rellenar el cárter de un motor porque le falta algo de aceite, y no se dispone de suficiente información. Diremos desde el principio que, siempre que sea posible, se debe evitar la mezcla de aceites; existe la teoría que dos aceites se pueden mezclar solamente si tienen el mismo grado de viscosidad. *Esto es totalmente falso.* Si se mezcla un SAE 30 con un SAE 40, por ejemplo, el resultado final de la mezcla es un lubricante con un grado SAE intermedio, más o menos próximo a uno de ellos según sea la proporción en que se ha producido la mezcla. **Lo que sí que es imprescindible es que los dos aceites estén clasificados en el mismo grupo**, para que sean de la misma calidad y evitar en lo posible las reacciones químicas de los hidrocarburos que los componen.

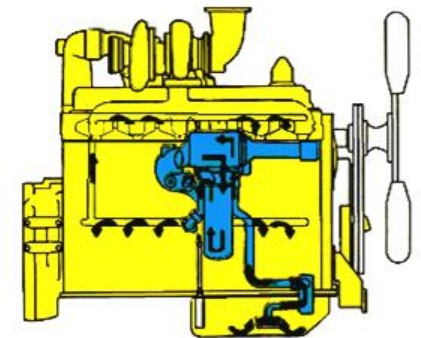
Hay *dos principios que se deben tener en cuenta*:

1. Se debe evitar la mezcla de aceites diferentes siempre que sea posible.
2. Nunca un motor debe trabajar ni escaso de aceite ni con exceso de él; hay que cumplir con las indicaciones que dé el fabricante de la Máquina en su Manual de Mantenimiento.

Si ha habido necesidad de mezclar aceites diferentes en el motor, es conveniente cambiar el aceite lo antes posible, sin esperar a que alcance las horas especificadas en su Guía de Lubricación.

Los **COMPONENTES DEL SISTEMA DE ENGRASE** pueden variar de una a otra marca, pero siempre encontraremos los siguientes:

1. **Cárter.** Es el recipiente en el que se almacena el aceite que no está circulando por el motor, y su totalidad cuando el motor está parado. Está situado en la parte inferior del bloque, al que se une por tornillos con una junta intermedia que asegura su estanqueidad. Dispone de un tapón para su vaciado cuando sea necesario realizar el cambio de aceite.
2. **Bomba de Engrase.** Se encarga de succionar el aceite del fondo del cárter y enviarlo a los diferentes puntos del motor que necesitan ser engrasados. Normalmente es una bomba de engranajes, dotada de una campana de succión que absorbe el aceite; en ocasiones, sobre todo en motores de Máquinas que van a trabajar en un terreno con fuerte inclinación, la bomba dispone de dos campanas de succión para asegurar la disposición de aceite cuando la Máquina se inclina. Esta bomba suele moverse por el cigüeñal, y lleva incorporada una válvula de seguridad que alivia la presión contra la que se envía el aceite cuando ésta es demasiado alta.
3. **Enfriador de aceite del motor.** El aceite almacenado en el cárter durante su funcionamiento normal, está a una temperatura tal que si se envía directamente al filtro podría quemarlo; por esta razón, el primer punto por donde pasa el aceite es por el enfriador, que consiste en unos tubos por cuyo interior circula el agua mientras que el aceite pasa por los huecos que dejan estos tubos entre sí. Hay otros enfriadores que son radiadores de aceite en los que el aceite circula por los tubos, que son enfriados por una corriente del aire movido por el propio ventilador. Una válvula derivadora, envía el aceite al filtro, sin pasar por el enfriador, cuando el aceite está frío.
4. **Filtro de Aceite.** Su misión es impedir que las partículas que se producen en la combustión del gas-oil pasen al circuito de engrase. Hay tantos tipos casi como marcas, si bien los más normales son los de papel, plegado en acordeón para que quepa más cantidad en el mismo espacio, impregnado en una resina que absorbe y fija las partículas de suciedad.



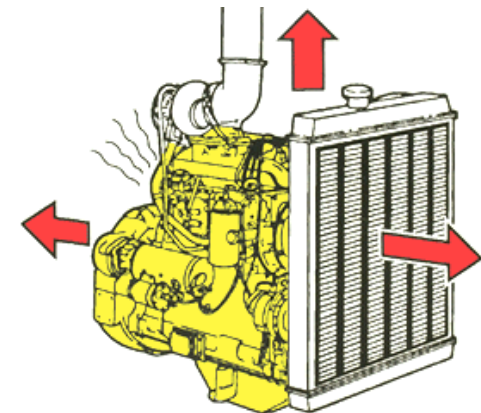
Una vez que atraviesa el filtro, el aceite está totalmente limpio, y preparado para pasar por los conductos de engrase que, por lo general, son de muy pequeño diámetro. Este filtro debe cambiarse pasadas las horas que indica el fabricante de la Máquina; no obstante, si se llega a obstruir, el circuito dispone de una válvula de seguridad que envía el aceite al resto sin pasar por el filtro; no es una buena situación, pero siempre es preferible a que algún punto del motor se quede sin engrase.

ENGRASE DEL MOTOR. Cuando el aceite está limpio y frío, se envía a los distintos puntos del motor tales como cigüeñal, pistones, bielas, segmentos, válvulas, etc., que necesitan ser engrasados; cada marca tiene en este punto sus propias particularidades cuyo estudio es imposible realizarlo en el contenido previsto para este manual. El aceite, una vez que ha engrasado estos componentes, retorna al cárter por gravedad y arrastra la suciedad que se ha producido en ellos, y está listo para ser utilizado de nuevo.

→ SISTEMA DE REFRIGERACIÓN

Los motores de combustión interna, sean de gasolina, gas-oil o gas licuado, solamente aprovechan alrededor del 40% del calor que se produce cuando se consume el combustible; al estar fabricados por aleaciones metálicas y, al ser éstas buenas conductoras del calor, hay alrededor del 30% de éste que se elimina o pierde por radiación y por la evacuación de los gases de escape.

Hay aproximadamente otro 30% que ni se aprovecha, ni se elimina por sí mismo; esto hace necesario que se dote al motor de un Sistema de Refrigeración que impida su calentamiento progresivo y continuo que le produzca un aumento ininterrumpido de su temperatura, lo que podría provocar averías importantes, incluso su rápida destrucción.



Aunque hay alguna marca que sólo utiliza el aire como refrigerante, en la mayoría de los casos las marcas optan por enfriar al motor por agua, aunque al final, cuando ésta alcanza una temperatura próxima a la de ebullición, haya que utilizar aire para mantenerla sin que llegue a hervir.

Para ser utilizada en el Sistema de Refrigeración de un motor, el agua debe ser destilada o des-ionizada; la potabilidad no sirve como garantía para que el agua sea utilizable en este sistema; aguas con alto contenido en cal pueden ser consumidas por el hombre y, sin embargo, no son válidas para los motores; hay que tener en cuenta que el efecto aislante de una película de cal de un milímetro de espesor es similar al de una superficie metálica 25 veces mayor. Por otra parte, la cal se va depositando en el interior de los tubos reduciendo su diámetro y al tiempo que produce la corrosión de la superficie en contacto con el agua: esto supone un riesgo de rotura en el radiador, los enfriadores, y en general, de cualquier elemento susceptible de sufrir estos dos fenómenos.

Cuando se usa un agua, sea dura o blanda, se debe combinar con una cierta proporción de anticorrosivo de acuerdo con las instrucciones que dé el fabricante de la Máquina.

El agua se congela a 0°C y hierve a 100°C a una presión de una atmósfera; estos dos puntos marcan el campo de utilización del agua; en efecto, si se congela, aumenta de volumen y ello trae consigo el riesgo de reventón de un manguito, un enfriador, un tubo del radiador, etc. Para evitarlo, se añade al agua una cierta proporción de anticongelante, en función de la cual la temperatura de congelación disminuye. Este punto irá relacionado con la mínima temperatura atmosférica que se alcance en el lugar de trabajo de la Máquina.

Por lo que se refiere a la ebullición, el propio anticongelante eleva el punto a que se produce en función de su concentración. Hay que tener en cuenta que el peligro no es que el agua alcance los 100°C sino que llegue a hervir; si sucede esto, las burbujas de vapor, que son menos densas que el líquido, suben y se localizan en la parte más alta del motor, concretamente en la zona de las culatas; como el enfriamiento se produce por contacto, si una burbuja queda atrapada en un punto, se interpone entre el agua y la superficie a enfriar tapada por ella, con lo que una parte de la culata se sigue enfriando y la “protegida” por la burbuja cada vez se calienta más; la consecuencia es que la culata se raja por diferencia de dilatación.



Para evitar que el agua hierva y prolongar su zona de utilización, se usan Sistemas Presurizados; en efecto, la temperatura a que hierve el agua es mayor cuanto más se aumenta la presión del circuito, por lo que si éste se hace hermético, se puede aprovechar más la capacidad de refrigeración del agua. Lo normal es que el circuito trabaje a unos 2 kg/cm² con lo que el agua comienza a hervir hacia los 125°C.

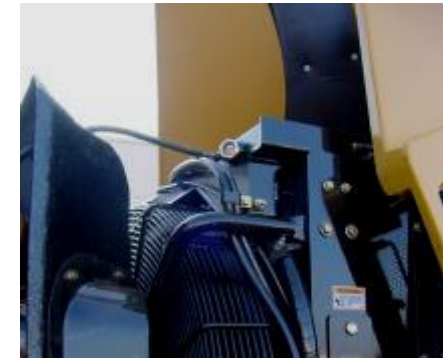


Los **COMPONENTES DEL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN** por agua pueden tener algunas diferencias de una a otra marca o con la incorporación de algún componente de la transmisión, frenos, etc., pero los más habituales son los siguientes:

1. Radiador. Cumple dos misiones:

- I. Es el depósito en el que se almacena el agua; cuando el motor está funcionando, una parte del agua se recoge en el llamado tanque inferior del radiador, mientras otra parte está circulando por el bloque, culatas, etc. Cuando el motor se para, el agua se deposita por gravedad en el fondo del radiador y en la parte inferior del bloque.

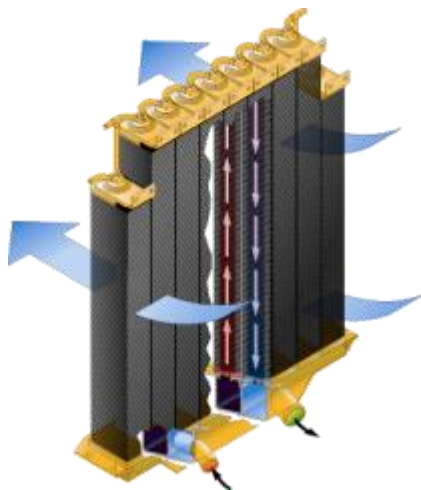
En algunos casos, lleva incorporado un visor que permite comprobar el nivel del refrigerante sin necesidad de abrirlo; actualmente es normal que haya un tanque de expansión, consistente en una bombona de plástico transparente que se usa, para almacenar refrigerante; permite que, al ser visible el líquido de su interior, comprobar su nivel sin necesidad de abrir el radiador.



- II. Enfriar el agua que llega a su tanque superior y que proviene de haber refrigerado todos los demás componentes del motor.

Lleva una serie de tubos por los que circula el agua, y, al mismo tiempo, a través del espacio que hay entre tubo y tubo, circula el aire que es impulsado por un ventilador; esto hace que el agua que está caliente al entrar en el radiador, se enfríe lo suficiente para ser utilizada de nuevo al llegar a su base.

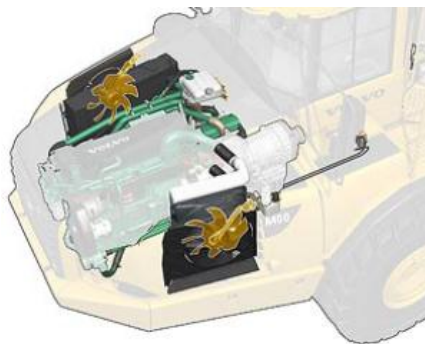
El poder de enfriamiento de un radiador es tanto mayor cuanto más grande es el número de tubos por unidad de superficie; además, para aumentar aún más la capacidad de refrigeración, se le suelen poner una serie de aletas horizontales, que la aumentan cuanto más próximas están. Estas dos circunstancias tienen su límite, ya que el radiador se ensuciará antes cuanto más tubos y aletas tenga por unidad de superficie. Para facilitar su reparación, los radiadores más modernos tienen un diseño



modular que permite la sustitución de un elemento averiado sin necesidad de desmontar ni reparar el radiador completo.

2. **Bomba de agua.** Aunque sólo por diferencia de temperatura se produce una circulación espontánea en el agua del circuito, para conseguir un mayor caudal se usa la circulación forzada por medio de una bomba, por lo general de paletas, movida por el cigüeñal o desde la distribución del motor. Este accionamiento puede ser por correa o por engranajes. El agua proviene del tanque inferior del radiador.
3. **Enfriadores.** Cuando sale el agua de la bomba, al primer lugar al que se envía es a los enfriadores de aceite de motor, transmisión, frenos, sistema hidráulico que variarán en función del tipo de la Máquina y de los propios fabricantes. Suele circular por el interior de los tubos, mientras el aceite los rodea; esta circunstancia es para conseguir una mayor superficie de contacto del aceite con los tubos, y por lo tanto mayor refrigeración, y por la facilidad de limpieza en caso de reparación; es más fácil limpiar unos tubos por los que ha pasado agua que si por ellos hubiera circulado aceite.
4. **Elementos a enfriar.** Pasados los enfriadores, el agua entra en el bloque por su parte inferior y enfría las camisas, si son “húmedas”, y otros componentes hasta llegar a la parte superior por donde pasa a la culata, que es la zona en la que se alcanza mayor temperatura junto con el interior de los cilindros. En la culata están las válvulas de admisión y escape, árbol de levas, etc.; una vez que sale de la culata, el agua puede seguir dos caminos:
 - Si está todavía fría retorna a la bomba sin pasar por el radiador para reducir el tiempo necesario para que el motor alcance su temperatura de funcionamiento.
 - Si está tan caliente que herviría si volviera a ser introducida en el motor sin bajarle la temperatura, pasa por el radiador donde se enfría lo necesario para volver a ser utilizada en la refrigeración del motor.
5. **Termostatos.** Son unas válvulas que controlan que el agua pase o no por el radiador; generalmente empiezan a abrir a los 85°C, y a los 90°C están completamente abiertos. En ocasiones, cuando un motor se calienta en exceso, se intenta solucionar el problema quitando este termostato, lo cual es un grave error, porque el motor trabaja frío durante mucho tiempo al pasar el agua por el radiador aunque esté fría, y un motor que trabaja frío lo hace a costa de su propia destrucción.
6. **Válvula de Seguridad.** También conocida como válvula de presión y derrame, tiene dos misiones que cumplir:

- Evitar que la presión suba excesivamente y pueda producir roturas en manguitos, enfriadores incluso en el radiador o en la bomba. Ya hemos dicho que la presión está limitada, normalmente a 2 kg/cm².
- Coger agua del tanque inferior del radiador, o del tanque de expansión, cuando disminuya el nivel de agua en el radiador. Esta válvula es la causante del riesgo de quemadura si se abre el tapón del radiador con el agua caliente; la presión del interior “escupe” violentamente el agua casi hirviendo del interior del radiador, con el consiguiente riesgo para la persona que lo abre.



7. Ventilador. Situado detrás del radiador, tiene como misión producir una corriente de aire que pase entre los tubos del radiador y enfríe el agua que circula por su interior; puede ser soplante, de aspiración o de aspas reversibles, siendo el de aspiración el que produce más refrigeración, pero también el que ensucia más las celdas del radiador.

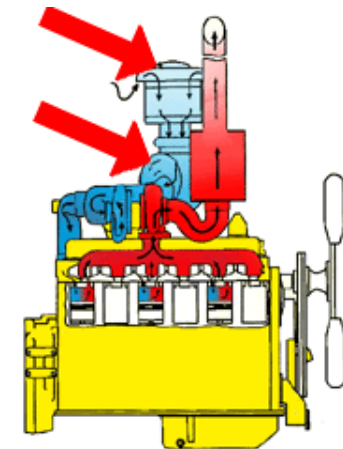
En la mayoría de los motores, este ventilador se mueve por correas desde el engranaje de la distribución, si bien en los últimos años las marcas se están decantando por utilizar motores hidráulicos para su accionamiento en vez de las correas tradicionales.

→ SISTEMA DE ADMISIÓN Y ESCAPE

Es el encargado de realizar dos trabajos distintos:

- Llevar el aire desde el exterior del motor al interior de los cilindros.
- Expulsar al exterior de los mismos los gases producidos por la combustión del gas-oil.

La *Admisión* se produce cuando sus válvulas están abiertas y el pistón que corresponde a este cilindro está en el tiempo de Admisión, es decir, está en una carrera descendente. Sus componentes tienen que llevar el



aire **completamente limpio** hasta los cilindros. Varían según el motor utilice uno de las tres posibles alternativas: aspiración natural, con turbocompresor y con intercambiador de calor.

En **Motores Atmosféricos**, que así se llaman también los motores de aspiración natural, el aire llega a los cilindros, empujado por la presión atmosférica, gracias al vacío que se crea en el cilindro por el efecto de succión que se produce cuando el pistón desciende.

El esquema que se inserta nos permite identificar los **COMPONENTES DEL SISTEMA DE ADMISIÓN Y ESCAPE**:

1. **Prefiltro.** Es un primer filtro que elimina las partículas de polvo más gruesas, utilizando la fuerza centrífuga; en muchos casos está compuesto de una cazoleta de plástico transparente, abierta por su parte inferior en las que hay unas chapas inclinadas; la aspiración del motor hace el vacío en el cilindro y la presión atmosférica exterior fuerza la entrada del aire en el pre-filtro; las chapas le proporcionan un movimiento en espiral que envía a la parte más exterior las partículas más pesadas, que se depositan en el fondo de la carcasa del filtro; el aire ya parcialmente limpio, sigue su camino hasta los filtros propiamente dichos.
2. **Filtros.** Por regla general, se utilizan filtros en seco, de papel plegado en acordeón, parecidos a los explicados para el aceite en lo que a funcionamiento se refiere; cada filtro suele llevar dos cartuchos filtrantes: primario y secundario o de seguridad. El tamaño del motor determina el número de elementos filtrantes que necesita.



Un indicador, instalado ya sea en la base del filtro o en la cabina, advierte al operador cuando hay que darles el mantenimiento. La misión de los filtros de aire es vital para el motor; basta una pequeña grieta por la que entren partículas de polvo para que éstas erosionen las cabezas de los pistones y



los destrocen en unas pocas horas. Por esta razón, **nunca se debe hacer que un motor trabaje sin filtro de aire.**

- 3. Colector de Admisión.** El aire que procede de los filtros llega a los cilindros a través de un conducto que se conoce como colector de admisión; el aire, ya limpio en más de un 99,8% de su peso, llega así a los cilindros en el momento que se abre la válvula de admisión que le corresponde.

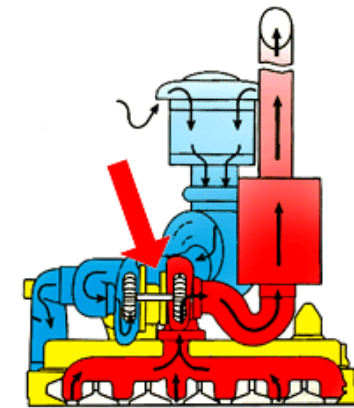
El *Escape* tiene lugar cuando, una vez abiertas sus válvulas, el pistón realiza su carrera ascendente, que empuja al exterior los gases que se han producido durante la combustión del gas-oil, así como los residuos que hayan podido producirse.

Todos estos gases se recogen en un conducto común llamado Colector de Escape, que los lleva hasta el tubo de escape a través del silenciador.

En cualquier caso, la combustión de los hidrocarburos del gas-oil es una reacción química que tiene lugar en unas determinadas proporciones de aire/combustible; inyectar en el motor combustible en exceso es una mala opción porque es un gasto inútil. Como la presión atmosférica disminuye con la altitud, entra menos cantidad de aire razón por la cual se debe reducir la cantidad de gas-oil inyectada si se trabaja a partir de ciertas alturas, tal y como lo indique el fabricante; se perderá algo de potencia pero al menos no se tirará el combustible que no se ha podido quemar. La inyección electrónica que se ha incorporado en muchos motores, permite ajustar los tiempos de inyección de forma que esta circunstancia solamente se presenta en altitudes superiores a los 3.000 m.

Cuando los motores superan los 100-125 hp, los fabricantes optan por cualquiera de los otros dos Sistemas de Admisión indicados anteriormente: la turbo-alimentación simple o con posterior enfriamiento del aire.

En el caso de motores Turbo-alimentados, se añade a los elementos que acabamos de ver un elemento adicional: el Turbocompresor. El principio se basa en que, si a un motor se le



puede introducir mayor cantidad de aire, se podrá quemar más combustible y, en consecuencia, obtener una mayor potencia.

Esto es lo que se consigue con el Turbocompresor que es un componente que se monta después de los filtros de aire “a caballo” entre la Admisión y el Escape.

Aunque son muchos los fabricantes de Turbocompresores y hay una amplia gama de modelos, el principio es siempre el mismo: aprovechar la energía cinética de los gases de escape para mover un rodete que, a un número de revoluciones muy elevado, consigue introducir más aire en los cilindros; este régimen de giro es tan elevado que se hace necesario que el eje que une los dos rodetes de Admisión y Escape “flote” en aceite para evitar desgastes prematuros.



Por ello con los motores que montan Turbocompresor se debe tener una precaución especial que es dejarles a “ralentí” durante unos 30-40 segundos, para reducir las revoluciones de los componentes del Turbocompresor, y parar el motor sin acelerar de nuevo; téngase en cuenta que al parar el motor, cesa el engrase por lo que el eje giraría con escasez de aceite hasta que se detuviera por rozamiento.

El Turbocompresor aumenta la altitud a que puede trabajar sin pérdida de potencia por escasez de presión atmosférica; aunque quema más gas-oil que el de Aspiración Natural, lo que se gana en potencia compensa de sobra este mayor consumo; contra lo que piensa mucha gente, el consumo de un motor con Turbocompresor es mayor que el del Motor Atmosférico en litros por hora, pero su consumo específico en litros por caballo es claramente inferior.

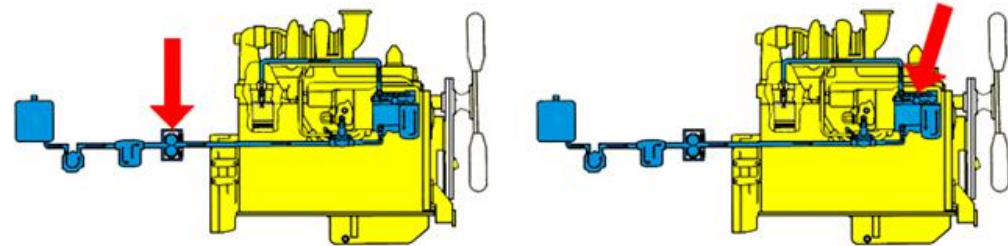
Al entrar el aire en los cilindros a una mayor presión, se produce inevitablemente un aumento de su temperatura que hace que parte de esa mayor cantidad de aire introducido se pierda por la menor densidad del aire caliente con lo que no entra en el cilindro toda la masa de aire que se hubiera podido conseguir si el aire estuviera frío; para evitar esta pérdida se utiliza el Turbocompresor seguido de un Intercambiador de calor que reduce la temperatura del aire antes de entrar en el cilindro; este sistema utiliza intercambiadores de calor de dos tipos: aire sobre aire o agua sobre aire, siendo el primero de ellos el más efectivo.

El disponer de mayor peso de aire dentro de los cilindros, permite, como en el caso del Turbocompresor, quemar más combustible y, por lo tanto, conseguir más potencia sin variar el resto de las características del motor. El mayor consumo horario de gas-oil, queda ampliamente compensado por el aumento de potencia obtenido.

Ambos sistemas no son nuevos; de hecho ya en las Máquinas de la década de 1.960 existían ambas posibilidades; en aquella época, un motor de 7 litros de cilindrada que daba 100 hp en su versión de Aspiración Natural, aumentaba su potencia a los 130 hp por la incorporación del turbocompresor, y podía llegar a los 175 hp si se le añadía el intercambiador de calor.

→ SISTEMA DE INYECCIÓN

La finalidad de este Sistema es llevar el combustible limpio desde el depósito hasta el interior de los cilindros; se compone de dos partes: una denominada de Baja Presión, que es sobre la que el Operador puede tomar alguna medida correctiva, y otra, llamada de Alta Presión, que es donde se encuentra la bomba inyectora, sobre la que no puede tomar ninguna medida correctiva.



La zona de **Baja Presión**, va desde el Depósito hasta la entrada de la bomba, y su misión es proporcionar gas-oil completamente libre de impurezas en cantidad suficiente a la bomba de inyección.

Los **COMPONENTES DEL SISTEMA DE INYECCIÓN** son los siguientes:

1. **Depósito de Combustible.** Su misión es almacenar gas-oil en la cantidad suficiente para que la Máquina disponga de una autonomía que le permita trabajar un determinado número de horas; como regla general aplicable a la mayoría de los casos, la capacidad del Depósito permite trabajar al menos **10 horas seguidas** al máximo rendimiento, quedando una pequeña reserva de alrededor del 5% sobre el total.





Esto permite asegurar que en un turno de trabajo o en una jornada normal, en los que nunca se trabaja al 100% de potencia de forma continua, no hará falta repostar. Normalmente, el Depósito no está presurizado, es decir que en su tapón hay un taladro que comunica su interior con el exterior; para evitar que entre suciedad por este agujero, la mayoría de los fabricantes colocan una esponjilla en el tapón que recoge esta suciedad, y debe limpiarse periódicamente.

Si se llega a obturar completamente y el depósito está casi vacío, la aspiración de la bomba podría arrugarlo de tal forma que queda inservible. Además de las propias impurezas del combustible, la parte del depósito que no está llena almacena aire en el que hay vapor de agua en mayor o menor proporción; cuando la

Máquina se para y la temperatura exterior es baja, el vapor se condensa y el agua se decanta en el fondo del depósito. Para eliminar la suciedad, los depósitos llevan en su parte inferior un pequeño grifo o tapón que debe de abrirse para su drenaje en los intervalos que marca el Manual de Mantenimiento.

2. **Filtro Primario.** Situado entre el depósito y la bomba, se utiliza para eliminar las partículas más gruesas; por lo general, no lleva cartucho desechable, sino que puede limpiarse en los períodos indicados por el fabricante. Para disminuir la suciedad que llega hasta él, la succión del combustible se hace por su parte inferior pero a una cierta altura del fondo; de esta manera, la suciedad se queda en el fondo del depósito y se elimina al drenarlo; es importante llevar a cabo esta operación para evitar que la bomba primaria se ensucie.



3. **Bomba Primaria.** Normalmente de engranajes, absorbe el combustible del tanque y lo envía hasta los filtros secundarios, en cantidad mayor de la necesaria para mantenerlos llenos; el exceso de gasoil, retorna nuevamente a la bomba en un punto intermedio entre ésta y los filtros. En este circuito, la presión se mantiene alrededor de los 2 kg/cm², y, en ocasiones, antes de llegar a los filtros secundarios, se incorpora un vaso decantador que elimina completamente la humedad que hubiera podido pasar por los filtrados anteriores.
4. **Filtros Secundarios.** Son los encargados de terminar con la limpieza del combustible, previamente a que llegue a la Bomba de Inyección. Son cilindros de cartón en cuyo interior hay papel, plegado en acordeón impregnado de una resina absorbente, de un formato parecido a los filtros de aceite. Si hay varios de ellos, van conectados en serie, uno tras otro, de forma que el gas-oil pasa a través de todos ellos;

lo reciben por su parte exterior dentro de la carcasa, llenando su periferia; pasa del exterior a su interior y se recoge por el centro, para ir al siguiente, etc. Así nos aseguramos de su total limpieza necesaria porque los orificios de los inyectores son de un diámetro inferior a un capilar, para conseguir la atomización del combustible en el momento de llegar a los inyectores.

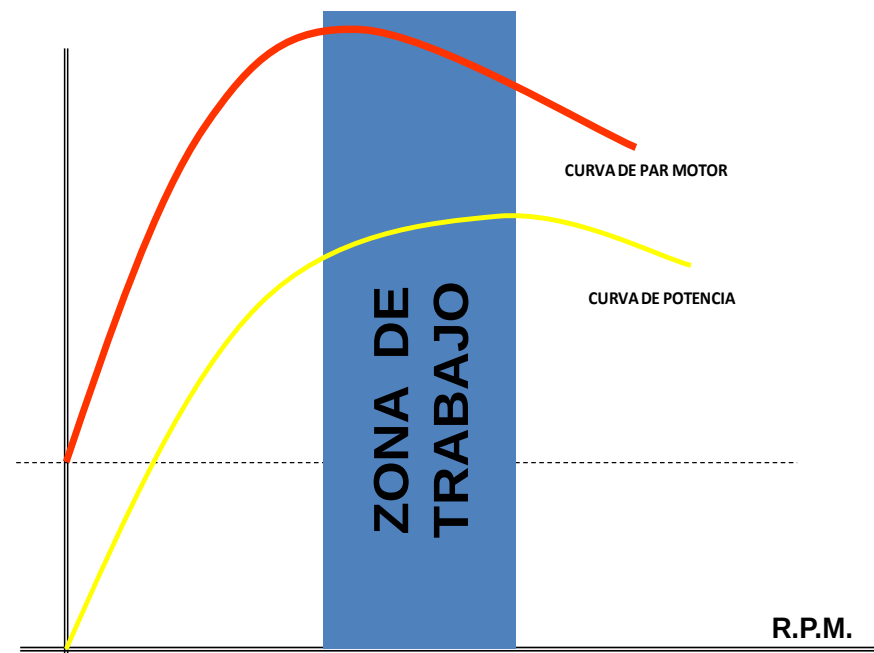
5. **Elemento de cebado de los filtros.** Si por cualquier motivo se agota el combustible y el sistema coge aire, a la hora de arrancar nuevamente el motor es necesario eliminarlo; para ello, los motores suelen llevar una bomba de cebado, manual o eléctrica, que permite llenar los filtros eliminando el aire ocluido en el Sistema de Baja Presión.

A partir de este punto, se entra en la Zona de **Alta Presión**, que es la que va desde la Bomba hasta los inyectores; aquí la variedad de tipos es amplísima, bombas en línea, bombas rotativas, inyectores-bomba, etc., con la inclusión del Sistema de Inyección Electrónica que se ha incorporado recientemente ante las exigencias cada vez más estrechas en las composiciones de los gases de escape que exigen las normativas actualmente en vigor.

→ UTILIZACIÓN DEL MOTOR

En el capítulo anterior se ha estudiado las comprobaciones de nivel que se refieren al motor, insistiendo en los riesgos asociados a ellas. La descripción que acabamos de hacer justifica la necesidad de realizarlas para que, una vez en marcha, se disponga de cantidades suficientes de los fluidos utilizados en sus circuitos.

Para lograr que todas ellas sean adecuadas, **es necesario que el régimen del motor sea el correcto.** Existe la creencia que el motor dura más si se trabaja a bajas revoluciones, pero no es así. Todos los Sistemas que acabamos de ver, en especial el de engrase y el de refrigeración, necesitan un caudal de aceite y agua que solamente se consigue si el motor está alto de revoluciones. Hemos nombrado los conceptos de par máximo y potencia máxima, y hay que saber que se consiguen a regímenes



diferentes. La Potencia Máxima se logra alrededor de las 2.000-2.300 rpm, mientras el Par Máximo se alcanza entre las 1.500-1.800 rpm. **La utilización correcta del motor es en la zona comprendida estas dos cifras.** Hacerlo por debajo de ellas no representa ninguna ventaja ni beneficio para el motor.

1.2 Transmisión

Aunque esta palabra se aplica a varios conceptos distintos, este Manual quiere indicar con ella el conjunto de componentes que van desde la salida del motor hasta las ruedas sobre las que se desplaza el Volquete.

En los Volquetes que actualmente trabajan en las Explotaciones Mineras, existen dos tipos de Transmisiones: Eléctrica y, la más frecuente, la conocida como “Power Shift” o Servotransmisión.

→ TRANSMISIÓN ELÉCTRICA

Este tipo de Transmisión se utiliza en Volquetes con Capacidades de Carga superiores a las 100-125 toneladas, hasta llegar a las 400 toneladas del Volquete Rígido más grande de los que se fabrican en el mundo. Hay alguna marca que mantiene la utilización de la Transmisión Hidráulica en toda su línea incluyendo los de este tonelaje.

Son los conocidos como Volquetes Diesel-Eléctricos, en los que el motor se utiliza simplemente para mover un generador de corriente alterna con la que se hacen funcionar los motores eléctricos de tracción, uno en cada semieje posterior, que incluyen sus propias reducciones finales; los motores deben seleccionarse de acuerdo con las resistencias con las que se va a encontrar y que dependen de las condiciones de trabajo.

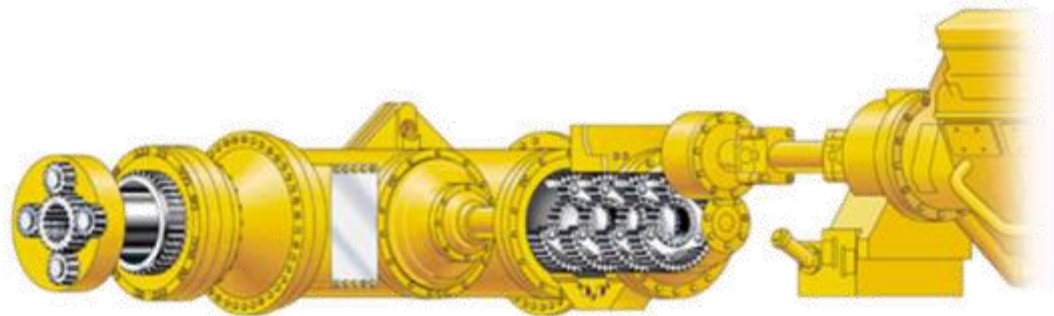
No entraremos en mayores detalles en lo que se refiere a este tipo de transmisiones por ser muy escaso el número de unidades que hay en las minas españolas.

→ TRANSMISIÓN HIDRÁULICA

La Transmisión Hidráulica tipo “*Power Shift*”, también conocida como “*Servotransmisión*” es la más extendida en los Volquetes tanto Rígidos como Articulados, si bien existen algunas diferencias en la situación de sus componentes.

Los **COMPONENTES DE LA TRANSMISIÓN HIDRÁULICA EN VOLQUETES RÍGIDOS** son :

1. Convertidor Hidrocinético de Par.
2. Árbol de Transmisión.
3. Caja de Cambios.
4. Caja de Transferencia.
5. Grupo Cónico.
6. Diferencial.
7. Mandos Finales.



Esta disposición de los componentes obedece a un criterio de aprovechamiento de la tracción utilizable, que está limitada por el peso que gravita sobre el eje motriz; por este motivo, la mayoría de los fabricantes sitúa la Caja de Cambios lo más cerca posible de este eje

Por lo que respecta a los **VOLQUETES ARTICULADOS**, existen diferentes formas de llevar el movimiento hasta los ejes traseros según cada fabricante.

Uno de ellos se observa en la siguiente figura; en ella se puede ver que el conjunto Convertidor/Caja de Cambios está situado inmediatamente después del Motor y un Árbol de Transmisión lleva el movimiento hasta



una Caja de Transferencia desde la cual éste es enviado a todos los ejes; su esquema sería entonces el siguiente:

1. Convertidor de Par.
2. Caja de Cambios.
3. Árbol de Transmisión.
4. Caja de Transferencia.
5. Árboles de Transmisión para cada eje.
6. Grupos Cónicos.
7. Diferenciales.
8. Mandos Finales.

Otros fabricantes prefieren situar el Convertidor de Par junto al motor y montar juntas las Cajas de Cambio y de Transferencia, con el fin de hacer que el peso de este conjunto se encuentre prácticamente junto al Eje Delantero; de todas formas, siguen existiendo los Árboles de Transmisión para llevar el movimiento a todos los ejes.



Sea cual sea la solución adoptada, no hay que olvidar que, para que en cualquiera de estos componentes se produzca una variación de par (fuerza) a la salida en relación con el de la entrada, se tiene que producir también una variación de velocidad, de forma que:

- Si $V_E = V_S$ $\longrightarrow$ Par de Entrada = Par de Salida
- Si $V_E > V_S$ $\longrightarrow$ Par de Entrada < Par de Salida
- Si $V_E < V_S$ $\longrightarrow$ Par de Entrada > Par de Salida

En los vehículos de automoción, o en aquellos en los que las cargas que se van a transmitir son pequeñas, se utiliza la transmisión mecánica o directa, que se compone de un embrague de fricción y una caja de cambios de varias velocidades que permite escoger entre varias combinaciones de par/velocidad en función de las cargas que se opongan al desplazamiento. En este tipo de transmisión, el rendimiento es máximo ya que en el embrague no hay pérdida de velocidad, y las diferentes marchas con que se dota a la caja de cambios son accionadas mecánicamente por lo que tampoco absorben energía ni necesitan la refrigeración del aceite que sí se necesitan en las Transmisiones Hidráulicas. Explicaremos brevemente el funcionamiento de cada uno de estos componentes que forman la Transmisión de los Volquetes, haciendo mención a posibles riesgos que pueda presentarse en su utilización.

→ COMPONENTES DE LA TRANSMISIÓN HIDRÁULICA

1. Convertidor de Par.

Está situado a continuación del motor, acoplado a su volante, que es la pieza de uno de los dos extremos del cigüeñal, por la que se envía el movimiento al primero de los componentes de la Transmisión.

Está formado por una carcasa exterior que es la que se une al volante y que gira al mismo régimen que él. Esta carcasa es la base sobre la que se montan unas paletas en forma de álabes constituyendo lo que se conoce como Impulsor o Bomba; frente a él hay una segunda pieza llamada Turbina, muy próxima a la Bomba pero sin estar en contacto con ella; la turbina, más ligera y de menor tamaño que el Impulsor, es el propio eje de salida del Convertidor, y puede girar a las mismas revoluciones que la Bomba o a un régimen menor.

Entre estas dos piezas se encuentra una tercera que es la única que no se mueve de todo el Convertidor de Par y que se llama Estator, estando formada por una serie de álabes orientados de una forma especial. Todo ello forma un conjunto hermético que albergará el aceite necesario para transmitir la fuerza.



En cualquier Volquete, las **FUNCIONES QUE REALIZA EL CONVERTIDOR DE PAR** son dos:

1. Actuar como un embrague.
2. Aumentar el par entregado por el motor.

Cada una las realiza de la siguiente manera: Cuando el motor arranca, pone en movimiento la bomba de carga del Convertidor que introduce en el interior de éste la cantidad de aceite necesaria para su funcionamiento.

⇒ A bajas revoluciones

El impulsor toma el aceite que, por la fuerza centrífuga de su giro se desliza hacia arriba por los álabes hasta llegar a su final, momento en el que es proyectado hacia la turbina que está unida al eje de salida. Si se conecta una velocidad en la caja de cambios, El Volquete tiende a moverse pero la energía que transmite el aceite no es suficiente para vencer la resistencia que el peso de la Máquina opone al movimiento de forma que ésta permanece parada.

Cuando se acelera el motor, aumentan las rpm con lo que el aceite bombeado por el impulsor aumenta en su cantidad y en la velocidad a que es despedido contra la turbina, y, por lo tanto, en su energía cinética; a partir de un cierto momento, esta energía es suficiente para vencer la resistencia que opone la turbina; ésta se pone en movimiento, y con ella, el eje de salida del Convertidor, que, unido al resto de la transmisión, provoca el desplazamiento de la Máquina.

A su vez, el aceite, una vez que golpea contra la turbina y la pone en movimiento, queda sin energía, resbala por sus álabes y es despedido hacia el estator, cuyas aletas, convenientemente orientadas, lo reenvían al impulsor de forma que se suma al caudal de aceite que el impulsor recoge en cada momento, sin que aumenten su régimen. Cuanto más tiempo pasa, la Turbina gira cada vez a más vueltas, mientras el Impulsor se mantiene siempre al mismo régimen, llegando un momento en el que Impulsor y Turbina giran al mismo régimen, situación en la que se está transmitiendo movimiento entre dos piezas que no están en contacto, por medio de una corriente de aceite. Cuando la



velocidad de Impulsor y Turbina se igualan, el Convertidor está actuando como si fuera un Embrague.

En un vehículo, el embrague permite que haya seleccionada una velocidad en la Caja de Cambios, con el motor funcionado y sin que el vehículo se mueva. Dicho resultado puede lograr con el Convertidor de Par, lo cual se realiza de la siguiente manera:

- Si no hay conectada ninguna velocidad en la Caja de Cambios, sean cuales sean las revoluciones de Impulsor y Turbina, la Máquina no se moverá, pero podrá estar con el motor funcionando.
- Si se conecta una velocidad, y el motor está a ralentí, la Máquina hace intención de moverse pero permanece parada porque, a ralentí, el aceite que bombea el Impulsor no tiene la suficiente energía como para arrastrar todo su peso; se consigue así que:
 - I. El motor esté funcionando
 - II. Haya seleccionada una velocidad.
 - III. La Máquina no se mueva.

⇒ A Altas revoluciones

Cuando, con una velocidad conectada, se aumentan las revoluciones del motor, el Impulsor sube de vueltas, la cantidad de aceite bombeado aumenta al igual que su energía cinética, y es capaz de mover el resto de la transmisión y con ello la Máquina. Cando ésta no tiene carga que vencer o la carga es constante, por ejemplo, cuando solamente se va a desplazar de un punto a otro, la Turbina sube de revoluciones rápidamente hasta igualar, prácticamente las del Impulsor, trabajando como un embrague.

Sin embargo, si por cualquier motivo, la Máquina tiene que vencer una sobrecarga, como subir una pendiente, por ejemplo, la rueda reduce su velocidad y con ella, de forma proporcional, se frena la Turbina, **pero el Impulsor se mantiene al mismo régimen mientras el Operador no deje de accionar el acelerador**. En este momento, hay



una diferencia de velocidad (el Impulsor gira a más revoluciones que la Turbina), y se produce un Aumento de Par, en el propio Convertidor, que puede ser o no suficiente para superar esa carga. Cuanto mayor es la diferencia entre la velocidad del Impulsor y la de la Turbina, mayor es el aumento de par que se gana en el Convertidor; si no es suficiente para superar el obstáculo, puede llegar al caso extremo que el Impulsor gire a unas ciertas rpm y la Turbina esté parada; este punto se conoce como **calado del Convertidor**, y es el que representa mayor riesgo de avería para este componente; en efecto, un alto caudal de aceite dotado con una alta energía cinética, golpea contra la Turbina que está parada, lo que se traduce en “batir el aceite” en su interior, con un aumento muy rápido de su temperatura, que puede dar lugar a averías tales como quemado de retenes, deformación de los álabes de la Turbina, etc., que obligan a su reparación.

Los **RIESGOS QUE PRESENTA EL CONVERTIDOR DE PAR** son los siguientes:

- a) **Movimiento Inesperado del Volquete.** Si se deja estacionado un Volquete, Rígido o Articulado, con el motor funcionando a ralentí, el Convertidor está siendo cargado con aceite, que el Impulsor bombea continuamente; conforme pasa el tiempo el volumen bombeado va creciendo y, aunque su energía cinética no aumente de forma importante, llega un momento en que la Turbina empieza a girar; si esto se combina con que haya una velocidad seleccionada en la Caja de Cambios, la tendencia del Volquete es a moverse, y, si la palanca de cambios no está en neutro y el Freno de estacionamiento no se ha conectado, basta una ligera pendiente favorable para que el Volquete se ponga en movimiento de forma inesperada.

Es un riesgo creado por el Operador por no aplicar las Medidas Preventivas adecuadas, casi siempre por ignorancia del riesgo que origina.

Medidas Preventivas. Este riesgo se elimina por completo si, antes de abandonar su Máquina, el Operador se cerciora que:

- a) El Control de la Transmisión está en punto muerto y bloqueado en esta posición.
- b) El Volquete está en una superficie horizontal.



- c) El freno de estacionamiento está conectado.

En una Máquina estacionada siguiendo estas normas es materialmente imposible que se produzca un movimiento inesperado aún con el motor en funcionamiento.

- b) **Pinchazo o reventón de los Neumáticos.** Cuando el Volquete está siendo cargado, se encuentra en la misma situación que si se halla aparcado mientras dura la carga; una vez que ésta se completa, el Volquete arranca y el Convertidor envía a las ruedas motrices un par destinado a que se ponga en movimiento; si alguno de los neumáticos está sobre una piedra o apoyado en un terreno irregular, puede producirse el patinamiento de las ruedas en el instante del arranque, y, si en ese momento se encuentra con una piedra de borde cortante, se pueden producir pinchazos, reventones o, al menos, cortes en los flancos de los neumáticos.

Medidas Preventivas. Para evitar que patine el neumático se pueden tomar las siguientes medidas:

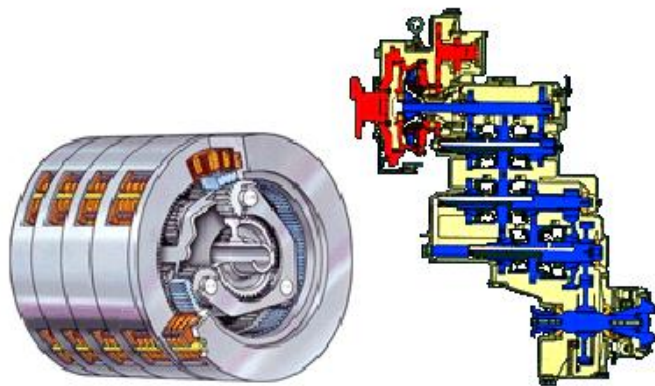
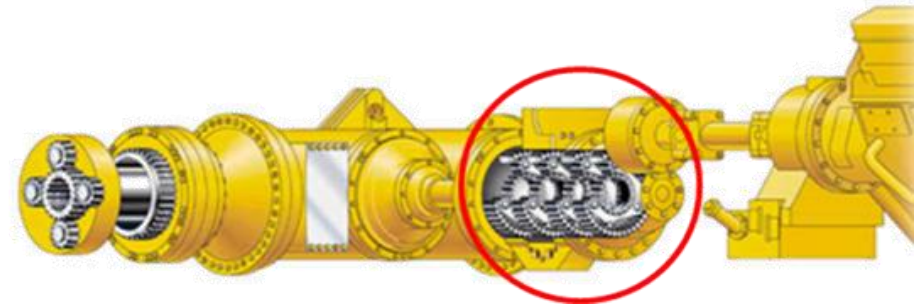
- Procurar que no haya ningún neumático sobre piedras; esto es particularmente importante cuando se transporta roca volada.
- Iniciar el transporte suavemente, evitando acelerar de una manera brusca, con el fin de conseguir que el par que llega a la rueda lo haga de forma progresiva.
- En casos extremos de materiales con fracturas muy cortantes, se pueden montar cadenas protectoras en los ejes motrices; la figura muestra un Volquete con cadenas para cuando la tracción es escasa, que no son las utilizadas para proteger el neumático; para ello, sus mallas son mucho más “espesas” y se montan, como se ha indicado, solamente en los ejes motrices.



2. Caja de Cambios.

La misión fundamental de este componente es proporcionar un determinado número de reducciones para adaptar la velocidad final de la Máquina a las condiciones de rodadura.

Además es el componente encargado de invertir el sentido de marcha para que la Máquina pueda desplazarse marcha atrás. Para las cargas que se deben vencer en vehículos de carretera, se suelen utilizar cajas de engranajes desplazables, en las que un engranaje montado sobre el eje de entrada, se desplaza a diferentes posiciones para engranar con otros de mayor o igual número de dientes y establecer así las reducciones antedichas; para favorecer la suavidad de los cambios, se suelen utilizar los sincronizadores que hacen que el engranado se haga de una forma progresiva.



Para Cajas de Cambio de mayor calidad, se utilizan parejas o trenes de engranajes en toma constante, que, como su nombre indica, siempre están conectados; suele haber tantos como velocidades tiene la caja, y giran todos “locos” excepto el que corresponde a la velocidad que se ha seleccionado. Esta selección se hace por medio de una “chaveta” que hace solidario con el eje de entrada el eje del que va a transmitir la velocidad.

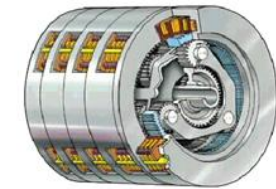
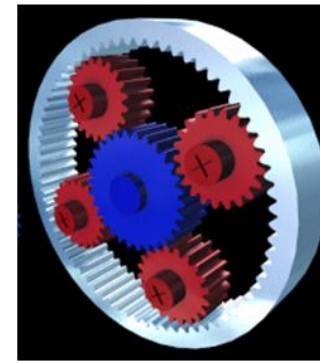
Al igual que las anteriores, la forma de accionar los cambios es puramente mecánica, y todos los engranajes están lubricados por, barboteo (salpicadura) de un aceite recogido en un cárter de una cierta capacidad.

En las Servotransmisiones, se utilizan siempre este tipo de engranajes en Toma Constante, pero, a diferencia de lo visto hasta ahora, se establecen lo que se conoce como “trenes de engranajes”. Un tren de engranajes se compone de varios de ellos montados sobre dos o tres ejes, que giran de forma continua en el interior de la caja y que solamente transmiten movimiento si están conectados al eje de entrada; esta conexión se produce por medio de embragues de varios discos cuyo acoplamiento se controla por medio de aceite a presión; son, por lo tanto, Cajas de Cambio Mecánicas pero su accionamiento hidráulico facilita al Operador la selección de la velocidad.

Las Cajas de Cambio de engranajes en Toma Constante, son de uno de los dos tipos siguientes: “Contraeje” o “Planetarias”. La primera no se diferencia de las utilizadas en automoción más que por la robustez de sus piezas y por la forma hidráulica de conectar y desconectar el embrague que selecciona la velocidad, mientras que los demás trenes de engranajes giran libres, sin transmitir potencia.

Las Cajas de Cambio Planetarias montan lo que se conoce como **TRENES DE ENGRANAJES PLANETARIOS**, que están formados por:

- Un engranaje central, llamado Planeta.
- Un número variable de engranajes que giran alrededor del primero; están engranados con él de forma constante y se llaman Satélites.
- Una pieza que mantiene invariables entre sí las posiciones relativas de los Satélites y que recibe el nombre de Portasatélites.
- El engranaje de mayor tamaño, que, con un dentado interior, está engranado constantemente con los Satélites y que recibe el nombre de Corona.



El Tren Planetario forma un conjunto completamente equilibrado en lo que se refiere a los ejes de todos sus engranajes, por lo que su vida útil es muy superior a las de tipo Contraeje. Según sea el elemento por el que entra el par que llega del Convertidor, las conexiones entre los distintos componentes de los diferentes Trenes y por cuál de los elementos salga el par, se obtienen las diferentes reducciones que proporciona la caja.

Para hacer que cualquiera de los Trenes Planetarios transmita par, se debe fijar uno de los componentes, que suele ser la Corona o el Portasatélites, con lo que se obtiene el mismo sentido de marcha a la entrada y a la salida, o el sentido contrario, que corresponde a todas las velocidades de retroceso; esto se hace por una serie de embragues de discos múltiples en baño de aceite que se accionan por medio de un caudal de aceite a presión, y que se montan periféricamente a la corona.

Por lo general, tanto en las Cajas Planetarias como las Contraeje, están seleccionados dos trenes de engranajes para cada velocidad: uno de ellos es el de avance o retroceso, y el otro el de la velocidad propiamente dicha. Esto permite que se pueda cambiar de velocidad y de sentido de marcha sin usar el freno, si bien hay fabricantes que desaconsejan esta práctica como habitual, o la limitan solamente a marchas cortas, para

prevenir posibles averías, que raramente se dan en la propia caja sino que corresponden más bien a otros componentes de la Transmisión, como el Grupo Cónico, el Diferencial o los Mandos Finales, que son en los que se producen las reducciones más fuertes.

En los Volquetes solamente podría justificarse el uso de esta práctica durante las maniobras, pero no se debe de hacer en ningún caso por los daños que sufre el Grupo Cónico si se usa habitualmente; de hecho los fabricantes lo desaconsejan en sus Manuales de Operación, y han tomado medidas para evitar daños al Volquete si el Operador no sigue esta indicación.

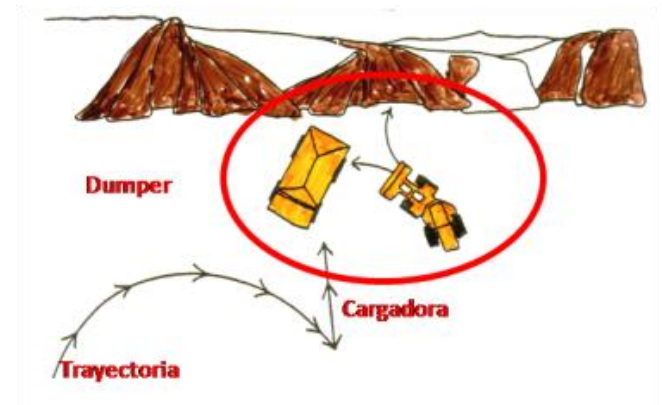


Desde la óptica de la Seguridad, las Cajas de Cambios no constituyen un generador de riesgos en sí mismas; los riesgos que se presentan en su utilización, se refieren más bien a fallos humanos tales como olvido de situar el control en Punto Muerto, o descender por una pendiente con el Control de la Caja de Cambios en Neutro.

Por lo tanto, las **Medidas Preventivas** para el uso de estos dos componentes son muy simples:

- Mantener el motor alto de revoluciones al bajar por una pendiente, usando el freno cuando sea necesario.
- Anular los cambios automáticos mientras se bajan pendientes peligrosas por la existencia de curvas cerradas o en pistas estrechas que presenten riesgo de caída a distinto nivel, ya que, en el instante del cambio, hay un tiempo, casi imperceptible, en el que la Máquina queda sin tracción.
- Jamás descender por una pendiente en Punto Muerto ni utilizar ningún sistema que neutralice la Transmisión.

La variedad que podemos encontrar en el funcionamiento combinado de estos componentes, Convertidor y Caja de Cambios, es muy amplia; aunque sea brevemente vamos a describir las combinaciones más comunes.





CONVERTIDOR Y CAJA DE CAMBIOS EN VOLQUETES RÍGIDOS

Fueron los primeros en ser utilizados en las Explotaciones a Cielo Abierto, hacia la década de 1.960, y su Caja de Cambios proporcionaba un número corto de velocidades, entre tres y cinco en la mayoría de los modelos. Los cambios se realizaban manualmente y el Convertidor estaba operativo en todas ellas.

Una de las marcas punteras en la fabricación de Maquinaria Móvil, sobre la base del Convertidor de Par diseñó una variante a la que puso el nombre de “Divisor de Par”; estaba formado por la unión de un Convertidor con un Tren de Engranajes Planetarios unidos de forma que proporcionaban tres gamas de velocidad, Convertidor, Directa y Superdirecta, para cada una de las tres marchas que se obtenían en la Caja de Cambios, con lo que se lograba un total de Nueve velocidades de avance y tres de retroceso. Cada una de las tres marchas se seleccionaba de forma manual, mientras que los cambios de gama eran automáticos, en función de la velocidad del eje de salida. El Convertidor solamente era utilizado como tal en su gama, en cada una de las tres marchas, quedando bloqueado cuando se producían los cambios automáticos. De esta forma, se combinaban los dos tipos de Transmisiones: Directa y Servotransmisión, y las primeras permitían aprovechar la retención del motor cuando se descendía por una pendiente.



Aún hoy día existen algunas de estas unidades trabajando en las Industrias Extractivas de Exterior.

En la segunda mitad de la Década de 1.970 se empiezan a utilizar las Transmisiones con cambios automáticos que suponen un avance importante sobre todo en lo que se refiere a facilidad de manejo de los Volquetes. Por lo general, el Volquete ofrecía una Caja de Cambios de Seis o Siete velocidades de avance, según su tamaño, con cambios automáticos entre la primera y la velocidad más alta que estuviera seleccionada; el control de los cambios era totalmente hidráulico, con la única excepción de una parte eléctrica que era la accionada desde la palanca de cambios. Una vez situada ésta en una cierta posición, la Caja de Cambios cambiaba de marcha de forma automática

según que el Volquete aumentara o disminuyera la velocidad a la que se movía, cosa que dependía de las características de la pista.

El Convertidor funcionaba únicamente en retroceso, primera velocidad y en una parte de la segunda; a partir de ésta, el Convertidor bloqueaba, por medio de un embrague, a Impulsor y Turbina, para que girasen al unísono, quedando en Transmisión Directa el resto de las Velocidades; para amortiguar los impactos que pudieran producirse en el momento de los cambios, este embrague se suelta un instante antes de producirse y se vuelve a conectar inmediatamente después de haberse producido el cambio.

El sistema llevaba una serie de protecciones para evitar que, en el caso de un manejo incorrecto por parte del Operador en lo que a los cambios se refiere, el motor pudiera sufrir daños irreparables. Eran las siguientes:

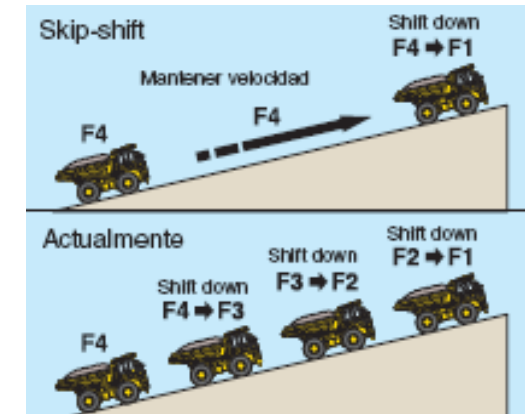
- Protección de Reducciones Incorrectas. Si se pasaba la Palanca de Cambios de la posición 7 a la 3, por ejemplo y el Volquete circulaba a una velocidad excesiva tal que al reducir hasta 3ª pudiera pasar de vueltas al motor, el control de los cambios no permitía la reducción hasta que la velocidad de desplazamiento del Volquete no se disminuyera lo suficiente para no dañar al motor cuando se produjera el cambio.
- Protección de Inversión de Marcha. Si se conectaba la marcha atrás sin que el Volquete estuviera parado, la Caja de Cambios no cambiaba hasta que la velocidad fuera menor de un cierto límite, alrededor de 3 km/h, de forma que no hubiera peligro para los componentes de la Transmisión.
- Protección de Elevación de la Caja. Si con la marcha atrás conectada se accionaba el mando para elevar la Caja, la transmisión se bloqueaba para evitar que el Volquete pudiera seguir su movimiento y caer por el talud de una escombrera o al interior de una tolva sin la debida protección

En los últimos años, la incorporación de la Electrónica ha supuesto mejores prestaciones del conjunto Convertidor/Caja de Cambios con muchos pequeños detalles que han mejorado el comportamiento de los Volquetes y facilitado su conducción, al tiempo que impiden que el Operador pueda realizar acciones peligrosas.



En los Volquetes más modernos, las Características del conjunto Convertidor/Caja de Cambios de anteriores modelos se mantienen en su totalidad y a ellos se han añadido algunos otros tales como:

- Limitador de Velocidad con la Caja Levantada. Si se inicia el retorno sin que la caja haya bajado totalmente, la Transmisión queda enclavada en primera velocidad hasta que aquella esté apoyada en los largueros del bastidor.
- Se puede limitar la velocidad máxima a que se quiera circular; esto es particularmente interesante durante las primeras horas del periodo de aprendizaje de una persona.
- Ciertas marcas ofrecen dos velocidades de retroceso, cuya selección depende de las condiciones de trabajo; el Operador dispone de un interruptor en el Tablero de Instrumentos que le permite seleccionar la adecuada a cada situación concreta; la alta es para un trabajo normal con suelo en buenas condiciones, mientras que la baja es para aquellos lugares en los que haya una mayor resistencia a la rodadura o un menor agarre; un embrague bloquea o no el Convertidor según se use cada una de ellas.
- Para evitar que la Transmisión cambie reiteradamente entre dos velocidades consecutivas al circular por un tramo largo subiendo con una determinada inclinación, los sistemas de protección impiden los cambios que no vayan a permanecer durante un cierto tiempo, o hacen un ajuste a una determinada marcha que mantienen a lo largo del tramo. Esto hace que el número de cambios sea menor, lo que, además de aumentar la vida de la Transmisión, facilita la conducción y la hace más cómoda y segura.



CONVERTIDOR Y CAJA DE CAMBIOS EN VOLQUETES ARTICULADOS

La evolución de las Características del conjunto Convertidor/Caja de Cambios ha sido muy similar a la que ha sucedido con los Rígidos, beneficiándose de las experiencias que los fabricantes han ensayado con éstos.

Centrándonos en los modelos más modernos, las estudiaremos de forma somera con el fin de no repetir lo ya explicado en los Volquetes Rígidos.

La filosofía de conseguir que el Volquete Articulado trabaje la mayor parte del tiempo dedicado al transporte en Transmisión Directa, ha hecho que todos los fabricantes adoptasen la solución de utilizar un



Convertidor con embrague de bloqueo, que se viene usando incluso en modelos de la década de 1.990. La mayor variación, como viene siendo habitual, se ha producido con la incorporación del Control Electrónico de los Cambios.

En lo que sí ha habido una variación importante ha sido en el número de velocidades de la Caja de Cambios, que en los modelos antiguos eran de tres o cuatro a lo sumo, mientras que en los modernos es habitual disponer de siete, ocho e, incluso, nueve velocidades de avance y entre una y tres de retroceso. La causa de este aumento de relaciones ha sido, sin duda, para adaptarse mejor a las adversas condiciones para las que se diseñan estos Volquetes. Igualmente difiere de una a otra marca la marcha o marchas a partir de las cuales se acciona el embrague de bloqueo del Convertidor. Por lo general, nos encontraremos con una de las siguientes posibilidades:

- El Convertidor solamente actúa en una parte de la Primera Velocidad, siendo a partir de aquí, Transmisión Directa.
- Actúa a lo largo de toda la Primera Velocidad, y a partir de Segunda se trabaja en Transmisión Directa.
- Actúa como tal en toda la Primera y la primera mitad de la Segunda, siendo el resto Transmisión Directa.

En cualquier caso, el embrague de bloqueo se suelta un instante antes de realizar un cambio y se vuelve a bloquear inmediatamente después de haberse producido.

Entre las **características** más destacables propias de estos Volquetes se encuentran las siguientes:

- Protección de exceso de velocidad del Motor. Detecta si el motor está excesivamente revolucionado y cambia a una marcha superior de forma inmediata.
- Ajuste de la marcha más alta de la Transmisión. De una forma electrónica, se puede programar la velocidad más alta de la Caja de Cambios en que se quiere que se desplace el Volquete.
- Protección de la Caja Levantada. Impide cambiar a una marcha superior a la programada con el Control de Elevación de la Caja en una posición distinta de la de “Flotante”.
- Bloqueo en Punto Muerto. La Caja de Cambios queda bloqueada en Punto Muerto cuando el Operador acciona este Control; así se evita el movimiento inesperado del Volquete en el momento de arrancar el Motor.

Evidentemente, no todas las marcas ofrecen todas estas Prestaciones, por lo que conviene que se consulte con el Manual del Operador para saber exactamente cuáles de ellas dispone el modelo concreto con el que se trabaja.

3. Caja de Transferencia.

Hasta ahora, los dos componentes de la transmisión que hemos estudiado, tenían sus ejes en prolongación con el eje del cigüeñal del motor, pero si observamos la configuración de un Volquete, los tres están a una superior a la de los ejes de las ruedas.

Por esta razón, en algún punto del Tren de Potencia, tiene que haber un componente cuya misión fundamental es situar el eje alrededor del cual se produce el giro, a una altura adecuada para llevarlo hasta las ruedas. Por lo que se refiere a su situación, cada fabricante opta por la solución que le parece más adecuada, ya sea en Volquetes Rígidos o Articulado. En la mayoría de los casos, se trata, simplemente, de una caja en la que se albergan tres ejes paralelos:

- El eje de entrada, que conserva el sentido de giro que recibe del componente anterior.
- El eje intermedio que invierte el sentido de giro del de entrada.
- El eje de salida, situado ya a la altura de los ejes de las ruedas, que vuelve a invertir nuevamente el sentido del giro, con lo que los sentidos de entrada y salida coinciden.

Cada uno de estos ejes, recibe el movimiento del anterior por medio de un engranaje que puede ser o no del mismo número de dientes que los anteriores, con lo que, según sea una u otra circunstancia, en la Caja de Transferencia se tendrá el mismo o distinto par a la salida que a la entrada. Incluso hay marcas que obtienen de ella dos gamas de velocidades. Por lo que respecta a la Seguridad, es un componente que **no genera riesgos para el Operador**.

4. Árboles de Transmisión.

La misión de los Árboles de Transmisión es llevar el movimiento entre los componentes principales del Tren de Potencia que acabamos de estudiar. La situación de éstos, determina su número y su longitud. Son unas barras metálicas que terminan en unas juntas “cardan” en sus dos extremos que actúan a manera de fusibles; en caso de riesgo de rotura de algún componente principal, son las crucetas las que rompen por ser su reparación más rápida, sencilla y económica que si se rompe algo de un Grupo o Diferencial.



Los Volquetes Rígidos, por norma general, no tienen más que un solo Árbol de Transmisión que suele estar inmediatamente antes de la Caja de Cambios, dado que la longitud de su chasis es relativamente pequeña si se compara con la de un Volquete Articulado.

5. Ejes.

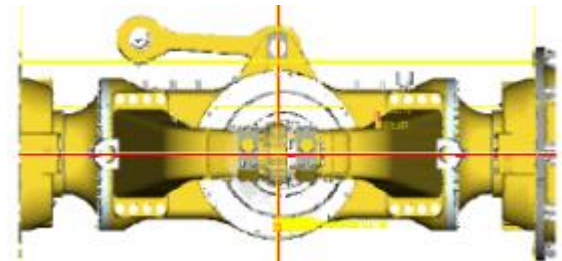
Desde el comienzo de la Transmisión del movimiento a la salida del motor, se ha ido disminuyendo la velocidad de giro en cada componente, al tiempo que se aumentaba el Par (fuerza) a la salida de cada uno de ellos, si bien hay casos como en el Convertidor y en alguna de las velocidades de la Caja de Cambios en las que se ha mantenido el régimen de revoluciones, actuando como embrague y transmisión directa respectivamente, pero siempre el eje de giro de cada componente ha sido paralelo al anterior y situado a la misma altura o a una altura más baja para acercar el movimiento al plano de los ejes de las ruedas.

Una vez que se alcanza este punto, ya es posible dar movimiento a los ejes motrices, en los que, como mínimo, se albergan el Grupo Cónico y el Diferencial.

Como ya hemos dicho, los Volquetes Rígidos no utilizan nada más que un eje motriz, que es el posterior, mientras que el eje delantero es solamente direccional; por el contrario en los Volquetes Articulados todos los ejes son motrices.



En los Volquetes Rígidos, el Eje Posterior se monta de forma que puede oscilar transversalmente a la dirección de su marcha, con el fin de adaptarse mejor a las transiciones de peralte que se producen en la zona en que una pendiente se une con un tramo horizontal. El montaje es mediante la unión con el bastidor principal por medio de una bola de gran tamaño, revestida de un cojinete de fricción; esta unión permitiría al eje girar en cualquier dirección; para limitar y controlar esta oscilación, se monta un tirante

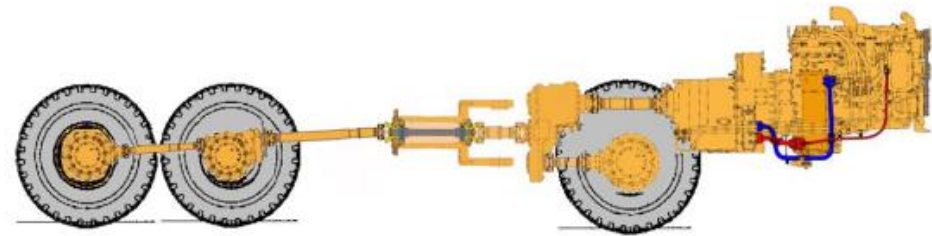


transversal que oscila un cierto ángulo y que va unido a la parte final del bastidor. Los cilindros de la suspensión terminan de sujetar al eje posterior con el bastidor principal.

Por lo que se refiere a los Volquetes Articulados, al ser motrices sus tres ejes, hay que hacer que el movimiento llegue a cada uno de ellos.

Según puede verse en la figura, una de las soluciones adoptada por uno de los fabricantes de este tipo de Volquetes, mueve el eje delantero por medio de un Árbol de Transmisión que sale del una Caja de Transferencia, mientras que a los dos ejes traseros les llega mediante sendos Árboles de Transmisión que parten desde una segunda Caja de Transferencia.

Otra opción es la que se ve en esta otra figura, en la que se mantiene la misma forma de mover el eje delantero, mientras que los dos ejes posteriores se mueven “en cascada”, es decir que el eje intermedio recibe el movimiento a través de un Árbol de Transmisión y desde



éste se mueve el tercero de la misma manera. En algunos modelos se ofrece la posibilidad de desconectar la tracción a alguno de los ejes traseros, funcionando bajo las opciones de 6x4 o 6x6, en función de las condiciones en las que se vaya a desenvolver.

Cualquiera que sea la solución adoptada, pasa por la unión de los ejes posteriores al bastidor principal por medio de un montaje en unas piezas en forma de “A”, con el fin de permitirles un cierto grado de libertad que es muy útil a la hora de transitar por terrenos irregulares.

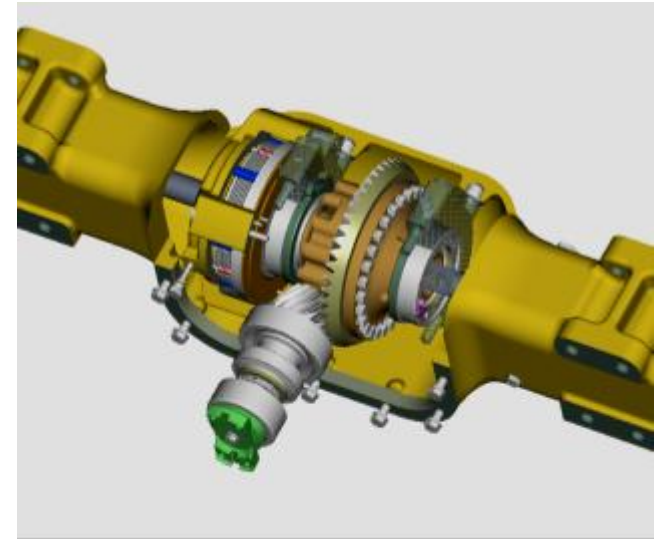
6. Grupo Cónico y Diferencial.

Hasta este punto, los ejes alrededor de los cuales se transmitía el movimiento, están dispuestos longitudinalmente con respecto al Volquete, pero los ejes de las ruedas



están situados transversalmente a esta dirección, por lo que, en alguno de los componentes de la Transmisión, hay que hacer que el eje de salida forme un ángulo de 90° con el de entrada; esto se logra en el Grupo Cónico, que está formado por un piñón de ataque situado sobre la llegada de cada uno de los Árboles de la Transmisión, y una corona, que gira en un plano perpendicular al anterior, de mucho mayor tamaño, por lo que la reducción de giro es de las más altas de todas las conseguidas hasta este punto.

El nombre de Grupo Cónico lo recibe de la forma que tienen los dientes de sus engranajes, que, en vez de ser cilíndricos como los utilizados hasta ahora, sus dientes se tallan según la superficie de un cono, para lograr que el engrane de los dientes se produzca de una forma progresiva, disminuyendo el ruido, el desgaste y el impacto sobre la Transmisión. No hay que confundir el Grupo Cónico con el Diferencial como les sucede a muchas personas; este componente lo llevan todas las Máquinas, con la excepción de aquellas que tienen tracción independiente para cada uno de sus lados, es decir, las que utilizan Transmisión Hidrostática; **el Grupo Cónico mantiene la misma velocidad en los dos ejes de las ruedas a las que envía movimiento, sea cual sea la situación de la Máquina** lo que supone un problema en unidades con un radio de giro pequeño cuando se va a tomar una curva; en este caso, se produce la siguiente situación:



- La rueda que va por el lado exterior de la curva tiene que recorrer un espacio mayor que la circula por el lado interior.
- Las dos parten al mismo tiempo del inicio de la curva y tienen que llegar al final al mismo tiempo.
- La velocidad de ambas ruedas es la misma.
- Como consecuencia, se produciría un deslizamiento de la Máquina, el clásico “derrape”, para compensar la diferencia de espacio que han de recorrer cada una.

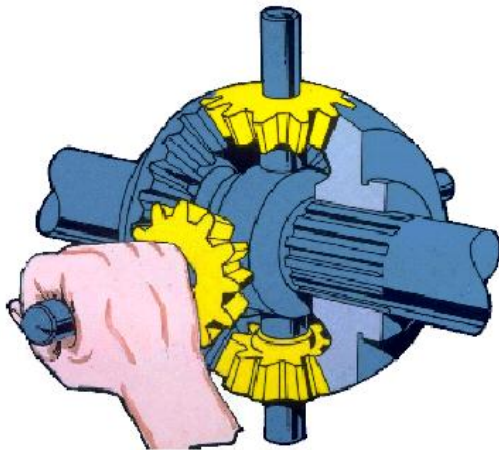
Para evitar esta situación, se utiliza el **Diferencial**, que es un mecanismo que permite diferencia de velocidad entre los dos semi-ejes de las ruedas. Para ello, se toman las **siguientes medidas**:

- ⇒ Se comienza por dividir el eje de salida del Grupo Cónico en dos partes **que no reciben el movimiento de éste**.
- ⇒ Sobre la Corona, se monta la caja del Diferencial, que va atornillada y que gira a las mismas revoluciones que dicha Corona

- ⇒ Los dos semi-ejes, perpendiculares a la corona del Grupo, tienen en sus extremos unos engranajes llamados Satélites, que:
- Mientras la Máquina se desplaza en línea recta, no giran, transmitiendo a los semi-ejes las mismas revoluciones a las que gira la Corona.
 - Si la Máquina toma una curva, los satélites empiezan a girar sobre sus propios ejes y permiten que los dos semi-ejes giren a distinta velocidad.



Todo el conjunto de piezas que hemos explicado, se encuentra en el interior del cárter del Grupo, en el que se almacena aceite para lubricar estos elementos; dado que las cargas que tienen que soportar estos engranajes son elevadas, es necesario que el aceite tenga un grado de viscosidad muy alto, como mínimo un SAE50.



El Diferencial es un componente imprescindible en los vehículos de automoción que deben girar de forma frecuente mientras se conducen por una carretera; sin embargo, para una Máquina, presentan un inconveniente notable que es el siguiente: mientras las ruedas de ambos lados del Volquete están pisando un terreno de igual tracción, no hay problema porque las dos ruedas transmiten aproximadamente el mismo par, pero si por cualquier motivo una rueda tiene menos agarre que la otra, la situación varía.

Entonces, el movimiento se va al punto que le ofrece menos resistencia, y la velocidad de esta rueda empieza a elevarse, estando esta circunstancia permitida y favorecida por el Diferencial; la consecuencia inmediata es que la fuerza se deriva hacia la rueda que tiene menos agarre y comienza a patinar con lo que el Volquete deja de desplazarse.

Para evitar este inconveniente, los fabricantes incluyen en ocasiones la posibilidad de bloquear el Diferencial ya sea por medios mecánicos, hidráulicos, eléctricos, electrónicos, e incluso de forma automática; con ligeras diferencias según uno u otro tipo de bloqueo, el mecanismo es similar y obedece al mismo principio: hacer solidarios con la caja del Diferencial los ejes de los satélites para evitar que éstos puedan girar y así el par se transmita por igual a ambas ruedas del eje, que se transforma en rígido mientras el bloqueo esté activado; normalmente, este bloqueo se

puede conectar mientras la Máquina se mueve, si bien algunos fabricantes aconsejan pararla antes de conectar el bloqueo del diferencial para evitar el golpe que se produce al bloquear el mecanismo. Lo que no se debe hacer es conectarlo al mismo tiempo que se acciona la dirección.

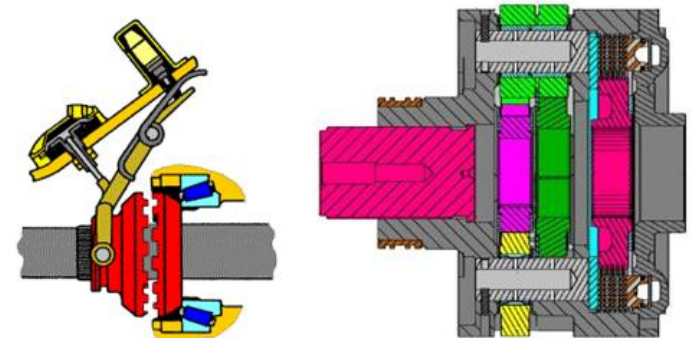
Existen como hemos dicho bloqueos automáticos del Diferencial, que se producen cuando la diferencia de velocidad entre las ruedas de un eje supera la necesaria para tomar una curva con el mínimo radio de giro del Volquete. Este tipo de Diferencial se conoce como Diferencial autoblocante, de deslizamiento limitado o “no-Spin” en el que el control del bloqueo suele ser hidráulico y, en las Máquinas modernas, electrónico.

Los **Volquetes Rígidos**, al estar diseñados para trabajar cuando hay buena tracción, no suelen necesitar bloqueos en su diferencial, si bien hay casos en los que puede serles de utilidad, sobre todo cuando suben cargados por pistas con una cierta humedad; para estos casos los fabricantes suelen ofrecer algún tipo de diferencial que se pueda bloquear.

Por el contrario, en los **Volquetes Articulados** es imprescindible disponer de esta posibilidad, dado que van a trabajar en condiciones de altas resistencias a la rodadura, con bajos coeficientes de tracción, y en pistas mal conservadas o en terrenos irregulares. Además, en este tipo de Volquete, hay que distinguir entre el diferencial que existe en cada eje y el que hay para repartir el par entre los dos ejes posteriores, al que llamaremos Diferencial Inter-axial.

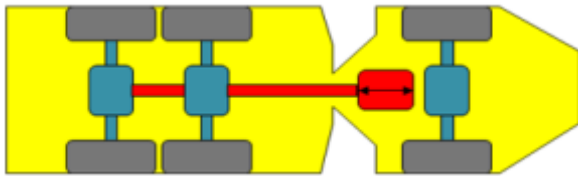
A la hora de estudiar el Sistema de Bloqueo, nos podemos encontrar con dos formas básicas para efectuarlo:

- ⇒ Bloqueo por mordaza, en el que el mando actúa sobre un elemento de presión que se desliza sobre un eje fijo y produce el efecto de bloqueo deseado.
- ⇒ Bloqueo por discos, ya sea en forma de embrague multidisco o de uno solo, que funciona como se explicó en la Caja de Cambios. Los discos pueden ir en seco o en baño de aceite.



En cualquier caso, el accionamiento puede ser de múltiples formas: mecánico, neumático, hidráulico, eléctrico o electrónico, que se han ido incorporando con el paso del tiempo.

El Bloqueo del Diferencial Inter-axial permite distribuir el par entre los tres ejes del Volquete; según las marcas, el reparto de dicho par es diferente.



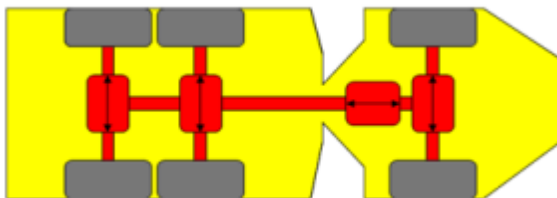
Este Bloqueo es aconsejable cuando el Volquete vaya a superar rampas importantes, con independencia del estado de la pista; así se asegura que todos los ejes reciben una parte adecuada del par, y se elimina o disminuye la posibilidad de patinamiento de alguno de ellos.



La combinación que asegura la tracción controlada en todas las ruedas del Volquete Articulado, se utiliza cuando se va a transitar por terrenos irregulares o muy embarrados, siendo aconsejable, en estos casos, la opción de bloqueo de todos los diferenciales, Inter-axial y de los ejes. La incorporación de la Electrónica ha permitido que los bloqueos se conecten y desconecten de forma automática en función de la velocidad a que se esté moviendo el Volquete.

El Bloqueo transversal de cada uno de los ejes, asegura que el par llegue a la rueda que tiene agarre,

evitando el patinamiento de uno o más neumáticos de los ejes. Las marcas ofrecen diferentes posibilidades para combinar los bloqueos, que han ido variando con el tiempo por lo que no vamos a profundizar más en este tema



Pensando en la Seguridad, el Diferencial no representa ningún riesgo, si exceptuamos cuando se utiliza el bloqueo, que, acoplado de manera brusca en terrenos resbaladizos y a velocidad excesiva, puede dar lugar a la pérdida del control del Volquete y su consiguiente deslizamiento lateral; el riesgo es mayor cuando se transita por pistas

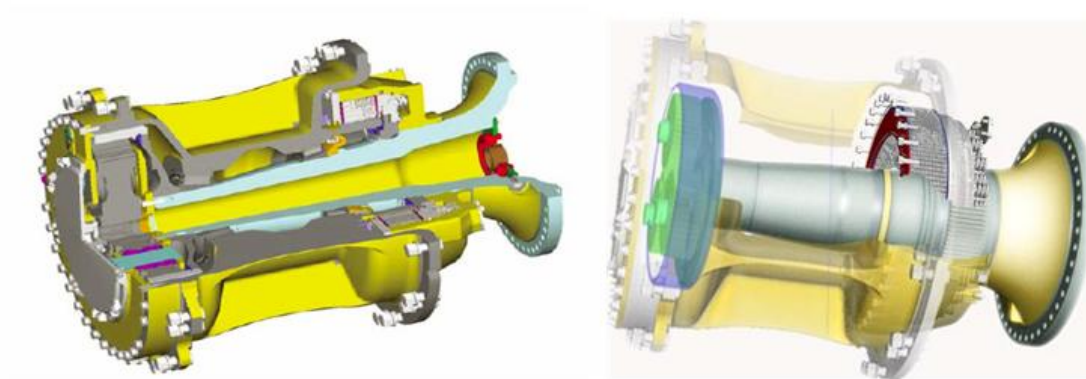
estrechas y hay desniveles de importancia, que pueden terminar con la caída a distinto nivel o con el vuelco en casos extremos. Por esta razón conviene no bloquear el Diferencial cuando se circula en una marcha larga.

7. Palieres.

Una vez que el movimiento sale del Grupo Cónico y Diferencial, se envía a cada una de las dos ruedas del eje; el palier, que es como se conoce vulgarmente a cada uno de los dos semi-ejes que salen de los Diferenciales, está encargado de transmitir el movimiento hasta la rueda.

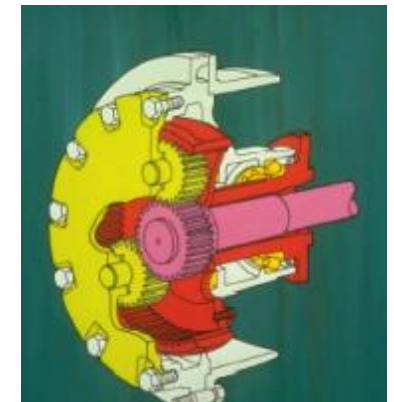
El palier está sometido continuamente a unos esfuerzos de torsión que son consecuencia de la fuerza que sale de la Transmisión y de la resistencia que opone el terreno al desplazamiento de la Máquina.

En las dos figuras pueden verse los palieres y los mandos finales de los Volquetes Rígidos (izq.) y Articulados (der.).



8. Mandos Finales.

Es la última reducción que se hace de las revoluciones de los distintos componentes del Volquete antes de llegar a la rueda, siendo con la del Grupo Cónico, las dos más energías de toda la Transmisión.



En la actualidad, todas las marcas utilizan el diseño planetario en el que la Corona está unida rígidamente a la carcasa del eje, y por lo tanto, no gira, mientras que la llanta sobre la que irá el neumático, está unida con el Portasatélites, siendo por lo tanto la salida del movimiento, que entra al Mando Final por el Planeta. Las ventajas que presenta este diseño son las siguientes:

- ⇒ Un alto aumento del Par que llega a la rueda, ocupando un espacio mínimo.
- ⇒ El peso de la Máquina se transmite al suelo dejando el palier flotante es decir, con la única misión de transmitir par y no la de soportar peso alguno.
- ⇒ La extracción del palier para una posible reparación se hace sin la necesidad de desmontar toda la rueda.



1.3 Frenos

Es, desde el punto de vista de la Seguridad, el elemento fundamental para el manejo de cualquier Máquina; su funcionamiento se basa en la conexión entre una pieza que gira y otra que permanece fija, que se realiza a voluntad del Operador. Aunque es prácticamente imposible estudiar todas las variables posibles que ofrecen y han ofrecido los distintos fabricantes, en todos los modelos de Volquetes que hoy trabajan en las Explotaciones Mineras, veremos las más comunes con las que se puede encontrar una persona que maneje una de ellas.

Para ello distinguiremos los siguientes apartados:

- ⇒ Tipos de Frenos
- ⇒ Sistemas de Frenado
- ⇒ Forma de accionamiento

→ TIPOS DE FRENOS

Los más habituales son:

- **De Zapata.** Consiste en una o dos piezas, montadas en un punto fijo de la Máquina, sobre las que se sitúan una o dos zapatas de material para realizar el frenado; los soportes de las zapatas están unidos por ambos extremos mediante cojinetes que permiten su desplazamiento en sentido vertical. En medio de ambos soportes se encuentra el elemento que acciona este mecanismo, y unos muelles de recuperación que restituyen las zapatas a su posición habitual. Cuando el Operador utiliza el mando del freno hace que ambos soportes se muevan y las zapatas sobresalgan del perímetro, rocen con la rueda y la frene; al soltar el mando, normalmente por pedal, los muelles devuelven las zapatas a su posición de reposo y el freno deja de actuar.

- **De Disco.** El mecanismo de frenado se compone de un disco de freno montado sobre el eje de la rueda, que gira con ella, y, en uno o varios puntos de su perímetro, hay unas pinzas que contienen las pastillas de freno, y que están montadas en un punto fijo del Volquete.

La forma de funcionar es simple; cuando se acciona el mando del freno, las pastillas, empujadas por un émbolo, sobresalen de su posición normal, aprisionan el disco de freno y reducen su velocidad y con ello la de la rueda. Al soltar el mando, un mecanismo retrae las pastillas a su posición original y el freno deja de actuar.

- **De Discos Múltiples.** Es un sistema en el que se intercalan los discos de freno con los platos de presión, que son los conectados de forma permanente con la carcasa que contiene todo el mecanismo de frenado. Los discos tienen un dentado interior que engrana con el eje de la rueda, mientras que los platos se sujetan a la carcasa por medio de unas pestañas que impiden su movimiento de giro.

Ambos componentes se pueden mover lateralmente de forma que se compriman los discos por medio de los platos de presión y frenen el eje de la rueda. A diferencia de otros sistemas, el de



Discos Múltiples no admite una forma mecánica de ser accionado. Cuando el Operador acciona el control del freno, se comprimen los discos por medio de los platos de presión y se frena el eje de la rueda; al soltar el control, unos muelles separan los platos de los discos y el mecanismo deja de frenar. Es una forma de conseguir una superficie de frenado muy superior a la de cualquier otro sistema de los descritos hasta ahora, por lo que se utiliza para Máquinas de gran tamaño que alcanzan velocidades considerables. Para disipar el calor que se genera en el frenado, suelen ir en baño de aceite, que refrigera las ranuras de la superficie de los discos.

- **De Tubo Expansor.** Es un sistema utilizado por una marca determinada, hoy en desuso, pero que podemos encontrarla en el eje delantero de algunas unidades antiguas que todavía se usan.

Está basado en la zapata convencional, pero su accionamiento se hace por medio de una cámara que se hincha por medio de aceite a presión. La cámara está dispuesta en una circunferencia interior a la rueda del Volquete, y sobre ella se montan hasta 12 zapatas que completan los 360° de la circunferencia. Cuando se acciona el control del freno, el aceite infla la cámara y ésta empuja las zapatas hacia el exterior haciendo que su superficie roce contra el interior del cubo de la rueda y la frena; al soltar el control del freno, el aceite sin presión retorna al depósito, la cámara se desinfla y las zapatas vuelven a su posición de reposo dejando de frenar.



La utilización de uno u otro tipo de freno la decide el fabricante en función del diseño de la Máquina que lo va a utilizar; con el paso del tiempo, se han ido desechando alguno de ellos. Su uso obedece a unos criterios más o menos universales que incluimos a continuación:

- ⇒ La zapata, que es el sistema más simple y barato, se monta al aire, dado que está alojado en un receptáculo más o menos hermético. Se utiliza para Máquinas de pequeño tamaño, y está expuesta a que en terrenos embarrados, o encharcados, se produzcan fallos a la hora de su utilización. Su montaje exterior favorece su refrigeración así como la facilidad en su revisión y reparación.
- ⇒ El disco simple también suele montarse en el exterior. Es un freno más progresivo que la zapata, y, aunque está sometido a las mismas situaciones de fallo por barro o agua, su recuperación es más rápida por el fácil secado de la superficie del disco. El número de pinzas y

pastillas que lleva, depende de la marca y es una consecuencia de la capacidad de frenado que se quiere conseguir. Su gran ventaja es la facilidad de eliminar el calor que se produce durante el frenado.

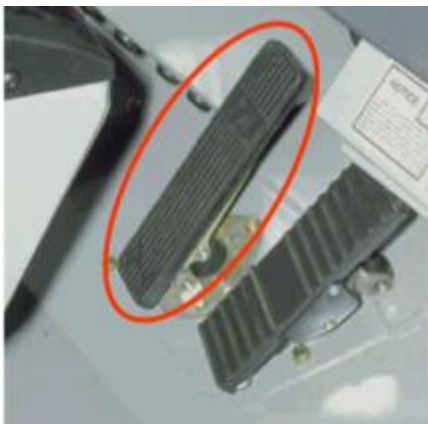
⇒ Los discos múltiples, sean en seco o en baño de aceite, se pueden montar bien en la rueda o en el interior del eje, siendo este último el más utilizado en los Volquetes. En su versión en seco, se suelen montar en las cajas de transferencia.

→ SISTEMAS DE FRENADO

En este concepto incluimos las diferentes formas de utilización de los Frenos que se pueden hacer en los Volquetes ya sean Rígidos o Articulados; son los siguientes:

- **Freno de Servicio.** Se entiende por tal el Sistema que más se asemeja al uso de los frenos en un vehículo de carretera. Generalmente, los Frenos de Servicio se controlan por medio de un pedal, situado junto al mando del Acelerador.

Cuando se acciona, se produce el frenado sobre los frenos de todos los ejes del Volquete; mientras se mantiene presionado se permite que el fluido que lo acciona, sea aire o aceite, fluya por los conductos hasta llegar al freno propiamente dicho; cuando el mando se deja de presionar, el



sistema de recuperación del freno reenvía el fluido ya sea a la atmósfera si se acciona por aire o aire sobre aceite, o al circuito de retorno si el accionamiento del freno es totalmente hidráulico. En la mayoría de las marcas, existe la posibilidad de desconectar los frenos delanteros para evitar que este eje pueda bloquearse; puesto que no es un eje motriz, este riesgo es más acusado que si recibiera fuerza; el uso de la conexión o desconexión de los frenos delanteros, viene especificado en el Manual de cada fabricante y **debe seguirse estrictamente para evitar que se pueda perder el control del Volquete si se usa de forma incorrecta.**



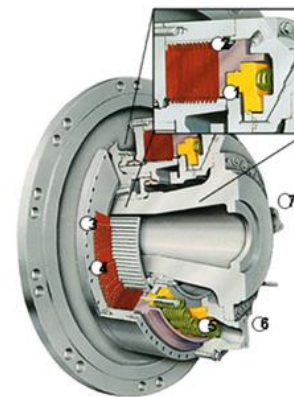
- **Freno de Estacionamiento.** Es el Sistema de Frenado que debe utilizarse para aquellas ocasiones en las que el Operador va a abandonar la cabina, ya sea a motor parado o en funcionamiento o cuando el Volquete vaya a permanecer detenido por algún tiempo aunque el motor siga funcionando y el Operador se encuentre en la cabina, como es el caso de las Operaciones de Carga y de Descarga, ya sea en tolva o en escombrera.



Durante muchos años, este freno se ha montado sobre algún componente de la Transmisión; solía ser de zapata o de disco en seco, y su accionamiento mecánico casi siempre por medio de un cable, que hacía difícil su uso por el esfuerzo físico que suponía su accionamiento. El operador optaba por no usarlo, sustituyéndolo por algún otro sistema más cómodo pero menos seguro, con lo que, pasados unos cuantos cientos de horas de trabajo, el freno era inservible; este mal uso de los frenos, ha sido la causa de numerosos y graves accidentes.

En la actualidad, hay dos tendencias con relación al Freno de Estacionamiento en los Volquetes:

- Utilizar un freno de disco en seco o discos múltiples que se aplica por muelles y se suelta por presión de aire y/o aceite, con lo que el Volquete queda sujeto por medios mecánicos que imposibilitan un movimiento inesperado cuando se conectan.



- Usar los frenos multidiscos en baño de aceite del eje posterior en los Volquetes Rígidos, con un accionamiento por muelles y usando presión de Aire y/o aceite para soltarlos.

Existen marcas en el mercado que disponen de un sistema que, al mismo tiempo, pone la transmisión en punto muerto y conecta el freno de estacionamiento para una mayor facilidad de su manejo.

En las unidades modernas, que ostentan el marcado CE, cuando se conecta el freno de estacionamiento se dan las siguientes circunstancias:

- ⇒ La Máquina debe quedar bloqueada **de forma mecánica**, es decir por medio de muelles u otro sistema similar.
 - ⇒ No se debe soltar hasta que el Sistema de Frenos de Servicio funcione con normalidad, es decir que el fluido de accionamiento haya alcanzado la presión suficiente para su uso.
 - ⇒ El motor no debe arrancar si el mando de este freno no está en la posición de conectado.
- **Freno de Emergencia.** Es un Sistema de Frenado que se utiliza en caso de avería en el Sistema de Frenos de Servicio, y es capaz de detener el Volquete en una distancia segura. Este Sistema de Frenado puede actuar bien sobre los Frenos de Servicio o bien sobre el de Estacionamiento, y su actuación se produce ya sea por actuación del Operador o de manera automática si éste no lo hace. Al igual que con el Freno de Aparcamiento, la Máquina quedará sujeta por muelles u otro medio que impida su movimiento hasta que no se haya corregido la anomalía del Freno de Servicio. El marcado CE exige que el Volquete disponga de este Sistema de Frenado para su homologación.

Este freno, que también se llama Freno Secundario, puede usarse en determinadas circunstancias como apoyo al Sistema de Servicio, cuando pueda producirse un accidente o cuando el Operador del Volquete no lo pueda controlar por los medios habituales; en todo caso se debe confirmar este posible uso en su Manual del Operador.



- **Retardador.** Cuando el Volquete tiene que descender cargado por una pendiente el peso de la Máquina y de la Carga que transporta “empuja” contra el freno y hace que el motor aumente de revoluciones, pudiendo darse el caso que su régimen supere el máximo establecido para un funcionamiento adecuado; esto es lo que se conoce como “pasado de vueltas”, y, como hemos indicado con anterioridad, puede provocar graves averías al motor. Para evitarlo se utiliza un mecanismo que se conoce como Retardador y cuya misión es que el régimen del motor no supere el máximo establecido por el fabricante. Hay diferentes tipos de Retardadores que se han ido utilizando y aún hoy se utilizan por los diferentes fabricantes de Volquetes, que describiremos brevemente.
 - Freno al Motor. Existen varias opciones de este tipo de Retardador de las que las dos más habituales son las siguientes:
 - Una de las posibilidades es montar sobre el volante del motor un mecanismo similar a un embrague hidráulico pero en el que se introduce aceite en contra de los álabes de su rotor; este aceite produce un frenado del volante y, por lo tanto, una reducción del régimen del motor. Este sistema de retención del motor, produce un calentamiento del aceite que debe ser refrigerado para evitar daños al sistema. Se deben seguir las instrucciones del fabricante en relación con el tiempo que debe ser utilizado.
 - Otra posibilidad consiste en actuar sobre las válvulas de escape del motor.
 - Freno a la Transmisión. Otra forma de evitar que la carga “pase de vueltas” al motor consiste en frenar la Transmisión a la salida del Convertidor de Par; de esta forma, mientras que se esté en Transmisión Directa, la reducción del eje de la Transmisión “echa abajo” las vueltas del motor. Es un sistema similar al primero que hemos explicado para el Motor pero montado inmediatamente antes que la Caja de Cambios; funciona correctamente mientras que el Convertidor tiene accionado el embrague de bloqueo; su limitación estriba en no retener tanto al eje de giro que se llegue a soltar el embrague de bloqueo; en este momento, dejamos de estar en transmisión directa, y el motor deja de estar retenido. Por esta razón, los fabricantes que utilizan este tipo de Retardador, especifican el tiempo que se puede utilizar. En algunos casos se permite seleccionar el grado de actuación de este retardador (50%, 75% ó 100%).
 - Freno de Acción Prolongada. Aunque no es realmente un Retardador, el Freno de Acción Prolongada tiene una misión diferente: controlar la velocidad a la que se mueve el Volquete, manteniéndola constante cuando se baja una pendiente sea en vacío o con carga. El sistema permite graduar la frenada de los frenos traseros, y también en los delanteros en los Volquetes mayores de 100 toneladas, cuando estos son multidiscos en baño de aceite; el grado de acoplamiento de los frenos establece la velocidad a que va a moverse el Volquete. La condición fundamental para que este freno funcione correctamente, es mantener el motor a un régimen que asegure que el aceite utilizado en su refrigeración circula en cantidad suficiente y a una temperatura adecuada. La única

precaución, que el Operador debe tener, además de la que acabamos de indicar, es mantener la velocidad de la Caja de Cambios, para impedir que se suelte el bloqueo del Convertidor y deje de ser eficaz la retención del Tren de Potencia.

➔ FORMAS DE ACCIONAMIENTO

Con esta expresión queremos indicar el proceso que sigue el elemento utilizado para que el freno actúe a partir del momento en que el Operador acciona el mando correspondiente. Los diferentes Tipos y sistemas de Frenado, pueden accionarse de varias maneras, siendo las más utilizadas las siguientes:

- ⇒ Mecánico
- ⇒ Neumático
- ⇒ Hidráulico
- ⇒ Mixto de Aire sobre aceite.

Describiremos brevemente el **funcionamiento elemental** de cada uno de ellos, así como sus características más importantes.

1. Accionamiento Mecánico.

En este Sistema de Accionamiento, cuando se acciona el mando del freno, que habitualmente es por medio de un pedal, un varillaje hace que actúe el freno, casi siempre un freno de zapata; al soltarlo, un sistema de recuperación, que puede ser un simple muelle, hace que el control vuelva a su posición de reposo y el freno deja de actuar. Esta forma de accionamiento está hoy en desuso para el Sistema de Freno de Servicio porque exige mucho esfuerzo para su uso continuo, hay dificultad para llevar el accionamiento a puntos distantes, etc.



No obstante tiene una característica que lo hace muy útil y es que sujeta el vehículo por medios mecánicos y lo mantiene inmovilizado por tiempo indefinido. Por esta razón, lo podemos encontrar en uso en Volquetes antiguos, accionando el Freno de Estacionamiento.

Una tercera forma de utilizar un accionamiento mecánico es por el uso de muelles que conectan y fijan mecánicamente el elemento que se usa en este Sistema de Frenado.

Esto se hace a través de un pulmón de freno en el que un diafragma recibe la presión del fluido utilizado para el accionamiento, ya sea aire o aceite; en una primera fase este fluido comprime unos muelles con lo que el émbolo queda libre y el freno se suelta; este fluido queda comprimiendo los muelles y cuando se quiere conectar el freno de estacionamiento, basta enviarlo al drenaje si es aceite o al exterior si es aire para que los muelles se expandan y lo conecten. De esta forma el freno queda conectado por muelles



2. Accionamiento Neumático.

Este accionamiento utiliza aire a presión para accionar el freno correspondiente; utiliza un pulmón similar al explicado anteriormente, al que le llega el aire cuando el Operador acciona el mando del freno correspondiente.



Entre el Compresor y los Calderines, se encuentra un desecador encargado de mantener el aire libre de humedad para evitar condensaciones que, en tiempo frío, puedan helarse y dificultar el suministro de aire cuando se necesite. Los calderines suelen disponer de su propio sistema de drenaje para expulsar impurezas tales como alguna gota de aceite, pequeñas partículas de suciedad, etc. El Operador, cuando acciona cualquiera de los mandos de los frenos, abre el paso al aire y lo envía al elemento que actúa sobre el freno elegido. Este sistema tiene como ventajas la suavidad de



accionamiento de los controles y la facilidad para alcanzar puntos lejanos. Cada vez que el Operador actúa sobre uno de los Mandos que conectan cualquiera de los componentes accionados por aire, hay un volumen que sale del circuito y que, una vez utilizado, es devuelto a la atmósfera. El consumo de aire es tanto mayor cuanto más veces se acciona el mando, por lo que se aconseja no usar el freno dando emboladas, es decir no se debe bombear repetidamente el mando para que el freno actúe con más rapidez. Un inconveniente es que cuando hay pérdidas o cuando el aire se enfría, se pierde presión en el circuito con lo que **no se puede confiar en este Sistema para mantener la Máquina frenada sin la presencia del Operador porque puede haber desplazamientos imprevistos que provoquen accidentes.**

3. Accionamiento Hidráulico.

En esencia, esta forma de accionar los frenos es similar a la anterior, cambiando el aire por el aceite; el sistema necesita una bomba que lo toma



desde un depósito y lo envía a unos acumuladores donde se almacena en contra de una presión de Nitrógeno que se encuentra en su interior. La bomba sigue enviando aceite lo cual hace que la presión llegue hasta un valor máximo en el que una válvula corta el suministro a los acumuladores y el circuito está totalmente cargado. Mientras que no se usa ninguno de los mandos de los frenos, el aceite que bombea la bomba retorna al depósito, si bien hay fabricantes que usan un sistema por el cual la bomba deja de trabajar mientras no



sea necesario rellenar el circuito, con lo que se consigue disminuir el caudal de aceite circulante, su temperatura se mantiene más baja y se consume menos combustible.

El depósito de aceite suele estar, en los Volquetes Rígidos, entre las dos ruedas del lado izquierdo; el aceite suele ser el mismo para los Frenos, Transmisión y Sistema Hidráulico del Basculante, mientras que hay algunas marcas que separan el aceite de la Caja de Cambios por las exigencias en sus características debidas a las presiones que debe soportar durante su trabajo. Incluso hay marcas que utilizan este mismo depósito para el Sistema Hidráulico de la Dirección. En el caso de los Volquetes Articulado, el depósito suele estar delante de la rueda delantera izquierda, si bien, cada marca lo sitúa en diferentes lugares según sus modelos.

Cuando el Operador acciona uno de los mandos de los frenos, deja pasar una cierta cantidad de aceite que llega hasta el freno y lo acciona; cuando se suelta el mando, el aceite vuelve al depósito y la presión del circuito disminuye; así se mantiene mientras que la presión no caiga por debajo de su valor mínimo, momento en el que la válvula vuelve a abrir el paso al acumulador y se repite de nuevo el ciclo.



Según las necesidades de aceite para accionamiento de los frenos, las marcas suelen poner un número variable de acumuladores de frenada; lo más habitual suele ser dos para los circuitos de los Frenos de Servicio y del Retardador y un tercero para el Freno de Estacionamiento y Emergencia. Los acumuladores suelen almacenar aceite suficiente para varias frenadas; de esta forma, si hay una avería en la bomba de los frenos, se dispone de capacidad suficiente para detener el Volquete; su número varía de unas marcas a otras, siendo habitual que haya para al menos cinco frenadas, pasadas las cuales, se acopla el Freno de Emergencia de manera automática.

Igual que sucede con el Accionamiento Neumático, se necesita un régimen de motor suficiente para que la bomba envíe la cantidad de aceite suficiente para el accionamiento del freno, así como para su refrigeración.

4. Accionamiento de Aire sobre Aceite.

Este sistema mixto, utiliza en una primera parte el aire como elemento de acción, y la presión de este gas se transforma en presión de aceite en un determinado punto del circuito. Lo explicado para el Sistema Neumático es válido para este Sistema Mixto, de forma que los controles que acciona el Operador solamente dejan pasar una cierta cantidad de aire a presión.

Cuando se utilizan Frenos de Discos Múltiples en baño de aceite, nos podemos encontrar que su uso corresponda a una de las tres opciones siguientes:

- Como Freno de Servicio.
- Como Freno de Servicio y Retardador.



- Como parte de los cuatro Sistemas de Frenado (los dos anteriores más los de Estacionamiento y Emergencia).

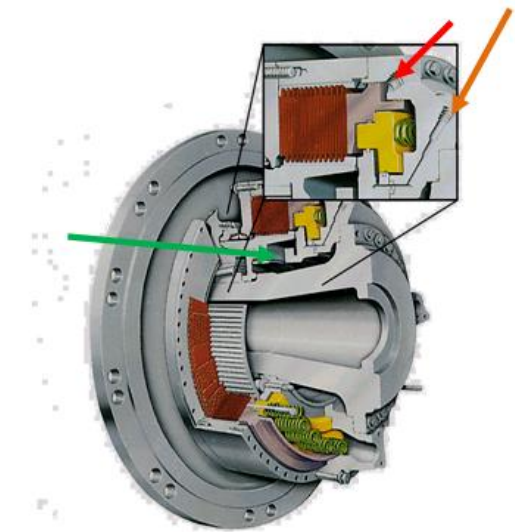
Explicaremos el funcionamiento de este último:

Como puede verse en la figura, los discos, coloreados en rojo, pueden comprimirse unos contra otros por medio de la presión de dos pistones, un color morado y otro amarillo, cada uno de los cuales es el utilizado cuando se aplica el Freno de Servicio y/o Retardador y el de Estacionamiento/Emergencia respectivamente.

Cuando el Operador quiere soltar el Freno de Estacionamiento, llega aceite por el orificio marcado por la flecha naranja, llena la cavidad que está a la izquierda del pistón amarillo; si hay suficiente presión de aire y de aceite, comprime los muelles y suelta el Freno. Si la presión no es suficiente, la fuerza de los muelles lo aprieta contra el pistón morado y los discos dejan frenada la Máquina por medio de los muelles.

Una vez soltado el Freno, el Volquete puede empezar a moverse porque los discos ya no están comprimidos por nada; si en esa situación se actúa sobre el Freno de Servicio o sobre el Retardador, el aceite entra por el agujero marcado por la flecha roja, y comprime los discos; el esfuerzo de frenado será proporcional a la presión con que el aceite aplica el Freno.

El conducto marcado en verde alberga el aceite de refrigeración de los discos, que circula de manera continua y es enfriado a través de un enfriador específico para mantenerlo dentro de la temperatura de funcionamiento adecuada. Para conseguir que la refrigeración sea la adecuada, sobre todo cuando se utiliza mucho el Retardador, conviene que el motor funcione a altas revoluciones, por lo menos a 1.800 rpm, para que haya suficiente circulación tanto de agua como de aceite y el ventilador genere un caudal de aire que mantenga la temperatura del aceite de los frenos en un nivel adecuado.



I.4 Dirección

La Dirección en los Volquetes es otro de los componentes que más afectan a la Seguridad; es el que permite al Operador dirigir la Máquina por el lugar adecuado. Para ello, los Volquetes Rígidos utilizan el Eje Delantero; por el contrario, los Articulado utilizan para dirigirlo la Articulación existente entre ambos bastidores. A continuación, analizaremos, brevemente, cada una de las dos alternativas.

→ DIRECCIÓN EN VOLQUETES RÍGIDOS

Las ruedas delanteras están montadas sobre unos ejes que le permiten girar un cierto ángulo a derecha e izquierda; la forma en que están montadas se verá más adelante en el apartado que dedicaremos a la Suspensión.



La Dirección tiene una importancia notable a la hora de hacer maniobras ya sea para entrar al punto de carga o para situarse en la posición adecuada para vaciar la caja del Volquete. El ángulo de giro de los neumáticos varía de uno a otro fabricante, estando entre los 35 y 40° en la mayoría de los casos.

Los modelos antiguos utilizaban una ayuda hidráulica para disminuir el esfuerzo que debía hacer el Operador para mover el volante; en ellos la caña de la dirección actuaba directamente sobre las válvulas que dejaban pasar el aceite a los cilindros que actuaban sobre las ruedas para girarlas. Los modelos actuales utilizan

Sistemas de Dirección totalmente hidráulicos, en los que los cilindros de accionamiento están combinados con una timonería o varillaje que mantiene paralelas en todo momento las dos ruedas





direccionales. Las uniones entre los diferentes elementos, se hacen por medio de rótulas que precisan engrase para su conservación.

El aceite para accionar y controlar la Dirección se almacena en un depósito que, según los fabricantes, es compartido para otros Sistemas tales como el del Basculante, o tienen un circuito independiente para disponer de una mayor Seguridad.

Por regla general, el circuito de la Dirección funciona a una presión más baja que los otros circuitos del Volquete, porque el esfuerzo que se necesita para realizar el trabajo es notablemente menor.

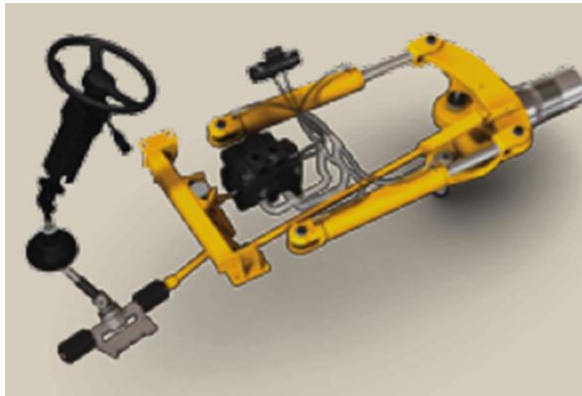
Es difícil que una dirección se estropee de forma repentina, pero sí que es posible la rotura de alguna manguera, casi siempre por enganchones con algún obstáculo de la pista o de la zona de carga. Si falla la bomba de la Dirección, los Volquetes que ostentan el marcado CE incorporan una Dirección de Emergencia consistente en una bomba hidráulica de pequeño tamaño que entra en funcionamiento de manera automática en caso de fallo de la Dirección Principal. Esta bomba se mueve por medio de un motor eléctrico que toma la corriente de la batería, por lo que el tiempo en que puede ser utilizada no es demasiado largo; a motor parado, la batería se descarga en cinco minutos aproximadamente.

Dado que es menos potente que la bomba de la dirección principal, **no está diseñada para que el Volquete siga trabajando; únicamente se debe utilizar para aparcar el Volquete retirándolo de lugares en los que pueda obstruir el paso de otras Máquinas.**

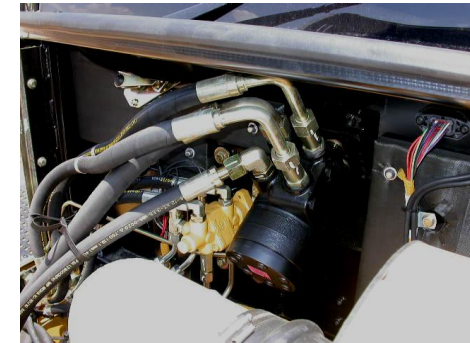


➔ DIRECCIÓN EN VOLQUETES ARTICULADOS

Como ya se ha indicado anteriormente, en estos Volquetes la Dirección se hace por medio de un Sistema Hidráulico que actúa sobre dos cilindros encargados de conseguir que los dos bastidores formen un ángulo, normalmente de 45° a cada lado.



Estos cilindros tienen su cuerpo unido al bastidor delantero y los vástagos al conjunto de enganche del bastidor posterior. El aceite para la Dirección puede estar en el mismo depósito que el de los frenos y basculante o, como en el caso de algunas marcas, ser independiente del resto de circuitos; en este caso, suele estar en el lado derecho del Volquete, y dispone de su mirilla de nivel, filtro, etc.



básicamente, dos:

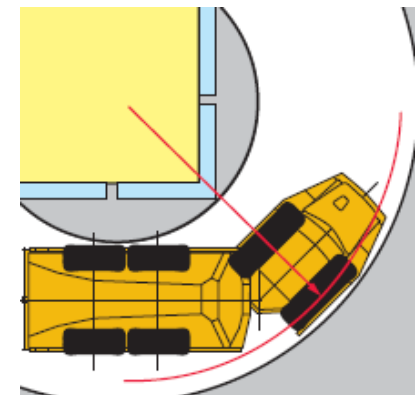
- Un Sistema Mixto Mecánico/Hidráulico con un mecanismo seguidor que centra la válvula cuando el Operador detiene el movimiento del volante.
- Un Sistema completamente hidráulico tipo “Orbitrol” en el que al final de la caña de la Dirección hay una pequeña bomba manual que se utiliza para enviar aceite a la válvula principal que acciona de la forma deseada los cilindros de la Dirección.



Los **Riesgos** que se derivan del uso de la Dirección, son dos:

- ⇒ Como ya se indicó en el capítulo anterior, **no hay sitio entre los dos bastidores cuando el Volquete se articula a tope**. En la figura puede verse esta circunstancia que es causa de accidentes mortales si hay alguna persona en esta zona de peligro y se produce este movimiento.
- ⇒ El segundo Riesgo se presenta cuando falla la Dirección, sea por el motivo que sea; en este caso, igual que sucede en los Volquetes Rígidos, se activa de forma automática la Dirección de Emergencia que puede ser de dos tipos: **Eléctrica** o **de Inercia**.

La primera, es similar a la que ya se explicó en los Volquetes Rígidos, y tiene la posibilidad de usarse de forma manual, lo que es muy adecuado a motor parado con el fin de prolongar algún tiempo la



duración de la batería. El motor eléctrico mueve una bomba hidráulica de menor tamaño que la de la Dirección normal, pero con la potencia suficiente como para dirigir la Máquina a un lugar seguro o que no estorbe el tráfico del resto de Volquetes.

Por lo que respecta a la Dirección de Emergencia de Inercia, es un sistema que utiliza la caja de transferencia para mover una bomba hidráulica que envía caudal, solamente en caso de pérdida de presión en el circuito de la Dirección Principal, mientras que el Volquete se esté moviendo, dejando de actuar en el momento en que se detiene.

1.5 Sistema Hidráulico del Basculante



La característica común de los Volquetes, sean Rígidos o Articulado, es la necesidad de elevar la Caja para que el material que se ha almacenado en ella durante la fase de Carga sea depositado en el lugar adecuado, sea la tolva o la escombrera, quedando vacía y preparada para recibir una nueva Carga. En la actualidad, solamente hay dos modelos de una misma marca que usan un sistema diferente para la Descarga, que luego veremos.



Para esta operación, los Volquetes disponen de un Sistema Hidráulico que suele utilizar el mismo aceite de los frenos; dos cilindros hidráulicos son los encargados de este movimiento; según su longitud, están formados por **cuatro o cinco etapas**.

El Sistema dispone de un grupo de válvulas que se gobiernan con un control con **cuatro posiciones**: *subir, fijo, flotante y bajar*.

- Mientras que está en “subir”, el aceite entra en los cilindros, los despliega y la Caja se eleva hasta su máxima altura, deteniéndose antes si el control pasa a “fijo”.
- Con el control en “fijo”, el aceite que ha entrado en los cilindros está bloqueado sea cual sea la posición de la Caja.

- En la posición “flotante” o “libre”, se permite el paso del aceite desde y entre ambos extremos de los cilindros, lo que hace que:
 - Si la Caja está parcialmente elevada, baje por gravedad de forma suave, con independencia de si el motor está en marcha o parado, y del régimen de vueltas a que esté funcionando.
 - Si la Caja está completamente bajada, el aceite que hay dentro de los cilindros puede entrar y salir de ellos libremente, lo cual se traduce en un cierto efecto de amortiguación que absorbe los impactos que se pueden producir en el trayecto de ida o retorno.
- En la posición “bajar”, el aceite llega a los cilindros por el extremo de vástago de la primera de sus fases y hace que el émbolo se retraiga en su interior, lo que provoca la bajada de la Caja. Normalmente, los fabricantes diseñan el circuito para que este aceite actúe solamente en la primera etapa de los cilindros, para iniciar la bajada; una vez que esta primera etapa se ha recogido, el resto de ellas se recogen por gravedad.



El **Riesgo asociado a la Bajada de la Caja** es, fundamentalmente, el **atrapamiento** que se plantea cuando se está haciendo alguna operación de mantenimiento con la Caja levantada; **la Medida Preventiva pasa por impedir su caída por medio de un bloqueo eficaz.**

Como hemos indicado, hay dos modelos de una misma marca que usan un Sistema de Eyección de la Caja para efectuar la descarga. Se trata de un mecanismo que empuja la parte de la Caja más próxima a la Cabina por medio de un cilindro hidráulico; el faldón se desplaza sobre unos rodillos, y permite vaciar totalmente la caja ya sea parado o en marcha, extendiendo, en este caso, el material al tiempo que se lleva a cabo la descarga.



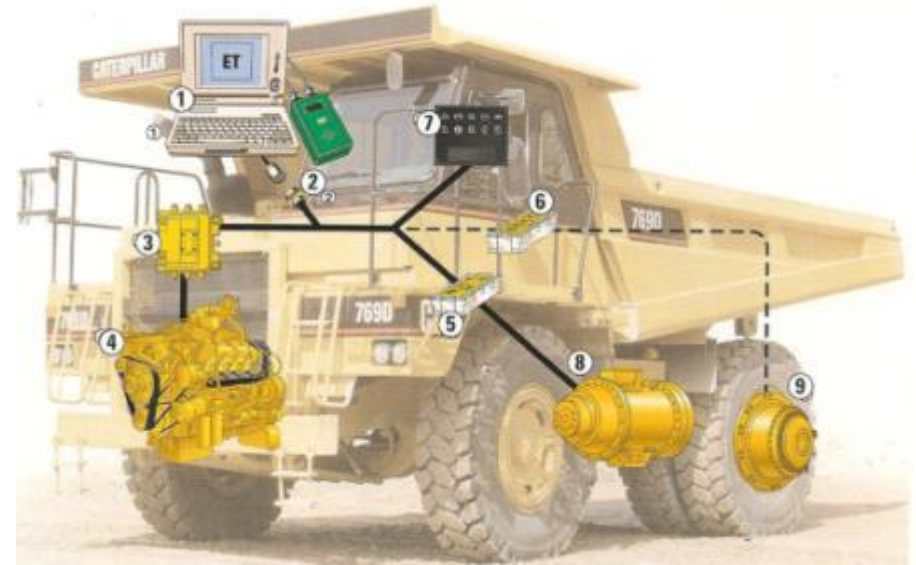
1.6 Sistema Electrónico

La incorporación de la Electrónica a los Volquetes se viene produciendo desde finales de la década de 1.970, con la incorporación de los Paneles de Alarmas que sustituyen en gran parte a los Instrumentos de Control. Una segunda fase se produce con la incorporación de la Inyección Electrónica, que desemboca con la utilización actual en mucha mayor medida de esta tecnología que afecta a muchas facetas de la Maquinaria.

Nuestro objetivo no pretende entrar en todos los detalles que trae consigo la incorporación de la Electrónica en sus múltiples aspectos; en este Manual solamente comentaremos los que, de una u otra forma, influyen en el Manejo de los Volquetes y en su Seguridad.

Empezaremos comentando que con esta tecnología se inter-relacionan los parámetros de diferentes componentes del Volquete tales como Motor, Transmisión y Frenos, así como el Control de las Cargas que transporta y toda la información que suministra este Sistema al Operador para su manejo más adecuado. Por lo general, las situaciones que se van produciendo se almacenan en la memoria del Sistema Electrónico y pueden ser consultadas a la hora de realizar Reparaciones, programar el Mantenimiento, etc.

Las indicaciones que vamos a dar, **no son exclusivas de una marca en concreto ni son aplicables a todos los modelos ni a todas las marcas**. Tampoco se trata de hacer una relación exhaustiva de todo lo que existe hoy en el mercado; es, solamente, una relación de las más significativas y que algunas marcas ponen a disposición de sus usuarios ya sea como equipo estándar o como alguna opción de interés. En todo caso, cada Operador deberá confirmar si su Volquete dispone o no de las prestaciones que relacionamos.



→ RELATIVAS AL MOTOR

- La Inyección Electrónica impide su puesta en marcha mientras que la presión de engrase no alcanza el mínimo exigido para un correcto engrase.
- Modo Económico que disminuye el consumo de combustible cuando no sea necesaria la plena potencia del motor. Es una opción que elige el Operador en función de las condiciones del trabajo. Depende en gran parte de si el Volquete va a subir cargado venciendo resistencias altas por inclinaciones fuertes en la pista, o si, por el contrario, el recorrido es más o menos plano. Adicionalmente, esta selección Manual suele llevar combinada otra Automática que detecta si el Volquete circula cargado o vacío. Incluimos un esquema incluido por una marca en uno de sus catálogos.
- Control Automático del Acelerador, que puede ser bloqueado en la posición de máximo régimen, para una mayor comodidad del Operador, por ejemplo, si el Volquete debe subir cargado por un tramo largo en pendiente; basta accionar el freno o el propio acelerador para que el bloqueo se suelte y el régimen vuelva a ser controlado por él.
- Control del Ralentí Manual o Automático, que aumenta las revoluciones en esta situación, mientras la temperatura del agua no alcance un determinado valor, acortando de esta forma el tiempo necesario para el calentamiento del motor. Cuando se alcanza la temperatura de funcionamiento, el ralentí vuelve a su valor habitual.

→ RELATIVAS A LA TRANSMISIÓN

- El Control Electrónico relaciona el régimen del motor con la velocidad de la caja de cambios; en el caso en que, por la pendiente de la pista y la carga que se transporta se produzca de forma repetitiva el mismo cambio entre las mismas dos marchas consecutivas, aquél retrasa el momento del cambio, mientras no haya garantías de un mínimo de duración, de una manera automática.

- Neutralización de la Marcha Atrás, que se produce si, por un error del Operador se eleva la caja mientras el Volquete está retrocediendo; de forma automática, se detiene el movimiento para evitar un posible accidente, por ejemplo, la caída a distinto nivel desde una escombrera.
- Cambios con aceleración controlada, que suaviza el momento en que se va a producir el cambio, haciendo que el embrague de velocidad y el de bloqueo del convertidor se conecten con suavidad, disminuyendo los tirones que causan los cambios automáticos y que hacen el manejo del Volquete más incómodo.
- Posibilidad de limitar la velocidad de desplazamiento a un cierto valor, por ejemplo, durante el periodo de aprendizaje.
- Inhibidor de Retroceso, que impide que se conecte la marcha atrás, aunque el Operador la seleccione, si la velocidad de desplazamiento supera los 3-4 km/h.
- Limitación por caja levantada, que impide que el Volquete pase a 2ª velocidad mientras que la caja no ha descendido de manera total.
- Sistema anti-patinaje de las ruedas motrices en Volquetes Rígidos, que permite una diferencia de velocidad entre las ruedas motrices del eje trasero limitándola a la necesaria para que pueda aprovechar el radio de giro mínimo. Cuando la diferencia de velocidad es mayor que este valor, el Sistema Electrónico actúa bloqueando el diferencial o aplicando parcialmente los frenos traseros hasta reducir la velocidad del semi-eje que gira más deprisa, y evitando que todo el par se vaya a la rueda que ofrece menos resistencia que es lo que provoca el patinamiento del neumático.
- Inhibidor de cambios descendentes, que protege al motor de posibles “pasados de revoluciones” en caso de un manejo incorrecto por parte del Operador, como sería intentar que se redujera la velocidad de la caja de cambios pasando, por ejemplo, de 6ª a 2ª.
- En los Volquetes Articulado, se ofrece el Control Automático de la Tracción, que, electrónicamente, conecta los bloqueos de los diferenciales en caso de patinamiento de alguno de los neumáticos.



→ RELATIVAS A LOS FRENOS

- Control Automático del Retardador, que identifica la situación del Volquete cuando baja una pendiente y conecta de forma automática este Sistema de Frenado, para que el motor se mantenga a un régimen ajustable entre 1.950 y 2.200 rpm. El control se desactiva de forma automática si el Operador acciona el acelerador o cualquier otro Sistema de Frenado.

En el caso en que el Volquete monte frenos de discos en baño de aceite en ambos ejes, y se utilicen como retardadores con la filosofía del freno de acción prolongada, el Operador puede seleccionar si quiere que el esfuerzo de retardación se aplique a uno o a ambos ejes, en función de la pendiente que tiene que bajar, su inclinación, su longitud y si lo hace vacío o con carga.

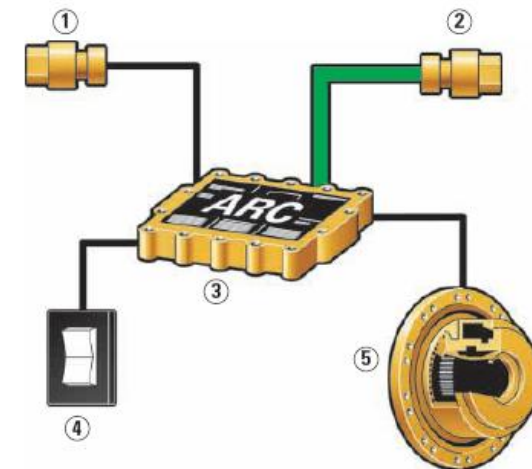
Adicionalmente, esta característica se puede combinar con una aplicación que permite seleccionar exactamente a qué velocidad se quiere circular por esta pendiente, y el Control Automático del



Retardador lo aplica en el grado suficiente para lograr este objetivo. Si es demasiado alta la velocidad que se ha seleccionado, el uso excesivo del retardador puede producir un calentamiento excesivo del aceite de los frenos, circunstancia sobre la que se avisa al Operador por medio de una alarma.

- Protección de exceso de vueltas del motor, que funciona de manera simultánea al Control Automático del Retardador y ordena el cambio a una velocidad más alta en el caso en que haya una velocidad limitada y el motor se aproxime a su régimen máximo.
- Retardo en los cambios de velocidad, que se produce cuando el Volquete circula bajando por una pendiente; el Sistema Electrónico detecta esta circunstancia y retrasa de forma automática el cambio a una velocidad ya sea superior o más baja, para dar al Operador un margen de

maniobra más amplio y mantener la misma velocidad en la Caja de Cambios.



- Conexión automática del freno de Emergencia en el caso de pérdida de presión de aceite en el acumulador de aceite de éste mecanismo.
- Control de Transmisión, Dirección y Basculante, que, mediante un interruptor, bloquea el aceite de estos tres mecanismos y aplica el freno de estacionamiento, lo que ayuda a realizar con Seguridad las Operaciones de Mantenimiento que exigen que el motor esté funcionando mientras se llevan a cabo.
- Conexión Automática del Freno de Estacionamiento al parar el motor, que evita que el Volquete quede sin frenar si, por olvido del Operador, apaga el motor sin conectar este freno.

➔ RELATIVAS AL CONTROL DE CARGAS

- El Sistema Electrónico permite controlar el peso que se deposita en la Caja del Volquete; mediante unos sensores en los cilindros de la suspensión, normalmente, y un microprocesador son capaces de proporcionar esta información en la cabina del Operador.

El microprocesador va acumulando los valores de las cargas recibidas con cada cucharón, hace la media y activa un sistema de luces que avisa al Operador de la Pala cuando con el siguiente cucharón se alcance la Carga Nominal del Volquete. La forma de aviso difiere de una a otra marca; una de ellas, lleva dos luces, una verde y otra roja, visibles desde la cabina de la Pala; mientras el Volquete está lejos de llevar su Carga Nominal, está encendida la luz verde; cuando, con el siguiente cucharón se va alcanzar dicha Carga, la luz roja se enciende de forma intermitente, y queda fija en rojo cuando ya la ha recibido y un cucharón más la superaría. En otras marcas se utilizan varias luces amarillas y una o dos rojas, que se van encendiendo sucesivamente avisando que se está aproximando la Carga Nominal, cosa que sucede con la primera o segunda de las luces rojas según las marcas.



1.7 Bastidor Principal

El bastidor es siempre el esqueleto sobre el que se montan los distintos componentes de las Máquinas; debe ofrecer suficiente **Resistencia**, para que sea capaz de soportar los esfuerzos a los que va a verse sometido, y **Rigidez**, para que las alineaciones de sus componentes, sobre todo en lo

que tiene que ver con ejes de giro, se mantengan durante muchas horas de trabajo. Es evidente que hay diferencias notables entre los Volquetes Rígidos y Articulado por lo que los vamos a estudiar por separado.

→ BASTIDOR DE VOLQUETES RÍGIDOS

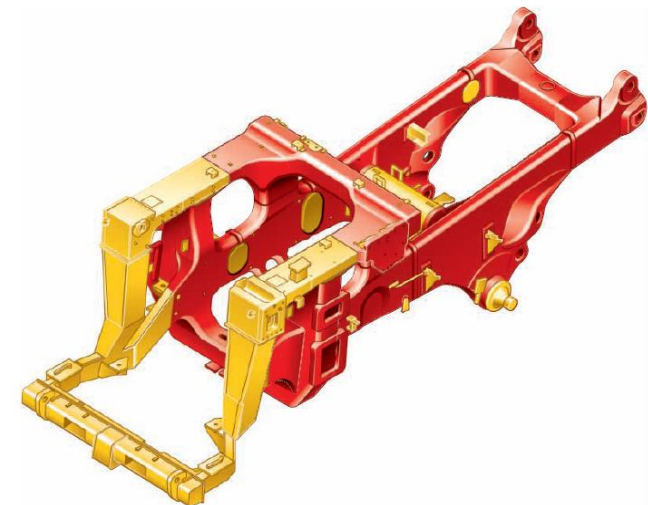
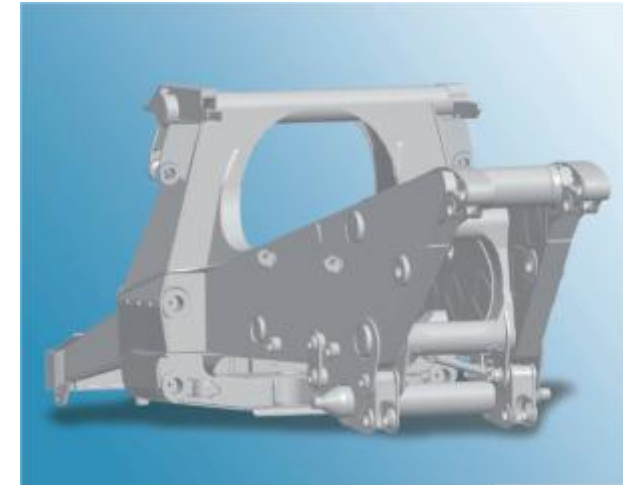
El Bastidor de un Volquete Rígido está formado por dos largueros de sección en caja, fabricados en acero; las marcas suelen utilizar acero dulce que proporciona resistencia a las cargas de impacto, flexibilidad y duración aún en climas fríos, permitiendo además que se puedan realizar determinadas reparaciones a pié de tajo.

Se suelen utilizar, en mayor o menor medida por los fabricantes, piezas de fundición que se sueldan al bastidor en las zonas de máxima tensión; se suelen diseñar con radios de curvatura grandes para favorecer la disipación de estas tensiones y contribuyen a hacer que el Bastidor sea capaz de resistir los esfuerzos de torsión producidos durante el trabajo. Es vital para lograrlo, una soldadura eficaz de sus componentes.

En muchas ocasiones, el Parachoques forma parte de él, para conseguir una buena resistencia a impactos frontales.

Igualmente, forman parte de él los postes sobre los que se va a apoyar la estructura ROPS/FOPS, que forma parte integral de la cabina en muchos de los modelos modernos; en Volquetes de mayor “edad”, no es extraño ver la estructura por el exterior de la cabina. Para darle una rigidez al soporte que la haga segura para el Operador, se monta sobre cuatro postes verticales que van soldados al Bastidor del Volquete.

Aunque haya diferencias entre los distintos fabricantes, la forma en que se montan los distintos componentes sobre el Bastidor suele ser muy similar.



Los dos largueros se unen transversalmente por cuatro piezas; la primera es el paragolpes como ya hemos dicho; después, sobre un travesaño curvo, a manera de cama, alberga el Motor diesel y, en muchos casos, el propio Convertidor de Par y, en algunas marcas, la Caja de Cambios; en el tercer travesaño se monta la Caja de Cambios, el anclaje de los cilindros de elevación y el soporte esférico para la sujeción del eje posterior, mientras que el cuarto travesaño es el soporte de los cilindros de suspensión de este eje, los tirantes que limitan su oscilación y los bulones sobre los que gira la Caja cuando se levanta.



➔ BASTIDOR DE VOLQUETES ARTICULADOS

En los Volquetes Articulados hay dos Bastidores que se unen por un punto intermedio que permite dos movimientos relativos entre ellos:

- Un giro horizontal que permite la reducción de su radio de giro al tiempo que se utiliza para su Dirección.
- Un giro vertical que permite que el Volquete se adapte a un terreno irregular manteniendo todas sus ruedas en contacto con el suelo y que, en un caso extremo, llegue a volcar uno de ellos mientras que el segundo queda en su posición habitual.

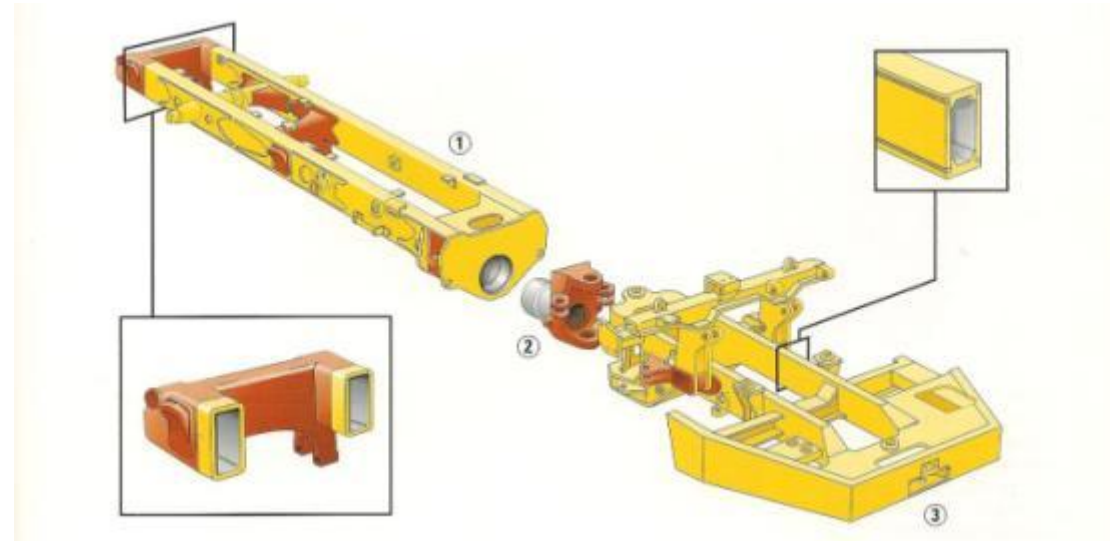


La fabricación de ambos Bastidores es similar a la que hemos explicado en los Volquetes Rígidos; son de acero de alta resistencia, de sección en caja simple en el delantero y de doble caja en el posterior, para conseguir la resistencia necesaria sin penalizar al Volquete con un peso excesivo.

El **Bastidor Delantero** soporta la mayor parte del peso en vacío del Volquete, porque sobre él se monta la casi totalidad del Tren Motriz, los Sistemas Hidráulicos de Accionamiento y Control, la Cabina, etc.

Por su parte, el **Bastidor Posterior** se dedica fundamentalmente a dar soporte a la Caja con su mecanismo de elevación, ya sean los dos cilindros hidráulicos tradicionales o el sistema de eyección. Se unen a él los dos ejes motrices posteriores junto con el mecanismo de suspensión que incorpore cada marca.

La unión de ambos Bastidores es uno de los puntos clave de los Volquetes Articulados; la unión con el Bastidor Delantero es rígida y solamente permite que ambos Bastidores articulen horizontalmente.

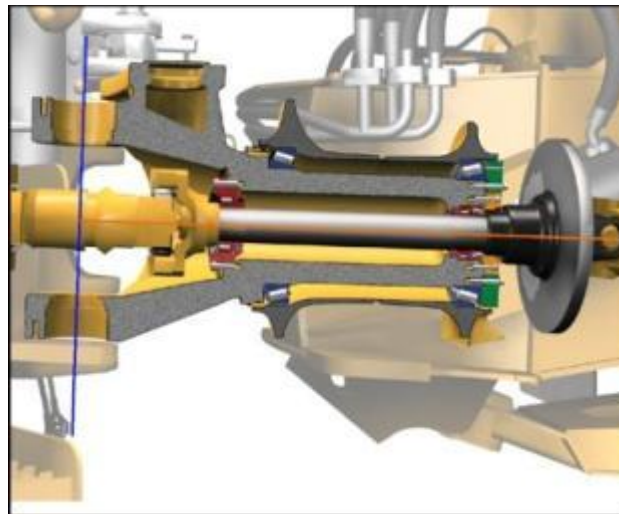


La posibilidad de oscilación entre ellos, es consecuencia del montaje del Bastidor Posterior sobre una serie de piezas más o menos numerosas según las marcas.

Una posibilidad es la que se ve en la figura; está compuesto por las dos piezas de la derecha que, una vez ensambladas, quedan como se ve en la parte izquierda de la misma figura. Son una cabeza fabricada en acero de alta resistencia a la que se atornilla el extremo de un tubo de acero forjado. El tubo dispone de unos cojinetes que han sufrido un proceso de endurecimiento para darle suficiente resistencia.



En esta figura, correspondiente a la alternativa escogida por otra marca, puede verse su montaje, que aloja en su interior un árbol de transmisión, que dispone de dos cojinetes de bolas y otro en la junta de la articulación de dobles rodillos cónicos.



I.8 Suspensión

Los Volquetes son Máquinas que pueden alcanzar unas velocidades que son, cuando menos, considerables, y que transitan por pistas de tierra o piedra que no siempre tienen una superficie de rodadura lo suficientemente regular, y que, como consecuencia, necesitan un Sistema de Suspensión que sea capaz de absorber los movimientos verticales generados por el desplazamiento de los neumáticos cuando circulan por baches o irregularidades de cierta entidad.

Además no hay que olvidar que una Máquina sin Suspensión, despega las ruedas del suelo y esto dificulta su conducción porque durante unos segundos los neumáticos direccionales no están apoyados en el suelo.



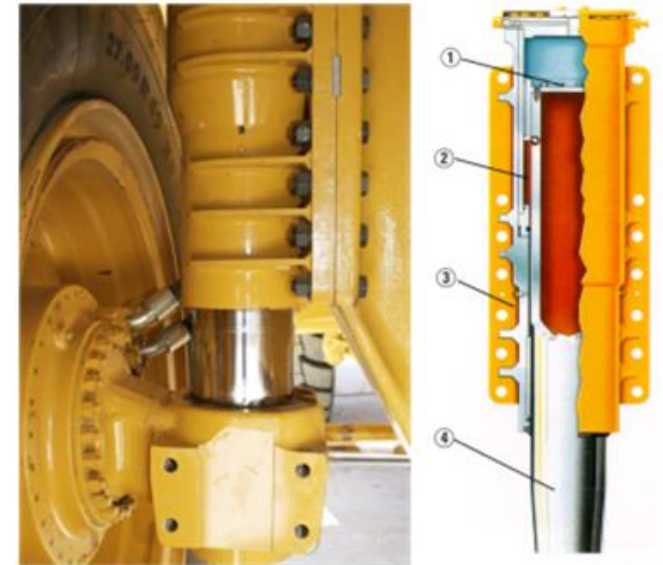
Los Volquetes Rígidos de finales de la década de 1.960 utilizaban como única amortiguación un sistema de muelles y ballestas que hacía incómoda su conducción; ya en los años 70 aparecieron los primeros Volquetes Rígidos con un Sistema de Suspensión que, con ligeras variaciones, es el que ha llegado hasta nuestros días. En un principio, el diseño del Volquete Articulado hacía suponer que, al ser menor su velocidad de desplazamiento que la de un Rígido, no sería necesario dotarle de Suspensión; de hecho, en las primeras unidades que se utilizaron en España, solamente disponía de este sistema el eje delantero, mientras que los ejes del bastidor posterior solamente llevaban unos tacos de goma que, teóricamente, absorbían los impactos. Hoy día, estos Volquetes alcanzan velocidades similares a los Rígidos y ha sido necesario dotarles de Suspensión, si bien no son exactamente iguales unos y otros. Las veremos a continuación separadamente.

→ SUSPENSIÓN EN VOLQUETES RÍGIDOS

Se puede decir que la práctica totalidad de los fabricantes de este tipo de Volquetes se han decantado por la Suspensión conocida como “Hidroneumática”, o también de Nitrógeno sobre Aceite.

La Suspensión consiste en montar cuatro cilindros, dos en cada uno de los ejes, para que hagan el efecto de una Suspensión basada en el mismo principio que la que se utiliza en automoción, si bien aquí se habla de cargas muy superiores.

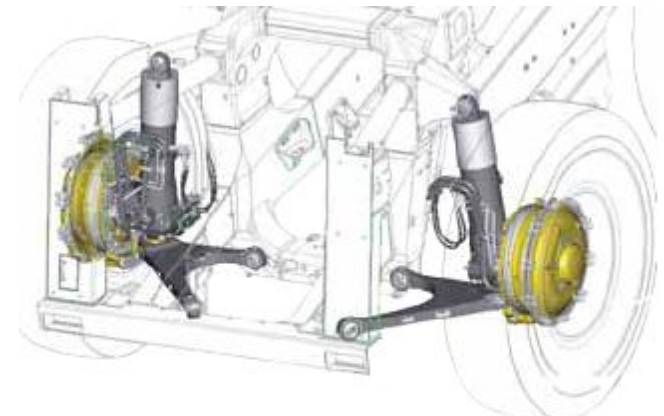
El funcionamiento es muy simple, a la vez que eficaz. El cuerpo exterior del cilindro está atornillado al Bastidor del Volquete y alberga un émbolo, marcado con el número 4, que tal y como se ve a la izquierda, en el caso del Eje Delantero, es la propia mangueta de la rueda. Este émbolo es hueco y, en su interior, lleva una cierta cantidad de aceite; por encima de este émbolo, hay una cámara marcada con el número 1 con una pre-carga de Nitrógeno, a la presión que especifica cada fabricante para cada uno de sus modelos. Cuando la rueda pasa sobre un obstáculo, el émbolo sube, presiona contra la pre-carga y abre una válvula de bola situada en su parte superior, permitiendo que el aceite fluya hacia la cámara marcada con el número 2, de forma que, una vez superado el obstáculo, el peso de la rueda hace que descienda el émbolo y la válvula de bola impide que este descenso sea brusco, amortiguando el impacto que se había producido.



La pre-carga de Nitrógeno es básica para que esta Suspensión funcione correctamente; un exceso de carga provoca una reacción más brusca en la amortiguación, mientras que si está por debajo del valor que se especifica por el fabricante el efecto amortiguador prácticamente desaparece.

Al disponer de cuatro amortiguadores, estamos hablando de una Suspensión independiente para cada rueda, lo que garantiza una conducción suave y segura, si está bien conservada.

Algunas marcas utilizan una Suspensión tipo Mac Pherson, como la que puede verse en la figura, en la que la rueda delantera está unida al bastidor por una tirante en forma de triángulo a través de dos bulones que permiten su movimiento vertical, uniéndose éste al que se produce de forma habitual con el cilindro amortiguador.





Por lo que respecta al eje trasero, los cilindros están montados al revés, es decir que el émbolo está en la parte superior, mientras el cuerpo del cilindro está en la inferior, aunque a primera vista parece al contrario porque suelen llevar unos guardapolvos para evitar que las piedras lleguen a golpear con la superficie cromada del émbolo que está por fuera del cilindro.

Los **Peligros Asociados** a los Cilindros de Suspensión, son, de una forma directa, más para el personal de mantenimiento que para el propio Operador, sobre todo si éste se tiene que desmontar completamente; los fabricantes tienen métodos específicos para trabajar en componentes cargados con una presión en su interior, **que deben ser perfectamente conocidos y seguidos por la persona que**

va a realizar la reparación.

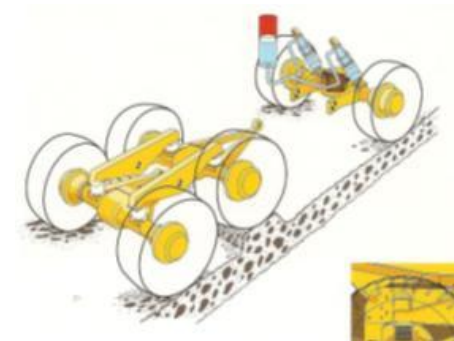
Para el Operador el único riesgo reside en la posibilidad de fallo en la dirección o un deslizamiento lateral en el caso de circular a alta velocidad con cargas superiores a la establecida y los amortiguadores bajos de presión.

Hay un método que el fabricante indica en su Manual con el que se puede verificar si el amortiguador está en condiciones sin tener que usar ningún comprobador de presión; consiste en medir determinadas cotas ya sea en la carrera libre del émbolo o por las distancias entre los pasadores que lo unen a la caja y al eje trasero. De todas formas, si la carencia de presión es notable, una simple ojeada a la posición de la caja descargada ayuda a detectarla.



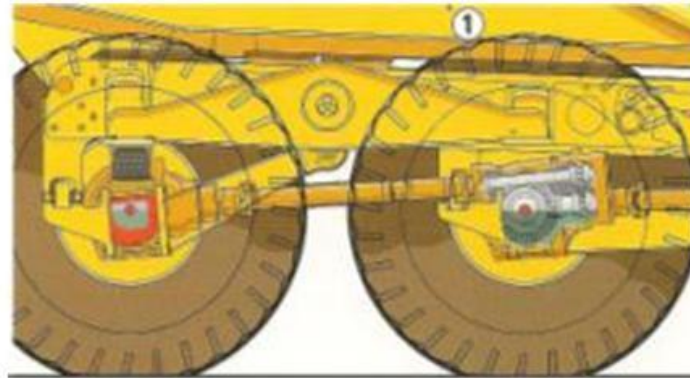
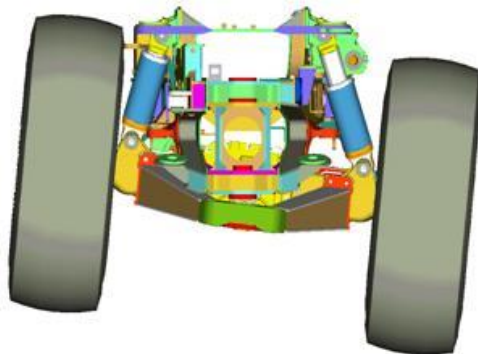
→ SUSPENSIÓN EN VOLQUETES ARTICULADOS

Los Volquetes Articulados utilizan una Suspensión similar a la que hemos descrito para los Rígidos solamente en el Eje Delantero; está formada por dos cilindros hidráulicos montados sobre un eje que oscila transversalmente.



Estos dos cilindros están en comunicación con un acumulador de Nitrógeno sobre Aceite que absorbe los esfuerzos que se producen mientras el Volquete está siendo cargado, así como los transmitidos por los cilindros amortiguadores durante la fase de Transporte.

Por lo que respecta a los ejes del Bastidor Trasero, cada uno de ellos está montado sobre un bastidor en “A”, que se une a él por medio de un cojinete esférico y un tirante lateral; este montaje permite que el eje oscile con la amplitud suficiente para que, unido al balancín que puede verse en la figura, se consiga el movimiento independiente de cada rueda.



En la figura puede verse igualmente los bloques de elastómero que actúan para absorber los choques que se producen al circular por terrenos desiguales.

Hay algunos modelos de una determinada marca en los que se incorpora una Suspensión completamente hidráulica en las seis ruedas del Volquete, que, además, tiene estabilizador y nivelación automática.



Otra solución adoptada por algún fabricante es la combinación de muelles y cilindros amortiguadores en ambos ejes posteriores, teniendo una disposición similar a la utilizada en automoción.



I.9 Neumáticos

El Neumático es el componente del Volquete al que se somete a las mayores solicitaciones; debe mover la Máquina ya sea en llano o en pendientes, con o sin carga, y soportando los aumentos y disminuciones de velocidad. El par que llega a la rueda, se convierte en fuerza de tracción disponible en el neumático, que supera siempre a la que puede ser utilizada en el trabajo; dicho de otra forma, si el Operador acelera en exceso en una velocidad corta, el Neumático acaba patinando, antes o después en función de su agarre con el suelo. Cuanto mayor sea la dificultad que presenta el material para oponerse al desplazamiento y menor el coeficiente de agarre con el suelo, mayor es el riesgo de producir el patinamiento del neumático, lo que, como ya hemos indicado en varias ocasiones, siempre representa un desgaste superior al necesario y presenta el riesgo de corte que pueda producir un pinchazo o un reventón.

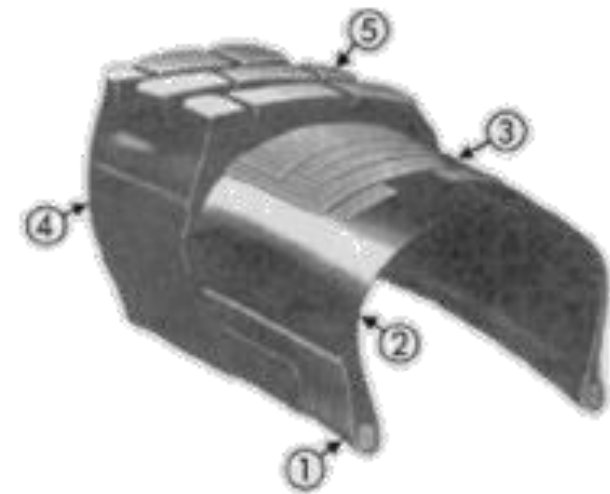


→ CONSTRUCCIÓN DEL NEUMÁTICO

El Neumático es, esencialmente flexible, utilizando una serie de componentes en su estructura tales como nylon, acero, etc., para resistir las tensiones que se producirán cuando sea inflado a una presión determinada. Estos componentes se recubren de caucho en todo su exterior y en las capas intermedias para sellar la estructura y forma la banda de rodadura que es la unión con el suelo. Su fabricación obedece a uno de los dos diseños siguientes: Neumático Diagonal y neumático Radial, que a continuación se describen.

⇒ El **Neumático Diagonal** se compone de las siguientes partes:

- *Talón (1).* Es la parte en la que el Neumático se une a la llanta y está formado por unos alambres de acero, tres o cuatro en los tamaños más grandes, que serán forzados lateralmente por la presión de inflado para fijarlo contra la llanta.
- *Carcasa (2).* Formada por capas de nylon que se unen a ambos talones de forma que las fuerzas que debe resistir el Neumático se transmiten desde el talón a las bandas de nylon. Está formada por capas de goma que recubren los hilos de nylon y ayudan a amortiguar los impactos que se transmiten desde los Talones. Se disponen en alternativamente en dos direcciones diferentes según la diagonal de un paralelogramo.
- *Protectores de la Carcasa (3).* En algunos casos, los fabricantes de este tipo de Neumáticos disponen de esta especie de “manto protector”, que puede ser de acero, aumenta la resistencia del Neumático durante su trabajo.
- *Flanco (4).* Es la parte lateral del Neumático, por medio de la cual se une con el Talón. Está formado por capas de caucho que protegen la carcasa en ambos laterales.
- *Banda de Rodadura (5).* Es la parte del Neumático en contacto con el suelo, fabricada en caucho, que constituye la zona de desgaste y que proporciona tracción y flotación. A veces entre la banda de rodadura y la carcasa se disponen unas bandas que refuerzan la estructura y protegen la carcasa del Neumático.



- *Cámara Interior (6).* Es el elemento que debe contener en su interior el aire a presión que se utiliza para el inflado del Neumático, que puede no existir si éste es de tipo “Tubular” en cuyo caso el cierre hermético de la carcasa se encomienda al talón.

⇒ El **Neumático Radial** obedece a un concepto diferente; se compone de:

- *Aro (1).* La estructura del Neumático se basa en dos aros, uno a cada lado del mismo, de acero en forma de espiral, que lo comprime contra la llanta.
- *Carcasa. Radial (2).* De forma radial, está constituida por cables de acero, juntos unos contra otros, que se enrollan sobre cada uno de los aros, prolongando su longitud para proteger sus flancos.
- *Capas de Protección (3).* Formadas por tejido de acero en número variable, recubren la carcasa y se disponen con la orientación de forma alternativa de los cables en direcciones diferentes.
- *Flanco, banda de Rodadura, etc. (4 y 5).* Similares a las explicadas para el Neumático Diagonal.

→ TIPOS DE NEUMÁTICOS

Los Neumáticos para fuera de carretera tienen unas exigencias totalmente distintas, porque, si bien no se alcanzan las velocidades de los que se usan en automoción, las cargas que tienen que soportar son considerablemente mayores. Por esta razón, y aunque las medidas sean las mismas, no se puede seleccionar un Neumático solamente por ellas; hay que determinar primeramente el tipo de trabajo que va a realizar. Los Neumáticos se fabrican en los siguientes tipos diferentes:



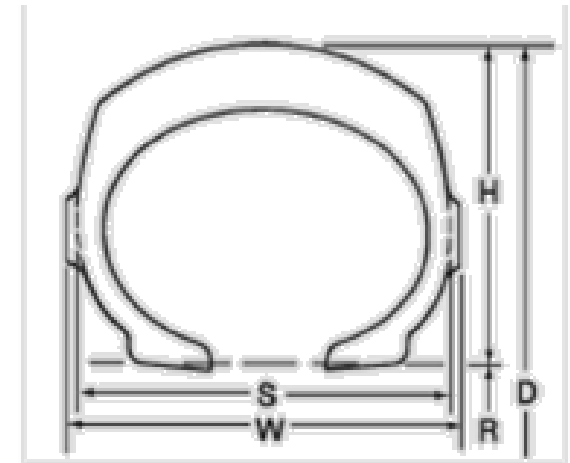
- **Neumáticos para Compactación.** Pensados para bajas velocidades y cargas poco importantes. Se identifican por la letra “C”

- **Neumáticos para Transporte.** Diseñados únicamente para las unidades de acarreo, que alcanzarán las velocidades más altas, próximas a los 80 km/h, y cargas medias o altas. **Se identifican por la letra “E”.**
- **Neumáticos para Carga y Empuje.** Diseñados para las cargas más importantes y bajas velocidades como son las que se logran con las Palas Cargadoras y Tractores de Ruedas. **Se identifican con la letra “L”.**
- **Neumáticos de Nivelación.** Exclusivos para Motoniveladoras, tienen un diseño para una velocidad media y unas cargas bajas. **Se identifican por la letra “G”.**

➔ TAMAÑO DEL NEUMÁTICO

Los Neumáticos se identifican, además de por su tipo, por las dimensiones de su sección. En el esquema se identifican las medidas de un Neumático que son:

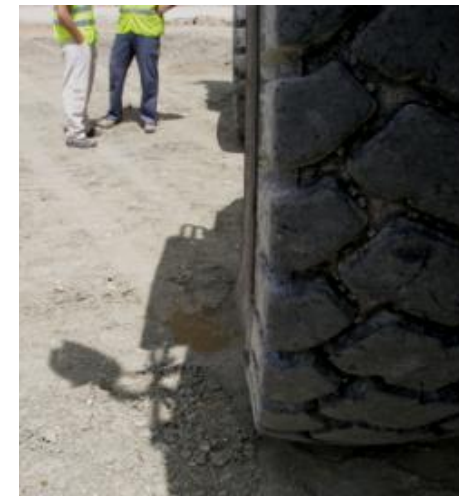
- D. Diámetro Exterior del Neumático
- R. Diámetro de la Llanta sobre la que se monta.
- H. Altura de la Sección del Neumático.
- S. Ancho de la Sección del Neumático
- W. Ancho Exterior del neumático.
- H/S. Coeficiente de forma.



Su **Nomenclatura** es del tipo siguiente: 24.00-35, en el que:

- ⇒ Las dos últimas cifras indican el diámetro de la llanta sobre la que va a montarse el Neumático, en este caso es de una llanta de 35”.
- ⇒ Las primeras cifras corresponden, aproximadamente, al ancho de su sección, en reposo. Existen tres opciones:

- *Ancho Standard*, cuatro cifras separadas por un punto y siendo las dos últimas “00”. El número indica el ancho en pulgadas. Ejemplo: 24,00 corresponde a una anchura de aproximadamente 24”.
- *De base ancha*, con tres cifras separadas por un punto entre la segunda y la tercera, siendo ésta distinta del “0”. Igual que en el caso anterior, el número indica su ancho en pulgadas. Por ejemplo 29.5, corresponde a una anchura de la sección de aproximadamente 29,5”.
- *De Perfil Bajo*, cuatro cifras separadas por una raya de división, entre la segunda y tercera. Por ejemplo, un neumático 40/65-39, indica que el diámetro de la sección es de 40”, que va a ser montado sobre una llanta de 39” y que el coeficiente de forma es 0,65, correspondiendo los decimales a las dos cifras del denominador de la fracción. El coeficiente de forma es la relación entre el ancho de la sección y su altura. Sus valores son de:
 - 0,95 para los neumáticos de ancho “estándar”
 - 0,85 para los de base ancha.
 - 0,65 para los de perfil bajo.



En ocasiones aparece entre las cifras de las dimensiones una letra “R”, que indica que el Neumático es Radial. De todas formas, no hay que olvidar que las nomenclaturas de los Neumáticos pueden cambiar de unos fabricantes a otros.

→ ESPECIFICACIONES DE LOS NEUMÁTICOS

Si nos referimos a su utilización, los Neumáticos tienen dos especificaciones muy importantes, la Presión de Inflado y el Índice tonelada-kilómetro/hora.

⇒ La **Presión de Inflado**, que es la clave para una buena utilización, conseguir la máxima duración y realizar el trabajo con Seguridad. Los fabricantes especifican para cada uno de sus productos la presión con la que deben ser inflados. Esta presión, **es en frío**, por lo que, cuando hablamos de cómo se debe comprobar la presión ya indicamos que puede no ser suficiente el descanso de una a otra jornada para que el aire se haya enfriado. Por otra parte, la presión dada por el fabricante supone que el Neumático va a trabajar con una determinada carga, que en ningún momento se debe exceder salvo contingencias como aumento de la densidad del material, humedad, transferencia de peso por irregularidades del terreno, etc. Cuando se sabe que las condiciones de trabajo van a traer estas variaciones, *se debe aumentar la presión de inflado un 2% por cada 1% de exceso de carga que se vaya a producir en el Neumático, con unos límites del 15% para Neumáticos diagonales y un 7% para los radiales.*



⇒ El **Índice tonelada-kilómetro/hora** es un método desarrollado por CATERPILLAR, para clasificar los Neumáticos. Se basa en que cuando el Neumático se calienta se puede producir un fenómeno inverso al que tuvo lugar durante su fabricación.

En efecto, para fabricar un Neumático se requiere que el compuesto de caucho se caliente hasta una temperatura de 132°C. Durante el trabajo, el neumático se calienta por la flexión y la carga a la que está sometido, en la primera de las cuales tiene una importancia notable la velocidad a que se mueve la Máquina que lo utiliza.

Como el calentamiento de los cables o del tejido del Neumático hace que sus características resistentes disminuyan, hay que cuidar que no se alcance una temperatura del aire interior que debilite tanto la estructura que acabe destruyéndose. Según CATERPILLAR, estos valores son de 107°C para Neumáticos de tejido de nylon y 93°C para los de tejido de acero. El Índice tonelada-kilómetro/hora se obtiene por el producto de dos factores: la carga media que soporta el Neumático y la velocidad media a que circula. La Carga Media es la mitad de la suma de los Pesos en Vacío y Cargado que afectan al Neumático, mientras la velocidad media es la distancia que ha recorrido en un relevo o jornada dividida por su duración, expresada en km/h. Con estos valores y las limitaciones de temperatura que hemos indicado, los fabricantes de neumáticos dan un valor del Índice, que no debe sobrepasarse en el trabajo real del Volquete. Las consecuencias de exceder este límite pueden ser graves, llegando a la **explosión del neumático**.

→ PROTECCIÓN DE LOS NEUMÁTICOS

El Coste de los Neumáticos es uno de los factores que más influencia tienen en el Coste Horario del Volquete, suponiendo que lleguen a alcanzar el final de su vida útil, es decir que no queden inservibles por reventones o cortes profundos en sus flancos, que son sus partes más débiles. Si esto se produce, el Coste Horario de la Máquina se dispara.

Además es el componente que puede provocar los accidentes más graves, con frecuencia mortales, para las personas que se encuentran en la zona de peligro.

El Material es, en cada caso, el elemento determinante en la duración del Neumático, que puede ir desde varios miles de horas hasta unos pocos cientos; los materiales poco consolidados, tales como arenas, gravas, incluso zahorras, desgastarán el Neumático por el roce de la banda de rodadura con el suelo, pero, normalmente, no presentan riesgos graves de cortes; sin embargo las rocas, tales como algunos yesos, pizarras, conglomerados, etc., y sobre todo las rocas que precisan la voladura para su arranque, pueden dar lugar a piedras de mayor o menor tamaño que tengan su fractura con bordes cortantes, con lo que el riesgo de pinchazo, reventón o corte profundo en el flanco del Neumático se incrementa notablemente.

Ante esta realidad, ¿qué puede hacer el Operador?; puede aplicar algunas técnicas que lo protegen al menos en lo que está en su mano, como por ejemplo, evitar que el Neumático patine:

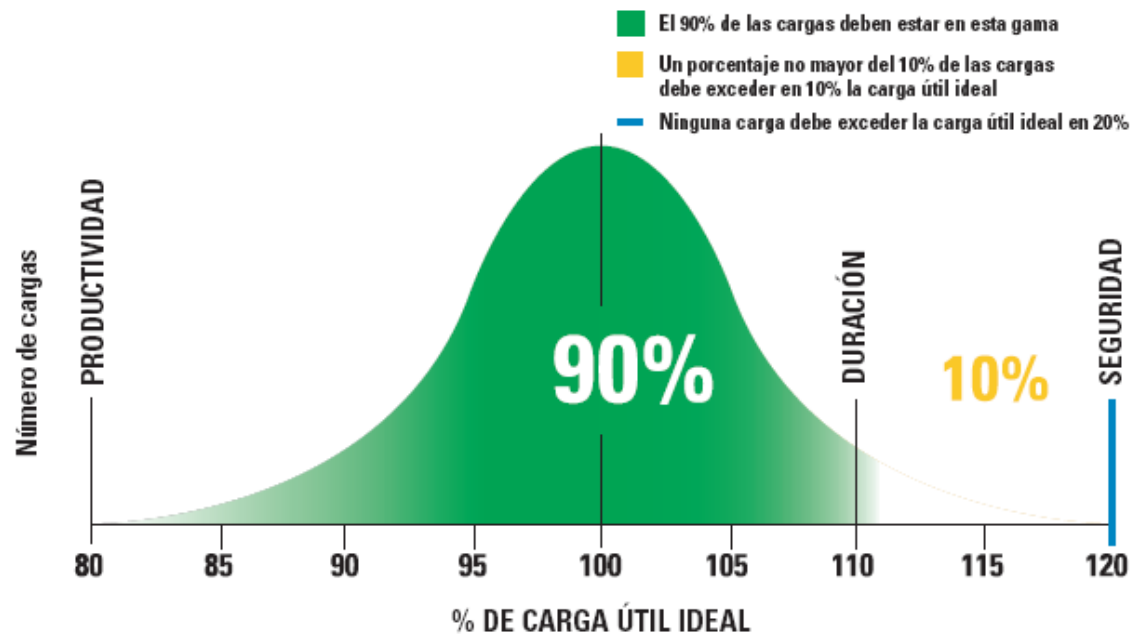
- ⇒ Evitando las reducciones bruscas de velocidad y las aceleraciones excesivas, que puedan dar lugar a patinajes del neumático.
- ⇒ Procurando que los neumáticos no pasen por encima o rozando las rocas sueltas ya sea en la zona de carga o en la escombrera.
- ⇒ Conduciendo el Volquete en función de la Carga que transporta; si la combinación de Carga con la Velocidad influye en el trabajo del Neumático, es indudable que un Volquete



sobrecargado no debe manejarse de la misma forma que si trabaja llevando su Carga Nominal.

Un fabricante aconseja que:

- ⇒ El 90% de los Viajes el Volquete debe circular dentro del límite de su Carga Útil.
- ⇒ Solamente un 10% de los viajes puede llevar cargas de hasta un 10% de la Carga Nominal del Volquete, para que la duración de sus componentes no se vea afectada.
- ⇒ Por Seguridad, en ningún caso se debe cargar el Volquete por encima del 20% de su Carga Nominal.



I.10 Cabina

Es, sin duda, el punto clave de los Volquetes Rígidos o Articulados, y aquél en el que los fabricantes han volcado sus cuidados de forma general y creciente con el paso del tiempo. En la década de 1.970, este apartado se llamaba “Compartimento del Operador”, porque la mayoría de los fabricantes no hacían cabinas para sus Máquinas.

Los Volquetes han sido las únicas que siempre han dispuesto de Cabina, aunque no fuera ROPS, y de la protección adicional que le suponía al Operador, en el caso de los Volquetes Rígidos, la propia visera de la Caja.

Es materialmente imposible estudiar todas y cada una de las Cabinas de los modelos de Volquetes que se fabrican en el mercado, pero lo haremos de forma general, sin entrar en los detalles que todo Operador encontrará en el Manual que edita el fabricante.

En los **Volquetes Rígidos**, el acceso a la Cabina se hace por cualquiera de las dos puertas, una directamente al asiento del Operador y otra a través de la plataforma de Mantenimiento a la que se llega por escaleras que deben permitir el acceso fácil, cómodo y seguro a cualquier tipo de Operador independientemente de sus características físicas de altura, peso, etc.

En modelos superiores a las 95/100 toneladas, las marcas suelen dotar a sus unidades con una escalera transversal situada delante del radiador, para hacer más cómodo el acceso a la Cabina, si bien no siempre se incluye como un equipo estándar.

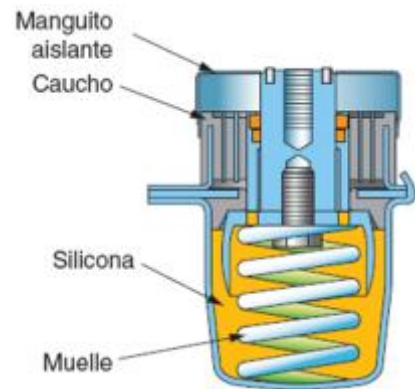
Hasta hace relativamente poco tiempo, la Cabina solía estar montada en el extremo frontal izquierdo del bastidor, el asiento del Operador estaba exactamente sobre la rueda delantera



izquierda, de forma que tuviera una referencia fácil de por dónde estaba pisando al menos una de las ruedas.

Desde hace unos pocos años, ha habido una marca que ha rediseñado la ubicación de la Cabina, situándola en el centro, con el fin de facilitar el acceso a ella del Operador y equilibrar la visibilidad por ambos lados del Volquete.

La Cabina suele estar montada sobre tacos de goma o poliuretano, que, a modo de “silent blocks” la aíslan de posibles vibraciones para estar acorde con las limitaciones que exige la normativa vigente.



El asiento es ergonómico y con múltiples ajustes que permiten que el Operador alcance con facilidad todos y cada uno de los controles, mandos, interruptores, etc., que disponga el Volquete para accionar y controlar algunas de sus funciones. Lo primero que debe hacer un Operador al acceder a la Cabina es ajustarse el asiento de forma que se encuentre cómodo para utilizar todos los mandos. En algunas marcas se suele incluir en los modelos más modernos, un asiento para el acompañante ya sea para usarlo cuando hay que realizar alguna prueba que exija la presencia de dos personas en la Cabina, o durante el periodo de aprendizaje de

un Operador con poca experiencia. Ambos asientos disponen de cinturón de seguridad.

Una disposición típica de los Mandos de un Volquete Rígido lo tenemos en la figura; en ella se puede advertir que en el suelo hay tres pedales y a la derecha se encuentra el control de la Caja de Cambios; los mandos se completan con la palanca que hay bajo el volante a la derecha de la columna de la dirección y otro, no visible en la fotografía que está en el lado izquierdo del soporte del asiento del Operador.



Los pedales del suelo son, de derecha a izquierda, para controlar el régimen del motor, el freno de servicio y el coloreado en rojo que actúa sobre el freno secundario y, además de su uso en caso de fallo del sistema principal de frenos, los fabricantes suelen permitir su uso en caso de emergencia por causa del propio trabajo aunque no hubiera fallo en los circuitos normales de freno. Por su parte, el freno de servicio actúa siempre sobre los frenos del eje posterior y también sobre los delanteros si el control que hay en el salpicadero selecciona esta posibilidad.



A la derecha del asiento, se suele encontrar la palanca de cambios, que, situada en una determinada posición, permite a la Transmisión cambiar entre primera y la marcha limitada por ella. Ya se explicaron con anterioridad las protecciones que brinda el Control Electrónico antes situaciones no adecuadas para el Tren de Potencia. Junto a la palanca de cambios, se encuentra el mando del freno de estacionamiento.

El Volante es ajustable en altura e inclinación en la mayoría de los Volquetes modernos, y debajo de él, a la derecha, suele estar el mando del Retardador cuando para este fin se usan los frenos traseros. Esta disposición, puede variar en las diferentes marcas de Volquetes. En el lado derecho del salpicadero, pueden verse toda una serie de interruptores que controlan los distintos accionamientos electrónicos que son utilizables en el Volquete.

Junto al asiento, en su lado izquierdo, se sitúa el control del basculante, que, como ya indicamos, tiene cuatro posiciones; los modelos antiguos utilizaban un control mecánico de este mando que, desde hace bastantes años, ha pasado a ser eléctrico o electrónico, pero sin variar sus posibilidades en lo que a distintas posiciones se refiere.

En los modelos más modernos se ha cambiado la posición del control del basculante que se sitúa a la derecha del Operador, junto a la palanca de cambios.



Por lo que respecta a los **Volquetes Articulados**, el acceso a la Cabina se realiza por un solo lado en la mayoría de los modelos actuales y está situado por la parte posterior del bastidor delantero. La Cabina está situada en una posición centrada con el eje longitudinal del Volquete.

Por lo que se refiere a la ubicación de sus controles, es parecida a la explicada en los Volquetes Rígidos, de la que se diferencian esencialmente por los mandos que accionan el bloqueo de los diferenciales.



Los Paneles de Instrumentos, se estudiarán en el siguiente Capítulo.



2. LIMITACIONES TÉCNICAS EN EL USO PREVISTO DE LA MÁQUINA SEGÚN ESPECIFICACIONES DEL FABRICANTE

Las limitaciones que los fabricantes de Maquinaria Móvil indican para sus distintos modelos obedecen a varios criterios de los que los dos de mayor importancia son las limitaciones por la Aplicación de la Máquina y las que se derivan de su Utilización. Ambas son aplicables tanto a los Volquetes Rígidos como a los Articulados y las vamos a analizar a continuación.

Las limitaciones referidas a la Aplicación, influyen en la decisión de escoger entre uno u otro tipo de Volquete, y, aunque no es responsabilidad del Operador, sí que debe saber cuáles son las condiciones previstas por los fabricantes para cada tipo de Volquete.

Por lo que se refiere a las **Limitaciones por utilización**, la fundamental es la Carga Máxima que puede transportar; las Cajas tienen una Capacidad por volumen, que se expresa en metros cúbicos; según sea la densidad del material que se esté cargando, el peso de la carga podrá o no superar el peso máximo autorizado por el fabricante.



Cuando se dice que un Volquete es de 100 toneladas, por ejemplo, hay que distinguir si esta cifra se refiere a toneladas cortas o toneladas métricas; cada tonelada corta son 2.000 libras, o, lo que es lo mismo 9.072 kg, que son 0,907 toneladas métricas. Entonces la Carga Máxima de un Volquete de 100 t. es, en realidad solamente 90,7 toneladas métricas.

Modernamente, los fabricantes ofrecen diferentes Cajas para un mismo Volquete con diferente perfil, fondo y revestimiento, que influyen en su peso vacío; por esta razón, en lugar de dar directamente la Carga Máxima del Volquete, establecen lo que se conoce como Peso Máximo Autorizado que es el peso Máximo con el que puede circular el Volquete. Si de esta cifra se le resta el peso del chasis y el de la Caja, se obtiene el Peso Máximo de la Carga que puede transportar el Volquete en cuestión. Como orientación, si cada metro cúbico del material pesa 1.500 kg, se alcanza el Peso Máximo de la Carga al



mismo tiempo que el volumen de la Caja. Para materiales de menor peso específico, se llena la caja antes de alcanzar el Peso Máximo de la Carga; por esta razón, se ofrece la posibilidad de suplementar la Caja, para aprovechar al máximo la Capacidad del Volquete.

En la mayoría de los casos, el Operador no decide el número de cucharones con el que se va a cargar el Volquete, pero debe ser capaz de manejarlo con Seguridad aunque se transporte una carga mayor que la especificada, siempre dentro de unos límites. Cuanto mayor sea la Carga a transportar, más precauciones hay que tomar sobre todo si se tiene que bajar con carga alguna pendiente.

Otra limitación, si bien no es debida directamente al Volquete, está en la selección del neumático que, además de las medidas exigidas por las llantas, y especificadas por el fabricante, está el índice *tonelada-kilómetro/hora*, que ya explicamos en el apartado de neumáticos.



3. ELEMENTOS Y SISTEMAS DE SEGURIDAD ASOCIADOS A LA MÁQUINA

A lo largo del estudio del funcionamiento de los diferentes componentes de los Equipos de Transporte, hemos visto que los fabricantes, a lo largo de los años, han ido incorporando Dispositivos de Seguridad que han hecho de las Máquinas actuales unas herramientas suficientemente seguras. Por otra parte, la evolución de la idea de Seguridad, que antes se reducía al uso de los Equipos de Protección Individual, y en el funcionamiento de la Máquina a poco más que los frenos, ha incorporado como Dispositivos de Seguridad elementos que, aún hoy en día, no se consideran como imprescindibles porque su ausencia o funcionamiento defectuoso no hacen necesaria la paralización de la Máquina, que puede trabajar aunque para ello haya que asumir riesgos de mayor o menor importancia.

La ley de prevención de Riesgos Laborales, y, sobre todo el RD 1215, han puesto unas condiciones que exigen a los propietarios y usuarios de las Máquinas un cambio radical de actitud, al recoger en su articulado que los Equipos deben mantener operativos **todos sus Dispositivos de Seguridad hasta el final de su vida útil**. Analizaremos los de mayor importancia.

3.1 Bloqueos de Seguridad

Uno de los riesgos mayores que produce la Maquinaria Móvil, y en particular los Volquetes, es su movimiento inesperado o el de alguno de sus componentes, a causa del comportamiento de los fluidos cuando hay pérdidas de presión o descenso de la temperatura. Por este motivo, los fabricantes les han dotado de diferentes bloqueos como elementos de Seguridad, que podrían haber evitado muchos accidentes si la prisa, el olvido de su uso o su escasa valoración tanto por Operadores como por mecánicos no los hubieran hecho inútiles. De entre ellos, los más importantes son:

→ BLOQUEO MECÁNICO DE LA CAJA

A diferencia de otros tipos de Máquinas, el único riesgo de los Volquetes en lo que se refiere a su Equipo de Trabajo es la bajada de la Caja de forma imprevista, ya sea por la rotura de una manguera o por una pérdida de aceite.



Los Volquetes Rígidos utilizan dos sistemas para inmovilizar la Caja: un cable que la sujeta con el eje trasero o unos bulones que se introducen en unas orejetas que forman parte del bastidor.

En los Volquetes Articulados se logra el mismo efecto utilizando un perfil metálico, por lo general en forma de ángulo, que se aloja entre el cuerpo del cilindro y su extremo de vástago, con lo que, mecánicamente, queda bloqueado el descenso de la Caja.

Al ángulo indicado y que es visible en las dos fotografías, se une, en ocasiones, una barra metálica que gira alrededor de un pasador y en la que se hace reposar la Caja cuando se ha elevado.



En las reparaciones, hay veces que se deben hacer pruebas con el motor en marcha, y las personas tienen que trabajar en una zona con riesgo de atrapamiento; este riesgo se evita conectando los bloqueos mecánicos que acabamos de explicar.



→ BLOQUEOS MECÁNICOS DE LOS MANDOS DEL BASCULANTE

Este es un Dispositivo de Seguridad utilizado de forma casi exclusiva en los Volquetes modernos debido a la forma en que trabaja este mando. En efecto, cuando nadie está accionando la palanca, o está en fijo o en flotante, porque en las otras dos posiciones la caja se está moviendo en una u otra dirección.

Con los Controles Electrónicos, o Eléctricos, el mando del basculante se acciona con mayor suavidad por lo que se les suele dotar de un trinquete que fija el control en la posición de fijo e impide el movimiento accidental de la palanca.

→ BLOQUEOS DE LA TRANSMISIÓN

El riesgo que se genera a causa de la Transmisión Hidráulica, es la puesta en movimiento del vehículo de forma inesperada, ya sea por dejar la palanca de la transmisión fuera de Neutro y el motor en marcha, o por arrancar la Máquina sin estar la Transmisión en Punto Muerto.



En los modelos antiguos, era frecuente que el sistema para bloquear la palanca de cambios en neutro fuera la propia palanca del freno de estacionamiento; debido a que este control era muy incómodo para usar, el Operador no lo utilizaba nunca, sustituyéndolo por el accionamiento del retardador, mucho más cómodo; esto ha sido causa de muchos y muy graves accidentes por la puesta en movimiento del Volquete inesperadamente sobre todo si no estaba en una superficie horizontal.

La utilización de las Transmisiones con control eléctrico o electrónico, han solucionado el problema porque, o bien la llave del freno de estacionamiento es la que fija la palanca de cambios en Neutro, o bien hay un interruptor que corta el suministro de corriente al circuito e impide la posibilidad de un movimiento inesperado. Incluso hay marcas que al parar el motor se acciona automáticamente la conexión de dicho freno y la neutralización de la propia transmisión.



→ BLOQUEO MECÁNICO DE LA ARTICULACIÓN DEL CHASIS

Los Volquetes Articulados tienen un riesgo específico en el punto de la Articulación, porque, como ya indicamos anteriormente, no hay espacio para una persona en este punto cuando los dos Bastidores se juntan. Durante el manejo, la medida

preventiva es evitar la presencia de personas dentro de su radio de acción, pero los problemas surgen durante el Mantenimiento, sobre todo si hay que hacer alguna operación o comprobación que necesita tener el motor funcionando.

Los Volquetes Articulados disponen de una barra que está alojada en la parte final del Bastidor Delantero y que, cuando es necesario hacer alguna prueba o reparación que exija trabajar en este punto, se debe conectar con la orejeta que es visible a la misma altura del Bastidor Posterior. Esta operación solo necesita unos pocos minutos para asegurar que los Bastidores no se moverán accidentalmente, pero el exceso de confianza, la prisa u otros motivos similares hacen que en la mayoría de los casos no se siga y se produzcan accidentes, casi siempre, mortales.



3.2 Controles de presión y temperatura de los sistemas principales

Hay determinados circuitos en los que estos dos parámetros tienen una influencia muy importante en la Seguridad, porque accionan elementos tales como dirección o frenos que, si no tienen sus valores dentro de lo normal, pueden dar lugar a situaciones peligrosas. De ellos, los más importantes son:

- ⇒ **Presión de aceite del motor.** Ya indicamos al estudiar este componente que las averías debidas a una insuficiente presión de aceite son casi instantáneas, y, además de la propia rotura del motor, dejan fuera de funcionamiento al resto de los componentes tales como Dirección, Frenos y Sistema Hidráulico del Equipo de Trabajo.
- ⇒ **Presión de aceite o aire en los Frenos de Servicio.** Una insuficiente presión de cualquiera de estos dos fluidos, deja al Volquete sin frenos, lo cual es muy peligroso en cualquier unidad, pero de una forma especial, por no tener marcado CE, no dispone de frenos de emergencia.
- ⇒ **Temperatura de aceite de la Transmisión.** En los Volquetes, debido a la utilización en gran parte de su trabajo de la Transmisión Directa, esta temperatura no suele alcanzar valores peligrosos. Si bien este parámetro es el que menos influye en la Seguridad para el Operador, es importantísimo para el Mecánico, que no debe drenar el depósito que lo contiene hasta que



no indique una temperatura inferior a los 10-15°C. Es difícil que la temperatura suba tanto que llegue a disminuir tanto la viscosidad del aceite como para que no haya arrastre de la Máquina.

- ⇒ **Temperatura de aceite de los Frenos.** Este parámetro es el más importante para el Operador ya que una temperatura excesiva de este aceite supone una pérdida de su viscosidad y en consecuencia de su capacidad de frenado. Una elevada temperatura en el aceite de los frenos, si no es por avería, suele ser consecuencia de un uso excesivo de alguno de los Sistemas de Frenado o de una circulación con el motor a bajas revoluciones.



3.3 Resguardos de correas y ventiladores

Han sido muchos y muy graves los accidentes producidos por el atrapamiento de manos o dedos con frecuentes amputaciones de las personas que han intentado realizar algún ajuste, sobre todo en el interior del motor de todo tipo de Máquina. Las piezas que mayor riesgo de accidente presentan son las correas de arrastre en motor, ventilador, etc.

La prudencia indica que no se deben intentar ajustes con el motor en funcionamiento, pero dado que los consejos de Seguridad no se siguen en muchas ocasiones, los fabricantes han ido incorporando Sistemas de Protección, como es el caso de las carcasas, ya sean metálicas o de plástico, que cierran el paso a las correas y al ventilador; incluso en muchos modelos de Máquinas, el arrastre del ventilador se hace por medio de un motor hidráulico que elimina la necesidad de correa.

Para acceder a estos puntos, es necesario desmontar estas protecciones, **que deben volverse a colocar** una vez terminada la reparación, antes de dar por terminada esta operación. Suele ser frecuente que, una vez desmontadas las protecciones, no vuelvan a su sitio y terminen perdidas por el taller, cuando no aplastadas por el paso de otra Máquina. Queremos insistir que **no volver a montar las protecciones es poner fuera de funcionamiento un dispositivo de Seguridad y es una infracción de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.**

3.4 Indicadores de advertencia y peligro

Otros dispositivos de Seguridad son los Indicadores de Advertencia y Peligro, que, en ocasiones los reducimos a los intermitentes y poco más, pero que en realidad, son más numerosos. Pueden ser Ópticos o Acústicos, y los resumimos a continuación:

⇒ Indicadores Ópticos.

Los más normales son:

- Intermitentes. Indicadores de dirección para advertir que el Volquete va a realizar un cambio de dirección.
- Alarma por parada inmediata. Al igual que en un vehículo de automoción, acciona los cuatro intermitentes simultáneamente para advertir de una situación de peligro inmediata.
- Luz de Marcha atrás, de color blanco, se enciende cada vez que el Operador conecta una velocidad en retroceso.
- Luz de pare, se enciende cada vez que el Operador acciona cualquiera de los pedales de freno.
- Luces de Trabajo. Situadas en puntos estratégicos de los Volquetes, iluminan la zona en la que se va a trabajar, etc.

⇒ Indicadores Acústicos.

Todos los Volquetes deben incorporar (algunos modelos más antiguos no lo equipaban) un avisador acústico de marcha atrás que suena de forma intermitente cuando el Operador sitúa la Palanca de Cambios en retroceso y deja de sonar al volver a la marcha adelante o a punto muerto.

Suele tener diferentes intensidades de sonido y es una advertencia para todo aquél que se encuentre alrededor del Volquete.



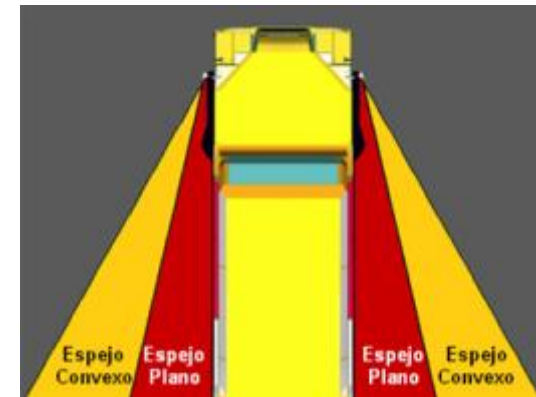
⇒ Otros Indicadores.

Nos referimos aquí a las placas de aviso que están adheridas en diferentes puntos de las Máquinas, para advertir de determinados peligros de descarga eléctrica, elemento con presión interna, etc. Deben venir en castellano y se deben conservar legibles durante toda su vida útil, reponiéndolas si fuera necesario por haberse rayado, o deteriorado de tal forma que no se puedan leer con facilidad.

3.5 Espejos retrovisores

La visión de los laterales y de la parte posterior de los Volquetes es fundamental para localizar la situación de posibles personas dentro o en las proximidades de su radio de acción, y que no pueden ser vistas de forma directa por el Operador debido a los ángulos ciegos que tienen, y que, cuanto mayor es el tamaño de la Máquina, más fácil es “escondersé” de la visión directa del Operador.

Por esta razón, los espejos retrovisores y los de seguridad, deben estar, además de limpios, perfectamente orientados para que se pueda localizar a cualquier persona que se aproxime a la Máquina.



En los Volquetes se suelen montar dos tipos de espejos: los planos que se orientan para tener una visión de la parte más próxima a ambos lados, y los convexas que barren un espacio más alejado de sus flancos. A pesar de todo, cualquier vehículo que quiera rebasar al Volquete y circule fuera de la zona barrida por los espejos, no será visible para el Operador hasta que lo vea de manera directa cuando esté a la altura de su Cabina.

⇒ Zonas muertas en los Volquetes.

Hay partes de los alrededores de todas las Máquinas que no son visibles desde la Cabina, a pesar de la existencia de los Espejos Retrovisores y de Seguridad.



En los Volquetes de gran tamaño además de las zonas que no son visibles mediante los espejos, hay dos zonas de alto riesgo que son:

- La parte delantera anexa a la rueda derecha que, desde el asiento del Operador, no es visible y puede esconder un vehículo de tamaño medio que para el Volquete no representa la mínima dificultad de superarlo aplastándolo contra el suelo.
- La parte posterior que, incluso en los Volquetes pequeños, no es visible desde la cabina aunque se disponga de retrovisores y estén bien orientados. Esto ha sido motivo de graves accidentes, casi siempre mortales.

La escasez de visibilidad se está solucionando añadiendo al Volquete una cantidad de superficie acristalada cada vez mayor, que amplía la visibilidad frontal desde la Cabina e, incluso, como está haciendo alguna marca, colocándola en una posición más centrada.



Por lo que se refiere a la visibilidad de la parte posterior, las marcas están ofreciendo como una opción la incorporación en la Cabina una pantalla conectada con un visor electrónico situado en el eje trasero del Volquete que permite disponer de una visión panorámica, con lo que le Operador domina toda esta zona, evitando así un posible atropello. Este es un Dispositivo de Seguridad que aún no es obligatorio en las Máquinas.

3.6 Freno de emergencia

Este tema ha sido desarrollado anteriormente; solamente recordaremos la presencia del Freno de Emergencia, obligatorio para todos los Volquetes, que debe acoplarse de forma manual y automática en caso de fallo del Sistema de Frenos de Servicio, o en caso de inminencia de un accidente.



En los Volquetes, por este último motivo, se le suele llamar con el nombre de Freno Secundario y puede estar controlado bien por una palanca situada debajo del volante en el lado izquierdo de la caña de la dirección, o, como en los modelos más modernos, por un pedal situado a la izquierda.

Si el uso es por avería en el sistema de frenos, el Volquete debe quedar inmovilizado hasta su reparación o su desconexión manual para ser remolcado en cuyo caso no hay que olvidar el realizar la operación inversa una vez efectuada la reparación para que el Volquete no quede sin este dispositivo.



3.7 Dirección de emergencia en Volquetes

También hemos explicado este punto. La dirección de emergencia es obligatoria en los Volquetes al ser Máquinas capaces de circular habitualmente a más de 20 km/h. No volvemos a incidir en este punto que ya ha sido explicado al estudiar la Dirección (apartado 1.4 de este mismo Capítulo).

3.8 Estructuras de protección

Todo lo que hemos visto hasta ahora compone lo que se llaman Dispositivos Activos de Seguridad, que tienen por misión específica evitar que se produzcan accidentes; por desgracia, es imposible prever que las actitudes de quienes manejan las Máquinas sean siempre acordes con la Seguridad, es decir, es el Operador quien en muchas ocasiones toma riesgos que terminan en accidente. Para estos casos, hay que protegerlo ya sea con los Equipos de Protección Individual, o con ciertas estructuras que disminuyan los efectos del accidente. Las más importantes son dos:

→ ESTRUCTURAS DE PROTECCIÓN ANTI-VUELCO

Conocidas por las siglas ROPS, que corresponden a las iniciales de las palabras inglesas, y que garantizan que, en caso de vuelco de hasta tres vueltas de campana, la estructura ni se rompe ni se deforma; constituye una protección excepcional para el Operador, cuya única defensa en caso de vuelco en las Máquinas que no disponen de esta protección, era saltar intentando no quedar atrapado debajo de ella. Hoy, con las Cabinas ROPS, el sitio más seguro en caso de vuelco es dentro de la cabina, con una condición de la que hablaremos más adelante. Los Volquetes antiguos solamente disponían de la protección que les brindaba la visera.



Estas protecciones pueden ser estructuras visibles desde el exterior, o estar integradas dentro de la propia Cabina, pero el resultado es el mismo. Son obligatorias en máquinas que incorporan el marcado CE, y deberían llevarla todas aquellas que, en cumplimiento del RD 1215, han sido armonizadas a las condiciones exigidas por el Mercado CE.

Hay un detalle importante que conviene conocer y es que, **en una estructura ROPS no se puede taladrar ni soldar sin permiso expreso del fabricante, porque se pierde la certificación de anti-vuelco**. En ocasiones se aprovechan los brazos de la estructura para atornillar el extintor de incendios o su techo para colocar el aire acondicionado. Ambas cosas dejan a la cabina fuera de norma. Conviene revisar tanto la existencia de puntos de óxido como el apriete de los tornillos de sujeción para estar seguros de la rigidez de los anclajes.

→ ESTRUCTURAS DE PROTECCIÓN ANTI-IMPACTO

Conocidas por las siglas FOPS, iniciales de sus palabras inglesas, que aseguran que la estructura no se deforma por el impacto de un objeto, según unas condiciones especificadas por la normativa europea, que protegen al Operador en caso de caída de un árbol sobre la cabina o una roca de una masa considerable. Esta protección es eficaz siempre que el objeto impacte sobre la estructura, y no sobre los cristales.



3.9 Cinturón de Seguridad

Es imprescindible su uso siempre que se disponga de estructura ROPS, ya que es el complemento perfecto para proteger al Operador en caso de vuelco.

Si éste no va sujeto por el Cinturón, en el caso de un hipotético vuelco, al caer sobre el interior de la cabina puede sufrir impactos que pueden ser mortales, dándose el caso de tener que lamentar la muerte de un Operador, mientras la cabina que lo albergaba queda intacta, por no usar el Cinturón de Seguridad.

Normalmente, se utilizan Cinturones de sujeción ventral, y enrollables, que se recogen cuando se sueltan para que no queden extendidos por el suelo de la cabina y sean la causa de una caída, si bien en los últimos tiempos se está empezando a usar el cinturón de sujeción diagonal, e, incluso, en algunos casos, el de tipo arnés.



3.10 Sistema Calefactor de la Caja en los Volquetes

Las Cajas de los Volquetes reciben diferentes materiales en función del tipo de Explotación Minera en que estén trabajando. Ya vimos como los fabricantes ofrecen diferentes tipos de Cajas para los usuarios, con fondo plano o en “V”, con revestimiento de acero o de goma, etc.

Por otra parte, la adherencia de cada material varía en función del grado de humedad que tenga en cada momento; si se trata de un material con mucha adherencia y con un grado de humedad elevado, puede quedarse pegado a la Caja del Volquete, con lo que la Caja no se vacía completamente cuando se descarga; el material se va endureciendo y llega el momento en que se necesita algún medio mecánico para despegarlo.

Por esta razón, los fabricantes ofrecen la posibilidad de hacer que los gases de escape pasen a través de la caja, con lo que su superficie alcanza una temperatura que seca el contacto con el



material y facilita su caída en el momento de la descarga.

Son tres las posibilidades que se suelen ofrecer:

- ⇒ Que los Gases de Escape pasen siempre por la Caja para calentarla. En esta opción, el Volquete no tiene visible el tubo de escape, sencillamente porque no existe.

En los modelos antiguos, los Gases de escape, una vez que pasaban por la Caja, salían al exterior por el extremo superior de sus largueros, pero en los modelos modernos lo hacen por dos agujeros situados en la parte posterior de la base de la Caja. Dado que estos gases tienen elementos químicos agresivos para el acero, se produce una corrosión que, con las horas, deteriora la Caja; esta circunstancia se ha reducido hoy día por las exigencias que existen sobre los contenidos de monóxidos de azufre y nitrógeno en la composición química de los Gases de Escape.

- ⇒ Que los Gases de escape salgan directamente a la atmósfera a través del tubo de escape, sin pasar por la caja en ningún momento.

Esta opción se utiliza cuando el material es poco o nada adherente, lo que suele ir acompañada de Cajas de Fondo Plano y en ocasiones con revestimiento de goma.

- ⇒ Que los Gases de Escape puedan o no pasar a través de la Caja, en función de las condiciones de cada momento; el usuarios puede elegir cuál de las dos posibilidades quiere utilizar y actuando sobre una válvula de dos vías abrir el paso a los gases en una u otra dirección.

Las opciones de Caja con Calefacción, es posible siempre que el revestimiento de la Caja sea metálico; no puede utilizarse, por motivos obvios, si el revestimiento de la Caja es de goma.



Hay que contar con el **riesgo de quemaduras** si se toca una Caja caliente tras varias horas de trabajo; las temperaturas que se alcanzan hacen factible este riesgo.

3.1.1 Manual de Instrucciones

Una de las condiciones que exige la legislación vigente es que el Operador reciba formación específica sobre la Máquina que está manejando; cuando llega una Máquina nueva a la Explotación, aunque sea de la misma marca, e incluso del mismo modelo, lo más normal es que haya diferencias más o menos importantes, con relación a la unidad con la que se estaba trabajando hasta ese momento.

Si no es posible la asistencia a un cursillo o a un adiestramiento por parte de la persona que entrega la nueva unidad, si que, al menos, el Operador debe disponer de suficiente tiempo para leer el Manual de Instrucciones, en especial los apartados que se refieren a Seguridad. Con independencia de ello, este Manual debe estar a disposición de los Operadores, por lo que un ejemplar de él siempre debe estar en la cabina, para ser consultado por el Operador habitual en caso de presentarse alguna duda, o por un nuevo Operador que necesita conocer las Instrucciones que especifica el fabricante y que pueden diferir de las conocidas y aplicadas hasta ese momento.



CAPÍTULO 4

CONTROL Y VIGILANCIA SOBRE EL LUGAR DE TRABAJO

En este Capítulo se estudiarán todos aquellos Dispositivos de Seguridad que cada Máquina pone a disposición del Operador para controlar su correcto funcionamiento y detectar situaciones potencialmente peligrosas y que pueden incidir de forma negativa en la Seguridad.

Partiendo de la definición de Lugar de Trabajo establecida en el RD 486/1997 como “*las Áreas del Centro de Trabajo, edificadas o no, en las que los trabajadores deban permanecer o a las que puedan acceder en razón de su trabajo*”, del **Lugar de Trabajo de un Operador de Maquinaria de Transporte en Actividades Extractivas de Exterior** forman parte los siguientes:

- ⇒ La Cabina de su Máquina.
- ⇒ Las Áreas de Carga y Descarga.
- ⇒ Los Viales, Accesos y Pistas.
- ⇒ Los Frentes de Explotación.
- ⇒ Incluso lugares tales como el Comedor, los Servicios, las Zonas de Primeros Auxilios, etc.



El Operador debe conocer **los Riesgos** a que se encuentra expuesto en cualquiera de ellos, y que, en el caso más amplio, **proceden de:**

- ⇒ **La Máquina.** Es un Equipo de Trabajo que se puede mover a una cierta velocidad, a veces de un tamaño más que considerable, y que es capaz de mover grandes cantidades de material, lo que se traduce en pesos que alcanzan cientos de toneladas.

Aún sin llegar a estos extremos, los Riesgos que de ella se derivan son importantes; sus zonas muertas pueden esconder personas y vehículos que pueden sufrir daños en caso de impacto o atrapamiento, que en el caso de los Volquetes terminan con la muerte de alguna de ellas. Las puestas en movimiento inesperadas, causadas por descuido o negligencia de quienes las manejan, han sido la causa de los accidentes más graves producidos por los Volquetes. Para evitarlos, los fabricantes han ido incorporando a sus modelos Dispositivos y Sistemas de Seguridad que han conseguido llegar, incluso, a impedir que el Operador pueda hacer determinadas maniobras que son peligrosas. Con las



exigencias que trae consigo el Marcado CE, se puede decir sin temor a equivocarnos, que, por la Seguridad que ofrece su diseño, fabricación y funcionamiento, se ha reducido al mínimo los riesgos imputables a ellas, siempre que se mantengan en las condiciones adecuadas.

⇒ **El Trabajo a Realizar.-** El Transporte del material, así como su Carga y Descarga, tienen lugar en condiciones muy variables de Tracción, Estabilidad, Visibilidad, Temperatura, etc., que influyen de forma muy notable en su realización. En su trabajo, el Equipo de Transporte se desplaza de forma habitual por las Pistas, Accesos o Viales de la Explotación, operación que genera riesgos específicos que dependen de las condiciones de estos itinerarios, su trazado y estado, características de diseño (anchura, obstáculos, etc.), y de otros factores que hacen que el Operador del Volquete deba estar pendiente de su trabajo de manera continua.



⇒ **El Factor Humano.** Las Máquinas las manejan personas, cada una con su carácter, costumbres, criterios, etc. cuya influencia en la Seguridad es muy superior a la que se deriva de cualquiera de los otros dos factores.

Es un derecho de todo Trabajador que vaya a manejar una Máquina, al tiempo que una Obligación del Propietario de la misma, el darle la Formación suficiente para que pueda realizar su trabajo con Seguridad. Por esta razón **la Formación de todo Operador de Equipos de Transporte es algo indispensable si se quiere conseguir que los trabajos con Maquinaria Móvil sean suficientemente seguros y disminuir la elevada tasa de siniestralidad del sector.**

En la Formación de toda persona, hay tres grandes áreas sobre las que actuar:



- **Conocimientos.** Refiriéndose al Operador de Maquinaria de Transporte, debe abarcar, como mínimo, los siguientes contenidos:
 - *Funcionamiento Básico de la Máquina que utiliza.*
 - *Técnicas Operativas Seguras para realizar su trabajo.*
 - *Panel de Alarmas e Instrumentos de Control.*
 - *Características de su Explotación.*
 - *Riesgos a que se encuentra sometido.*
 - *Legislación actual, principalmente en lo que le afecte en su trabajo.*
- **Aptitudes.** Es fundamental para el Operador de cualquier tipo de Máquina desarrollar la habilidad suficiente para su manejo de forma que pueda realizar su trabajo sin riesgos derivados por falta de ella. Las Aptitudes se van desarrollando con la Experiencia que se adquiere con horas de trabajo; será tanto más amplia cuanto mayor sea la variedad de modelos con los que se trabaje, así como la diversidad de trabajos, condiciones y materiales en los que se lleve a cabo.
- **Actitudes.** La Actitud se puede definir como la forma en que una persona reacciona ante los acontecimientos de cada día; está muy influenciada por factores tales como el Carácter, las Costumbres y Hábitos, las Circunstancias de todo tipo (Social, Familiar, Personal, Laboral, etc.), incluso por el Estado Físico o la Situación Psicológica. Todo ello hace que una persona, en determinadas circunstancias, se comporte de forma distinta a como lo haría habitualmente. Las Actitudes ya sean habituales o circunstanciales, tienen una influencia extraordinaria en la Seguridad porque pueden llevar a que un Operador tome riesgos que, normalmente, no asumiría. Modificar las Actitudes que entrañan riesgo es quizás lo más difícil en la Formación de las personas.

I. CONOCIMIENTO DE LOS DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD PARA EL CONTROL Y VIGILANCIA DE LA MÁQUINA

Ya vimos en el Capítulo 2, cómo el Operador, antes de iniciar el Trabajo, debe realizar una inspección previa del estado en que se encuentra la Máquina, y cómo esta inspección debe ser más cuidadosa después de haberse realizado su Mantenimiento por una simple razón: al haber vaciado los depósitos o sustituido algún elemento consumible, ha habido que quitar tornillos, soltar tapas para luego volver a montarlas. Esto supone un riesgo de error humano que puede terminar en una avería importante, si, por ejemplo, el tapón del cárter de aceite del motor no se ha colocado correctamente. En cualquier caso, descubrir ahora una deficiencia es evitar, como poco, una avería, y, quizás, un accidente.

Una vez que la revisión se ha completado, estamos en condiciones de decir que la Máquina está lista para ser usada y que en sus alrededores no hay ninguna persona que no pueda ser vista desde la cabina; a partir del momento del arranque, el Operador ya no tiene otra forma de controlar si el funcionamiento es correcto más que a través del Panel de Instrumentos de Control que hay en su cabina.



I.1 Panel Electrónico de Alarmas Acústicas y Luminosas

Los modelos modernos de Volquetes Rígidos y Articulados incorporan en su cabina un Panel Electrónico que controla el funcionamiento de sus diferentes circuitos y avisan al Operador por medio de alarmas ópticas y acústicas en el momento que los valores de los parámetros que vigilan se salen de su valor normal. Estos Sistemas Electrónicos se incorporaron a las Máquinas a principios de los 80, pero su mayor desarrollo tuvo lugar a partir de la incorporación de los Controles Electrónicos en las Excavadoras, y se generalizó al resto de los tipos de Maquinaria Móvil con la creciente incorporación de la Electrónica.

Los diferentes fabricantes, utilizan distintos criterios a la hora de elegir los Paneles Electrónicos, pero, en todo caso, siempre hay un objetivo común: liberar al Operador de la tarea de estar vigilando continuamente los distintos Instrumentos de Control que se incluían, hace unos pocos años, en el Tablero de Instrumentos de su Máquina.

En la figura se puede ver uno de ellos, formado por el Tacómetro en su parte central y alrededor de él cuatro Instrumentos de Control en apoyo de los correspondientes circuitos electrónicos que advierten al Operador en caso de funcionamiento anormal. Debajo del Cuenta-revoluciones, hay un “display” que le informa de las Horas de Funcionamiento, la marcha que está conectada, la velocidad a que se está moviendo el Volquete y la distancia recorrida.

Los Paneles de Alarmas, están compuestos por un conjunto de Circuitos Electrónicos, uno para cada sistema que se quiere controlar, que controlan presiones, temperaturas, niveles, estado de filtros, etc. Disponen de un sistema de Comprobación previa al arranque, que puede ser manual o automática, que garantiza el funcionamiento de todos los circuitos.

En caso de anomalía, una luz roja se enciende en el Panel de Alarmas, advirtiendo al Operador de esta circunstancia; en función de la posible gravedad del circuito de que se trate, la alarma óptica puede ir acompañada de otra acústica que avisa al Operador del riesgo que está corriendo, él o la Máquina.

Los Paneles más perfeccionados, analizan ellos mismos la importancia de la alarma activada, clasificándola en varios niveles; la importancia de las alarmas no obedece los mismos criterios en todos los fabricantes, ni las precauciones a tomar son las mismas en todos los casos; lo más completo es establecer tres **Niveles de Alarma**:

- ⇒ En el Primer Nivel se engloban aquellas situaciones que no representan un peligro grave ni para la Máquina ni para la Seguridad; suelen ser simples avisos que se refieren a un bajo nivel de combustible, a la circunstancia de tener conectado el freno de estacionamiento y, en algunos casos, a fallos en el sistema de carga. Se identifican porque solamente se enciende la luz del circuito afectado.



- ⇒ En un Segundo Nivel se engloban aquellas anomalías que pueden corregirse cambiando la forma de trabajar o es posible esperar al final del turno de trabajo para corregirlas. Se trata de las alarmas que son consecuencia de altas temperaturas o que avisan de filtros obstruidos, y además de la luz del circuito correspondiente, se enciende también una luz intermitente situada en un lugar visible para el Operador de forma que, si en ese momento no estaba mirando al Salpicadero, tenga algo que le advierta de la situación anormal. Por lo general, este nivel aconseja parar la Máquina, esperar hasta que las advertencias se apaguen, y volver a trabajar, cambiando las técnicas para no exigir tanto a la Máquina.
- ⇒ En el Tercer Nivel se reúnen aquellas alarmas que exigen la parada inmediata de la Máquina por riesgo grave de avería o que afecte a la Seguridad. En estos casos, además de las dos señales ópticas que hemos indicado para el Segundo Nivel, suena una alarma que advierte al Operador de la urgencia en tomar las medidas oportunas.



Si se producen anomalías durante el funcionamiento del Volquete, éstas quedan registradas en la memoria del ordenador, pudiendo ser impresas en un informe a requerimiento de la Dirección de la Empresa o del personal de Servicio, mediante el uso del Software adecuado. Incluso aparecen determinados códigos que les ayudan para identificar una posible avería o realizar determinados ajustes de una forma rápida. Son los de las marcas que incorporan a su sistema electrónico el mayor número de módulos, que difieren de un tipo a otro de Máquina.

Los Sistemas Electrónicos permiten, como ya se dijo anteriormente, ajustar determinados parámetros del Volquete, como puede ser la limitación de velocidad, marcha máxima con la Caja elevada, etc.

Los Sistemas Electrónicos de Advertencia y Alarma liberan al Operador del trabajo que supone estar de forma continua revisando los Instrumentos de Control que, en el caso de los Volquetes, solían ser bastante numerosos; sin embargo, los fabricantes no los han eliminado totalmente, manteniendo algunos de ellos.

Sea como fuere, ya sean los tradicionales Instrumentos de Control o los modernos Paneles Electrónicos, **es algo que todo Operador tiene que conocer sin la más mínima vacilación.** Sin este conocimiento, no debería



manejar ninguna Máquina, por mucha que sea la habilidad adquirida en los trabajos que vaya a realizar. Como hemos dicho en repetidas ocasiones, en las situaciones anormales **se deben seguir exactamente las instrucciones del fabricante**. No es prudente aplicar lo que se conoce en un determinado modelo a otras Máquinas de otras marcas y otros tiempos. Por ejemplo:

- El indicador de un filtro de aceite de la transmisión obstruido en una Máquina de hace 30 años, permitía seguir trabajando hasta finalizar el turno o la jornada; en una Máquina moderna es posible que sea una Alarma de Tercer Nivel, por motivos de Seguridad.
- Un problema eléctrico ha sido siempre considerado como una anomalía de Primer Nivel, y sin embargo en una Máquina con alto contenido en electrónica, es de tercer nivel porque si falla la corriente, todo el sistema electrónico deja de funcionar y dará lugar o a una avería muy grave o a un accidente.

Son dos pinceladas de las muchas diferencias que se pueden encontrar en los Paneles de Alarmas entre dos marcas diferentes o incluso entre dos modelos distintos de la misma marca separados por algunos años de diferencia en su fabricación.

Como hemos dicho anteriormente, además de los Paneles Electrónicos algunos fabricantes siguen manteniendo Instrumentos de Control Analógicos, normalmente Termómetros, que permiten que el Operador vea la evolución de las Temperaturas de agua, aceite del convertidor y aceite del sistema hidráulico que, si bien ahora son electrónicos, su misión es la misma que la que tenían los de modelos antiguos. Se incluye también un Instrumento que controla el Nivel del Combustible.

1.2 Instrumentos de Control

Los Instrumentos de Control son, junto con los Indicadores, algo que todo Operador debe conocer a la perfección, entendiendo sus mensajes y tomando las acciones que el fabricante indique en su Manual. Todos los componentes de los Volquetes, sean modernos o antiguos, utilizan para su accionamiento aceite o aire, con la excepción del Motor que necesita, además combustible y agua. Mientras el funcionamiento de estos componentes no presenta ningún problema, estos fluidos tendrán unos valores de sus parámetros que están dentro de lo normal; nos referimos a los dos que se controlan en los componentes de todas las Máquinas: presión y temperatura. Los Instrumentos que los controlan se llaman Manómetros y Termómetros respectivamente.



Los Instrumentos de Control solamente avisan al Operador que los valores de la Presión, Temperatura, o el elemento que controlen, está en valores fuera de lo normal, **pero en ningún caso detectan una avería**; de hecho, su misión es advertir al Operador cuando los valores no son normales, para que investigue la causa que provoca esa anomalía, que, en algún caso, es consecuencia de una avería. Explicaremos a continuación las normas generales para interpretar los mensajes que emiten los Instrumentos de Control.

1.2.1 TERMÓMETROS

Controlan la Temperatura de diferentes fluidos. Una temperatura excesiva puede ser causada por un defectuoso funcionamiento de la Máquina, pero también por un mal manejo, en aquellos casos en que se la fuerza más allá de los límites para los que ha sido fabricada. Cuando hablamos de Termómetros analógicos, están graduados en zonas de colores o en escalas en las que aparecen datos numéricos en grados.

Como siempre, los valores numéricos que se consideran como peligrosos para el correcto funcionamiento del circuito que se controla, estarán dados por el fabricante en su Manual de Instrucciones; para facilitar el control por parte del Operador y que no tenga que memorizar demasiadas cifras, se tiene un código de colores cuyo significado es el siguiente:

- Zona Blanca, que indica que la temperatura es demasiado baja.
- Zona Verde, de funcionamiento normal.
- Zona Roja de peligro porque la temperatura es excesivamente elevada.



Este es el único mensaje de los Termómetros. Es muy frecuente que, ante la pregunta de ¿qué pasa si el Termómetro de Agua entra en la zona Roja?, se reciban contestaciones como esta: “Se ha roto la correa del ventilador”, o “No hay agua en el radiador”, o cosas parecidas. Los Instrumentos de Control no identifican averías, solamente informan de un nivel fuera de lo normal de los valores de presión, temperatura, etc. Estudiaremos los más importantes:

→ TERMÓMETRO DE AGUA

Controla la temperatura del Sistema de Refrigeración del Motor; su nivel normal es a lo largo de la zona Verde, y donde se debe tener cuidado es cuando se aproxima o entra en la zona de peligro, porque se encuentra próxima a entrar en ebullición. Este punto suele estar cercano a los 100°C, **pero todavía no hierve porque el circuito está con presión.**

Si entra en este punto, se debe parar la Máquina, dejar el motor a ralentí o ligeramente acelerado hasta que vuelva a la zona Verde, momento en que podemos volver a trabajar **cambiando las exigencias que le estábamos pidiendo.** Lo que no se debe hacer es abrir el tapón del radiador con el agua en Rojo, por dos motivos:

- Primero por Seguridad; el agua puede expulsar con violencia el tapón hacia arriba poco antes de salir ella misma despedida a presión, con los riesgos de impacto y quemadura para el Operador.
- Segundo por Conservación del Motor; si, con mucha habilidad, se consigue abrir el tapón sin quemarse, en ese momento entra en ebullición al desaparecer la presión en el circuito y estar la temperatura por encima de 100°, pudiéndose producir una importante avería.



La zona Blanca es un indicativo de precaución, si bien, en este caso, no es por exceso de temperatura sino porque el agua está fría, lo que indica que el motor no está caliente, y, por lo tanto, no está en disposición de trabajar a pleno régimen. La precaución es por un motivo claro: un motor que trabaja frío se desgasta mucho más que si lo hace a su temperatura, a causa de un fenómeno llamado “Corrosión Sulfúrica”, y que tiene su origen en las impurezas de Azufre del combustible.

Cuando este elemento químico entra en contacto con el Oxígeno y el Vapor de Agua que hay en el aire de admisión, se forman dos ácidos, Sulfuroso y Sulfúrico que, además de atacar las piezas metálicas del interior del motor, atacan la película de aceite, con lo que el engrase es deficiente. Cuando el motor está frío las partículas de ácido son estables, mientras que con el motor ya caliente no llegan a formarse o se descomponen inmediatamente con lo que se elimina la corrosión. Además, el aceite frío tiene mayor viscosidad que cuando está caliente, lo que se traduce en que es más difícil de conseguir una película uniforme que garantice el engrase.

→ TERMÓMETRO DE ACEITE DEL CONVERTIDOR

En los Volquetes podemos encontrarnos con que este termómetro controle la temperatura del conjunto Convertidor-Caja de Cambios o solamente la del primero. Debido a que en los Volquetes el Convertidor funciona muy poco tiempo, y a que el depósito del que toma el aceite es el mismo que el de los frenos, hay ocasiones en que el mismo termómetro controla los dos circuitos de aceite.

En todo caso, tiene dos zonas: una Verde que indica una temperatura de funcionamiento normal, y otra Roja, de exceso de calor, en la que el aceite ha alcanzado una temperatura próxima a lo 120°C

Las averías que pueden producirse en este componente por calentamiento excesivo del aceite son importantes; pueden ir desde que los retenes de goma y grafito que lo cierran herméticamente se quemen, hasta que los álabes de la Turbina se deformen y rocen con la carcasa exterior; ambas averías son de costosa reparación y exigen la paralización del Volquete por un periodo de varios días.



→ TERMÓMETRO DE ACEITE DE LOS FRENOS

Su aspecto puede ser similar al del Convertidor, aunque algunas veces se presenta con un aspecto diferente.

Controla la temperatura que alcanza el aceite utilizado en la refrigeración de los frenos, por lo que una temperatura excesiva quiere decir que, si no hay ninguna avería, estamos excediendo la capacidad de frenado del Volquete.

La decisión del Operador, igual que cuando cualquiera de los termómetros alcanza la zona de peligro: parar la Máquina y dejar el motor a ralentí hasta que la temperatura vuelva a sus valores normales, para volver a trabajar moderando sus exigencias a este Sistema.



En cualquiera de los casos de temperatura excesiva del aceite, si, después de un “calentón” y de haberse enfriado, se cambia la forma de trabajar y, a pesar de todo, vuelve a una temperatura excesiva, hay que parar definitivamente la Máquina porque hay alguna avería o anomalía importante que se sale de las atribuciones del Operador y que puede dañar gravemente la unidad.

1.2.2 MANÓMETROS

Los Manómetros controlan la presión del fluido de un circuito de la Máquina; por lo general, vienen marcados en colores de tal forma que, en orden creciente hay tres zonas: roja, amarilla o blanca y verde, porque en los circuitos cuya presión se está controlando, una situación anormal es cuando la presión cae por debajo de un cierto valor; en otros casos, vienen grabados los valores en forma numérica, en cuyo caso, el fabricante indica en su Manual cuales son los valores que deben considerarse como normales. Los Manómetros que nos podemos encontrar en Volquete son los siguientes:

⇒ **Aceite del Motor.** Controla la presión que alcanza el aceite en el motor en los puntos más altos de sus componentes, concretamente en las culatas; la interpretación de los diferentes colores es:

- **Color Rojo.-** Insuficiente presión de aceite, por lo que la acción a tomar es parar inmediatamente la Máquina y el Motor, e investigar la causa de esta anomalía.
- **Color Amarillo o Blanco.-** Indica que la presión no es la normal; es una advertencia para comprobar si el motor está o no a pleno régimen. Si la aguja alcanza la zona Verde cuando se acelera el motor, la situación es normal ya que el valor de la presión correspondiente a la zona verde es con el motor funcionando a altas revoluciones, pero, si al acelerar continúa en la zona blanca, **se debe parar la Máquina y el Motor e investigar la causa por la que la presión de engrase no es la adecuada.**
- La zona Verde es la que indica que la presión es correcta; la aguja debe alcanzar esta zona con el motor acelerado. Si en estas condiciones la aguja se queda en zona Blanca o Amarilla, o si a relentí se queda en la zona Roja, está indicando el principio de una situación anormal, que debe ser investigado lo antes posible, porque, como ya dijimos, las averías por falta de engrase se producen en unos pocos segundos.



Cuando el Instrumento viene graduado en cifras, éstas se corresponden con el principio de cada zona: 2 kg/cm² entre la Roja y la Amarilla, 4 kg/cm² entre Amarilla y Verde y 6 kg/cm² para el final de esta zona. Estos valores son los más corrientes, pero pueden ser diferentes de uno a otro fabricante.

- ⇒ **Aceite (o aire) de Frenos.** Marca la presión existente en cada momento en el circuito de frenos del Volquete; puede tener un aspecto con una zona Roja, de insuficiente presión en el sistema y otra Verde que indica que la presión es correcta. En la zona Roja, la presión es tan baja que no es posible soltar el freno de estacionamiento y el Operador debe esperar a que alcance sus valores normales para quitar dicho freno. Si el Volquete lleva acumulador de aceite, la zona Roja indica que la presión en el acumulador es insuficiente. Si, en el funcionamiento normal del Volquete, desciende la presión del circuito de frenos, está avisando al Operador de una circunstancia: o para la Máquina, o se conectará el freno de Emergencia. Si la presión cae se debe parar el Volquete, acelerar para ver si ha sido una situación circunstancial, con lo que la presión debe recuperarse de forma inmediata; en caso contrario, conviene apartarla de la zona de paso de otras Máquinas y pararla hasta su traslado al taller para su reparación.

En ocasiones, en Máquinas que disponen de un sistema mixto de accionamiento de los frenos, por aire sobre aceite, o simplemente los frenos se accionan por aire. Un manómetro controla la presión del circuito neumático, que si cae por debajo de un cierto valor, que varía de un fabricante a otro, hará que se active el circuito de emergencia y detendrá la Máquina de forma automática si el Operador no lo hace por sí mismo. La acción que debe hacer el Operador es la misma que la explicada en el caso de frenos accionados por aceite.



- ⇒ **Combustible.** Este Manómetro marca la presión del gas-oil en el circuito de baja presión, siendo su valor máximo de alrededor de 2 kg/cm², a la salida del filtro primario; el Instrumento tiene dos zonas una Roja de presión insuficiente, y otra verde de presión normal. Muchos Operadores confunden este Manómetro con un Nivel porque cuando se quedan sin gas-oil, y se para el motor, la aguja marca la zona Roja. Esto no es así. Un manómetro, **si el filtro está limpio seguirá en zona Verde mientras haya una gota de gas-oil en el depósito.** Por eso es un error pensar que el Instrumento les va a avisar cuando queda poco combustible. En la mayoría de las Máquinas modernas, este Manómetro ha desaparecido del salpicadero.

Para controlar el funcionamiento correcto del Sistema Eléctrico del Motor podemos encontrarnos con uno de los dos Instrumentos de Control siguientes:

1.2.3 AMPERÍMETRO

Mide la intensidad de la corriente eléctrica que entra o sale de la batería, indicando por lo tanto si el sistema de carga proporciona suficiente energía para reponer la que se consume mientras la Máquina trabaja. Por lo general, consta de dos zonas, una Roja y otra Verde.

- ⇒ Si la aguja marca *zona Roja*, quiere decir que de la batería está saliendo una intensidad de energía mayor que la que se repone por el equipo de carga.
- ⇒ Si la aguja señala la *zona Verde*, quiere decir que el equipo de carga está incorporando a la batería una cantidad de energía superior a la que consumimos.



Cuando **la aguja marca en Rojo**, hay que distinguir entre las **dos posibilidades** siguientes:

- A motor parado:
 - Sin accionar ningún mando: la batería se está descargando, normalmente por un mal contacto, la comunicación de alguno de sus vasos, etc.
 - Si se conectan los calentadores o se activa el motor de arranque, es normal. En estas circunstancias, el Amperímetro nos advierte que se está sacando carga de la batería. Una vez que el motor arranca y el alternador empieza a cargar, la aguja debe llegar al verde, indicando que el sistema de carga funciona.
- A motor en marcha: indica fallo en el sistema de carga; en máquinas antiguas, con poca o nada de electrónica, esta anomalía no significaba que haya que parar inmediatamente; el motor diesel no consume electricidad y, a menos que se estén utilizando las luces o el aire acondicionado, se puede seguir trabajando y terminar la jornada; este es el momento para corregir esta anomalía. Sin embargo en

las Máquinas modernas en las que hay un Sistema Electrónico que requiere energía eléctrica para su buen funcionamiento, en caso de anomalía en el funcionamiento del Sistema de Carga hay que parar la Máquina y proceder a su reparación.

Cuando **la aguja marca en Verde**, también hay dos posibilidades, según esté el motor parado o en marcha:

- A motor parado, debe marcar “0” porque no hay carga ni descarga; si marca claramente en Verde, puede ser que el Amperímetro esté averiado.
- A motor en marcha:
 - Nada más arrancar debe llegar casi hasta el tope del Verde, para de forma paulatina, ir acercándose al cero.
 - Si pasados unos minutos la aguja está en Verde, a bastante distancia del Cero, quiere decir que el sistema carga en exceso. Muchos piensan que esto no es importante, pero no es así, porque la batería puede alcanzar tal cantidad de energía acumulada que el electrólito llegue a hervir, desprendiendo vapores que son:
 - Tóxicos y pueden ser causa de un desvanecimiento o mareo del Operador.
 - Inflamables, que pueden producir un incendio si salta alguna chispa accidentalmente.

1.2.4 VOLTÍMETRO

El Voltímetro, a diferencia del Amperímetro, mide de una forma continua el voltaje de la batería; los mensajes son parecidos a los que hemos visto en el Amperímetro. Como las baterías en las Máquinas son de 24 voltios, este es el punto que debe marcar a motor parado; los tipos de Voltímetro que existen en el mercado son numerosos y cada uno tiene un aspecto diferente. En el que incluimos en la figura, marca tres puntos con 21, 26 y 30 voltios, que deben ser los voltajes a motor parado en el momento del arranque, funcionando con normalidad y cargando inmediatamente después del arranque.



1.2.5 INDICADORES DE NIVEL

Hay fabricantes que desde sus primeros modelos de Máquinas, han incluido en los Salpicaderos Indicadores del Nivel de determinados fluidos, normalmente Aceite de Motor, Transmisión y Sistema Hidráulico, Agua del Sistema de Refrigeración y Combustible, sin que tengan que estar todos ellos en la misma Máquina; su razón de ser, sobre todo en lo que se refiere al Combustible, es que el Operador pueda observar mientras trabaja, la cantidad aproximada de gasoil que tiene en el depósito; con la excepción de éste, todos los restantes funcionan únicamente a motor parado. La razón era simple: liberar al Operador de la tarea de Comprobar los Niveles.



Al no ser un Sistema Electrónico, que tiene mayor fiabilidad, no se debe uno fiar de ellos, sobre todo porque un fallo en un Indicador puede dar lugar a una avería importante; además, de no estar muy pendiente en el momento del arranque, es imposible determinar desde cuando uno de ellos ha dejado de funcionar, si es que se produce esta circunstancia.

Por esta razón, es conveniente que se comprueben los niveles de aceite y agua, aún teniendo un Indicador en el Salpicadero; quizás el de combustible sea menos vital, porque, si no hay gas-oil la Máquina no arranca, y si se dispone de poco combustible, el Operador no debe arrancar el motor hasta que reposte; no interesa arrancar si en una o dos horas va a haber que parar para cargar de gas-oil.



➔ INDICADORES

Los filtros son elementos cuyo estado, incluso con ellos en la mano, es difícil de comprobar; una vez que la Máquina está en funcionamiento se tiene la posibilidad de hacerlo utilizando un control de presión a la salida del filtro. Se basa en que un filtro obturado impide el paso normal del aceite por lo que, a su salida, la presión es menor de la debida; de esta forma, se tiene una idea de cuándo el filtro se está colmatando por la suciedad. Cuando la presión a la salida del filtro no alcanza un determinado valor, el indicador se activa y avisa al Operador que debe sustituir el elemento filtrante que se controla con dicho indicador.

Estos indicadores están en el salpicadero de la Máquina y son de muy diversa apariencia; los más antiguos son una bola que muestra el color verde mientras el filtro está operativo y gira a rojo cuando se va a obturar en breve tiempo. En los modelos más modernos, son circuitos eléctricos o electrónicos los que controlan la presión a la salida de los filtros, por lo que, cuando se activa el indicador, el Operador sabe que este

filtro debe ser sustituido. El sistema tiene una limitación, para los filtros de aceite, que es su funcionamiento con aceite frío; en efecto, si el aceite está frío, su viscosidad es superior a la que tiene cuando alcanza la temperatura de funcionamiento, por lo que su paso por el filtro presenta una dificultad mayor, lo que hace que la presión a la salida sea inferior a la que tendrá cuando esté caliente; esto hace que el efecto sea el mismo que si el filtro estuviera sucio, por lo que el indicador se activa y puede inducir a error; por ello el Operador debe saber que estos avisos son válidos **únicamente con el aceite caliente**. Si, nada más arrancar el indicador se activa, hay que esperar unos minutos hasta que el aceite alcance su temperatura para que el mensaje del Indicador sea válido.



Por lo que se refiere al **filtro de aire**, el Indicador tradicional ha sido durante muchos años, un pistón que se mueve dentro de la carcasa de plástico transparente en el que está fabricado; en el caso de una buena aspiración, es decir, con el filtro en buenas condiciones, la succión es capaz de mantener el pistón en una posición en la que muestra una banda verde.



Si el filtro se ensucia, esta aspiración disminuye y un muelle dentro del Indicador empuja al pistón que comienza a enseñar una banda amarilla o roja, que queda trabada en rojo cuando ya es imprescindible dar servicio al filtro de aire. De hecho, como dijimos en el Capítulo 2, esta es la forma de controlar un mantenimiento rutinario del filtro de aire: esperar a que el Indicador quede trabado en rojo para limpiarlo. El problema de este Indicador es que, por el calor, la humedad, etc., la carcasa de plástico llegue a rajarse o salte alguna zona más o menos grande, dejando un agujero que es una vía libre para que el polvo llegue al interior del motor, puesto que este Indicador se monta a la salida de los filtros; por esta razón, si, a la hora de revisarlo, se observa que está roto, se debe sustituir inmediatamente, porque bastan unas pocas horas de funcionamiento del motor sin el filtro de aire para que se produzca una erosión en las cabezas de los pistones que consiga su destrucción.

→ VARILLAS

El último y más simple de los Instrumentos que tiene el Operador para verificar el estado de la Máquina son las Varillas medidoras de nivel, que le permiten cerciorarse de disponer de suficiente cantidad de aceite, agua o combustible para que su Máquina funcione correctamente. Para llevar a cabo la comprobación de nivel, basta con introducir la Varilla en su alojamiento, después de haberla limpiado con un trapo que no se deshilache, para ver en qué punto moja el fluido. Como es lógico, la Máquina debe estar en un terreno horizontal para que no se falsee el nivel que se comprueba.

Aunque la Comprobación de Niveles fue explicada en el Capítulo 2, puntualizaremos alguna cosa en las próximas líneas.

Por lo general, las Varillas suelen llevar dos marcas de mínimo y máximo que corresponden a las cantidades del depósito lleno y del punto en que es necesario añadir el fluido correspondiente. Por este sistema se comprueban en muchas Máquinas que aún trabajan hoy día, los niveles de:

⇒ **Aceite de Motor.** La comprobación puede hacerse de diversas formas: en frío o en caliente y a motor parado o en marcha, si bien la que se acerca más a las condiciones de trabajo es ésta última. No obstante, siempre se comprueba en frío y con el motor parado, al menos para estar seguros que hay aceite en el cárter del motor antes de proceder a su arranque. Las Varillas llevan dos marcas de mínimo y máximo como ya dijimos y, salvo instrucción expresa del fabricante, **el motor puede funcionar mientras el nivel esté entre ambas marcas.** Está muy extendida una idea que no tiene fundamento, y es que el nivel debe estar siempre en el máximo. Esto ha llevado a los Operadores a cometer errores al confundir o ignorar que los niveles de aceite son diferentes si se comprueban en frío y en caliente.

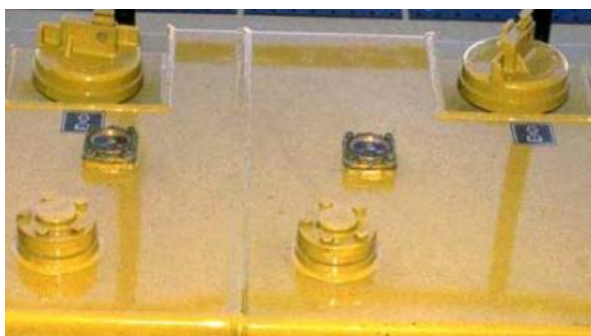
⇒ **Combustible.** En este caso, las Varillas suelen dar una información más exacta de la que se consigue por medio de otros sistemas; suelen ir divididas en porcentajes, los más perfectos en tramos de 10%, por la siguiente razón: aún con el motor trabajando a pleno régimen, cada 10% de la Varilla representa una hora de trabajo, con lo que, al iniciar la jornada, el



Operador sabe con bastante aproximación, para cuanto tiempo tiene combustible, y puede parar la Máquina antes de agotar el depósito.

El **Nivel de aceite del Sistema Hidráulico** en los Volquetes, como ya se ha indicado anteriormente, suele disponer de más de un depósito; por lo general su nivel de aceite se comprueba por medio de mirillas; cada fabricante especifica si debe hacerse con el motor en marcha o parado, en frío o en caliente, por lo que, una vez más, se debe consultar el Manual del Operador para cerciorarse de cuál es la forma correcta de llevarlo a cabo.

El **nivel de agua**, se mira directamente en el radiador o en el tanque de expansión, siempre se debe comprobar en frío y a motor parado; cualquier otra comprobación falsea el resultado ya que si se hace en caliente, el agua se ha dilatado por el calor, y si se hace con el motor en marcha, gran parte del agua está repartida en el interior del bloque, por lo que, si ahora se rellena, el sobrante saldrá al exterior cuando alcance su temperatura de funcionamiento.



En la actualidad, y buscando facilitar el trabajo al Operador, se incorporan en el salpicadero de la Máquina unos medidores que controlan los niveles de aceite, agua y gas-oil sin que el Operador tenga que revisarlos por los métodos tradicionales. Excepto el del Combustible, el resto solamente informan a motor parado, por lo que, si al iniciar la jornada el Operador



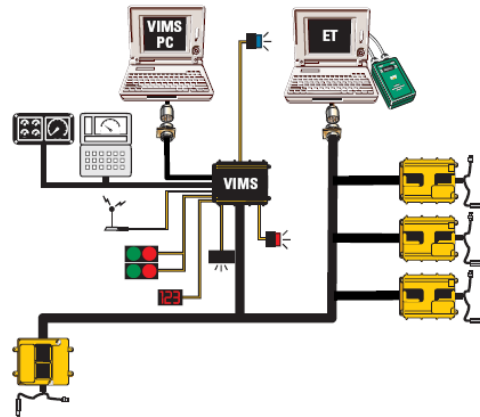
no se asegura de su funcionamiento, pueden dar una información incorrecta. Por este motivo, al menos una vez por semana, se deben comprobar los niveles por el método tradicional de la Varilla o por medio del visor; si se sabe que la Máquina gasta aceite, esta comprobación debe ser más frecuente.

1.3 Indicador de Carga

Debido a la importancia que tiene no sobrecargar los Volquetes, los fabricantes ofrecen la posibilidad, en la mayoría de los casos como una opción, de montar un sistema de Control de las Cargas, que ya explicamos en el Capítulo 3, que completamos a continuación. En muchos casos, la Carga de un Volquete se determina en la Oficina Técnica, siguiendo el siguiente proceso:

1. Se parte del Peso Máximo Autorizado y de él se descuenta el peso del Volquete vacío y de la Caja que utiliza.
2. El resultado obtenido es la Carga Máxima con la que, según el fabricante, debe cargarse el Volquete.
3. Se toma la Capacidad de la Caja en volumen, y se multiplica por la densidad del Material que vamos a cargar; si el resultado supera la Carga Máxima que se ha calculado, quiere decir que se alcanza este valor antes de llenar totalmente la Caja. Si, por el contrario, el resultado es menor que la Carga Máxima, quiere decir que no podremos aprovechar toda la Capacidad del Volquete a menos que:
 - El Material permita llenarla con un talud superior al 2:1, que es con el que se da el Volumen de las Cajas.
 - Se suplementan los laterales de la Caja; esta solución está muy extendida, pero es muy atrevida, porque, si se trabaja con distintas densidades, habrá casos en los que se exceda la Carga Máxima del Volquete.
4. Una vez determinado si se llena la caja por volumen por peso, se divide éste por la carga de cada cucharón y con ello se obtiene el número de cucharones con los que hay que cargar el Volquete.

Para salvar estas dificultades y conseguir que los Volquetes no lleven exceso de carga y no reducir todo a un número fijo de cazos, se utiliza el Sistema de Control de Carga del Volquete, si está equipado con él.



Una vez obtenida la Carga Máxima, se ajusta el Sistema a esta Carga y el Control de Carga hace el resto; cuando se deposita el primer cucharón, aparece la Carga en la pantalla situada en la parte superior derecha, y en, cargas sucesivas, el ordenador acumula los valores de las Cargas controladas, obtiene su valor medio y avisa al Operador cuando, con el siguiente cucharón se va a completar la Carga Máxima del Volquete; este aviso óptico es visible tanto en la cabina del Volquete como en su parte exterior por un Sistema de luces que varía de uno a otro fabricante.

Exteriormente el Operador del Equipo de Carga ve las luces y cuando, en esta marca, la luz roja se enciende de forma intermitente, sabe que tiene que cargar sólo un cucharón más. De esta forma, no solamente se evita cargar en exceso el Volquete sino que permite aprovechar mejor su capacidad porque el Operador del Equipo de Carga no tiene que estar pendiente del número de cucharones que ha cargado; sólo necesita observar las luces y cargar el número de cucharones que sean necesarios.

Para que las cargas sean fiables, los cilindros de la suspensión tienen que tener la carga de Nitrógeno adecuada; en caso contrario, como los sensores están en la parte superior de los cilindros, los resultados se falsean.

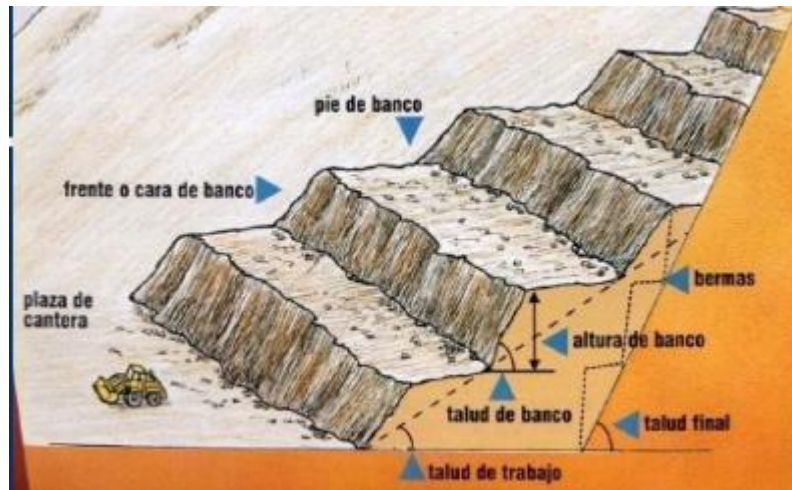


2. CONTROL Y VIGILANCIA DEL LUGAR DE TRABAJO SEGÚN PROCEDIMIENTOS INTERNOS

En una Explotación Minera a Cielo Abierto se produce un Movimiento de Tierras cuyo volumen se ve condicionado por la relación Estéril/Mineral y por la producción que se determine como necesaria para su viabilidad económica.

Este Movimiento de Tierras no se realiza en su totalidad en una Explotación Minera; queda reducido a las fases de:

- Arranque.
- Carga.
- Transporte.
- Descarga.



Para llevar a cabo estas operaciones, se necesitan determinadas zonas que forman parte del Lugar de Trabajo del Operador, que, como ya dijimos, no se circunscribe a la cabina de su Máquina sino que abarca las Zonas de Arranque y Carga, las Zonas de Descarga, las de Circulación por Viales, Pistas y Accesos, así como el acceso a talleres de forma eventual si hay que conducir la Máquina hasta ellos ya sea para realizar una Reparación, o para darle el Mantenimiento; la Legislación Minera regula estos pormenores para hacer compatibles dos tipos de factores: Económicos y de Seguridad.

Si bien estos detalles de diseño de la Explotación no son algo sobre lo que el Operador puede decidir, sí que se harán algunas indicaciones para aclarar conceptos que pueden estar confusos. Para ello se comienza con el esquema de

una Explotación, para posteriormente ver en las páginas siguientes las consideraciones sobre Seguridad que deben de aplicarse a los diferentes Lugares de Trabajo.

2.1 Zonas de Arranque y Carga

El Arranque es la primera Operación de un Movimiento de Tierras, y se puede realizar de muy diversas formas, desde el Arranque Manual, hoy ya en desuso excepto en algunos casos excepcionales, que no son objeto de este Manual, hasta la Voladura, o el Corte por Hilo de Diamante en Explotaciones de Piedra Ornamental.



Si el material se puede arrancar por medios mecánicos, se plantea el uso del Tractor de Cadenas como Equipo de Arranque, bien sea por medio de la Hoja de Empuje o, lo que es más normal, por medio del Escarificador o Ripper, capaz de arrancar, en el caso de utilizar Tractores de más de 100 toneladas de masa, materiales con una dureza tal que su velocidad sísmica no supere los 4.000 m/seg.

En todo caso, el material que se ha arrancado, debe ser empujado para que forme el acopio adecuado para su carga posterior.

El material que ha sido previamente arrancado, sea por Voladura o por Tractor de Cadenas, debe ser cargado posteriormente sobre los Equipos de Transporte, en el mismo lugar en el que se ha producido el Arranque; por esta razón, los Lugares de Trabajo de ambas operaciones son los mismos, independientemente de si el Arranque es o no simultáneo con la carga.

Las características de los Lugares de Trabajo condicionan las de los Equipos que se utilicen para ellos, especialmente en lo que a la altura del acopio se refiere; en efecto, el espesor de la capa o



de la masa de material que hay que excavar, es una característica de la Explotación, y el tamaño de las Máquinas que se van a utilizar depende del rendimiento que se quiera obtener; ambas cosas deben armonizarse, sin olvidar en ningún momento la Seguridad.

Cuando el espesor de la capa o masa a excavar es superior al que puede dominarse con la Máquina que se vaya a utilizar, la Explotación hay que dividirla en partes en su perfil vertical, cada una de las cuales recibe el nombre de “banco”.

➔ ALTURAS MÁXIMAS DE BANCO PERMITIDAS

Las alturas máximas permitidas varían en función de la forma de hacer el arranque, y son las siguientes:

⇒ Arranque por Voladura

- 20 metros, que pueden llegar hasta los 30 metros en casos especiales, que deben ser aprobados por la Autoridad Minera. La pared resultante final no debe ser superior a los 40 metros, si el frente que queda es estable; a partir de este punto, se exige la incorporación de una berma, que es una superficie horizontal que debe dejarse entre dos bancos consecutivos.
- 12 metros para el Arranque en la Extracción de Bloques de Piedra Ornamental, con una pared resultante, siempre que el material sea estable, de hasta 36 metros, sin necesidad de la incorporación de bermas hasta este punto.
- 20 metros en Explotaciones de pizarra, con pared resultante de hasta 40 metros si el material es estable; a partir de este punto se hace necesaria la incorporación de bermas.

⇒ Arranque por medio de maquinaria Móvil

- Si se va a utilizar Pala Cargadora o Excavadora Frontal, la altura del banco no debe superar en UN METRO la que alcance el Cucharón completamente elevado.



- Si se realiza con Retroexcavadora, la altura no debe superar la longitud del balancín.

Ambas condiciones nos aseguran que la Máquina con la que se va a trabajar domina el frente de carga.

Otra condición importante son los taludes que deben quedar cuando se realiza la excavación, que deben asegurar la estabilidad del material y que **en ningún caso superarán el talud vertical**, es decir que no está permitido excavar haciendo hueco en el material para provocar su derrumbe.



→ FORMACIÓN DE BERMAS

Con relación a la formación de Bermas, su objetivo es servir de soporte en el caso de desplome del talud del banco que está por encima de ella; su anchura dependerá de resultado del estudio geotécnico que debe hacerse en toda Explotación Minera para determinar la estabilidad de los taludes resultantes. En ocasiones, estas bermas se convierten en pistas de acarreo ya sea de las Unidades de Transporte, o de vehículos de la Explotación; en estos casos deben cumplir las exigencias que se verá en las pistas en lo que a anchura se refiere.



→ CONDICIONES DE SEGURIDAD EN LAS ZONAS DE CARGA O PLATAFORMAS DE TRABAJO

Las Zonas de Carga o Plataformas de Trabajo son las superficies por las que han de transitar y maniobrar las unidades de Carga y las de Transporte; sus dimensiones, a la hora de diseñarlas, deben ser acordes con el tamaño de las unidades que se vayan a utilizar. Para ello, se deben estudiar las dimensiones tales como el radio de giro, longitud y anchura, de forma que las maniobras sean las imprescindibles.

Este punto hay que tenerlo en cuenta a la hora de realizar la carga porque se debe aprovechar toda la maniobrabilidad que dan la Pala y el Volquete. Por otra parte, no debe ser necesario que el Volquete necesite aproximarse en exceso al Frente de Carga porque esto supone que en muchos casos tiene que pasar sobre piedras que pueden dañar sus neumáticos. En todo caso debemos recordar que:

- ⇒ La Plataforma debe tener anchura suficiente para que las Máquinas que trabajen en ella no necesiten que sus ruedas se aproximen a menos de CINCO METROS del borde superior del talud. En este aspecto hay que exceptuar el momento en el que la Plataforma se está empezando, en el que es imposible disponer de estas distancias, lo que exige que el Operador extreme su precaución para evitar situaciones de riesgo, al tiempo que debe estar protegida por vallas o quitamiedos de tierra.
- ⇒ La zona de influencia del Equipo de Transporte debe permanecer libre de personas en todo momento para evitar riesgos tales como Atrapamiento, Impacto, Atropello, incluso de Aplastamiento. De una manera especial hay que tomar esta precaución en lo que se refiere a la zona de la Articulación en los Volquetes Articulado y de las zonas muertas de todo tipo de Volquetes.
- ⇒ En caso de condiciones difíciles para las Maniobras, sean por circunstancias climáticas o por estrechez de dimensiones en la Zona de Carga, se deben extremar las precauciones; para ello es necesario:
 - Señalizar los movimientos que se van a realizar, para lo cual se deben seguir los Sistemas de Avisos y Señales que se hayan establecido para la Explotación en concreto.
 - Se deben prevenir los riesgos más graves como puede ser el de Vuelco o Atropello tomando medidas tales como:
 - Asegurar la Estabilidad de la Máquina, no permitiendo que se acerque al borde del talud; en caso necesario se debe inspeccionar el estado del terreno buscando, grietas, señales de posibles derrumbes, rocas sueltas susceptibles de desprenderse al paso de la Máquina, estado del material en lo que a grado de humedad se refiere, etc.
 - Si fuese necesario, por riesgos graves durante el desplazamiento o por falta de visibilidad, será necesario dirigir al Operador ya sea por medio de Comunicación por radio, telefonía móvil o, de una forma más sencilla, por señales gestuales que serán realizadas por personas experimentadas en ellas y que conozcan el trabajo que realiza la Máquina.



Una de las características de la Plataforma de Trabajo que más influye tanto en la Seguridad como en la Comodidad para los Operadores de las Máquinas, es el **estado de su superficie**, que debe ser:

- Lo más plana y regular posible.
- Sin la presencia de rocas o piedras que hayan caído durante la Carga.
- Sin hoyos o irregularidades que hagan incómoda la circulación por ella.
- Con ausencia de rocas sueltas en las proximidades al Frente, por donde tienen que pasar las ruedas delanteras de los Volquetes.
- Con el drenaje suficiente para evacuar el exceso de agua que pueda llegarle, sea por lluvia o por riego.



Es misión del Operador de la Cargadora el mantener la Zona de Carga en perfecto estado, eliminando los obstáculos que se puedan producir, rellenando posibles hoyos con material fino y dejando la superficie de rodadura plana y libre de materiales extraños.

→ SANEAMIENTO DE LOS FRENTE

Suele hacerse tanto con la Pala de Ruedas como con la Retroexcavadora, y, cuando se están realizando, el Volquete debe estar fuera de la zona en que se realiza porque ambas tienen unas limitaciones que conviene no ignorar, y que comentamos brevemente aunque no sea una responsabilidad directa del Operador del Volquete.

Si se hace con Retroexcavadora, ésta tiene que trabajar cargando o retirando material por encima de su base de apoyo, trabajo para el que, en principio, no ha sido diseñada y por el que aparece el riesgo de impacto de material sobre la cabina del Operador.

El alcance máximo en vertical de ésta Máquina se consigue con el balancín y el cucharón totalmente extendidos y la pluma en su posición más elevada, lo cual hace que las cadenas estén prácticamente



junto a la base del talud, posición en la que se incrementa el riesgo de impacto. Para que el trabajo se realice con la máxima seguridad, conviene cumplir las siguientes condiciones:

- ⇒ Que el cucharón se sitúe, como máximo al 75% de su altura máxima, que viene definida por el fabricante en sus hojas de especificaciones.
- ⇒ Como orientación, este punto se alcanza cuando el balancín está en posición horizontal.
- ⇒ En todo caso, se debe proteger al Operador por medio de una estructura FOPS.

La Pala de Ruedas es menos adecuada que la Retroexcavadora, no por la facilidad de llevarlo a cabo, que es mayor que con la Retroexcavadora, sino porque la altura que puede dominar es considerablemente más pequeña. Para evitar posibles impactos en la cabina se debe:

- ⇒ Elevar al Cucharón al máximo para retirar las rocas más alejadas.
- ⇒ Accionar la recogida cuidando evitar que la carga caiga por la parte trasera del Cucharón.
- ⇒ Iniciar el retroceso sin bajar el Cucharón para disponer de defensa en caso de caída de rocas.

El **Saneamiento de un frente** se debe hacer:

- ⇒ Después de lluvias, heladas o nevadas intensas.
- ⇒ Si se ha producido un desprendimiento de material.
- ⇒ Después de cada voladura.



⇒ Después de una parada superior a una semana.

2.2 Zonas de Transporte

Los lugares específicos de los Volquetes que forman el Equipo de Transporte son:

⇒ Accesos a las Zonas de Carga.

⇒ Pistas de Acarreo.



→ SUPERFICIE DE RODADURA

Los Accesos a las Zonas de Carga son los puntos por los que van a circular los vehículos de Servicio de la Explotación, incluidos los de personal.

Deberán tener por lo menos la anchura del mayor vehículo que vaya a transitar por ellos.

Las Pistas de Acarreo son los caminos por los que van a transitar de forma habitual los Equipos de Transporte, y que pueden ser utilizadas por otros vehículos de Servicio de la Explotación. Sus características más importantes son tres: el material sobre el que está hecha la Superficie de Rodadura, la anchura y la pendiente.

La Superficie de Rodadura es, quizás, la característica más importante de las Pistas, porque sobre ella se van a desplazar a velocidades considerables toda la Maquinaria Móvil y, en especial, los Volquetes; lo que más interesa al Operador es la tracción de la que va a disponer, fruto del agarre entre el neumático y el suelo, porque es lo que le va a permitir una circulación segura, con ausencia de deslizamientos.



Es tan importante el estado de la Superficie de la Pista que, de acuerdo con él, así deberán ser conducidas las Máquinas. Los Volquetes son las Máquinas que se desplazan a mayor velocidad, que, salvo limitaciones debidas a las DIS de la Explotación, superan con frecuencia los 50 km/h. Una pista con mala tracción hace imposible el movimiento del Volquete a estas velocidades, al tiempo que la presencia de barro puede hacer difícil su manejo.

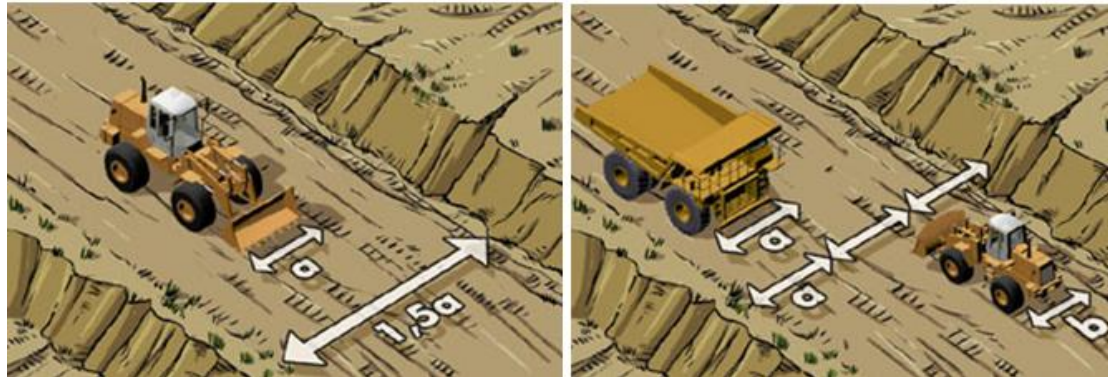
→ ANCHURA

La Anchura permitirá circular por ella a más de una Máquina en el mismo sentido de marcha; dada la variedad de Equipos que se mueven en una Explotación, la anchura de las pistas es muy variable; en ella influye también el uso que va a dársele, si va a ser una pista definitiva por la que se va a circular mucho tiempo, o por el contrario es una pista transitoria que va a deshacerse pasadas unas pocas horas. Una pista debe contener los siguientes elementos:

- ⇒ *Cuneta*, que permita la evacuación del agua de escorrentía o la de exceso de riego. Suele ser de sección en V, y su anchura y profundidad depende de la pluviometría de la zona y del material sobre el que se asienta.
- ⇒ *Arcén*, que es la distancia desde el borde del talud al extremo de la Superficie de Rodadura, que debe ser por lo menos de DOS METROS de anchura; esta dimensión deberá llegar a CINCO METROS si el talud no tiene la suficiente estabilidad y presenta riesgo de caída de material. En el caso de pistas con cuneta, la anchura se mide desde el punto en que ésta termina.
- ⇒ *Arcén Peatonal*. Aunque siempre que se pueda se debe evitar que los peatones circulen por las Pistas de Acarreo, en caso que sea necesaria esta circunstancia, la pista debe llevar un arcén de Seguridad, de, al menos, DOS METROS de anchura.
- ⇒ *Zona de Rodadura*, que es por donde circulan los vehículos de transporte, y que debe tener una anchura de:



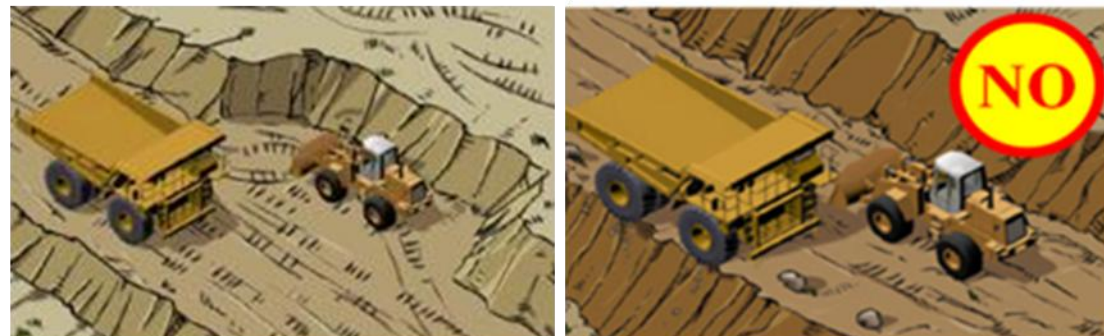
- VEZ Y MEDIA la anchura de la Máquina más ancha que vaya a circular por ella, en pistas con un solo sentido de marcha. En el caso en que el tráfico de vehículos vaya a ser intenso, esta anchura se elevará al DOBLE de la del mayor de ellos.
- TRES VECES el ancho de la mayor Máquina en el caso de pistas de doble sentido de circulación.



→ PUNTOS ESPECIALES

- ⇒ *Apartaderos.* Hay ocasiones en la que las pistas no pueden tener la anchura suficiente para permitir el cruce con holgura de dos Máquinas; en estos casos es necesario prever puntos en los que una de ellas pueda apartarse para que pase la otra.

Los Apartaderos deben ser de una anchura suficiente para que la Máquina que se detiene no sobresalga, y una longitud de DOS LARGOS de Máquina para que el posicionamiento de la Máquina que espera sea fácil y cómoda su salida.



- ⇒ *Cruces.* Los puntos en los que se vayan a cruzar dos pistas deben ser suficientemente amplios para que las Máquinas se crucen holgadamente; si esto no es posible, se deben tener apartaderos que cumplan las condiciones que acabamos de explicar. En todo caso, el Operador que conduce una Máquina debe tomar precauciones especiales al acercarse a estos puntos, tales como disminuir la velocidad y hacer sonar la bocina para avisar de su presencia a otras Máquinas.
- ⇒ *Curvas.* Deben tener suficiente anchura para que las Máquinas puedan tomarlas sin hacer maniobras; en el caso de falta de visibilidad, es necesario que haya apartaderos.

En estos Puntos Especiales, conviene establecer unas Normas de Tráfico que unifiquen los criterios; lo más normal es que el vehículo vacío ceda el paso al cargado y el que baja lo haga con el que sube, pero las circunstancias pueden no estar tan claras, si por ejemplo, se baja con carga y se sube en vacío; en estas ocasiones, es más difícil de controlar la bajada de una Máquina cargada que hacerlo de una que sube, y va vacía. Por esta razón estas Normas deben recogerse en una Disposición Interna de Seguridad que sea conocida por todos y de obligado cumplimiento.

Igualmente sucede en pistas por las que hay dos carriles con los Puntos de Adelantamiento y con el sentido de circulación. En caso de adelantamiento, éste sólo debe hacerse con Seguridad, para lo cual se debe:

- Avisar al vehículo más lento nuestra intención de adelantar.
- Hacerlo en puntos de alta visibilidad.
- Sería preferible que el aviso fuera a través de la emisora y esperar la conformidad del conductor del vehículo adelantado para realizar esta maniobra. **No es una buena política**



fiarse de los mensajes a través de los intermitentes, porque pueden haber sido accionados accidentalmente, o el Operador los ha conectado para indicar otra circunstancia.

Por lo que se refiere al sentido de marcha, aunque lo habitual es circular por el lado derecho, existe la opción de hacerlo por la izquierda porque, sobre todo para los Volquetes, presenta una ventaja en caso de choque frontal y es que las cabinas de los Operadores están en el costado opuesto al que normalmente impacta, lo que supone una protección para los Operadores. No obstante, **todos deben seguir las Normas establecidas en la DIS de Seguridad que exista en la Explotación.**

→ PENDIENTE DE PISTAS

La Pendiente de las Pistas se diseña para lograr que el recorrido sea lo más corto posible pero que las Máquinas puedan manejarse con Seguridad; una pendiente adversa fuerte produce que la Máquina que circula por ella tenga que vencer una resistencia adicional tanto mayor cuanto más fuerte sea la inclinación de la pista. Por otra parte, manejar una Máquina bajando una pendiente, sobre todo con carga, exige una forma muy concreta de manejarla, que debe ser la que indica el fabricante en sus manuales.



De todas formas, sus valores máximos se hallan limitados por el Reglamento de Seguridad Minera a los siguientes valores:

- Un 10% de pendiente media.
- Un 15% en puntos concretos del trazado.
- Un 20% como máximo en los accesos.

La **pendiente transversal o peralte**, debe ser lo suficiente para eliminar el agua de la lluvia, y, en una curva, estará dirigida hacia el centro de su arco, nunca hacia el exterior de la curva.

➔ NORMAS DE SEGURIDAD EN LA CIRCULACIÓN

Cuando los Equipos de Transporte se desplacen por las pistas o por los accesos sus Operadores deben recordar que:

⇒ Como cualquier vehículo que circula por la Explotación, están sometidos a las Regulaciones del Tráfico que se recogen en la DIS correspondiente, por lo que están obligados a:

- Respetar los límites de velocidad establecidos para todo vehículo que transite por las pistas.
- Cumplir las Normas establecidas en todo lo que se refiere a preferencia de paso, sentido de circulación, etc.



- ⇒ Se debe permanecer alejado de los bordes de las pistas, sobre todo los que están junto al talud exterior, para evitar que un desplome inesperado de material o el pisar por una zona que ceda bajo la carga provoque en la Máquina un movimiento lateral que es la causa de la mayoría de los vuelcos de los Volquetes.



→ MANTENIMIENTO DE PISTAS

En las pistas es fundamental la conservación, que consiga mantener limpia y plana la superficie de rodadura, con ausencia de polvo que dificulte la visibilidad, evitando la presencia de baches, blandones, charcos, etc., y en general de todo aquello que haga la circulación incómoda o peligrosa.

Dos son las Máquinas utilizadas en la conservación: la Motoniveladora y el Vagón Regador.

- ⇒ La Motoniveladora va quitando el material y depositándolo en cordones que va trasladando de un lado a otro de la pista, lo que supone un obstáculo momentáneo para quien circula por ella.

Estos cordones pueden ser de unos cuantos centímetros de altura, pero no suelen ser un problema para la Máquina; solamente recordar que se deben atravesar en dirección sesgada y



bajando la velocidad porque en su interior puede haber alguna piedra que dañe el neumático. En esta operación, la Motoniveladora debe tener prioridad.

- ⇒ El vagón Regador deposita el agua en cantidad necesaria para que no haya polvo, pero sin encharcar la pista que es la misión que se le encomienda: eliminar el polvo que produce una superficie de rodadura demasiado seca.

En algunas ocasiones, para regar las pistas, se utiliza un camión convencional, sobre cuyo bastidor se ha puesto una cuba; en otras, se adaptan para el riego, tanto Volquetes Rígidos como Articulado; en estos casos, la cuba se coloca sobre la propia caja, o bien, directamente sobre el bastidor. En el primero de los casos, es fundamental **anular** el sistema hidráulico de elevación para evitar el riesgo de vuelco y **adaptar** la Operación de la Máquina a las nuevas condiciones de estabilidad (*prestaciones de los sistemas de frenado y de dirección - este último, sobre todo, en las curvas - que puede provocar la naturaleza de la nueva carga*).



En todo caso, cualquiera de ellos debe ser capaz de pulverizar el agua para evitar que la caída de ésta a chorros, pueda llegar a encharcar la pista. Cuando el Volquete vaya a pasar cerca de la zona de la pista que ya está regada, o pisando por encima de ella, **siempre es un motivo de precaución que debe avisar al Operador de la posible pérdida de adherencia con el suelo.**



2.3 Zonas de Descarga

La descarga del material transportado por los Volquetes se puede hacer en dos puntos diferentes: en la escombrera, si es material estéril o en una tolva si es mineral, o materia prima. En cualquier caso, la zona debe ser:

- ⇒ Amplia de forma que permita una maniobra cómoda.
- ⇒ Con buena visibilidad de forma que el Operador domine y pueda ver la zona en la que va a descargar y el punto en el que debe detener su maniobra de aproximación.
- ⇒ Preferiblemente, horizontal en el caso de las tolvas y con una ligera inclinación en contra para el caso de las escombreras.



- ⇒ Libre de obstáculos que dificulten la maniobra de la Máquina, y de personas que pueden estar en situación de riesgo.

En lo que se refiere a ***Vertido en Escombreras***, el Volquete debe hacer una maniobra para que la parte trasera de la Caja que es por donde se produce la descarga, quede lo más próxima posible al borde. Esta maniobra presenta riesgos que han sido causo de graves accidentes, porque la parte en la que se une el talud con la superficie de la escombrera es la más inestable, y su estabilidad se ve influenciada negativamente por la presencia de agua. Por esta razón, el Volquete debe hacer la maniobra sin circular paralelamente al borde a corta distancia. Es preferible recorrer un poco más de espacio que arriesgarse a un vuelco lateral desde lo alto del vacie. Cuando el Volquete está demasiado cerca del borde, cualquier irregularidad puede provocar que falle el apoyo de una rueda y se produzca el accidente.

Se tiende a que el Volquete se acerque a la orilla lo más que se pueda con el fin de vaciar la mayor parte de la Carga, o su totalidad, fuera del borde de la escombrera.



Cuando esto no se produce, se necesita una Máquina auxiliar que lo haga. Cuando el material no se vierte por completo fuera de la escombrera, queda un montón más o menos grande, en el borde, que hay que echarlo por el talud; la máquina más indicada para ello es el tractor ya sea de ruedas o de cadenas, aunque, cuando no se dispone de él, se lleva a cabo con una Pala de Ruedas.

En el vertido en escombreras, el riesgo mayor para el Volquete es la caída por el borde de ella, casi siempre por el fallo del apoyo de uno de los neumáticos posteriores, que dan lugar a accidentes como los que se ven en las figuras.



La descarga en *Alimentación de Tolvas* representa para el Volquete un trabajo con menos riesgos porque la tolva suele estar situada en un punto con terreno firme y con una plataforma horizontal más o menos grande delante de ella, que permite, normalmente una maniobra sin excesivas dificultades.

2.4 Otros Lugares de Trabajo

Estos otros lugares de trabajo son: la Zona de Estacionamiento de las Máquinas y los Talleres y Almacenes. Ambas están reguladas por DIS.

→ ZONA DE ESTACIONAMIENTO

La *Zona de Estacionamiento* debe ser lo suficientemente amplia como para que todas las Máquinas de la Explotación puedan situarse ordenadamente, y a una distancia suficiente una de otra, de forma que permita el desplazamiento de las personas entre ellas sin dificultad. Al circular por la



Zona de Estacionamiento, se debe estar pendiente de la posible presencia de otros Operadores que estarán en riesgo de atropello.

Debe estar libre de obstáculos tales como bidones, cajas de filtros y otros residuos que proceden de la realización del mantenimiento. Para evitar posibles golpes con las partes salientes de las Máquinas, es recomendable que no haya ninguna zona del Equipo que sobresalga de su perímetro así como dejarlo apoyado en el suelo y con los dientes o con la cuchilla perfectamente planos en su parte inferior.

En el caso de aparcar fuera de la zona habilitada para ello, se debe buscar un lugar en el que no se entorpezca el paso de otras Máquinas, y, especialmente en el caso en que sea por avería, se debe señalizar la zona de forma acorde con el Protocolo que indique la DIS; el resto de las condiciones son las mismas que cuando se estaciona en la zona prevista, y que se han repetido en otras partes de este manual. La Máquina debe quedar inmovilizada y sin posibilidad de movimientos imprevistos, con las puertas y ventanas cerradas para evitar la entrada de polvo.

→ TALLERES Y ALMACENES

Por lo que respecta a *Talleres y Almacenes* son lugares en los que, por la variedad de materiales que se usan en el Mantenimiento de las Máquinas suelen estar desordenados y sucios, todo lo cual favorece los golpes y los posibles deslizamientos por acumulación de grasa, barro o derrames de combustible. Unas zonas de trabajo seguras son el fruto del orden y de la limpieza; conviene eliminar todo aquello que es inservible o ya ha sido usado aunque no haya llegado al final de su vida útil; si ha sido sustituido por un juego nuevo, como es el caso de dientes o cuchillas no tiene objeto guardarlo para un “por si acaso”.



Las Herramientas se deben guardar limpias y en orden dentro de sus cajas o en el pañol para evitar resbalones o golpes; deben ser de las medidas adecuadas, sean métricas o en sistema sajón (pulgadas). Igualmente los repuestos que se encuentren en el almacén debe colocarse en estanterías, favoreciendo el almacenamiento vertical que ocupa menos sitio pero hay que procurar que su posición sea lo suficientemente estable como para evitar caídas inesperadas. Los bidones de aceite y otros consumibles deben situarse en lugares en los que no estorben el movimiento por los pasillos del almacén, que, cada cierto tiempo, debe vaciarse y limpiar de nuevo.

2.5 Reparaciones, Revisiones y Mantenimiento

Son tres conceptos que, juntos, integran lo que se conoce como Conservación de la Maquinaria Móvil y que, tarde o temprano, afectan a todas las unidades que trabajan en las Explotaciones Mineras. Toda Operación que se lleve a cabo, deberá quedar registrada en un Registro Individual por cada Máquina de la Explotación, en el que se reflejen los nombres de las personas que la han realizado, una descripción del trabajo que se ha hecho, así como una relación de los repuestos y consumibles que se hayan utilizado. Todo este conjunto de Conservación, debe estar regulado por una Disposición Interna de Seguridad, que, en todo caso, estará de acuerdo con las Instrucciones que el fabricante indique en el Manual de Mantenimiento.



Las **REPARACIONES** son necesarias para solucionar las Averías que se producen en las Máquinas por el motivo que sea; deben ser realizadas por personas competentes y formadas en el modelo específico que se haya averiado, porque a las dificultades técnicas propias de la Reparación en sí, se unen los riesgos que se derivan de manipular sus componentes que, en ocasiones, requieren unos conocimientos que solamente se recogen en su Manual de Servicio. Si no se dispone de personal convenientemente adiestrado para este trabajo, se debe acudir al Servicio Técnico del Distribuidor de la Marca o a talleres especializados.

Aunque el lugar más adecuado para llevar a cabo una Reparación es el taller, hay ocasiones en las que el tamaño de la Máquina o el tipo de avería, lleva consigo la necesidad de hacer la Reparación en el mismo lugar en que se produjo, si bien en el caso de los Volquetes esta circunstancia se presenta en muy raras ocasiones, porque, por muy grandes que sean, casi siempre pueden ser remolcados hasta el taller.



Si la Máquina ha sido llevada al taller, bien sea por sus propios medios o remolcada, es posible que se haya tenido que manipular alguno de los componentes del Sistema de Frenos o de la Dirección; en este caso, debe estar bloqueada por calzos mientras dure la Reparación; se evitan así posibles movimientos inesperados que suponen un riesgo grave de atropello para quienes trabajan en sus proximidades.

Un proceso seguro para efectuar una Reparación debe contemplar los siguientes aspectos:

- ⇒ Aislar la Máquina mediante vallas y señalizar la zona a la que no debe acceder el personal no autorizado.
- ⇒ Antes de iniciar la Reparación:
 - Conectar todos los Bloqueos de Seguridad de que disponga la Máquina.
 - Desconectar la batería y retirar las llaves de puesta en marcha, que deben estar guardadas en la oficina hasta que sea necesaria la puesta en marcha del motor para realizar alguna comprobación o la prueba final después de la Reparación. De esta forma se elimina el riesgo de descarga eléctrica; este riesgo, en la Máquinas con Sistemas Electrónicos, puede agravarse hasta llegar hasta la electrocución.
 - Colocar avisos que adviertan que la Máquina está siendo reparada, que deben permanecer en un lugar bien visible desde el asiento del Operador, mientras que la Reparación no se haya terminado.
- ⇒ Las piezas desmontadas deben estar recogidas en cajas una vez limpias de barro, grasa o combustible; para esta limpieza **no deben utilizarse líquidos inflamables**. Aún sabiendo su peligrosidad, sigue existiendo la costumbre en muchas personas de utilizar disolventes que son sustancias inflamables, tales como gasolina, alcohol, bencina, etc. Esta forma de limpiar los componentes de las Máquinas está totalmente prohibida por el riesgo de incendio que acarrea.
- ⇒ Se deben utilizar herramientas de las medidas en las que se haya fabricado la Máquina (métricas o sajonas), que deben estar limpias, sin rebabas ni desperfectos.
- ⇒ Los lubricantes retirados o sus pérdidas deben recogerse en recipientes adecuados, **nunca de vidrio**.
- ⇒ Una vez terminada la Reparación:

- Quitar todos los bloqueos que se hayan conectado.
 - Limpiar los accesos a la cabina de todo resto de barro, grasa, combustible, etc.
 - Retirar todas las herramientas que se hayan usado en la Reparación.
 - Para las comprobaciones, la persona que maneje la Máquina debe estar:
 - Dentro de la Cabina con puertas y ventanas cerradas.
 - Sentado en el asiento del Operador.
 - Haciendo los movimientos con sumo cuidado; no debe haber ninguna persona en las cercanías de la Máquina; si es imprescindible la presencia de alguien, debe ser un mecánico conocedor de los riesgos a los que está expuesto.
- ⇒ La Reparación no está terminada hasta que todas las defensas y protecciones de sus componentes no hayan sido puestas tal y como estaban antes de la Reparación.
- ⇒ En todo caso, las personas que intervengan en la Reparación deben utilizar los Equipos de Protección Individual adecuados, que suelen ser:
- | | |
|-------------------------|------------------------|
| ▪ Casco. | ▪ chaleco reflectante. |
| ▪ Gafas de Seguridad. | ▪ Guantes. |
| ▪ Calzado de Seguridad. | ▪ Etc. |

En el caso en que haya que efectuar la Reparación a pié de tajo, se deben seguir unas normas que protejan a quienes puedan estar en riesgo, extremando las medidas para evitar la contaminación tanto del terreno como del componente reparado, y previendo la posible necesidad de algún elemento de elevación que permita poner en su lugar las piezas, aceites, etc. con total seguridad.

Si es necesario que la Máquina deba estar elevada para su Reparación, se utilizarán los elementos de apoyo adecuados, tales como “borriquetas”, de suficiente resistencia para aguantar el peso de la Máquina, y en un suelo con suficiente resistencia.

Siempre que se trate de **TRABAJOS CON NEUMÁTICOS** acarrearán más riesgos de los normales; es necesario tomar estas precauciones:

- ⇒ La Manipulación de un Neumático debe hacerse por medio de maquinaria adecuada, ya sea el puente grúa, una carretilla elevadora, etc. El procedimiento suele estar descrito tanto en el Manual de Mantenimiento de la Máquina como en la DIS, y debe seguirse puntualmente. Las personas que intervengan en su Manipulación deben estar siempre protegidas
- ⇒ Para añadir presión a un Neumático debe usarse una extensión de manguera que permita al Operario situarse en posición segura, que es:
 - De pie.
 - Paralelamente al Neumático.
 - Nunca frente a él.



⇒ Si cuando se comprueba la presión de hinchado se ve que es excesiva, no se debe quitar este exceso de forma inmediata, porque puede ser debido a que el neumático esté todavía caliente aunque su superficie esté a temperatura normal. Lo que procede es esperar el tiempo suficiente para que se enfríe y comprobar luego la presión.

El exceso de presión puede ser consecuencia de someter al Neumático a una carga excesiva o a una velocidad superior a aquella para la que fue diseñado; si es así, se deberán evitar estos excesos.



En la **OPERACIÓN DE REPOSTADO** no debería, en principio, presentarse ninguna dificultad; sin embargo, se debe cuidar que:

- ⇒ Al llevarla a cabo, deben desconectarse las llaves de contacto y de la batería.
- ⇒ Hay que evitar los derrames de gas-oil sobre todo en las proximidades de las zonas calientes de la Máquina; si se producen, deben limpiarse de forma inmediata.
- ⇒ No está permitido fumar en las proximidades de la zona de repostado; de hecho está prohibida la presencia de cualquier tipo de llama a una distancia inferior a 15 m de distancia de la zona de aprovisionamiento de combustible. Esta prohibición debe ponerse de manifiesto por medio de carteles que lo avisen de manera clara e inequívoca.



Las **REVISIONES** son necesarias, como ya hemos dicho en este Manual, para establecer que la Máquina está en condiciones de trabajar; antes de iniciar cada jornada, es obligación del Operador llevarlas a cabo de una forma sistemática, buscando posibles daños que puedan subsanarse antes de iniciar el trabajo diario. Estas revisiones no deben confundirse con otras, más profundas que realizan los mecánicos y que, a veces, son la consecuencia de alguna información suministrada por el Operador ante una anomalía detectada en el trabajo.

Para llevarlas a cabo, puede ser necesaria la presencia del Operador, que, en coordinación con el Mecánico, maneja la Máquina siguiendo las instrucciones de éste. Como en todos los casos en los que intervienen dos personas simultáneamente, la comunicación entre ellas debe ser clara, y los movimientos de la Máquina lo más lentos posible para evitar posibles impactos.

Entre las operaciones que se incluyen en estas Revisiones podemos destacar las siguientes:

- ⇒ **Revisión de los Acumuladores.** Ya sea un acumulador de aceite para el Sistema de Frenos o un cilindro de suspensión del tipo nitrógeno/aceite, la precarga interior del gas puede dar lugar a un accidente si en su revisión no se siguen estrictamente los pasos indicados por el fabricante.

⇒ **Revisión de los Cilindros Hidráulicos y sus Mangueras.** No deben realizarse sin el bloqueo previo de los componentes del Equipo de Trabajo; cualquier desmontaje o manipulación en una Manguera o en un Cilindro Hidráulico puede dar lugar a la caída del equipo.

Por lo que se refiere al **MANTENIMIENTO**, cada fabricante diseña para cada uno de sus modelos un Cuadro en el que se recogen los Intervalos recomendados para mantener los Componentes de las Máquinas y sus Sistemas de Accionamiento, con el fin de lograr que su funcionamiento sea el adecuado para conseguir los rendimientos para los que han sido diseñadas y que sus Sistemas y Dispositivos de Seguridad continúen cumpliendo los fines para los que se incluyeron en ellas, durante un buen número de horas.

Cada Explotación decide en qué medida va a seguir las Instrucciones del fabricante, porque, a veces, los intervalos de Mantenimiento de cada punto no son los adecuados para dicha Explotación. Todo aquello que afecte a la Seguridad de manera directa, deberá estar regulado por una DIS, que todos deben conocer y cumplir.

Como ya hemos dicho anteriormente, un buen número de incidentes, que a veces terminan con una lesión más o menos grave del operario, se deben a resbalones y caídas a distinto nivel, provocados por el deslizamiento de la persona que realiza el Mantenimiento al acceder a la Máquina o a sus Centros de Mantenimiento, que en los Volquetes Mineros están a varios metros de altura del suelo. En muchos modelos antiguos, se tiende a subir por cualquier punto de la Máquina, neumáticos, cadenas, etc. y a estacionarse en este punto para hacer el trabajo. Es cierto que en estos modelos no hay un lugar específico para estos trabajos, pero si no existen, se debe disponer de andamios o plataformas que sean suficientemente seguras. En todo caso, la limpieza siempre ayuda a evitar riesgos, por lo que todo trabajo de Mantenimiento debería comenzar por un lavado enérgico de la Máquina.

CAPÍTULO 5

INTERFERENCIAS CON OTRAS ACTIVIDADES

Como ampliación de lo estudiado en el capítulo 2, en el que se estudiaron las normas que se deben seguir a la hora de realizar los trabajos con la maquinaria móvil, ya sean ejecutados de forma independiente o conjunta, en el presente capítulo se estudiará una serie de Normas que conforman un protocolo de Seguridad y que son aplicables en la mayoría de las operaciones realizadas con la maquinaria móvil, con el fin de obtener las máximas condiciones de seguridad en el desarrollo de las labores, disminuyendo sus interferencias entre ellas.

Las normas que se deben seguir, de acuerdo con las Instrucciones establecidas por la Dirección de la Empresa, constituyen los protocolos que son de obligado cumplimiento para todos los trabajadores.

I. PROTOCOLOS/ PROCEDIMIENTOS ESTABLECIDOS CUANDO SE EJECUTEN TRABAJOS DE FORMA SIMULTÁNEA

Cuando se utiliza Maquinaria Móvil en una Explotación Minera, es raro que las Máquinas trabajen de forma independiente una de otra. Aún en el caso de usar Tractores o Excavadoras Hidráulicas, que son tipos de Máquinas que no necesitan de otras Máquinas para realizar su trabajo, siempre existe la posibilidad de la presencia de una Pala Cargadora, un Volquete, etc., en un banco diferente. Además la Operación de Transporte necesita la colaboración de una Pala o Excavadora que deposite en su Caja la carga que tiene que transportar hasta el punto de Descarga.



Por otra parte, en la propia Zona de Carga pueden coincidir Máquinas que realizan trabajos de limpieza o de Mantenimiento tales como la Máquina para el Riego, la Motoniveladora o el Tractor de Ruedas, sobre todo si se trabaja con Excavadoras Hidráulicas como Equipo de Carga; las normas que se deben seguir, de acuerdo con las Instrucciones establecidas por la Dirección de la Empresa, constituyen los protocolos que son de obligado cumplimiento, para conseguir que “todo el mundo haga lo que tiene que hacer, del modo adecuado y en el momento oportuno”, dejando así poco espacio a la improvisación, que es, en muchos casos, un motivo oculto de accidentes.

Los Protocolos y Procedimientos que se establezcan afectan tanto al personal de la propia Explotación, como a las de las contratas que trabajen en ella; es imprescindible que los Operadores de las Máquinas subcontratadas conozcan perfectamente los métodos que se emplean en la Explotación; es más, están obligados a ello y también a su cumplimiento.

Una buena parte del posible contenido de este Capítulo ya ha sido estudiado tanto en el Capítulo 2 como en el Capítulo 4, por lo que aquello que ya se explicó en ellos,



simplemente lo mencionaremos pero sin volver a detallar todo lo que ya se ha visto anteriormente.

Desgraciadamente no existe una Normativa tan completa que recoja todos los casos que se pueden presentar en las Explotaciones, cada una de las cuales presenta sus propias peculiaridades y condicionantes; no obstante sí que se pueden dar una serie de Normas que conforman un Protocolo de Seguridad que es aplicable en la mayoría de las ocasiones, y que estudiaremos a continuación.

1.1 Protocolos y Procedimientos de Trabajo. Aspectos comunes

En todo Protocolo y Procedimiento de Trabajo deben aparecer:

- **Obligación de hacer la revisión previa al arranque.** De esta forma nos aseguramos que:
 - No hay nadie en las proximidades de la Máquina.
 - Está en condiciones de realizar su trabajo.
- **Prueba de los Sistemas de Emergencia de la Máquina.** Según lo especifique el fabricante, (antes de arrancar el motor o cuando ya está arrancado), y antes de iniciar la marcha se deben comprobar todos los sistemas de emergencia (dirección y frenos); igualmente se deben probar los frenos de servicio por lo menos dos veces antes que la Máquina alcance una velocidad importante.
- **Chequeo del Panel de Alarmas.** En las Máquinas que disponen de él y que no se auto-comprueba por sí mismo, el Operador debe hacerlo usando el dispositivo que le proporcione el fabricante.

En el caso de modelos antiguos, en los que el Panel está compuesto por Instrumentos de Control, es conveniente no iniciar el trabajo hasta que no se alcancen los valores normales de presión y temperatura.

- **Presencia de Pasajeros en las Máquinas.** El Protocolo debe prohibir expresamente la presencia de pasajeros en cualquier parte de la Máquina, incluida la Cabina, si no



dispone del asiento apropiado y de su Cinturón de Seguridad. Los Volquetes modernos, poco a poco, van incorporando asiento para el acompañante, en cuyo caso, podrían ir dos personas en la cabina.

Los Volquetes Rígidos tienen una zona que es particularmente atractiva para transportar personas; se trata de la Plataforma de mantenimiento, situada junto a la cabina y debajo de la visera de la Caja, que, además, tiene barandillas para agarrarse, lo que hace que se tenga una falsa Seguridad.

Este Procedimiento debe ser tajante, con independencia de la longitud del trayecto que se vaya a recorrer.

- **Espejos Retrovisores.** Deben encontrarse en perfecto estado, con la superficie reflectante limpia y sin picaduras, de forma que la imagen que envíen sea nítida.

Deben estar convenientemente orientados para que ofrezcan la visión con sólo de los alrededores de la Máquina, sino también de sus puntos de máximo riesgo como es la zona de la articulación de Volquetes Articulados y de las Palas Cargadoras de Ruedas.

- **Utilización de una Máquina para elevar personas.** Aunque no es corriente hacerlo con los Volquetes, el Operador debe saber que no es nada seguro elevar personas utilizando el equipo de trabajo de cualquier máquina para el movimiento de tierras. Es otro punto del Protocolo en el que hay que ser tajantes.

Lo procedente es que se disponga de una de estas Máquinas, que se pueden incluso alquilar, en lugar de hacer algo que puede resultar muy peligroso. De hecho, el RD 1215/1997 en su apartado de Carretillas Elevadoras indica que **como excepción**, se pueden elevar personas siempre que:



- Haya un recipiente adecuado para su ubicación.
- El Conductor de la Carretilla no abandone el puesto de conducción.
- Se establezca una comunicación eficaz entre las personas elevadas y el Conductor.
- Haya previsto un Plan de Evacuación de la persona o personas elevadas.

Esto podría adaptarse al caso de elevar personas en una Pala; en la Excavadora, por el tamaño del cucharón, sería más difícil que dos personas pudieran evolucionar en su interior. De todas formas, la mejor decisión es no utilizar este método salvo en un caso de extrema necesidad para el rescate de un herido en riesgo de muerte. En el caso de autorizarse la Máquina para este uso, es necesario que venga recogido en una Disposición Interna de Seguridad que será de obligado cumplimiento.



- **Presencia cerca de las Máquinas.** En una Zona de Carga, en la que hay Palas Cargadoras y Volquetes, puede existir alguna otra Máquina que evoluciona en las proximidades del Equipo de Arranque y Carga; del mismo modo, suele ser frecuente la presencia de personas y de sus vehículos moviéndose por la zona de carga.

Los Protocolos y Procedimientos que se establezcan afectan tanto al personal de la propia Explotación, como al de las contratas que trabajen en ella; es imprescindible que los Operadores de las Máquinas subcontratadas conozcan perfectamente los métodos que se emplean en la Explotación; es más están obligados a ello y también a su cumplimiento.



Esta práctica debe estar prohibida para todas las personas, incluidos los jefes de la Explotación, conductores de las Máquinas propias o contratadas y de posibles visitas de personas de servicio de la Marca, Neumáticos, aceites, etc. De hecho, las Máquinas con marcado CE llevan en varias partes de su estructura etiquetas de aviso que especifican la prohibición de permanecer dentro del radio de acción de la Máquina.

- **Comunicación con el Exterior.** Se debe evitar la presencia de personas para transmitir instrucciones a los Operadores de las Máquinas; de hecho es una fuente constante de accidentes que, en la mayoría de los casos, son mortales. La utilización de las emisoras de radio o de los teléfonos móviles es adecuada siempre que se sigan las siguientes indicaciones:
 - Si la comunicación es por radio, el Operador debe detener la unidad para conversar con quien le transmite instrucciones; no es conveniente seguir realizando un trabajo estando pendiente de la emisora y de las explicaciones de quien con él conversa.
 - Si la comunicación es por teléfono móvil, se debe tener dispositivo de manos libres para que el Operador pueda seguir trabajando durante la comunicación; en caso contrario, se debe aplicar lo explicado en el apartado anterior.

1.2 Carga y Descarga en la proximidad de otros Vehículos, Maquinaria o Personal

La Operación de Carga en las proximidades de otras Máquinas es una situación típica de una Explotación Minera, no en vano la Carga y el Transporte están conectados en todos los casos excepto en los que se opta por la solución de hacer ambos por medio de la Pala de Ruedas. Como la Carga, simultánea o no al Arranque, puede hacerse con Pala y con Retroexcavadora, diferenciaremos los Protocolos con ambos tipos de Máquinas.

En todo caso, se debe establecer un **Perímetro de Seguridad**, incluso señalizado si es necesario, en el que se informe de la prohibición de acceso de personas o vehículos sin la autorización expresa del Operador del Equipo de Arranque y Carga.



Dado que las Máquinas deben maniobrar en espacios que, a veces, no son todo lo amplios que sería deseable, hay que prestar especial atención a las señales acústicas y luminosas tales como luz y alarma de retroceso, bocina, alarma de marcha atrás, etc. Igualmente las luces de trabajo deben encenderse en casos de escasa visibilidad como niebla, nieve intensa, etc. De hecho, hay Explotaciones en las que la Maquinaria Móvil trabaja siempre con las luces encendidas por Seguridad.

1.2.1 CON PALA CARGADORA Y VOLQUETE

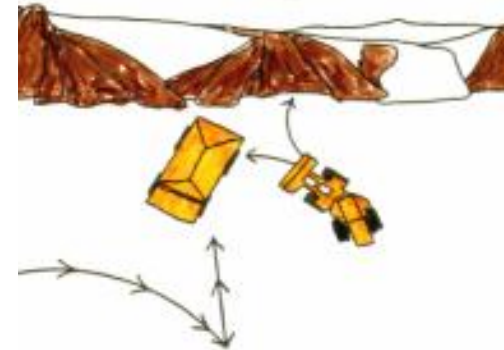
En la Carga sobre Camión, el Volquete es un elemento pasivo que se halla detenido mientras la Pala sitúa la carga en su caja. Las Normas a seguir por el Operador cuando se carga por medio de una Pala son las siguientes:

- **Posición del Volquete.** La mejor posición del Volquete para ser cargado por la Pala se resume en los siguientes puntos:

- Su eje longitudinal debe estar sesgado con el frente de carga, formando un ángulo entre 35° y 45° , que son los ángulos que articulan los bastidores de las Palas de Ruedas; con ello se favorece la maniobra de la Pala, porque basta articular a tope en cada movimiento para que se sitúe en el momento de la descarga en una posición perpendicular al Volquete. La cabina debe estar situada en la posición más alejada del acopio o punto de carga.

En el caso de carga de bloques como es el caso de trabajos en Piedra Ornamental, la carga se debe hacer por la parte posterior del Camión, a menos que se trate de una Plataforma, en cuyo caso se puede cargar por uno de sus laterales. El Operador del Volquete debe permanecer en la Cabina y, si ha de indicar algo al Operador de la Pala, debe situarse en un punto en el que sea bien visible y siempre fuera de la zona de riesgo de caída del bloque. **Por ningún motivo debe utilizar sus manos por debajo del bloque** si, por ejemplo, tiene que situar algún soporte para la Carga que facilite la salida de las uñas del Equipo de Carga.

- El Operador de la Pala le indicará el lugar donde debe colocar su Volquete; el movimiento de retroceso se detendrá **antes que sus ruedas posteriores pisén el derrame del frente de carga, sobre todo si se carga roca volada**; la razón es doble:



- Por una parte el pisar sobre rocas, con bordes cortantes en muchas ocasiones, produce en los flancos y en las bandas de rodadura de los neumáticos cortes que pueden terminar en reventones o pinchazos.
- Por otra parte, el eje posterior del Volquete está desprotegido, y la caída de una piedra de un tamaño medio puede provocar la rotura de la carcasa de su grupo cónico.
- Siempre que sea posible, la Pala debe cargar el Volquete por su lado izquierdo; de esta forma hay una visión perfecta entre los dos Operadores para advertir uno a otro de cualquier riesgo que pueda producirse; la presencia de alguna persona en la zona de peligro se detecta inmediatamente.



- No obstante, hay ocasiones en las que las características de la Zona de Carga hacen aconsejable que la Carga se efectúe por el lado derecho del Volquete, con lo que se pierde la ventaja de la visibilidad directa de ambos Operadores. Si por cualquier motivo hay que cargar por el lado derecho, **el Operador del Volquete debe impedir que, mientras dure la Carga, haya alguien situado en el suelo, al lado de su cabina para darle alguna instrucción o simplemente, para hablar con él.**

Los riesgos en la Carga de Volquetes no afectan solamente a sus Operadores; lo hacen también a terceras personas que, ya sea de forma esporádica o continua, están trabajando en sus proximidades. En ocasiones, se utiliza el tiempo que tarda en cargarse el Volquete para dar algunas instrucciones a su conductor; si bien en muchos casos esto se hace vía radio, todavía es frecuente ver a un Encargado hablar con el conductor desde el suelo, mientras se carga el Volquete.

- Cuando el Volquete se está cargando por su lado derecho, la presencia de una persona cerca de la cabina del Volquete, hablando con su Operador desde el suelo, representa un riesgo importante para ella, porque el Operador de la Pala no ve si hay alguien en el otro lado; la caída de una piedra de solo 15 kilos que impacte contra la cabeza de una persona desde una altura de 4-5 metros, es suficiente para provocarle la muerte.

- Cuando se utilizan Volquetes Articulados, hay que recordar que, a este riesgo, se le debe añadir el de atrapamiento si hay personas situadas en la zona de su articulación, como ya se indicó en otros capítulos.
- **Situación del Conductor del Volquete.** El Operador de la Pala Cargadora debe velar por la Seguridad del Conductor del Volquete, impidiéndole que se sitúe en una zona peligrosa; el lugar más seguro para el Conductor de un Volquete es el interior de su propia cabina, porque goza de la protección de la visera de la caja en el caso de Volquetes Rígidos, y de la protección ROPS/FOPS obligatoria en todos los Volquetes Mineros. No es extraño ver al Conductor del Volquete fuera de la cabina, apoyado en alguna barandilla, viendo como se realiza la carga; esta práctica es una temeridad, que se justifica por el Operador con la necesidad de “estirar las piernas”; si es necesario este descanso, puede hacerse, pero bajando del Volquete y apartado de la zona de influencia de la Pala.

La única justificación de dejar su cabina es el caso en que se vaya a cargar algún bloque que, al impactar con la caja, pueda producir una sacudida a la cabina que se transmita al asiento y haga que el Operador salte de él. En este caso:

- El Operador de la Pala debe avisar para que el Operador del Volquete abandone la cabina.
- No iniciar la carga hasta que éste se haya separado del Volquete y se encuentre en lugar seguro, **nunca subido en la Pala Cargadora para hablar con su Operador.**
- Terminada la carga, el Operador de la Pala debe avisar al Conductor del Volquete de esta circunstancia para que vuelva a la cabina y reanude su marcha.
- Si el transporte se realiza con Camión de Carretera o semi-dumper, la cabina del Operador no tiene suficiente protección contra la caída de objetos, por lo que, mientras se carga el Camión, su Conductor debería estar **fuera de la cabina, pero en un sitio seguro**; en muchas



ocasiones, al no disponer de un lugar adecuado, el Conductor deambula por el frente de carga incurriendo en riesgos que superan el que se pretende evitar; por esta razón, aun no siendo el lugar más seguro, acaba por quedarse en el interior de la cabina; si el Operador de la Pala siempre debe evitar que la carga pase por encima de la cabina, en estos casos la precaución debe ser todavía mayor. En todo caso, es algo que debe ser regulado por una DIS que establezca el procedimiento a seguir.

- En Camiones de Carretera, no es extraño ver a su Conductor subido en el borde de la caja, dirigiendo al Operador de la Pala para indicarle en qué punto desea que le deje carga, con el fin de rellenar los huecos de la caja; esta actitud encierra un serio riesgo por la proximidad del Cucharón de la Máquina a la zona en que se encuentra el Conductor; un pequeño golpe le puede causar lesiones muy graves. Es una operación que está completamente prohibida y que el Operador de la Pala debe evitar.
- **Carga en colaboración con un Tractor de Cadenas.** En ocasiones, ya sea por tratarse de material arrancado por el Tractor o por el empuje del arrancado por Voladura, la Pala de Ruedas está trabajando en un nivel inferior al que está situado el Tractor. Esta interferencia entre el trabajo del Tractor con el de la Pala, proviene de la caída del material de un nivel a otro para ser cargado por la Pala. Debe de hacerse siguiendo las siguientes normas:
 - El Tractor debe empujar de frente al talud, evitando por todos los medios hacerlo de forma paralela al mismo; basta un poco de desnivel para que una cadena ceda al peso de la Máquina y se produzca el vuelco lateral del Tractor. Hay que tener en cuenta que un Tractor de Cadenas **nunca vuelca de frente**; en el caso de empujar perpendicular al talud, si falla el apoyo, la Máquina puede descender por el propio talud.
 - La única parte del Tractor que puede sobresalir del talud es la hoja; al llegar al final del recorrido de empuje, al acercarse al borde del talud, se debe levantar la hoja de forma que quede una especie de berma que avise al Operador cuando las cadenas toquen en ella.



- El Tractor debe trabajar en una línea tal que el material que cae no lo haga en el lugar en que se encuentra el Cucharón de la Pala, excepto si se trata de tierras, zahorras u otros materiales que no produzcan bloques en su arranque.
- Se debe procurar que el material, cuando llegue al nivel en el que se encuentra la Pala, no lo haga cuando ésta está de costado; en esta situación, la Pala está desprotegida y el impacto de una roca que entre por el cristal lateral de la cabina puede causar un accidente grave, incluso mortal; si no es así y el impacto es con alguno de los componentes de la Pala, se puede provocar su rotura (neumáticos, llantas, incluso algún mando final).
- **Limpieza de la Zona de Carga.** Cuando la Pala está saturada y no tiene tiempo de espera entre uno y otro Volquete, se puede optar por hacer la limpieza de la Zona de Carga con una Máquina Auxiliar, o, si se prefiere que lo haga la propia Pala, los Volquetes deben parar de forma que no entorpezcan las maniobras de la Pala, que, en pocas pasadas, puede devolver el material esparcido al punto de carga y quitar las rocas que hayan podido caerse ya sea mientras se carga el Volquete o por caída desde la caja al iniciar el transporte.
- **Inicio de la Carga.** Si la Pala va a empezar a cargar una voladura o a arrancar desde el talud de un banco, se debe sanear el propio talud para evitar la caída de material o rocas descalzadas de forma inesperada; es preferible provocar su caída antes de seguir cargando material suelto.
- **Acople entre Palas y Excavadoras con Volquetes y Camiones.** Cada Pala puede cargar unos determinados tipos de Volquete o Camiones, que están limitados por el tamaño de ambas Máquinas. La altura de descarga de la Pala, con el Cucharón volcado debe ser mayor que la de los laterales de la caja para que se pueda ir en retroceso sin que los dientes o la cuchilla del Cucharón golpeen contra los laterales; ya se sabe que en el trabajo real se empieza a recoger incluso antes de iniciar el retroceso, pero este margen de seguridad permite hacer la descarga más fácilmente.



Si la Pala o la Excavadora son demasiado grandes para el tamaño de la Unidad de Transporte (situación que se puede dar con más frecuencia en el caso de Camiones), la descarga debe hacerse lentamente para evitar la caída brusca de la carga sobre la caja que puede producir, además de algún daño al Conductor, graves daños al propio vehículo.

- ***Dirección del Tajo.*** En un trabajo de Carga sobre camión, es la Pala Cargadora la que organiza el Frente de Carga, siendo el Volquete el que debe ir al punto que le marca la Pala Cargadora.

Si tiene que esperar, hará primero la maniobra para quedar en posición de entrar al punto de carga en cuanto el otro volquete se haya terminado de cargar, sin interferir en su trayectoria.

- ***Carga de Bloques de Voladura.*** Es frecuente que la Pala tenga que cargar rocas de un tamaño considerable, a veces de varias toneladas que cuando impactan con la caja producen sacudidas fuertes que repercuten en el Operador del Volquete y en toda la Máquina en sí.

Para disminuir la violencia de estos impactos, conviene:

- Cargar los primeros Cucharones con material fino, que amortiguará la violencia del impacto.
- Descargar lentamente, apoyando los brazos de la Pala en el lateral de la Caja si fuera necesario.
- En todo caso, si la roca es demasiado grande, se debe indicar al Conductor del Volquete que abandone la cabina.



1.2.2 CON RETROEXCAVADORA Y VOLQUETE

La otra opción para realizar la Carga es el uso de la Retroexcavadora, que presenta varias alternativas de cómo realizar su trabajo, como ya dijimos anteriormente; la más habitual es con la Retroexcavadora situada en un plano por encima del Volquete, que es la que permite un tiempo de ciclo más reducido. No obstante cuando las condiciones impiden que el Volquete pueda entrar en la Zona de Carga por los motivos que sean, se puede trabajar con la Retroexcavadora y el Volquete en el mismo nivel. La mayor parte de las consideraciones realizadas en la Carga con Pala, son aplicables si se carga con Retroexcavadora, en lo que respecta al Operador del Volquete.



→ CARGANDO POR ENCIMA DEL NIVEL DEL VOLQUETE

- **Posición de la Retroexcavadora.** Puesto que la Retroexcavadora no incluye entre sus Dispositivos de Seguridad la Cabina ROPS, hay que diseñar el “escenario” de la carga evitando que la Máquina esté sometida a este riesgo; para ello:
 - La altura del Acopio, Banco o Voladura no debe superar la longitud del Balancín de la Retroexcavadora; de esta forma, en el caso en que se empiece a volcar, el Equipo de Trabajo puede usarse para evitar que el riesgo de vuelco se complete.
 - La posición de la Retroexcavadora debe ser con los trenes de rodaje perpendiculares al talud del Acopio; de esta forma su estabilidad es máxima; en ocasiones, sobre todo si el banco tiene una longitud importante, el Operador la sitúa con los rodajes paralelos al borde del talud, siendo esta posición más inestable para la Máquina. La justificación del Operador es la mayor facilidad de cambiar la posición de la Máquina una vez agotado el material a cargar en un punto, pero los riesgos que se toman son superiores a las ventajas que se tienen con la posición antes indicada.



Si, por motivos de espacio, se tiene que trabajar de esta forma menos estable, el Operador debe cuidar:

- Que el Cucharón no se aleje del talud más de lo necesario durante el giro de la Superestructura.
 - Que el giro se haga suavemente.
 - Que el llenado del Cucharón no se haga abusando del tiro del Balancín, sino que se use más su movimiento de recogida.
 - Que la descarga, para lo cual se extiende el Balancín, se comience desde el momento que el Cucharón llegue a la parte trasera del Volquete.
 - En todo caso se debe bajar la carga en cuanto se note que la Retroexcavadora pierde el apoyo de uno de sus rodajes
 - Esta posición es altamente peligrosa en casos de materiales inundados, que suelen presentar una menor adherencia cuando hay una humedad excesiva.
 - Igualmente debe evitarse si la Retroexcavadora no domina holgadamente la altura del acopio o zona de carga.
- El punto de carga debe estar fuera de la zona ocupada por el eje posterior del Volquete, para evitar que las piedras puedan caer sobre él.
- **Posición del Volquete.** Se puede trabajar de dos formas diferentes:
 - Con el eje del Volquete alineado con el centro de giro de la superestructura.- Esta forma es la más cómoda para el Operador de la Retroexcavadora porque la descarga se lleva a cabo abriendo balancín y cucharón, con lo que se extiende a lo largo de la caja.
 - Con el eje longitudinal del Volquete paralelo al borde del talud, con lo que se reduce la necesidad de espacio al tiempo que se evita la maniobra de retroceso, una de las más peligrosas en las zonas de carga.





Para cualquier posición del Volquete, éste debe tener sus ruedas posteriores apoyadas sobre suelo firme, **nunca sobre piedras aunque sean de pequeño tamaño**, para evitar posibles cortes o reventones de los neumáticos.

- **Acople con el Volquete.** Al igual que sucede con la Pala Cargadora, es el Operador de la Retroexcavadora el que marca la posición en que debe situarse el Volquete, que, si al llegar al tajo ve que la Retroexcavadora tiene el Cucharón preparado para la carga, debe ir al punto indicado por la posición del Equipo de Trabajo de la Máquina.

Si al llegar todavía la Retro está cargando, debe parar después de hacer la maniobra para quedarse en posición para entrar a la carga, sin entorpecer la salida del que todavía se está cargando.

- **Carga de grandes rocas.** En la carga de grandes rocas, igual que vimos con la Pala, se debe echar una primera cucharada de material lo más fino posible con el fin de hacer una “cama” que amortigüe el impacto de los bloques posteriores; esta circunstancia es menos frecuente en la carga con la Retroexcavadora que en la de la Pala, por las mayores dimensiones de su Cucharón.



➔ CARGANDO AL MISMO NIVEL DEL VOLQUETE

En este caso, aumenta la duración del ciclo porque:

- El Giro suele ser mayor, pudiendo llegar a los 180°.
- Hay que elevar la carga hasta sobrepasar la altura del volquete.
- La descarga es más difícil; aunque se ponga el Camión alineado con el centro de la Retro, la visibilidad es más reducida.

Sin embargo tiene una ventaja importante: se elimina el riesgo de vuelco al desaparecer la diferencia de cota entre el punto en que se encuentra la Retro y el que está el Volquete.

En todo caso, se debe impedir que la carga pase sobre la cabina del Volquete, sobre todo si no lleva ningún tipo de protección FOPS.

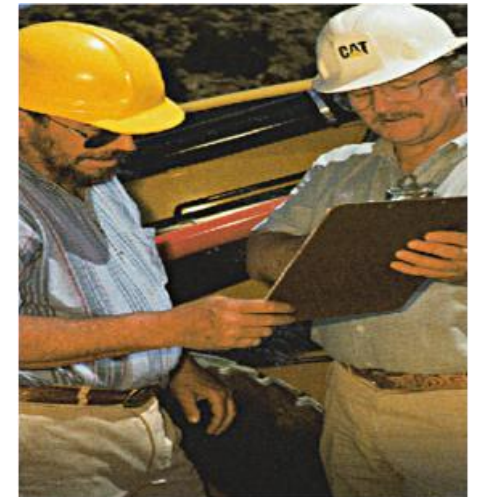


1.3 Procedimientos seguros de Comunicación con personas en el Exterior

La Comunicación es fundamental en todos los órdenes de la vida y en el trabajo con Maquinaria Móvil es todavía más importante por los riesgos que se derivan de una interpretación incorrecta de las instrucciones que se reciben.

Por lo general en cada Explotación Minera tiene una forma peculiar de trabajar con la Maquinaria Móvil, que suele ser conocida por todos los Operadores; por esta razón, cuando hay una incorporación de una nueva persona, se le debe formar en las actividades que se realizan y en los sistemas de utilizar las Máquinas. No sería la primera vez que un accidente se produce a causa de una desinformación de un trabajador recientemente incorporado a la empresa, aunque sea una persona con mucha experiencia.

Es una buena costumbre iniciar la jornada con una breve reunión en la que se explica el trabajo que hay que hacer y cómo se va a llevar a cabo; qué Operador va a llevar cada Máquina y cuál va a ser su misión



durante ese día. Si, a lo largo de la jornada es necesario introducir algún cambio, el encargado lo hará llegar a las personas que se vean afectadas por él.

La vía ideal para transmitir estas órdenes es a través de la emisora de radio, que permite hacerlo con varios trabajadores al mismo tiempo, con lo cual la Comunicación es la misma para todos ellos. Cualquier otra vía de llegada de la información debe ser validada con el responsable del trabajo. Se debe desconfiar de los mensajes recibidos de otros compañeros, ya sea a través de la emisora o por medio del teléfono móvil, o, incluso, por una conversación directa.

Las maniobras que entrañen riesgo, como lo adelantamientos, deben ser avisadas por el Operador de la Máquina que va a adelantar, y dada la conformidad por el de la que va a ser adelantada. **No es fiable la comunicación por medio de los intermitentes;** en muchos casos, el Operador de la Máquina que los acciona, quiere decir otra cosa distinta de la que piensa el otro Operador.

Una causa frecuente de incidentes y de muchos accidentes es la presencia de personas ajenas a la Explotación, ya sean visitantes o conductores de otras empresas contratadas. Todos ellos deberán tener unas instrucciones claras por parte de la Dirección que indiquen los procedimientos a seguir y las normas a cumplir por los vehículos extraños. Por parte de los Operadores deben extremar las precauciones cuando divisan un vehículo no habitual en la Explotación.



Un elemento que se debe utilizar para la comunicación del Operador con las personas que están en el exterior es la bocina. Cuando una Máquina vaya a ponerse en movimiento después de una parada más o menos larga, es conveniente que el Operador avise con la bocina para prevenir a personas o vehículos que estén en sus proximidades. Un Volquete de sólo 50 toneladas es capaz de pasar por encima de un vehículo de pequeño tamaño sin la más mínima dificultad. Aunque antes de subir a la Cabina el Operador haya comprobado que no hay nadie en las inmediaciones del Volquete, es aconsejable accionar la bocina como advertencia; en algunos centros, tienen un código de señal: un toque para desplazarse en avance y dos para hacerlo en retroceso. Además, en caso de moverse hacia atrás, se debe hacer lentamente para dar tiempo a que se retiren las personas que pudieran estar en zonas de peligro.

Esta precaución debe extremarse en las visitas de colegios, institutos, etc. o en actos públicos en los que haya informadores gráficos que buscan realizar tomas más o menos espectaculares, y, para ello, se ponen muchas veces en peligro, así como en los casos en que se está haciendo alguna reparación o prueba y hay varias personas trabajando en el mismo Volquete.

Una Comunicación importante es la que se realiza por medio de gestos, que se utiliza cuando hay que dirigir al Operador de una Máquina para realizar un determinado trabajo en circunstancias complicadas como es el caso de escasa visibilidad, paso por lugares estrechos o movimientos que puedan resultar peligrosos por los motivos que sean. En estos casos, suele ser normal la presencia de más de una persona, y

todas ellas quieren indicar al Operador lo que tiene que hacer. En los casos de Comunicación por gestos, el Operador no debe recibirlos más que de una sola persona que sepa lo que hay que hacer y cómo hacerlo con Seguridad, y debe ignorar los mensajes emitidos por otras personas no autorizadas. La Comunicación por gestos tiene toda una serie de “expresiones” que el Operador debe conocer.

En otro orden de cosas, pero también referido a la Comunicación está la identificación de los Instrumentos de Control y chivatos de alarma, que, dado que el idioma de sus leyendas suele ser inglés, llevan unos símbolos que ayudan a identificar tanto los Instrumentos de Control como el Panel de Alarmas e incluso los mandos de la Máquina. El Operador debe de aprender a leer estos símbolos gráficos.

1.4 Circulación de Volquetes por Pistas, Accesos y Frentes de Carga

La circulación por Pistas, Accesos, Frentes de Carga y Zonas de Descarga de los Volquetes es su “hábitat” en el que desarrolla su trabajo. Ahí va a convivir con otras unidades de Transporte, y las características y estado de todos ellos influyen en su Conducción.



Indicaremos las **Normas de uso más importantes**, que son válidas para los dos tipos de Volquete en la mayoría de las ocasiones.

- ⇒ El Volquete, Rígido o Articulado, por su fabricación, puede alcanzar velocidades muy próximas a los 70 km/h, pero, siempre debe cumplir con las limitaciones prescritas para circular por dentro de la Explotación.

Hay una limitación de velocidad de tipo legal, si cualquier Máquina no tiene Dirección de Emergencia; para los Volquetes, desde la Directiva Máquinas de 1.992 y la obligatoriedad del Mercado CE, todos disponen de ella, pero, si, por su antigüedad, no la tienen, de acuerdo con la legislación vigente, no deben circular a más de 20 km/h, es más, se debería montar un limitador que les impidiera ir a más de esta velocidad.

- ⇒ Al bajar una pendiente se debe cuidar que:

- El Volquete no vaya en Punto Muerto. Esta circunstancia como tal, solo puede hacerse por voluntad expresa del Operador, pero hay una situación similar a ella cuando se produce un cambio de velocidad, porque, momentáneamente, entra en funcionamiento el Convertidor y se pierde la retención del Motor.
- El Motor debe girar alto de revoluciones para disponer de buena refrigeración para el aceite de los frenos y suficientes caudales de aceite para éstos y para la Dirección.
- Se debe seguir la línea de Máxima Pendiente, y evitar los cambios de dirección a mitad de la rampa; en cuanto la inclinación supere el 5% hay riesgo de vuelco lateral, sobre todo en los Volquetes Rígidos.
- La velocidad debe estar acorde con las condiciones del suelo de la pista, y de las de visibilidad, tracción, etc., así como del tráfico que exista en ella.



Hay ocasiones en las que, por la misma pista, circulan Volquetes de distintos tamaños y marcas, e, incluso, camiones de carretera, lo que dificulta conseguir una marcha uniforme, sobre todo cuando hay que subir pendientes con carga.

- ⇒ Durante los desplazamientos, se deben utilizar los Sistemas de Frenado que indique el fabricante para cada momento; con cierta frecuencia los Operadores de Volquetes aplican sus propios criterios en lo que se refiere a su manejo, sin tener en cuenta las instrucciones del fabricante. Cuando el terreno está en buenas condiciones y hay suficiente tracción, el Volquete no presenta excesivas dificultades para su conducción, pero cuando el agarre disminuye y no se siguen las instrucciones del fabricante, aparecen los deslizamientos, derrapes, etc., que pueden terminar en accidentes.
- ⇒ Se deben respetar las prioridades establecidas, que, a veces, pueden entrar en conflicto. Los cambios de Operadores de una a otra Explotación o la incorporación de alguno que proviene de otra empresa, pueden dar lugar a confusión sobre quién tiene prioridad en cada caso.
- ⇒ En las circulaciones tanto por Pistas como por Accesos, se debe evitar que ambas Máquinas se aproximen en exceso al borde del talud, sobre todo cuando, por la estrechez de la vía, haya que apartarse para ceder el paso a otras Máquinas. No se debe olvidar que estas Máquinas rara vez vuelcan de frente; cuando lo hacen, casi siempre es lateralmente. Si se está muy próximo al borde, cualquier fallo o irregularidad en el terreno provoca un movimiento lateral que las hace volcar.
- ⇒ Por los Frentes de Carga, se debe circular lo más alejado posible del talud para evitar un posible impacto lateral por la caída inesperada de una roca situada en el talud, o el deslizamiento brusco de una zona del mismo.
- ⇒ En caso de falta de visibilidad ya sea por la proximidad a las horas nocturnas o por la presencia de polvo, nieve, lluvia o niebla, se debe circular con los faros encendidos, más para ser visto por otro conductor que para ver el que las maneja, sobre todo en situaciones de niebla y polvo.
- ⇒ Al circular por detrás de otro Volquete al que no se va a adelantar, se debe dejar una distancia de Seguridad de al menos un largo del Volquete, con el fin de disponer de



tiempo suficiente para frenar o para evitar el choque por medio de una maniobra evasiva.

- ⇒ Las características de los Volquetes varían con su uso; frenos, neumáticos, dirección, etc., sufren desgastes y su reacción no es la misma pasados algunos cientos de horas que cuando estaba nuevo. Se debe conocer la distancia de frenado para dejar la distancia de Seguridad adecuada en cada momento.
- ⇒ Los adelantamientos solamente deben hacerse si:
 - Están permitidos en la Explotación.
 - Hay suficiente espacio y visibilidad.
 - Se tiene suficiente potencia para realizarlo en un tiempo corto.
 - Se obtiene la conformidad por radio del vehículo que se quiere rebasar.
- ⇒ En curvas muy cerradas que exijan maniobras al Volquete, es necesario advertir a otros posibles vehículos de su presencia, por medio de la bocina. Las maniobras se harán con cuidado, guardando la distancia de Seguridad con los bordes de la Pista.
- ⇒ Los obstáculos tales como zanjas, caballones, cordones de tierra producidos por las Motoniveladoras, etc., se deben cruzar en dirección sesgada y lentamente.

I.5 Interferencias con personas en Pistas o en Zonas de Carga

Todas las Máquinas, con independencia de su tamaño, tienen ángulos muertos cuando se mira desde la Cabina del Operador; cuanto mayor es su tamaño, estas zonas ciegas son más amplias y ocultan la presencia, tanto de personas como de otros vehículos o Máquinas.

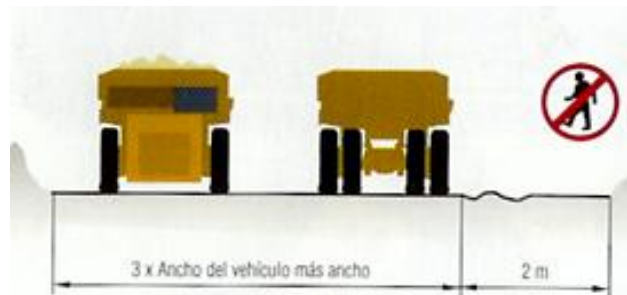
Esto supone que para que cualquiera de ellos pueda ser visto por el Operador, sea de forma directa o por medio de los Espejos Retrovisores y de Seguridad, es necesario que se encuentren a una cierta distancia de ellas. Este es el motivo por el que debe prohibirse la circulación de peatones por estas zonas a causa del elevado riesgo que corren, o, al menos, reducirlas al mínimo imprescindible.



La circulación de peatones por las pistas solamente está permitida si se dispone de una zona adecuada para que transiten por ella, de forma que, entre al peatón y la zona de rodadura de la pista haya una berma o arcén de dos metros de anchura como mínimo. Será por esta zona por la única que transiten, debiendo hacerlo, además:

- En pistas de doble sentido, por el lado izquierdo de la pista; si es posible, también deba hacerse en las de un solo sentido de marcha.
- Equipado con casco.
- Llevando chalecos reflectantes que le hagan visible y permitan a los Operadores su localización.

Por regla general, en las Explotaciones Mineras se da prioridad al paso de la Maquinaria Móvil sobre la de los Peatones; como esta norma es diferente a la que se sigue en Instalaciones Industriales, en las que conviven Carretillas y Peatones y, si no se dice lo contrario, es el Peatón quien tiene prioridad, es conveniente que este aspecto quede con una claridad total, tanto para personal de la propia Explotación como para posibles visitantes, que deben estar informados de ello.



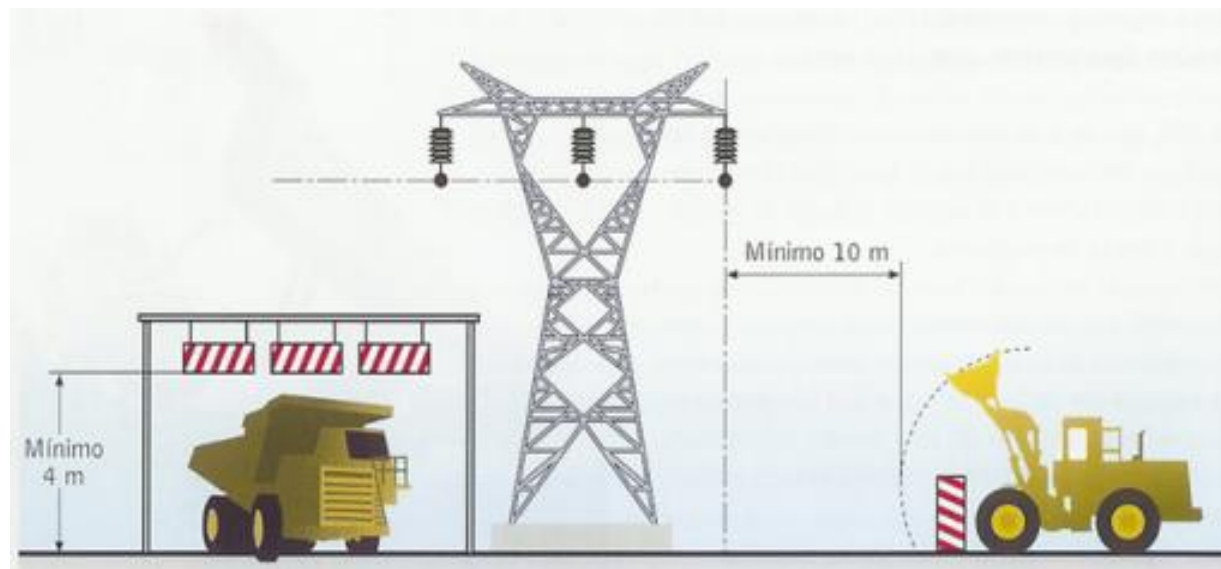
1.6 Interferencias con Líneas Eléctricas de Alta Tensión

Los Volquetes en sus desplazamientos pueden encontrarse con la necesidad de atravesar por debajo de Líneas Eléctricas de Alta Tensión, cuyas catenarias pueden estar más o menos próximas a ellas según su propio tamaño. Hay que evitar no sólo el contacto directo con ellas sino también la proximidad excesiva, para evitar el riesgo de descarga por arco voltaico entre la Línea y la Máquina.

Para prevenir estos riesgos, los Volquetes **deben circular con la Caja apoyada completamente sobre el Bastidor**, para dejar la máxima distancia vertical entre Máquina y Línea; por esta razón, la presencia de Líneas Aéreas de Alta Tensión deben estar avisadas 25 metros antes de alcanzarlas, para que los Operadores revisen la forma en que se mueve su Máquina que no podrá ser con su Equipo desplegado.

Si la pista por la que se circula va paralela a la Línea de Alta Tensión, está prohibida la circulación de Máquinas a una distancia inferior a 15 metros entre el eje de la Línea Aérea y el borde de la pista.

Según se puede ver en la figura, entre la Línea y la parte superior de la Máquina tiene que haber una distancia de al menos 4 metros, que se aumentará en tantos metros como la centésima parte del número de kilovoltios que circulan por ella. Igualmente no pueden permanecer Máquinas ni realizarse trabajos a menos de 10 metros del eje de la Línea.



1.7 Interferencias con otros Procesos Productivos

Del mismo modo que se ha indicado en el punto anterior, los Volquetes en sus desplazamientos pueden encontrarse con la necesidad de atravesar por debajo de estructuras pertenecientes a otros procesos productivos de la Explotación, por ejemplo, Plantas de Tratamiento, cuyas zonas de paso pueden estar más o menos próximas a las pistas por donde circulan. Hay que evitar la posibilidad de impactar contra estas estructuras, para evitar el riesgo de caída de objetos e incluso de vuelco, entre otros.

Al igual que en el caso anterior, para prevenir estos riesgos, los Volquetes **deben circular con la Caja apoyada completamente sobre el Bastidor**, para dejar la máxima distancia vertical entre Máquina y estructuras; por esta razón, suele indicarse la altura máxima permitida en las zonas de paso. Las Normas Técnicas de diseño de estas instalaciones indican que la altura libre de paso no deberá ser inferior a 2 metros.



CAPÍTULO 6

NORMATIVA Y LEGISLACIÓN

En este Capítulo, se estudiará el conjunto de derechos y obligaciones existentes en materia laboral que más directamente afectan a las funciones del puesto de operador de maquinaria de transporte en actividades extractivas de exterior, recogidos tanto en la normativa en vigor como en la más específica, de carácter complementario, entre las que se incluyen las Disposiciones Internas de Seguridad de la Empresa.

I. LEY 31/1995, DE 8 DE NOVIEMBRE DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES: DERECHOS Y OBLIGACIONES

Esta ley, que tiene carácter general, fue publicada en el B.O.E. número 269, de 10 de noviembre de 1.995, siendo el pilar fundamental para poder desarrollar una política de protección de salud de los trabajadores mediante la prevención de los riesgos derivados de su trabajo. A partir del reconocimiento del derecho de los trabajadores en el ámbito laboral a la protección de su salud e integridad, esta ley establece las diversas obligaciones que, en el ámbito indicado, garantizarán este derecho, así como las actuaciones de las Administraciones públicas que puedan incidir positivamente en lograr dicho objetivo. El citado derecho supone un deber general del empresario referido a dicha materia.

En el artículo 3 nos indica que esta Ley y sus normas de desarrollo serán de aplicación en los siguientes ámbitos:

- En el de las relaciones laborales reguladas en el texto refundido de la Ley del Estatuto de los Trabajadores.
- En el de las relaciones de carácter administrativo o estatutario del personal civil al servicio de las Administraciones públicas.

El empresario para poder cumplir con su deber de garantizar la seguridad y salud de sus trabajadores a su servicio en todos los aspectos relacionados con el trabajo, realizará la prevención de los riesgos laborales mediante la adopción de cuantas medidas sean necesarias para dicha protección, tanto en materia de evaluación de riesgos, información, consulta, participación, formación de los trabajadores, actuación en casos de emergencia y de riesgo grave e inminente, vigilancia de la salud, y mediante la constitución de una organización y de los medios necesarios en los términos establecidos en la presente Ley.

En esta Ley también se hace mención, en su Capítulo VI, de las obligaciones de los fabricantes, importadores y suministradores de maquinaria, equipos, productos y útiles de trabajo. Están obligados a asegurar que éstos no constituyan una fuente de peligro para el trabajador, siempre que sean instalados y utilizados en las condiciones, forma y para los fines recomendados por ellos.

Los fabricantes, importadores y suministradores deberán proporcionar a los empresarios, y éstos recabar de aquellos, la información necesaria para que la utilización y manipulación de la maquinaria, equipos, productos, materias primas y útiles de trabajo se produzca sin riesgos para la seguridad y la salud de los trabajadores, así como para que los empresarios puedan cumplir con sus obligaciones de información al respecto de los trabajadores, y así garantizar que las informaciones sean facilitadas a los trabajadores en términos que resulten comprensibles por los trabajadores.

La Ley establece diversos puntos de actuación y sanciones por su incumplimiento. El incumplimiento por los empresarios de sus obligaciones en materia de prevención de riesgos laborales dará lugar a responsabilidades administrativas, así como, en su caso, a responsabilidades penales y a las civiles por los daños y perjuicios que puedan derivarse de dicho incumplimiento.

2. 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

Este Real Decreto, que es específico para equipos de trabajo y, por tanto, para maquinaria, establece, en el marco de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización de los equipos de trabajo, por parte de los trabajadores.

Es la normativa **más importante**, en relación con la seguridad de la maquinaria puesta a disposición de los trabajadores y de la forma en que ésta debe utilizarse. Si podemos garantizar que una máquina (*independientemente de que ostente el marcado CE o no*) cumple con las disposiciones mínimas que se establecen en su Anexo I y se utiliza en las condiciones que se establecen en su Anexo II, estaremos trabajando con una máquina de forma segura y, en el peor de los casos, podrán existir riesgos que serán tolerables (*consecuencias mínimas*). El problema, en muchas ocasiones, deriva de la interpretación subjetiva que se realiza de su articulado, encontrándose numerosas unidades que no han sido correctamente adaptadas a estos requisitos mínimos de seguridad, unas veces por omitir aspectos fundamentales en la seguridad y, en otros casos, por no tomar las medidas adecuadas.

Es importante entender los siguientes términos que se definen en él:

- **Equipo de trabajo:** cualquier máquina, aparato, instrumento o instalación utilizada en el trabajo.

En el caso que nos ocupa, los Volquetes y los Camiones, son los equipos de trabajo a los que hace referencia este Manual.

- **Utilización de un equipo de trabajo:** cualquier actividad referida a un equipo de trabajo, tal como la puesta en marcha o la detención, el empleo, el transporte, la reparación, la transformación, el mantenimiento y la conservación, incluida, en particular, la limpieza.

Todas ellas han sido explicadas en capítulos anteriores.

- **Operador del equipo:** el trabajador encargado de la utilización de un equipo de trabajo.

El empresario adoptará todas 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. En el caso que exista cierto riesgo durante la utilización de estos equipos, el empresario deberá tomar las medidas adecuadas para reducir tales riesgos al mínimo.

En el Anexo I del presente Real Decreto figuran las disposiciones mínimas aplicables a los equipos de trabajo. Teniendo en cuenta que es un documento de dominio público y que existen numerosas fuentes para su consulta, se van a comentar solamente aquellas que son más significativas para Volquetes:

- *Los órganos de accionamiento de un equipo de trabajo que tengan alguna incidencia en la seguridad deberán ser claramente visibles e identificables y, cuando corresponda, estar indicados con una señalización adecuada, estar situados fuera de las zonas peligrosas y no deberán acarrear riesgos como consecuencia de una manipulación involuntaria.*

Relacionado principalmente con los mandos, pedales y palancas, así como con su señalización y la necesidad de instalar ciertos bloqueos de seguridad.

- *Si fuera necesario, el operador deberá poder cerciorarse desde el puesto de mando principal de la ausencia de personas en las zonas peligrosas. Si esto no fuera posible, la puesta en marcha deberá ir siempre precedida automáticamente de un sistema de alerta, tal como una señal de advertencia acústica o visual.*

Relacionado principalmente con el campo de visión directo e indirecto (*espejos retrovisores y de seguridad*) del operador, y con el avisador acústico de puesta en marcha o con el avisador óptico (*faro giratorio*).

- *La puesta en marcha de un equipo de trabajo solamente se podrá efectuar mediante una acción voluntaria sobre un órgano de accionamiento previsto a tal efecto.*

Relacionado con los dispositivos de puesta en marcha (*llave de contacto y, en algunos casos corta corrientes*).

- *Cada equipo de trabajo deberá estar provisto de un órgano de accionamiento que permita su parada total en condiciones de seguridad.*

Relacionado con los dispositivos de parada (*llave de contacto y, principalmente, sistemas de frenado*).

- *Cualquier equipo de trabajo que entrañe riesgo de caída de objetos o de proyecciones deberá estar provisto de dispositivos de protección adecuados a dichos riesgos.*

Relacionado con las estructuras de protección FOPS y, si en el puesto de operador existen conducciones hidráulicas o neumáticas, con las pantallas de protección de dichas mangueras.

- *Las partes de un equipo de trabajo que alcancen temperaturas elevadas o muy bajas deberán estar protegidas cuando corresponda contra los riesgos de contacto o la proximidad de los trabajadores.*

Relacionado con los resguardos térmicos, principalmente de superficies calientes ubicadas en el compartimento motor y de sistemas de escape de la máquina.

- *Todo equipo de trabajo deberá ser adecuado para proteger a los trabajadores expuestos contra el riesgo de contacto directo o indirecto con la electricidad.*

Relacionado con el sistema eléctrico de las máquinas, en especial, la protección de los terminales de las baterías y la existencia de un dispositivo para realizar el corte de la alimentación eléctrica en condiciones seguras.

Entre las disposiciones mínimas de seguridad aplicables a los equipos de trabajo **móviles**, ya sean automotores o no, destacan las siguientes:

- *Los equipos de trabajo móviles con trabajadores transportados deberán adaptarse de manera que se reduzcan los riesgos para el trabajador o trabajadores durante su desplazamiento. Entre estos riesgos deberán incluirse los de contacto de los trabajadores con ruedas y orugas y de aprisionamiento por las mismas.*

Este requisito engloba una serie de riesgos que están relacionados con la movilidad de la máquina o vehículo; para ello, se deben considerar elementos o sistemas como son: neumáticos, suspensiones, sistemas de dirección, sistemas de frenado, elementos estructurales (*chasis o bastidores*), transmisión, dispositivos de iluminación e indicación (*entre los que se encuentran las luces de cruce, intermitentes, luces de frenado y luces de retroceso*), etc.

Por otro lado, aquí también se incluyen, como se desprende de la segunda frase, los elementos de protección contra posibles contactos con las ruedas. Si el Trabajador utiliza el cinturón de seguridad y la Unidad de Transporte cuenta con cabina, con ventanas y puertas en buen estado, será imposible el contacto accidental con las ruedas durante el desplazamiento.

- *En los equipos de trabajo móviles con trabajadores transportados se deberán limitar, en las condiciones efectivas de uso, los riesgos provocados por una inclinación o por un vuelco del equipo de trabajo, mediante cualquiera de las siguientes medidas.*
 - *Una estructura de protección que impida que el equipo de trabajo se incline más de un cuarto de vuelta,*
 - *una estructura que garantice un espacio suficiente alrededor del trabajador transportado cuando el equipo pueda inclinarse más de un cuarto de vuelta o*
 - *cualquier otro tipo de alcance equivalente.*

...

Cuando en caso de inclinación o de vuelco exista para un trabajador transportado riesgo de aplastamiento entre partes del equipo de trabajo y el suelo, deberá instalarse un sistema de retención del trabajador o trabajadores transportados.

Ya se ha comentado en Capítulos anteriores los aspectos a tener en cuenta para evitar un posible vuelco en Volquetes, que constituyen lo que podemos denominar medios de protección pasiva. En este apartado se hace mención de la protección activa en caso de vuelco, siendo necesario la existencia de ROPS (*recuérdese, sólo es posible en Volquetes, no en Camiones*) y la utilización del **cinturón de seguridad** para hacer efectiva dicha protección.

- *Si están previstos para uso nocturno o en lugares oscuros, deberán contar con un dispositivo de iluminación adaptado al trabajo que deba efectuarse y garantizar una seguridad suficiente para los trabajadores.*

Relacionado con los dispositivos de iluminación de las máquinas y vehículos, en concreto, las luces de trabajo que equipan tanto los Volquetes como los Camiones.

- *Los equipos de trabajo que por su movilidad o por la de las cargas que desplacen puedan suponer un riesgo, en las condiciones de uso previstas, para la seguridad de los trabajadores situados en sus proximidades, deberán ir provistos de una señalización acústica de advertencia.*

La señalización acústica a la que se hace referencia en este apartado es el avisador acústico de marcha atrás y la bocina, tanto para Volquetes como para Camiones.

En el Anexo II de este Real Decreto se establecen las disposiciones relativas a la utilización de los equipos de trabajo:

1. Condiciones generales de utilización de los equipos de trabajo
2. Condiciones de utilización de equipos de trabajo móviles, automotores o no
3. Condiciones de utilización de equipos de trabajo para la elevación de cargas

Al igual que sucede con el Anexo I, se mencionan los más significativos (*obsérvese que muchos de estos aspectos han sido tratados en Capítulos anteriores*):

- Los trabajadores deberán poder acceder y permanecer en condiciones de seguridad en todos los lugares necesarios para utilizar, ajustar o mantener los equipos de trabajo.
- 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 la operación de que se trate.
- Los equipos de trabajo 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.

Los equipos de trabajo dejarán de utilizarse si se producen deterioros, averías u otras circunstancias que comprometan la seguridad de su funcionamiento.

- 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 que puedan poner en peligro la seguridad del trabajador que los utiliza o la de terceros.
- El montaje y desmontaje de los equipos de trabajo deberá realizarse de manera segura, especialmente mediante el cumplimiento de las instrucciones del fabricante cuando las haya.
- 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.
- Cuando un equipo de trabajo deba disponer de un diario de mantenimiento, éste permanecerá actualizado.
- Los equipos de trabajo que se retiren de servicio deberán permanecer con sus dispositivos de protección o deberán tomarse las medidas necesarias para imposibilitar su uso. En caso contrario, dichos equipos deberán permanecer con sus dispositivos de protección.
- 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.
- Cuando un equipo de trabajo maniobre en una zona de trabajo, deberán establecerse y respetarse unas normas de circulación adecuadas.
- Deberán adoptarse medidas de organización para evitar que se encuentren trabajadores a pie en la zona de trabajo de equipos de trabajo automotores.
- Si se requiere la presencia de trabajadores a pie para la correcta realización de los trabajos, deberán adoptarse medidas apropiadas para evitar que resulten heridos por los equipos.
- El acompañamiento de trabajadores en equipos de trabajo móviles movidos mecánicamente sólo se autorizará en emplazamientos seguros acondicionados a tal efecto. Cuando deban realizarse trabajos durante el desplazamiento, la velocidad deberá adaptarse si es necesario.

- 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.

3. 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

Este Real Decreto es de carácter general, dentro del ámbito minero, y tiene por objeto establecer las disposiciones mínimas destinadas a mejorar la protección en materia de seguridad y salud de los trabajadores de las actividades mineras.

Con objeto de garantizar la seguridad y la salud de los trabajadores, el empresario deberá tomar las medidas necesarias para que:

- a) Los lugares de trabajo sean diseñados, contruidos, equipados, puestos en servicio, utilizados y mantenidos de forma que los trabajadores puedan efectuar las tareas que se les encomienden sin comprometer su seguridad, ni su salud, ni las de los demás trabajadores.
- b) El funcionamiento de los lugares de trabajo donde haya trabajadores cuente con la supervisión de una persona responsable.
- c) Los trabajos que impliquen un riesgo específico solamente se encomienden a trabajadores competentes y dichos trabajos se ejecuten conforme a las instrucciones dadas.
- d) Todas las instrucciones de seguridad sean comprensibles para todos los trabajadores afectados.
- e) Existan instalaciones adecuadas para los primeros auxilios.
- f) Se realicen las prácticas de seguridad necesarias a intervalos regulares.

El empresario se asegurará de que se elabore y mantenga al día un documento sobre la seguridad y la salud, denominado “documento sobre seguridad y salud” (*DSS*), que recoja los requisitos pertinentes contemplados en los capítulos III y V de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.

El documento sobre seguridad y salud de los trabajadores deberá demostrar, en particular:

- a) Que los riesgos a que se exponen los trabajadores en el lugar de trabajo han sido identificados y evaluados.

- b) Que se van a tomar las medidas adecuadas para alcanzar los objetivos fijados en la presente disposición.
- c) Que la concepción, la utilización y el mantenimiento del lugar de trabajo y de los equipos son seguros.

Dicho documento estará a disposición de las autoridades laboral y sanitaria así como de los delegados de prevención como representantes de los trabajadores en materia de seguridad y salud.

Cuando se encuentren en un mismo lugar de trabajo trabajadores de varias empresas, cada empresario será responsable de todos los aspectos que se encuentren bajo su control, salvo lo establecido en las disposiciones vigentes para los supuestos de subcontratación.

El empresario deberá informar, dentro de las veinticuatro horas siguientes, a la autoridad minera competente en todos los accidentes mortales y graves que se produzcan y de cualquier situación de peligro grave, sin perjuicio de cualquier otra obligación de comunicación o notificación que le imponga la legislación laboral vigente.

Además de las anteriores obligaciones generales del empresario, en el presente Real Decreto se hace mención también a los siguientes temas en los cuales el empresario deberá tomar las medidas necesarias para salvaguardar la seguridad y salud de sus trabajadores:

- Protección contra incendios, explosiones y atmósferas nocivas
- Medidas de evacuación y salvamento
- Sistemas de comunicación, alerta y alarma
- Información a los trabajadores
- Vigilancia de la salud
- Consulta y participación de los trabajadores
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud

El Anexo de este Real Decreto desarrolla las disposiciones mínimas de seguridad y salud, divididas en tres partes:

- a) Disposiciones mínimas comunes aplicables a las industrias extractivas a cielo abierto o subterráneas así como a las dependencias de superficie
 - Vigilancia y organización

- Equipos e instalaciones mecánicos y eléctricos
- Mantenimiento
- Protección contra los riesgos de explosión, de incendio y de atmósferas nocivas
- Explosivos y artificios de voladuras
- Vías de circulación
- Lugares de trabajo exteriores
- Zonas de peligro
- Vías y salidas de emergencia
- Medios de evacuación y salvamento
- Prácticas de seguridad y salvamento
- Practicas de seguridad y evacuación
- Equipos de primeros auxilios
- Iluminación natural y artificial
- Instalaciones sanitarias
- Depósitos de estériles y otras zonas de almacenamiento
- Dependencias de superficie
- Mujeres embarazadas y madres lactantes
- Trabajadores minusválidos

b) Disposiciones mínimas especiales aplicables a las industrias extractivas a cielo abierto

- Generalidades.
- Explotación.
 - i. Las labores deberán planificarse teniendo en cuenta los elementos del documento sobre seguridad y salud, en lo relativo a los riesgos de desprendimientos o de deslizamientos de los terrenos.

Por lo tanto, se definirá, con carácter preventivo, la altura y la inclinación de los frentes de desmonte y de explotación atendiendo a la naturaleza y a la estabilidad de los terrenos, así como los métodos de explotación.

Los bancos de trabajo y las pistas de circulación deberán presentar una estabilidad adecuada para la maquinaria y los vehículos utilizados en los mismos.

Deberán ser contruidos y mantenidos de forma tal que la circulación de vehículos y de máquinas pueda efectuarse con toda seguridad.

- ii. Antes de iniciar o reanudar los trabajos, se inspeccionarán los frentes de desmonte y de explotación situados sobre las áreas de trabajo y sobre las pistas de circulación con el fin de asegurar la ausencia de bloques o de rocas inestables.

En su caso, deberá efectuarse el saneo de los taludes.

- iii. Los frentes o los apilamientos de material no deberán ser explotados de forma que se origine su inestabilidad.
 - iv. Se habilitarán medidas limitadoras de acceso a lugares peligrosos para todas las personas, incluso trabajadores de la empresa, ajenas al trabajo que allí se desarrolla.
- c) Disposiciones mínimas especiales aplicables a las industrias extractivas subterráneas (*quedando, por tanto, fuera del ámbito de aplicación del presente Manual*)

4. INSTRUCCIONES DE TRABAJO

Las instrucciones de trabajo desarrollan 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 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.

Añadimos 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 elementos del organigrama preventivo de la empresa deberán participar en esa elaboración con diferentes cometidos.
- Los mandos intermedios deberán actuar como responsables de su distribución y de su cumplimiento, así como para 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 actuará asesorando y revisando las Instrucciones antes de 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 se encuentran en su aplicación.

Las fases por las que debería pasar su elaboración habrían de ser:

- Determinación de las actividades o tareas objeto de instrucción.
- Planificación de la elaboración de instrucciones.
- Análisis de la tarea a sistematizar.
- Redacción de la instrucción.
- Aprobación, tratamiento y control de la instrucción.
- Revisión periódica y actualización.

5. DISPOSICIONES INTERNAS DE SEGURIDAD

Las Disposiciones Internas de Seguridad (*DIS*) son normas internas del centro minero con las que se busca regular más ampliamente diversos aspectos que el Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera o sus Instrucciones Técnicas Complementarias no dejan suficientemente definidas o que deben ser mejor definidas en función de las condiciones particulares de los diferentes lugares de trabajo existentes en el centro.

Su elaboración corresponde al Director Facultativo de la explotación, debiendo 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.

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 específicamente 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 el centro de trabajo, según se trate de una explotación a cielo abierto o subterránea.

A continuación se nombra algunas de las que más directamente pueden afectar a la operación con Volquetes y Camiones:

- DIS mediante las cuales se refleje la organización de la empresa para mantener la seguridad del personal (*fijando responsabilidades y atribuciones de cada escalón jerárquico*), medidas de seguridad a tomar en situaciones excepcionales que alteran el orden normal del trabajo, la prevención y lucha contra incendios, los movimientos de máquinas, saneamiento y seguridad de los hastiales, la prevención y lucha contra el polvo, y el reconocimiento de las labores y del ambiente de la mina.
- DIS que regule el uso obligatorio de los equipos de protección individual.
- DIS que determine las condiciones y frecuencia de las operaciones de mantenimiento de las condiciones de seguridad de las pistas de la explotación.
- DIS para regular la operación de vertido.

Deben incluirse las indicaciones de obligado cumplimiento sobre el acceso, lugar y forma de proceder.

- DIS para la regulación de tráfico y la señalización correspondiente.

Estas DIS serán de obligado cumplimiento no sólo para los vehículos y maquinaria móvil de la empresa explotadora, sino también para los de las empresas externas que circulen y operen en la explotación minera. Se indicarán las velocidades máximas permitidas para cada tipo de vehículo y máquina, las condiciones de estacionamiento, aparcamiento o detención, normas de prioridad de paso, normas para el

trabajo nocturno, sistemas de aviso y señales vigentes, normas de seguridad en caso de inmovilización de un vehículo o máquina en un lugar de circulación

Esta DIS no se establecerá únicamente para los viales permanentes o semipermanentes, sino también para los tajos de explotación.

- DIS que establezca el programa y las reglas para efectuar las reparaciones, mantenimientos y revisiones de los vehículos y máquinas de la explotación.
- DIS para regular los trabajos que de forma excepcional se realizarán en las proximidades de líneas eléctricas aéreas.

Ministerio de Industria, Turismo y Comercio

Secretaría de Estado de Energía

Dirección General de Política Energética y Minas

P. de la Castellana 160, C.P. 28046 Madrid

Teléfono 902 446 006

<http://www.mityc.es>

