

2009

MANUAL DE FORMACIÓN PREVENTIVA ESPECÍFICA PARA EL DESEMPEÑO DEL PUESTO DE OPERADOR DE MAQUINARIA DE ARRANQUE/CARGA/VIALES 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 ESPECÍFICA PARA EL DESEMPEÑO DEL PUESTO DE OPERADOR DE MAQUINARIA DE ARRANQUE/CARGA/VIALES EN ACTIVIDADES EXTRACTIVAS DE EXTERIOR

Pala cargadora y excavadora hidráulica de cadenas
ITC 02.1.02. ET 2001-1-08

Prólogo

Este Documento contiene toda la información necesaria para desarrollar el itinerario formativo establecido en la Especificación técnica N° 2001-1-08 “*Formación preventiva para el desempeño del puesto de operador de maquinaria de arranque/carga/viales, pala cargadora y excavadora hidráulica de cadenas, en actividades extractivas de exterior*” de la Instrucción técnica complementaria 02.1.02 “*Formación preventiva para el desempeño del puesto de trabajo*”, del Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera.

Para la redacción de este Manual se ha tenido en cuenta la gran variedad de modelos y marcas que existe de estos dos tipos de máquinas, desde las más antiguas, aún posiblemente en servicio, a las unidades más modernas.

Por otro lado, se han aportado gran cantidad de datos técnicos que pueden ayudar a comprender con mayor detalle aspectos relacionados con la seguridad de las máquinas, incidiendo en aquellos aspectos y situaciones que habitualmente se dan en las operaciones con maquinaria dentro del sector minero, incluyendo todos aquellos que, por la experiencia adquirida durante años y tras numerosos trabajos realizados sobre maquinaria, dan un valor añadido al Documento.

Este Manual puede utilizarse como base para la formación de los trabajadores, en relación a la seguridad cuando se opera con maquinaria, tanto para la confección del contenido mínimo teórico y práctico que la Empresa quiera dar a sus trabajadores (*no inferior a 20 horas*), como para la consulta de los trabajadores o del personal encargado de dicha formación.

Siempre que se ha considerado posible, se ha evitado la utilización de términos de carácter técnico aunque, en la mayor parte de los casos han sido necesarios, entendiéndose que un operador de maquinaria bien formado debe estar familiarizado con ellos.

Se debe indicar que algunas ilustraciones incluidas en este Manual han sido recogidas de documentos publicados por la Asociación Nacional de Fabricantes de Áridos (ANEFA) y de fabricantes de maquinaria con representación en España, como son CATERPILLAR, VOLVO, KOMATSU y LIEBHERR, agradeciendo a todos ellos tan inestimable información gráfica, que ha hecho posible una mejor elaboración del Documento.

ÍNDICE

CAPÍTULO 1: DEFINICIÓN DE LOS TRABAJOS.....	5
1. EL MOVIMIENTO DE TIERRAS.....	7
2. DEFINICIÓN DE LAS TAREAS DESARROLLADAS EN EL PUESTO DE TRABAJO DE CADA MÁQUINA EN PARTICULAR.....	16
2.1 Tareas Comunes.....	16
2.2 Tareas Específicas del Operador de Pala de Ruedas.....	19
2.3 Tareas Específicas del Operador de Excavadora Hidráulica.....	25
2.4 Tareas Específicas del Operador de Retroexcavadora.....	25
CAPÍTULO 2: TÉCNICAS PREVENTIVAS Y DE PROTECCIÓN ESPECÍFICAS AL PUESTO DE TRABAJO DE CADA MÁQUINA EN PARTICULAR.....	31
1. TÉCNICAS PREVENTIVAS Y DE PROTECCIÓN ANTES DE COMENZAR EL TRABAJO.....	33
1.1 Revisión de la Máquina antes de su puesta en marcha, incluyendo los sistemas que inciden en la Seguridad.....	33
1.2 Acceso al puesto del Operador o a los Puntos de Mantenimiento.....	44
1.3 Operaciones Básicas de Mantenimiento.....	46
1.4 Embarque sobre góndola para su transporte.....	53
1.5 Remolcado.....	57
1.6 Cambio de Accesorios.....	60
2. TÉCNICAS PREVENTIVAS Y DE PROTECCIÓN DURANTE EL TRABAJO.....	65
2.1 Arranque del motor.....	65
2.2 Preparación de la Máquina para la ejecución de los trabajos.....	69
2.3 Carga del Material.....	73
2.4 Descarga del Material sobre otras máquinas.....	87
2.5 Elevación de cargas no paletizadas.....	98
2.6 Estacionamiento de la máquina.....	101
2.7 Peligros Residuales asociados a cada Máquina en particular y Medidas Preventivas acordes con ellos.....	104
2.8 Medidas de Prevención y Protección indicadas por el fabricante para la realización del Mantenimiento.....	109
2.9 Medidas Incorporadas a la Máquina en particular en caso de adecuación a las disposiciones establecidas en el anexo I del RD 1215/1997.....	121



3. EQUIPOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA E INDIVIDUAL.....	126
3.1 Sistemas de Protección Colectiva.....	126
3.2 Sistemas de Protección Individual	128
4. PRIMEROS AUXILIOS.....	131
5. PLAN DE EMERGENCIA Y DE EVACUACIÓN.....	135
CAPÍTULO 3: EQUIPOS, HERRAMIENTAS O MEDIOS AUXILIARES DE CADA MÁQUINA EN PARTICULAR.....	137
1. CONOCIMIENTO GENERAL DE LA MÁQUINA Y DE SUS ACCESORIOS	139
1.1 Funcionamiento Básico de los Componentes de una Pala Cargadora de Ruedas.....	140
1.1.1 Motor	141
1.1.2 Transmisión	158
1.1.3 Articulación.....	181
1.1.4 Frenos	183
1.1.5 Sistema Hidráulico	191
1.1.6 Cucharón.....	197
1.1.7 Neumáticos.....	199
1.1.8 Cabina	207
1.2 Funcionamiento Básico de los componentes de una Excavadora Hidráulica de Cadenas.....	211
1.2.1 Bastidor Principal	212
1.2.2 Corona de Giro.....	213
1.2.3 Bastidor de la Superestructura.....	215
1.2.4 Sistema Hidráulico	221
1.2.5 Control Electrónico	228
1.2.6 Equipo de Trabajo.....	229
1.2.7 Tren de Rodaje.....	232
2. LIMITACIONES TÉCNICAS EN EL USO PREVISTO DE LA MÁQUINA SEGÚN ESPECIFICACIONES DEL FABRICANTE.....	238
3. ELEMENTOS Y SISTEMAS DE SEGURIDAD ASOCIADOS A LA MÁQUINA.....	242
3.1 Bloqueos de Seguridad.....	242
3.2 Zonas muertas en las Palas Cargadoras.....	245
3.3 Controles de Presión y Temperatura.....	246
3.4 Resguardos de Correas y Ventiladores	247

3.5 Frenos	249
3.6 Dirección	250
3.7 Estructuras de protección	250
3.8 Espejos	252
3.9 Superficies Anti-deslizantes	253
3.10 Manual de Instrucciones	253

CAPÍTULO 4: CONTROL Y VIGILANCIA SOBRE EL LUGAR DE TRABAJO 255

1. CONOCIMIENTO DE LOS DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD PARA EL CONTROL Y VIGILANCIA DE LA MÁQUINA	260
1.1 Panel Electrónico de Alarmas Acústicas y Luminosas	260
1.2 Instrumentos de Control	263
1.2.1 Termómetros	264
1.2.2 Manómetros	267
1.2.3 Amperímetro	269
1.2.4 Voltímetro	271
1.2.5 Indicadores de Nivel	271
1.3 Indicador de Carga	275
2. CONTROL Y VIGILANCIA DEL LUGAR DE TRABAJO SEGÚN PROCEDIMIENTOS INTERNOS	277
2.1 Zonas de Arranque y Carga	278
2.2 Lugares de Trabajo de Transporte	284
2.3 Lugares de Trabajo de Descarga	292
2.4 Otros Lugares de Trabajo	295
2.5 Reparaciones, Revisiones y Mantenimiento	296

CAPÍTULO 5: INTERFERENCIAS CON OTRAS ACTIVIDADES 303

1. PROTOCOLOS/ PROCEDIMIENTOS ESTABLECIDOS CUANDO SE EJECUTEN TRABAJOS DE FORMA SIMULTÁNEA	305
1.1 Protocolos y Procedimientos de Trabajo. Aspectos comunes	306
1.2 Normas de Seguridad en la Carga y Descarga en la proximidad de otros Vehículos, Maquinaria o Personal	309
1.2.1 Con Pala Cargadora y Volquete (o Camión)	310
1.2.2 Con Retroexcavadora y Volquete	318



1.3	Procedimientos seguros de Comunicación con personas en el Exterior	323
1.4	Circulación de Palas Cargadoras por Pistas, Accesos y Frentes de Carga	324
1.5	Interferencias con personas en Pistas o en Zonas de Carga	328
1.6	Interferencias con Líneas Eléctricas de Alta Tensión	329
1.7	Interferencias con otros Procesos Productivos	330
CAPÍTULO 6: NORMATIVA Y LEGISLACIÓN		331
1.	LEY 31/1995, DE 8 DE NOVIEMBRE DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES: DERECHOS Y OBLIGACIONES.....	333
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.....	334
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	342
4.	INSTRUCCIONES DE TRABAJO.....	346
5.	DISPOSICIONES INTERNAS DE SEGURIDAD	347

CAPÍTULO 1

DEFINICIÓN DE LOS TRABAJOS

En este capítulo se estudian los trabajos que realiza el operador que maneja la maquinaria de arranque, carga y viales bajo dos aspectos fundamentales:

- ⇒ Definición de las Tareas Básicas
- ⇒ Definición de los Trabajos que se pueden realizar con dicha maquinaria

I. EL MOVIMIENTO DE TIERRAS

Los Trabajos que se efectúan en una Explotación Minera a Cielo Abierto, con independencia del producto que se quiere extraer, requiere la realización de un Movimiento de Tierras en unos volúmenes que varían con el tamaño de la Explotación. Para extraer la Materia Prima que después será vendida con un mayor o menor grado de transformación, es necesaria la utilización de la Maquinaria Móvil en cuya selección, tanto de tipo como de modelo, tendrán influencia en mayor o menor grado muchos factores, de los cuales el que con frecuencia decide es el Material a extraer.

Un Movimiento de Tierras se compone de varias fases, de las que, en una Explotación Minera, solamente se realizan las de Arranque, Carga, Transporte y Descarga; en algunos casos especiales como son la construcción de pistas, explanadas, etc., se completa el Movimiento de Tierras con el resto de las fases: Extendido, Nivelación, Compactación y Refino.



- El **Arranque** es la operación que presenta mayor dificultad, porque se trata de pasar un material de su estado natural, en el que lleva muchos años, al de material suelto, de forma que esta nueva situación permita realizar el resto de las fases.
- La **Carga** es una fase en la que, comparativamente, las dificultades son menores; consiste en mover el material desde la situación en la que queda en la fase anterior hasta introducirlo, en la mayoría de los casos, dentro de la caja de un Volquete, para su transporte.
- El **Transporte** es la Operación que, a pesar de su aparente facilidad, representa el mayor porcentaje en el coste final por tonelada movida; la razón es simple: se necesitan varias unidades de transporte para absorber toda la carga que es capaz de mover la Máquina que efectúa la Carga; dicho de otro modo, a pesar del enorme tamaño que han alcanzado los Volquetes, aún son, y seguirán siendo, pequeños en relación con los equipos de carga, porque nunca será rentable fabricar una Cargadora que llene el Volquete con un solo Cucharón. En esta fase cobra una importancia especial las distancias a que se vaya a transportar el material y la diferencia de cotas que deban superar los componentes del Equipo de Transporte.

- La **Descarga** se realiza por el propio Volquete, en la mayoría de los casos elevando su caja; en función del material transportado, se hará en una escombrera si es estéril o en una tolva si se trata de la Materia Prima a transformar.

ARRANQUE

Para realizar la Operación de Arranque, disponemos de varias opciones en cuya selección influye de una forma decisiva el material, sobre todo su dureza que es quien determina normalmente la forma de realizarlo. Las posibles opciones son las siguientes:

- **VOLADURA.** Es la opción necesaria cuando el material es roca con elevada dureza y sana, es decir, sin alteraciones ni grietas por las que se pueda introducir el equipo de trabajo de otras Máquinas. Exige una perforación previa y el uso de explosivos, en cuyo estudio no vamos a entrar porque no es el objetivo de este Manual; el volumen que puede arrancarse en una sola Voladura depende de las necesidades de cada Explotación en cada momento.
- **TRACTOR DE CADENAS.** Es el método que se ha utilizado durante muchos años, pero que hoy tiene un uso muy restringido; según la dureza del material, se puede arrancar con la hoja de empuje o, si es demasiado duro para hacerlo con este equipo, con el escarificador o ripper. En materiales hasta tipo roca blanda, puede utilizarse este sistema de forma rentable, a partir de este punto, no queda otra solución que la Voladura. El Material que arranca el Tractor, se carga luego con una Pala Cargadora.



CARGA

La Carga se produce una vez que el material ha sido arrancado por alguno de los sistemas anteriores; la Máquina típica para realizar esta Operación es la Pala Cargadora, de la que existen dos Opciones, sobre Ruedas, que es la más utilizada actualmente, y sobre Cadenas de la que cada vez se utilizan menos unidades en Movimiento de Tierras.

La Pala de Ruedas tiene como características más importantes la Movilidad y la Versatilidad.

La *Movilidad* es consecuencia de su rapidez, ya que tiene suficiente velocidad para desplazarse de un punto a otro de la Explotación en un tiempo razonable, por lo que se usa cuando hay que atender varios frentes de carga que estén a distancias considerables uno de otro, en las Plantas de Áridos para atender las tolvas y cargar los camiones en los acopios, etc.



Por lo que se refiere a la *Versatilidad*, la Pala de Ruedas puede montar diferentes accesorios si, en lugar de llevar el Cucharón anclado directamente en los brazos de elevación, la Máquina dispone de un tablero con acople rápido que le permite cambiar de accesorio en pocos segundos.

La Pala de Cadenas se distingue por su mejor comportamiento en terrenos embarrados o en aquellos casos en los que el material que se va a cargar se presenta en forma de rocas de diferentes tamaños pero con bordes cortantes, que ponen en peligro la integridad de los Neumáticos. Su punto débil es cuando se trabaja en material que tiene en su composición sílice libre, por el deterioro de sus trenes de rodaje. Su Fuerza de Arrancamiento es superior a la de la Pala de Ruedas, si se comparan potencias similares.

TRANSPORTE

La Máquina típica de esta operación es el Dumper o Volquete Minero que se diseña para transportar el material que ha sido cargado en su caja. En muchas Explotaciones Mineras, sobre todo en las canteras de las Plantas de Áridos, se suele utilizar el Camión convencional de Carretera, bien sea con la caja tradicional apoyada en su bastidor o la típica “bañera” compuesta por una Cabeza Tractora que tira de un remolque articulado con la primera. Todos tienen una característica común: la necesidad de elevar la caja para efectuar la descarga.

Los Volquetes Mineros son Máquinas que por su anchura y por su peso por eje cuando van cargados, no pueden circular por Carretera; solamente en vacío y como traslado especial se



puede contemplar esta posibilidad. Hay también algún caso particular que luego comentaremos. Pueden ser:

- **De Bastidor Rígido (*Volquetes Rígidos*)**, diseñados para el transporte de todo tipo de material que se produce en las Explotaciones Mineras; se caracteriza por:

- La Robustez de sus componentes, sobre todo el bastidor y la caja, diseñados para resistir impactos de rocas de tamaño considerable.
- Su Tracción que se desarrolla únicamente por el eje posterior, siendo el eje delantero solamente direccional.
- Su velocidad, que puede alcanzar los 70 km/h.



- **De Bastidor Articulado (*Volquetes Articulados*)**, pensados para el transporte en pistas mal conservadas, o en zonas con pluviometrías altas que hacen imposible la conservación de las pistas y provocan bajos coeficientes de tracción. Se defienden bien en terrenos embarrados, en pistas con superficies de rodadura onduladas e irregulares, etc. Sus Características son las siguientes:

- La Robustez de sus componentes es inferior a la de los Volquetes Rígidos, en especial su caja que, si se carga con roca debe ser bien volada, con tamaños que no superen los 40-50 centímetros.
- Todos sus ejes son motrices, con lo que:
 - Aprovecha todo su peso para conseguir una mayor Tracción Utilizable que el Volquete Rígido.
 - Esta Tracción se reparte entre sus seis ruedas, con lo que la facilidad de deslizamiento del neumático es claramente inferior a la de los Volquetes Rígidos.



- Su dirección es por medio de la articulación de sus dos bastidores, lo que disminuye el radio de giro en relación con el Volquete Rígido.
- Sus bastidores oscilantes permiten el giro relativo en un plano horizontal de uno respecto del otro, lo que se traduce en que un bastidor puede llegar a volcar y el otro permanece horizontal.
- La descarga se produce por elevación de la caja, como en el Volquete Rígido.

En este grupo de Máquinas hay dos modelos peculiares:

- Los modelos inferiores a las 25 toneladas tienen una carga por eje inferior a las 13 toneladas y su anchura total es inferior a 2,5 metros; en principio, pueden circular por carretera, pero puede haber alguna dificultad si se consideran como camiones articulados porque la “Cabeza Tractora” no puede separarse de la parte remolcada.

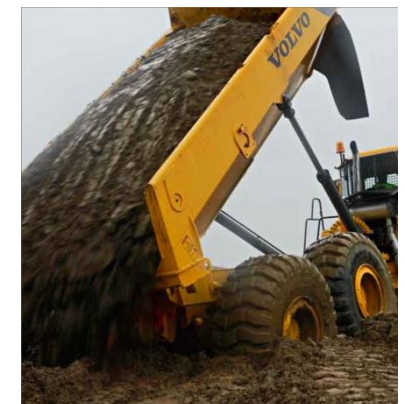
Al subir rampas importantes, el material puede derramarse por la parte posterior de la caja; por esta razón suelen llevar un suplemento que se abre automáticamente al elevar la Caja, y se cierra al bajarla.

Un modelo de una determinada marca, incorpora un sistema de descarga totalmente distinto; consta de un mecanismo que hace que la parte delantera de la caja se desplace por unas guías y empuje la carga que cae sin que el Volquete necesite detenerse ni sin que haya que elevarla.



DESCARGA

Esta Operación puede hacerse, bien por medio de la Pala de Ruedas o bien por el Volquete; con cualquiera de ambas Máquinas, se puede hacer tanto en la escombrera o vacie si se trata de material estéril, como en la tolva de alimentación de la machacadora si es mineral lo que se transporta. En cualquier caso, la descarga siempre es en montones que, si se va a continuar con el resto de las fases del Movimiento de Tierras, habrá que extender posteriormente.



EXTENDIDO

Esta operación no se realiza habitualmente en las Explotaciones Mineras excepto en las escombreras cuando el material volcado por los Volquetes no cae directamente por el talud de la misma y en el mantenimiento del firme de las pista de transporte, con ayuda de una motoniveladora o un tractor de ruedas.



SISTEMAS MIXTOS.

Nos referimos al uso de maquinaria que realiza más de una Operación simultáneamente y que, ordenados por la dureza del material, en orden decreciente son:

- **Excavadora Hidráulica.** Ya sea bajo la forma de Excavadora de Carga Frontal o con equipo de Retroexcavación (*Retroexcavadora*), puede realizar el Arranque y la Carga simultáneamente en la mayoría de los materiales que se arrancan con Tractor.
- **Pala Cargadora.** De menor fuerza de arrancamiento que la Excavadora, puede arrancar y cargar al mismo tiempo aquellos materiales que el Tractor arranca usando solamente la Hoja de Empuje; son materiales blandos; como hemos visto, puede desplazarse sobre Ruedas o sobre Cadenas.
- **Mototralla.** Es una Máquina que realiza casi todo el Movimiento de Tierras porque es capaz de hacer el Arranque, la Carga, el Transporte, la Descarga, el Extendido e, incluso, iniciar la Compactación por su peso y las presiones de inflado de sus neumáticos.



No es un tipo de Máquina que se utilice corrientemente en Minería, si bien en algunas cortas tales como la de Andaluza de Minas, hoy ya cerrada, si se usaron para la retirada del estéril; igualmente, en algunas empresas dedicadas a la extracción de arcilla, se suelen usar con cierta frecuencia.

Además de estos tipos de Máquinas, en una Explotación Minera pueden utilizarse otras Máquinas tales como:

- **Tractores de Ruedas.** Es una máquina auxiliar que realiza los trabajos de limpieza y mantenimiento tanto de los frentes de carga cuando esta operación se realiza con cualquiera de los tipos de Excavadora Hidráulica, como la de las escombreras, sobre todo cuando se trabaja con un número importante de Volquetes que realizan esta operación sin volcar totalmente la carga fuera de ella.

También se usa para hacer otros trabajos auxiliares tales como remolcado de torres de iluminación, compresores, retirada de rocas por las pistas de acarreo, etc.

- **Motoniveladoras.** Es la Máquina básica para realizar los trabajos de Nivelación y Refino; su característica fundamental es la precisión en el acabado, aunque su uso en las Explotaciones Mineras fundamentalmente en el Mantenimiento de Pistas de Acarreo, no necesita ser hecho con la precisión que se exige en trabajos de Construcción.

Las que hoy existen en el mercado, son todas articuladas, lo que, unido a su alcance lateral al extender el círculo y la Hoja de trabajo, permite nivelar y limpiar con total Seguridad los bordes de pistas y escombreras, haciendo que la parte más pesada de ella circule alejada del borde mientras que el eje delantero, concretamente la rueda más exterior, puede ir prácticamente pisando por el borde del talud.

Por la cantidad de trabajos que pueden hacerse con ella, todos con gran precisión, resulta muy difícil su manejo, sobre todo cuando no se llevan a cabo frecuentemente. Trabajos tales como el Refino de taludes, apertura y limpieza de cunetas, extendido de montones, etc., son algunas de las tareas habituales de las Motoniveladoras.



- **Compactadores.** Para realizar la Compactación de una nueva pista o de una explanada, se suelen usar Compactadores de Rodillo Vibratorio, que cubren las exigencias de Compactación de la mayoría de los materiales.
- **Retrocargadoras (también conocidas como retropalas o mixtas).** Es una Máquina muy versátil que dispone de un Cucharón frontal, con el que puede hacer el trabajo de carga en pequeños volúmenes y con material blando, y una retro posterior que permite excavar zanjas hasta una profundidad de 6-7 metros, lo que le permite abrir drenajes, cunetas, etc.



- **Manipuladoras Telescópicas.** Es una Máquina capaz de situar una carga de hasta 5 ó 6 toneladas a una altura de más de 12 metros. Puede montar un importante número de equipos que le permiten multiplicar sus aplicaciones.



Entre ellos, hay disponible una cesta para elevar dos personas, lo que permite alcanzar lugares elevados en cintas transportadoras para sustituir rodillos o reductores averiados, cambiar bombillas, limpieza de cristales, etc., dándose la circunstancia que el Operario que va en ella es quien maneja todos sus movimientos.



- **Palas Cargadoras Compactas.** Máquinas de muy pequeño tamaño, capaces de moverse dentro de recintos estrechos, que sustituyen al hombre en la carga con pala manual.

Su facilidad de maniobra la hace ideal para trabajos en lugares estrechos, y la variedad de Equipos que puede montar multiplica sus aplicaciones.

Como el presente Manual se refiere en concreto a **Equipos de Carga**, nos centraremos en todo aquello que se refiere a la Pala Cargadora de Ruedas y a la Excavadora Hidráulica, especialmente en su configuración de Retroexcavadora; aunque existen versiones sobre ruedas, su uso en Minería es restringido, por lo que haremos alguna referencia puntual a esta Máquina.



Según la Especificación Técnica 2001-1-08, estas Máquinas se definen de la siguiente forma:

- **Pala Cargadora:** “Máquina autopropulsada sobre ruedas o cadenas, con un equipo de trabajo montado en la parte frontal cuya función principal son las operaciones de carga (utilización de cuchara), con la que carga o excava mediante el movimiento de la máquina hacia adelante”.



- **Excavadora Hidráulica de cadenas:** “Máquina autopropulsada sobre cadenas, con una estructura superior capaz, normalmente, de efectuar un giro de 360°, cuya principal función es la de excavar mediante una cuchara, sin que la estructura portante se desplace durante un ciclo de trabajo de la Máquina, y que utiliza un sistema hidráulico para accionar los equipos montados sobre la Máquina Base”.

2. DEFINICIÓN DE LAS TAREAS DESARROLLADAS EN EL PUESTO DE TRABAJO DE CADA MÁQUINA EN PARTICULAR

Las tareas que los Operadores de Palas Cargadoras y Excavadoras Hidráulicas realizan en sus Explotaciones difieren de un lugar a otro debido a las condiciones laborales establecidas en cada caso. No obstante, hay una serie de ellas que son comunes a todos los Operadores, mientras que otras son específicas de los trabajos que se realizan con cada uno de los dos tipos de Máquinas. Las analizaremos en el presente capítulo.

2.1 Tareas Comunes

Estas tareas pueden variar de una a otra Explotación, pero serán las mismas para los Operadores de Retroexcavadora o Pala de Ruedas que pertenezcan al mismo centro de trabajo. Una vez que el Operador está en la Explotación y ha pasado por los vestuarios para vestir la ropa de trabajo, empiezan las tareas que debe realizar todos los días. Por lo general, en la mayoría de las Explotaciones esta ropa de trabajo la proporciona la Empresa a todos sus Operadores, e incluye los EPI necesarios.

Si no es así y cada operador usa la ropa que desea, conviene recordar lo siguiente:

- Debe ser ajustada al cuerpo, sin botones ni partes sueltas que puedan engancharse en los controles de forma inesperada y no deseada.
- Suele ser frecuente utilizar zapatillas deportivas para conducir la Máquina; no es el calzado más adecuado porque la suela se llena de barro con facilidad y presenta una superficie que resbala más de lo deseable sobre los pedales, o la superficie de la Máquina, además de no proteger los pies del Operador; lo que procede es llevar calzado de Seguridad.
- No se deben llevar colgantes, anillos ni reloj, que puedan engancharse al subir o bajar de la Máquina y provocar accidentes graves, tales como amputaciones de dedos, si el Operador se resbala y queda colgado por el anillo o la pulsera.



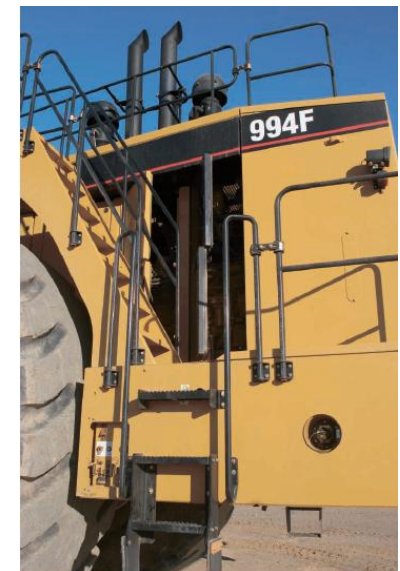
- Se debe utilizar todo el Equipo de Protección Individual que sus representantes hayan acordado con la Dirección: casco, guantes, mascarilla, etc., así como gafas y botas de Seguridad reforzadas si el Operador va a realizar el Mantenimiento de la Máquina.

Tras este inciso, analizaremos las tareas del Operador:

- **Revisión Previa.** Se describe en el capítulo siguiente, y es un Seguro, tanto para quien maneja la Máquina como para quienes se mueven cerca de ella, porque establece un punto de partida en la Seguridad al comprobar que está en condiciones para trabajar, al menos, en lo que puede verse externamente. De entrada, dar una vuelta alrededor de la Máquina antes de acceder a la Cabina, nos asegura que no hay nadie en sus alrededores que pueda resultar dañado en el momento en que se inicie la marcha.

Esta revisión previa nos asegura además que se cuenta con suficiente aceite, agua y combustible para trabajar al menos unas pocas horas. Es particularmente importante el realizarla cuando la Máquina acaba de pasar por el mantenimiento, en previsión de posibles fallos humanos que hagan que los niveles no sean los correctos, o que los tapones no hayan sido convenientemente apretados.

- **Acceso a la Cabina de la Máquina.** Muchos accidentes quizás no excesivamente graves se producen al subir o bajar de las Máquinas. Esta operación debe hacerse siempre en las siguientes condiciones:
 - Dando la cara a la Máquina.- Esto es habitual cuando se sube a ella, pero no siempre se tiene en cuenta al bajar de la unidad; muchas veces se hace de espaldas a ella, o, lo que es aún peor, saltando.
 - Siempre con tres Puntos de Apoyo, que pueden ser las dos manos y un pié o los dos pies y una mano.
 - Utilizando todos los peldaños que nos ofrece la Máquina, para evitar posturas forzadas que pueden dar lugar a esguinces, torceduras, etc. En las Excavadoras Hidráulicas, suele ser necesario andar por el rodaje, sobre todo si alguno de los peldaños está estropeado; esto supone un riesgo de Resbalón que puede acarrear la caída del Operador al mismo o a distinto nivel.



- **Puesta en Marcha del Motor.** El Motor debe arrancarse únicamente en zonas bien ventiladas, lo que es normal en la mayoría de los casos, pero que puede no ser así cuando la Máquina se halla en el interior del taller. Conviene entonces, dejar las puertas abiertas para provocar una corriente de aire que evacúe rápidamente los gases producidos por la combustión.
- **Traslado al punto de trabajo.** Una vez que la Máquina está con el motor en marcha, hay que conducirla al lugar de trabajo, para lo cual no podemos olvidar lo siguiente:
 - Al principio de la jornada, la Máquina aún está fría y se debe conducir con precaución para favorecer su rápido calentamiento.
 - Durante el traslado se deben seguir las Normas de Tráfico establecidas por la Dirección para todas las unidades que trabajan en la Explotación. Las personas que pertenecen a alguna sub-contrata, están obligados igualmente a cumplir con estas Normas.
- **Estacionamiento de la Máquina.** Una vez terminada la jornada o el turno de trabajo, o si es necesario parar la unidad por el motivo que sea, se deberá dejarla estacionada en los lugares previstos para ello, huyendo en todo caso de situarla en puntos que impidan o dificulten el paso de otras Máquinas, estorben la circulación o perjudiquen la visibilidad. La forma de realizar esta operación se estudia en el próximo capítulo.
- **Hacer el Mantenimiento de la Máquina.** Una vez terminada la jornada, se deben realizar las labores de Mantenimiento que correspondan por las horas de trabajo acumuladas después de la jornada. Por lo general, será necesario, al menos en las unidades antiguas, engrasar los diferentes puntos de engrase de la Máquina.
- **Repostado de la Unidad.** Los fabricantes montan en sus Máquinas depósitos de gas-oil que tienen capacidad para que pueda trabajar una jornada completa de 10 horas, quedando una pequeña reserva del 10%, suponiendo que la unidad va a trabajar a pleno rendimiento. El consumo de combustible se ve afectado por las condiciones de trabajo y, por regla general, se termina la jornada o el relevo y todavía queda suficiente combustible para parte de la jornada siguiente; no obstante, lo mejor es repostar la Máquina antes de marcharse; de esta forma, como veremos más adelante, se consigue tener el depósito de combustible más limpio, y al día siguiente, no hay que estar pendiente de en



qué momento va a ser necesario repostar. De todas formas, cada Explotación tiene su propio sistema de repostado y se deben seguir las Normas por ella establecidas.

- **Informar a los Superiores.** A lo largo de la jornada se han podido producir incidencias en el trabajo con las Máquinas, que pueden afectar a la Seguridad en los futuros días, tales como rotura de algún espejo, cristal o peldaño, etc. Todo lo que el Operador haya podido observar debe ser comunicado a sus Superiores al terminar la jornada para su rápida reparación o para su seguimiento si ha sido una anomalía circunstancial.

2.2 Tareas Específicas del Operador de Pala de Ruedas

El Operador de Pala de Ruedas es el encargado de manejar esta Máquina en los distintos trabajos que se realizan con ella, fundamentalmente la Carga con/sin Excavación del material; en la cual la pala utiliza una combinación de dos esfuerzos: la **tracción** que le permite clavar su cucharón en el acopio del material a cargar y los movimientos de **elevación y recogida** del mismo que terminan de llenarlo.

Las condiciones del suelo y el tipo de material determinan en cada caso cuál de ambos medios debe prevalecer sobre el otro, de forma que si la tracción es adecuada y el material fácil de cargar, como es el caso de un acopio de áridos, se da prioridad a la penetración por el movimiento de la Pala sobre el accionamiento del Cucharón, para el que basta una o dos recogidas y se llena en cantidad suficiente; si, por el contrario, el material es difícil de cargar, aún gozando de buen agarre, es necesario usar más los movimientos del Cucharón porque la oposición al movimiento de la Pala que presenta este material es muy superior al explicado anteriormente.

Las **NORMAS BÁSICAS PARA LA CARGA**, aplicables en todos los casos, son las siguientes:

- El **ataque al acopio de material** hay que hacerlo siempre con los dos bastidores alineados; con ello se consigue el máximo aprovechamiento de la tracción de la Pala, y los esfuerzos que ésta debe resistir se reparten entre sus componentes de forma equilibrada.
- Se debe **cargar utilizando todo el ancho del Cucharón**. que es como los brazos de elevación aguantan mejor las tensiones que se producen durante la carga. Cuando la carga presenta dificultades, se tiende a trabajar sólo con las esquinas, con el fin de



concentrar el esfuerzo en un espacio más corto y conseguir el desprendimiento de las piedras que estén encajadas; esta práctica provoca, cuando menos desgastes excesivos en la esquinas del Cucharón, pero puede llegar a romperlo, abriendo las soldaduras. Aunque no se llegue a este extremo, esta forma de cargar somete al Mecanismo de Carga a torsiones importantes que, por no estar equilibradas, pueden provocar fisuras en los brazos. Peor aún es cuando, con el Cucharón encajado, se acciona la dirección a derecha e izquierda para sacar alguna piedra de su sitio y poderla cargar.



- El *llenado del Cucharón* es un punto importante; es lógico pensar que, cuanto más lleno esté, mejor es el rendimiento de la Pala; esto no siempre es así. En efecto, al principio, el Cucharón está vacío y el material entra con facilidad, pero, conforme se va llenando, la resistencia que se opone a su movimiento dentro de él va creciendo, sobre todo si se trata de cargar roca volada; esto se traduce en mayor consumo de combustible y de riesgo de patinaje de los neumáticos, además de aumentar el tiempo de carga.
- Cuando el *Cucharón se llena en exceso*, el material que excede de su capacidad se derrama en la maniobra de acercamiento al Volquete; esta es la causa de la presencia de piedras o rocas en sus proximidades, que suponen un riesgo de corte, o al menos de un

pinchazo en los neumáticos si la Pala pasa por encima de ellas. Una buena medida es, antes de abandonar el punto de carga, sacudir suavemente el Cucharón para que el exceso de material caiga en el lugar adecuado en vez de producir riesgos e incomodidades para el resto de la Operación.

- El *Frente de Carga* debe estar sobre una superficie plana y lo más horizontal posible; si hay que cargar en una pendiente, se debe hacer de forma que la Pala siga la línea de máxima pendiente; se debe huir de utilizar la pala transversalmente por el riesgo de vuelco que se acrecienta cuando se eleva el Cucharón.



- Igualmente, la *Zona de Carga* debe estar limpia de piedras y material que se ha perdido en la carga; su superficie debe ser plana, para lo cual, si es necesario, se debe aportar material fino cuando queden hoyos o lomos en ella.

A continuación, se analizan los **TRABAJOS HABITUALES DE LA PALA DE RUEDAS:**

→ **Arranque y Carga de Material.** Siempre que el material con el que se vaya a trabajar sea de fácil excavación, puede hacerse con la Pala, si bien hay que tener en cuenta que esta Máquina se diseña como Cargadora, es decir, que su mejor rendimiento lo alcanza trabajando en material previamente arrancado; es más, aunque sea de fácil excavación, sobre todo pensando en modelos de cierta antigüedad, las condiciones ideales para la Pala son las que se derivan del acopio del material por medio del Tractor de Cadenas.



→ **Carga de Material Volado.** Este material supone siempre un trabajo duro para una Pala Cargadora, por la resistencia del material a que el Cucharón de la Pala penetre en la pila de roca volada.

Se debe vigilar para que el neumático no patine, porque esta circunstancia puede acarrear su ruina con pocas horas de trabajo, además del riesgo de reventón, con el posible accidente.

La presencia de un Tractor de Cadenas que mueva el Material a la Pala es una ayuda inestimable, y su coste se compensa con el mayor rendimiento de la Pala, sus menores costes y la mejora de las condiciones en lo que a Seguridad se refiere.

→ **Carga y Transporte.** Cuando la distancia a recorrer para descargar el material es corta, se puede utilizar la Pala en este trabajo, para el que hay que aplicar las siguientes normas:



- Cuando se hace Carga y Transporte se debe llenar lo más posible el Cucharón, siempre teniendo en cuenta que el exceso de carga provocará derrames durante el desplazamiento de la Pala; puesto que el ciclo se va a alargar unos minutos en el transporte y el retorno, la influencia de unos segundos más en el llenado del Cucharón resulta insignificante.

- El Cucharón, durante el transporte debe ir lo más bajo posible para favorecer tanto la visibilidad como la estabilidad de la Pala; esta altura está condicionada por el ángulo de recogida a nivel del suelo.
- Se debe circular lo más rápido que permitan las condiciones de la pista y las normas establecidas a este respecto por las DIS de la Explotación.
- Las Rampas deben subirse en la dirección de máxima pendiente; es peligroso girar a media ladera para cambiar de dirección, porque hay riesgo de vuelco.
- Para realizar este trabajo, es necesario que en la Selección del Neumático se haya contemplado esta aplicación, como veremos más adelante.



→ **Alimentación de Tolvas.** Es este un trabajo que puede considerarse como parte del de Carga y Transporte, porque es el punto de descarga del material. Para la Pala no representa ninguna dificultad si la zona de descarga es amplia. En ocasiones, la tolva se encuentra al final de una rampa, lo que lleva consigo que su anchura suele ser escasa.

A la hora de la descarga, deben seguirse las siguientes precauciones:

- No elevar el Cucharón una altura mayor de lo necesario; para ello, si la Pala dispone de un limitador ajustable de elevación, se facilita la descarga, ajustando la altura a la exigida por la tolva.
- El Cucharón se debe elevar cuando la Pala esté lo más cerca posible de la tolva. Se debe frenar suavemente, porque una frenada brusca con el Cucharón a media altura puede hacer que la Pala despegue del suelo sus ruedas traseras.
- Los brazos de la Pala permiten que la descarga no tenga que realizarse apurando la distancia; volcar el material cuando las ruedas delanteras aún están lejos del



borde, en tolvas situadas a nivel del suelo, es una forma más segura de realizar el trabajo.

→ **Limpeza de la Zona de Carga.** Es una misión específica de la Pala; bastan unas pocas pasadas con el Cucharón a ras del suelo para que el material esparcido vuelva a la pila y el suelo quede libre de obstáculos; para ello se apoya el Cucharón en el suelo, totalmente plano y en posición flotante, para que retire únicamente el material que esté suelto. Esta operación se debe hacer:

- Si la Pala tiene que esperar al siguiente camión, aprovechando estos tiempos muertos.
- Si estuviera saturada, se debe realizar cuando se vea que los obstáculos en la Zona de Carga empiezan a ser numerosos y exigen maniobras más largas tanto a la Pala como a los Volquetes.

→ **Limpeza de Pistas.** Este trabajo es una mala aplicación de la Pala, que solamente se justifica si las otras Máquinas de servicio están averiadas; el tiempo que necesita una Pala para limpiar una pista de cierta longitud, al coste horario de una Pala de Ruedas, hace dudosa su rentabilidad. Si hay que hacerlo, se deben seguir las siguientes normas:

- Igual que la limpieza de la Zona de Carga, se debe apoyar el Cucharón plano en el suelo, con el control en posición “flotante” si solamente se van a retirar materiales o piedras sueltas; si hay que arrancar las roderas producidas por las ruedas de los Volquetes, entonces es necesario “picar” ligeramente el Cucharón para arañar estos cordones, acumulándolos en su interior, hasta llenarlo. Una vez alcanzado el punto de llenado, se recoge el Cucharón y se vierte el material por el talud de las pista, cuidando que no rellene la cuneta, en el caso que exista.
- Para limpiar rampas, se debe hacer a favor de la pendiente, para contar con la ayuda del propio peso de la Pala; se deben seguir las normas explicadas en Carga y Transporte de no girar en pendiente que superen el 3-4%, por el riesgo de vuelco.
- Hay que tener especial cuidado cuando se limpia el lateral de la pista más próximo a su talud; la Pala está muy próxima al borde y cualquier hundimiento de la rueda que está más próxima al borde puede dar lugar a su vuelco.



→ **Eliminación de Bloques.** Cuando la Voladura ha dado como resultado la presencia de bloques de varias toneladas de peso que no son utilizables por las limitaciones de la boca de la machacadora, hay que trocearlos utilizando, normalmente, un martillo hidráulico. Para evitar interferencias con la carga del resto de la Voladura, estos bloques suelen retirarse y se suelen agrupar en un punto alejado del punto de carga.

Para seleccionar y retirar estos bloques se usa la Pala de Ruedas que, por el tamaño de su Cucharón, sobre todo en unidades de gran tamaño, permite recoger bloques más grandes que con la Retroexcavadora.

Para apartar los bloques, lo mejor es recogerlos dentro del Cucharón, si es posible, y llevarlos a ras del suelo para evitar la pérdida de apoyo de las ruedas posteriores. El límite del tamaño que se pueden manipular será el que haga que la Pala pierda su estabilidad, dejando de tener las cuatro ruedas en contacto con el suelo.

→ **Manipulación de Cargas.** Su Capacidad de Elevación las hace útiles para mover cargas tales como bloques de mármol, granito, pizarra o cualquier otra piedra ornamental; para ello es necesario que el Cucharón haya sido sustituido por horquillas de la anchura y resistencia adecuada para el peso del bloque que se quiere cargar en el camión.

La elevación debe realizarse al lado de la plataforma del mismo para reducir al mínimo la distancia a recorrer por la Pala con el bloque separado del suelo. Este trabajo sobrecarga el eje delantero por lo que conviene consultar con el fabricante de los neumáticos para que confirme el valor de su presión de inflado.

→ **Utilización de Equipos Especiales.** Nos referimos a accesorios tales como pinzas para troncos, palets de material de construcción, uso de brazo telescópico, etc. En todos estos casos se debe contar con la aprobación escrita del fabricante en lo referente a los límites de peso que se puedan manipular.



2.3 Tareas Específicas del Operador de Excavadora Hidráulica

La Excavadora Hidráulica, como se recoge en su definición, es una Máquina en la que todos los movimientos, incluida la Traslación, se realizan por medio de aceite a presión, y no necesita desplazarse para realizar su ciclo de trabajo. Se utiliza en Minería en sus dos versiones: Retroexcavadora y Excavadora de Carga Frontal. Analizaremos los trabajos más habituales con cada una de ellas.

2.4 Tareas Específicas del Operador de Retroexcavadora

Esta Máquina se caracteriza por ser la única que excava, acercando el Cucharón al resto de ella, por debajo del plano sobre la que está colocada. Fue la forma que adoptó cuando aparecieron los primeros modelos en Europa, puesto que es un tipo de Máquina de diseño europeo, que no hay que confundir en ningún caso con las grandes Excavadoras Hidráulicas de Cables de tracción eléctrica fabricadas en Estados Unidos, algunas de la cuales llegaron hasta las Explotaciones Mineras de nuestro país.

Por la forma de realizar el trabajo, se concibe como Máquina Auxiliar, siendo su tarea específica la Excavación de Zanjas para la posterior colocación de tuberías, lo que la hizo muy útil en trabajos de Construcción, Oleoductos, etc.

Su profundidad de excavación llevó a muchos usuarios a utilizarla en vaciados de edificios en los que ésta no excediese la que alcanzaba la Retroexcavadora, y se empezaron a realizar trabajos de Carga de Camiones, aprovechando la ventaja que supone el que éstos no tengan que entrar en el interior del vaciado; se eliminaban así los problemas generados por las malas condiciones del terreno que, en épocas de lluvia, hacían parar la Obra con mayor o menor frecuencia según fuera la climatología de la zona.

A partir de la década de 1.980 se diseña por una marca un Equipo Cargador, que comprende una pluma Monobloque más corta y robusta que la utilizada en zanjeo, un balancín corto y con un Cucharón de gran volumen.

Esta configuración de Máquina permite cargar unos volúmenes por cada ciclo muy superiores a los que se consiguen con la cuchara habitual de excavación, lo que, unido a su rapidez de ciclo, la hicieron muy atractiva para las Explotaciones Mineras porque:



- Elimina la necesidad del Tractor de Cadenas, indispensable cuando se carga con Palas Cargadoras.
- Reduce el volumen de Excavación necesario para alcanzar la capa de mineral.
- Su Fuerza de Arranque permite cargar materiales de dureza media y se comporta mejor en la carga de material volado.
- Su motor diesel elimina la necesidad de la alimentación eléctrica y con ella las exigencias de mangueras de cables y sus movimientos.

Los **TRABAJOS QUE PUEDE REALIZAR UNA RETROEXCAVADORA** en una Explotación Minera son los siguientes:

- **Excavación y Carga sobre Volquete de material en banco.** Cuando el Material lo permite, la Retroexcavadora puede hacer el Arranque y la Carga simultáneamente, depositando la carga en la caja del Volquete. La forma en que se realiza esta operación puede ser:
 - ⇒ Situando la Retroexcavadora por encima del nivel del Volquete, con lo que se facilita la descarga y se disminuye drásticamente el tiempo de ciclo al no ser necesaria la realización de giros de la superestructura superiores a los 30-45°; el Operador selecciona sin problemas el punto en que quiere llenar el Cucharón.
 - ⇒ Con el Volquete al mismo nivel que la Retroexcavadora siendo esta posición menos ventajosa desde la óptica del rendimiento, pero permitiendo el trabajo si el nivel inferior en el que se colocaría el Volquete no está en condiciones para trabajar por exceso de barro.
- **Carga de Roca Volada.** Con la limitación del tamaño de la roca que entre en el interior del Cucharón, las posibilidades son las mismas que las explicadas en el apartado anterior; la flexibilidad del sistema es tan grande que se puede situar el Volquete, cuando está en un nivel inferior, con el eje paralelo al talud del frente, con lo que se ahorra espacio y se elimina la necesidad de conectar la marcha atrás para la maniobra del Volquete, que es causa de muchos y muy graves accidentes.



→ **Técnica de Escarificar y Cargar.** Es una forma de trabajo que se ha incorporado recientemente al trabajo con este tipo de Máquina. Para ello, es necesario que la Retroexcavadora lleve un Acoplamiento Rápido que le permita cambiar de equipo en pocos segundos. De esta forma, se monta un diente de escarificador sobre el tablero, con el que se aprovecha mucho más la fuerza de arrancamiento de la Máquina al concentrarla en una zona más estrecha; el Operador desgarrar el material que cae al suelo para que, cuando hay suficiente cantidad arrancado, cambiar el diente de ripper por el Cucharón y cargar el material que ha estado arrancando.

Es una técnica que se utiliza en aquellas rocas que exigen voladura para su arranque, pero que ya sea por razones ambientales sociales o legales, ésta no se permite. En estos casos, no hay otra forma de hacer rentable la Explotación. Con esta técnica, la producción de la Retroexcavadora es considerablemente menor, pero la calidad del producto excavado es superior a la que se consigue con la voladura.



→ **Excavación de Zanjas.** En una Explotación Minera, es un trabajo que se realiza pocas veces, cuando hay que abrir un desagüe, separar una zona por motivos de Seguridad, etc.; en estos casos, la Retroexcavadora se utiliza como Máquina Auxiliar, y lo lógico es llevarlo a cabo con otra unidad diferente a la utilizada en la Carga, puesto que, con el Equipo Cargador, la profundidad que alcanza la Retroexcavadora apenas llega a los 5 metros; el uso de una Retroexcavadora de Ruedas, aunque sea alquilada o de una Retrocargadora es más aconsejable que hacerlo con una Máquina de Producción.

Al abrir una zanja, el material se puede colocar al lado de ella para utilizarlo posteriormente para su relleno, o se puede cargar sobre camión y llevar el material al vertedero. Con todo conviene recordar que:

- ⇒ Si la zanja va a alcanzar cierta profundidad y el material es poco cohesivo, puede ser necesario realizar su entibación para evitar derrumbes, sobre todo si va a haber personas trabajando en su fondo.
- ⇒ Se debe conocer si existe alguna conducción de agua, electricidad, teléfono o si hay depósitos de combustible enterrados en la zona en la que se va a trabajar, para evitar graves accidentes.



⇒ Si la zanja va a quedar abierta por un tiempo, conviene señalizarla y proteger su acceso por medio de vallas.

→ **Uso del Martillo Hidráulico.** Es un accesorio que se utiliza cada vez más en las Explotaciones Mineras y que se usa para múltiples trabajos, tales como:

- Trocear los bloques que resultan de una Voladura.
- Romper rocas que han quedado atrapadas en la boca de la Machacadora.
- Sanear los taludes del Frente de una Voladura una vez realizada.



El riesgo fundamental es la proyección de las partículas que se producen con el impacto de la pica del Martillo, por lo que el Operador debe ir protegido al menos con pantalla o gafas de Seguridad, y protector de oídos si el trabajo es muy frecuente y se prolonga varias horas. Una simple esquirla de material puede provocar graves daños en los ojos e incluso, incrustarse en las mucosas.

→ **Tareas Específicas del Operador de Excavadora Frontal.** Aunque no es muy utilizada excepto en grandes Explotaciones Mineras, la Excavadora de Carga Frontal tiene una forma de trabajo similar a la de una Pala Cargadora, si bien no se desplaza como ella en cada ciclo de trabajo. A igualdad de potencia, es la que ofrece mayor fuerza de arrancamiento y domina un frente de carga de mayor altura. Esto le permite hacer la carga selectiva, es decir, seleccionar exactamente el punto del frente en el que quiere cargar; además su fuerza de arrancamiento se conserva constante a cualquier altura. Su uso queda reducido a la carga de grandes Volquetes; de hecho los modelos de menor tamaño de este tipo de Máquina están a partir de las 90-100 toneladas.

El Cucharón está en un tamaño intermedio al de la Pala y al de la Retroexcavadora, para Máquinas de potencias similares, existiendo modelos de Cucharón específicos para la carga de roca y otros para el caso de arranque y carga simultáneos.



La Superestructura de la Excavadora Frontal es similar al de la Retro, de la que difiere en que, para mejorar la visibilidad de la caja del volquete, la cabina puede ir elevada una altura que depende del tamaño de la Máquina; en su trabajo normal, gira un ángulo casi constante entre 60 y 90°, lo que le permite hacer ciclos muy rápidos, que pueden serlo aún más si monta un Cucharón de Descarga por el Fondo, que le ahorra el movimiento de vuelco y le da una altura de descarga suplementaria que le permite dominar mejor al caja del Volquete.

Su forma de trabajo es simple: para disminuir la necesidad de espacio, los rodajes se colocan perpendiculares al frente de carga y muy próximos a él; el Cucharón, salvo que se quiera retirar una roca del frente, se sitúa a ras del suelo, entre los dos rodajes de la Máquina, con lo que, ya sea arrancando, ya sea en material volado, el material que pueda desprenderse del frente cae entre las cadenas de la Excavadora y no daña los neumáticos traseros del Volquete, que se coloca paralelo a ambos rodajes y a una distancia que depende del tamaño de la Excavadora, pero que no es mucho más de dos o tres metros, con lo que el espacio que se necesita es mínimo.



CAPÍTULO 2

TÉCNICAS PREVENTIVAS Y DE PROTECCIÓN ESPECÍFICAS AL PUESTO DE TRABAJO DE CADA MÁQUINA EN PARTICULAR

En este Capítulo se estudiarán las Técnicas Preventivas y de Protección que cada operador debe aplicar en su trabajo diario, mientras utiliza alguno de los tres equipos de Carga que indicamos en el Capítulo anterior; como es lógico, algunas de ellas serán aplicables a cualquiera de ellos, mientras que habrá otras específicas del tipo de Máquina que se utilice en la Carga, y analizaremos los peligros asociados a estas tareas.

I. TÉCNICAS PREVENTIVAS Y DE PROTECCIÓN ANTES DE COMENZAR EL TRABAJO

I.1 Revisión de la Máquina antes de su puesta en marcha, incluyendo los sistemas que inciden en la Seguridad

La Seguridad en el trabajo con el Equipo de Carga comienza por hacer una Revisión previa del estado de la Máquina, para comprobar que, al menos en lo que puede verse exteriormente, se encuentra en condiciones de trabajar de forma segura. Con esta revisión se logran evitar una serie de riesgos que, en caso de tener alguna anomalía, sólo se hubieran manifestado cuando ya la Máquina estuviera trabajando.

Las grandes explotaciones, suelen tener un equipo de personas cuya misión es revisar la Máquina y comprobar sus niveles, por lo que el operador recibe su unidad, incluso, ya arrancada. No obstante, en la mayoría de los casos, son los operadores los que deben hacer este trabajo, para lo cual, habrá una D.I.S. que lo regule e indique el procedimiento a seguir, que, en todo caso, deberá ser acorde con las instrucciones del fabricante.



Cuando arranca la jornada, esta revisión se suele hacer de una forma correcta; el problema surge cuando hay una Máquina que, por los motivos que sean, no se haya puesto en marcha con el resto de las unidades del Equipo de Maquinaria Móvil; en estos casos, suele haber descuidos en hacer esta revisión, casi siempre porque quien la pone en marcha piensa que ya habrá sido revisada por otra persona; esto suele suceder cuando una Máquina es utilizada por varias personas en el mismo relevo. **La Norma Segura es que todo el que va a arrancar una Máquina, la revise antes de ponerla en marcha, aunque sea a mitad de la jornada.**



La **Revisión Previa** supone que el Operador comprueba el estado de los distintos



La persona que trabaja con una máquina es el primer responsable de la seguridad.

componentes para lo cual debe empezar por una esquina del cucharón y seguir un recorrido sistemático; con ello da una vuelta alrededor de la unidad lo que ya *representa una medida de Seguridad, porque puede descubrir la presencia de alguna persona u obstáculo en lugares no visibles desde la cabina*. Esta revisión comprende los siguientes pasos:

PASO 1: OBSERVACIÓN POR DEBAJO DE LA MÁQUINA

Su objetivo es descubrir si hay fugas de agua, aceite y combustible, así como la existencia de grietas o fisuras, holguras importantes o tornillos flojos. Para poderla llevar a cabo, se necesita que la Máquina esté aparcada sobre una superficie seca que permita su fácil identificación.



Riesgos Asociados a la observación por debajo de la máquina:

- ⇒ Riesgo de Impacto contra alguna parte metálica de la unidad.
- ⇒ Riesgo de Impacto contra otra Máquina situada en sus inmediaciones.

Medidas Preventivas:

- ⇒ Utilización del Casco.
- ⇒ Estacionar las unidades dejando espacio suficiente entre ellas como para que se pueda andar sin riesgo.

PASO 2: COMPROBACIÓN DE LOS NEUMÁTICOS O DEL TREN DE RODAJE

Comprobación de los neumáticos

En el caso de cargar con Pala Cargadora, el neumático es, sin lugar a dudas, el componente que más influye en la Seguridad; a él se le encomienda tanto el agarre para que la Pala llene su cucharón, como soportar el peso de toda máquina. Cuando se habla de comprobar los neumáticos, no sólo se refiere a verificar la presión de inflado, sino, y más importante, comprobar si faltan tacos en la banda de rodadura y, sobre todo, si en sus flancos aparecen grietas profundas o cortes que puedan afectar los hilos de su carcasa; esta es la circunstancia que supone un mayor riesgo de



reventón, que es uno de los accidentes que pueden traer consecuencias de mayor gravedad, con frecuencia mortales si hay alguna persona situada en las proximidades de la rueda.

Conviene al mismo tiempo, eliminar las piedras que pueda haber entre los tacos en la banda de rodadura, así como buscar irregularidades, pasando la mano a lo largo de ella.



A la hora de hacer esta comprobación, es necesario revisar también los tornillos que unen la rueda con el eje, observando si falta alguno o están flojos. Por lo que respecta a la presión de inflado, hay que indicar la comprobación correcta es cuando el neumático está frío, que es como la dan los fabricantes. Con el neumático caliente, la presión es superior a la indicada, pero no se debe de quitar aire en estas condiciones porque no se sabe a ciencia cierta con qué presión real quedará.



Recuerde que no se debe rebajar la presión de un neumático cuando el aire está caliente.

La temperatura del aire en el interior del neumático se pierde muy lentamente; por ello, se recomienda que esta presión se compruebe después de un fin de semana en el que la Pala haya estado parada, sobre todo si se trabaja a más de un relevo o se superan las 12 horas diarias de trabajo, contando con las paradas y descansos para comer, repostar, etc.

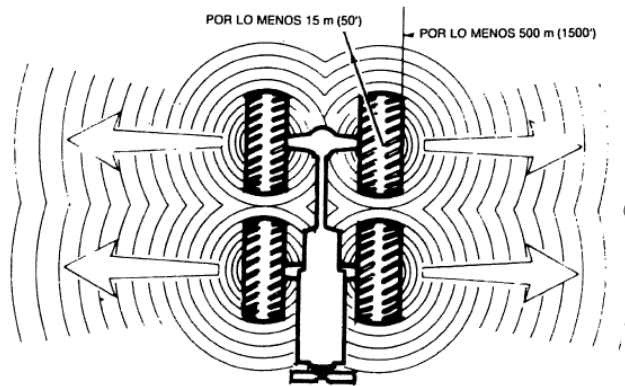
Riesgos Asociados a la comprobación de neumáticos

- ⇒ Riesgo de Reventón.
- ⇒ Riesgo de Corte.

Medidas Preventivas

- ⇒ Comprobar la presión desde la parte trasera del neumático.
- ⇒ Utilizar guantes.

No hay que confundir el **reventón**, que se produce durante el trabajo a causa de un corte profundo en alguno de sus flancos, con la **explosión**, que es mucho más violenta; esta “*puede despedir el neumático, el aro y componentes del eje hasta 500 m (1500 pies) o más de la máquina. La fuerza de explosión y el material que es despedido pueden causar lesiones, accidentes fatales y daños a la propiedad*”.



“Las explosiones de neumáticos inflados con aire que se usan en maquinaria para movimiento de tierra es como resultado de la combustión de gases que forma el calor excesivo dentro del neumático. El calor, generado al soldar o calentar componentes del aro de la rueda, por fuegos externos, o por el uso excesivo de los frenos puede causar la combustión de estos gases.”

“No se acerque al neumático más de lo que indica el área sombreada de la ilustración anterior”.

(Fuente: Manual del Operador de Pala Cargadora CAT 992 C de Caterpillar)

Este riesgo es particularmente peligroso por dos motivos:

- I. Porque puede producirse incluso después de la parada de la Máquina
- II. Porque está en peligro todo lo que se encuentre a menos de quinientos metros medidos frontalmente, según indican los fabricantes de las Palas Cargadoras en sus Manuales de Mantenimiento.

Riesgos Asociados a la comprobación de neumáticos

⇒ Riesgo de Explosión.

Medidas Preventivas

- ⇒ Utilizar el neumático adecuado a las condiciones de trabajo.
- ⇒ Inflar el neumático con nitrógeno en lugar de aire.
- ⇒ Utilizar los frenos de forma adecuada.



Recuerde que no se debe comprobar la presión del neumático de frente a él. La posición segura es paralelo a él y en su parte trasera.

Comprobación del Tren de Rodaje

Si la Carga se realiza por medio de Excavadora de Cadenas, ya sea de Carga Frontal o en versión de Retroexcavación, la misión que antes hemos visto que hacen los Neumáticos aquí se le encomienda al Tren de Rodaje, que, además de ser la base de sustentación de la Máquina sobre el suelo, es quien proporciona dos características que son contrapuestas: la tracción y la flotación.

Las Comprobaciones que se deben hacer son las siguientes:

- ⇒ Las tejas deben estar bien sujetas, sin que falten tornillos, o haya alguna rota; sus garras deben tener suficiente altura como para que proporcionen la tracción que necesita la Máquina, tanto para su trabajo como para su desplazamiento.
- ⇒ Se debe comprobar que no hay pérdidas de aceite en los ejes de los rodillos, ruedas guía y ruedas motrices; normalmente, para identificar las pérdidas con mayor facilidad, el aceite suele ir teñido con un pigmento rojo o amarillo que destaca sobre el color marrón del terreno.
- ⇒ Aunque la Excavadora no se desplaza en cada uno de sus ciclos como lo hace la Pala Cargadora, se debe vigilar la tensión de la cadena, para lo cual **deben seguirse las normas del fabricante en lo que se refiere a las condiciones en que debe comprobarse**. Una tensión excesiva produce un rápido



desgaste de los componentes del rodaje, mientras que si la tensión es escasa, se producen impactos que pueden romper las superficies de los eslabones o de las pestañas de los rodillos; la cadena puede salirse, si bien esta circunstancia solamente tiene lugar si está destensada en su práctica totalidad.

- ⇒ En algunas ocasiones, es necesario andar por el rodaje, sobre todo en modelos de gran tamaño para revisar la parte superior de las cadenas.

Riesgos Asociados a la Comprobación del Tren de Rodaje

- ⇒ Impactos en la cabeza u otras partes del cuerpo.
- ⇒ Cortes en las manos al pasarlas por las tejas, cadenas, etc.
- ⇒ Caída, en el caso de andar por la cadena.

Medidas Preventivas

- ⇒ Utilizar los EPI adecuados: Casco y Guantes.
- ⇒ Limpiar los rodajes al terminar la jornada de trabajo para evitar la presencia de barro o piedras que agudizan el riesgo de caída por Resbalón.

PASO 3: COMPROBACIÓN DEL EQUIPO DE TRABAJO

En esta revisión inicial de la Máquina, se deben comprobar que el Cucharón, sus herramientas de penetración, las barras que accionan su movimiento y sus rótulas, están en condiciones de realizar su trabajo. En concreto, se debe de vigilar:

- ⇒ La sujeción de dientes, cuchillas, cantoneras, etc., observando si hay tornillos flojos o abocardados, que puedan presentar riesgo de caída de las piezas durante el trabajo normal de la Máquina.



- ⇒ Ver si existen piezas del varillaje del cucharón dobladas o con grietas, que puedan suponer un riesgo de rotura.
- ⇒ Comprobar que los elementos de giro entre las diferentes piezas del Mecanismo de Carga giran libremente, tienen grasa en su interior y no presentan pérdidas de estanqueidad de importancia.



Riesgos Asociados a la Comprobación del Equipo de Trabajo

⇒ Cortes en las manos o en los dedos.

Medidas Preventivas

⇒ Utilizar los EPI adecuados: Casco y Guantes.

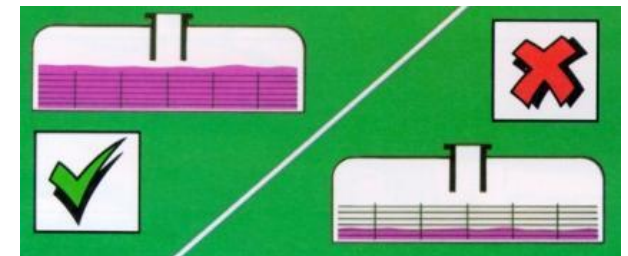
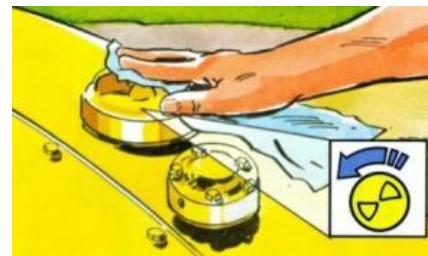
PASO 4: COMPROBACIÓN DE LOS NIVELES

Los diferentes componentes de las Máquinas, necesitan unas ciertas cantidades de diferentes fluidos para que funcionen de forma correcta; nos referimos al agua, gas-oil y aceite. Estos Componentes son: Motor, Transmisión y Sistemas Hidráulicos (Dirección, Frenos y Equipo de Trabajo).

La forma en que se comprueban estos niveles es muy parecida en todas las marcas, si bien pueden existir pequeñas diferencias que deben tenerse en cuenta para realizarlas correctamente; estas instrucciones suelen venir explicadas en los Manuales de Operación, y deben ser conocidas y aplicadas por los operadores. Normalmente estas comprobaciones se hacen por medio de varillas o mirillas en el caso del aceite, y abriendo el tapón del radiador para comprobar el nivel del refrigerante.

1. Comprobación del Nivel de Aceite del motor

Aunque el nivel correcto es el que se obtiene con el motor funcionando y en caliente, siempre se comprueba a motor parado con el fin de eliminar el riesgo de arrancar sin suficiente lubricación. Normalmente se hace por medio de una varilla, si bien hay cada vez más fabricantes que incluyen



en su Panel de Instrumentos una alarma óptica y/o acústica que avisa al operador de un bajo nivel del lubricante.

2. Nivel de Refrigerante

Esta comprobación, salvo indicación en contra del fabricante, **debe hacerse en frío y a motor parado**. Si se hace con el motor en marcha, el agua está circulando por todo el motor y el nivel que se tiene no es real; por otra parte, si se intenta comprobar cuando el motor está caliente, el agua puede salir al exterior de forma violenta al abrir el tapón del radiador y desaparecer bruscamente la presión interna al circuito.



Recuerde que no se debe abrir el tapón de un radiador cuando el agua aún está caliente.

Nivel de Combustible

Por su parte, el nivel de combustible se controla por un aforador que informa de ello en el salpicadero de la Máquina o por un indicador situado en el propio depósito. Esta comprobación tiene como objetivo determinar que hay suficiente combustible para trabajar con la Máquina, y saber de forma aproximada para cuanto tiempo.

El que una Máquina se pare de forma repentina por quedarse sin gasoil, además de la perturbación que supone para el Equipo de Maquinaria Móvil, entraña un riesgo porque no se sabe en qué condiciones va a estar cuando se pare el motor y esto trae consigo que sus distintos circuitos dejen de funcionar.



Normalmente, los depósitos tienen capacidad para almacenar combustible al menos para diez horas de trabajo ininterrumpido, quedando una pequeña reserva de alrededor de un 5%; esta reserva, no es para seguir trabajando, sino que es para dar tiempo a que se pueda estacionar la Máquina de forma segura. Sin embargo, este límite puede resultar escaso si el depósito no se mantiene adecuadamente drenando la humedad que se condensa en su interior.



Recuerde que no se debe trabajar con una máquina si el nivel de combustible es menor del 10%.

En todo caso, cuando queda menos de un 10% de combustible en el depósito, la bomba de transferencia puede aspirar algo de suciedad de la

que se deposita en el fondo, y provocar la parada del motor. Como esta cantidad apenas permite trabajar una hora más, es conveniente parar y repostar antes de permitir que se agote el combustible.

Riesgos Asociados a la Comprobación del Nivel de Combustible

- ⇒ Resbalón si la superficie de apoyo está sucia.
- ⇒ Impacto en las partes metálicas de la Máquina.
- ⇒ Caída si la comprobación se hace en alguna plataforma situada por encima del nivel del suelo.
- ⇒ Quemadura si se realiza con el motor caliente.

Medidas Preventivas

- ⇒ Mantener limpias las superficies anti-deslizantes.
- ⇒ Comprobar los Niveles desde el suelo, si es posible.
- ⇒ Utilizar los EPI adecuados (Casco, Guantes, etc.).

3. Nivel de Aceite de la Transmisión, Dirección, Frenos y Sistema Hidráulico del Equipo de Trabajo

La situación de los depósitos de cada uno de estos componentes, difiere de una marca a otra e, incluso en una misma marca, también es diferente según el tamaño de la unidad, pudiendo en unos casos comprobarse desde el nivel del suelo, o siendo necesario en otras ocasiones hacerlo desde las plataformas de mantenimiento.

La comprobación puede hacerse por una varilla o por un visor en forma de mirilla, y la circunstancia de hacerlo con motor en marcha o a motor parado difiere de una a otra marca.

En todo caso se debe comprobar que hay bastante aceite antes de poner en marcha el motor, aunque la comprobación definitiva se haga con el motor funcionando a bajas revoluciones. Por lo que se refiere al nivel del aceite en el Sistema Hidráulico del Equipo de Trabajo, la comprobación correcta pasa por situar los diferentes cilindros hidráulicos en la situación que indique el fabricante; una posición diferente, falsea el resultado.



Riesgos Asociados a la Comprobación del Nivel de Aceite

- ⇒ Resbalón si la superficie de apoyo está sucia.
- ⇒ Impacto en las partes metálicas de la Máquina.
- ⇒ Caída si la comprobación se hace en alguna plataforma situada por encima del nivel del suelo.

Medidas Preventivas

- ⇒ Mantener limpias las superficies anti-deslizantes.
- ⇒ Comprobar los Niveles desde el suelo, si es posible.
- ⇒ Utilizar los EPI adecuados (Casco, Guantes, etc.).

PASO 5: RELLENADO DE LOS DEPÓSITOS

Si, como resultado de la Revisión de Niveles, se detecta que alguno de ellos es inferior al especificado, hay que añadir el fluido correspondiente, rellenando **hasta el nivel indicado por el fabricante**, sin sobrepasarlo. Si se llena en exceso, el sobrante será expulsado al exterior cuando se alcance la temperatura de trabajo; esto, además de la suciedad que produce y que puede alcanzar a las escaleras, asideros, etc., en el caso de proximidad al motor, puede suponer un riesgo de incendio, sobre todo si no hay alguna protección ignífuga o alguna separación entre el alojamiento del motor y el lugar en el que se produce el derrame.



Recuerde que no se debe abrir un depósito presurizado sin eliminar previamente la presión residual que pueda existir en su interior y que no debe llenarse por encima del nivel indicado por el fabricante.

Por otro lado, el añadir aceite o agua **debe hacerse en frío y a motor parado**; si se hace con la Máquina caliente, la presión que hay en los depósitos, puede hacer que el líquido salga al exterior de forma violenta y produzca quemaduras, que pueden ser graves, a quien realiza la operación.

Riesgos Asociados al Rellenado de los Depósitos

- ⇒ Resbalón si la superficie de apoyo está sucia.
- ⇒ Impacto en las partes metálicas de la Máquina.

Medidas Preventivas

- ⇒ Mantener limpias las superficies anti-deslizantes.
- ⇒ Rellenar los depósitos desde el suelo, si es posible.

Riesgos Asociados al Rellenado de los Depósitos

- ⇒ Caída si el relleno se hace en alguna plataforma situada por encima del nivel del suelo.
- ⇒ Incendio en caso de derrame del Material.
- ⇒ Quemadura si se abre el depósito en caliente.

Medidas Preventivas

- ⇒ Abrir los tapones lentamente para eliminar la presión residual de forma paulatina.
- ⇒ Utilizar los EPI adecuados (Casco, Guantes, etc.).

PASO 6: REVISIÓN DE LOS SISTEMAS QUE INCIDEN EN LA SEGURIDAD



Se trata de comprobar que componentes tales como luces, espejos, asideros, peldaños, etc., están en un buen estado y cumplen los fines de Seguridad para los que han sido diseñados. Las luces deben funcionar correctamente, tanto las de trabajo como las de circulación; hay que comprobar que los espejos no están rotos ni rajados, y en caso contrario, tanto unos como otros deben ser reparados o sustituidos.

Los peldaños y escaleras son Elementos de Seguridad que deben estar en perfecto estado para que los operadores puedan acceder a la cabina sin riesgo de caída; con frecuencia, alguno de ellos, o han desaparecido o se han deteriorado de tal manera que no cumplen con su cometido.

La Máquina puede seguir trabajando sin ellos, y por eso no se reparan con la presteza que sería deseable.

Hay que tener en cuenta que el marcado CE exige al fabricante la incorporación de estos Dispositivos de Seguridad, pero el RD 1215/1997 indica que deben mantenerse en perfecto estado; si esto no es así, estaríamos ante una Máquina que no cumple con las disposiciones mínimas de Seguridad, aunque en su origen sí lo hiciera.



La Cabina Anti-vuelco o su estructura de protección, deben comprobarse, al menos, visualmente, para estar seguros que no tiene puntos de óxido, no falta ningún tornillo de sujeción, ni se ha soldado ni atornillado nada que no haya sido autorizado por el fabricante.



Recuerde que no se debe taladrar ni soldar nada en la estructura ROPS sin autorización del fabricante.

La comprobación del par de apriete de los tornillos que la sujetan al bastidor, debe hacerse en los periodos que indique el fabricante en su Manual de Mantenimiento, utilizando una llave dinamométrica, pero esta no es una misión del operador.



Se deben comprobar, igualmente que el Cinturón de Seguridad está en condiciones de ser utilizado, y que la alarma acústica de marcha atrás funciona correctamente, para lo cual es suficiente conectar la llave de contacto y situar la palanca de cambios en retroceso; esto es suficiente para que suene la alarma. Del mismo modo, se deberá encender la luz indicadora de la marcha atrás, que estará encendida hasta que se vuelva a poner en Neutro la palanca de cambios. Toda esta comprobación es a motor parado.

1.2 Acceso al puesto del Operador o a los Puntos de Mantenimiento

Una vez terminada la Revisión Previa al arranque, llega el momento de poner en marcha la Máquina para lo cual es necesario acceder a la Cabina. Por otra parte, quizás algunas de las Comprobaciones que hemos explicado sea necesario realizarlas desde los Puntos de Mantenimiento, sobre todo en las Máquinas de mayor tamaño, si bien los fabricantes las diseñan para que, si no todas ellas, al menos la mayor parte, puedan hacerse desde el suelo. Los Puntos de Mantenimiento son unas zonas desde las que se pueden comprobar varios de los niveles de la Máquina.

Para llegar, tanto a la Cabina como a las Zonas de Mantenimiento, se disponen de escaleras y asideros que el operador debe utilizar, evitando situarse en otros puntos que no están previstos para ello. La





disposición de los peldaños y pasamanos, está pensada para que cualquier operador pueda llegar a ellos sin adoptar posturas incómodas o que entrañen algún riesgo. Por esta razón, deben estar limpias, sin restos de aceite, gas-oil o barro, y sin abolladuras o grietas que puedan producir daños a las personas que las vayan a utilizar.



Recuerde: al subir y bajar de la máquina, hágalo de frente a ella, teniendo siempre tres puntos de apoyo. ¡¡¡ No salte!!!



Riesgos Asociados al Acceso al puesto del Operador o a los puntos de mantenimiento

- ⇒ Resbalón si la superficie de apoyo está sucia.
- ⇒ Impacto con las partes metálicas de la Máquina.
- ⇒ Caída desde los puntos intermedios.

Medidas Preventivas

- ⇒ Mantener en buen estado y limpios los peldaños, asideros y Zonas de Mantenimiento.
- ⇒ No subir ni bajar de una Máquina en marcha. Subir y bajar de cara a la Máquina.
- ⇒ Utilizar siempre tres puntos de apoyo, tanto al subir como al bajar de la máquina. No saltar.
- ⇒ No llevar anillos, reloj, cadena, etc., que puedan engancharse. Llevar ropa ajustada al cuerpo.
- ⇒ Tener las manos libres de objetos tales como cajas, cantimploras, fiambreras, etc.
- ⇒ Utilizar los EPI adecuados (Casco, Guantes, etc.).

I.3 Operaciones Básicas de Mantenimiento

En la palabra “Mantenimiento” se engloban una amplia variedad de conceptos que van desde las Operaciones indicadas por el fabricante para que la Máquina mantenga sus prestaciones iniciales, hasta las reparaciones más complejas que pueden llegar, incluso, a la reconstrucción de la unidad.

Las necesidades de Mantenimiento de una determinada Máquina, dependen de las condiciones en que está trabajando, tales como número de horas diarias, dureza del trabajo debida a las características del material, etc. Todo ello hace que se distingan distintos **TIPOS DE MANTENIMIENTO**:

- **Mantenimiento Rutinario.** Es el indicado por el fabricante como el mínimo imprescindible para que la Máquina conserve sus prestaciones. Se recoge en el Manual de Mantenimiento en el que se indican las duraciones de los diferentes intervalos a los que se han de cambiar aceites, filtros, etc. En la mayoría de los casos, este Mantenimiento es suficiente para que se alcancen las duraciones previstas en los distintos componentes de la Máquina, pero, en condiciones extremas, puede ser necesario disminuir los intervalos que se indican en dicho Manual.
- **Mantenimiento Preventivo.** Se basa en la experiencia acumulada, tanto por el fabricante como por el usuario de la Máquina; éste supone que las condiciones de trabajo van a ser más duras de las previstas por el fabricante, o, simplemente, no quiere apurar los consumibles utilizados y disminuye la duración de los intervalos que especifica el fabricante, con el fin de prolongar la duración de los distintos componentes de la Máquina.



- **Mantenimiento Correctivo.** Se recoge en este concepto todas aquellas reparaciones de mayor o menor importancia que son consecuencia del uso de la Máquina, con independencia, tanto del trabajo realizado como del tipo de Mantenimiento elegido.

Dentro de éste se incluye el **Mantenimiento Predictivo**, que está basado en la experiencia de que la Máquina, antes de que se produzcan ciertas averías, presentará una serie de síntomas que permitirán que se tomen decisiones antes de que ocurra el fallo. Desde hace ya algunos años, los Servicios Técnicos de las Marcas punteras incorporan este tipo de Diagnóstico, como pueden ser análisis de aceite, análisis de desgaste de partículas, medida de vibraciones, medición de temperaturas, termografías, etc.

Por regla general, lo que concierne al **Mantenimiento Correctivo** suele ser realizado por personal especializado en mecánica, hidráulica, etc., sea del Departamento de Mantenimiento de la propia explotación, o del Servicio Post-venta del Distribuidor o por algún taller experto en estas especialidades.

Cuando se trata de **Mantenimiento Preventivo y/o Rutinario**, hay algunas operaciones básicas que pueden ser realizadas por el operador, mientras otras que requieren el uso de herramientas más específicas, las lleva a cabo el personal de Mantenimiento. Como se ha indicado, el Mantenimiento Predictivo es una labor exclusiva de los Servicios Técnicos del fabricante de la Máquina.

Las **OPERACIONES DE MANTENIMIENTO QUE, HABITUALMENTE SON RESPONSABILIDAD DEL OPERADOR** son las siguientes:

- ⇒ Comprobación de Niveles, completando, si es necesario.
- ⇒ Cambiar fluidos en el Motor o en otros circuitos de la Máquina.
 - ⇒ Limpieza y cambio de filtros, en especial el de aire.
 - ⇒ Engrase de bulones y rodamientos de la Máquina.
 - ⇒ Sustitución y tensado de correas.

→ **Comprobación de Niveles.**

En el apartado anterior hemos analizado la forma de Comprobar los Niveles y de rellenar los diferentes depósitos, los riesgos asociados a estas operaciones y las Medidas Preventivas para realizarlos sin riesgo o con el menor riesgo posible.

Un punto fundamental es el repostado de la Máquina, que debe hacerse a motor parado y **sin fumar, ni llevar el cigarrillo encendido, ni el teléfono móvil conectado**. Aunque el gas-oil no arde al aire libre, en caliente emite vapores que son inflamables, por lo que, en caso de derrame de gas-oil fuera del depósito, se debe limpiar inmediatamente.

No está permitida la proximidad de llamas a menos de 15 metros de cualquier punto en el que haya presencia de combustible, por lo que, si una vez realizado el repostado o antes de hacerlo se quiere comprobar su nivel y hay escasez de luz natural, **no se deben utilizar mecheros, cerillas o similares para conseguir la suficiente iluminación**.

→ **Cambio de Aceite y Filtros.**

Las operaciones de cambio de aceite y filtros se componen de:

- ⇒ Vaciado del Cáster o Depósito.
- ⇒ Retirada de los Filtros usados y sustitución por otros nuevos.
- ⇒ Llenado del circuito a través de los depósitos.



Estas operaciones suelen realizarlas los mecánicos de Mantenimiento no por su dificultad sino porque se necesita bastante tiempo para llevarla a cabo; los fabricantes explican en sus Manuales los procedimientos correctos para hacerlos con Seguridad, que deben ser conocidos por las personas a las que se encomienda esta misión. Aunque parece que vaciar un depósito no presenta ninguna dificultad, **nadie debe hacerlo sin que antes haya recibido un adiestramiento adecuado a este trabajo; este adiestramiento debe ser específico para cada modelo de Máquina; no se debe caer en la rutina y pensar que todas las Máquinas son iguales.**



Recuerde: No debe vaciar un depósito de la Máquina sin haber recibido anteriormente un adiestramiento adecuado

Riesgos Asociados al Cambio de aceite y filtros

- ⇒ Quemaduras Graves por el contacto del fluido con la piel de manos y brazos, debido a la elevada temperatura de funcionamiento del componente al que estamos dando Mantenimiento.
- ⇒ Salpicaduras del fluido caliente al abrir el depósito sin seguir el procedimiento correcto.

Medidas Preventivas

- ⇒ Dejar que se enfríe el fluido antes de vaciar el depósito.
- ⇒ Eliminar la presión residual en el interior del circuito abriendo lentamente el tapón de llenado y dejando que la presión se vaya poco a poco.

Tanto las Guías de Mantenimiento como en las placas que se ponen en determinados puntos de la Máquina, advierten al operario encargado de realizarlo de determinados riesgos, muchos de ellos mortales, que existen cuando se van a manipular piezas tales como acumuladores de aceite, amortiguadores, etc. Es necesario que cualquier persona que vaya a hacer este trabajo sea convenientemente instruida según los procedimientos que da el fabricante, y disponga de las herramientas adecuadas para hacerlo.



Recuerde: ¡Cuidado al abrir un tapón de vaciado o de llenado!!, puede sufrir graves quemaduras al eliminar la presión del interior del depósito.

→ Limpieza de Filtros de Aire.



Los filtros de aire son quizás el ejemplo más claro en la diferencia entre el Mantenimiento Rutinario y el Preventivo; según el primero, en la mayoría de los fabricantes, basta con limpiar el filtro de aire cuando el indicador que controla su estado advierta de su necesidad; sin embargo se prefiere limpiarlo cada día. Para ello es necesario retirar el cartucho exterior y sustituirlo por otro limpio para, después, limpiar el que se ha quitado.



En Máquinas medianas y pequeñas, esta operación no suele representar ningún riesgo de importancia ya que se realiza desde el suelo, pero en las Máquinas grandes se debe hacer desde la plataforma de Mantenimiento y hay que prever la forma en que vamos a llevar hasta ella el nuevo filtro y retirar el antiguo, que suelen ser voluminosos y difíciles de manipular, para que el operador no tenga que llevarlo con él al subir o bajar de la Máquina.

Cuando se limpia el filtro, por regla general, se utiliza aire a presión, suministrado por un compresor, ya sea de la propia Máquina o del Taller en el que se realiza el Mantenimiento. En cualquier caso, **la presión de trabajo no debe superar los 2 kg/cm², para evitar daños tanto al operador como a la propia estructura del filtro.**



Recuerde: Utilice los EPI adecuados (gafas, mascarilla, guantes, etc.) cuando vaya a limpiar los filtros de aire. Evitará daños importantes a causa de la proyección de partículas.

Riesgos Asociados a la limpieza de filtros de aire

- ⇒ Caídas a distinto nivel desde las Plataformas de Mantenimiento en Máquinas de gran tamaño.
- ⇒ Proyección de partículas por la presión del aire utilizado en la limpieza del filtro.

Medidas Preventivas

- ⇒ Mantener en buenas condiciones las Plataformas de Mantenimiento.
- ⇒ Subir y bajar de ellas libres de impedimentos.
- ⇒ Utilizar los Equipos de Protección Individual adecuados, tales como gafas de seguridad y mascarilla.

→ **Engrase de bulones y rodamientos de la Máquina.**

En las Máquinas anteriores a los años 80-90, era corriente que, para engrasar los bulones del equipo de carga o los diferentes componentes de la transmisión, el operador debiera subirse por el guardabarros de la pala o andar por debajo de la Máquina para alcanzar los engrasadores a los que hay que suministrar la grasa.

Las Máquinas actuales utilizan bulones sellados que permiten ampliar los tiempos de engrase, que, en lo que se refiere a los propios del cucharón, puede llegar a las 2.000 horas en las Palas Cargadoras. Por lo que se refiere a otros engrasadores tales como transmisión, articulación, tomas de fuerza, etc., se han diseñado de tal forma que su acceso sea fácil, cómodo y seguro para la persona que vaya a realizarlo.

Normalmente los engrasadores se agrupan en Centros de Engrase en lugares fácilmente accesibles; unas tuberías llevan la grasa hasta el punto que se quiere lubricar. Como siempre, el tamaño de la Máquina determina la necesidad de situar estos Centros de Engrase a nivel del suelo o si por el contrario es necesario subir a alguna plataforma o lugar preparado para que su realización sea sencilla y segura.



Riesgos Asociados al Engrase de bulones/rodamientos

- ⇒ Caídas a distinto nivel desde las Plataformas de Mantenimiento en Máquinas de gran tamaño.
- ⇒ Impacto en la cabeza o en otras partes del cuerpo si es necesario meterse por debajo de la Máquina para que se alcancen los engrasadores.

Medidas Preventivas

- ⇒ Mantener en buenas condiciones las Plataformas de Mantenimiento.
- ⇒ Subir y bajar de ellas libres de impedimentos.
- ⇒ Situar el equipo de trabajo de forma que los engrasadores se alcancen desde el suelo.
- ⇒ Utilizar los Equipos de Protección Individual adecuados, fundamentalmente el casco.

→ *Sustitución y tensado de correas.*

Componentes tales como alternador, compresor, ventilador y en algunos casos la bomba de agua, reciben el movimiento desde el motor por medio de correas que deben tensarse periódicamente y sustituirse cuando indique el fabricante o en caso de rotura.

Para tensar las correas, se dispone de un mecanismo que gradúa la tensión; para comprobarla basta presionar ligeramente el centro de la comba y medir la flecha que se produce, que debe estar dentro de los límites indicados en la Guía de Mantenimiento. Esta operación debe ser realizada siempre a motor parado. En otros casos, la tensión de estas correas se ajusta de forma automática, con lo que se elimina un importante foco de riesgos.

Riesgos Asociados a la Sustitución y tensado de correas

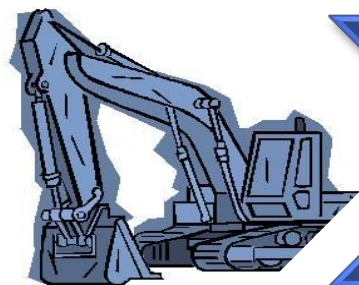
- ⇒ Caídas a distinto nivel desde las Plataformas de Mantenimiento en Máquinas de gran tamaño.
- ⇒ Atrapamiento de manos y dedos si se hace cualquier comprobación con el motor en marcha.

Medidas Preventivas

- ⇒ Mantener en buenas condiciones las Plataformas de Mantenimiento.
- ⇒ Comprobar la tensión a motor parado.



Para evitar el riesgo de Atrapamiento, los fabricantes sustituyen algunas de las correas de arrastre por sistemas hidráulicos, sobre todo en lo que se refiere al movimiento del ventilador. Por otra parte, para proteger al operario, se colocan unas carcasas que impiden que este toque correas en movimiento, siendo necesario su desmontaje para acceder a ellas. Es frecuente que, una vez desmontadas para hacer un ajuste o una sustitución, se olvide montarlas de nuevo, y se quedan perdidas hasta que una Máquina pasa por encima de ellas y desaparecen. Una vez hecha una reparación, ***es obligatorio volver a poner las defensas para que la Máquina no pierda uno de sus dispositivos de seguridad.***



Recuerde: No olvide volver a montar las defensas de protección de las correas una vez tensadas o sustituidas.



1.4 Embarque sobre góndola para su transporte

Embarcar una Pala Cargadora o una Excavadora en una góndola para su transporte es una operación que se realiza pocas veces en una Explotación Minera, Planta de Áridos, etc., porque en la mayoría de las ocasiones se prefiere que, si hay que reparar la Máquina, esta reparación se haga *in situ* en vez de llevarla a un taller fuera de la Explotación.

Por lo general, los traslados dentro de la propia Explotación se hacen con la Máquina moviéndose por sus propios medios, sobre todo si se trata de unidades sobre ruedas que son suficientemente rápidas. Las Excavadoras Hidráulicas de Cadenas por el contrario, apenas se desplazan a 3-4 km/h, siendo, además, muy costoso en desgaste de los trenes de rodaje estos desplazamientos.

En cualquier caso, es una operación que no representa una dificultad excesiva para un operador experto, pero sí puede ser complicada para quienes no tengan adquirida esta habilidad ya que los movimientos de la Máquina se realizan en espacios reducidos en los que apenas se tienen unos pocos centímetros de margen, por lo que deben ser extremadamente precisos y con mucha suavidad en su ejecución.

Existen varios tipos de góndolas para el transporte de unidades, cuyas dimensiones van acordes con el tamaño del equipo que se va a transportar, ya que dependiendo de las dimensiones de la máquina, será necesario o no un transporte especial.

Para el transporte de unidades de gran tamaño, cuya anchura no permite que las ruedas o cadenas pisen por los largueros de la góndola, se usan unos modelos especiales, más estrechos que el ancho interior de la Máquina, y que se deja apoyado en el suelo, mientras que ésta sitúa sus ruedas o cadenas por fuera de la góndola. En este tipo de embarque, no hay riesgo para el Operador que lo único que debe vigilar es que la Máquina quede bien centrada en el remolque.

Si la góndola *dispone de sus propias rampas de acceso*, se debe situar en un terreno plano, huyendo de zonas peraltadas o con la superficie irregular, con el fin de disponer de una buena base de apoyo, que, siempre que se pueda, debe ser horizontal. Esto no es difícil si la Máquina se carga en alguna explanada próxima a los talleres, pero esto no siempre es posible; en efecto, la Máquina puede tener alguna avería que no le permita desplazarse hasta una zona adecuada para su carga, pero puede funcionar y moverse a distancias muy cortas.



- Sin mover la dirección, o haciéndolo suavemente si hay que corregir la trayectoria, sobre todo si la unidad que se está cargando lleva la cabina sobre el bastidor delantero, porque el operador tiene peor control de por donde pasan las ruedas traseras.
 - Usando el régimen del motor para variar la velocidad de la Máquina.
 - Evitar frenadas bruscas para lo que debe usar el frenado con neutralizador de la transmisión.
- ⇒ Una vez alcanzado la posición adecuada sobre la góndola, parar la unidad:
- Dejando de accionar el acelerador.
 - Apoyando el cucharón sobre el suelo de la plataforma.
 - Situando la transmisión en punto muerto.
 - Conectando el freno de estacionamiento.

IV. *En el caso de las Excavadoras Hidráulicas:*

- ⇒ Situar los trenes de rodaje paralelamente al eje longitudinal de la plataforma.
- ⇒ Centrar las cadenas con los largueros de la góndola
- ⇒ Avanzar lentamente con el cucharón lo más próximo posible al suelo de la plataforma:
 - Con el motor alto de revoluciones.
 - Desplazando la Máquina muy lentamente.
 - Aunque puede hacerse en avance o en retroceso, si se monta en la góndola marcha atrás, se podrá disponer del equipo para apoyarlo en caso necesario, siendo una seguridad adicional que puede ser definitiva, sobre todo si disponemos de un agarre escaso.



- Variando la orientación de las cadenas solamente si es necesario y haciéndolo suavemente; en este caso es conveniente preparar el cucharón lo más próximo al suelo posible para que nos podamos ayudar de él en caso de riesgo de caída, ya sea por uno u otro lateral de la plataforma.
- ⇒ Una vez alcanzado el punto definitivo, dejar de accionar los controles de desplazamiento, en el momento que se alcance el punto en que se quiera detener el avance de las cadenas. Para ello, se ha de decidir previamente la posición que va a llevar la Máquina en la góndola. La posición más habitual es con la parte más pesada de la Máquina en el extremo frontal de la plataforma, junto a la cabeza tractora; si es así y se ha subido en avance, tendremos que:
 - Girar 180° la superestructura.
 - Recoger el equipo de trabajo para que dé su altura mínima.
 - Si se ha subido en retroceso solamente será necesario recoger el equipo para que dé la mínima altura posible.

En cualquier caso, esta operación, sea para subir a la góndola una Pala o una Excavadora debe hacerse con la Máquina caliente para que los aceites estén a su temperatura de funcionamiento y evitar fallos en la activación de los controles.

Riesgos Asociados al Embarque sobre góndola

- ⇒ Caída de la Máquina.
- ⇒ Vuelco Lateral de la Máquina.
- ⇒ Atrapamiento de las personas que están dentro del radio de acción de la Máquina.

Medidas Preventivas

- ⇒ Trabajar en coordinación con una sola persona que dirija al operador.
- ⇒ Impedir que haya personas dentro del radio de acción de la Máquina mientras se está cargando.
- ⇒ Utilizar el cinturón de seguridad para evitar daños en caso de vuelco lateral.



Recuerde: Al subir una máquina a una góndola, no olvide ponerse el cinturón de seguridad. ¡¡Es una protección vital en caso de vuelco!!!

I.5 Remolcado

Cuando en una Máquina se avería alguno de sus componentes, necesita ser reparada para volver a realizar su trabajo. La gravedad de la avería será lo que determine si esta reparación se puede hacer en el mismo lugar en que se averió, o se necesita llevarla hasta el taller de Mantenimiento.

Las condiciones que se exigen a las Máquinas para cumplir con la Directiva de Máquinas traen como consecuencia que:

- El freno estacionamiento la deje bloqueada hasta que no haya suficiente presión de aire o aceite para que los frenos funcionen correctamente.
- El motor no arranque sin estar en Neutro la transmisión y conectado el freno de estacionamiento.
- En caso de avería de los frenos de servicio, el freno de emergencia se conecta automáticamente y queda bloqueada.

Como consecuencia, la operación de remolcado presenta diferencias según sea el componente que se ha averiado, lo que traerá consigo que se pueda o no soltar el freno de estacionamiento/emergencia. Analizaremos estos casos en Palas Cargadoras y Excavadoras Hidráulicas.

→ NORMAS ESPECÍFICAS PARA EL REMOLCADO DE PALAS CARGADORAS DE RUEDAS

- I. ***El motor arranca y funcionan dirección y frenos:*** Si la avería no afecta al motor, dirección y frenos, la Máquina puede remolcarse con el motor en marcha; en este caso, al funcionar los frenos y la dirección, puede ir en la cabina el operador, que manejará la pala mientras es remolcada por otra Máquina.
- II. ***El motor arranca pero no funciona el Sistema de Frenos.*** En esta situación, si el freno de aparcamiento/emergencia está conectado, la Máquina no podrá soltarlo, por lo que será necesario desconectarlo manualmente, siguiendo el método que indique el fabricante en su Guía del Operador. En estas circunstancias, no hay que olvidar que:
 - Al desconectar el freno de estacionamiento/emergencia la Pala quedará sin frenos, por lo que habrá que hacer esta operación con las ruedas calzadas para evitar que haya movimientos imprevistos.

- Una vez realizada la reparación, es necesario deshacer la operación de desconexión manual de los frenos para que este sistema funcione correctamente.
- El operador no debe estar en la cabina.

III. **El motor no arranca.** En estas condiciones, los frenos estarán operativos mientras dure la presión en el circuito, pero apenas se hayan accionado unas pocas veces, saltará el freno de emergencia; por esta razón, se suele proceder a la desconexión manual de los frenos como se ha explicado en el punto anterior. En estas circunstancias, el operador no debe estar en la cabina durante el remolcado.

→ NORMAS ESPECÍFICAS PARA EL REMOLCADO DE EXCAVADORAS HIDRÁULICAS DE CADENAS

- I. **El Motor no arranca.** En estas condiciones, los frenos no pueden soltarse por medio del Sistema Hidráulico, por lo que se deben desconectar manualmente, siguiendo el proceso que se indique en la Guía del Operador. Hay que contar con que, lo mismo que sucedía en la Pala de Ruedas, la Excavadora se quedará sin frenos cuando se haga la desconexión, por lo que será necesario tener los rodajes bloqueados antes de llevar a cabo esta operación. En este caso aún es más importante que lo dicho para las Palas Cargadoras de volver a conectar los frenos una vez efectuada la reparación porque la Excavadora trabaja habitualmente con los frenos conectados. En esta situación, el operador no debe estar en la cabina mientras se remolca la Excavadora.
- II. **El motor arranca y se pueden soltar los frenos.** En estas condiciones, puede no funcionar el desplazamiento y sin embargo soltarse los frenos; no será necesario desconectarlos de forma manual, y el operador podrá estar en la cabina mientras se remolca la Máquina.

→ NORMAS DE CARÁCTER GENERAL APLICABLES EN EL REMOLCADO DE CUALQUIER MÁQUINA

- ⇒ Para remolcar una Máquina se puede optar por el cable o por la barra metálica
- ⇒ El cable es más flexible y permite longitudes mayores que las de las barras metálicas, siendo más manejables. Su inconveniente reside en su posible rotura, en cuyo caso puede producir daño a las personas que estén en sus inmediaciones. Las barras son más rígidas y suelen ser de menos longitud que los cables. Cuando se usa un cable para el remolcado, se debe comprobar que:

- El cable tenga una resistencia superior en un 50% al peso de la Máquina que se va a remolcar.
 - No haya hilos sueltos, tanto a lo largo del cable como, sobre todo, en sus extremos, por la zona en que se vaya a enganchar a ambas Máquinas.
 - El cable o la barra debe sujetarse a los puntos que la Máquina tenga dispuestos para su arrastre, que suele ser un enganche en la barra de tiro en las Palas Cargadoras y uno de los puntos de izado en el chasis principal en el caso de las Excavadoras Hidráulicas.
 - Hay que impedir que haya personas dentro de la zona que pueda ser alcanzada por el cable en caso de rotura. Es el mayor riesgo de esta operación en la operación de remolcado.
- ⇒ La Máquina que se utilice para remolcar, debe ser mayor que la remolcada; la tracción efectiva de cualquier unidad es función del peso sobre las ruedas motrices; si se utiliza una Máquina de menor peso, puede no ser suficiente para arrastrar la Máquina averiada.
- ⇒ En el caso que sea necesario bajar por una pendiente, el peso de la unidad remolcada empuja a la Máquina que remolca, por lo que hay que utilizar una segunda unidad que sujete la Máquina averiada cuando descienda por la pendiente. **Este punto es imprescindible si se remolca por medio de cable, porque la unidad averiada va a ir a mayor velocidad que la utilizada para remolcar.**
- ⇒ Para remolcar se puede usar una Máquina de Ruedas o de Cadenas; la elección dependerá de cuál de ellas da mayor tracción en el material de la pista por la que se vaya a transitar.
- ⇒ Se debe tirar en la misma dirección en que se van a desplazar las dos Máquinas, remolcadora y remolcada, para aprovechar al máximo el esfuerzo de tracción de la primera. Si fuera necesario tirar de la Máquina remolcada de una forma sesgada, hay que contar con una pérdida notable en la fuerza que se aprovecha, al tiempo que aparece el riesgo de vuelco lateral si se tira con un ángulo superior a 30°.

- ⇒ La distancia de remolcado no debe ser superior a UN KILÓMETRO, y no se deberá remolcar a velocidades superiores a los 2-2,5 km/h.
- ⇒ Si se presentan dificultades para iniciar el movimiento de arrastre, como es el caso de patinaje de las ruedas de la unidad que remolca, **no se deben dar tirones sobre todo si se utiliza un cable para tirar; hay riesgo alto de rotura en ese momento.**



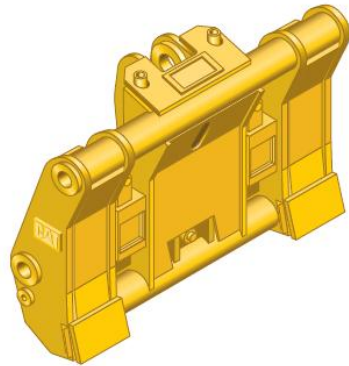
Recuerde: Cuando se remolca una máquina por medio de un cable su zona de influencia es peligrosa. ¡No permita que haya nadie en ella!! Evitará accidentes que pueden ser mortales.

- ⇒ Aunque ya se han analizado anteriormente las diferentes opciones, como regla general se debe:
 - Hacer el remolcado con el motor de la Máquina remolcada en funcionamiento siempre que sea posible.
 - El Operador puede estar en la cabina de la Máquina averiada siempre que el motor funcione y estén operativos suficientes sistemas de Seguridad; en todo caso:
 - El Operador deberá llevar el Cinturón de Seguridad abrochado.
 - *No habrá ninguna persona más que el operador en la Máquina averiada. NADIE PUEDE ESTAR EN PLATAFORMAS DE MANTENIMIENTO O EN OTRAS PARTES DE LA MÁQUINA.*

I.6 Cambio de Accesorios

Tanto las Palas Cargadoras de Ruedas como las Excavadoras Hidráulicas pueden montar diferentes equipos para adaptarse a las distintas aplicaciones para las que han sido diseñadas. Para cambiar estos Accesorios, existen más o menos Riesgos según la forma en que estén incorporados a la Máquina, que se analizarán a continuación.

→ CAMBIO DE ACCESORIOS EN PALAS CARGADORAS DE RUEDAS



Aunque el equipo de trabajo más corriente sea el Cucharón, sobre todo en modelos de hasta 12-15 toneladas existen una amplia gama de Accesorios tales como horquillas, pinzas, cucharones de alto volteo, brazos grúa, etc., que suelen ir montados sobre un tablero dotado de un Acople Rápido que permite su cambio cómodamente y con total Seguridad.

Según los Movimientos que tenga el Accesorio, será necesario que el Operador tenga o no que abandonar su cabina para que queden totalmente conectados y sean practicables todos ellos.



- Si el Accesorio tiene dos movimientos, igual que el cucharón, el Operador no tiene que abandonar la Máquina para cambiarlos; basta soltar el mecanismo que fija el Accesorio al tablero, dejarlo apoyado en el suelo sobre una superficie lo más plana posible, coger el nuevo equipo usando los controles de la Pala y fijarlo nuevamente al tablero. **Esta Operación no añade ningún riesgo a los habituales de las Palas Cargadoras.**
- Si el Accesorio tiene algún movimiento más que el cucharón, será necesario disponer de una o más válvulas adicionales; las mangueras se hacen terminar en enchufes rápidos que facilitan el cambio del equipo, aunque, para ello, sea necesario que el Operador abandone la cabina.

Riesgos Adicionales

- ⇒ Atrapamiento por algún Movimiento inesperado de la Pala.
- ⇒ Quemadura por salpicaduras de aceite caliente.

Medidas Preventivas

- ⇒ Usar el procedimiento correcto para el cambio del Equipo.
- ⇒ Utilizar los EPI adecuados, casco, guantes y gafas de seguridad.

Procedimiento correcto para el Cambio de Accesorio del Equipo:

1. Apoyar el Accesorio en el suelo.
2. Poner la transmisión en Neutro.
3. Conectar el freno de estacionamiento.
4. Parar el motor
5. *Accionar los mandos del Cucharón para eliminar la presión residual.*
6. Bajar de la Pala y soltar los enchufes rápidos de las mangueras.
7. Arrancar el motor.
8. Cambiar el Accesorio y fijarlo al tablero.
9. Poner la transmisión en Neutro.
10. Conectar el freno de estacionamiento.
11. Parar el motor
12. *Accionar los mandos del Cucharón para eliminar la presión residual.*
13. Bajar de la Pala.
14. Conectar los enchufes de las mangueras del nuevo accesorio.
15. Subir a la Máquina, arrancar el motor y trabajar con el nuevo equipo.



Recuerde: Antes de quitar un accesorio, libere la presión del circuito apagando y el motor, accionando varias veces los mandos del sistema hidráulico. Evitará el riesgo de quemaduras.

Si se trata de **sustituir un cucharón por otro, en una Máquina que no dispone de Acople Rápido**, la operación hay que hacerla en taller; será preciso:

1. Situar el cucharón en un suelo lo más llano posible.
2. Parar el motor.
3. Extraer los bulones que lo fijan a los brazos de elevación usando las herramientas adecuadas.
4. Retirar el cucharón por medio de un puente grúa, polipasto u otra herramienta adecuada, y traer el nuevo cucharón.
5. Montar de nuevo los bulones.

Riesgos Asociados al Cambio de Accesorios en Palas Palas Cargadoras de ruedas

- ⇒ Aplastamiento de alguna de las partes del cuerpo por la caída de los bulones, bieletas, etc.
- ⇒ Atrapamiento de brazos o manos por negligencia a la hora del montaje del nuevo cucharón.

Medidas Preventivas

- ⇒ Realizar la sustitución del cucharón con el motor parado.
- ⇒ Si es necesario ponerlo en marcha durante la operación, bloquear los mandos del cucharón para evitar movimientos imprevistos.
- ⇒ Extender la grasa sobre los bulones con éstos fuera del equipo de carga; nunca hacerlo introduciendo el brazo y la mano entre el cucharón y el mecanismo de carga.
- ⇒ Utilizar una prensa, si es necesario, para introducir los bulones en su alojamiento. No golpear con una maza para forzar su entrada.
- ⇒ Utilizar un puente grúa, polipasto, polea o similar para alinear los taladros de cucharón y mecanismo de carga.
- ⇒ Utilizar los EPI adecuados: casco, guantes, gafas y botas de seguridad.

→ CAMBIO DE ACCESORIOS EN EXCAVADORAS HIDRÁULICAS



Generalmente, las Retroexcavadoras son unas Máquinas que, hasta hace poco tiempo, raramente cambiaban de Equipo de Trabajo, excepto cuando se usan en zanqueo, en donde puede ser necesario cambiar de cucharón, en función de la anchura de la zanja que se deba realizar.

Por otra parte, cuando se utiliza como Equipo Cargador, puede ser que se disponga de, al menos, dos cucharones diferentes, en función del material que se tenga de cargar; los fabricantes suelen ofrecer para Máquinas de masa superior a las 30-45 toneladas, cucharones para tierra, de mayor tamaño, y cucharones para roca, de menor anchura, con





borde de ataque en “V” y de menor capacidad. Para facilitar este cambio, haciéndolo más rápido y seguro, se está popularizando el uso de Acoples Rápidos.

En este sentido se puede aplicar en lo que se refiere a Riesgos y Medidas Preventivas lo indicado para las Palas Cargadoras de Ruedas, teniendo en cuenta que el menor tamaño de los componentes facilita su manipulación.

Dentro de los Accesorios que se utilizan habitualmente montados en las Retroexcavadoras, el más popular es el Martillo Hidráulico, que utiliza los movimientos del cucharón para situarse en la posición más adecuada, y necesita un servicio hidráulico adicional para que se accione la pica correspondiente. No es un Accesorio que se cambie con frecuencia, pero en caso de hacerlo, se deben tener las precauciones normales de los circuitos hidráulicos, que consisten en eliminar la presión residual antes de desenchufar las mangueras, siguiendo para ello las instrucciones del fabricante.

En los últimos años se está utilizando una técnica de “Ripado y Carga”, que consiste en montar en la Retroexcavadora, de una forma alternativa, un diente de ripper y el cucharón. Con el primero se arranca el material, y con el cucharón se carga sobre los volquetes; se utiliza en aquellos casos en que el material no se puede arrancar directamente con el cucharón, y, por los motivos que sean, no se pueden utilizar explosivos. Esta técnica es factible por medio de un Acople Rápido que permite cambiar el equipo en unos pocos segundos, y sin ser necesario que el operador abandone la cabina.

2. TÉCNICAS PREVENTIVAS Y DE PROTECCIÓN DURANTE EL TRABAJO

2.1 Arranque del motor

Una vez que se ha realizado la inspección visual de la Máquina, se está en condiciones de proceder a la puesta en marcha del motor. Normalmente los fabricantes suelen montar un dispositivo que interrumpe la corriente eléctrica que procede de la batería, que debería desconectarse cada vez que se aparca la Máquina al terminar la jornada de trabajo. Es un elemento disuasorio cuya misión es impedir que pueda ser arrancada por personas no autorizadas para su manejo. No obstante, en la inmensa mayoría de los casos, este dispositivo de seguridad no se desconecta nada más que cuando es necesario hacer alguna reparación.



Independientemente de este desconectador de baterías, el sistema eléctrico de arranque del motor se acciona por medio de una llave de contacto similar al que se usa en automoción.

El arranque del motor es una operación sencilla, que puede presentar diferentes pasos a seguir según el tipo de sistema de inyección, la posibilidad de inyección electrónica y que se haga en frío o a motor caliente. Analizaremos las diferentes opciones así como los Riesgos Asociados al arranque del motor y las Medidas Preventivas. Lo primero que debe hacerse, una vez que se ha accedido a la cabina de forma correcta, es ajustar el asiento de forma que los diferentes controles de la Máquina se alcancen con facilidad, sin necesidad de adoptar posturas extrañas, **y abrocharse el Cinturón de Seguridad.**

→ ARRANQUE EN FRÍO

Esta situación normalmente se presenta al inicio de cada jornada si no se trabaja a tres relevos, o al principio de la semana si la Máquina no ha trabajado durante el fin de semana. Las opciones con que nos podemos encontrar son las siguientes:

I. Ayuda por medio de calentadores del aire de admisión.

- Se debe calentar siguiendo las instrucciones del fabricante; la duración de este calentamiento dependerá de la temperatura ambiente en el momento del arranque.
- Aumentar la duración del tiempo de calentamiento, además de la descarga de la batería, puede acabar con incendio de los cables del sistema eléctrico.
- *No se deben rociar los filtros de aire con aerosoles. Existe riesgo de incendio de estos componentes.*

II. Ayuda por inyecciones de éter.

- El éter es un elemento químico muy volátil y que se inflama con facilidad, por lo que solamente se debe utilizar en las situaciones y con las dosis especificadas por el fabricante, que dota a sus Máquinas modernas de un sistema que actúa automáticamente inyectando únicamente las cantidades adecuadas.
- Abusar del éter, puede producir el incendio de los componentes del sistema de admisión.

→ ARRANQUE EN CALIENTE

Es el que se produce cuando se arranca una Máquina que ya ha trabajado en la jornada pero ha sido detenida por el motivo que sea. Cuando el motor está caliente el arranque es mucho más fácil y no es necesario disponer de ayudas que lo faciliten, a menos que las baterías estén prácticamente descargadas o el motor haya perdido compresión.

Está totalmente prohibido usar éter o aerosoles para arrancar un motor caliente, porque el riesgo de incendio es muy elevado.



Recuerde: El éter o aerosoles solamente pueden usarse como ayuda en el arranque cuando el motor está frío. NO usarlos para la puesta en marcha de un motor caliente, por el elevado riesgo de incendio que representan.

→ ARRANQUE CON BATERÍAS AUXILIARES

Hay ocasiones en las que las baterías de la Máquina no son capaces de almacenar la energía suficiente para accionar el motor de arranque, bien porque se han descargado por algún descuido, o por que se han deteriorado y han llegado al final de su vida útil. En el primero de los casos, pueden ser recargadas, mientras que en el segundo deben ser sustituidas por otras nuevas.

En cualquier caso, puede ser necesario arrancar el motor para llevarla al taller o para que la recarga se produzca por su propio sistema de carga. Para ello se utilizan baterías auxiliares que pueden estar montadas en otra unidad, o en un elemento adecuado para albergarlas y transportarlas hasta la Máquina que se quiere arrancar.

En la operación de arranque con baterías auxiliares que, en principio, no reviste ninguna dificultad, **han de seguirse las siguientes indicaciones:**

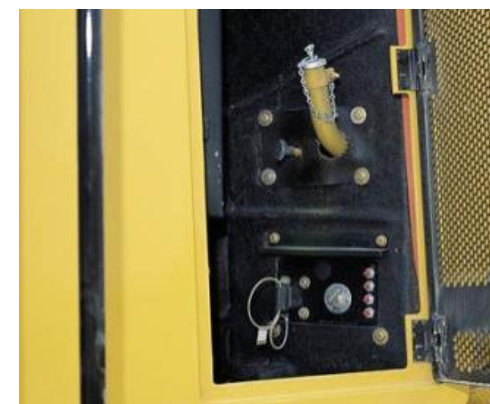
- Se deben utilizar baterías del mismo voltaje que las que las descargadas; existe la creencia que se arranca mejor con una batería de mayor voltaje, pero no es cierto. Los sistemas de arranque de los motores son, normalmente, a 24 voltios con la excepción de las unidades de pequeño tamaño, con potencias inferiores a 80 hp, que van a 12 voltios. Si se utiliza mayor voltaje del indicado, se produce un calentamiento de los cables y los bornes que puede dar lugar a su inflamación.
- Los cables deben ser suficientemente largos como para que las máquinas que se usan no entren en contacto; se evita con ello que se produzcan chispas que pueden dar lugar a incendios. No hay que olvidar que el electrolito de la batería, cuando se calienta, produce gases que son inflamables.
- Para evitar posibles salpicaduras de electrolito caliente, su nivel en las dos baterías, cargada y descargada, debe ser el correcto.
- La forma de evitar que se produzcan chispas es, aparte de lo que se acaba de indicar, conectar los cables ordenadamente, de la siguiente manera:
 1. Conectar la pinza al borne positivo de la batería descargada.
 2. A continuación, hacer lo mismo con el borne positivo de la batería cargada.
 3. Después conectar la pinza del cable al borne negativo de la batería cargada.

4. Finalmente, hacer lo mismo con el borne negativo de la batería descargada.
5. Para desconectar los cables, se debe seguir el orden inverso.
6. Este orden es el correcto con negativo a masa; en las unidades que tengan positivo a masa se debe invertir el procedimiento.



Recuerde: Al arrancar desde la batería de otra máquina, evite el contacto entre ellas para evitar que salten chispas.

- Hay marcas que, para evitar posibles errores, llevan incorporados unos terminales que tienen diferente forma para cada uno de los polos de la batería. De esta manera no hay posibilidad de error, y no es necesario el uso de pinzas que no siempre hacen un correcto contacto con los bornes.
- Una vez arrancado el motor, **se deben mantener los cables conectados para que la batería descargada alcance un mínimo de carga suficiente para su consumo interno.**
- El proceso suele llevar incluido el movimiento de una segunda unidad que es la que lleva las baterías cargadas, en las proximidades de la Máquina que hay que arrancar, por donde evolucionan las personas que van a conectar los cables, en zonas de escasa visibilidad entre ambas unidades. Al ser necesario que el motor de ésta se mantenga en marcha mientras que se arranca la descargada, **es vital estacionarla de forma adecuada: con la palanca de cambios en Neutro, el equipo apoyado en el suelo y el freno de estacionamiento conectado.**



Riesgos Asociados al Arranque del Motor

- ⇒ Caída desde distinto nivel, si hay que subirse a alguna plataforma para acceder a las baterías.
- ⇒ Impacto con alguna parte de las Máquinas, tales como dientes de cucharón, defensas, o partes salientes al maniobrar en sus proximidades.
- ⇒ Atropello al maniobrar con una segunda unidad en las proximidades de la Máquina, o por mal estacionamiento de ella.
- ⇒ Quemaduras por salpicado de electrolito al añadirlo a las baterías.
- ⇒ Incendio por inflamación espontánea de los gases, o provocado por chispas al conectar los cables de forma incorrecta.

Medidas Preventivas

- ⇒ Utilizar las plataformas limpias de barro, grasa, aceite, combustible, etc., y mejor aún, haciéndolo desde el suelo si ello es posible.
- ⇒ Evitar la presencia de personas en las zonas próximas a las Máquinas hasta que éstas no estén totalmente paradas.
- ⇒ Estacionar correctamente la Máquina que va a estar con el motor funcionando.
- ⇒ Usar cables de longitud adecuada y conectarlos en el orden correcto.
- ⇒ Usar los EPI adecuados: casco, guantes, gafas y botas de seguridad.
- ⇒ No fumar ni llevar el teléfono móvil conectado.

2.2 Preparación de la Máquina para la ejecución de los trabajos

Una vez que se ha arrancado el motor, el paso siguiente es preparar la Máquina para la realización de su trabajo, para lo cual se comienza por conducirla hasta la zona de carga, si es una Pala Cargadora de Ruedas, ya que, en el caso de la Excavadora lo más normal es que se haya estacionado en las proximidades del frente con el fin de evitar los costos de desplazamiento en lo que se refiere al desgaste de tren de rodaje. Se distinguirán ambos casos por separado.

→ PALA CARGADORA DE RUEDAS

Con el motor en marcha y a bajo régimen, esperar hasta que la presión de engrase sea la correcta; si en 30 segundos el manómetro de aceite no alcanza la zona verde, hay que parar el motor de forma inmediata para evitar que se pueda producir una avería por falta de engrase; igualmente, no se deben dar acelerones para evitar que se dañe el turboalimentador. Después, se debe seguir el procedimiento que a continuación indicamos:

1. Con el freno de estacionamiento conectado y la transmisión en Neutro:

- ⇒ Comprobar el nivel de aceite de la transmisión y/o el del Sistema Hidráulico si así lo indica el fabricante.
- ⇒ Esperar a que el manómetro de aceite/aire de los frenos indique un valor de la presión adecuado para el correcto funcionamiento de los frenos.
- ⇒ Mientras tanto, se puede ayudar a que el aceite del sistema hidráulico del equipo de trabajo alcance su temperatura de funcionamiento en muy poco tiempo, recogiendo totalmente el cucharón y manteniendo su control en la posición de recogida, durante unos diez segundos; esto hace subir la presión del circuito hasta la presión de alivio de las limitadoras y provoca el calentamiento rápido del aceite



2. Si el fabricante lo indica, comprobar que los frenos funcionan en sus diferentes formas de actuación, siguiendo las instrucciones del Manual del Operador.

Una vez alcanzada la presión de trabajo del sistema de frenos, ya se puede conducir la Máquina hasta el lugar de trabajo, para lo cual es aconsejable seguir las indicaciones que damos a continuación:

1. Conectar una velocidad larga (tercera o cuarta).
2. Soltar el freno de aparcamiento y elevar ligeramente el cucharón.
3. Conducir la Pala a bajas revoluciones del motor, con lo que se consigue que el aceite de la transmisión llegue a su temperatura de funcionamiento.
4. **Accionar y soltar, al menos dos veces, el freno de servicio antes de conducir la máquina normalmente.**

5. Seguir las instrucciones recomendadas en las DIS para los traslados, en lo que se refiere a velocidad máxima, sentido de circulación y distancias a los bordes de las pistas.
6. Circular con el cucharón lo más bajo posible; mejora la estabilidad de la Pala y disminuye los “botes” que se producen por las irregularidades de la pista.
7. Si hay que frenar en una bajada o en una curva, utilizar siempre el freno normal; si se usa el neutralizador de la transmisión, la Pala queda unos instantes en Neutro y esto la deja sin retención, por lo que puede ser motivo de un accidente.
8. No descender nunca una pendiente con la transmisión en Neutro.
9. En pendientes con inclinaciones superiores al 3-5%, circular:
 - En la dirección de máxima pendiente.
 - No cambiar de dirección si para ello la Máquina debe colocarse perpendicular a dicha dirección; **existe riesgo de vuelco.**



Recuerde: Bajando una pendiente no cambie de dirección, ni lo haga con la transmisión en neutro, ni utilice el freno neutralizador de la transmisión. **iiExiste riesgo de vuelco!!.**

→ EXCAVADORA HIDRÁULICA DE CADENAS

Su característica fundamental es que todos sus movimientos se realizan por medio de aceite que circula a presión por los diferentes circuitos de su Sistema Hidráulico. El motor tiene como único cometido, mover las bombas de aceite que envían este fluido a sus diferentes puntos de utilización, y sus propios accesorios. Al ser una Máquina que se desplaza sobre cadenas, su velocidad apenas alcanza los 4 km/h, por lo que debería estar situada no lejos de su lugar de trabajo.

Para preparar la Excavadora al trabajo, se debe aplicar las mismas precauciones de las Palas Cargadoras en lo que se refiere a cuidados del motor; para el resto del proceso se deben seguir los siguientes puntos:

1. Con motor a bajas revoluciones:
 - Sin accionar los controles del Equipo de Trabajo, comprobar el nivel de aceite del sistema hidráulico si lo indica el fabricante, manteniendo el equipo en la posición que sea correcta.
 - Calentar el aceite del Sistema Hidráulico antes de mover la Excavadora; si el aceite está frío, la Máquina puede moverse a tirones, lo que puede suponer un riesgo de desplazamientos imprevistos. Como dijimos en el caso de las Palas Cargadoras, se puede acortar el tiempo de calentamiento, cerrando el cucharón completamente y manteniendo accionado el mando en la posición de cierre, con el fin de hacer que salte la limitadora.
2. Conducir la Excavadora hasta el punto de carga, teniendo en cuenta:
 - Antes de moverla, o girar su superestructura, avisar con el claxon para prevenir a personas que puedan estar en sus proximidades.
 - Circular cumpliendo las instrucciones de las DIS, tanto en lo que se refiere a velocidad de desplazamiento como a distancias de los bordes de pistas y/o zonas de carga.



- Llevar el cucharón lo más bajo posible, sobre todo cuando se debe pasar por debajo de obstáculos tales como cintas transportadoras, puertas, puentes, etc.
- Hay que extremar las precauciones cuando se va a pasar por debajo de líneas de alta tensión, dejando la distancia que exija el voltaje que circule por ellas, para evitar que pueda saltar el arco voltaico entre el cable y la excavadora.
- Si la distancia a que debe moverse la Excavadora es importante, durante el traslado el aceite se calienta a veces hasta un nivel excesivo; esto puede dar lugar a que sea necesario esperar hasta que el aceite vuelva a su temperatura normal antes de empezar su trabajo.

Cualquier deficiencia que se observe, **se debe poner en conocimiento del responsable de Maquinaria para su evaluación y/o posterior corrección.** De nada sirve detectar anomalías en el funcionamiento o en el estado general de una Máquina sin tomar las medidas correctivas oportunas.



Recuerde: Para pasar por debajo de una línea de alta tensión, se debe dejar como mínimo 4 metros de distancia en vertical entre ella y la excavadora. En caso contrario existirá un alto riesgo de descarga eléctrica.

Si la Máquina está en condiciones de realizar su trabajo hemos establecido una base de partida que permite estar seguros que están en condiciones de realizar su trabajo con Seguridad.

2.3 Carga del Material

El material que se va a cargar puede encontrarse en su estado natural, conocido como material “en banco”, con lo que se produce el arranque simultáneamente con la carga, o haber sido arrancado previamente ya sea por un tractor de cadenas o por voladura; la elección de uno u otro método será tomada en función de sus características mecánicas. En cualquier caso, la carga se puede realizar con Pala de Ruedas o con Excavadora, por lo que se estudiarán ambas opciones separadamente.

A continuación se estudiarán las Técnicas Operativas Seguras en lo que se refiere a la carga del material, es decir, al llenado del cucharón, indicando los riesgos que ya sea por uno sólo o por combinación de varios de ellos, pueden dar lugar a un accidente.

→ CARGA CON PALA DE RUEDAS. TÉCNICAS OPERATIVAS SEGURAS

La Pala de Ruedas realiza la carga por medio de una combinación entre su empuje y los movimientos del cucharón que se realizan por medio de su Sistema Hidráulico, fundamentalmente con la recogida, que es, normalmente, en el que reside la mayor fuerza de arrancamiento.

I. Mantener la Zona de Carga lo más plana posible.

Tener una buena base de apoyo es fundamental para que la Pala cargue con Seguridad; es claro que, en principio, el piso suele conservarse más o menos plano, y que, aunque sólo sea por comodidad, el operador intenta mantenerlo de esta manera.

Normalmente, cuando el material es fácil de cargar, el piso está casi siempre en buenas condiciones; el problema surge cuando se carga roca volada, porque ni la voladura deja el piso llano ni el operador se preocupa en exceso en conservarlo, a veces porque no hay tiempo material de hacerlo.



Recuerde: Una operación de carga segura empieza por mantener su suelo plano y libre de todo tipo de irregularidad.

Riesgos presentes en la carga de material con Pala de Ruedas

⇒ Vuelco Lateral. Hay que tener en cuenta que una Pala circulando por un terreno irregular, está sometida a unas oscilaciones transversales que, pueden terminar en vuelco

Medidas Preventivas

⇒ Mantener el suelo llano. En caso necesario, se deben rellenar los hoyos con material fino si la Pala no puede mantener el suelo en buenas condiciones por las

Riesgos presentes en la carga de material con Pala de Ruedas

lateral en casos extremos, tales como si lleva el cucharón elevado.

- ⇒ Impacto de diferentes partes del cuerpo con la cabina. Estas oscilaciones se transmiten a la cabina y afectan al propio operador, que puede impactar con la propia cabina.

Medidas Preventivas

características del material de la voladura.

- ⇒ Utilizar el Cinturón de Seguridad y el casco. El Cinturón es una importante defensa en caso de vuelco; el casco, que no suele llevarse dentro de la cabina, protege en estas situaciones.

II. Empujar contra el acopio con los dos bastidores alineados.

Es la forma en la que se aprovecha mejor la fuerza de tracción de la Pala. En ocasiones, por estar “repelando” una voladura o un acopio, se utiliza la técnica de empujar con la Pala articulada; no entraña riesgo si el terreno está bien y el agarre es suficiente, pero sí puede presentar riesgo en el caso de una superficie del suelo irregular y un bajo coeficiente de tracción, ya sea por las condiciones climáticas o por el mal estado de los neumáticos.



Riesgos presentes en la carga de material con Pala de Ruedas

- ⇒ Vuelco Lateral. El riesgo es escaso y se presenta sólo en casos extremos, pero existe si se empuja con los bastidores de la pala no alineados.

Medidas Preventivas

- ⇒ Empujar con los bastidores alineados. Se aprovecha el empuje de la Pala en su totalidad, y la Máquina es más estable que cuando se articulan ambos bastidores.
- ⇒ Utilizar el Cinturón de Seguridad.

III. Cargar con todo el ancho del cucharón.

Es la forma correcta de cargar con una Pala de Ruedas; no obstante, cuando el material es difícil de cargar, sobre todo en voladuras con bloques, o en zonas que no han roto completamente y sólo han agrietado el material, se intenta cargar utilizando una esquina del cucharón; esto concentra el esfuerzo en una zona más corta y pueden arrancarse materiales más difíciles de lo normal.

Desde el punto de vista de la conservación de la Pala, si esta práctica se utiliza con una cierta frecuencia produce unos esfuerzos de torsión en los brazos del cucharón que acaban produciendo grietas y fisuras de mayor o menor tamaño.



Riesgos presentes en la carga de material con Pala de Ruedas

- ⇒ Vuelco Lateral por Reventón del Neumático. Al cargar con una esquina del cucharón, la rueda delantera del lado de la esquina con la que se está cargando flexiona mucho más que la otra, lo que se traduce en que ésta soporta un peso muy superior, que puede hacer que el neumático reviente si tiene cortes laterales o llega a patinar en ese momento.
- ⇒ Proyección de partículas. Como consecuencia de este reventón, las partículas de goma de la rueda, e, incluso, piedras de tamaño considerable, pueden proyectarse con velocidades peligrosas y a distancias de varios metros, pudiendo producir daños graves o mortales a las personas que se encuentren en sus proximidades.

Medidas Preventivas

- ⇒ No cargar con la esquina del cucharón. Evitamos sobrecargas en la Pala y los riesgos que acabamos de explicar.
- ⇒ Evitar la presencia de personas en la zona de carga. En las explotaciones suele haber personas que por uno u otro motivo, están cerca de la Pala mientras trabaja, lo cual supone un riesgo para ellas; hay que impedir que ni el operador del volquete, ni cualquier otra persona puedan estar fuera de sus vehículos mientras la Pala está cargando.



Recuerde: Cargue siempre utilizando todo el ancho del cucharón y empujando con los bastidores alineados. Eliminará muchos riesgos y evitará averías y desgastes excesivos en la pala cargadora.

IV. No abusar de la recogida del cucharón.

Cuando el cucharón ha clavado su cuchilla o sus dientes, para proceder a su llenado, el operador acciona el mando de recogida de forma alternativa entre las posiciones de volcar y recoger para colmarlo en todo lo posible. La tecnología ha avanzado de tal forma que las Palas Cargadoras modernas disponen de unos Sistemas Hidráulicos que dan una fuerza de arrancamiento tal que es capaz de levantar su parte trasera; esta práctica la suelen aplicar algunos operadores junto con la anterior de cargar con una esquina del cucharón.

Cuando se comete este error, todo el peso de la Pala lo soporta sólo el eje delantero y sus neumáticos flexionan excesivamente; basta en este momento un pequeño patinazo del neumático para que se produzca el reventón por corte con las rocas, ya que esta técnica se utiliza cuando el material es difícil de cargar porque la voladura ha producido bloques o piedras que quedan encajados entre ellos.



Recuerde: No abuse de la fuerza de recogida de l cucharón de la pala, asegúrese de que la pala trabaje siempre apoyada sobre sus cuatro ruedas.

Riesgos presentes en la carga de material con Pala de Ruedas

- ⇒ Vuelco Lateral por Reventón del Neumático. Si una de las ruedas delanteras está en una posición más baja que la otra, la Pala se inclina hacia ella, y suele ser la que revienta con mayor frecuencia. Esto trae consigo el riesgo de vuelco que estamos comentando.
- ⇒ Proyección de partículas. Como consecuencia de este reventón, las partículas de goma de la rueda, e, incluso, piedras de tamaño considerable, pueden proyectarse con velocidades peligrosas y a distancias de varios metros, pudiendo producir daños graves o mortales a las personas que se encuentren en sus proximidades.

Medidas Preventivas

- ⇒ No abusar de la fuerza de recogida. Hay que cuidar por todos los medios que la Pala trabaje siempre con sus cuatro neumáticos apoyados en el suelo.
- ⇒ Evitar la presencia de personas en la zona de carga. En las explotaciones suele haber personas que por uno u otro motivo, están cerca de la Pala mientras trabaja, lo cual supone un riesgo para ellas; hay que impedir que ni el operador del volquete, ni cualquier otra persona puedan estar fuera de sus vehículos mientras la Pala está cargando.

V. Evitar el patinaje de los Neumáticos

Los neumáticos, además de ser el componente de la Pala que más influye en sus costes horarios, es el que presenta un mayor riesgo desde el punto de vista de la Seguridad porque sus accidentes son de consecuencias muy graves; el patinaje del neumático se produce porque a la rueda le llega más fuerza de la que el agarre entre goma y suelo es capaz de soportar.

El momento en que se produce es, salvo excepciones, cuando se quiere llenar el cucharón, y se abusa de la fuerza de empuje de la Pala, en vez de utilizar la ayuda de los hidráulicos. Si en un material con piedras de bordes cortantes se hace patinar



al neumático, existe riesgo de cortes laterales que, cuando son profundos, pueden dar lugar a que reviente.

Riesgos presentes en la carga de material con Pala de Ruedas

- ⇒ Vuelco Lateral por Reventón del Neumático. Se suele producir si una rueda está en un hoyo, causado porque el neumático “escarbe” o porque el piso de la zona de carga no esté suficientemente plano.
- ⇒ Proyección de partículas. Como consecuencia de este reventón, las partículas de goma de la rueda, e, incluso, piedras de tamaño considerable, pueden proyectarse pudiendo producir daños graves o mortales a las personas que se encuentren en sus proximidades.

Medidas Preventivas

- ⇒ Evitar que el Neumático patine. Si se utiliza de forma adecuada el empuje de la Pala y la fuerza de sus hidráulicos, se puede cargar el cucharón sin que patine el neumático. Para ayudar al operador a evitar este patinaje, se dispone de un freno que, previamente a su aplicación, neutraliza la transmisión, deja sin tracción a las ruedas e impide que el neumático patine. Hay marcas que disponen de mecanismos específicos para enviar a la rueda únicamente la tracción que el terreno aguante.
- ⇒ Evitar la presencia de personas cerca del punto en que se encuentra el cucharón. Es una norma de seguridad que todos los fabricantes recogen en sus Manuales de Operación; no obstante, hay circunstancias en las que es necesario vigilar la carga por los motivos que sean; en estas ocasiones conviene tomar todas las medidas y precauciones posibles, cargar el material con sumo cuidado para que, por ningún motivo, el neumático pueda patinar.

VI. No llenar en exceso el cucharón

Las Palas Cargadoras pueden montar más de un cucharón, cada uno de los cuales tiene diferentes capacidades y es adecuado para trabajar con materiales de hasta una cierta densidad; si el material con el que trabaja supera la densidad para la que está especificada, la Pala levantará las ruedas posteriores en cuanto inicie su desplazamiento con lo que presentará dificultades para su conducción.

Por otra parte, llenarlo completamente conlleva, en muchos casos, la necesidad de forzar los neumáticos que flexionan más de lo conveniente con el riesgo que se produzca algún percance.

Riesgos presentes en la carga de material con Pala de Ruedas

- ⇒ Caída del material durante las maniobras. El material que se almacena en el cucharón en exceso, puede caerse mientras la Pala hace las maniobras y/o lo eleva para su posterior descarga.
- ⇒ Impacto de las piedras con el personal que haya en sus inmediaciones. Es muy frecuente que ya sea el personal de la propia explotación o los conductores de los camiones que vienen a transportar el material, estén en sitios peligrosos donde pueden recibir el impacto de una piedra que caiga desde la posición en que esté el cucharón.

Medidas Preventivas

- ⇒ Sacudir el exceso del material antes de abandonar el acopio. De esta forma, el exceso de carga caerá en el propio frente en vez de hacerlo durante los movimientos de la Pala, dejando una zona de carga más limpia, y eliminando el riesgo de pinchazos o reventones de los neumáticos tanto de la propia Pala como de los Volquetes.
- ⇒ Evitar que la carga pase por encima de las personas. Si no hay nadie debajo del cucharón, el material puede caer pero no lo hará sobre ninguna persona con lo que se evita el riesgo de accidente.



Recuerde: Antes de alejarse del acopio sacuda el exceso de carga del cucharón. Evitará que el material caiga en la plaza de cantera y se ahorrará combustible.



VII. Altura del acopio que pueda dominar la Pala.

Cada modelo de Pala de Ruedas alcanza hasta una cierta altura con sus brazos de elevación; esto limita la altura que debe tener el acopio o la voladura para que la Pala lo domine; esta altura es, según los fabricantes, **vez y media la altura a que se eleva el cucharón con los brazos horizontales**, mientras que según las ITCS de minas, **es el valor de dicha altura aumentado en un metro**. En

ocasiones, las alturas de los acopios en los que trabajan las Palas Cargadoras superan estos valores, apareciendo los riesgos típicos de caída de material sobre la Máquina; la gravedad de estos riesgos va en función de la forma en que el material se comporta cuando se le “descalza” su parte inferior. En efecto, hay materiales poco cohesivos, que deslizan suavemente cuando se cargan por su parte inferior, mientras que si son más cohesivos van formando una visera a la altura a la que la Pala no alcanza cuando carga. Este material puede caer súbitamente sobre la Pala mientras se está maniobrando y provocar accidentes de cierta importancia. Distinguiremos los riesgos y las medidas preventivas con estos dos tipos de material:

⇒ *Riesgos y medidas preventivas en la la carga de material poco cohesivo.*

Riesgos presentes en la carga con Pala de Ruedas de un material poco cohesivo

⇒ Deslizamiento del material por el talud. El material cae suavemente por el talud, con una velocidad que dependerá de la altura del acopio y del grado de cohesión del material.

Medidas Preventivas

- ⇒ Cargar el cucharón a lo largo del talud si el material tiene una cierta cohesión. De esta forma el derrame es menor y los riesgos se minimizan.
- ⇒ Provocar su caída mientras la Pala está “dando la cara” al acopio. El riesgo mayor es que el material caiga de forma repentina y coja a la Máquina de costado, que es cuando no tiene defensa.
- ⇒ En caso de alturas de acopios muy elevadas, disminuir esta altura. Si se dispone de un tractor de cadenas, se puede empujar el material desde su parte superior para que vaya cayendo sobre el piso de la zona de carga y la Pala lo vaya cargando; si no se dispone de tractor, este trabajo lo puede hacer la Pala con anterioridad a la carga, para después cargarlo desde abajo.

⇒ *Riesgos y medidas preventivas en la la carga de material muy cohesivo.*

Riesgos presentes en la carga con Pala de Ruedas de un material muy cohesivo

- ⇒ Caída de material sobre la Pala.
La formación de una visera de material representa un riesgo de caída cuando su peso sea mayor que la resistencia debida a la cohesión. Hay que tener en cuenta que este material puede caer sobre los cristales de la cabina lo que representa un peligro para el operador.

Medidas Preventivas

- ⇒ Eliminar las rocas o piedras que pueda haber en la parte superior del acopio. De esta forma se elimina el riesgo de impacto de estos materiales por caída sobre la Pala.
- ⇒ Provocar su caída mientras la Pala está “dando la cara” al acopio. El riesgo mayor es que el material caiga de forma repentina y coja a la Máquina de costado, que es cuando no tiene defensa.
- ⇒ Con alturas importantes disminuir esta altura. Si se dispone de un tractor de cadenas, se puede empujar el material desde su parte superior para que vaya cayendo sobre el piso de la zona de carga y la Pala lo vaya cargando; si no se dispone de tractor, este trabajo lo puede hacer la Pala con anterioridad a la carga, para después cargarlo desde abajo.



Recuerde: Al cargar un material cohesivo evite la formación de viseras que pueden caer sobre la pala de forma inesperada.

→ CARGA CON RETROEXCAVADORA. TÉCNICAS OPERATIVAS SEGURAS

La Retroexcavadora es, como se ha dicho anteriormente, la única que, para llenar su cucharón, excava **por debajo de la superficie sobre la que está apoyada**. Para ello, utiliza la fuerza que la proporciona su sistema hidráulico por medio del cierre del balancín y la recogida del cucharón. Esta combinación de fuerzas, “aplata” la parte delantera de la Retroexcavadora contra la superficie de apoyo; en todo momento, su estabilidad obedece al concepto de una palanca de primer género, una balanza por ejemplo, en la que el esfuerzo que se hace en el cucharón tiende a que levante su parte posterior, girando alrededor de un eje imaginario que pasa por los centros de las ruedas guía de los trenes de rodaje.



Es todo el resto de la Máquina, incluida la Superestructura la que actúa como contrapeso para garantizar un equilibrio estable. Digamos, finalmente, que, para realizar esta operación, la Máquina no necesita desplazarse como lo hacen el resto de equipos cargadores. Analizaremos las Técnicas Operativas que se aplican para realizar la Carga con la máxima seguridad.

I. Posición de la Retroexcavadora

Si la Máquina está realizando la apertura o excavación de una zanja, la posición viene marcada por el eje de la misma; los rodajes deben estar



paralelos a él y las ruedas motrices de los dos trenes de rodaje deben estar en la parte opuesta en la que se está excavando para proteger sus motores de traslación de golpes accidentales que puedan dañarlos.

Si está cargando el material previamente arrancado por medio de una voladura, o cargando directamente desde banco, la Carga debe hacerse situando la Retroexcavadora de la siguiente manera:

⇒ En una superficie lo más plana posible, y, si es posible, en un plano horizontal.



- ⇒ Con las cadenas orientadas hacia el centro del banco o voladura y perpendiculares al talud en el punto en el que se va a cargar.
- ⇒ Los rodajes deben estar apoyados en el suelo en toda su longitud, sin que haya ninguna parte en voladizo.

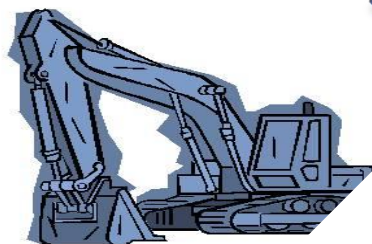
Hay ocasiones en las que, para conseguir una mejor visibilidad, el Operador sitúa la Retroexcavadora con los rodajes paralelos al talud del acopio, con lo que todo el peso de la Máquina está gravitando sobre su coronación, que suele ser su parte menos estable.

Riesgos presentes en la carga con Excavadoras

- ⇒ Deslizamiento de la Retroexcavadora por el talud. Si falla el terreno y la Máquina está situada correctamente, lo más que puede suceder es que se deslice por el talud, pero no volcará a menos que el rodaje que esté en la posición más baja encuentre un hueco que la haga volcar lateralmente.
- ⇒ Vuelco lateral si está con los rodajes situados a lo largo del talud. Mientras se está llenando el cucharón, o si se está elevando la carga, puede despegar del suelo el rodaje más alejado del talud, que, en casos extremos, puede acabar volcando la Máquina.

Medidas Preventivas

- ⇒ Cargar “raspando” la superficie del talud. Esta técnica debe aplicarse tanto más cuanto menos estable sea el acopio que se está cargando o el banco que se está arrancando. Si es suficientemente estable, se puede llenar el cucharón en la base del talud casi por completo y terminarlo de llenar conforme se eleva la pluma.
- ⇒ Apoyar el cucharón sobre el talud. Si se observa que la Retroexcavadora empieza a deslizar, o a despegar del suelo el rodaje más alejado del borde, se puede ayudar a que no siga deslizando y evitar un posible vuelco apoyando el cucharón en la superficie del talud; esto suele bastar para que la Máquina se estabilice de nuevo, se detenga su deslizamiento y desaparezca el riesgo de posible vuelco.



Recuerde: Sitúe la retroexcavadora con los rodajes perpendiculares al frente de carga y evite excavar por debajo de ellos.

II. Cargar en un punto próximo a la Máquina

La estabilidad lateral de la Retroexcavadora se ve afectada por la distancia a que se sitúa la carga; de hecho los fabricantes incluyen en sus publicaciones técnicas la Capacidad de Elevación de la Máquina, que varía con la distancia de la carga al centro de giro y con la altura a que se sitúa. Es evidente que, cuanto mayor sea esta distancia, aumenta el brazo de palanca de la fuerza y con ello el Momento de la Fuerza.

III. Cargar siempre por debajo del nivel de la Retroexcavadora

La Retroexcavadora está diseñada para llenar su cucharón **excavando por debajo del plano en el que se encuentra la Máquina**. A veces, el Operador trabaja arrancando el material que hay por encima de ella, lo cual hace posible que algo de él pueda caer sobre la cabina, apareciendo el riesgo de impacto.



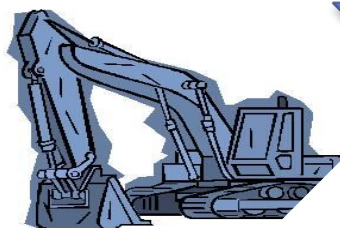
Riesgos presentes en el arranque de material situado por encima de la Retroexcavadora

⇒ Impacto sobre la Cabina de la Retroexcavadora.

Al excavar por encima del nivel de la Retroexcavadora, pueden caer piedras, rocas, etc., sobre la propia cabina.

Medidas Preventivas

- ⇒ Hacer un pozo en la base del talud que se va a excavar. Esta técnica permite que el material que se vaya arrancando caiga al interior del pozo y su carga se realice de forma correcta, por debajo del nivel de la Máquina. Debe hacerse situándola lo más alejada posible para disminuir el riesgo de Impacto.
- ⇒ Proteger la Cabina por una estructura FOPS. Esta protección consiste en una especie de rejilla fabricada con barras metálicas sobre las que la caída de material impide que llegue a romper el cristal y alcance al Operador.
- ⇒ Utilizar los EPI adecuados. El Operador se debe proteger con el casco mientras se utiliza esta forma de trabajo.



Recuerde: No excave por encima del nivel de la retroexcavadora. No ha sido diseñada para ello. Si lo hace, utilizará la técnica explicada y evitará impactos en su máquina.



IV. Dónde llenar el cucharón.

La posición de la Máquina permite escoger el punto en el que se quiere llenar el cucharón, sobre todo si se domina el banco en toda su altura. Hay que cuidar, sin embargo, que el punto de cargue esté lo suficientemente alejado de la rueda trasera del Volquete para evitar posibles daños al neumático.

Riesgos presentes en el punto de carga de la retroexcavadora

⇒ Cortes en los flancos de los neumáticos traseros. Estos cortes pueden ir desde simples arañazos de muy poca importancia hasta cortes profundos en los flancos que pueden acarrear el reventón.

Medidas Preventivas

- ⇒ Dejar un margen de seguridad al menos de 40-50 centímetros para evitar impactos en las ruedas.
- ⇒ Altura del Acopio. No debe superar la longitud del balancín de la Retroexcavadora, entendiendo por tal la distancia que hay entre los taladros que lo unen a la pluma y al cucharón. Esto permite limpiar las piedras que hayan caído en su proximidad y evita daños en los flancos.

2.4 Descarga del Material sobre otras máquinas

Una vez que el material ha sido cargado, ya sea en el cucharón de la Pala o en el de la Retroexcavadora, hay que depositarlo en la caja del volquete para su transporte; ya no se trata de una sola Máquina sino de dos las que intervienen en una operación combinada.

En principio, y a falta de las Técnicas Operativas Seguras que se irán estudiando a continuación, hay un principio básico que es aplicable a la casi totalidad de los casos: **en el trabajo con Maquinaria Móvil, los Operadores de las Máquinas que forman equipo deben actuar coordinados; cada uno debe saber cómo hacer su trabajo y cómo van a hacerlo sus compañeros, lo que se logra con un adecuado método, que debe ser conocido, aceptado y seguido por todos ellos.** "CADA UNO DEBE HACER LO QUE EL RESTO DEL EQUIPO ESPERA QUE HAGA".



Recuerde: en cualquier operación con maquinaria móvil, haga siempre lo que sus compañeros esperan que haga.

→ DESCARGA SOBRE VOLQUETE CON PALA CARGADORA

I. *Carga de Volquetes no adecuados a la Pala Cargadora.*

Por lo general, las unidades que componen el equipo de Transporte suelen ser adecuadas al del Cargador; si la altura de descarga de la Pala es escasa para superar los laterales de la caja del Volquete, tendremos dificultades para llenarla, pero ahí se terminarán los problemas.

Los riesgos se presentan si la Pala Cargadora es excesivamente grande para el tamaño del Volquete, porque, además de tener una altura de descarga excesiva, el cucharón suele ser de una capacidad tal que la carga que maneja puede dañar tanto al Volquete como a su conductor. Si se vuelca sin cuidado, el impacto de la carga produce unas sacudidas que repercuten en el Operador.



Riesgos asociados a la carga de volquetes no adecuados a la pala

⇒ Impacto en distintas partes del cuerpo del Operador. La caída de una sola vez de varias toneladas sobre la caja del Volquete produce un impacto que se transmite a todos sus componentes, entre ellos a la cabina, que aunque está montada sobre tacos de goma para que se absorban las vibraciones, la energía del propio impacto hace “saltar” literalmente al Volquete y a su Operador.

Medidas Preventivas

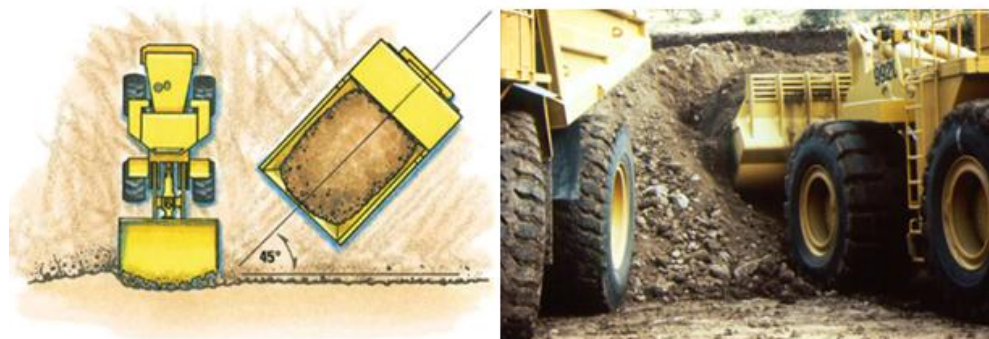
- ⇒ Descargar con cuidado. Para evitar las sacudidas, en vez de volcar de golpe el cucharón hay que descargarlo despacio y con cuidado para que la caja reciba la carga de forma gradual.
- ⇒ Hacer que el Operador abandone la Cabina. Aunque se dice, y es cierto, que el lugar más seguro para el Operador es la Cabina, hay ocasiones en las que conviene que se salga de ella siempre que:
- *Lo haga con el conocimiento o indicación del Operador de la Pala.*
 - *Haya un lugar seguro para esperar hasta que terminen de cargar su Volquete.*

Hay que tener en cuenta que estos casos, en la mayoría de las ocasiones, se dan en la carga de Camiones de Carretera cuya cabina no dispone de protección FOPS, por lo que el riesgo de daños por aplastamiento o por impacto, es muy alto en el caso de producirse un accidente.

II. Posición del Volquete.

Para facilitar la Operación de Carga, debe situarse el Volquete sesgado con respecto al frente de carga, con un ángulo de 35-45° aproximadamente.

La posición de la cabina del Volquete debe estar, en la dirección indicada en la figura, pero lo más alejado que sea posible del punto de carga; en todo caso, el Operador de la Pala debe



maniobrar de forma que la carga no pase por encima de la cabina, sobre todo si el Volquete que se carga no dispone de protección FOPS. Las ruedas traseras del Volquete no deben pisar el material que se va a cargar, sobre todo si se trata de roca volada.

Riesgos asociados a la operación de posición del volquete para su carga mediante pala

⇒ Reventón de alguno de los neumáticos traseros.
Hay una costumbre muy arraigada en los conductores y es que continúan la maniobra de retroceso hasta que las ruedas posteriores pisan el material del acopio. Si el material no tiene rocas sueltas, no hay riesgo, pero si se está cargando roca volada con bordes cortantes, basta que una de ellas se aloje en el hueco que hay entre los neumáticos gemelos posteriores para que la flexión que se produce en ellos a lo largo de la carga los deforme y llegue a cortar alguno de sus flancos.

Medidas Preventivas

⇒ Tener limpia de piedras la zona del Volquete. De esta forma, nunca habrá rocas que puedan ser pisadas por las ruedas traseras.

⇒ No cargar justo detrás del Volquete. De esta forma, las piedras que puedan rodar desde la parte alta del talud, caerán en la zona cubierta por el ancho del cucharón.

⇒ Evitar que las ruedas posteriores del Volquete pisen las rocas sueltas. Esta Técnica es la más eficaz; si las ruedas no pasan ni se paran sobre las piedras, se elimina el riesgo de corte y, por lo tanto, el del reventón del neumático.

III. Carga del Volquete.

Los riesgos en la Carga sobre Volquete, no afectan solamente a los Operadores de estas dos Máquinas, sino también a aquellas personas que de forma continua o esporádica, se muevan 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 la Pala continúa cargándolo.



Riesgos asociados a la operación de carga del volquete mediante pala

⇒ Impacto sobre diferentes partes del cuerpo.

Al volcar el cucharón de la Pala, parte del material, o alguna piedra suelta puede caer por el lado opuesto e impactar sobre alguna de las partes del cuerpo de la persona que esté en las proximidades del Volquete. Las consecuencias de este accidente son lesiones muy graves, y, con frecuencia, mortales; una piedra pequeña, de apenas 20 kilos, cayendo desde una altura de tres metros, lleva suficiente energía cinética como para producir la muerte de una persona.

Medidas Preventivas

⇒ Evitar la presencia de personas en las proximidades del Volquete.

Si se producen derrames de material pero no hay nadie en las cercanías del Volquete, se evita el accidente. Por ello:

- El Operador del Volquete debe estar en la Cabina o en otro lugar seguro.
- No se debe hablar con el Operador del Volquete mientras la Pala está cargando; si hay que darle alguna instrucción, se debe hacer que baje de la cabina antes de empezar a cargarlo, alejarse de la zona de peligro y no volver al Volquete hasta que se haya terminado su carga.

⇒ Cargar el Volquete por su lado izquierdo. Siempre que sea posible, debe seguirse esta regla, porque, al menos la zona próxima a la cabina, es visible desde la propia cabina de la Pala, y se puede interrumpir la operación si se observa la presencia de alguna persona en un lugar peligroso. Si se carga por el lado derecho, el operador de la Pala no puede ver lo que está junto a la cabina del Volquete y el riesgo aumenta.

La Seguridad se aumenta si se carga de forma que la Pala descargue a favor del viento, si existe.



Recuerde: Evite que haya personas dentro de la zona de influencia de la pala. Extreme las precauciones si carga dentro del volquete por el lado derecho.

IV. *Carga de Bloques o grandes rocas.*

En ocasiones, el material que se carga son bloques de gran volumen, ya sea porque se trate de un material para escollera o en Explotaciones de Piedra Ornamental. Suelen ser Palas Cargadoras de gran tamaño, y las cargas que almacenan en su cucharón pueden alcanzar las 25-30 toneladas.

En otras ocasiones, en las voladuras se producen bloques de un tamaño considerable que deben transportarse ya sea a la escombrera o a la machacadora según sean de estéril o material aprovechable. La carga de estos bloques, presenta los mismos problemas que los que se han visto en el caso de la carga de un Volquete demasiado pequeño.



Riesgos asociados a la operación de carga de bloques o de grandes rocas:

- ⇒ Impacto en distintas partes del cuerpo del Operador. La caída de una sola vez de varias toneladas sobre la caja del Volquete produce un impacto que se transmite a sus componentes, entre ellos a la cabina; aunque está montada sobre tacos de goma para que se absorban las vibraciones, la energía del propio impacto hace “saltar” literalmente al Volquete y a su Operador.

Medidas Preventivas

- ⇒ Poner un primer cucharón de material más fino. Esta medida proporciona una especie de “cama” que absorbe una gran parte de la energía que lleva el impacto y elimina, o disminuye, las sacudidas de las que se han comentado.
- ⇒ Descargar con cuidado. Para evitar las sacudidas, en vez de volcar de golpe el cucharón hay que descargarlo despacio y con cuidado para que la caja reciba la carga de forma gradual. Hay que contar con que el diseño del fondo de la caja de los Volquetes se ha hecho para que una roca, al caer, no impacte más de dos veces con sus laterales o su fondo antes de quedar completamente en reposo, por lo que esta medida resulta muy eficaz.
 - Hacer que el Operador abandone la Cabina. Aunque se dice, y es cierto, que el lugar más seguro para el Operador es la Cabina, hay ocasiones en las que conviene que se salga de ella siempre que lo haga con el conocimiento o indicación del Operador de la Pala y haya un lugar seguro para esperar hasta que terminen de cargar su Volquete.

V. Carga de Áridos desde un Acopio.

Dentro de esta operación de carga sobre camión, hay un caso específico de riesgo que aparece en las Plantas de Áridos cuando camiones de carretera que vienen a comprar material para las obras de construcción, van a ser cargados por una Pala Cargadora; con frecuencia, los conductores de estos camiones no tienen experiencia en el trabajo con Maquinaria Móvil y se exponen a riesgos muy graves, al tomar actitudes temerarias como las que explicamos a continuación.

Una vez colocado el camión para ser cargado, es frecuente que su conductor abandone la cabina y se suba a la caja del camión para dirigir al Operador de la Pala sobre dónde quiere que le deposite la carga. En otras ocasiones, si hay abundancia de camiones, éstos se sitúan paralelamente uno a otro y esperan para ser cargados; hay conductores que utilizan este tiempo para pequeñas reparaciones, o para ajustar algún mecanismo, y se sitúan fuera de la cabina en una zona que no está a la vista del Operador de la Pala.



Riesgos asociados a la operación de carga de áridos desde un acopio

- ⇒ Impacto con el cucharón en alguna parte del cuerpo del conductor. Basta un pequeño roce con el cucharón de una Pala para que el conductor sufra graves lesiones que pueden ser mortales.
- ⇒ Aplastamiento por caída del material. Basta que una pequeña parte de la carga que lleva el cucharón caiga por el lado opuesto al que se está cargando para causar lesiones muy graves, incluso mortales a quién esté en las inmediaciones del camión.

Medidas Preventivas

- ⇒ No cargar el camión mientras que su conductor esté subido a la caja. El riesgo que corre es muy grave y el Operador de la Pala no debe asumir la responsabilidad de un posible accidente por una imprudencia de su conductor.
- ⇒ Avisar con el claxon antes de empezar a cargar un nuevo camión. Esto advierte al conductor para que se aleje de la zona de peligro; es cierto que no tiene protección tipo FOPS, pero, de no haber un lugar apropiado para que los conductores esperen hasta que su camión esté cargado, el interior de la cabina es el lugar de menos riesgo.



Recuerde: no cargue un camión si su conductor está subido a la caja y no empiece la carga hasta tenerlo localizado.

VI. Maniobras de la Pala Cargadora

Para depositar la carga en la caja del Volquete, la Pala de Ruedas debe recorrer un espacio que debe ser lo más pequeño posible, pero suficiente para darle tiempo de elevar la carga por encima del lateral de la caja; coordinar la distancia para la maniobra con la velocidad de desplazamiento y la elevación del cucharón es la clave para conseguir los rendimientos que ofrece la Pala, sin que por ello se vea afectada la Seguridad ni suponga un cansancio excesivo para el Operador.

Como regla general, una Pala **solamente necesita un espacio entre vez y media y dos veces su longitud para conseguir este objetivo**, si bien para ello el Volquete debe estar colocado correctamente y se debe aprovechar a tope las posibilidades que ofrece la articulación así como seleccionar la velocidad adecuada en cada caso y evitar los derrames que se producen sobre todo al cambiar de avance a retroceso.



Riesgos asociados a las maniobras de la pala

⇒ Impacto en los laterales de la caja del Volquete. Sobre todo cuando se tiene poca experiencia, este riesgo se convierte en accidente con cierta frecuencia; en casos extremos, se ha llegado a producir el vuelco lateral del

Medidas Preventivas

⇒ Utilizar una velocidad adecuada. Por regla general, la maniobra con la Pala cargada suele hacerse en primera velocidad; solamente se usa la segunda para la maniobra en vacío, y en zonas con suficiente amplitud.

⇒ Retroceder lentamente. Si el espacio es reducido, hay que extremar las

Riesgos asociados a las maniobras de la pala

- Volquete. También aparece si hay que cargar un Volquete excesivamente grande para el tamaño de la Pala, porque, para colocar los últimos cucharones, se necesita empujar con el borde y extender el material por la caja.
- ⇒ Vuelco por caída a distinto nivel. Si la zona de carga es de reducidas dimensiones, aparece este riesgo mientras se hacen las maniobras en las que la Pala se mueve marcha atrás.
- ⇒ Pinchazos y/o reventones de los neumáticos. Si hay derrames de material, éste queda esparcido de forma aleatoria por la zona de carga; el riesgo aparece cuando se trabaja con roca volada, que suele tener sus bordes cortantes si las ruedas pasan sobre ellas.

Medidas Preventivas

- precauciones para evitar que las ruedas posteriores de la Pala se acerquen **a menos de cinco metros del borde del banco.** Este es el margen que se especifica en las ITC's de minas, y se deben hacer las maniobras que sean necesarias para no infringir esta norma.
- ⇒ Retirar el material que se haya caído durante la carga. El objetivo es evitar que las ruedas pisen por donde haya rocas sueltas; si es posible, en cuanto se ve que una piedra ha caído fuera de la caja del Volquete en un lugar que entorpece los movimientos de la Pala, se debe retirar maniobrando con la Pala adecuadamente en el ciclo siguiente. Si, por saturación de ésta no hay tiempo entre un Volquete y el siguiente, se deben retirar las rocas aunque ello suponga una espera de la unidad de transporte. El tiempo invertido se gana de sobra si la Pala puede moverse sin esta limitación.



Recuerde: mantenga la zona de carga libre de obstáculos. Retire las rocas o piedras que hayan caído durante la carga o desde la caja del volquete.

→ DESCARGA SOBRE VOLQUETE CON RETROEXCAVADORA



La Retroexcavadora es, sin lugar a duda, la Máquina que ofrece más posibilidades a la hora de ser utilizada como Equipo Cargador. En efecto, mientras la Pala de Ruedas debe trabajar al mismo nivel que el Volquete al que va a cargar, la Retroexcavadora puede hacerlo estando situada al mismo nivel que él o desde una cota superior.

Esto le confiere una flexibilidad que permite al Equipo de Carga y Transporte trabajar incluso en malas condiciones de agarre. Indudablemente, desde la óptica de obtener los mejores rendimientos, la mejor opción es situarla por encima del nivel del Volquete, si bien aparece entonces el riesgo de vuelco lateral que no existe si todo el Equipo trabaja en el mismo nivel. No obstante, conviene aclarar que el riesgo de vuelco es prácticamente nulo, sobre todo si la altura del acopio sobre el que se va a situar la Retroexcavadora no supera

la longitud de su balancín, y si su colocación es la adecuada tal y como vimos anteriormente. Las diferentes posibilidades, con sus riesgos asociados y sus medidas preventivas se verán a continuación.

1. *Descarga desde la parte superior del banco o voladura.*

Desde esta posición, la descarga sobre el Volquete puede hacerse de dos formas:

- con su eje longitudinal alineado con el centro de giro de la superestructura, o
 - situando el Volquete paralelamente a la dirección del talud del acopio.
1. Con el Volquete alineado con el centro de giro. Es la posición más favorable para la descarga, que se efectúa por medio de la extensión del balancín y la apertura del cucharón.



Riesgos asociados a la carga con Retroexcavadora con el volquete alineado con su centro de giro:

- ⇒ Impacto excesivo del material con la caja del Volquete. Al disponer de una altura de descarga muy notable, se tiende a descargar de golpe con el fin de acortar el tiempo de carga, sobre todo si se carga un material muy cohesivo, que dificulta la descarga.
El problema es que de esta forma, toda la carga cae de golpe y provoca sacudidas en el Volquete similares a las que explicamos con la Pala Cargadora.
- ⇒ Aplastamiento de la Cabina en camiones de carretera.- Si se cargan camiones de carretera, hay que tener en cuenta que su cabina no es ROPS ni tiene certificación FOPS, por lo que una eventual caída de material sobre ella, especialmente si se carga roca aunque sea de pequeño tamaño, puede dañarla seriamente.

Medidas Preventivas

- ⇒ No descargar desde una altura superior a la necesaria. Es preferible provocar la caída del material abriendo el cucharón y golpeando contra los topes.
- ⇒ Descargar gradualmente. Si el Volquete no es un Volquete Minero, es necesario ser muy cuidadoso a la hora de realizar la descarga, abriendo suavemente el balancín y el cucharón.



2. *Situando el Volquete paralelamente al acopio.* Es una forma que supone un trabajo más cuidadoso en la descarga por parte del Operador de la Retroexcavadora, que solamente tiene el ancho de la caja como espacio para colocar el material. Por el contrario, tiene dos **ventajas notables**:

- i. Elimina la necesidad de maniobrar en retroceso, porque el Volquete se sitúa en su posición tal y como llega a la zona de carga. No hay que olvidar que la mayoría de los atropellos se producen cuando la Máquina va marcha atrás.
- ii. Necesita menos espacio que cualquier otra opción, pues basta con poco más del ancho del Volquete para realizar su carga.



II. *Descarga con el Volquete al nivel de la Retroexcavadora.*



Esta forma de utilizar la Retroexcavadora se reduce a aquellas situaciones en las que no es posible hacerlo de la forma explicada anteriormente, como es el caso en el que la zona de carga está en tan malas condiciones de tracción que el Volquete tenga dificultad para desplazarse por ella. Igual que en el caso anterior, se puede situar el Volquete en línea o paralelo con la Retroexcavadora, mientras la Máquina debe girar un ángulo mayor, lo que reduce el rendimiento.

Manteniendo los criterios de ausencia de personas dentro del radio de acción de la Máquina, este método es el más seguro siempre que se utilice la primera de las posiciones indicadas para el Volquete; en efecto, situarlo paralelamente al talud supone un riesgo de vuelco lateral por caída a distinto nivel del Volquete. El Operador pierde visibilidad y lo domina peor, pero el único riesgo que existe es el impacto contra la caja, que, evidentemente, es mucho menos grave que cualquiera de los que hemos visto en las otras opciones.



2.5 Elevación de cargas no paletizadas

En este apartado podemos distinguir dos grandes grupos de cargas: el propio material, sea tierra o roca, y otros materiales u objetos tales como tubos, bidones, etc., que se elevan utilizando como grúa el Equipo Cargador, ya sea la Pala de Ruedas o la Retroexcavadora.

En cualquiera de los casos, no hay que olvidar que lo que se eleva tiene un peso suficiente como para provocar la muerte de una persona por aplastamiento o por impacto en alguna de las partes de su cuerpo, y que esta persona puede ser el propio Operador de la Máquina.

→ ELEVACIÓN DE CARGA NO PALETIZADA CON PALA CARGADORA

Cuando el Operador ha terminado de realizar la carga, y tiene el cucharón lleno, inicia la elevación del equipo con su carga; el cucharón está montado sobre los brazos que tienen una determinada longitud, y que, al elevarlo hacen que describa una trayectoria que es una circunferencia, por lo que, si no se corrige su posición, el material podría caer sobre la propia cabina de la Pala y sobre la zona próxima a la Máquina, creando un riesgo de impacto, que puede producir lesiones mortales en la mayoría de las ocasiones.

La forma de evitar este accidente es simple: *al mismo tiempo que se eleva el cucharón, y la Pala está haciendo su maniobra cargada, acercándose al Volquete, el Operador debe mantener vertical el colmo del material, es decir que la línea que pasa por el vértice del colmo y el bulón inferior sobre el que gira el cucharón, debe ser perpendicular al suelo hasta*

que se alcance la máxima altura y se inicie la descarga sobre la caja del Volquete pasando por encima de sus laterales. Así evitamos que el material caiga sobre la cabina que, si bien tiene certificación FOPS, en su estructura, también tiene puntos débiles como son los cristales que rompen al recibir el impacto del material y permiten que éste llegue al interior de la cabina y caiga sobre el propio Operador.

Las Palas Cargadoras que llevan Acoplamiento Rápido pueden resolver el problema utilizando accesorios que faciliten la manipulación de estas cargas.

Si lo que se quiere elevar es cualquier otra clase de carga, hay que tener en cuenta TRES PUNTOS FUNDAMENTALES:



1. **El Peso no puede superar la Capacidad de Elevación de la Pala, que es distinta para cada uno de los diferentes cucharones que puede montar.** Este límite es una Seguridad fundamental porque es una carga con la que la Pala es estable ya sea parada o en marcha y con total independencia de la altura a que se encuentre el cucharón.
2. **La Carga debe estar perfectamente sujeta, si es posible, en el interior del cucharón.-** Es frecuente que, para manejar tubos, por ejemplo, se cuelguen de los dientes por medio de cables de los que no se conocen su resistencia y que se sujetan de cualquier forma. Existen



Equipos especiales tales como pinzas, o brazos telescópicos que cogen el tubo interiormente, por medio de un brazo horizontal que se introduce en él, y que luego se cuelga por medio de una cadena con sus estrobo correspondientes. **La medida Preventiva es simple: que no haya nadie por debajo de la carga, y que el Operador no accione el vuelco del cucharón una vez que la carga esté suspendida.** Por seguridad, el cable o cadena que se usen deben tener una resistencia de al menos un 50% más del peso de la carga que se va a manipular.

mineras; se piensa que el riesgo procede de una eventual avería de la Pala, pero, al menos en las Máquinas modernas, no es así; la Normativa legal exige que las Palas Cargadoras monten válvulas anti-caída si se van a usar para elevar cargas, pero aunque por una rotura de manguera el cucharón cayera, el riesgo para la persona sería mínimo.

3. **En ningún caso se elevarán personas utilizando el cucharón.-** En muchos casos se utiliza este sistema para sustituir una lámpara o un cristal, para montar un rodillo o un reductor en una cinta transportadora, etc., y se ha venido haciendo desde hace muchos años, constituyendo una costumbre que es difícil de eliminar en las explotaciones



El peligro reside en que la persona que está en el cucharón, no es la que maneja la Pala de forma que basta cualquier fallo en la comunicación entre ambas para que se produzca un accidente que es mortal la mayoría de las veces. Sólo se pueden mover personas con el cucharón de una Pala en caso de emergencia, como por ejemplo, si está atrapado por un derrumbe, ha sufrido un desvanecimiento, hay peligro de muerte inminente, etc., y no se dispone de otra alternativa posible.

→ ELEVACIÓN DE CARGA NO PALETIZADA CON EXCAVADORA HIDRÁULICA

La diferencia fundamental con la Pala Cargadora, en la carga de materiales no paletizados reside en que la Excavadora Hidráulica tiene la posibilidad de situar la carga a mucha mayor altura y distancia y en cualquier punto del círculo descrito por el cucharón cuando la superestructura gira 360°. Como se ha dicho en varias ocasiones, la Capacidad de Elevación de esta Máquina es diferente en cada punto, por lo que si se intenta elevar una carga superior a la indicada por el fabricante, la Máquina despegará, en su totalidad o en parte, alguno de sus dos trenes de rodaje.

Hay que recordar que su posición más estable es el aspa formada por las dos diagonales que van desde la parte delantera de cada una de las cadenas hasta la parte posterior de la cadena opuesta. En ambas se pierde algo de alcance, pero el centro de gravedad que corresponde al peso que gravita por detrás de los extremos delanteros tiene más brazo de palanca que el de todas las restantes posiciones.

Hay un aspecto legal que no hay que olvidar: **la Excavadora Hidráulica que vaya a ser utilizada como grúa debe incorporar a su Sistema Hidráulico válvulas anti-caída en la base de los dos cilindros de elevación de la Pluma.** Así se está seguro que, en caso de rotura de una manguera, todo el equipo de la Máquina no bajará bruscamente, lo que representa una importante seguridad para los que trabajen en sus inmediaciones.

El caso más habitual de uso de la Excavadora Hidráulica como grúa es cuando se quiere instalar una tubería en el interior de una zanja, trabajo que rara vez se realiza con Pala Cargadora. La Regla de Oro en estos casos es: **evitar la presencia de trabajadores dentro de la zanja si la carga no está ya muy próxima a su lugar definitivo.** Se trata de impedir que el tubo pase por encima de las personas encargadas de situarlo en su posición definitiva. No debería haber ninguna persona hasta que el tubo estuviera rozando el suelo.





Como precaución adicional, esta operación debe hacerse **estando el aceite caliente** para evitar movimientos bruscos de la carga.

Por regla general, las Retroexcavadoras llevan incorporados en sus cucharones unos ganchos que sirven para colgar de ellos los cables o estrobos utilizados para suspender de ellos la carga, en vez de utilizar los dientes del cucharón para este trabajo. Los ganchos presentan una ventaja adicional y es que se puede hacer que la carga se eleve o descienda con la máxima precisión y suavidad, por medio del movimiento de apertura y cierre del cucharón.

2.6 Estacionamiento de la máquina

Cuando el Operador va a abandonar la Máquina, momentáneamente o por un tiempo prolongado, debe realizar una serie de pasos cuyo objetivo es que ésta no se ponga en movimiento inesperadamente, pudiendo provocar un accidente que siempre tiene graves consecuencias, con frecuencia mortales.

Es conveniente detener la Máquina mientras se avanza para evitar el riesgo de atropello, que es más frecuente cuando la Máquina retrocede. Si por cualquier motivo es indispensable conectar la marcha atrás, es conveniente avisar con varios toques de claxon, aún a sabiendas que la Máquina dispone de avisador acústico y óptico de marcha atrás.

Igualmente, es aconsejable dejar una distancia entre una y otra Máquina tal que permita a una persona circular libremente entre ellas, pensando que, cuando haya de



arrancarse de nuevo, será necesario dar una vuelta a su alrededor para hacer la revisión previa y para descubrir la presencia de persona u objetos en puntos de mala visibilidad, y evitar así el accidente. Otro aspecto a considerar es que se debe procurar que todas las puertas, defensas, guardabarros, etc., que llevan las Máquinas, estén cerradas totalmente, para evitar impactos a las personas que vayan a moverse entre ellas.

A la hora de estacionar una Máquina, una vez puestas en práctica las indicaciones que se acaban de exponer, en función de si es una Pala Cargadora o una Retroexcavadora deberá seguirse el proceso correspondiente que a continuación se expone.

→ PROCESO DE ESTACIONAMIENTO DE UNA PALA CARGADORA DE RUEDAS

- ⇒ Detener la Pala en un terreno lo más llano posible.
- ⇒ Bajar el cucharón apoyándolo en el suelo **totalmente plano**, para evitar que los dientes o la cuchilla queden levantados, lo que supone un riesgo de impacto en los tobillos y piernas de las personas que se muevan en sus proximidades.
- ⇒ Bloquear los Controles del Cucharón, si la Pala dispone de esta posibilidad.
- ⇒ Situar el Mando de la Transmisión en punto muerto y accionar su bloqueo.
- ⇒ Conectar el Freno de estacionamiento.
- ⇒ Si la parada es de corta duración, se puede dejar el motor funcionando a bajo régimen.
- ⇒ Si la parada va a ser prolongada, dejar el motor a bajo régimen durante 30-45 segundos y pararlo **sin acelerarlo**.
- ⇒ Conviene retirar la llave de arranque y/o desconectar la batería quitando la llave para evitar que la Máquina pueda ser utilizada por alguien no autorizado.



→ PROCESO DE ESTACIONAMIENTO DE UNA EXCAVADORA HIDRÁULICA DE CADENAS

Además de las Normas dadas para la Pala, conviene que:

- ⇒ El equipo de la retro esté apoyado en el suelo de la forma que indique el fabricante para que la futura comprobación de niveles pueda hacerse correctamente. Suele ser con el balancín y el cucharón completamente cerrados y la pluma bajada hasta apoyar el cucharón en el suelo.
- ⇒ Accionado el Neutralizador del Sistema Hidráulico para evitar movimientos inesperados de la Máquina al arrancar el motor. Hay marcas que este control no anula la traslación, cosa que hay que tener en cuenta si uno se sube a una Retroexcavadora con el motor en marcha; un toque accidental en uno de los controles de traslación mientras se está subiendo a ella, la pondría en movimiento inesperadamente.



→ PROCESO A SEGUIR PARA BAJAR DE UNA PALA CARGADORA DE RUEDAS O DE UNA EXCAVADORA HIDRÁULICA DE CADENAS

Deberá seguirse el mismo procedimiento que para la subida, es decir:

- ⇒ Cerrar las puertas y ventanillas para evitar entrada de polvo, insectos, etc.
- ⇒ *Dar la cara a la Máquina.*
- ⇒ Llevar las manos libres de cosas que dificulten el agarre con las barandillas, asideros, etc.
- ⇒ *Utilizar siempre tres puntos de apoyo.*
- ⇒ Usar los peldaños y escaleras previstas para ello. **No saltar.**

2.7 Peligros Residuales asociados a cada Máquina en particular y Medidas Preventivas acordes con ellos

Tanto la Pala Cargadora de Ruedas como la Excavadora Hidráulica de Cadenas presentan unos riesgos específicos por la tipología de la propia Máquina en sí; además, cada unidad puede tener unos riesgos propios por sus características técnicas, diseño, etc., que deben venir reflejadas en los Manuales de Operación.

Es imposible recoger en este Manual todas las variaciones de todos los modelos que están en uso actualmente, porque pertenecen a varias generaciones de Máquinas, hay marcas nuevas, otras han desaparecido, etc.; por esta razón se tratarán aquellos peligros que tienen un carácter más general, pero indicando y resaltando desde aquí dos puntos fundamentales:

- ⇒ Cuando se va a trabajar con una nueva Máquina, el Operador debe recibir una formación específica sobre ella, aunque haya estado trabajando con otra Máquina de la misma marca hasta ese momento. Esta formación debe incluir las diferencias existentes con modelos anteriores que se refieran a su manejo y funcionamiento, los dispositivos de seguridad propios de ella y las peculiaridades relativas a su mantenimiento.
- ⇒ Si esta formación no puede realizarse cuando se “estrena” la Máquina al menos debe recibir una instrucción sobre estos puntos dada por la persona del Distribuidor que la comercializa o por alguien de fábrica.

Como mínimo, el Operador debe disponer del Manual de Manejo, en castellano, el tiempo necesario para su lectura y comprensión y la posibilidad de consultar aquellos puntos que no comprenda a una persona con suficientes conocimientos de la Máquina.



A continuación se exponen los Peligros más generales, asociados a cada Máquina, así como las Medidas Preventivas acordes con estos peligros.

→ PRINCIPALES PELIGROS RESIDUALES ASOCIADOS A LAS PALAS CARGADORAS DE RUEDAS

- **Zona de la Articulación.** Aunque aún se puede ver alguna de ellas de bastidor rígido, la práctica totalidad de las Palas Cargadoras utilizan el diseño de dos bastidores, unidos por una articulación, lo que les permite aunar dos características contrapuestas: una notable distancia entre ejes y un radio de giro reducido, todo lo cual se traduce en una mayor estabilidad y maniobrabilidad que los modelos de un solo chasis.

La zona de la articulación es uno de los puntos de mayor riesgo de una Pala porque:

- ⇒ No hay sitio para una persona cuando los dos bastidores se articulan, lo cual trae consigo un riesgo de atrapamiento con resultados mortales en la mayoría casos en los que se produce el accidente.
- ⇒ Es un punto muy “apetecible” para hablar con el Maquinista y transmitirle alguna instrucción en los casos en los que la Pala no lleve emisora de radio.

Las *Medidas Preventivas* pasan por impedir que mientras la Pala esté funcionando, nadie y por ningún motivo se acerque a hablar con el Operador. Si es necesario darle alguna instrucción, y no lleva emisora de radio, puede optarse por parar la Pala y el motor, o, mejor aún, que el Maquinista pare la Máquina, se baje de ella y reciba en el suelo las instrucciones pertinentes. Esta circunstancia suele venir recogida en los Manuales así como en alguna placa de advertencia en las proximidades de la articulación.

- **Ángulos ciegos de las Palas Cargadoras.** Aún estando situada la cabina en una posición elevada, y disponiendo, especialmente en los modelos modernos, de amplias superficies acristaladas, hay zonas que el Operador no ve y que pueden ocultar a una persona, sobre



todo agachada, de su campo de visión. La incorporación de espejos retrovisores panorámicos, el diseño redondeado y de bajo perfil de las carcasas de la Pala, etc., han reducido al mínimo estas zonas de baja visibilidad.

En los modelos más grandes y recientes, se están incorporando “ojos electrónicos” mediante pequeñas cámaras de vídeo dotadas de grandes angulares que transmiten a una pantalla situada en la cabina de la Pala una visión de su parte posterior. Si añadimos las alarmas ópticas y acústicas de marcha atrás, podemos decir que, sin duda el riesgo de atropello por movimientos en retroceso, está protegido. Sin embargo se siguen produciendo, sobre todo después de una parada o cuando se empieza la segunda mitad de la jornada.



Las *Medidas Preventivas* en previsión de este riesgo son tan simples como eficaces, como por ejemplo:

- Antes de subir a la Máquina, dar una vuelta a su alrededor cada vez que el Operador abandone la cabina por el motivo que sea; si hay alguien en una zona de peligro, lo veremos antes de empezar a mover la Máquina.
 - Una vez en la cabina, además del aviso que proporciona la alarma acústica de retroceso, hacer sonar la bocina antes de iniciar la maniobra.
 - Finalmente, retroceder lentamente hasta comprobar que estamos en una zona libre de obstáculos y que no hay nadie dentro del radio de acción de la Pala.
-
- **Transporte de Personas.** Con frecuencia se ve, tanto en las obras de Construcción como en las Explotaciones Mineras, como se usan las Palas Cargadoras para transportar personas, ya sea dentro de la cabina o sobre los guardabarros, el cucharón o en las plataformas posteriores a la cabina. Cuanto mayor es el tamaño de la Pala, estas plataformas son más amplias y al estar protegidas por barandillas



y quitamiedos, presentan una falsa seguridad cuando se utilizan para que una o más personas se suban en ellas y apoyadas en estas barandillas, sean transportadas de un punto a otro de la Explotación.

Hay que tener en cuenta que la Pala no es una Máquina para transportar personas; es algo que simplemente lo prohíbe la ley. En la cabina ***no puede ir más que una persona porque no hay más que un asiento y un cinturón de seguridad.*** Actualmente en los modelos más grandes, algunos fabricantes están incorporando un segundo asiento para el acompañante o para el instructor que vaya a adiestrar al Operador en su manejo. Obviamente lleva también su cinturón de seguridad, y es ***el único caso en el que puede ir más de una persona en la cabina de la Pala.***



→ PRINCIPALES PELIGROS RESIDUALES ASOCIADOS A LAS EXCAVADORAS HIDRÁULICAS DE CADENAS

- ***Movimiento de Giro de la Superestructura.*** En esta Máquina el riesgo de atropello es prácticamente nulo porque no necesitan desplazar sus cadenas en cada ciclo y su movimiento es muy lento si se compara con el de la Pala de Ruedas; sin embargo, el propio giro en sí provoca un riesgo de impacto o atrapamiento para personas que trabajen en sus proximidades, sobre todo si la Máquina está rompiendo bloques para eliminar el atasco en una machacadora, o en trabajos próximos a postes de tendido eléctrico, edificios, etc. El riesgo es muy escaso si se trabaja en una zona de carga, excepto si un volquete se sitúa dentro de su radio de acción.

Las Medidas Preventivas se enfocan a realizar estos trabajos con sumo cuidado; el Operador de la Retroexcavadora debe:

- Ajustar los espejos para obtener la máxima visibilidad.





- Mantenerlos limpios y en perfecto estado; es frecuente que los espejos tengan sus superficies rotas, o con picaduras que dificultan la visión.
- En caso necesario, avisar con el claxon y realizar el giro lentamente.

En la actualidad, existen Retroexcavadoras con masa de hasta las 20-25 toneladas con una configuración que la superestructura gira sin que el contrapeso sobresalga del exterior de las cadenas; con ellas este riesgo se puede eliminar completamente cuando hacen trabajos auxiliares.

- **Traslación inesperada de la Excavadora Hidráulica de Cadenas.** En algunos modelos de ciertas marcas, el circuito de traslación no queda anulado cuando se conecta el bloqueo general del Sistema Hidráulico. Esto puede hacer que la Máquina se ponga en movimiento si se baja de ella sin parar el motor, y al subirse de nuevo, se acciona inadvertidamente alguno de los mandos de su desplazamiento. Esto genera un riesgo de caída desde la cadena o la cabina, al que le puede seguir el riesgo de atropello de la persona que ha sufrido la caída.

Las Medidas Preventivas que pueden tomarse para evitar este riesgo son sencillas:

- En modelos que presenten este riesgo, bloquear el hidráulico y parar el motor cada vez que el Maquinista abandone la Máquina.
- Si hay que hacer alguna comprobación que exija que el motor esté funcionando, bloquear el Sistema Hidráulico y no apoyarse en ningún pedal ni agarrarse a ninguna palanca de traslación.

Normalmente, cuando la Máquina tiene esta característica, el fabricante avisa de ello en el Manual del Operador.

- **Cables de Alta Tensión.** Las Excavadoras Hidráulicas son Máquinas con una altura considerable, sobre todo si hablamos de modelos superiores a las 40-50 toneladas de masa; al desplazarse, hay que elevar el cucharón del suelo aunque sea sólo unos centímetros, pero la altura de la pluma puede alcanzar una altura de varios metros. Al pasar por debajo de un tendido eléctrico de alta tensión, no sólo

se debe cuidar que la Máquina no toque los cables, sino que se debe dejar un espacio que depende de la tensión que circule por los cables, para evitar que salte la chispa por el fenómeno del arco voltaico.

Este riesgo de descarga eléctrica y posible electrocución, es uno que se considera casi siempre si la Máquina se traslada por sí misma, pero se olvida con frecuencia si la Retroexcavadora va a ir cargada en una góndola.

Las *Medidas Preventivas* que pueden tomarse para evitar este riesgo son:

- Circular con la Retroexcavadora con la pluma baja, y el balancín y el cucharón recogidos; es como alcanza la menor altura.
- Dejar la distancia de seguridad que se indica en el Manual de Operación, que es de TRES METROS para líneas eléctricas de hasta 50.000 voltios; esta distancia debe aumentarse en 10 mm. Por cada 1.000 voltios que se excedan de los indicados

Si, a pesar de todo, se produce la descarga eléctrica, igual que sucede en caso de caída de un rayo, **se debe permanecer en la cabina, sin tocar ninguna plancha o parte metálica hasta que la corriente se haya derivado a tierra y la Máquina se haya descargado.**



2.8 Medidas de Prevención y Protección indicadas por el fabricante para la realización del Mantenimiento

Ya se han indicado anteriormente los distintos tipos de Mantenimiento que se engloban en esta palabra, cuya misión fundamental es conseguir que la Máquina mantenga, por una parte sus prestaciones el mayor número de horas posibles sin averías, y por otra que a lo largo de toda su vida útil cumpla con las condiciones mínimas de Seguridad como lo hacía de nueva.

Cada Empresa tiene su propio criterio sobre quién y cómo realizará este Mantenimiento, habiendo opciones que van desde tener un personal exclusivo para ello, hasta casos en los que se hacen contratos integrales de todas su formas con empresas especializadas en ello, sean o no sus distribuidores; en la elección de uno u otro, intervienen muchos factores, de los que el tamaño de la Empresa suele ser un punto fundamental.

El criterio más extendido es que el Operador cubra, en mayor o menor grado, las Operaciones del Mantenimiento Rutinario y/o Preventivo, mientras que el Correctivo (reparación de averías) se encargue a personas que suelen pertenecer a un departamento específico, diferente al de Operación.

Por otra parte, las diferencias existentes entre los fabricantes, nos lleva a recordar una vez más la necesidad de seguir estrictamente sus normas en lo que se refiere a intervalos y consejos para llevarlos a buen término sin correr más riesgos que los imprescindibles.

Con todo esto, las Empresas elaboran, o deben elaborar, el protocolo, que hay que seguir, que suele estar recogido en una DIS, y que, por lo tanto, es de obligado cumplimiento para quienes vayan a llevarlo a cabo. En él se recoge un cuadro de tiempos o intervalos de Mantenimiento para cada unidad, así como las instrucciones para realizarlo.

Es evidente que no todas las Máquinas trabajan ni con el mismo material ni en las mismas condiciones; no son iguales la necesidad de Mantenimiento si se trabajan 10 horas diarias que si en la Explotación se trabaja a tres relevos, ni si una Pala, por ejemplo, trabaja únicamente cargando áridos que si lo hace cargando roca volada. Estas y otras condiciones son las que consideran los fabricantes para determinar si el trabajo que realiza la Máquina es Liger, Medio o Duro; es más, dentro de la categoría de Trabajo Duro, se suele distinguir entre Ligeramente Duro, Semi-duro y Extremadamente Duro; pues bien, los Intervalos de Mantenimiento que se recogen en las guías, están pensados para una trabajo Ligeramente Duro en la mayoría de las marcas, y es suficiente para lograr los objetivos que hemos explicado antes **siempre que los consumibles utilizados para el mantenimiento estén de acuerdo con las exigencias del fabricante, en lo que a calidad se refiere.**



Los fabricantes suelen incluir unos Cuadros en los que se recogen los Intervalos de Mantenimiento para hacer cada una de las Operaciones, y llevan dos posibilidades, por ejemplo cada 8 horas de trabajo o un día, que quiere decir que esta operación habrá que cumplimentarla **en el primero de las dos opciones que se alcance**. Si, por ejemplo, se refiriera a un determinado punto de engrase, habría que engrasar cada 8 horas si se trabaja a dos relevos completos, o todos los días si la Máquina no llega a trabajar la jornada de ocho horas. Esta es una forma de cumplir con las necesidades de Mantenimiento que tiene la Máquina, en aquellos casos en los que se trabajan con ella más de ocho horas diarias.

Otro aspecto que el Operador debe conocer es la diferencia de horas que existe según el tipo de horómetro que monte la Máquina; en modelos antiguos, el horómetro era mecánico, y se movía desde el cigüeñal del motor; si el régimen del motor en su potencia máxima era 2.000 rpm, **hasta que no había girado 120.000 rpm no contaba la hora completa**; como jamás una Máquina trabaja continuamente a tope de revoluciones del motor, había una diferencia entre las horas que marcaba el horómetro y las medidas por un reloj convencional, **siendo siempre menor el número de horas del horómetro que las del tiempo convencional**.

Esto ha cambiado hace ya bastantes años, cuando las Máquinas abandonaron el horómetro mecánico y lo que tienen ahora es un reloj que mide el tiempo y que se pone en marcha cuando la presión de aceite del motor alcanza su valor de operación, y se detiene unos segundos después de la parada del motor y su correspondiente falta de presión de engrase.

Con independencia de las particularidades de cada marca, hay una serie de Medidas Preventivas que tienen que seguirse para proteger a quién va a hacerlo; indicaremos las más importantes:



→ NECESIDAD DE FORMACIÓN.

Con frecuencia nos encontramos con que el Operador que va a realizar el Mantenimiento de la Máquina, no conoce ni los riesgos que presentan las Operaciones que va a hacer ni las medidas preventivas que debe tomar, aunque ambas cosas estén contempladas de alguna manera en la DIS de Seguridad; se piensa que operaciones tales como cambiar un filtro, vaciar un depósito, etc., las puede hacer cualquiera por pura intuición, y esta teoría es la causa de muchos accidentes. Es necesario que el Operador esté formado en los riesgos inherentes a las Operaciones que va a realizar.

→ EQUIPO DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL.

En las Operaciones de Mantenimiento el Operador se tiene que mover por debajo de la Máquina para llegar a los tapones de vaciado, a ciertos puntos de engrase, sobre todo en Máquinas antiguas, todo lo cual representa riesgos de impacto en cabeza, brazos, etc. Por otra parte, la proyección de líquidos perjudiciales tales como electrolito de la batería, agua caliente, etc., presentan riesgos de quemaduras. Por todo ello, los fabricantes suelen indicar en su Guía de Mantenimiento qué EPI son necesarios, siéndolo en la práctica totalidad de los casos los siguientes:

- *Casco de seguridad.*
- *Gafas de Seguridad.*
- *Guantes.*
- *Mascarilla en el Mantenimiento de la Batería.*
- *Botas de Seguridad contra golpes, caídas de objetos en el pié, Resbalón, etc.*

→ LIMPIEZA DE LA MÁQUINA.

Una buena parte de los riesgos inherentes a las operaciones de Mantenimiento se derivan de la suciedad que se acumula tanto en la cabina como en diferentes puntos de la Máquina como consecuencia de pérdidas, derrames a la hora de repostar el combustible, barro, tierra, polvo, grasa, etc. Todos ellos se traducen en posibilidades de Resbalón, caídas a distinto nivel, etc., por lo que una Medida Preventiva de indudable valor es **lavar la Máquina a fondo antes de empezar su Mantenimiento y eliminar la suciedad que se haya podido producir durante él en un lavado más ligero**. En este lavado se debe prestar especial atención a las Superficies Anti-deslizantes, pedales de control, peldaños de las escaleras, asideros, barandillas, etc., y, en general, a todo aquello que pueda suponer un riesgo de deslizamiento que termine en una caída, golpe, etc.



→ MOVIMIENTOS DE LAS MÁQUINAS.

No es difícil que a un Operador que trabaja con una determinada se le encargue mover otra que no tiene por qué conocer; un conductor de volquete que no haya recibido formación sobre una Pala Cargadora, la moverá intuitivamente pero, por lo general, no está capacitado para ver si sus diferentes controles están en la posición segura; por ejemplo, si una Pala Cargadora se ha detenido con el mando de elevación en posición de “subir”, cuando el motor arranque el cucharón se elevará de forma inesperada pudiendo producir un accidente más o menos grave. **No se debe mover una Máquina para la que no se dispone de la correspondiente autorización.** Este caso es particularmente importante cuando se trabaja con un modelo que haya llegado recientemente a la Explotación.

→ SITUACIÓN DE LA MÁQUINA PARA SU MANTENIMIENTO.

Desde el punto de vista de la Seguridad, el lugar donde vaya a realizarse la operación de Mantenimiento de la Máquina deberá reunir las siguientes condiciones:

- ⇒ Lo más plana posible.
- ⇒ Con suficiente amplitud para evolucionar a su alrededor sin obstáculos de importancia.
- ⇒ Con suficiente iluminación para ver las posibles deficiencias o los niveles sin necesidad de iluminación adicional.
- ⇒ El Equipo de Trabajo apoyado en el suelo o sobre soportes lo suficientemente resistentes como para que no se rompan al golpear los pasadores de los dientes, si hay que cambiar esta u otras herramientas de penetración. Hay diseños de dientes en el mercado que se fijan por un giro sobre el porta-dientes y alojando el pasador en posición vertical sin herramientas o, a lo sumo, dando un pequeño golpe de martillo.
- ⇒ Siempre que sea posible, la Máquina debe estar en el interior del taller, para evitar las posibles contaminaciones del aceite mientras se realiza el cambio; el



motor estará parado y el aceite frío; el aceite caliente, fluye mejor que el frío, y los depósitos se vacían mejor, pero tiene el riesgo de quemaduras que pueden ser graves; lo ideal es que tenga una temperatura que no represente un riesgo de quemaduras y, al mismo tiempo, se vacíe con suficiente rapidez. Si se dispone de termómetro de aceite en el salpicadero de la Máquina, el punto de cambio adecuado es cuando la aguja indicadora está al principio de la zona verde. Una regla práctica es que el aceite de un depósito estará frío si podemos mantener la mano desnuda sobre su superficie sin quemarnos. En todo caso, para vaciar cualquier depósito **se debe estar provisto de guantes**. Si, a pesar de todo, se produce la quemadura, es vital acudir a un médico aunque parezca que no hay daños en la piel; el aceite caliente puede traspasar la epidermis y llegar a la dermis produciendo unas heridas que, por no ser visibles, aumentan el riesgo de infección, y, en ocasiones, han acabado con la amputación de algún dedo, mano, etc.

⇒ Si fuese necesario arrancar el motor para observar alguna pérdida o rotura, es necesario conectar:

- El freno de estacionamiento.
- El bloqueo de la transmisión y el del sistema hidráulico.
- En el caso de la Palas Cargadoras de Ruedas, la barra que bloquea los dos bastidores y no permite su articulación.
- Si el Equipo de Trabajo tiene que estar elevado, se deben bloquear sus controles y colocar la barra de seguridad que impide su descenso accidental.

→ ETIQUETAS DE ADVERTENCIA.

Algunos componentes de las Máquinas tienen para su control o funcionamiento circuitos presurizados; los fabricantes suelen poner placas de aviso en sus proximidades o en el propio Manual, advirtiendo de los posibles riesgos (quemadura por aceite o agua calientes, muelles que pueden salir despedidos al desmontar el componente, etc.) y remitiendo al Manual para su forma correcta de trabajar con ellos.



Estas etiquetas deben estar escritas en el idioma del país en el que va a trabajar la Máquina en los modelos con marcado CE; en otras unidades más antiguas o cuyo origen son mercados extracomunitarios, los podemos encontrar en inglés, alemán, japonés, etc., es decir en el idioma de su país de origen; **deben estar limpias y totalmente legibles, y en el caso de estar deterioradas deben sustituirse por otras nuevas.**

→ CIRCUITOS A PRESIÓN.

Cualquier circuito hidráulico de accionamiento del Equipo de Trabajo, el circuito de refrigeración del motor, etc., acumulan en su depósito una presión para ayudar a que la bomba reciba suficiente cantidad de aceite, o, como en el caso del agua, para ampliar su zona de utilización impidiendo o retrasando su ebullición. Esta presión en el interior del depósito, lanzará el fluido violentamente al exterior si se elimina su hermeticidad de forma repentina; por eso, no se debe abrir un circuito a presión inmediatamente de parar una Máquina, sino que se deben tomar las siguientes **precauciones**:

- Dejar que la Máquina se enfríe.
- Accionar repetidamente los controles del Equipo de Trabajo para liberar la presión en las mangueras.
- Abrir el tapón lentamente, dejando escapar la presión del depósito; la mayoría de las Máquinas utilizan tapones de seguridad que van descubriendo un taladro que comunica el interior con el exterior de forma progresiva, favoreciendo la eliminación de la presión de una forma segura.

→ ADVERTENCIAS A TERCERAS PERSONAS.

Cuando una Máquina está en Mantenimiento, es vulnerable mecánicamente, y, sobre todo, tiene unos riesgos encubiertos que son consecuencia del desconocimiento de otras personas sobre su situación. No basta suponer que, si la Máquina está en el taller o nave de Mantenimiento, no haya alguien que por descuido, la ponga en marcha de forma imprevista. El tamaño de las Máquinas es suficiente para “esconder” a una persona que está haciendo su Mantenimiento de la vista de alguien que viene con prisa o pensando que éste ya ha sido completado y la unidad ya está disponible, la arranca y produce un accidente y/o una avería. Si se quiere evitar este riesgo, se deben tomar las siguientes Medidas Preventivas:





- ⇒ Poner avisos de NO ARRANCAR en la cabina, en lugares bien visibles.
- ⇒ Quitar la llave de arranque del motor
- ⇒ Quitar la llave del sistema que desconecta las baterías, o, mejor aún, desconectar sus bornes, con lo que, además, se elimina el riesgo de descarga eléctrica en unidades dotadas de Inyección Electrónica.
- ⇒ Desde el punto de vista del Operador, la norma que ya hemos dado anteriormente de revisar la Máquina antes de subir a la cabina, es primordial en este caso.

→ HERRAMENTAL Y TORNILLERÍA.

Se deben utilizar las herramientas adecuadas a la Máquina en la que se está trabajando; a veces, los fabricantes utilizan llaves de medidas en pulgadas en lugar de las de medidas métricas; la diferencia de unas a otras no es excesiva, pero, o no encajan bien en las tuercas, o son demasiado grandes para quitar un tapón, desenroscar una tuerca, etc. La excelente capacidad de improvisación que tenemos los españoles, nos lleva a utilizar algún suplemento de madera o metal como elemento intermedio, con lo que es frecuente que la llave resbale de forma inesperada, haciendo que el operario reciba un golpe o corte con alguna de las superficies metálicas de las piezas de la Máquina. Se debe huir del uso de herramientas inadecuadas o en malas condiciones, que son causantes de accidentes no graves pero que traen consigo la baja laboral de una persona por un tiempo más o menos prolongado.

→ LIMPIEZA DE LA TORNILLERÍA.

Se debe eliminar la presencia de grasa, barro, restos de aceite, etc., en los tornillos de los diferentes puntos de Mantenimiento de la Máquina; para ello, se debe usar algún tipo de disolvente de los que existen en el mercado, pero no se debe usar gasolina, gas-oil o cualquier tipo de combustible para esta misión. El riesgo de incendio no se termina en la práctica de no fumar mientras se realiza el Mantenimiento; cualquier persona que fume en una Máquina que pase cerca de donde se encuentra la nuestra y tire una cerilla encendida, puede provocar un incendio si cae dentro de la lata en la que se haya puesto este disolvente. Deben desecharse tornillos oxidados, con rebabas, etc.

→ PARES DE APRIETE.

Con frecuencia se deja a criterio del operario que realiza el Mantenimiento de la Máquina el grado de apriete que deben llevar los tornillos de sujeción en diferentes componentes; hay algunos que no se pueden dejar a este criterio, como, por ejemplo, los que sujetan las ruedas al palier, los de la cabina ROPS con el bastidor, etc. En estos casos, los fabricantes suelen especificar el par con que se debe apretar, y, para hacerlo correctamente, se necesita una llave dinamométrica que es la única forma de dar el par de apriete especificado.

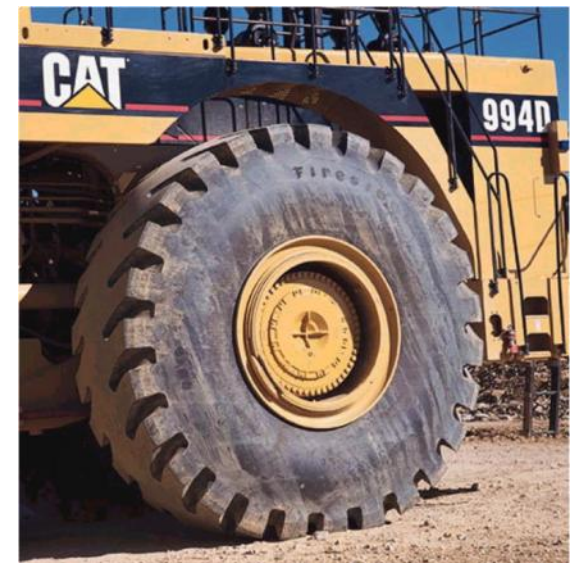
→ INFLADO DE LOS NEUMÁTICOS.

Ya hablamos de estos componentes al estudiar la Revisión Previa al Arranque, en lo que se refiere al riesgo de Explosión o de Reventón, diferenciando que el primero se produce espontáneamente sin intervención de ningún agente exterior, por la combustión del aire que hay en su interior, mientras que el segundo es a consecuencia de un corte durante el trabajo, o se puede producir en el momento de inflarlo para corregir un defecto de presión.

Recordemos que **la presión que indican los fabricantes de neumáticos y que vienen en el Manual de Mantenimiento, es con el Neumático frío**, por lo que se debe dejar un margen de tiempo para que el aire interior pierda su calor que es de al menos 12 horas, pero que pueden ser necesarias 24 horas en el caso de trabajar a dos o tres relevos.

Para inflar el neumático, es necesario situarse a una cierta distancia de la banda de rodadura, de por lo menos CINCO METROS, para lo cual se necesita disponer de un comprobador de presiones que esté sobre una manguera lo suficientemente larga como para permitir que se cumplan estas condiciones. Para prevenir la explosión, ya dijimos que una solución podría ser inflarlo, en vez de con aire, con Nitrógeno que, por ser un gas inerte, no permite que haya combustión en su ambiente.

Una práctica que se hacía hasta que se incorporó el marcado CE era el llenar parte de los neumáticos traseros con una disolución de Cloruro Cálcico que añadía un peso adicional a la Pala, y retrasaba la corrosión de aros y talones. Solamente puede seguirse esta práctica si el fabricante lo permite.



Cuando hay que trabajar en zonas de bajas temperaturas, en las cercanías de los -20°C , puede darse una circunstancia curiosa: si se ha inflado el neumático dentro de una nave o taller en el que se está alrededor de 15°C , y luego se lleva a la Máquina al exterior, el aire de los neumáticos se contrae y la presión en su interior disminuye, con lo que el neumático flexiona excesivamente y puede desgastarse en demasía. En esta circunstancia, en la que este efecto se aprecia a simple vista porque parece que la Pala ha pinchado sus cuatro ruedas, conviene volver a inflarlo hasta la presión correcta.

→ RECOGIDA DE LÍQUIDOS YA UTILIZADOS.

Cuando se vacía un depósito, el líquido utilizado no debe tirarse al suelo del taller o en la propia tierra si el Mantenimiento se realiza al aire libre, fuera de una instalación cubierta: debe recogerse, **pero no en recipientes de vidrio** que podrían estallar a causa de la temperatura del propio líquido. Se deben recoger en recipientes adecuados y, para su eliminación, hay que seguir las Normas Gubernamentales y/o Locales que existan en el lugar de trabajo.

→ ENGRASE DE LA MÁQUINA.

El engrasado de los diferentes puntos que así lo exijan, deberá hacerse con la periodicidad que indica el fabricante, y utilizando la grasa acorde con sus especificaciones.

- Las Máquinas modernas suelen tener estos puntos accesibles desde el nivel del suelo, pero en modelos antiguos no es así; es más, cada vez está más extendido el Engrase Centralizado que consiste en un depósito para almacenar la grasa, las tuberías correspondientes y una bomba eléctrica que la bombea en los intervalos programados; la única misión del Operador, consiste en mantener el depósito lleno de grasa, pero debe comprobar que se va consumiendo para evitar que por algún fallo del sistema se esté trabajando sin engrase.
- En Máquinas no de la última generación pero sí recientes, los puntos de engrase se suelen agrupar y la grasa llega hasta ellos por medio de tuberías; esto permite



que el operador no tenga que “gatear” por debajo de la Máquina, disminuyendo los riesgos de impacto en varias partes de su cuerpo.

- Si se va a engrasar el varillaje del cucharón, debe colocarse de forma que todos se acceda desde el suelo a todos los bulones; en el caso de las Excavadoras Hidráulicas, las conducciones de grasa van a lo largo de la pluma para llegar hasta el balancín y a lo largo de éste para llegar al cucharón.
- Si se engrasa por medio de pistola neumática, **hay que seguir las Instrucciones del Manual para evitar daños en los retenes de los bulones**. Con frecuencia, el Operador está acostumbrado a seguir engrasando hasta que ve rebosar la grasa por el engrasador; en los bulones sellados, que tienen unos períodos de engrase más largos, cuando sale la grasa al exterior es porque se ha reventado el retén; por esta razón, **se deben dar sólo el número de emboladas que indica el fabricante**.

→ PROHIBICIÓN DE FUMAR.

Mientras se trabaja en el Mantenimiento de una Máquina está prohibido fumar por la gran cantidad de riesgos que lleva consigo esta costumbre: incendio, explosión, etc.; incluso, igual que sucede en el repostaje de un vehículo en las Estaciones de Servicio, está prohibido llevar el teléfono móvil encendido. De una forma especial esta prohibición debe llevarse a rajatabla en los siguientes casos:

- *Quando se trabaja con el aire acondicionado.* Si se ha vaciado este circuito o se está rellenando, el gas que se utiliza es altamente inflamable y puede arder de forma inesperada por medio de cualquier chispa que se produzca.
- *En el Mantenimiento de las Baterías.* El líquido de la batería es una mezcla de ácido y agua, que, cuando se calienta o se manipula, emite gases que, además de ser inflamables, son venenosos. Por esta razón, **no se debe verificar el nivel del electrolito acercando una llama por falta de luz**. Al ser un ácido diluido, si entra en contacto con la piel puede provocar graves quemaduras sobre todo en ojos, boca, etc.



→ TRABAJOS CON AIRE A PRESIÓN.

El uso de herramientas accionadas por aire a presión, tales como pistolas para limpieza, accionamiento de llaves fijas, etc., se ha popularizado en los últimos años. Es una herramienta fácil de usar y que, sin duda, ahorra mucho esfuerzo a quien tiene que estar soltando y apretando tuercas. Pero, como es normal, no todo son ventajas; su uso acarrea algunos riesgos que es necesario conocer, y que analizaremos en los dos campos que hemos indicado:

⇒ Limpieza de Componentes. Se suele usar aire a presión para varias aplicaciones tales como:

- *Filtros de Aire*. Se realiza dirigiendo la corriente de aire de forma periférica a la carcasa del filtro para eliminar la primera capa de polvo, para, a continuación, introducir el aire a presión por el centro del cartucho y dirigirlo de forma radial para expulsar las partículas retenidas en el papel del cartucho filtrante; en ambas operaciones hay riesgo de proyección de partículas que pueden impactar contra la cara, los ojos u otras partes del cuerpo; a pesar de ser de pequeño tamaño, pueden causar lesiones graves sobre todo en ojos, nariz y boca, por lo que **se deben utilizar gafas de seguridad y mascarilla para protegerse de estos riesgos, que, por otra parte, no se pueden eliminar**.
- *Piezas que se han limpiado con disolventes*. Una vez que se ha impregnado de disolvente la pieza a limpiar, y su posterior cepillado para eliminar la suciedad, suele utilizarse aire a presión para arrancar las partículas que han quedado en lugares de difícil acceso. Como en el caso anterior, aparecen los mismos riesgos y deben utilizarse las mismas Medidas Preventivas, que, en este caso, aún son más necesarias porque:
 - Las partículas pueden ser de mayor tamaño y producir mayores daños.
 - Los residuos de disolvente son tóxicos para las mucosas, las irritan y pueden causar bajas laborales de varios días.

⇒ Accionamiento de Llaves fijas. Este trabajo consiste en usar la pistola de aire para, acoplándole la boca adecuada, aflojar y/o apretar las tuercas que sujetan una determinada pieza. El riesgo se presenta cuando:

- La boca utilizada no coincide exactamente con el tamaño de la cabeza de la tuerca, por ejemplo si ésta corresponde a una medida no métrica y la boca sí lo es. El uso de la herramienta puede hacer que la boca salga despedida como un proyectil, con el riesgo de impacto en alguna parte del cuerpo del operario o de quienes trabajan en sus inmediaciones.
- La boca usada o la tuerca están dañadas y pueden saltar esquirlas de mayor o menor tamaño, pero que siempre representan un peligro serio.
- Una pistola sucia, con restos de grasa o aceite, resbala con facilidad y puede caer en el pie de quien la maneja; si bien no es excesivamente pesada, puede producir alguna fractura o fisura en el pie si quien la maneja no está convenientemente protegido.

Las Medidas Preventivas que se pueden tomar, pasan por el uso de los Equipos de Protección Individual que ya hemos indicado anteriormente: Casco, Gafas, Mascarilla, Guantes, Calzado de Seguridad, etc.

Para evitar que la energía cinética de las partículas que se proyectan por el uso del aire a presión sea moderada, la presión suele limitarse a 2 kg/cm², que es suficiente para conseguir que los trabajos puedan hacerse sin excesivo riesgo.

2.9 Medidas Incorporadas a la Máquina en particular en caso de adecuación a las disposiciones establecidas en el anexo I del RD 1215/1997.

El 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, es un componente fundamental de la normativa de seguridad y salud, encabezada por la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, y puede considerarse como una norma marco para la totalidad de los equipos de trabajo.

Este Real Decreto entró en vigor el 27 de agosto de 1.997, por lo que para aquellos equipos de trabajo que estuvieran ya presentes en las empresas o centros de trabajo, se estableció un plazo de adaptación o adecuación de los mismos a las disposiciones mínimas de seguridad que se establecían en su Anexo I; es decir, de lo que se trataba era de determinar qué disposiciones o requisitos de este Real Decreto, no eran cumplidas por la normativa en base a la cual los equipos de trabajo se habían fabricado en su día y, por consiguiente, adaptar a los mismos las medidas de protección correspondientes para eliminar o minimizar el riesgo existente, en su caso.

En este sentido, se establecieron los siguientes plazos para la adaptación o adecuación de los equipos de trabajo ya existentes en las empresas o centros de trabajo:

- Antes del 27 de agosto de 1.998, para la adecuación a los requisitos establecidos en el apartado 1 del Anexo I (disposiciones mínimas generales).
- Antes del 5 de diciembre de 2.002, para la adecuación a los requisitos establecidos en el apartado 2 del Anexo I (disposiciones mínimas adicionales para los equipos de trabajo móviles y para los equipos de trabajo para elevación de cargas).

No obstante, para determinados sectores, el Real Decreto 1215/1997 establecía la posibilidad de ampliar el plazo hasta 5 años, es decir hasta el 27 de agosto de 2.002, para la adaptación o adecuación a los requisitos mínimos generales (apartado 1 del Anexo I), para lo cual la Autoridad Laboral debía autorizar un Plan de Puesta en Conformidad de los equipos de trabajo. Este Plan tenía previamente que ser solicitado razonadamente por las organizaciones empresariales más representativas del sector y previa consulta a las organizaciones sindicales más representativas en el mismo.

En base a lo anterior, el 7 de agosto de 1.998 la Dirección General de Minas del entonces Ministerio de Industria y Energía, acordó autorizar el Plan de Puesta en Conformidad presentado por la Confederación Nacional de Empresarios de la Minería y Metalurgia (CONFEDEM). En dicho Plan se establecía para ciertas máquinas de uso en minería, las disposiciones o requisitos generales de seguridad citados en el apartado 1 del anexo I del Real Decreto 1215/1997, que no eran cumplidas por la normativa en base a la cual dichas máquinas se habían fabricado (anterior al 1 de enero de 1.995), es decir, qué requisitos o aspectos no fueron tomados en consideración en el momento de su fabricación, y por consiguiente qué requisitos había que adaptar de cada máquina para cumplir las disposiciones mínimas generales de seguridad que establece el citado Real Decreto.

Actualmente, todos los plazos para la adaptación o adecuación de las máquinas ya existentes en las empresas y fabricadas con anterioridad al 1 de enero de 1.995 (a partir de esta fecha la maquinaria debe ser conformes a la Directiva de Máquinas y presentar el correspondiente marcado CE), han finalizado, si bien el Real Decreto 1215/1997 sigue siendo de aplicación tanto para los equipos de trabajo “antiguos”, como para los equipos de trabajo “nuevos”.

Las Palas Cargadoras y las Excavadoras Hidráulicas tienen una vida útil que permite que hoy día sigan trabajando unidades que se fabricaron con anterioridad al año 1.995 y que, por lo tanto, han necesitado adaptarse a estos requisitos mínimos de seguridad. Los puntos principales que se deben considerar con referencia a esta adaptación son los siguientes:

→ Palas Cargadoras de Ruedas

- ⇒ **Cabina ROPS/FOPS.** Si no se dispone de ella, por lo menos debe existir una estructura que proteja al Operador en caso de vuelco; en caso contrario, la Máquina no debe trabajar en aquellos puntos en que exista este riesgo.
- ⇒ **Freno de Emergencia.** Para ser utilizado en el caso en que fallen los circuitos de frenado normal; este freno puede ser de accionamiento manual y/o conectarse de forma automática si el Operador no lo hace cuando es necesario.
- ⇒ **Dirección de Emergencia.** Entrará en funcionamiento de forma manual o automática en caso de fallo de la Dirección Principal; su objetivo es dirigir la Máquina alejándola de zonas peligrosas, pero no continuar trabajando. Es necesario para Palas Cargadoras cuya velocidad sea igual o superior a 20 km/h. Existen modelos antiguos cuyos fabricantes han previsto su posterior instalación, reservando un lugar para la ubicación de este sistema.
- ⇒ **Accionamiento Mecánico del Freno de Estacionamiento.** Este freno debe ser capaz de inmovilizar la Pala Cargadora por medios mecánicos impidiendo movimientos inesperados que podrían producirse por la pérdida de presión del fluido de accionamiento (*aire o aceite*), en el caso que fuera esta su forma de accionarse.
- ⇒ **Luces y Espejos de Seguridad.** Su finalidad es iluminar la zona por la que se va a desplazar la Pala Cargadora y proporcionar la visión más amplia posible de sus zonas periféricas. En concreto, para grandes Palas Cargadoras de Ruedas, es necesaria la instalación de espejos que proporcionen visión al Operador de las zonas de la articulación del chasis.
- ⇒ **Arranque en Neutro.** Dispositivo que impide la puesta en marcha del motor si la Palanca de Cambios no está en Punto Muerto.



- ⇒ **Cinturón de Seguridad.** Debe proteger al Operador, especialmente en caso de vuelco, en combinación con la Cabina.
- ⇒ **Alarma Acústica de Marcha Atrás.** Debe sonar de forma intermitente cuando se selecciona la velocidad de retroceso y dejar de hacerlo al volver la palanca a Neutro.
- ⇒ **Acceso a la Cabina.** Deberá tener las escaleras, peldaños, asideros y superficies antideslizantes suficientes para que cualquier persona pueda llegar a la Cabina sin que tenga que adoptar posturas extrañas que le obliguen a subir sin tener continuamente tres puntos de apoyo.
- ⇒ **Bloqueo mecánico del Equipo de Trabajo.** En aquellas Unidades donde sea necesario realizar ciertas operaciones de mantenimiento con el Equipo de Trabajo Elevado, se deberá instalar un dispositivo mecánico que permita su bloqueo cuando está en posición elevada.
- ⇒ **Bloqueo de los mandos del Equipo de Trabajo.** Deberá tener un dispositivo, normalmente de tipo mecánico, que permita el bloqueo de los órganos de accionamiento del sistema hidráulico del Equipo de Trabajo.
- ⇒ **Válvulas anticaída.** Cuando la aplicación a la que se destine la máquina sea la de elevación de cargas, deberán instalarse estos dispositivos de seguridad.
- ⇒ **Indicadores de carga máxima admisible en puntos de remolcado.** En algunas Unidades antiguas, en cuyo manual de instrucciones no figuran estos datos, deberán marcarse los esfuerzos máximos de tracción que soporten los gancho de tiro.
- ⇒ **Señalización de Seguridad.** Por ejemplo, la de la Salida de Emergencia, si se debe realizar a través de alguna de las ventanas.



→ Excavadoras Hidráulicas de Cadenas

- ⇒ **Luces y Espejos de Seguridad.** Su finalidad iluminar la zona en la que va a trabajar la Excavadora, y proporcionar la visión más amplia posible de sus zonas periféricas. En concreto, para grandes Excavadoras (*tipo ataque frontal*), es necesaria la instalación de espejos que proporcionen visión al Operador de las zonas de acceso laterales de la Máquina, de la zona frontal cercana al suelo de la cabina y de la zona posterior cercana al contrapeso; de igual modo, en muchas ocasiones, será necesario instalar luces de trabajo en la zona posterior de la máquina, de forma que queda iluminada la zona próxima al contrapeso.
- ⇒ **Acceso a la Cabina.** Deberá tener las escaleras, peldaños, asideros y superficies antideslizantes suficientes para que cualquier persona pueda llegar a la Cabina sin que tenga que adoptar posturas extrañas que le obliguen a subir sin tener continuamente tres puntos de apoyo.
- ⇒ **Válvulas anticaída.** Cuando la aplicación a la que se destine la máquina sea la de elevación de cargas, deberán instalarse estos dispositivos de seguridad.
- ⇒ **Bloqueo de los mandos del Equipo de Trabajo.** Deberá contar con uno o varios dispositivos, que impidan los movimientos de traslación, giro y operación del Equipo de Trabajo.



La implantación de estas medidas dependerá del modelo en cuestión y de cómo se haya mantenido la Unidad en concreto, ya que algunas de ellas, aún siendo muy antiguas, contaban en origen con algunas de estas medidas de protección. En aquellos casos que dicha implantación sea técnicamente inviable, se deberán tomar medidas de protección alternativas, como pueden ser limitaciones de velocidad, para Palas Cargadoras de Ruedas y de pendiente y/o aplicaciones de la Máquina, para ambos tipos de máquinas.



3. EQUIPOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA E INDIVIDUAL

El control de riesgos es uno de los pilares básicos de la actuación preventiva: el riesgo existe y se deben controlar sus efectos sobre la salud del trabajador.

Para ello se aplican distintos sistemas de protección: unos entrarán en el campo de la Seguridad y otros en el de la Higiene, en función de que se destinen a controlar el riesgo de accidente o el de enfermedad respectivamente.

Unos serán equipos de protección individual y otros colectivos, cuando respondan a actuaciones sobre el medio de trabajo, el equipamiento, etc., y que afectan a grupos de trabajadores.

Desde el punto de vista de la Seguridad existen sistemas y técnicas para controlar los riesgos que pueden ser de dos tipos:

- ⇒ Aquellas que intervienen sobre el componente de instalaciones, maquinaria, etc., necesarias para la realización del trabajo, y
- ⇒ Las que se dirigen al propio trabajador.

3.1 Sistemas de Protección Colectiva

Las primeras pueden a su vez afectar al momento del diseño de los equipamientos, herramientas o instalaciones, de tal manera que se tenga en cuenta la incorporación de elementos de protección en su construcción

Pero una vez que esta se encuentre ya operativa, existen también mecanismos para controlar los riesgos propios del componente técnico, por ejemplo mediante la realización de un correcto mantenimiento preventivo o por la activación de dispositivos de seguridad, como ocurre cuando mediante una célula fotoeléctrica se paraliza el funcionamiento de una instalación por la presencia de una persona en un espacio determinado de riesgo

Un ejemplo de técnicas o sistemas orientados a controlar los riesgos lo constituyen las Normas de Seguridad.

Las **Normas de Seguridad**, que se pueden considerar como parte de un sistema de protección **colectivo**, se definen para advertir de riesgos y prescribir pautas de actuación y así prevenir las consecuencias de dichos riesgos

Normas son las **Leyes**, por ejemplo la Ley de **Prevención de Riesgos Laborales** o para el caso específico de la minería, el **Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera**; las **Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC)** o las **Disposiciones Internas de Seguridad (DIS)**

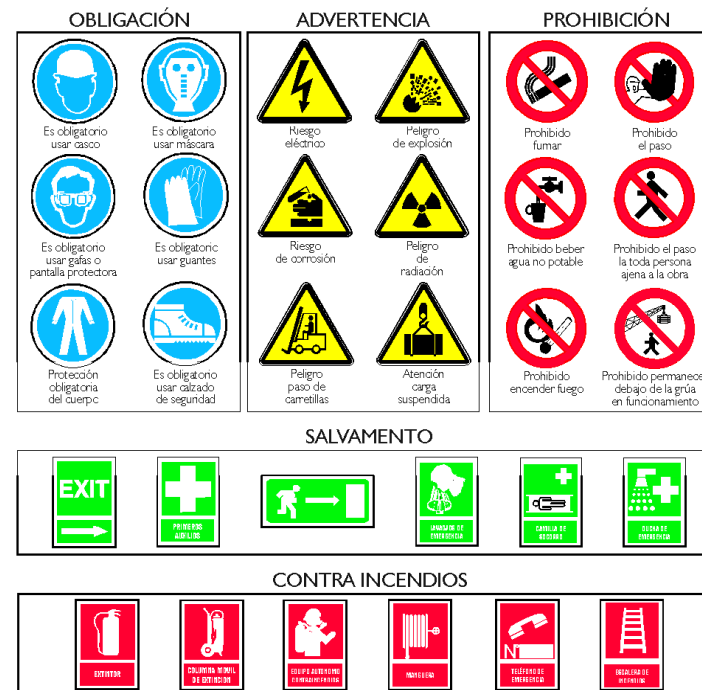
Pero también entrarán en este capítulo las **Señalizaciones de Seguridad** en las que mediante el color, la forma, el sonido, etc., se indica la presencia de un peligro. Una clasificación general de las señalizaciones es la siguiente:

- ⇒ **Señales específicas de seguridad**, que son figuras de forma y color convenido. Por ejemplo, una señal de tráfico que limita la velocidad; una señal que indica la presencia o almacenamiento de explosivos, etc. Pueden ser de prohibición, advertencia, obligación, etc.
- ⇒ **Balizamientos**, para señalar áreas de riesgo. Por ejemplo La Cruz de San Andrés, que se emplea en minería para impedir el paso a una zona determinada.
- ⇒ **Señales luminosas y alumbrado de seguridad**. Por ejemplo, para indicar una salida de emergencia.
- ⇒ **Señales acústicas**, como sirenas, etc.
- ⇒ **Rótulos de Seguridad**.

En las primeras hay que tener en cuenta el color (de seguridad y de contraste), la forma y el símbolo o la figura que contiene la señal. A continuación se describen los significados reconocidos internacionalmente de colores y formas, junto con algunos ejemplos de estos tipos de señales.

COLORES		
ROJO	Indica Prohibición, Parada o Localización	
AMARILLO	Indica una Advertencia	
AZUL	Indica una Obligación	

FORMAS Y COLORES		
	Círculo en Rojo	Prohibición
	Círculo en Azul	Obligación
	Triángulo en Amarillo	Atención
	Rectángulo en rojo	Equipos contra incendios
	Rectángulo en Azul	Información o Instrucciones
	Rectángulo en Verde	Seguridad o Salidas de Socorro



Para que estas **Normas y Señalizaciones** sean elementos eficaces en la protección **colectiva** de riesgos, además de ser **necesarias** tienen que ser **conocidas y aceptadas** por los trabajadores, debiendo los mandos y la empresa **velar por su cumplimiento**.

Otro elemento utilizado en un sistema de protección colectiva contra los riesgos lo constituyen las **Campañas de Seguridad** que, en ocasiones, las empresas ponen en marcha. Pueden consistir en carteles informativos, folletos, realización de jornadas o seminarios, etc.

3.2 Sistemas de Protección Individual

En el campo de la Seguridad, existen también **sistemas de protección individual** que no eliminan los riesgos pero que impiden o reducen las consecuencias sobre el trabajador. Estos medios deben utilizarse **cuando los riesgos no pueden evitarse o reducirse mediante otras actuaciones preventivas**.

Por otro lado, Es preciso asegurar que los trabajadores reciben la **información** adecuada, la **comprenden** y son **adiestrados** convenientemente, si fuera necesario, en el manejo de estos equipos

Los EPI, pueden clasificarse en función de la parte del cuerpo que protejan. Así, entre otros, existen medios de protección de:

- ⇒ La **cabeza** → El casco
- ⇒ Los **ojos** → Gafas de Seguridad.
- ⇒ Los **oídos** → Tapones, cascos
- ⇒ Las **manos** → Guantes
- ⇒ Los **pies** → Botas
- ⇒ El **tronco/abdomen** → Mandiles
- ⇒ **Todo el cuerpo** → Trajes especiales, cinturones, arneses

Al igual que en los medios de protección relacionados con la **Seguridad**, en este caso existen también dos tipos de elementos de protección:

- ⇒ La **protección colectiva** consiste en actuaciones dirigidas a controlar la aparición o propagación de un contaminante, limitando así sus efectos sobre la salud de la totalidad o de grupos de trabajadores.

Un ejemplo puede ser el sistema de ventilación o la utilización del agua para evitar el polvo en trabajos mineros o la modificación de equipamiento técnico para evitar la presencia directa de los trabajadores en zonas de ambiente pulvígeno.

- ⇒ Los **medios de protección individual** que constituyen el último mecanismo preventivo a poner en marcha, cuando no se puede evitar el riesgo por otros procedimientos.

Los **EPI** relacionados con la **Higiene**, pueden clasificarse también en función del órgano o parte del cuerpo que proteja. Así, hablaremos de elementos de **protección respiratoria, ocular, auditiva, dérmica, etc.**

➔ EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL QUE DEBEN USAR LOS OPERADORES DE PALA CARGADORA Y EXCAVADORA HIDRÁULICA

Ya se ha comentado en capítulos anteriores aquellos Equipos de Protección Individual que deberán usar, tanto los Operadores de Palas Cargadoras como los de Excavadoras Hidráulicas, teniendo en cuenta las posibles operaciones que pueden realizar durante su trabajo; estos EPI deberán estar homologados tal como está establecido en la normativa vigente. A modo de resumen, serán los siguientes:



- ⇒ **Casco protector de la cabeza:** Habitualmente la cabeza del operador está protegida con la cabina, pero es indispensable el uso del casco protector cuando se abandona la misma para circular a pié por la explotación minera.
- ⇒ **Botas de seguridad antideslizantes:** El calzado de seguridad es importante debido a las condiciones en las que se suele trabajar en la explotación minera (con barro, agua, aceite, grasas, etc.).
- ⇒ **Protección de los oídos:** Cuando el nivel de ruido sobrepase el margen de seguridad establecido y en todo caso, cuando sea superior a 80 dB, será obligatorio el uso de auriculares o tapones. En el caso de niveles altos de ruido durante la operación con la máquina, se recomienda atenuar este nivel por otros medios diferentes al uso de orejeras de protección (apantallamientos acústicos).
- ⇒ **Ropa de trabajo:** No se deben utilizar ropas de trabajo sueltas que puedan ser atrapadas por elementos en movimiento. También se debe contar con ropa de alta visibilidad (reflectante) cuando sea habitual abandonar la cabina durante la jornada de trabajo.
- ⇒ **Guantes:** El operador deberá disponer de guantes adecuados para posibles operaciones de mantenimiento durante el trabajo.
- ⇒ **Protección de la vista:** En ciertas operaciones de mantenimiento, el operador deberá hacer uso de gafas de seguridad a fin de protegerse de la proyección de partículas.

4. PRIMEROS AUXILIOS

Los primeros auxilios consisten en proporcionar los cuidados necesarios a un accidentado o enfermo, en el mismo lugar en que se encuentra, en ausencia del médico o especialista.

El socorrista actuará por tanto con medios improvisados, sin emplear medicamentos o medios quirúrgicos, con el fin de disminuir el sufrimiento al enfermo o accidentado y facilitar el trabajo del médico.

De los primeros cuidados administrados por el socorrista dependerá la evolución posterior del accidentado, o incluso, su propia vida. Por ello nunca haremos nada que agrave o empeore la situación del accidentado, y sobre todo **sólo haremos aquello de lo que estemos completamente seguros.**

→ REGLAS BÁSICAS DE ACTUACIÓN EN CASO DE PRIMEROS AUXILIOS

Existen unas reglas fundamentales que han de seguirse la hora de llevar a cabo una actuación de socorrismo o de primeros auxilios:

- ⇒ **Estar tranquilo pero actuar rápidamente.** Con tranquilidad se da confianza al accidentado y a aquellos que se encuentran cerca.
- ⇒ **Pensar antes de actuar.** Cuando se llega al lugar del accidente no se debe actuar curando al primer herido que se encuentre; puede haber otros en estado más grave y que precisen de atención urgente. Por tanto, debemos realizar un examen rápido del lugar, conocer si existen heridas ocultas (debajo de escombros, por ejemplo) y darse cuenta de los posibles riesgos o peligros que aún existan.
- ⇒ **Dejar al herido acostado sobre la espalda.** Es un medio de combatir el estado de shock. Si tiene la cara congestionada, se le debe alzar un poco la cabeza, inclinándola hacia un lado si vomita.
- ⇒ **Manejar al herido con gran precaución.** Jamás se cambiará de sitio al accidentado antes de cerciorarse de su estado y haberle practicado los primeros auxilios.



- ⇒ **Examinar bien al herido.** Investigar si está consciente, respira, sangra, presenta fracturas o quemaduras. Estar bien seguros de no haber dejado escapar nada.
- ⇒ **No hacer más que lo indispensable.** Si se intenta hacer demasiadas cosas, se retrasará el traslado del accidentado al puesto de socorro.
- ⇒ **Mantener al herido caliente.** Evitar un calor excesivo y mantener una temperatura agradable. Si hace frío se envolverá al accidentado con una manta.
- ⇒ **No dar jamás de beber a una persona sin conocimiento.** En este estado no puede tragar y se ahogaría cuando el líquido penetrara en la tráquea. Ante la presencia de heridas o fracturas importantes es preferible que el herido no beba nada, ya que sólo retrasaríamos su tratamiento quirúrgico y su rápida recuperación.
- ⇒ **Tranquilizar al enfermo.** Calmar sus temores y levantarle el ánimo dándole apoyo moral, tratando que no vea su herida
- ⇒ **Evacuar al herido acostado, lo más rápidamente posible,** hacia el puesto de socorro u hospital. A veces, no obstante, es preferible avisar al médico antes de efectuar el traslado.

→ FASES DE ACTUACIÓN

Las fases de una actuación de socorrismo o de primeros auxilios son las siguientes.

1. Composición de lugar.

Hay que valorar de forma rápida pero eficaz los siguientes aspectos

- si existen nuevos riesgos.
- si hay varios accidentados, establecer prioridades,
- preparar el traslado del accidentado.

Una vez hecho lo anterior, los pasos a seguir son

- **PROTEGER:** en el lugar de los hechos, después del accidente, puede persistir el peligro que lo originó (incendio, gas, atropello, colisión...).
- **AVISAR:** a los servicios de socorro (guardias, encargados, policía, Cruz Roja, bomberos...).
- **SOCORRER:** establecer un orden de prioridades de actuación y si hay varios accidentados priorizar los primeros auxilios según la importancia de las lesiones.

2. Reconocimiento inmediato.

Se deben identificar rápidamente las situaciones que suponen un riesgo inmediato para la vida del accidentado:

- **CONSCIENCIA:** si el herido está inconsciente, comprobar si puede respirar.
- **RESPIRACIÓN:** si falta, restablecerla de inmediato aplicando la respiración artificial.
- **PULSO:** si no existe iniciar rápidamente las maniobras de reanimación.
- **HEMORRAGIAS:** detenerlas rápidamente.

3. Valoración secundaria.

Una vez descartado el peligro de vida inmediato, o restablecidas las funciones vitales (respiración, pulso, etc.), nos ocuparemos de las otras posibles lesiones, que pudieran agravarse al mover al enfermo.

Se estudiará al accidentado ordenadamente de la cabeza a los pies y si está consciente podrá ayudarnos, indicando dónde le duele, aunque no le dejaremos incorporarse.

Existen una serie de técnicas exploratorias para cabeza, cuello, tórax, abdomen y extremidades que se exponen a continuación:

- **CABEZA:** Buscar heridas o contusiones. Hemorragias por nariz, oídos o boca. Lesiones en los ojos o alrededores.



- **CUELLO:** Valorar pulso carotideo. Aflojar prendas para que respire sin dificultad. Si se sospecha lesión vertebral, no mover el cuello y mantenerlo rígido como si fuera un bloque: cabeza-cuello-tronco.
- **TÓRAX:** Buscar heridas o deformidades que nos indiquen fracturas. Valorar movimientos respiratorios.
- **ABDOMEN:** Buscar heridas. Localizar puntos de dolor. Sospechar lesiones internas.
- **EXTREMIDADES:** Buscar heridas, deformidades, etc.; comparando ambos brazos y piernas; moviéndolos lo menos posible.

4. Actuaciones específicas

Son aquellas que han de realizarse en caso de : Asfixia, hemorragias, heridas, fracturas, quemaduras, pérdida de conocimiento, intoxicaciones, electrocuciones, etc.

Estas actuaciones no se exponen en el presente manual debido a la existencia de numerosa documentación relativa a primeros auxilios que analizan de forma exhaustiva todas ellas.

5. PLAN DE EMERGENCIA Y DE EVACUACIÓN

La Ley de Prevención de Riesgos Laborales, señala la obligación del empresario de **analizar las posibles situaciones de emergencia y adoptar las medidas necesarias en materia de primeros auxilios, lucha contra incendios y evacuación de los trabajadores.**

Esta obligación se hace extensiva hacia las empresas que presten servicios como contratados o subcontratados, de tal manera que el empresario titular debe suministrar la información adecuada acerca de las medidas de emergencia que se deban aplicar.

Para hacer posible todo esto, es necesario contar tanto con el personal adecuado, en número y en cualificación, como con recursos, organización y medios suficientes para que las medidas de emergencia que se adopten sean realmente eficaces.

Por **Plan de Emergencia** se entiende como el **conjunto de actuaciones y de medios organizados para la protección de personas e instalaciones ante situaciones que pueden desencadenar consecuencias graves, con la finalidad de evitar o reducir sus efectos.**

La **Evacuación**, sería uno de los posibles resultados del Plan de Emergencia, y se pone en marcha con la finalidad de evitar o reducir las consecuencias sobre las personas.

Un **Plan de Emergencia** debe concretarse en un Documento que contenga todas las pautas de actuación a seguir ante diversas hipótesis de emergencia y debe articularse recogiendo, entre otras, la siguiente información:

- ⇒ Descripción General del Entorno de Trabajo: Instalaciones, Equipamiento, Sistemas de Comunicación, Localización y vías de evacuación, Equipos de protección colectivos e individuales.
- ⇒ Definición de supuestos de Emergencia: Incendios, Explosiones, Otros.
- ⇒ Difusión. Entrenamiento: Información, Formación, Ejercicios de simulación.

Asimismo, para asegurar la eficacia del Plan es preciso contar con un Equipo de Emergencia, identificando en el mismo Documento, cuya misión será la coordinación de todo el Plan.

CAPÍTULO 3

EQUIPOS, HERRAMIENTAS O MEDIOS AUXILIARES DE CADA MÁQUINA EN PARTICULAR

Una forma de conseguir que se trabaje con Seguridad es conocer cómo funciona la Máquina con la que se va a trabajar o se está trabajando; esto ayuda al Operador 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 Carga en las dos posibilidades que se contemplan en el presente Manual, es decir, Palas Cargadoras de Ruedas y Excavadoras Hidráulicas de Cadenas, 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 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 máquina.

I. CONOCIMIENTO GENERAL DE LA MÁQUINA Y DE SUS ACCESORIOS

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 sucesivamente el Funcionamiento Básico de los componentes de una Pala Cargadora y de una Retroexcavadora sobre Cadenas, para lograr los tres objetivos que acabamos de indicar.



I.1 Funcionamiento Básico de los Componentes de una Pala Cargadora de Ruedas

La Pala Cargadora es, en lo que se refiere a su desplazamiento, un vehículo al que se le ha dotado de un Equipo de Trabajo cuyos movimientos se accionan por medio de un Sistema Hidráulico. El tamaño de esta Máquina va, desde las Minicargadoras, con potencias del orden de 40-50 hp, hasta las Grandes Palas Cargadoras con masas superiores a las 200 toneladas y cucharones de hasta los 25-30 m³. En las Explotaciones Mineras, Plantas de Áridos, etc., lo más normal es que se utilicen modelos entre las 15 y las 100 toneladas, quedando los modelos de mayor tamaño para las Grandes Minas, que, si bien han tenido algunas unidades de estos tamaños en España, su presencia es prácticamente nula. Por ello no las estudiaremos en este Manual, al igual que quedan fuera de su objetivo las Palas Cargadoras Compactas.

Los Componentes Básicos de una Pala Cargadora son:

- ⇒ Motor
- ⇒ Transmisión
 - Mecánica
 - Hidráulica
 - Power Shift
 - Hidrostática
- ⇒ Articulación
- ⇒ Frenos
- ⇒ Sistema Hidráulico
 - Dirección
 - Equipo de Trabajo.
- ⇒ Cucharón
- ⇒ Neumáticos
- ⇒ Cabina



A continuación, se estudian cada uno de ellos.

I.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 nos 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 cambiar 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.



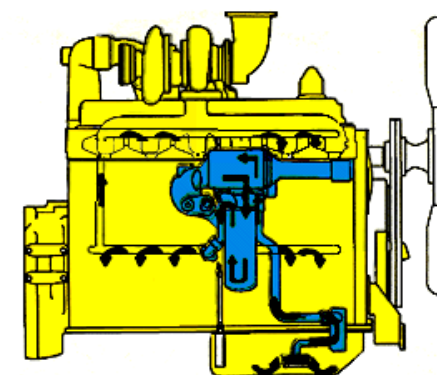
SELECCIÓN DE UN ACEITE. A la hora de seleccionar un aceite, es en este punto en el que hay que fijarse en primer lugar; suelen ser códigos de una o varias letras que diferencian si el aceite es para motores diesel o de gasolina, por ejemplo, y, dentro de cada uno de estos dos grupos, los diferentes grados 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.

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.

Los **COMPONENTES DEL SISTEMA DE ENGRASE** pueden variar de una máquina a otra, 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

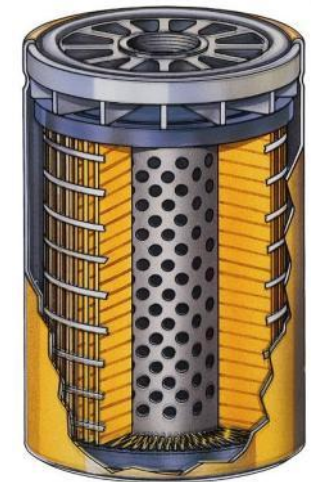


cigüeñal, y lleva incorporada una válvula de seguridad que alivia la presión contra la que se envía el aceite cuando ésta es demasiado alta.

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 del circuito 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.

Los modernos sistemas electrónicos, suelen montar un módulo para el motor que incluye un dispositivo que impide que el motor arranque hasta que no se alcanza la presión de engrase en su punto más alto; de esta forma se le protege de un eventual arranque sin aceite, al tiempo que se disminuye su desgaste en frío porque gira a muy bajas revoluciones hasta que la presión de lubricación no es la correcta.

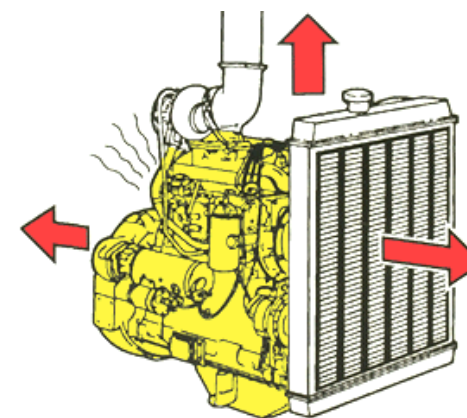
→ SISTEMA DE REFRIGERACIÓN

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 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 desionizada; 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.



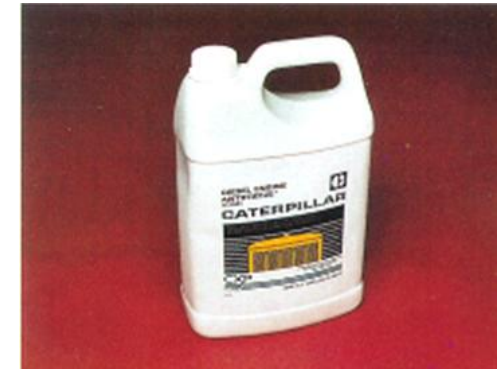
El agua se congela a 0°C y hierve a 100°C a una presión de una atmósfera; estos dos puntos marcan el campo de utilización del agua; en efecto, si se congela, aumenta de volumen y ello trae consigo el riesgo de reventón de un manguito, un enfriador, un tubo del radiador, etc. Para evitarlo, se añade al 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.

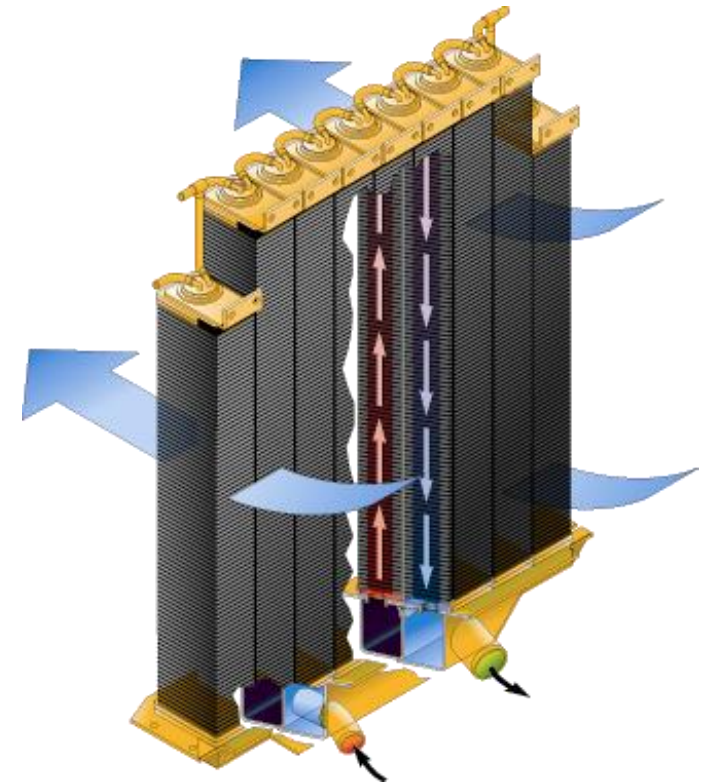
Lleva una serie de tubos por los que circula el agua, y, al mismo tiempo, a través del espacio que hay entre tubo y tubo, circula el aire que es impulsado por un ventilador; esto hace que el agua que está caliente al entrar en el radiador, se enfríe lo suficiente para ser utilizada de nuevo al llegar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



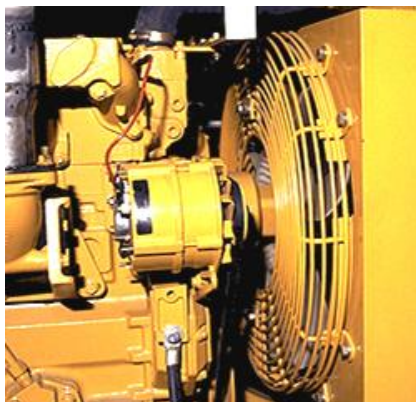
- Si está tan caliente que herviría si volviera a ser introducida en el motor sin bajarle la temperatura, pasa por el radiador donde se enfría lo necesario para volver a ser utilizada en la refrigeración del motor.

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.

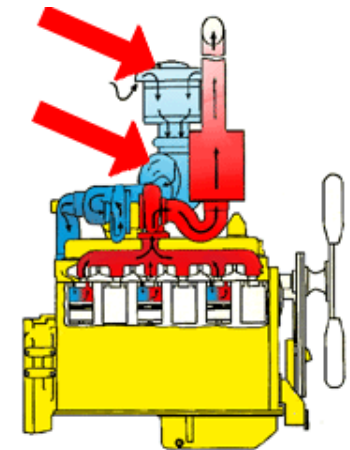
La *Admisión* se produce cuando sus válvulas están abiertas y el pistón que corresponde a este cilindro está en el tiempo de Admisión, es decir, está en una carrera descendente. Sus componentes tienen que llevar el aire **completamente limpio**, hasta los cilindros; varían según el motor utilice uno 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.

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.

Cuando el nivel del polvo de la cazoleta alcanza el máximo indicado en su carcasa, se desmonta y se elimina el polvo volcándola y limpiando el resto con un trapo, **pero sin golpearla contra otras partes de la Máquina para evitar que se deforme.** En motores de tamaños grandes, se suele utilizar un pre-filtro especial de tubos ciclónicos que si bien el principio es parecido al que acabamos de explicar, se diferencia en que el movimiento en espiral se produce por unos pequeños ciclones a cuya salida, el polvo se encuentra con una aspiración que viene desde el escape y que lo expulsa a la atmósfera a través del tubo de escape.



- 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.**

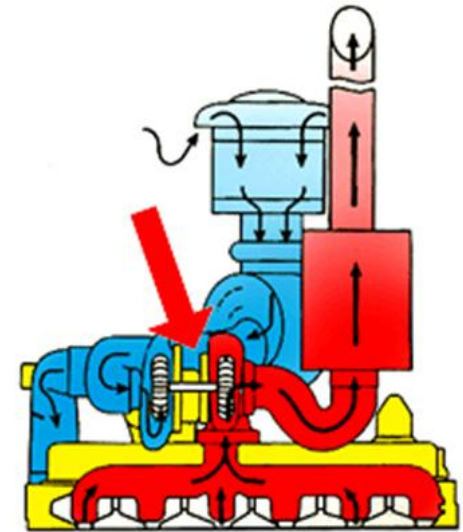
- 3. Colector de Admisión.** El aire que procede de los filtros llega a los cilindros a través de un conducto que se conoce como colector de admisión; el aire, ya limpio en más de un 99,8% de su peso, llega así a los cilindros en el momento que se abre la válvula de admisión que le corresponde.



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.



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.

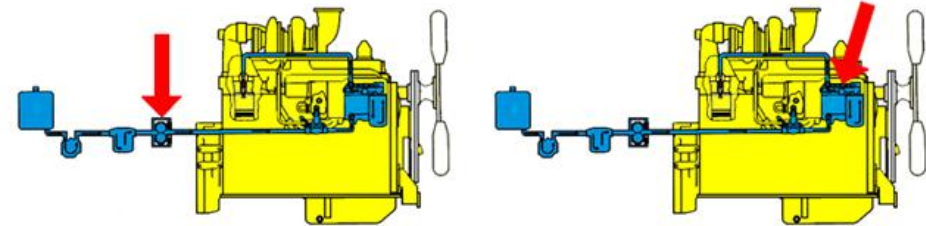


Ambos sistemas no son nuevos; de hecho ya en las Máquinas de la década de 1.960 existían ambas posibilidades; en aquella época, un motor de 7 litros de cilindrada que daba 100 hp en su versión de Aspiración Natural, aumentaba su potencia a los 130 hp por la incorporación del turbocompresor, y podía llegar 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. El circuito de Baja Presión, mantiene ésta 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.

Con independencia de lo dicho hasta ahora, el Sistema de Alta Presión obedece a dos criterios o tendencias diferentes: la Inyección Directa o la Inyección con pre-cámaras, siendo la primera la que más se utiliza en la actualidad.

- La Inyección por pre-cámaras funciona con presiones de inyección de alrededor de 125 kg/cm^2 , porque el inyector tiene un solo orificio de un tamaño considerable; la pre-cámara va atornillada en la culata, y la combustión se logra en dos fases: el gas-oil comienza a arder en la pre-cámara y llega al cilindro ya ardiendo. Debido a su único taladro, puede quemar combustibles de la peor calidad, más baratos que otros, en los países que disponen de esta posibilidad, pero su consumo es del orden de un 10% superior al de la Inyección Directa.
- La Inyección Directa necesita pulverizar más el combustible ya que los orificios del inyector son mucho más finos; el gas-oil se inyecta directamente al cilindro, y debe estar muy pulverizado para que se mezcle rápida y perfectamente con el aire. Por esta razón la presión de inyección alcanza los 250 kg/cm^2 , y los pistones deben tener una forma especial en sus cabezas para lograr una mezcla perfecta.

→ 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.

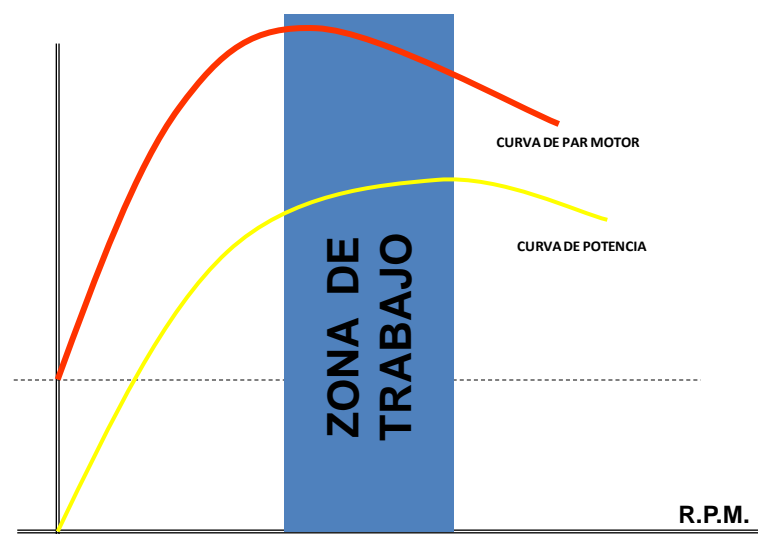
La descripción que acabamos de hacer justifica la necesidad de realizarlas para que, una vez en marcha, se disponga de cantidades suficientes de los fluidos utilizados en sus circuitos.

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.

1.1.2 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 la Pala**.

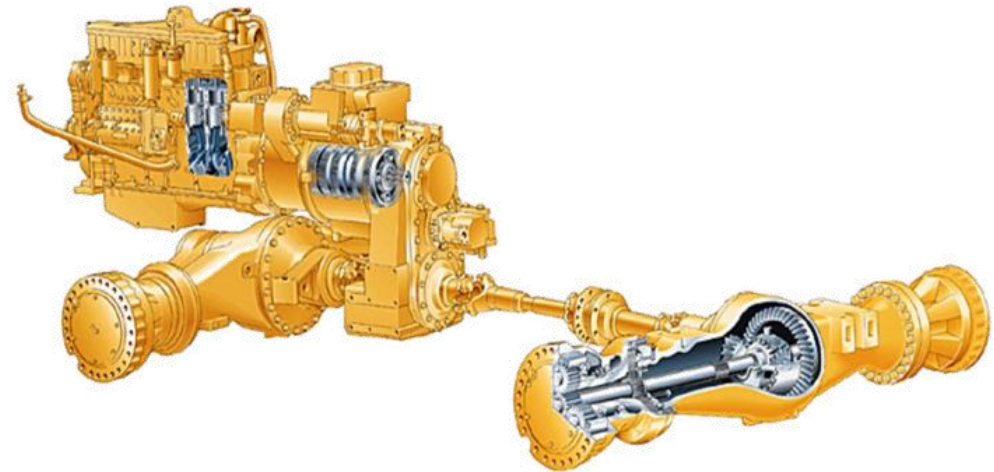
En las Palas Cargadoras que actualmente trabajan en las Explotaciones Mineras, existen tres tipos de Transmisiones: Power Shift, Hidrostática y Eléctrica, de las que estudiaremos las dos primeras ya que la Transmisión Eléctrica, en la que el movimiento de salida del motor se utiliza para activar un alternador que envía corriente eléctrica a los motores de tracción, situados en las ruedas de la Pala, está reducida a modelos muy concretos de elevado tamaño y circunscritos a una determinada marca.



La **Transmisión Power Shift** es la más extendida en Palas Cargadoras con una masa que va desde las 15 a las 200 toneladas. Se la conoce también como Servotransmisión, o Transmisión por Convertidor de Par.

Los **COMPONENTES DE LA TRANSMISIÓN POWER SHIFT** son :

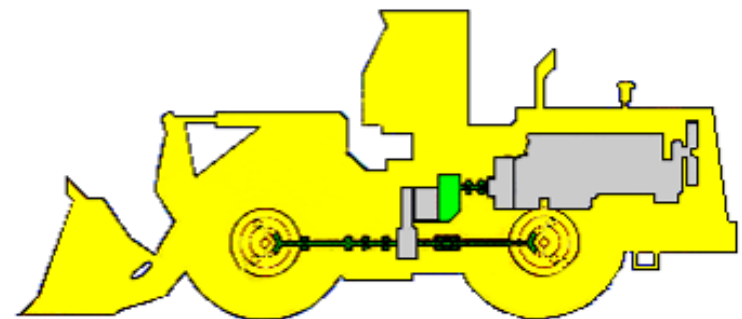
1. Convertidor Hidrocinético de Par.
2. Caja de Cambios.
3. Caja de Transferencia.
4. Árboles de Transmisión.
5. Grupo Cónico.
6. Diferencial.
7. Mandos Finales.



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:

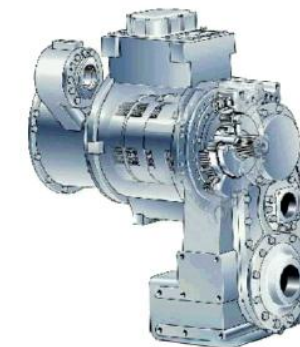
- Si $V_E = V_S$ → Par de Entrada = Par de Salida
- Si $V_E > V_S$ → Par de Entrada < Par de Salida
- Si $V_E < V_S$ → Par de Entrada > Par de Salida

Según sean las características de los dos primeros componentes, los tipos de transmisión son distintos, conociéndose por Transmisión Mecánica o Directa la formada por un Embrague y una Caja de Cambios de accionamiento mecánico, mientras que si los dos primeros componentes son un Convertidor de Par y una caja



de cambios de accionamiento hidráulico, estaríamos ante lo que se suele conocer como “Servotransmisión” o Transmisión “Power Shift”.

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 refrigeración del aceite que se necesitan en las transmisiones Hidráulicas.



La Pala de Ruedas utiliza la Servotransmisión en la mayoría de los casos, que está formada por un Convertidor de Par y una Caja de Cambios de engranajes en toma constante, cuya selección de velocidad y sentido de marcha se realiza por medio de embragues de discos múltiples accionados hidráulicamente. Explicaremos brevemente el funcionamiento de cada uno de ellos, haciendo mención a posibles riesgos que puedan presentar en las Palas Cargadoras.

→ COMPONENTES DE LA TRANSMISIÓN

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.

Las **FUNCIONES QUE REALIZA EL CONVERTIDOR DE PAR** son tres:

1. Actuar como un embrague.
2. Aumentar el par entregado por el motor.
3. Repartir la potencia del motor entre las ruedas y el sistema hidráulico del Equipo de Trabajo.

Cada una de las tres funciones 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, la Pala tiende a moverse pero la energía que transmite el aceite no es suficiente para vencer la resistencia que el peso de la Pala 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 Pala.

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 se 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 Pala 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 el peso de la Pala; 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. Cuando 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 Pala 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.

Esta situación puede darse en el trabajo real de la Pala si, por ejemplo, se sube una pendiente en una velocidad excesivamente larga, o si se carga en segunda velocidad; en ambos casos, la temperatura del aceite subirá rápidamente, indicando al Operador que debe cambiar su forma de trabajo. Los mecánicos utilizan la prueba del Calado para saber si el Convertidor tiene alguna fuga de presión en su interior; para ello, seleccionan una velocidad larga (3ª ó 4ª), pisan el freno de servicio y aceleran el motor; el termómetro de aceite debe subir a un valor próximo a los 120° en un determinado número de segundos, que marca el fabricante; si no alcanza esta temperatura o tarda en hacerlo más tiempo del indicado en el Manual de Servicio de la Pala, quiere decir que el aceite se “escapa” por algún retén y hay que reparar el Convertidor.

La Pala de Ruedas carga su cucharón por una combinación de empuje para clavarlo en la pila del material, y los movimientos de subida y recogida del citado cucharón.

Aún cargando materiales sueltos, es preciso que el cucharón penetre en el acopio antes de hacer ambos movimientos; por esta razón la bomba que acciona la elevación y



recogida del Equipo de Trabajo se suele mover por el volante del motor, o por el propio Impulsor, piezas que siempre giran al mismo régimen de vueltas.

Por lo tanto, es en el Convertidor donde se reparte la potencia entre la transmisión y el sistema hidráulico, dando siempre prioridad a la primera.

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

1. **Movimiento Inesperado de la Pala.** Si se deja estacionada una Pala de Ruedas, con el motor funcionando, el Convertidor está 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 de la Pala es a moverse, y basta una ligera pendiente favorable o que el cucharón no esté apoyado en el suelo totalmente para que la Pala se ponga en movimiento.

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:

1. El Control de la Transmisión está en punto muerto y bloqueado en esta posición.
2. La Pala está en una superficie horizontal.
3. **El freno de estacionamiento está conectado.**
4. El cucharón está apoyado en el suelo sobre todo su fondo.

Siguiendo estas Medidas Preventivas, **se elimina este riesgo por completo.**



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

2. **Pinchazo o reventón de los Neumáticos.** Cuando se va a llenar el cucharón, el Neumático es el componente que más sufre y el que soporta mayor esfuerzo, porque se está empujando contra una masa de material de varios cientos de toneladas, con el motor a plenas revoluciones y la transmisión en primera velocidad, con lo que a la rueda le llega el máximo par posible de todo el ciclo de trabajo.

Si falla el agarre con el suelo, porque llega a la rueda más tracción de la que aguanta el terreno, el neumático patina y aparece el riesgo de corte en los flancos, que puede terminar en reventón con los daños a las personas que hemos indicado en el capítulo anterior.

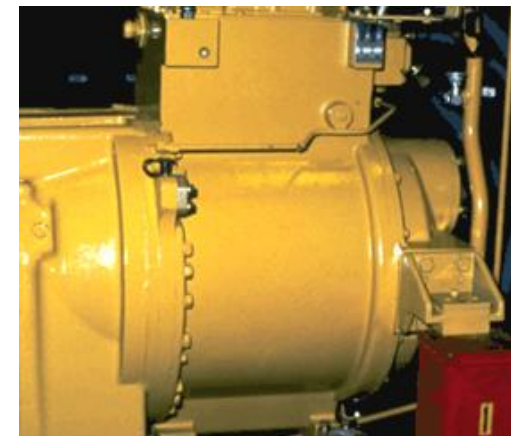
Medidas Preventivas. Para evitar que patine el neumático se pueden tomar las siguientes medidas:

- 1) Cargar el cucharón de forma gradual; cuanto más difícil sea la carga del material, más se tiene que “jugar” con los hidráulicos, y menos se le debe obligar a la Pala.
- 2) Observar los neumáticos, y, en cuanto aparezca la primera señal de patinaje, pisar levemente el pedal de freno izquierdo, que, a manera de un embrague, en la primera parte de su recorrido neutraliza la transmisión, con lo que el flujo de potencia a la rueda se interrumpe y toda la potencia del motor queda disponible para el equipo de trabajo.
- 3) En casos extremos de materiales con fracturas muy cortantes, cubrir las ruedas delanteras con cadenas protectoras.

Según los diferentes fabricantes, los Convertidores de Par se adaptan a las necesidades del trabajo, existiendo varios **TIPOS DE CONVERTIDORES DE PAR**, entre los que destacan:



- **Convertidores de Capacidad Variable**, que, con un doble impulsor, que se acopla gradualmente en función de la tracción existente, envía a la rueda únicamente el par que puede aprovecharse; el Operador debe ajustarlo al principio del trabajo, y solamente habrá que volver a hacerlo si cambian las condiciones del suelo.
- **Convertidores de doble Turbina**, que dan la posibilidad de velocidades corta y larga en cada una de las marchas de la Caja de Cambios.
- **Convertidores con bloqueo de sus componentes**, que, por medio de un embrague y a voluntad del operador, fijan el Impulsor y la Turbina de modo que giren como un solo conjunto a las mismas revoluciones, por ejemplo para cuando se hacen trabajos de Carga y Transporte.



Todas estas particularidades deben ser conocidas en su funcionamiento elemental por el Operador, para utilizarlas correctamente, en el momento que sea necesario.

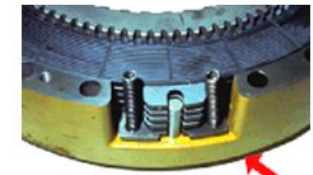
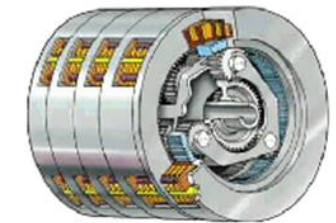
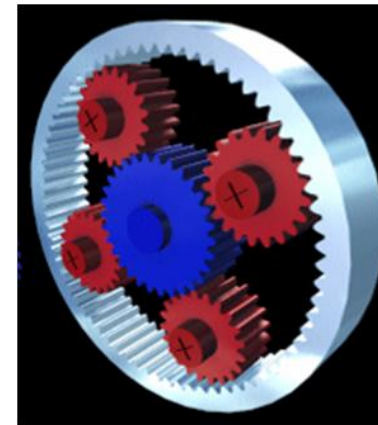
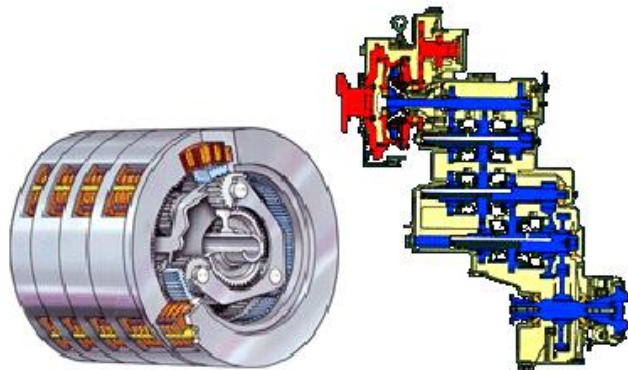
2. Caja de Cambios.

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.

Con el paso de los años y la incorporación de las tecnologías más avanzadas, las Palas Cargadoras de Ruedas han incorporado en sus Cajas de Cambios las posibilidades de cambios automáticos, controlados casi siempre por sistemas eléctricos o electrónicos que actúan sobre el Sistema Hidráulico del conjunto del Convertidor de par y la Caja de Cambios, lo que hace más cómodo su uso; además, hay marcas que ofrecen la posibilidad de ajustar los cambios automáticos a varias formas de utilizar la Pala según se busque obtener de ella el máximo rendimiento o trabajar con el mínimo consumo de combustible.

Desde la óptica de la Seguridad, las Cajas de Cambio no constituyen un generador de riesgos en sí mismas; dada la amplia variedad de mandos con que nos podemos encontrar en las Palas Cargadoras de los distintos fabricantes, es imposible hacer ni siquiera una breve reseña sobre las particularidades de cada una de ellas en las páginas de este Manual. 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 sin acelerar el motor, confiando en su retención, que, en el caso de montar Convertidor en su transmisión, es mínima y a los pocos segundos, aún con una velocidad de la Caja seleccionada, es como si ésta se encontrase en Punto Muerto; 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 Pala queda sin tracción.
- Jamás descender por una pendiente en Punto Muerto ni utilizar ningún sistema que neutralice la Transmisión.

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 una Pala, los tres están a una superior a la de los ejes de las ruedas.

Por esta razón, a la salida de la Caja de Cambios suele haber un componente que recibe el nombre de Caja de Transferencia, cuya misión es bajar el plano en el que giran los ejes de los tres componentes hasta el nivel de los de las ruedas. Se trata simplemente de una caja en la que se albergan tres ejes paralelos:





- El eje de entrada, que gira a las mismas revoluciones y en el mismo sentido que el de salida de la Caja de Cambios.
- 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.

En muchos fabricantes, *la Caja de Transferencia almacena aceite para toda la Transmisión*, siendo el punto en el que se comprueba el nivel y por el que se suministra el aceite necesario.

Además, hay marcas en las que **se aprovecha la Caja de Transferencia para dos puntos importantes:**

- Para montar el freno de estacionamiento, cosa que se hace en el eje intermedio; de esta forma al accionarlo, la Máquina queda bloqueada y no se moverá mientras que el freno no se suelte.
- Para mover la bomba hidráulica que acciona la Dirección de Emergencia; de esta forma, mientras que la Pala se esté desplazando y giren los ejes de la caja de transferencia, se podrán accionar los cilindros de la dirección.

Por lo que respecta a la Seguridad, es un componente que no genera riesgos para el Operador.

4. Árboles de Transmisión.

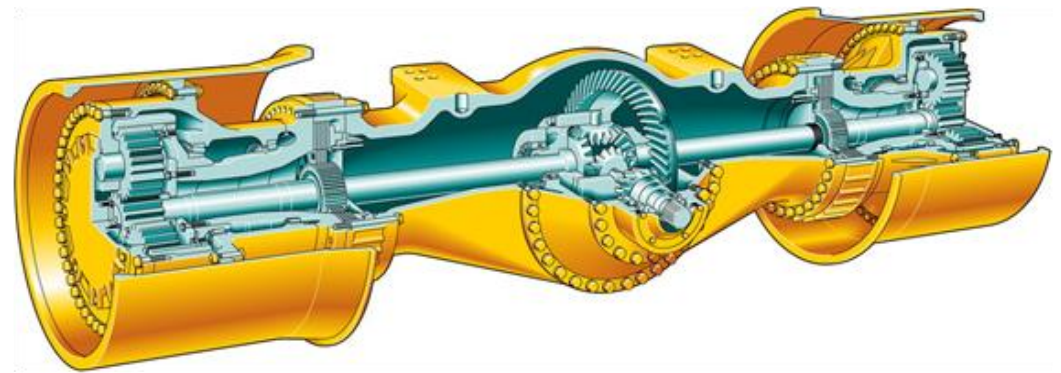
Las Palas Cargadoras de Ruedas, excepto algunos modelos muy pequeños y muy antiguos, son de tracción total, es decir, tienen motrices sus dos ejes. Para llevar el movimiento hasta cada uno de



ellos, se utilizan los llamados Árboles de Transmisión, que son unas barras metálicas que reciben el movimiento desde la Caja de Transferencia y lo envían a cada uno de los ejes.

El que lleva el movimiento al eje posterior es el más corto y de una longitud fija; en cada uno de sus dos extremos suele llevar una junta tipo cardan que actúa a manera de fusible si se produce una situación de sobrecarga repentina en él, como, por ejemplo, si se invierte el sentido de marcha a plenas revoluciones del motor y en una marcha larga de la caja de cambios.

Por su parte, el Árbol que lleva el movimiento al eje delantero suele de ser de mayor longitud y, además, esta no puede ser fija porque al articular la Pala, se necesita una distancia considerablemente menor que cuando sus dos bastidores están alineados. Por ello, hay una especie de manguito que hace variar la longitud real del Árbol delantero que, por otra parte, incluye un número variable de juntas cardan como lo hacía el del eje posterior.



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 los componentes, 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.

Las Palas Cargadoras utilizan dos ejes para desplazarse, ambos motrices si bien su montaje sobre el bastidor es diferente; mientras el eje delantero está unido rígidamente al bastidor por medio de espárragos y tuercas, el posterior se monta de forma que puede oscilar un cierto ángulo, con un objetivo concreto: que al pasar por una superficie irregular, el bastidor no se vea afectado por ella. En función de este ángulo, la altura del obstáculo que se podrá salvar será más o menos grande.

Esta oscilación se limita por medio de unos topes y permite que en situaciones tales como el paso de un tramo de pista en pendiente a otro horizontal, se haga la transición de forma que la Pala mantenga las cuatro ruedas en contacto con el suelo y no se incline lateralmente, como sucedería si los dos ejes estuvieran montados rígidamente en sus bastidores. Este montaje mejora la estabilidad de la Pala y reduce el riesgo de vuelco en situaciones extremas.

6. Grupo Cónico y Diferencial.

Hasta este punto, los ejes alrededor de los cuales se transmitía el movimiento, están dispuestos longitudinalmente con respecto a la Pala, 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 alta de todas las conseguidas en la Transmisión.



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 ha de confundirse el Grupo Cónico con el Diferencial como sucede normalmente, 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, que estudiaremos más adelante; **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:

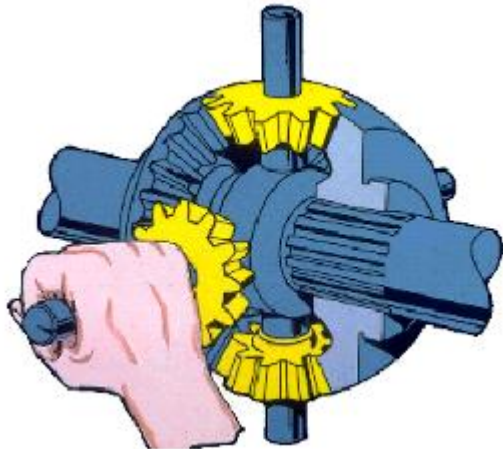
- La rueda que va por el lado exterior de la curva tiene que recorrer un espacio mayor que la circula por el lado interior.
- Las dos parten al mismo tiempo del inicio de la curva y tienen que llegar al final al mismo tiempo.

- 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:

El Diferencial se incorpora de la siguiente manera:

- ⇒ 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 de la Pala 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 rueda que tiene menos agarre, comienza a patinar y la Pala deja de estar operativa.

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 parar la Pala 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 de la Pala. 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.

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 puede dar lugar a la pérdida del control de la Pala 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 de la Pala en casos extremos. Por esta razón conviene no bloquear el Diferencial cuando se circula en una marcha larga, si bien este riesgo se ha eliminado en unidades de última

generación en las que electrónicamente, se impide que el Diferencial se bloquee cuando la Pala circula en 3ª o 4ª velocidad.

7. Palieres.

Una vez que el movimiento sale del Grupo Cónico y Diferencial, se envía a cada una de las dos ruedas de los ejes de la Pala; 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.

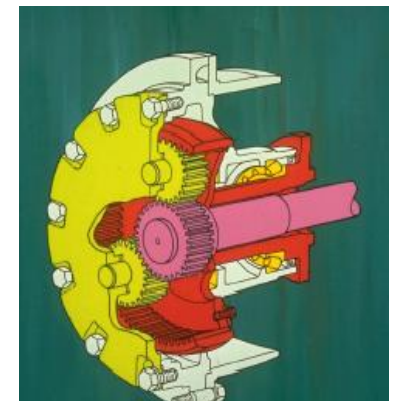
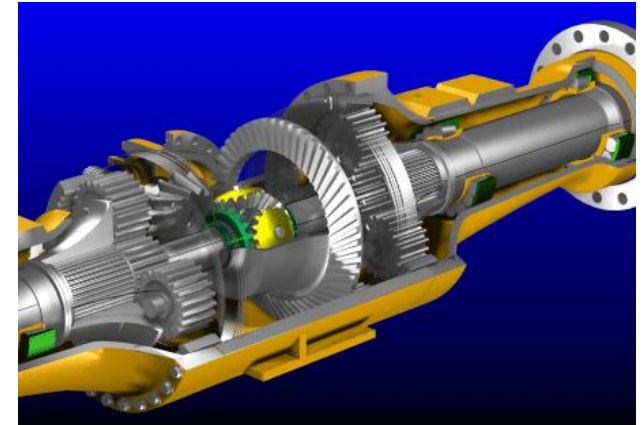
El palier está sometido continuamente a unos esfuerzos de torsión que son consecuencia de la fuerza que sale de la Transmisión y de la resistencia que opone el terreno al desplazamiento de la Pala. Cuanto mayor es su longitud, su “integridad física” se ve más amenazada por dicha torsión; este es el motivo por el que casi todos los fabricantes han optado por incluir tanto los frenos como los mandos finales de la Pala dentro de los propios ejes.

8. Mandos Finales.

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

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 Portasatelites, 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 Pala 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.

Según los distintos fabricantes y también según el tamaño de la Pala, los Mandos Finales se alojan en el interior de los ejes de las ruedas o están en la propia rueda en sí; ambas opciones son igualmente seguras para el Operador.

→ TRANSMISIÓN HIDROSTÁTICA

Este tipo de Transmisión se utiliza para Palas Cargadoras de tamaños pequeños en la práctica totalidad de fabricantes, mientras que son más escasas en los tamaños medios de alrededor de 20 toneladas de masa.

Los **componentes de la Transmisión Hidrostática** son:

- Bombas Hidráulicas de Desplazamiento Variable.
- Motores Hidráulicos de Traslación.
- Grupo Cónico y Diferencial.
- Mandos Finales.
- Caja Cambios, sólo en algunas ocasiones.

La filosofía de este tipo de Transmisión es aprovechar la capacidad de los fluidos para transmitir energía, eliminando componentes tales como el Convertidor de Par, y la Caja de Cambios como mínimo, ya que en casos tales como en las Excavadoras Hidráulicas, no quedan nada más que las Bombas y los Motores de Traslación.

En la Pala, por el contrario, sería preciso disponer de cuatro Motores de Traslación, y, como mínimo, dos Bombas Hidráulicas para conseguir la tracción independiente en cada rueda; esta opción presenta el inconveniente de necesitar un control muy sofisticado que sea capaz de modificar las “prestaciones” de la Transmisión en función de las exigencias que impone el movimiento; un pequeño desajuste haría complicado el manejo de la Pala; por esta razón, se mantienen el resto de los componentes enumerados anteriormente.



Como la base de esta Transmisión es la Hidráulica, no es posible que se entienda su funcionamiento sin tener unos mínimos conocimientos de cómo funcionan tanto una bomba hidráulica como un motor.

La *Bomba Hidráulica* tiene como misión **generar un caudal de aceite que circulará contra una presión que se opone a su circulación, pero en ningún caso la Bomba genera presión**. El principio básico de la Bomba es único: su eje gira y hace que el aceite que llega a ella desde el depósito sea enviado a un determinado circuito en una cierta cantidad. La cantidad que envía la Bomba por cada giro de su eje se llama **Desplazamiento**, mientras que el volumen que bombea a las máximas revoluciones a que gira es el **Caudal**, que se mide en litros/minuto.

El aceite enviado por la Bomba puede utilizarse para accionar alguno de los mecanismos de la Máquina, los cilindros hidráulicos o un Motor Hidráulico; en este caso, el aceite llega al Motor, hace girar a sus componentes que, a su vez arrastran el eje convirtiendo el caudal de aceite en un movimiento giratorio.

En la Transmisión Hidrostática, se utiliza un determinado tipo de bombas que se conocen como Bombas de Caudal Variable, aunque lo más correcto es hablar de *Bombas de Desplazamiento Variable*, que se expone de manera breve a continuación.

1. *Bombas de Desplazamiento Variable*.

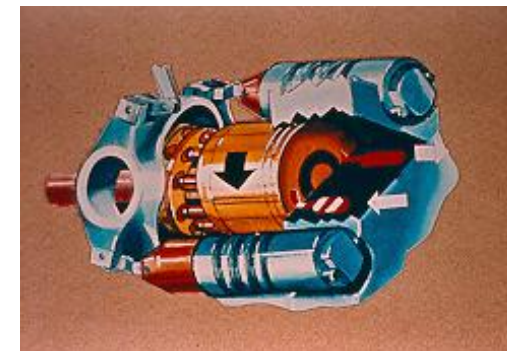
Como se ha dicho, en este tipo de Transmisión, la potencia del motor se utiliza para mover las Bombas Hidráulicas de Desplazamiento Variable que son el principio de la Transmisión Hidrostática.

Recordar que el *Desplazamiento de una Bomba*; **la cantidad de aceite que bombea por cada vuelta de su eje**. Las Bombas, según este Desplazamiento, se dividen en:

- ⇒ *Bombas de Desplazamiento Fijo*, que siempre bombean la misma cantidad de aceite por cada vuelta de su eje; las hay de dos tipos: de paletas y de engranajes, y se utilizan, sobre todo, para mover el aceite de los Sistemas de la Pala tales como Dirección, Frenos y Equipo de Trabajo; el caudal que proporcionan depende únicamente de las revoluciones a que gire su eje.



⇒ Bombas de Desplazamiento Variable, en las que se puede variar la cantidad de aceite que bombean por cada giro de su eje. Todas las que hay actualmente en el mercado son del mismo tipo: bombas de pistones.



- Los pistones, normalmente nueve, se mueven dentro del cuerpo de la bomba en unos cilindros a los que llega el aceite desde su depósito; son huecos y giran a las vueltas del eje de la bomba.
- El extremo opuesto a aquel por el que reciben el aceite termina en un patín que desliza apoyándose en un Plato que se inclina un cierto ángulo en las dos orientaciones, derecha e izquierda, y que se llama Plato Oscilante.
- Por el lado de la admisión, el opuesto al Plato Oscilante, entra el aceite a través de una de dos lumbreras, siendo la otra utilizada para la salida del aceite bombeado.
- Al cambiar su inclinación, varía la carrera de los émbolos, con lo que se varía también la cantidad de aceite bombeado en un giro.
- Durante su funcionamiento, se presenta varias posibilidades:
 - Si el Plato Oscilante está vertical, **los pistones no se desplazan por los cilindros y la bomba no envía caudal de aceite.**
 - Si el Plato Oscilante se inclina hacia un lado, comienza el bombeo del aceite; el caudal que envía la bomba en una vuelta dependerá de la carrera de los pistones; el aceite entra por una de las dos lumbreras, la de admisión, y sale por la otra, la de escape. Cuanto más se incline el Plato, más caudal entrega la bomba **sin variar el régimen al que gire su eje.**
 - Si el Plato se inclina en sentido contrario al anterior, se invierte el trabajo de las lumbreras y por lo tanto la circulación del aceite.

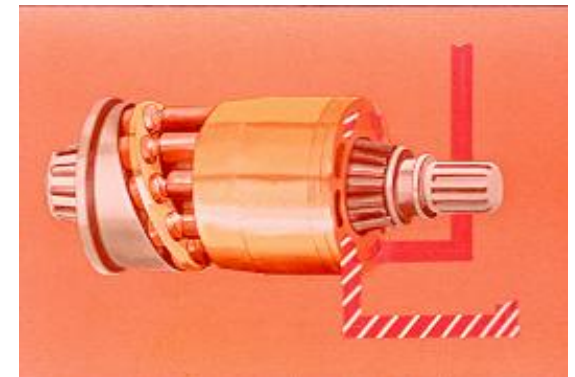
El aceite que manda la bomba, pasará a través de unas tuberías hasta llegar al Motor o Motores de Traslación.

2. Motor de Traslación.

El funcionamiento del Motor de Pistones es inverso al de la Bomba, si bien se basa en el mismo principio.

El **MOTOR DE PISTONES** tiene las siguientes **CARACTERÍSTICAS**:

- ⇒ Por lo general, en el Motor de Pistones **no se puede variar la cantidad de aceite que recibe de la bomba.**
- ⇒ Su **FUNCIONAMIENTO** es como sigue:
 - Al igual que la Bomba, existen nueve pistones huecos que reciben el aceite que ha bombeado la bomba.
 - Excepto en motores que permiten dos velocidades, en el resto **tienen fijo el ángulo de inclinación de su Plato.**
 - No tienen posibilidad de invertir el sentido del aceite, si bien existen muchas variaciones en este punto según los distintos fabricantes.
 - Cuando el Motor recibe el caudal de aceite desde la bomba, el aceite que entra dentro del cilindro empuja al pistón hacia su parte exterior, lo que, unido a la posición de su Plato Inclinado, hace que el eje del Motor comience a girar.
 - El giro del eje del motor depende de dos cosas:
 - Del caudal de aceite que recibe; cuanto más caudal, más velocidad del eje.



- De la Inclinación del Plato; cuanto más inclinado, más aceite almacena en cada vuelta, y necesita menos revoluciones para absorber el caudal recibido desde la bomba
- El aceite, una vez que ha accionado el grupo de pistones, queda sin presión y es enviado al depósito para realizar un nuevo ciclo.

Los **RIESGOS** que presenta la **TRANSMISIÓN HIDROSTÁTICA** en las Palas Cargadoras:

1. Movimiento Inesperado de la Pala.

Igual que sucedía con el Convertidor de Par, el riesgo de Movimiento Inesperado de la Pala persiste en las unidades que montan Transmisión Hidrostática, si bien este disminuye notablemente, porque, al quedar el motor a ralentí, el caudal de aceite que bombean las bombas es mínimo, y menor que el del caso de Convertidor de Par; no obstante, el riesgo no se elimina por completo.

Medidas Preventivas: Son las mismas que las que se explicaron en el Convertidor, con una matización importante; si en aquel caso el riesgo desaparecía por completo al poner el mando de la Transmisión en neutro, aquí existe la posibilidad de movimiento aún con esta medida si, por las horas de funcionamiento, el control está desajustado; esta circunstancia es más frecuente en los modelos antiguos que en los más modernos en los que el control de la Transmisión es electrónico y, por lo tanto, de mucha mayor precisión.

2. Pinchazo o Reventón del Neumático.

Este riesgo, derivado del posible patinamiento de la rueda, disminuye en las unidades de Transmisión Hidrostática porque estas Máquinas suelen llevar sensores de carga que disminuyen la Inclinación del Plato, y por lo tanto el caudal de las bombas cuando crece la presión en el circuito, a causa, por ejemplo, de una dificultad creciente en la carga del material.

La **TRANSMISIÓN HIDROSTÁTICA** admite una amplia gama de opciones para adaptarse a las necesidades de cada tipo de Máquina que la utiliza.

La variedad de opciones es muy grande, imposible de estudiar caso a caso, por lo que, una vez más, hay que recomendar la lectura detenida del Manual del Operador, para conocer las limitaciones que pone cada marca y las normas de Manejo que deben seguirse en las Máquinas con Transmisión Hidrostática.

1.1.3 ARTICULACIÓN

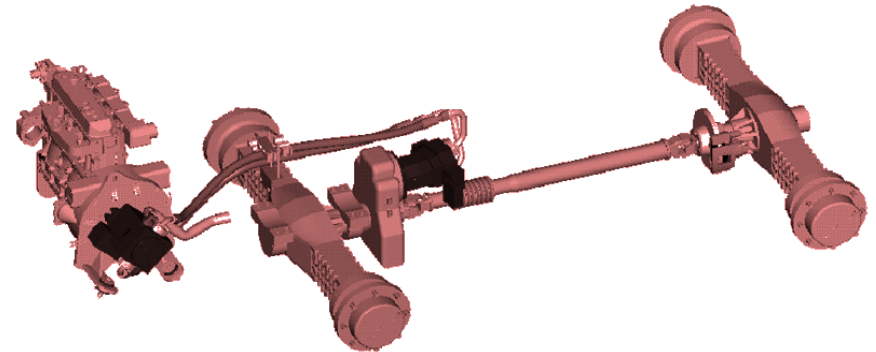
Los Componentes de las Palas Cargadoras de Ruedas se montan sobre bastidores, delantero y trasero, que se unen entre sí por medio de una Articulación.

Los primeros modelos de Palas Cargadoras que se fabricaron hacia 1.960, eran de un solo bastidor, y la Máquina se dirigía por medio del eje trasero, que era a la vez eje motriz y direccional.

A partir de finales de esa década, se comenzaron a fabricar modelos de **BASTIDOR ARTICULADO** que tienen las siguientes **VENTAJAS**:

- Se aúnan dos cosas, en principio contrapuestas para las Palas Cargadoras Rígidas: aumentar la distancia entre ejes, con la que se mejora la estabilidad, y reducir el radio de giro, con lo que la Máquina se hace más maniobrable.
- Se eliminan las juntas homocinéticas necesarias para que un eje sea al mismo tiempo motriz y direccional, con lo que se reduce el riesgo de averías y se aumenta la disponibilidad de la Pala.

Aunque son muy pocas las unidades de Palas Cargadoras de Bastidor Rígido que se conservan operativas, aún es posible encontrarlas en algunas explotaciones o bien en alguna subcontrata; téngase en cuenta que todas ellas, sin excepción, han debido ser adecuadas a los requisitos mínimos de Seguridad establecidos en el Anexo I del RD 1215/1997.



Por lo general, la distribución de los distintos **COMPONENTES DE LA PALA** es casi idéntica en la práctica totalidad de los modelos, siendo como sigue:

- ⇒ El *Bastidor Delantero* se utiliza exclusivamente para soportar el peso y los esfuerzos que transmite el Mecanismo de Carga, es decir, los brazos de elevación, los cilindros hidráulicos de elevación y vuelco y el propio cucharón; su unión al suelo se hace por medio del eje delantero que también se monta sobre él.
- ⇒ El *Bastidor Posterior* es el que soporta la mayor parte del peso de la Pala, con el fin de conseguir la máxima estabilidad posible; en él se monta toda la Transmisión, el eje posterior, los depósitos de gas-oil y aceite de la Transmisión y Sistemas Hidráulicos, y, en la mayoría de los casos, la Cabina del Operador. Algunas marcas, no obstante, prefieren montarla sobre el Bastidor Delantero con el fin de dominar mejor el punto de carga, pero, por el contrario, es más complicado el dominar con exactitud por dónde pisan las ruedas posteriores en las maniobras en retroceso.



El ángulo que pueden articularse ambos bastidores difiere de una a otra marca, si bien se encuentra entre los 35° y los 45°; se necesita menos espacio para las maniobras con ángulos más grandes, pero también se pierde estabilidad, por lo que la carga de trabajo con la que se puede cargar disminuye con los ángulos mayores.

Sea como fuere, cuando la Pala se articula al máximo, la zona del lado hacia el que se ha articulado próxima a la articulación, **no deja espacio libre para ninguna persona, por lo que es un espacio de alto riesgo como se explicó anteriormente.**

En la mayoría de los casos, las marcas sitúan la Articulación en el punto medio entre ambos ejes, con lo que, mientras que durante el desplazamiento no se accione la dirección, las ruedas posteriores pisarán exactamente por donde lo hicieron las delanteras y viceversa, con lo que se facilita el trabajo al Operador. No obstante, hay quien prefiere montar el Punto de Articulación más próximo al eje delantero.

La zona de la Articulación es la que está sometida a mayores y más variados esfuerzos, entre los que destacan los verticales que tienden a que rompa por flexión y los horizontales debidos al empuje durante la carga, que la someten a importantes esfuerzos cortantes. Además, los cojinetes sobre los que se produce el giro están necesitados de lubricación en un grado importante por lo que su engrase, siempre ha sido un problema por las zonas en la que se encontraban los engrasadores, que obligaban al operario a “gatear” por debajo de la Pala, con el consiguiente riesgo de impacto contra diferentes partes de su cuerpo. Los modelos modernos tienen los puntos de engrase situados en zonas mucho más accesibles, incluso el engrase automático, cuando lo llevan, evita que se tenga que estar realizando manualmente esta operación.

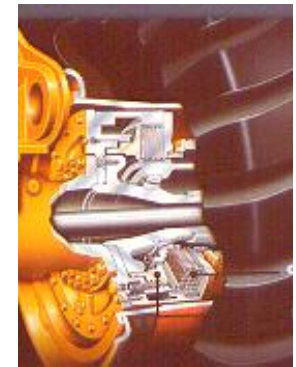
1.1.4 FRENOS

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 verifica 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 Palas Cargadoras 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

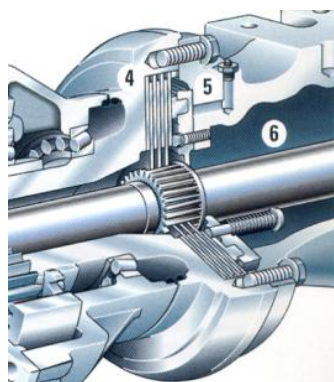
- **De Zapata.** Consiste en una o dos piezas, montadas en un punto fijo de la Máquina, sobre las que se sitúan una o dos zapatas de material para realizar el frenado; los soportes de las zapatas están unidos por ambos extremos mediante cojinetes que permiten su desplazamiento en sentido vertical. En 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 o el soporte sobre el que esté montada 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 de la Pala. La forma de funcionar es simple; cuando se acciona el mando del freno, las pastillas 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 mecanismo 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 y tienen una masa próxima a las 40-50 toneladas. 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 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. 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.



Estos mecanismos **PUEDEN MONTARSE DE DIFERENTES FORMAS:**

- 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 Palas Cargadoras de tamaño medio. En su versión en seco, se suelen montar en las cajas de transferencia. Cuando se montan en el interior de los ejes de la Pala, siempre son en baño de aceite para mejorar su refrigeración; su alojamiento completamente hermético es una garantía para su uso que no se ve afectado por la acumulación de barro o la presencia de agua.

→ SISTEMAS DE FRENADO

En este concepto incluimos las diferentes formas de utilización que se pueden hacer en la Pala de Ruedas; los más normales son:

1. **Freno de Servicio.** Se entiende por tal el Sistema que se utiliza durante el trabajo habitual de la Pala. Con independencia del tipo de que se trate, este Sistema se suele accionar por medio de DOS PEDALES:
 - El *Pedal Derecho* es el que, en la mayoría de las marcas, conecta los frenos únicamente. Es el Sistema que debe usarse en:
 - Los desplazamientos de la Pala, sobre todo cuando se hacen recorridos largos y se han de bajar pendientes de importancia en las que sea necesario impedir que se alcancen velocidades que puedan resultar peligrosas.



- En recorridos, aunque sean cortos, por zonas sinuosas con riesgo de caídas a distinto nivel o vuelco de la Pala.
- El *Pedal Izquierdo* que, normalmente, realiza dos funciones: En la primera parte de su recorrido neutraliza la Transmisión, es decir, es como si la Pala estuviera en Punto Muerto, y en su recorrido final, conecta el Freno.



Es el Sistema que debe usarse cuando:

- ⇒ Los neumáticos patinen en el momento del llenado del cucharón. De esta forma: Las ruedas quedan sin tracción, Cesa el patinamiento del neumático, y toda la potencia del motor se envía al Sistema Hidráulico de la Pala.
- ⇒ Si es necesario frenar en los cambios de sentido de la Pala mientras se hacen las maniobras en carga o en vacío.
- ⇒ Nunca en desplazamientos a alta velocidad.

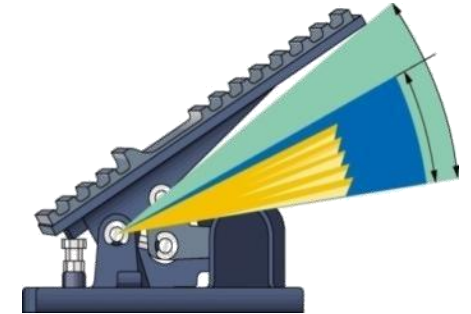
Debido a las diferencias existentes entre fabricantes en lo que se refiere al pedal que Neutraliza la Transmisión y a las decisiones tomadas por algunos usuarios de cambiar las funciones de los pedales de freno, junto con la incorporación de la electrónica, ha llevado a los fabricantes a darle la opción al Operador que escoja si el Pedal neutralizador haga o no esta función. Para ello, en alguna parte de la cabina o del salpicadero existe un interruptor con dos posiciones: en una de ellas el pedal actúa como Neutralizador, mientras que en la otra la Neutralización de la Transmisión queda anulada y los dos pedales actúan de la misma forma. En las Palas Cargadoras dotadas de esta posibilidad, el Operador debe recordar que la Neutralización debe poderse efectuar en el momento de la carga del cucharón, y debe accionar el mando correspondiente para disponer de esta función que le ayuda a evitar que patinen los neumáticos, con los riesgos que hemos indicado anteriormente.



Alguna marca ha montado un dispositivo especial, llamado **FRENO INTELIGENTE**, que se controla por medio del pedal izquierdo de freno y que funciona de la siguiente manera:

- ⇒ En la primera parte, en combinación con los cambios automáticos, reduce una marcha, y, si se mantiene pisado, sigue reduciendo marchas automáticamente hasta llegar a primera.
- ⇒ En la siguiente fase acciona el freno de servicio.
- ⇒ Solamente si se pisa a fondo, y la Pala va a menos de 4 km/h, se neutraliza la transmisión.

2. 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.



Durante muchos años, este freno se ha montado sobre algún componente de la Transmisión, y, con frecuencia, el olvido de soltarlo por parte del Operador cuando iba a mover la Pala, ha producido su deterioro, incluso su destrucción total por incendio, que, a veces, se ha extendido a toda la Pala. Como consecuencia, quedaba con el freno averiado, y, en muchas ocasiones, no volvía a funcionar.

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

- Debe dejar bloqueada la Pala mecánicamente, 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.

3. 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 la Pala 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 Pala quedará sujeta por muelles u otro



medio que impida su movimiento hasta que no se haya corregido la anomalía del Freno de Servicio.

→ FORMAS DE ACCIONAMIENTO DEL FRENADO

Para accionar cada uno de los Sistemas de Frenado se han utilizado por los distintos fabricantes y épocas varias Formas de Accionamiento:

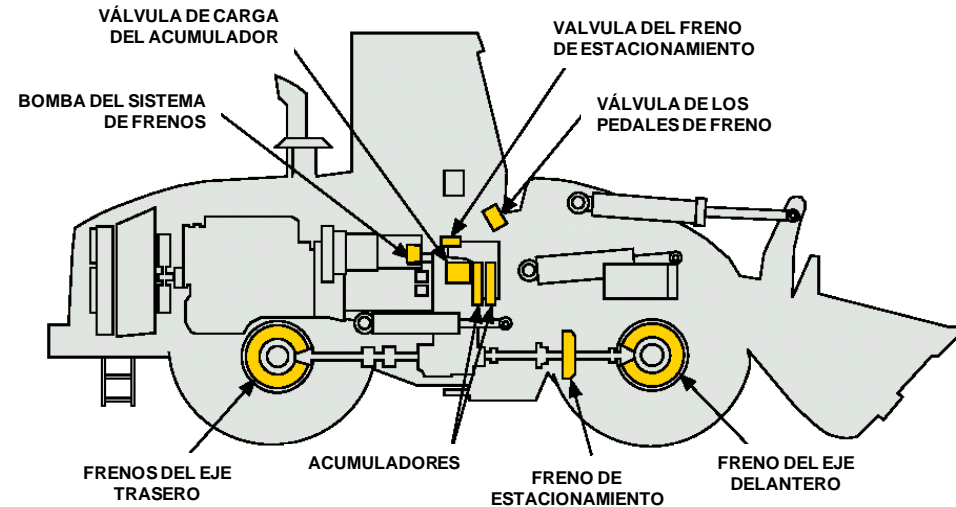
- ⇒ **Accionamiento Mecánico.** Este sistema es el más simple y el que se utilizó en las primeras unidades fabricadas, en las que los Frenos ya sean de Servicio o de Estacionamiento, se accionaban por un varillaje mandado desde los controles de la cabina; es un sistema incómodo para el Operador y, sobre todo, con mucha necesidad de ajuste de los varillajes cuando, pasadas unas horas de uso, comenzaban a presentar holguras de cierta importancia.
- ⇒ **Accionamiento por Líquido de Frenos.** En esta forma de accionar los frenos se refería siempre al Sistema de Frenos de Servicio; el pedal acciona una pequeña bomba que se alimenta con líquido de frenos que se envía hasta las zapatas o discos de freno para su accionamiento. Es un sistema similar al servofreno que se utiliza en automoción, usado en Palas Cargadoras de pequeño tamaño.
- ⇒ **Accionamiento por Aire.** En unidades de alrededor de 15 toneladas de masa, se utilizó, y aún hoy se utiliza por algunas marcas, el Accionamiento por aire; para ello es necesario dotar a la Pala de un compresor que se mueve desde el motor, y que envía aire a los calderines en los que se almacena hasta ser utilizado. El pedal de freno actúa sobre una válvula de aire que deja pasar este fluido desde el calderín hasta el disco o la zapata para su accionamiento; el aire enviado en una frenada se expulsa a la atmósfera cuando se suelta el pedal de freno con lo que se ha consumido el aire necesario para una frenada. Las Palas Cargadoras que usan este sistema para accionar los frenos, utilizan normalmente dos tipos de cámaras de freno: una, de acción positiva que frena por la propia presión de aire y que acciona el Sistema de Frenos de Servicio, y otra que actúa por un muelle y que se utiliza en los Sistemas de Aparcamiento y Emergencia; en el primero de ellos, el aire primero que sale de los calderines se envía a la cámara de freno; cuando la presión es suficiente para mantener el muelle comprimido, una señal en la cabina avisa al Operador y le indica que hay presión suficiente para soltar el Freno de Aparcamiento. Si durante la jornada de trabajo es necesario estacionar la Pala, acciona el control de este freno y el aire sale de la cámara de freno quedando la Máquina sujeta por un medio mecánico como son los muelles. Este mismo circuito se utiliza como Freno de Emergencia, puesto que, si hay un fallo en el Sistema Principal y cae la presión del circuito, una alarma avisará al Operador de esta circunstancia para que trate de frenar la Pala antes de quedarse sin aire en los calderines; si ya no hay aire para detenerla, puede accionar el mando del

Freno de Emergencia, que muchas veces es el mismo que el de Estacionamiento, y pararla; si no, la Pala se para automáticamente al perder la última provisión de aire, y quedará bloqueada hasta que el circuito se cargue de nuevo.

⇒ **Accionamiento Hidráulico.** En este Sistema, es aceite lo que se usa como fluido de Accionamiento. El circuito suele utilizar el mismo aceite que se usa para Dirección y Sistema Hidráulico del Equipo de Trabajo, y su diseño es muy variado por parte de los fabricantes; uno de los más completos es el siguiente:

- La bomba de frenos toma aceite del depósito y lo envía a:
- La Válvula que controla su paso al elemento que acciona el Freno de Aparcamiento y Emergencia donde queda a la espera de ser accionado este control; si hay suficiente presión de aceite, el freno se suelta cuando el Operador acciona el mando correspondiente, y en caso contrario, el control vuelve a su posición y el freno no se suelta.
- Las Válvulas de los dos pedales de freno, donde se queda a la espera de ser utilizado.
- Un acumulador de frenada, que es un depósito con una carga de Nitrógeno y que es capaz de almacenar aceite para varias frenadas.

COMPONENTES DEL SISTEMA DE FRENOS



Cada vez que el Operador acciona cualquiera de los dos pedales, el aceite que procede del acumulador es enviado hasta el freno y lo acciona; el aceite queda bloqueado hasta que el Operador deja de accionar el pedal, momento en que es devuelto al depósito.

Este sistema permite almacenar aceite para varias frenadas de forma que, aún a motor parado, se pueden accionar los frenos varias veces antes de agotar el aceite del acumulador; cuando la cantidad almacenada es inferior a un cierto valor de la presión del circuito, una alarma advierte al Operador de esta circunstancia para que, o sea él quien detenga la Máquina o esta se detendrá, de una forma más brusca, automáticamente.

Como medida de Seguridad, los fabricantes suelen montar circuitos de freno independientes para cada uno de los ejes, ya sea su accionamiento Hidráulico o Neumático; de esta forma, en caso de fallar uno de los circuitos, aún se tendrá disponible el otro para frenar la Pala.

El freno de Estacionamiento puede actuar sobre los mismos frenos de servicio o no; en este caso, se suele montar en la transmisión, ya sea en la caja de transferencia o sobre el árbol de la transmisión delantera antes que el movimiento llegue al grupo.

Las Palas Cargadoras con Transmisión Hidrostática tienen menos necesidad de frenado debido al propio Frenado Hidrostático, por lo que algunas de ellas se limitan a unos frenos de disco en las ruedas, que apenas utilizan, pero sí que precisan Freno de Estacionamiento y Emergencia como exige la Directiva de Máquinas para que cumplan con los requisitos esenciales de Seguridad.

1.1.5 SISTEMA HIDRÁULICO

Las Palas Cargadoras de Ruedas necesitan como mínimo un Sistema Hidráulico para accionar los movimientos de los Brazos de Elevación y de Equipo de Trabajo; como la Dirección es otro de sus componentes que se acciona por medio de aceite, es bastante frecuente que un mismo Sistema Hidráulico se utilice para estos tres fines.

Acabamos de ver el uso de uno de los Sistemas Hidráulicos para el control y accionamiento de los Frenos en sus diferentes Sistemas de Frenado; veremos ahora de forma somera los otros dos Sistemas Hidráulicos.

→ SISTEMA HIDRÁULICO DE LA DIRECCIÓN

Para accionar la Articulación de la Pala se utilizan dos cilindros hidráulicos que conectan ambos bastidores y son lo que, con el movimiento de sus émbolos, provocan que se muevan hasta el ángulo prefijado por el fabricante. El aceite sale del depósito y llega hasta la bomba, y de ella va a la válvula de la dirección donde queda esperando a que el Operador accione el volante o el mecanismo que la gobierna. Mientras esto no

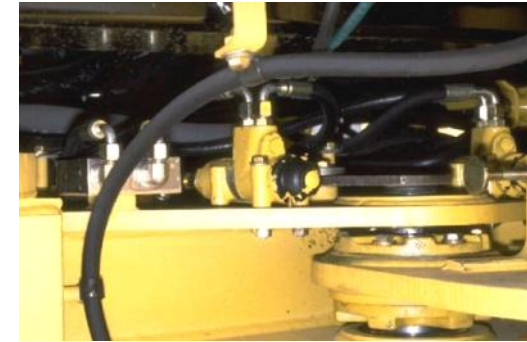
sucede, se produce el retorno del aceite al depósito, pasando antes por un filtro que mantiene el aceite limpio. Cuando el Operador acciona la Dirección, mueve la válvula que deja pasar al aceite a los cilindros hidráulicos, que articulan la Máquina.

Cuando el Operador deja de mover el volante, la válvula de la Dirección se centra ya sea por un mecanismo seguidor, en los modelos antiguos, o por medios hidráulicos en las Palas Cargadoras modernas, en las que la propia caña de la Dirección mueve una pequeña bomba de forma manual, que, además de ser la que controla la válvula, permite bombear una pequeña cantidad de aceite en caso que



la bomba principal no funcione; esto permite que, aunque sea con mayor esfuerzo, el Operador pueda conducir la Pala lo suficiente como para estacionarla fuera de la posible trayectoria de otras Máquinas.

Los fabricantes ofrecen la opción de montar una bomba para una Dirección de Emergencia, que, en caso de fallo de la bomba principal, permite dirigir la Pala de forma similar a la que se tiene con la Dirección normal; esta bomba se puede accionar, bien de forma mecánica, normalmente desde algún punto de la Transmisión, o por medio de un motor eléctrico que entra en funcionamiento de forma automática al fallar la presión o el caudal de aceite en el circuito principal.



Debido a que el esfuerzo necesario para el movimiento relativo de los dos bastidores se hace únicamente por medio de los cilindros de Dirección, es conveniente que, siempre que sea posible, no se mueva el mando de ésta si la Pala está parada; el esfuerzo que se pide a los cilindros es mucho menor si el aceite les llega cuando la Máquina se está moviendo.

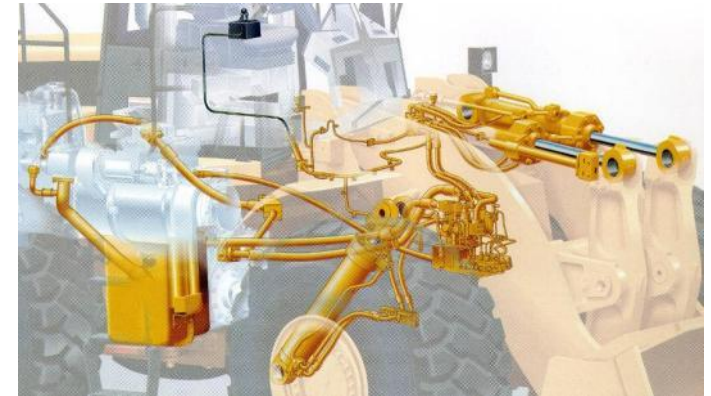
Conviene recordar que el Sistema Hidráulico de la Dirección, en su versión conocida como de “Flujo Amplificado”, tiene una forma de manejarla que difiere de la explicada anteriormente; en efecto, según hemos visto, cuando el Operador deja de accionar el volante, la válvula se centra automáticamente y la Pala deja de articularse, y ambos bastidores quedan en el ángulo en que estaban cuando se dejó de mover el control; pues, bien, *en el caso de Dirección de Flujo Amplificado, para que los bastidores dejen de seguir su movimiento, el volante o el control deben moverse en sentido contrario.* De no ser así, aunque se haya detenido el movimiento del control, la Máquina se sigue articulando hasta el tope final. Es una forma de Dirigirla que se usa sobre todo cuando se necesita una muy rápida respuesta del Sistema, tal como sucede en los Tractores Forestales, algunos Compactadores, etc., e incluso algún fabricante de Palas Cargadoras ha utilizado este sistema en determinados modelos.

Para evitar que ambos bastidores se golpeen al accionar la Dirección, la Pala suele llevar unos topes ajustables, que accionan las válvulas neutralizadoras, encargadas de cortar el suministro de aceite a los cilindros antes que lleguen al final de su recorrido.

→ SISTEMA HIDRÁULICO DEL EQUIPO DE TRABAJO

El circuito de aceite para mover el cucharón tiene unos componentes similares a los de la Dirección. La bomba se suele mover desde el volante del motor o desde el impulsor del Convertidor, para que no se vea afectada por la menor potencia que hay a lo largo de la Transmisión, tanto por la necesidad de mover la Pala como por el aumento de Par en cada uno de sus elementos.

Desde la bomba, el aceite llega al Control Hidráulico, en el que hay tantas válvulas como movimientos tiene el Equipo de Trabajo, normalmente dos, si bien las unidades que disponen de Acoplamiento Rápido para el Equipo de Trabajo, llevan una tercera válvula para el accionamiento del pasador que fija el Implemento al tablero. Si el Operador no utiliza ninguno de los mandos del Sistema Hidráulico, el aceite, como en el caso de la Dirección, después de pasar por el filtro, llega otra vez al depósito.



Ya se ha indicado anteriormente que la bomba del Sistema Hidráulico no produce presión, sino que solamente bombea un caudal de aceite contra la presión que se genera por la oposición al movimiento que quiere realizarse; por esta razón, todo Sistema Hidráulico lleva incorporadas una o varias válvulas que limitan la presión del circuito y protegen a la bomba para que no tenga que trabajar por encima de las condiciones para las que ha sido diseñada, y evitar así su avería.

Si el Operador mueve cualquier control del movimiento del Equipo de Trabajo, que normalmente, son dos palancas o una con movimiento en cruz, el aceite llega a los cilindros para realizar el movimiento deseado; en este aspecto, conviene decir lo siguiente:

- La Válvula que controla la recogida y vuelco del cucharón, tiene tres posiciones: “volcar”, “neutro” o “fijo” y “recoger”, por lo que el mando que gobierna este movimiento tiene las mismas tres posiciones indicadas. La palanca, por regla general, queda enclavada en “recoger” y retorna a “neutro” automáticamente cuando el cucharón está en una determinada posición. Desde la posición de “volcar” el mando no vuelve a “neutro” mientras que no sea llevado a esta posición por el Operador.
- La válvula que gobierna la elevación y descenso del Equipo, y por lo tanto la palanca de elevación, tiene cuatro posiciones: “subir”, “fijo”, “bajar” y “flotante”. Por lo general, en la posición de “subir” la palanca queda trabada y permite que el cucharón suba hasta

alcanzar su máxima altura u otra prefijada, momento en el que vuelve a “neutro” o “fijo” de forma automática. En la posición de “bajar”, el cucharón baja de forma controlada y la palanca no queda trabada, retornando a “fijo” en cuanto el Operador deja de accionarla. Por último en la posición “flotante” la palanca queda trabada y solamente volverá a “fijo” cuando así lo haga el Operador; en esta posición hace dos misiones:

- El cucharón cae por gravedad y llega a golpear contra el suelo si no se le detiene.
 - Una vez que está apoyado en el suelo, si se sitúa la palanca en “flotante”, el cucharón no hace más presión sobre el suelo que la debida a su propio peso; esta posición se utiliza si se quiere limpiar una superficie quitando solamente el material que esté suelto, sin excavar ni arrancar ni siquiera el material apelmazado.
- Los dos circuitos de elevación y vuelco no actúan de manera independiente; están conectados de forma que con el mando en “subir”, la recogida tiene prioridad sobre la elevación, mientras que en la posición de “volcar” la elevación tiene prioridad sobre el vuelco. De esta forma se pueden hacer los dos movimientos de elevación y recogida necesarios para llenar el cucharón con una sola palanca.

El Sistema Hidráulico de las Palas Cargadoras dispone de dos limitadores ajustables, de elevación y de vuelco, que desconectan la elevación a una altura prefijada, y devuelven el cucharón a la posición de carga ajustada para mantener el ángulo de ataque con el material.

Los más habituales se componen de unos interruptores magnéticos que actúan sobre unos electroimanes; éstos envían una señal al control para que la válvula de elevación o de vuelco retorne a fijo y se detenga el movimiento. Este ajuste se realiza manualmente. En los modelos más modernos, este ajuste se hace por medios electrónicos, con lo que el Operador no necesita bajarse de la cabina para realizarlo; es más, el que corresponde al movimiento de elevación limita la altura máxima y la mínima a la que se desea que se detenga este movimiento.



La **FORMA DE ACCIONAMIENTO DE LAS VÁLVULAS** puede ser mecánica, hidráulica, eléctrica o electrónica:

1. **Accionamiento Mecánico.** Es el sistema que se utilizó en las primeras Palas Cargadoras que se fabricaron; en ellas, las palancas movían directamente las válvulas dentro del Control Hidráulico que estaba sometido a la misma presión que el resto del circuito.

Como consecuencia, se necesitaban palancas de una longitud considerable para disminuir el esfuerzo que debía hacer el Operador al mover las válvulas contra una presión como la que indicamos anteriormente. Por otra parte, la suavidad y precisión de estos mandos era más bien escasa, lo que se traducía en movimientos bruscos del cucharón o de los brazos de elevación.

2. **Accionamiento Hidráulico.** Buscando facilitar el uso de estos movimientos, mejorando su precisión y con menor esfuerzo del Operador, los fabricantes introdujeron en los años 80 el Sistema Piloto; se trata de un segundo Sistema Hidráulico que funciona a una presión muy pequeña, apenas 10 kg/cm², que es el que actúa sobre las válvulas del control hidráulico. Tiene su propia bomba, o una sección de la bomba principal, y permitió reducir notablemente la longitud de las palancas y mejorar la precisión de los movimientos porque el Operador no tenía que trabajar contra unas presiones tan elevadas.

En los primeros modelos surgió una pega importante: el cucharón no bajaba a motor parado porque, al no funcionar el Sistema Piloto, aunque se moviera la palanca, no llegaba presión suficiente al Control Hidráulico para mover la válvula de elevación. Por esta razón, pueden haber unidades aún trabajando en las que, para conseguir cualquier movimiento del cucharón, es necesario que el motor esté funcionando. Esta dificultad fue corregida al poco tiempo, con lo que desapareció esta limitación.

3. **Accionamiento Eléctrico y/o Electrónico.** Es la última incorporación de la tecnología más moderna.



La palanca o palancas del cucharón mueven electroválvulas, con lo que desaparecen de la cabina todas las tuberías de aceite y se sustituyen por cables, disminuyendo tanto los ruidos como la temperatura y posibles pérdidas.

Las más perfectas son las de accionamiento electrónico porque permiten:

- Ajustar desde la cabina la altura a que se quiere que se desconecte la elevación y el descenso del cucharón.
- El ángulo de recogida para volver a la posición de excavación deseada.
- La sensibilidad de los controles, para disponer de una reacción más o menos rápida.
- Seleccionar que el cucharón mantenga su ángulo respecto a la vertical de forma automática mientras se eleva o desciende.

Tanto en el caso de accionar las válvulas por Sistema Piloto como por medios eléctricos o electrónicos, se puede disponer de un sistema que bloquea en neutro los controles de elevación y vuelco, impidiendo ambos movimientos aunque se accionen las palancas con el motor en marcha.

→ BRAZOS DE ELEVACIÓN

Están formados por dos planchas de acero de alta resistencia que en ambos extremos se unen al bastidor delantero y al cucharón mediante unos bulones que permiten el giro según un plano horizontal. Entre ambos brazos, existe un tubo de unión que “garantiza” el paralelismo de los brazos, y que está sometido a unos considerables esfuerzos de torsión, que se incrementan de una forma más que notable, con el mal uso de la Pala cuando se carga con las esquinas del cucharón.

La elevación se logra por medio de dos cilindros que por un extremo se unen al chasis y por el otro a un punto de cada uno de los brazos, que suele estar próximo al punto medio.

Para llevar al cucharón el movimiento de vuelco y recogida, se utiliza un sistema mixto formado por piezas de acero, conocidas como “bieletas”, y uno o dos cilindros hidráulicos que proporcionan el movimiento. El cilindro hidráulico está formado por un cuerpo de acero en cuyo interior desliza un émbolo cuya superficie está cromada y en uno de cuyos extremos está el elemento sobre el que actúa el



aceite y por el otro se une a las bieletas que accionan el cucharón. El cilindro está cerrado por uno de los extremos por una tapa atornillada y que contiene unos retenes que evitan la entrada de suciedad desde el exterior y mantienen el émbolo completamente limpio. El otro extremo es ciego y forma parte del cuerpo del cilindro.

Los cilindros utilizados son de doble efecto, con lo que el aceite a presión entra alternativamente por uno u otro extremo, siendo necesario que, al mismo tiempo que entra por uno de los extremos, salga por el otro una cantidad similar que retorna al depósito.

La llegada del aceite desde el Control de Válvulas hasta los cilindros se consigue por medio de mangueras que, además de ser flexibles, deben ser capaces de soportar las presiones a las que van a trabajar en la Máquina.

El conjunto de los componentes que se usan para conseguir el vuelco y la recogida del cucharón se conoce como “cinemática”, y obedecen a dos diseños básicos: cinemática en línea y cinemática en Z.

En los últimos años, una marca ha introducido en sus Palas Cargadoras de Ruedas una innovación, importante: ha sustituido en alguno de sus modelos de mayor tamaño el diseño tradicional de dos brazos de elevación, por el que llama “Brazo Monobloque”, con lo que se disminuye el peso del mecanismo de carga; este menor peso se aprovecha para montar cucharones de mayor capacidad y conseguir un mayor alcance y altura de descarga. Desde el punto de vista de su utilización, la Pala se asemeja a una Excavadora Frontal, por lo que a la hora de realizar la Operación de Carga, se debe utilizar la elevación en combinación con la recogida pero dando prioridad a aquella sobre ésta.

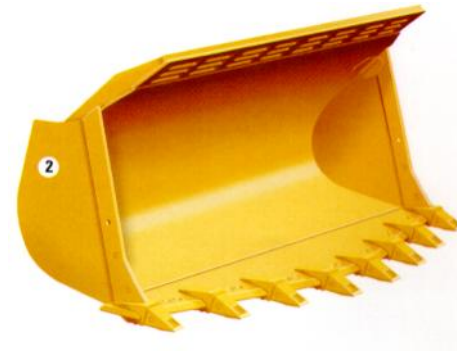


1.1.6 CUCHARÓN

Es el Equipo de Trabajo más habitual en las Palas Cargadoras, que en algunas aplicaciones especiales pueden montar otros tales como horquillas para manipular cargas, pinzas para madera o manipulación de tubos, o, en el caso de modelos de pequeño tamaño dotados con acoplamiento rápido, una amplia variedad de equipos que se montan sobre el tablero porta-implementos.

El cucharón se utiliza para cargar el material y es un componente esencial de la Pala. Aunque no es muy habitual que en una Pala se cambie el Cucharón nada más que en el caso en que haya que repararlo o sustituirlo por uno nuevo, los fabricantes suelen ofrecer distintos cucharones para sus modelos en función del tipo de material que se vaya a cargar o de su densidad; de esta forma se suelen ofrecer:

1. **Cucharones de Excavación**, para cuando la Pala vaya a realizar el arranque directo. Suele ser el de menor capacidad y el perfil de su fondo está estudiado para que el material resbale por él de la manera más fácil posible, con el fin de disminuir el esfuerzo necesario para colmar su carga.
2. **Cucharones para Materiales Suelos**, también llamados de Uso General, que son los más habituales, siempre que la Pala no excave o lo haga en pocas ocasiones y en un material que no le suponga un esfuerzo excesivo.
3. **Cucharón para Materiales Ligeros**, específico para la carga de materiales de baja densidad tales como tierra vegetal, carbón, astillas para madera, etc. Es de una capacidad muy superior a los utilizados en la carga de tierra o roca, pero no admite llenados al 100% en el momento en el que la densidad del material que se vaya a cargar sobrepase 1 t/m^3 .
4. **Cucharón de Roca**, específico para la carga de roca volada, suele tener el borde de ataque en forma de V, para facilitar su penetración en la voladura. Es el de mayor robustez de todos los que se ofrecen para un determinado modelo de Pala.



Para preservar los elementos más valiosos del cucharón, se utiliza lo que se conoce como Material de Penetración o Material de Desgaste, que consiste en dientes, puntas, cuchillas, cantoneras, etc., cuya misión es evitar el desgaste del cucharón desgastándose ellos mismos. Es un aspecto que se debe cuidar tanto en su selección como en el momento de sus sustitución porque si se quiere apurar su uso, las consecuencias pueden ser muy graves, tales como la reparación del cucharón, que, además de su elevado coste, llevan acarreada la paralización de la Pala por un número importante de horas.

Por ello, se debe escoger el tipo de diente, si va a ser largo o corto, el tipo de punta, si va a ser resistente al impacto, de penetración, para material abrasivo, etc., pues de ello va a depender su duración. El uso o no de la cuchilla para material suelto, las cantoneras y las guardas de las esquinas del cucharón, las placas de desgaste de su fondo, etc., son otros tantos puntos que se deben vigilar.

El cucharón se caracteriza por dos cosas: su anchura y su capacidad.

- ⇒ La Anchura debe ser ligeramente superior o igual a la de la Pala medida desde el exterior de sus ruedas, con el fin de proteger los flancos de los neumáticos, sobre todo los delanteros, en el momento de la carga, para que pisen por un terreno lo más plano posible y no rocen contra los bordes que quedan una vez que se ha cargado el material. **Se debe cargar siempre con todo el ancho del cucharón**, porque hacerlo solamente con una parte, provoca un mayor desgaste en el Material de Penetración, al tiempo que deforma su estructura si se utiliza esta técnica con cierta frecuencia.

- ⇒ La Capacidad se da en dos versiones:
 - Al ras, que es lo que cabe en el Cucharón cuando se sitúa con su boca de llenado paralela al suelo y se retira el sobrante que haya quedado por encima de este plano.
 - Colmada que es la que más se aproxima a la realidad, tomándose el talud 2:1 como el que van a tener los planos que forman el colmo teórico del cucharón. Aunque hay algunos materiales que, por su cohesión o adherencia permiten alcanzar taludes superiores al especificado, son los menos y raramente se alcanzan factores de llenado superiores al 110%. En los últimos años, para evitar posibles errores en los usuarios, los cucharones suelen llevar en su parte posterior una pequeña placa que recoge sus dimensiones, peso y capacidad en metros cúbicos.

1.1.7 NEUMÁTICOS

El Neumático es el componente de la Pala que se somete a las mayores solicitaciones; debe mover la Máquina empujando contra el acopio de material que se quiere cargar en unas condiciones de tracción que no siempre son las más adecuadas. 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 empuja contra una acopio suficientemente grande en primera velocidad y a pleno acelerador y no utiliza el sistema hidráulico para aliviar la carga

que se opone al movimiento de la Pala, 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 ser cargado, 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.

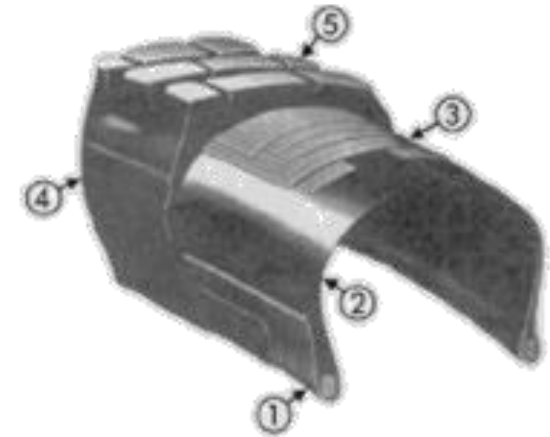
Su fabricación obedece a uno de los dos diseños siguientes: Neumático Diagonal y neumático Radial, que a continuación se describen.

⇒ 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.



- *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.
- *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.



⇒ 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

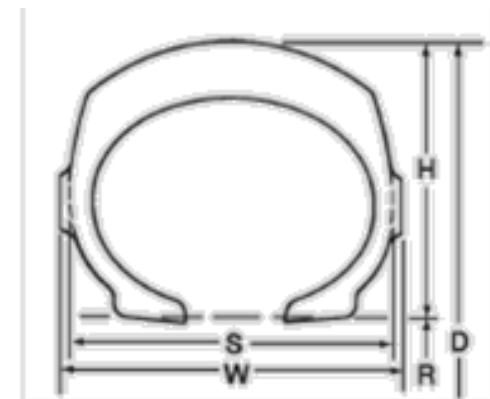
Los Neumáticos para fuera de carretera tienen unas exigencias totalmente distintas, porque, si bien no se alcanzan las velocidades de los que se usan en automoción, las cargas que tienen que soportar son considerablemente mayores. Por esta razón, y aunque las medidas sean las mismas, no se puede seleccionar 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*.

⇒ 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 de la Pala. En trabajos de Carga sobre Camión, los Neumáticos de la Pala no superarán los valores del índice-tonelada-kilómetro/hora que da el fabricante, *pero sí puede hacerlo si se utiliza la Pala de forma continua en trabajos de Carga y Transporte*, en cuyo caso debemos asegurarnos que el límite no se sobrepasa porque las consecuencias 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 de la Pala, 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, incluso en una Pala manejada por un buen Operador. 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, aunque no sea precisa la voladura para su arranque, 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 durante la carga:

- ⇒ Ayudando con los hidráulicos en mayor medida que cuando carga tierra.
- ⇒ Manteniendo el punto en el que se carga con suficiente amplitud para que el cucharón no se encaje.
- ⇒ No llenando el cucharón más de lo aconsejable; cuando se ha llenado un 80-85% de su capacidad, es preferible depositarlo en el camión en vez de seguir llenando; el esfuerzo y el coste necesario para ello no compensa el pequeño aumento de producción que pueda conseguirse.
- ⇒ Evitando la caída de piedras en las proximidades del Volquete o en la trayectoria de la Pala; hay materiales en los que un simple roce del flanco del Neumático con una piedra, aunque esté suelta, ya produce un corte.
- ⇒ Manteniendo limpia la zona de carga, es decir, retirando las rocas que se hayan podido caer a pesar de los cuidados durante la carga.



Si, a pesar de todo ello, la vida del Neumático no alcanza las 1.000-1.200 horas, puede ser necesario proteger el Neumático por medio de cadenas metálicas, que reducen drásticamente los cortes en los laterales, tanto en número como en gravedad. Es una decisión que se escapa a la responsabilidad del Operador, pero él sí debe saber que una Pala cuando lleva cadenas protectoras, se comporta de una forma diferente a cuando trabaja sin ellas.

Si se protegen las cuatro ruedas, la tracción es igual en todas ellas, superior a la que tenían las ruedas sin las cadenas en la mayoría de los casos, pero esto no es una norma general; hay materiales, como por ejemplo la roca pura, en los que la cadena agarra peor que la goma, es decir, su coeficiente de tracción es menor, y también se puede llegar al patinamiento con el consiguiente desgaste de los anillos de las cadenas. Esta circunstancia es particularmente importante si el material es una roca silíceo, con sílice libre en su composición química.

Por otra parte, las cadenas añaden a la Pala un peso muerto de varios cientos de kilos, según el tamaño del Neumático, por lo que, en terrenos embarrados, la rueda tiende a hundirse y es vital que la zona de carga esté lo más llana posible; hay que tener en cuenta que, en estas circunstancias, si una rueda delantera se clava en el suelo más que las otras, la Pala se desnivela y, en un caso extremo, podría llegar a volcar.

Si la Pala solamente tiene protegidos los dos Neumáticos, suelen ser los delanteros que son los más expuestos a pisar por las rocas sueltas y a sufrir cortes, mientras que los posteriores presentan un riesgo menor. Sin embargo esta circunstancia hace que el manejo de la Pala sea diferente por lo que vamos a explicar a continuación:

- ⇒ Se empieza porque el agarre de las ruedas de ambos ejes ya no son iguales.
- ⇒ El eje delantero, en la mayoría de los casos, va a tener mejor agarre por dos motivos:
 - La cadena tiene mejor coeficiente de tracción.
 - En el momento de la carga, parte del peso de la parte posterior de la Pala se transfiere al eje delantero.
- ⇒ Como consecuencia el eje posterior tenderá a patinar y lo hará con mayor facilidad.

Esta circunstancia, además, se verá favorecida si el Operador abusa de la recogida del cucharón, con lo que la Pala tiende a levantar las ruedas posteriores y el peso que soporta disminuye notablemente.

1.1.8 CABINA

Es, sin duda, el punto clave de la Pala de Ruedas, 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 llamaría “Compartimento del Operador”, porque la mayoría de los fabricantes no hacían cabinas para sus modelos, siendo normal que el Operador tuviera que ingeniárselas para hacer algo que le protegiera del sol en el verano, y, relativamente, de la lluvia. Como algo excepcional, este Compartimento se cerraba por medio de una estructura de hierro y unos cristales o placas de plástico, en cualquier caso, nada que ver son las modernas cabinas.



Es materialmente imposible estudiar todas y cada una de las Cabinas de los modelos de Palas Cargadoras 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.

Ya hemos visto cómo el acceso a la Cabina se hace por una o dos escaleras según que la Cabina disponga de una o dos puertas, y que estas escaleras deben permitir el acceso fácil, cómodo y seguro a cualquier tipo de Operador independientemente de sus características físicas de altura, peso, etc.



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 la Pala 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.

Por lo general, en el suelo de la Cabina suelen encontrarse tres pedales, uno el acelerador y dos pedales del freno de servicio, uno de los cuales es el Neutralizador de la Transmisión. Ya hemos indicado en páginas anteriores cómo deben usarse cada uno de ellos y en qué condiciones.

Frente al asiento se encuentra el volante de la Dirección, y debajo de él suele haber una o dos palancas que controlan las diferentes velocidades de la Caja de Cambios.

Si hay solamente una palanca, girando sobre su eje se seleccionan las diferentes velocidades de la Pala, mientras que el sentido se controla con el movimiento hacia adelante o hacia atrás de la palanca.



Cuando hay dos palancas, una solamente se utiliza para cambiar el sentido de la marcha, mientras que la otra, con tantas posiciones como velocidades tiene la Caja de Cambios, permite al Operador escoger la marcha a que quiere trabajar o desplazarse. En ambos casos, el punto muerto se conecta situando la palanca en el centro entre sus posiciones de avance o retroceso.

En modelos más recientes, en los que existen cambios automáticos seleccionados eléctricamente, se suele utilizar un sistema de dos pulsadores; uno de ellos regula los cambios ascendentes, es decir a velocidades más largas, mientras que el otro regula

las reducciones.

A veces, para mayor comodidad del Operador, van situados sobre el volante de la Pala, que suele incorporar un interruptor eléctrico que es el que se encarga de bloquear la velocidad en Punto Muerto.

En los modelos más modernos, se ofrece la posibilidad de combinar este sistema de cambios con el mando de la dirección, sustituyéndose los dos pulsadores por dos gatillos, uno vertical, que selecciona el sentido de marcha y otro horizontal con el que se selecciona la velocidad.



Una de las opciones indicadas anteriormente, sustituye el volante tradicional por un “stick” que, moviéndolo hacia la derecha o hacia la izquierda acciona la dirección en el sentido correspondiente.

La otra posibilidad es combinar el control de la Caja de Cambios con un volante de cuarto de vuelta, con el que el operador maneja la dirección y los cambios con la mano izquierda,

no necesitando más que un giro inferior a 90 grados para que la Pala se articule por completo; un balancín incorpora los dos controles para velocidad y sentido de marcha.

Finalmente en el lado derecho se encuentran los mandos del Cucharón que puede ser un mando único con movimiento en cruz o dos mandos que controlan la elevación y vuelco de forma independiente. Su tamaño indica el tipo de accionamiento de los controles, mecánico, por sistema piloto o electrónico. A ambos lados del volante suele estar el salpicadero que contiene todas las alarmas e instrumentos de control que se estudiarán en el próximo Capítulo.



1.2 Funcionamiento Básico de los componentes de una Excavadora Hidráulica de Cadenas

Con el nombre genérico de Excavadora Hidráulica se engloban todas aquellas Máquinas que son capaces de arrancar el material desde su estado natural, o cagarlo si, por su dureza, es necesaria la voladura.

Por su configuración nos encontramos con dos Sistemas de Trabajo diferentes:

- **Retroexcavadora**, cuando la Máquina excava el material por debajo del plano en el que se encuentra apoyada.
- **Excavadora de Carga Frontal** que, de forma similar a la de las Palas Cargadoras de Ruedas, arranca y/o carga el material por encima de la superficie en la que se encuentra.

A su vez, según el Sistema que utilice para su desplazamiento, existen dos posibilidades:



- **Desplazamiento sobre ruedas**, en las que el bastidor principal se apoya en el suelo con el intermedio de cuatro neumáticos, gemelos normalmente.
- **Desplazamiento sobre cadenas** en las que el bastidor principal termina en unos puntos que permiten el anclaje de los dos trenes de rodaje, similares a los de los tractores de cadenas convencionales.

En cualquiera de las opciones indicadas, hay una característica común: **todos los movimientos de la Máquina se logran por medio de circuitos hidráulicos.**



A continuación se expone el funcionamiento elemental de los distintos componentes de una Retroexcavadora de Cadenas.

1.2.1 BASTIDOR PRINCIPAL

Es el que soporta el peso de todos los componentes, a excepción de los trenes de rodaje mediante los que la Retroexcavadora se apoya en el suelo. Está formado por placas de acero de alta resistencia, o bien se hacen distintas piezas de sección en caja para lograr resistencias mecánicas suficientes para las tensiones que tiene que soportar.

Su aspecto es el de un cuadrado o rectángulo con cuatro “patas” que se prolongan lateralmente para unirse rígidamente, por medio de dos miembros a cada uno de los trenes de rodaje. Estas uniones han sido siempre los puntos débiles de los bastidores de las Excavadoras Hidráulicas, por lo que los fabricantes han ido incorporando las soluciones tecnológicas más avanzadas, desde la unión por tornillos, el roblonado, o la más perfecta y resistente, por soldadura; incluso las marcas de mayor calidad hacen esta soldadura por medio de robots que garantizan una perfección en los cordones superior a la que se logra por medios manuales. Algunas marcas realizan las uniones entre estas partes del bastidor por medio de superficies curvas que ayudan a transmitir de forma progresiva, las tensiones que deben llegar hasta los rodajes.

La rigidez de la unión entre el bastidor principal y los trenes de rodaje hace que, en lo que se refiere a los desplazamientos, la Retroexcavadora sea toda ella como una sola pieza, es decir que cualquier irregularidad del terreno por la que se muevan las cadenas se transmite al resto de la Máquina, que variará su posición de horizontalidad con respecto al suelo. Es un aspecto que se debe tener en cuenta al manejarla porque afecta a su estabilidad y puede ser motivo de vuelco en situaciones extremas.

Por lo que respecta a la forma del bastidor, en un principio se buscó que, sin perder excesivamente la estabilidad transversal de la Máquina, la anchura total fuese lo más pequeña posible para facilitar el transporte de la Máquina por carretera; este diseño, conocido como bastidor en “H”, se utiliza aún



hoy en Máquinas de pequeño tamaño, sobre todo en las unidades que van a trabajar en la Construcción haciendo trabajos de manipulación de cargas, en el que la estabilidad longitudinal es un factor primordial.

En el momento que la Retroexcavadora supera las 45 toneladas de masa, que son las que se utilizan normalmente como equipo cargador, se va al bastidor en “X”, en el que se reduce su longitud y se aumenta su anchura para conseguir una mayor estabilidad transversal.

1.2.2 CORONA DE GIRO

La característica general de todas las Excavadoras Hidráulicas, sean de ruedas o de cadenas y con el Equipo de Trabajo que monten es que su Superestructura gira 360° con respecto al bastidor principal. El mecanismo de giro consiste en una corona dentada que se une rígidamente al bastidor principal, en la que engranará un piñón de gran tamaño cuyo eje recibe el movimiento de giro desde un motor hidráulico.

Todo este conjunto es solidario con la propia Superestructura, por lo que el giro del piñón lleva consigo que éste haga un movimiento de rotación sobre el dentado de la corona de giro, con lo que la Superestructura a su vez, gira con relación al bastidor principal.

De lo explicado se deduce que la Corona de Giro tiene un dentado que puede ser exterior o interior. El dentado interior es más perfecto porque tiene una mayor protección de la entrada de polvo que con la grasa que necesita para girar, hace una pasta que produce su rápido desgaste.

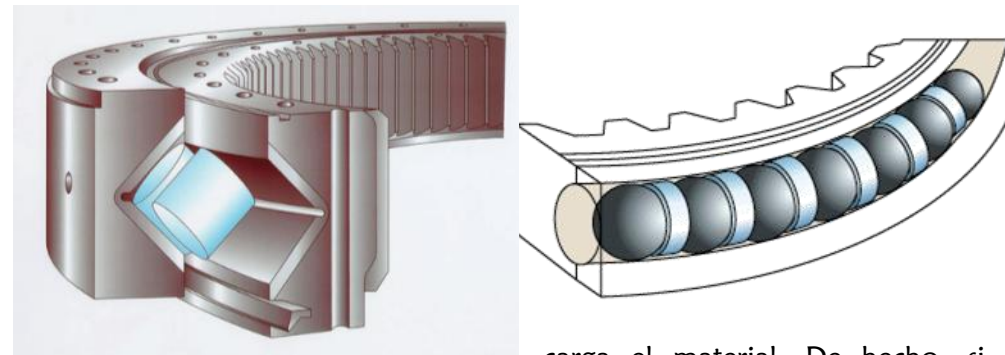
Las distintas marcas fabrican la corona de giro de diferentes formas. La más cara, pero también la de mayor calidad, parte de un anillo de acero de alta resistencia en el que se tallan los dientes resultando un dentado interior que es parte de la propia corona de giro. Otros fabricantes optan por la solución de hacer la corona independiente del dentado y después, unir ambas piezas por tornillos. Es una forma de abaratar costes, sobre todo en las reparaciones generales, pero el desgaste y el riesgo de la rotura de un diente es mucho mayor que si la corona es una pieza con el dentado.



En Excavadoras Hidráulicas antiguas, es fácil encontrarse con coronas de giro con el dentado exterior, ya sea de una sola pieza o en secciones; es la forma más barata de fabricación, pero también la de menor calidad como hemos dicho anteriormente.

La corona de giro, ya sea con dentado interior o exterior, necesita un engrase continuo entre los dientes del piñón de ataque y los de la propia corona; los modelos antiguos solían disponer de un recipiente en la Superestructura que se llenaba de grasa para que ésta se fuera consumiendo conforme era necesario, siendo una de las misiones del operador el mantener el nivel de este recipiente, ya que si piñón y corona trabajan con falta de grasa, su desgaste es muy rápido.

Por otra parte, en el Mecanismo de Giro de la Superestructura hay superficies metálicas en contacto que no puede rozar entre sí de forma directa, por lo que se interpone un rodamiento que suele ser de rodillos o esférico, y que necesita ser lubricado, cosa que se suele hacer desde unos engrasadores situados bien en el interior de la cabina o en las proximidades de la base del Equipo de Trabajo. El engrasado de este rodamiento suele hacerse bombeando grasa, durante dos giros completos de la Superestructura, parando cuatro veces por giro, es decir, cada 90°. Todas estas necesidades de mantenimiento vienen recogidas en su Guía en la que se encuentran las instrucciones que deben seguirse en todo caso.



Como se puede deducir de lo expuesto sobre la Corona de Giro, es una de las partes que más sufren en el trabajo de una Excavadora Hidráulica, por las flexiones que se transmiten a ella desde la Superestructura, cuando el Equipo de Trabajo excava o Excavadora da una o más vueltas de campana, es posible que ambos componentes, Bastidor Principal y Superestructura, se separen por el deslizamiento de los dientes del piñón de ataque sobre los de la corona dentada.

carga el material. De hecho, si la

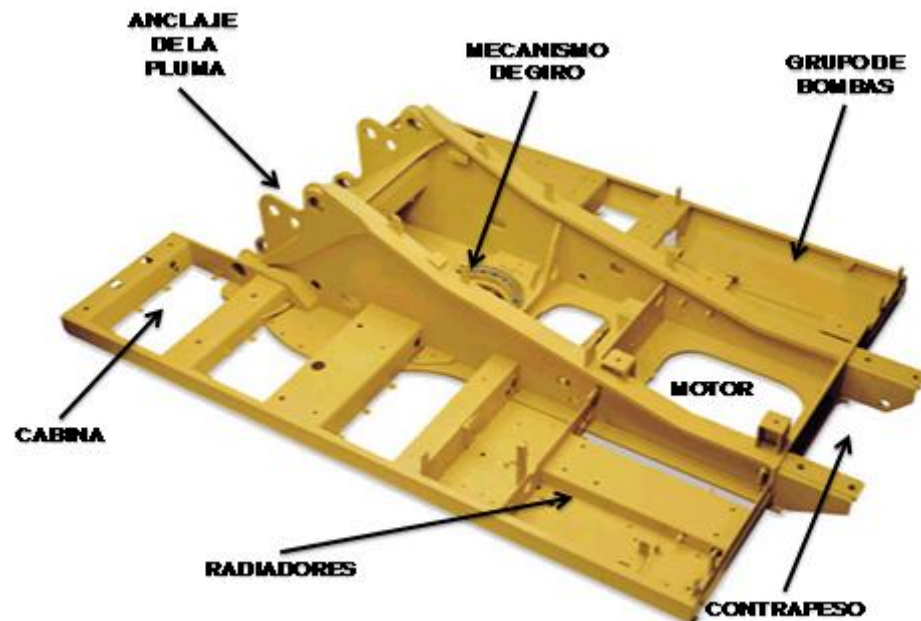
Cualquier reparación de este componente es muy costosa porque se deben separar las dos partes de la Máquina, lo que trae consigo la utilización de mucho tiempo, en el que la Retroexcavadora estaría paralizada y no disponible para el trabajo.

I.2.3 BASTIDOR DE LA SUPERESTRUCTURA

Constituye la parte móvil de la Máquina en su habitual ciclo de trabajo; se trata de una estructura de vigas metálicas de sección en caja, cuyo movimiento es un giro relativo con respecto al Bastidor Principal, y en la que se reparten los siguientes componentes:

- Motor.
- Grupo de Bombas.
- Depósitos de Aceite y Combustible.
- Anclaje del Equipo de Trabajo.
- Contrapeso.
- Cabina del Operador.

La adecuada distribución de cada uno de ellos permite disminuir el tamaño del contrapeso, que siempre es una masa muerta que no tiene otra función que “tapar” los fallos de estabilidad debidos a una mala situación del resto de los componentes de la Superestructura.



→ MOTOR DIESEL

Con respecto a su funcionamiento básico, vale para la Retroexcavadora lo que se explicó en la Pala de Ruedas. La diferencia fundamental es que la utilización del Motor es completamente diferente de lo explicado en ella.



En efecto, la única misión del motor en una Excavadora Hidráulica es mover el grupo de bombas hidráulicas que son las encargadas de generar el caudal de aceite necesario para accionar los distintos elementos de la Máquina. En las Máquinas modernas desde finales de la década de 1.980, la práctica totalidad de las marcas se decantaron por utilizar Bombas de Pistones de Desplazamiento Variable, si bien hasta entonces hubo marcas que seguían utilizando Bombas de Engranajes, o de Paletas.



→ GRUPO DE BOMBAS

En la inmensa mayoría de los casos, a la salida del motor suele haber un grupo de engranajes cuya misión es reducir el régimen de giro de los ejes de las bombas; estos engranajes se encuentran en un cárter cerrado que, cuando existe, tiene su nivel de aceite para su lubricación, su respiradero y su varilla para comprobar el nivel del aceite.

Sobre todo en Máquinas antiguas, se han producido graves averías si el depósito se quedaba sin aceite; no obstante, es más peligroso cuando este nivel se sobrepasaba, porque al calentarse los vapores e incluso algunas gotas de aceite salían por el respiradero; si, por algún motivo, la Excavadora estaba en una pendiente, el aceite podía llegar al colector de escape y ponerse a arder, provocando en más de una ocasión un incendio que llegaba a destruir por completo la Máquina.



→ DEPÓSITOS DE ACEITE Y COMBUSTIBLE

Los dos Depósitos, de aceite para el Sistema Hidráulico y el de gas-oil, se encuentran en alguna parte de la Superestructura. El del combustible, es un Depósito normal, comunicado con el exterior de forma que no se genere en él ninguna presión. Le son aplicables todos los puntos que se analizaron en el de las Palas Cargadoras de Ruedas.

El Depósito de aceite para el Sistema Hidráulico varía de unos a otros fabricantes; en algunos casos, se sitúa en una posición elevada en relación con la de las Bombas para asegurarse por gravedad el suministro de aceite, evitando así que las bombas puedan llegar a girar en vacío, produciéndose la cavitación, lo que le produciría unas graves averías. En otros casos en los que no es posible esa diferencia de nivel, se opta por dos soluciones:

- Presurizar el Depósito cerrándolo Herméticamente, con lo que cuando el aceite se calienta, se genera una presión al aumentar su volumen, que le fuerza a que vaya a las bombas.
- Utilizar un acumulador de aceite, de forma que, cuando el motor arranca, el primer aceite va a este acumulador que, al parar el motor quedará cargado para asegurar el suministro en una nueva puesta en marcha.

→ ANCLAJE DEL EQUIPO DE TRABAJO

Una de las zonas en la que se van a producir mayores tensiones es en el punto en el que se ancla el Equipo de Trabajo, que es en la parte frontal de la Superestructura. Se trata de una pieza que está rígidamente unida al Bastidor de la Superestructura, en la que podemos distinguir dos zonas:

- Su parte inferior en la que hay dos taladros horizontales en los que se alojan los dos bulones que son la unión con los dos cilindros de la Pluma; ésta se mueve hacia arriba y hacia abajo cuando el cilindro saca su vástago o lo recoge. El único movimiento que permite es el giro según un eje horizontal.



- Su parte superior en la que hay otros dos taladros que son los puntos en los que se monta la Pluma, por medio de otros dos bulones horizontales.

Cuanto mayor es la distancia entre ambas parejas de pasadores, mejor se distribuyen las tensiones en el anclaje, si bien esto hace que se pierda algo de profundidad de excavación. Los fabricantes “juegan” con ambas cosas buscando conseguir el mejor resultado posible.

→ CONTRAPESO

Toda la parte delantera de la Retroexcavadora tiende a hacer que la Máquina, sea durante el trabajo o en su movimiento, esté en una situación de equilibrio que si se rompe, se producirá su “vuelco” frontal, entendiéndose por tal el que se levante su parte posterior.

Todos sus elementos pesados se sitúan de forma que su peso ayude a conseguir la mejor estabilidad posible, pero está claro que es necesaria la adopción de un Contrapeso que, situado en la parte opuesta al anclaje de la Pluma, permita aumentar la estabilidad frontal de la Retroexcavadora.

El tamaño del Contrapeso es un inconveniente por dos motivos fundamentales:

- Es un peso muerto que hay que mover al girar la Superestructura y al desplazar la Máquina.
- Aumenta el espacio necesario para el giro.

Suele ser desmontable y su peso indica hasta qué punto la distribución de los componentes en la Superestructura está o no bien diseñada.



→ CABINA DEL OPERADOR

Está situada en la esquina delantera izquierda de la Torreta y su posición es fundamental para conocer el sentido de marcha de la Retroexcavadora; al girar 360° la Superestructura, se puede situar del lado de las ruedas motrices o del contrario.

Se establece como posición de avance cuando la cabina está situada en oposición a las ruedas motrices (rueda “cabilla” de los trenes de rodaje. La cabina, sobre todo en las Máquinas con marcado CE, está aislada de la Superestructura por medio de unos tacos de goma que absorben buena parte de las vibraciones que se producen durante el trabajo).

Todo lo que se dijo para la Pala de Ruedas referente al acceso, asiento para el Operador, etc., es aplicable a la Excavadora Hidráulica; es imposible describir todas y cada una de las cabinas de las Máquinas que trabajan hoy en las Explotaciones Mineras, porque a la diversidad de marcas y modelos habría que añadir la antigüedad de cada una de ellas. Por lo tanto, haremos una breve reseña de los puntos que son más comunes a la mayoría de las Máquinas actuales, e, incluso son válidos para muchas de las unidades antiguas.



Por lo general, los movimientos que se realizan en la totalidad de los ciclos de excavación o carga, se controlan por dos “stick “ situados a derecha e izquierda del asiento del Operador; hay varios patrones en lo que a combinación de movimientos se refiere, pero lo que es común a todos es que con ambos mandos se controlan los cuatro movimientos básicos: apertura y cierre del Balancín, apertura y cierre del Cucharón, giro a derecha e izquierda y elevación y bajada de la Pluma.

Cada uno de estos controles tiene movimiento en cruz en el que se combinan los movimientos de cada uno de forma simultánea dando prioridad a uno sobre otro en mayor o menor grado en función de la sensibilidad de los mandos.

Frente al Operador se encuentran los mandos para el desplazamiento, que son dos palancas, dos pedales o un sistema que incluye los dos tipos de mando. Cuando se quiere que la Máquina se desplace en línea recta hacia adelante o hacia atrás, se tira o se empuja de los dos mandos simultáneamente; cuanto mayor sea el desplazamiento de los mandos, mayor



será la velocidad que alcance. Si uno de ellos no se acciona en avance, la Máquina realizará un giro cerrado hacia el lado de la cadena parada, y si uno se sitúa en avance y otro en retroceso se produce la contra-rotación de ambas cadenas y al Máquina gira sobre su eje.

A veces las Excavadoras Hidráulicas pueden llevar, además de los vistos hasta ahora, un pedal de desplazamiento en línea recta que al accionarlo irá en avance o en retroceso según se accione en uno u otro sentido.

La Máquina lleva un mando que anula todos los movimientos del Equipo de Trabajo, y en la mayoría de los casos también los de la traslación, aún con el motor en funcionamiento.

En las primeras unidades, el acelerador solía ser una palanca que se fijaba en una determinada posición y de ahí no se movía mientras el Operador no lo hacía por sí mismo. Algunas marcas lo combinaban con un decelerador que disminuía el régimen del motor cuando el Operador lo accionaba. En las Máquinas modernas, el Control Electrónico empieza en el propio acelerador, que ahora es un dial con un número variable de puntos según las diferentes marcas; una vez situado en un punto, se mantiene en él y proporciona un régimen de vueltas proporcional a la posición en la que se haya situado.

La pantalla del Control Electrónico se suele situar en el frontal derecho de la cabina y su variedad es amplísima, porque cada marca lo ha ido cambiando al variar los modelos de las Excavadoras Hidráulicas, e incluso ha cambiado el control completo, incluyendo funciones diferentes respecto del anterior; por esta razón, es imprescindible consultar el manual del Operador de la Máquina para conocer las limitaciones y prestaciones de su Control Electrónico.



1.2.4 SISTEMA HIDRÁULICO

El corazón de la Excavadora, preparado para absorber toda la potencia del Motor Diesel y transformarlo en caudal de aceite que circulará contra la presión que se genera en los diferentes circuitos de la Máquina ya sea para su deslizamiento o para mover el Equipo de Trabajo; para calcular esta Potencia Hidráulica Instalada, basta aplicar la fórmula

$$\text{Potencia} = \text{Presión} \times \text{Caudal} / 450$$

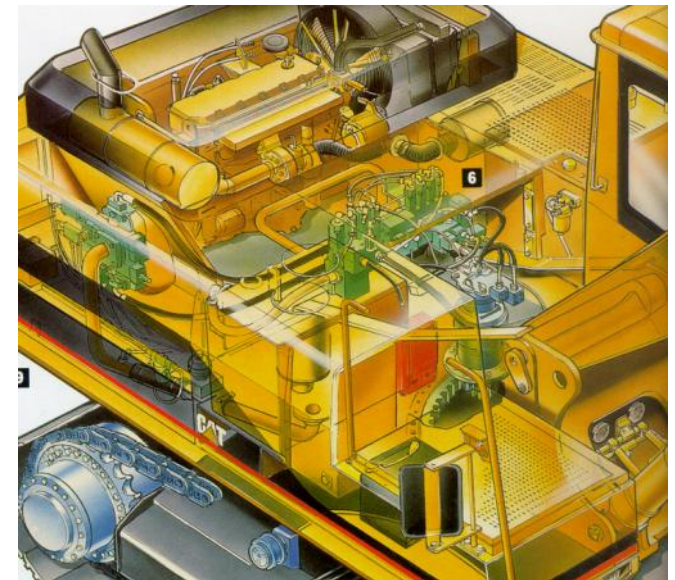
Si la Presión se expresa en kg/cm² y el Caudal contra esa presión se da en l/min, el resultado es la Potencia en hp.

El Sistema Hidráulico consta de diferentes **circuitos**, cada uno con sus necesidades de presión y caudal. Son los siguientes:

- Circuito de Traslación.
- Circuito de Giro de la Superestructura.
- Circuito del Equipo de Trabajo.
- Circuito Piloto.

Para cada uno de ellos, la Excavadora dispone de:

- Bombas Hidráulicas.
- Motores Hidráulicos.
- Grupo de Válvulas.
- Mangueras.
- Cilindros Hidráulicos.



→ CIRCUITO DE TRASLACIÓN

Es el utilizado para desplazar la Máquina de un lugar a otro; como es fácilmente deducible, con alguna excepción de unidades muy antiguas, se utiliza la Transmisión Hidrostática, que permite el movimiento independiente de cada una de sus cadenas.

- Bombas. Utiliza para ello dos Bombas de Desplazamiento Variable que envían el aceite a cada uno de los dos Motores de Traslación, también de Pistones.
- Motores de traslación. Reciben el caudal de las Bombas y lo transforman en giro de sus ejes, a cuya salida se encuentran:
 - Los Mandos Finales que suelen ser de simple reducción seguidos de un sistema planetario que deja flotante el eje de salida del movimiento que va a llegar a la rueda motriz (rueda cabilla).
 - Los Frenos de las Cadenas, que son de discos, aplicados por muelles y que se sueltan por aceite, que, habitualmente, proviene del Circuito Piloto.



Como la Retroexcavadora realiza su ciclo de trabajo sin moverse del punto en el que excava, los frenos de las cadenas están conectados mientras que el Operador no accione ninguno de los mandos de la Traslación, momento en el que el primer aceite que llega a ambos motores es para soltar el freno, dejando el eje en libertad para girar en cuanto le llegue el aceite a sus pistones. Este aceite llegará en cantidad que depende del movimiento que se ha dado a sus controles; cuanto más se desplace el mando, mayor es el caudal de aceite que llega a los motores y mayor la velocidad de desplazamiento, todo ello sin variar el régimen del motor que se haya seleccionado.

Al soltar los mandos, éstos vuelven a su posición de Neutro, y, pasados unos segundos, se conectan los frenos de manera automática, hasta un nuevo movimiento de la Máquina. La tracción es independiente de una a otra cadena, por lo que los controles se pueden situar en diferente posición uno de otro, y, por lo tanto, una cadena girará a más velocidad que la otra, y la Retroexcavadora girará gradualmente hacia el lado de la cadena más lenta. El caso extremo es que una cadena pueda girar en sentido inverso a la otra, con lo que el giro es sobre su propio centro y el espacio necesario para el giro es mínimo.

La presión de los circuitos de Traslación son las más altas de todo el Sistema Hidráulico, alcanzado los 40-45.000 kilopascales, lo que equivale a 400 kg/cm². Esta presión es necesaria para mover toda la masa de la Retroexcavadora, a una velocidad que raramente sobrepasa los 3-4 km/h.

En ocasiones, hay dos velocidades de desplazamiento, corta y larga, que permiten llegar a los 6 km/h en condiciones favorables lo que se traduce en la necesidad de aumentar la presión del circuito. La consecuencia de estas elevadas presiones es el calentamiento del aceite que, si la distancia a que se desplaza la Máquina es larga, puede llegar a la zona de peligro, y será necesario dejar que se enfríe antes de empezar a trabajar con ella una vez llegados al punto de trabajo.

→ CIRCUITO DE GIRO DE LA SUPERESTRUCTURA

Su misión es producir y controlar el movimiento de rotación de la Superestructura, que puede ser de tantas vueltas como desee el Operador, si bien lo que se persigue con él es situar el Equipo de Trabajo en el punto deseado para excavar, cargar, depositar un material, etc.

A diferencia de lo visto en el de Traslación, es el que demanda una menor presión de trabajo ya que únicamente tiene que mover una parte de la Máquina. Se compone de:

- *Bomba Hidráulica.* Puede ser de Pistones, de Engranajes o simplemente, una sección de otra de las Bombas utilizadas en el Sistema Hidráulico General. Si se utiliza una Bomba sólo para este movimiento, éste resulta independiente del resto, y la Retroexcavadora puede girar la Superestructura al mismo tiempo que realiza otros movimientos; si se usa una sección de una bomba o una parte del caudal de alguna de las del Equipo de Trabajo o de la Traslación, el giro podrá hacerse o no en función de la presión que suponga el movimiento en ese instante.
- *Motor de Giro.* Se trata de un Motor Hidráulico que suele ser de Pistones, que recibe el aceite que procede de la Bomba cuando el Operador acciona el mando del giro. En función del caudal de aceite que recibe, el motor girará a más o menos velocidad. En modelos de gran tamaño, puede haber dos motores para el giro, que funcionan coordinados; su posición suele ser en dos puntos diametralmente opuestos, con el fin de equilibrar la rotación en todo momento.



- *Reducción Final.* Para que el giro del piñón sea más fácil de controlar, a la salida del eje del Motor de Giro se incorpora una reducción por engranajes que disminuye la velocidad al tiempo que aumenta el par de salida, fundamental para la realización de todos los trabajos.
- *Mecanismo de Frenado.* En este particular, hay un amplia variedad de opciones en función de lo diseñado por cada fabricante. Nos podemos encontrar con:
 - Un freno de tambor que es necesario accionar en cada movimiento de giro; las Excavadoras Hidráulicas de Cadenas modernas no lo usan habitualmente.
 - Un freno de discos múltiples que se acciona de forma automática al soltar el mando del giro, de forma similar a como lo hacen los frenos de las cadenas. Este freno puede o no dejar bloqueada la Superestructura; en este último caso, la Máquina suele llevar un bloqueo mecánico por medio de un bulón que se aloja en uno de los dos cáncamos incluidos en el bastidor principal.
 - Un freno mecánico de aparcamiento que se acciona manualmente para dejar frenada la Superestructura, y que ha que soltar antes de conectar el movimiento de giro.



El giro de la Superestructura tiene dos parámetros que aparecen, al menos uno de ellos, en las hojas de especificaciones:

- La Velocidad de Rotación, especificada en revoluciones por minuto, que en muchos casos se estima como muy importante pero que no lo es porque cuando se mide, no es partiendo de la posición de reposo como sucede en el trabajo sino que se toma después de varios giros de la Superestructura.
- El Par de Giro, que no siempre se da por los fabricantes y que es el parámetro que realmente interesa porque mide la capacidad del motor de giro para realizar el giro en cualquier situación de la Máquina; un buen Par de Giro permitirá la rotación de la Superestructura cuando se trabaje a media ladera, incluso en contra de la fuerza de la gravedad si se intenta girar la Torreta hacia la parte superior del talud.

En cualquier trabajo que requiera el giro, disponer de un Par alto hace que el movimiento alcance pronto la velocidad tope; en términos de automoción, el giro de la Superestructura tiene mejor “salida” cuanto mayor sea el Par de Giro.

En algunas marcas se ofrece la posibilidad de dotar al Giro de un movimiento de máxima lentitud para aquellos casos en que sea necesario disponer de la máxima precisión; consiste en un sistema que disminuye el caudal que llega al motor, mediante un estrechamiento en el conducto del aceite; esto supone que el aceite se calentará con más facilidad, por lo que hay que utilizar esta posibilidad por cortos espacios de tiempo.



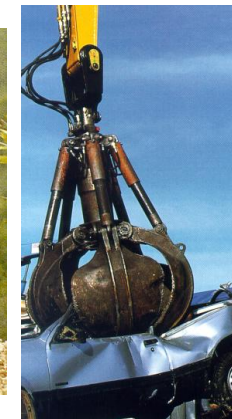
→ CIRCUITO HIDRÁULICO DEL EQUIPO DE TRABAJO

Es el más importante de los cuatro de que se dispone en todas las Retroexcavadoras; como mínimo, proporciona tres movimientos para los tres componentes básicos del Equipo de Trabajo, que son Pluma, Balancín y Cucharón.

A veces, se añaden uno o más movimientos adicionales para accionar algunos Equipos que necesitan un mayor número de funciones hidráulicas, tales como Cucharas Bivalvas, Martillos Hidráulicos, Pinzas para Madera, Equipos para Demolición, etc.

En todo caso, estas Válvulas Hidráulicas, suelen tener solamente tres posiciones, de las cuales una corresponde a Neutro, en el que el movimiento no es posible, y las otras dos para las dos posibilidades que ofrecen dichos movimientos, tales como abrir/cerrar, subir/bajar, giro derecha/izquierda, etc.

Para accionar todos estos movimientos, se utiliza aceite que proviene de, al menos, dos Bombas de Pistones de Desplazamiento Variable, que, salvo en modelos muy antiguos, son las que utilizan actualmente todas las marcas de Retroexcavadoras. Normalmente, los movimientos van



combinados de forma que una bomba alimenta el circuito de Pluma y Balancín y uno de los dos de Traslación, mientras la otra lo hace con Cucharón, Giro y el segundo de la Traslación; esto es simplemente un ejemplo porque las marcas combinan los movimientos asistidos por cada bomba de múltiples formas en función de los parámetros hidráulicos que se quieran alcanzar.

Las presiones que se alcanzan en estos circuitos son similares a las del de Traslación, quizás algo menores excepto en algunas marcas que ofrecen la posibilidad de lo que se conoce como “Power Booster” que no es más que utilizar para alguno de los circuitos del Equipo de Trabajo la presión del de Traslación; esta posibilidad puede utilizarse unos pocos segundos, para evitar daños a las Bombas, de forma que muchas de las marcas que los utilizan, tienen, en sus modelos modernos, un temporizador que la desconecta de forma automática pasados unos pocos segundos.



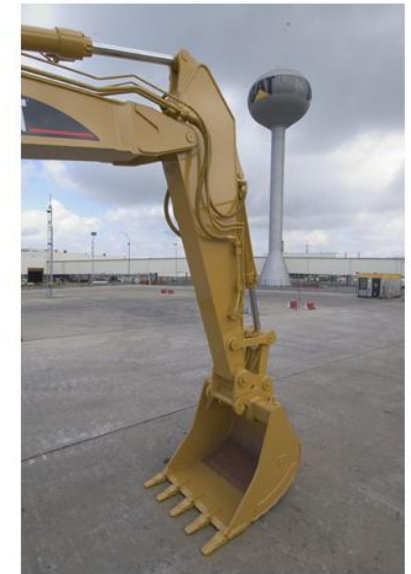
Es lógico pensar que una Máquina en la que todos sus movimientos los hace por medio de aceite, éste alcance unas elevadas temperaturas de forma que llegaría a averiarse cuando pasase de un cierto límite. Por esta razón, todas las Excavadoras Hidráulicas de Cadenas llevan un enfriador de aceite que, bien sea a través del aire o por intermedio del agua, enfríe el aceite antes de retornar al depósito con lo que la temperatura se mantiene dentro de los límites permisibles.

→ SISTEMA PILOTO

Igual que con las Palas Cargadoras, los Sistemas Hidráulicos de las Excavadoras Hidráulicas primeras que se fabricaron obligaban a que el Operador moviera directamente las válvulas contra la elevada presión del aceite, por lo que los controles eran de gran longitud y poca precisión, lo que no impedía que un Operador que trabajaba muchas horas con la Máquina tuviera un importante nivel de cansancio que era, en muchas ocasiones, el motivo oculto de algunos accidentes. Las Excavadoras Hidráulicas modernas incorporan un Sistema Piloto que trabaja apenas a unos 4-5.000 kilopascales; esto hace que los movimientos se hagan con total precisión y el esfuerzo que tiene que hacer el Operador para utilizar los mandos sea mínimo.

En la mayoría de los casos, y dado que cuando la Máquina se desplaza o es necesario realizar los restantes movimientos, el aceite del Sistema Piloto se utiliza para soltar los frenos de las cadenas y permitir el movimiento de la Retroexcavadora.

A motor parado, el Sistema Piloto no funciona por lo que, aunque se actúe sobre los mandos, no se produce el movimiento del Equipo. Con el fin de asegurar la llegada de aceite a las Bombas, los fabricantes suelen montar un pequeño acumulador de aceite que, en ocasiones, permite la bajada, al menos parcial de la pluma con el motor parado. De todas formas, si el motor se ha parado con la pluma elevada a una altura considerable, bajará un poco con el aceite del acumulador pero será necesario utilizar el método que indique el fabricante para esta circunstancia, que suele ser la apertura manual de una válvula situada en la base de la Pluma.



Para todos estos circuitos hidráulicos, se necesitan mangueras que conduzcan al aceite desde el grupo de válvulas a los cilindros que producen el movimiento. Como la Retroexcavadora puede girar de forma indefinida su Superestructura, es necesario un recipiente especial en el que se almacene aceite y que luego pueda ir a las tuberías correspondientes; dicho de otra forma, con un sistema similar al de las Palas Cargadoras, las mangueras de la Excavadora se retorcerían durante los giros. Esta junta recibe el aceite desde el depósito enviado por las bombas y se envía a los cilindros hidráulicos cuando se acciona cualquiera de los mandos.

Las Mangueras son uno de los puntos clave del Sistema Hidráulico y, en general, de toda la Retroexcavadora; tiene que ser flexible, y capaz de soportar las elevadas presiones que se van a producir durante el trabajo en cada uno de sus circuitos. Los fabricantes combinan zonas en las que las conducciones son metálicas y, por lo tanto rígidas, con otras de goma, que, si bien son flexibles, presentan una mayor riesgo de rotura; los fabricantes suelen cuidar su colocación sobre todo en la Superestructura. Cuanto menor es su longitud, más difícil es que haya una rotura por enganchón o impacto. Las que conducen el aceite hasta los cilindros de la Pluma, Balancín y Cucharón suelen estar situadas sobre la parte superior de la pluma, si bien llega un momento en el que en muchas marcas forman una especie de arco hasta llegar a la salida de las bombas.

Este es un punto de riesgo de incendio en la Excavadora, porque si una de estas mangueras revienta el aceite se despedida violentamente hacia la parte posterior de la Máquina y si cae sobre el colector de escape del motor u otro punto suficientemente caliente de ella, puede inflamarse y producir un incendio que, con frecuencia, termina con la vida de la Excavadora; por esta razón este es uno de los puntos que deben revisarse buscando la presencia de hilachas o empaquetaduras en mal estado para proceder a su sustitución inmediata.

1.2.5 CONTROL ELECTRÓNICO

El Sistema Hidráulico de las Excavadoras Hidráulicas tiene una característica especial que es el objetivo de todo fabricante: dar la posibilidad al motor de trabajar, prácticamente, en régimen de potencia continua, es decir, a un régimen de revoluciones prácticamente constante. Esto es una consecuencia del tipo de Bombas Hidráulicas; como puede variarse el caudal sin modificar el régimen del motor, basta “inventar” un sistema que lo disminuya si aumenta la presión.



Los primeros modelos que incorporaron este sistema se fabricaron a principios de la década de 1.970 y consistía en que en los circuitos del Balancín y del Cucharón, que son los que deben trabajar con mayores presiones, se colocaron unos sensores hidráulicos que, automáticamente, disminuían el ángulo de los platos oscilantes de las Bombas en cuanto subía la presión en el circuito, llevándolos nuevamente a su posición de máximo ángulo cuando la presión bajaba. Como la potencia absorbida por las Bombas era proporcional al producto de la presión por el caudal, el resultado era que el motor siempre daba, dentro de unas mínimas variaciones, la misma potencia.

Más adelante, se fue incorporando la electrónica de forma gradual, utilizando un sistema que situaba el motor a ralentí cuando el Operador dejaba de actuar sobre uno cualquiera de los mandos del Equipo de Trabajo, volviendo al régimen que tenía en cuanto se accionaba uno de ellos; era un sistema que tenía como objetivo disminuir el ruido y reducir el consumo de combustible, sobre todo en trabajos de carga de camiones, en los tiempos de espera entre uno y otro camión. Otra solución similar era dotar a uno de los mandos de un pulsador que hacía la misma función que la explicada cada vez que se pulsaba.

La siguiente fase incorporó a las Excavadoras Hidráulicas un sistema electrónico de avisos y alarmas que sustituyó los Instrumentos de Control convencionales por una sistema que liberaba al Operador de la vigilancia continua confiando el aviso de una anomalía cuando ésta alcanzaba un valor fuera de lo normal.

Las últimas incorporaciones de Sistemas totalmente electrónicos se produjeron a partir de los años 90 con la incorporación de pantallas y una serie más o menos diversificada de pulsadores que permitía al Operador seleccionar el modo de trabajo, la potencia a que deseaba hacerlo, los modos de potencia, priorizar determinados movimientos sobre otros, etc.

En las fotografías podemos ver tres pantallas que corresponden a otros tantos Controles Electrónicos de una misma marca incorporados a sus Excavadoras Hidráulicas en modelos sucesivos. En función de lo perfeccionado del Sistema, el Control permitía ajustar determinados parámetros de presiones y caudales de las Bombas, identificar posibles averías e, incluso, reparar algunas de ellas. Además el Control Electrónico permite programar el Mantenimiento, y guardar en su memoria aquellas anomalías que se hayan producido en el funcionamiento normal de la Máquina.



En caso de avería del Control Electrónico, la Retroexcavadora deja de funcionar, a menos que, como hacen muchos fabricantes, dicho Control se pueda desconectar; esto se hace por medio de interruptores que, en un número variable, permiten a la Máquina seguir funcionando aunque sus prestaciones sean menores. La Máquina puede seguir trabajando, pero se queda sin la información que le suministra el Panel de Instrumentos, por lo que, si se produce una situación anormal en su funcionamiento, el Operador no recibe el mensaje correspondiente y se puede provocar una avería aún más importante. Por esta razón se debe evitar en lo posible que la Máquina trabaje sin el Control Electrónico; de hecho, hay un fabricante que, en caso de fallo en el Control Electrónico, reduce al 40% las prestaciones de motor y sistema hidráulico para evitar trabajos excesivos que puedan hacerla llegar a condiciones fuera de lo normal en lo que respecta a temperatura de motor o del aceite del sistema hidráulico.

1.2.6 EQUIPO DE TRABAJO

Centrándonos en las Retroexcavadoras, el Equipo de Trabajo está formado por tres **COMPONENTES**: Pluma, Balancín y Cucharón, que estudiaremos a continuación:

⇒ **Pluma.** Es el elemento que se une al Bastidor de la Torreta de Giro y su misión es elevar y bajar el resto del equipo y con él los posibles implementos que pueda llevar. Su característica fundamental es el alcance, si bien tiene influencia en la profundidad de excavación. Existen varias opciones de las que vamos a describir las más usadas en Minería.

- *Pluma Monobloque*, de una sola pieza, que es la más ligera y resistente; los extremos por los que se une al chasis de la Superestructura y al Balancín, suelen reforzarse con placas de fundición para disminuir las tensiones y soportar las que se producen durante el trabajo.
- *Pluma de dos piezas*, que buscan conseguir un mayor alcance pero a costa de perder estabilidad y verse muy afectadas tanto ella como el resto del equipo en función del material con el que se vaya a trabajar. Dentro de ellas existen opciones tales como:
 - Descentrada, que permite zanjar paralelamente a la Máquina pero exteriormente a sus cadenas.
 - De Geometría Variable, en la que el ángulo de las dos piezas de la Pluma puede variarse por medio de un cilindro hidráulico adicional, lo que le permite trabajar en lugares muy estrechos y excavar por debajo de la propia Excavadora.
 - De Largo Alcance, utilizada para limpieza de los cauces de los ríos, etc.

⇒ **Balancín**, también llamado brazo es el elemento que, junto al cucharón se encarga de llenarlo en los trabajos de excavación, zanqueo o carga.

Está formado por palastros de acero de alta resistencia, y soldados por cordones de soldadura a todo lo largo de su longitud. Cuanto más corto es el Balancín, mayor es la fuerza que se ejerce con él. Normalmente, las marcas ofrecen varios balancines para cada tipo de Pluma, siendo lo normal que, para



una Pluma Monobloque se pueda escoger entre tres Balancines diferentes. Su longitud, además de su influencia sobre la fuerza ejercida, tiene una importancia capital sobre la profundidad de excavación.

- ⇒ **Cucharón.** Es el elemento básico del Equipo de Trabajo, pues de él depende la fuerza de cierre que se consiga, así como el volumen de material que se lleve en cada ciclo de trabajo. Hay una amplia variedad de Cucharones en función del material, y de los tipos de Pluma y Balancín que se han instalado. Igual que en la Pala, va protegido por diferentes materiales de desgaste tales como dientes, cuchillas, cantoneras, etc.

Dentro del concepto de Equipo de Trabajo, existen combinaciones que se definen por sí mismas y que no admiten variación tales como:

- ⇒ **Equipo Cargador,** introducido por CATERPILLAR en la década de 1.980, con el nombre de “MASS EXCAVATION”, está concebido para conseguir elevados rendimientos como Equipo de Carga.

Se compone de una Pluma Monobloque muy robusta y más corta de lo normal, y un Balancín muy corto, igualmente robusto; ambos componentes permiten que la Retroexcavadora monte un Cucharón, ya sea de tierra o de roca, mucho mayor que los utilizados en zanjeo. Se trata de optar por una Máquina eminentemente cargadora sacrificando la profundidad de excavación.

- ⇒ **Martillo Hidráulico,** que se sitúa en lugar del cucharón y permite que la Excavadora realice el taqueo de las rocas, pueda romper bloques que no se cargarían dentro del cucharón, etc.

Además del peso adicional que supone para la Máquina, los impactos del martillo provocan unas tensiones que influyen en la vida útil de sus componentes.

- ⇒ **Diente de Escarificador,** que es indispensable en una técnica muy reciente que consiste en dedicar una parte del tiempo de al Retroexcavadora a la escarificación del material que luego



se carga con la misma Máquina por medio de su Cucharón. Es una forma de evitar la voladura, y que la Retro no excave más allá de sus posibilidades. Produce un material menos contaminado que el que resulta de la voladura y necesita que la Excavadora monte un Acople Rápido similar al de la Pala de Ruedas.

⇒ **Acople Rápido.** Consiste en un mecanismo que permite el cambio de Equipo de Trabajo de una forma fácil, cómoda y rápida; su uso, muy extendido hasta hoy en las Palas Cargadoras de Ruedas, se está incorporando a las Retroexcavadoras de una forma rápida. La fijación al tablero en el que se incorpora el Cucharón, se realiza por medio de una pieza metálica que lo bloquea por medio de unos muelles; cuando se quiere soltar el elemento de trabajo, se acciona un circuito de aceite que tensa los muelles y suelta el pasador. De esta forma, sin que el Operador tenga que abandonar su asiento, se puede cambiar de Cucharón o incorporar otro accesorio, como el citado diente de escarificador, en unos pocos segundos. Incluso puede montarse sobre este tablero el Martillo Hidráulico, si bien para su acople es necesario conectar las mangueras de entrada y salida del martillo, lo que hace necesario que el Operador abandone su asiento para realizar el cambio de Equipo.

I.2.7 TREN DE RODAJE

Está constituido por una serie de componentes que se encargan de transmitir al suelo el peso de toda la Máquina. Aunque la Retroexcavadora no se desplaza con la frecuencia que lo hacen los Tractores de Cadenas, para que su duración sea acorde con su vida útil se suelen utilizar, sobre todo en las unidades de fabricación más reciente, trenes de rodaje tipo Tractor, que están diseñados para resistir desgastes más exigentes.



La Retroexcavadora dispone de dos rodajes, uno a cada lado de ella, que, como ya se ha dicho, se unen rígidamente a los anclajes del Bastidor Principal, por lo que no existe la posibilidad de oscilación de uno de ellos con respecto al otro. Cada uno de los trenes, está compuesto por los siguientes elementos:

- ⇒ Bastidor de rodillos.
- ⇒ Rodillos.

- ⇒ Rueda Guía.
- ⇒ Rueda cabilla.
- ⇒ Cadenas.
- ⇒ Tejas.
- ⇒ Mecanismo tensor.

→ BASTIDOR DE RODILLOS

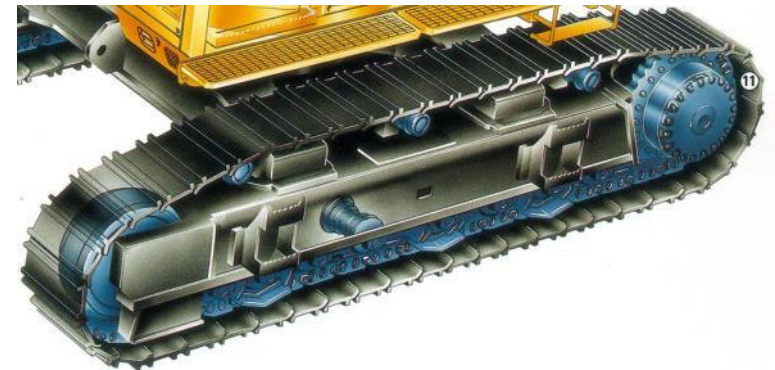
Es una viga, normalmente de sección en caja sobre la que se montan los ejes de los rodillos, tanto los superiores como los inferiores. Su unión con el Bastidor Principal en Máquinas cuya masa supere las 45-50 toneladas, suele ser por soldadura excepto si la Máquina dispone de trenes de rodaje con ancho de vía variable, en los que los bastidores de rodillos deslizan por unas guías y se fijan por presión mediante tornillos en las unidades antiguas, siendo las más modernas capaces de ajustar el ancho exterior de las cadenas por medio de un sistema hidráulico.

→ RODILLOS

La justificación de la cadena como elemento de base sobre el que se desplaza una Máquina obedece a la idea del vehículo que va situando su camino al mismo tiempo que se mueve; pues bien, los rodillos son los encargados de ir desplegando el camino por el que se va a mover la Máquina.

Están formados por un eje alrededor del cual giran dos pistas, una interior y otra exterior. La unión entre la pista exterior y la interior deja un hueco que es una vía de entrada de polvo, barro, etc., que produce el desgaste. Como el eje es la pieza clave del rodillo, para evitar que entre suciedad y que se pierda lubricante, llevan, en los rodajes de tipo tractor, unos sellos que garantizan el engrase permanente del eje del rodillo.

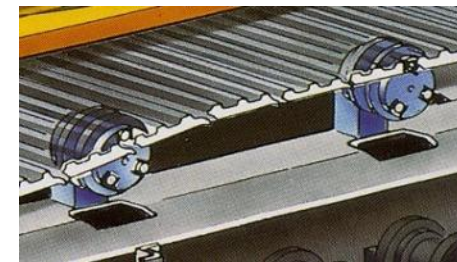
El riesgo mayor que presentan los rodillos es que, por cualquier motivo, deje de girar la pista exterior sobre la interior; en este caso, se produce un desgaste rápido del rodillo y de las cadenas porque, al no girar, el rodillo “resbala” y su superficie de contacto con las cadenas es siempre la misma.



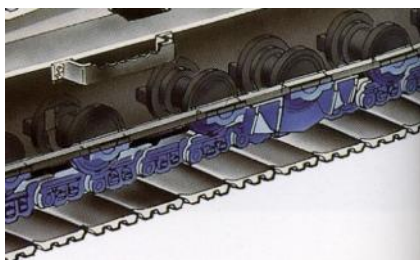
Hay dos tipos de rodillos:

- ⇒ **Rodillos superiores**, que solamente soportan el peso de la parte superior de la cadena; su eje se prolonga por fuera del Bastidor de Rodillos al que se fija por medio de tornillos.

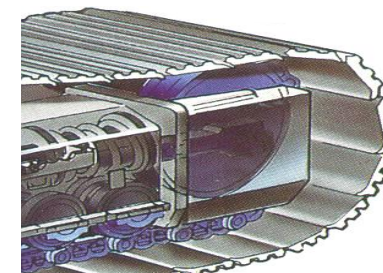
En las Retroexcavadoras el número de rodillos superiores es función de la longitud total del rodaje pudiendo tener hasta tres en los modelos más grandes de los actualmente en uso. Su alineación con las ruedas guía y motriz debe ser perfecta para evitar que el rodaje “serpenteo”.



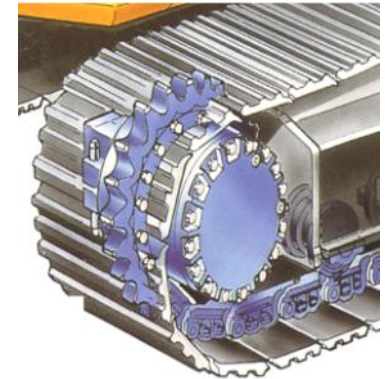
- ⇒ **Rodillos Inferiores**, que soportan todo el peso de la Máquina y cuyos ejes están colocados en el Bastidor. Su movimiento relativo con la cadena hace que rocen continuamente con ella, por lo que, para disminuir las resistencias que tienen que vencer, las pistas exteriores no son planas sino que presentan unos resaltes que se llaman pestañas. Según la misión específica de cada rodillo, son de simple o de doble pestaña. Los de simple pestaña suelen estar en los extremos más próximos a la rueda guía y cabilla, para evitar la posible interferencia que supondría con cualquiera de ellas una doble pestaña, mientras que los de doble pestaña, son los encargados de mantener la alineación de todos los componentes del rodaje, con ambas ruedas.



- ⇒ **Rueda Guía**. Tiene dos misiones fundamentales: guiar las cadenas para evitar desalineaciones y tensarlas bajo las condiciones que indica el fabricante. Está fabricada por dos palastros de acero verticales a los que se suelda la zona de rodadura, que tiene un resalte en su centro a lo largo de toda su circunferencia; este resalte es el que se introduce en el espacio dejado entre las dos cadenas del mismo rodaje para guiarlo. Su eje va montado sobre una pieza que desliza hacia adelante o hacia atrás y que es la que, modificando su distancia con la rueda cabilla, controla la tensión de la cadena. Igual que sucede con los rodillos, el engrase de su eje es permanente, estando el aceite, como ya dijimos en el pasado capítulo, coloreado con un color rojo o amarillo que pueda resaltar con el marrón del suelo y que permita detectar posibles pérdidas de aceite lo antes posible.



⇒ **Rueda Cabilla.** Es la que transmite a las cadenas el movimiento que llega a través del mando final, del eje del motor de tracción. Es por lo tanto una rueda dentada cuyos dientes engranan en los pasadores que unen entre sí las dos cadenas del mismo rodaje. El cuerpo de la Rueda Cabilla es una placa metálica de acero, y su eje lleva lubricación permanente; por su parte, los dientes de la rueda Cabilla se fabrican con aceros de alta resistencia y aleaciones que aumenten su resistencia a la abrasión y al impacto. Los rodajes tipo Tractor tiene la corona de la Rueda Cabilla atornillada a su placa central, para favorecer su sustitución en caso necesario; más aún, las más modernas tienen la corona segmentada para poder sustituir solamente los segmentos que tengan algún diente desgastado o roto. Las Retroexcavadoras cuyo rodaje no es de tipo tractor, suelen tener la corona de la Rueda Cabilla enteriza, más barata y fácil de fabricar pero mucho más costosa a la hora de reconstruirla.



⇒ **Cadenas.** Son los elementos que transmiten el movimiento que reciben de la rueda Cabilla al resto del tren de rodaje; en ocasiones, al hablar de las cadenas muchas personas se refieren a los trenes de rodaje; hablan de la cadena derecha o de la cadena izquierda y esto puede llevar a confusión, porque cada rodaje tiene dos cadenas, cuyos componentes son:

- **Eslabones**, que son las piezas aisladas que se unirán una a otra longitudinalmente para formar una cadena; cada eslabón debe estar fabricado para soportar él sólo todo el peso de la Retroexcavadora dado que una irregularidad en el terreno puede hacer que todo el peso de la Máquina se concentre en un espacio muy pequeño; además, para cambiarla de posición, es muy frecuente ver como el Operador la levanta sobre una parte de los rodajes y acciona el giro de las cadenas con lo que el peso que se transfiere a los eslabones crece notablemente. Cada eslabón tiene dos taladros, para unirse con los dos eslabones contiguos; uno de ellos aloja el bulón, mientras el otro se utiliza para unirlo con el siguiente mediante el casquillo.

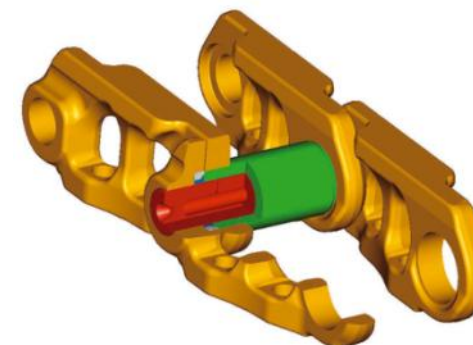


La Cadena no se identifica solamente por el tamaño de los eslabones, sino que es fundamental conocer la distancia que hay entre los puntos donde tira la rueda motriz en dos dientes consecutivos que es lo que se conoce como “paso” de la cadena.

Todos los eslabones de una cadena son iguales si exceptuamos el que se utiliza para abrirla y cerrarla, que se llama eslabón maestro, y su superficie de cierre no es plana sino que tiene una especie de dentado para asegurar el perfecto contacto entre sus dos partes.

- Bulones y Casquillos. Son las piezas que unen las dos cadenas entre sí transversalmente. El bulón gira en el interior del casquillo, y ambos tienen una longitud que permite unir los eslabones correspondientes de las dos cadenas. Los dientes de la rueda Cabilla, se apoya en la superficie exterior del casquillo, y el giro relativo entre éste y el bulón es lo que permite que los eslabones cambien su posición relativa.

En modelos antiguos los bulones giraban en seco dentro de los casquillos; poco después aparecieron las cadenas selladas en las que unas arandelas cónicas situadas en su posición a presión, cerraban el paso de la suciedad al interior de los bulones; las Máquinas modernas tienen lubricada esta superficie de contacto con lo que se aumenta la vida útil de ambos componentes.



- Tejas. Son las piezas que hacen contacto con el suelo; su misión proporcionar dos características, tracción y flotación, que son antagónicas, es decir si se desea que la teja mejore la tracción con el suelo, es a costa de disminuir sus nervios o “garras” con lo que se apoya en una superficie menor y la presión sobre el suelo es más alta.

Hay una amplia variedad de tejas que ofrecen los fabricantes, pero las más normales en las Excavadoras Hidráulicas son las de triple garra, y, como mucho, las de doble garra en modelos de gran tamaño, sobre todo si la Máquina es de Carga Frontal.

- Mecanismo Tensor. Los desgastes de los trenes de rodaje se deben a varios factores, de los cuales los más importantes, además de las horas de



funcionamiento, son:

- Abrasión por el roce del material con los diversos componentes, que se ve considerablemente afectada por la presencia de sílice libre.
- Impacto producido por el choque de los componentes entre sí y que puede llegar a hacer que salten esquirlas de los que estén más debilitados, incluso trozos de un tamaño notable, sobre todo en las tejas y eslabones.
- Velocidad de Desplazamiento. El desgaste del rodaje es más suave si la velocidad no supera los 4 km/hora, razón por la cual el circular a más velocidad de este límite, cosa que puede suceder si la Retroexcavadora dispone de la Opción corta/larga, tiene su justificación solamente en momentos muy concretos.
- Sentido de Marcha.- Por el movimiento relativo de los bulones y casquillos, el desgaste entre estos componentes puede llegar a ser, si se circula marcha atrás el doble que si se desplaza marcha adelante.
- Giros cerrados.- Cuanto mayor sea la frecuencia de los giros cerrados, el desgaste aumenta pudiendo llegar a ser **cuatro veces** el desgaste que se produce en avance si el giro se hace en este sentido de marcha, y **ocho veces** si el giro es en retroceso.

Todos estos factores multiplican su influencia si la tensión de los trenes de rodaje no es la correcta; además, la tensión de la cadena es extremadamente baja, puede llegar a salirse de las pistas de los rodillos, provocando situaciones de peligro además de averías importantes.

La tensión de la cadena se comprueba, en la mayoría de los casos, midiendo la flecha en el punto medio de la comba que se forma entre el primer rodillo superior y la rueda guía; debe estar dentro de los límites que indica el fabricante.

Pero hay un detalle importante; esta comba se ve afectada por la suciedad, presencia de barro, etc., así como por la forma en que se detuvo la Máquina y cómo ha hecho el último recorrido; cada fabricante indica en qué condiciones debe hacerse esta comprobación, y estas instrucciones deben seguirse al pie de la letra porque, de lo contrario, se falsea la medición de la flecha y por lo tanto la tensión medida no es la real.



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 la Pala Cargadora de Ruedas como a la Retroexcavadora y se van a analizar a continuación.

→ LIMITACIONES TÉCNICAS DE LA PALA CARGADORA DE RUEDAS

Una primera limitación es la que se refiere a los trabajos que pueden realizarse con la Pala; conviene no olvidar que la Pala Cargadora de Ruedas está diseñada como Cargadora, por lo que, en principio, no debería utilizarse en trabajos de Arranque, para lo cual la Máquina específica sería el Tractor de Cadenas. Así sucedía cuando se empezaron a fabricar estas Palas Cargadoras que, en materiales de muy fácil excavación, arrancaban al mismo tiempo que realizaban la Carga. Con el tiempo, los modelos fueron creciendo en tamaño y prestaciones, aumentando de manera notable su fuerza de arrancamiento, lo que unido a ciertas técnicas de Carga no muy ortodoxas que descubrieron los Operadores, hicieron que las Palas Cargadoras arrancaran materiales ya de cierta dureza.

Esta Técnica de arrancar y cargar simultáneamente es muy atractiva y sin duda disminuye el número de Máquinas necesarias en una Explotación, pero tiene consecuencias tanto en los rendimientos como en los costes, y, en ciertos casos, en la Seguridad.

Buscando dar unas Limitaciones de tipo Práctico, se intentará dar una respuesta a las siguientes preguntas:

⇒ *¿Hasta qué límite puede arrancar una Pala de Ruedas?*

Si para cargar el Cucharón es necesario usar tanta fuerza de arrancamiento que la Pala levante las ruedas posteriores del suelo, éste sería el límite de utilización de la Pala en arranque, desde un punto de vista **que no considera los costes**.

⇒ *¿Se puede usar la Pala para sacar los “repiés” que se producen en los patios de cantera?*

Los “repiés” son restos de material que debería haberse volado, pero que por los motivos que sean, no ha sido así. Por lo tanto, si para el resto del material ha sido necesaria la voladura, aunque los “repiés” estén compuestos de materiales con un cierto agrietamiento, no se deben sacar con la pala si para ello se ha de forzar excesivamente. El límite es el mismo que el anterior, **y en los dos casos, se exige que no se cargue con la esquina del Cucharón.**

⇒ *¿Se puede utilizar la Pala para descalzar los bloques verticales?*

Este trabajo, típico de las Explotaciones de Piedras Ornamentales, utiliza la tracción de la Pala, y sobrecarga los brazos de elevación; puede existir un problema de tipo legal si el accesorio no está homologado junto con la Pala, y no debe realizarse si:

- No hay suficiente espacio frente a la pala para que el bloque caiga sin que las ruedas se aproximen al borde a una distancia suficientemente segura.
- Al descalzar el bloque se utiliza la marcha atrás y existe riesgo de su caída sobre la cabina de la Pala.

Hay otra limitación impuesta por el Cucharón que monta la Pala y el material con el que se va a cargar. Las Palas Cargadoras tienen un límite de estabilidad que se determina a Máquina parada, situándola en un suelo horizontal y con los brazos en la posición de máximo alcance; se trata de buscar con qué carga colocada en el cucharón, la Pala deja de ser estable. Esta prueba se hace en las condiciones que acabamos de decir, con la Máquina en orden de trabajo; se va añadiendo carga al cucharón hasta que la Pala levante del suelo sus ruedas posteriores. El peso que hay en el Cucharón, es lo que se conoce como **Carga Límite de Equilibrio Estático o Carga de Basculamiento o Estabilidad Estática bajo Carga.**

Esta determinación se hace primero con los bastidores alineados y luego totalmente articulados. Las Normas SAE especifican la Carga de Trabajo como la **máxima carga que puede**



llevar el cucharón cuando la Pala se está moviendo con los brazos en la posición de máximo alcance y no debe superar el 50% de la Carga de Basculamiento con la Pala articulada. Esto supone que el cucharón se podrá llenar a tope en función de la densidad del material con el que se trabaje.

Otra Limitación Técnica la imponen los fabricantes de los Neumáticos, que, deben utilizarse de forma que los esfuerzos a que se le someten durante el trabajo no superen el Índice *tonelada.kilómetro/hora* que cada fabricante da para cada uno de sus modelos. En las Palas Cargadoras este Índice rara vez supone una limitación real, salvo si la Pala hace Carga y Transporte o tiene continuos desplazamientos de un punto a otro de la Explotación a alta velocidad.

→ LIMITACIONES TÉCNICAS DE LAS EXCAVADORAS HIDRÁULICAS

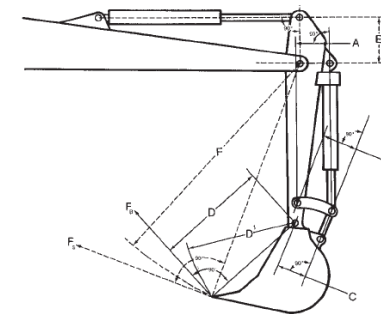
La Retroexcavadora hay que recordar que se "inventó" para excavar por debajo del nivel en el que tiene su base de apoyo, en trabajos de zanjeo. Su uso posterior y la incorporación de Nuevos Equipos han hecho que hoy día su utilización más corriente sea la de Equipo de Carga que arranca directamente o que trabaja sobre voladuras, siempre cargando por debajo de su superficie de apoyo. Así aparece el riesgo de vuelco que, aunque escaso, no existía si se la utilizaba en trabajos de zanjeo. Pero hay una Limitación que rara vez se tiene en cuenta: se trata de hacer que la Retroexcavadora **arranque por encima de su nivel**, con lo que se asume un riesgo importante de caída del material sobre la cabina del Operador, o de proyección de piedras si este trabajo se realiza con Martillo Hidráulico.

De entre los **Índices Operativos de las Excavadoras Hidráulicas**, los dos más importantes, por su influencia en la Seguridad, son:

⇒ **Fuerza de Arrancamiento**, que es la suma vectorial de las fuerzas que proporcionan el Balancín y el Cucharón.

En efecto, para arrancar material con una Excavadora, hay que combinar la fuerza de cierre del Balancín con la del Cucharón, que dependen de:

- La presión máxima que se alcanza en el circuito.
- La Longitud del Balancín y del Radio del Cucharón.



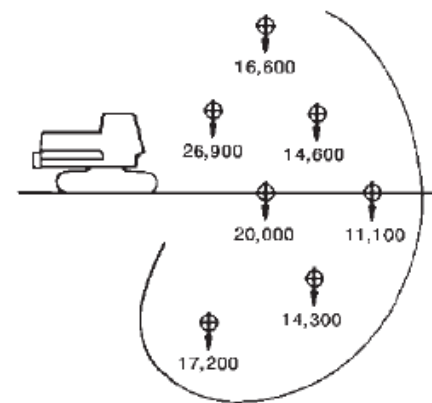
- El diámetro de los pistones de ambos cilindros.
- La Estabilidad de la Máquina, puesto que ambas fuerzas son utilizables solamente cuando la Retroexcavadora tiene apoyados en el suelo en toda su longitud ambos trenes de rodaje.

En ocasiones, el extender el balancín excesivamente, ya sea para arrancar material o para recoger una roca alejada de la Máquina, puede dar lugar a que se sobrepase su estabilidad; por esta razón es muy importante la situación de la Retroexcavadora en cualquiera de sus trabajos.

⇒ ***Capacidad de Elevación***, que es el máximo peso que puede elevar la Excavadora y que varía con:

- La posición de la Superestructura
- La Elevación de la Pluma
- La extensión del Balancín
- Las limitaciones propias del Sistema Hidráulico en lo que se refiere a presiones de trabajo

La Máxima Capacidad de Elevación en cada punto viene recogida en los Manuales de Operación de la Máquina y no debe superarse por motivos de estabilidad para evitar el riesgo de vuelco.



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 Carga, ya sea con arranque simultáneo o por otros métodos, 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 1215/1997, 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**. A continuación se analizan los de mayor importancia.

3.1 Bloqueos de Seguridad

Uno de los riesgos mayores que produce la Maquinaria Móvil 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 bloqueos en los diferentes sistemas de las Palas Cargadoras y de las Excavadoras Hidráulicas han sido 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 nos los hubieran hecho inútiles. De entre ellos, los más importantes son:

→ BLOQUEOS DE SEGURIDAD EN LAS PALAS CARGADORAS DE RUEDAS

- ⇒ **Bloqueo Mecánico del Equipo de Trabajo.** Los brazos de la Pala se elevan por presión de aceite, con lo que, mientras el funcionamiento es correcto, no hay riesgo de caída del Cucharón. El problema surge cuando hay que realizar alguna operación de Mantenimiento que exija hacerlo con los brazos elevados y el motor parado. En esta situación, basta una leve



pérdida de aceite para que el peso del cucharón le haga descender, forzando al aceite a irse al drenaje.

En previsión de esta circunstancia, y para eliminar el riesgo de atrapamiento de la persona o personas que estén en la zona de peligro, las Palas Cargadoras disponen de 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 los brazos de la Pala Cargadora.

⇒ **Bloqueo Mecánico del Bastidor Articulado.** En las reparaciones o inspecciones rutinarias, hay ocasiones en que se deben hacer pruebas con el motor en marcha, y con personas en la zona de articulación del bastidor, zona altamente peligrosa. Para evitar un accidente la forma más segura es impedir que se puedan articular ambos bastidores, aunque sea de forma accidental. Para ello, las Palas Cargadoras incorporan una barra de Seguridad que se fija por dos pasadores a los dos bastidores y hace imposible que la Pala pase a la posición de articulada. La barra se pliega sobre uno de los bastidores, normalmente el posterior, mientras la Pala Cargadora trabaja con normalidad. Este dispositivo también se debe utilizar en operaciones de transporte en góndola.



⇒ **Bloqueo de los Mandos del Equipo de Trabajo.** Otra opción posible que genera riesgos para quienes trabajan en las proximidades del Cucharón, cuando se comprueba alguna circunstancia, o se hace alguna operación de Mantenimiento con el motor en marcha pero sin tener que elevarlo por encima de la altura de las personas, es el movimiento inesperado de alguna parte del mismo.

Los modelos antiguos no disponían de ningún sistema de bloqueo, pero a partir de la década de 1.980, algunos fabricantes utilizaron un sistema mecánico para bloquear los controles de forma que no se pudieran mover de su posición de “fijo” mientras que ese bloqueo no se desconecte; se trata de un fiador que atraviesa la base de los mandos por unos taladros y que los fija a la consola en que se encuentran. Posteriormente, con la incorporación de la electrónica, el mecanismo se sustituye por un interruptor que impide la llegada de la corriente hasta las electroválvulas que controlan los movimientos del equipo. Una forma de evitar que se mueva el Cucharón al arrancar el motor es



bloquear estos controles, por el método que se disponga, cada vez que se vaya a abandonar la Cabina.

- ⇒ **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 Pala con una velocidad seleccionada y el motor en marcha, o por arrancar la Máquina sin estar la Transmisión en Punto Muerto.

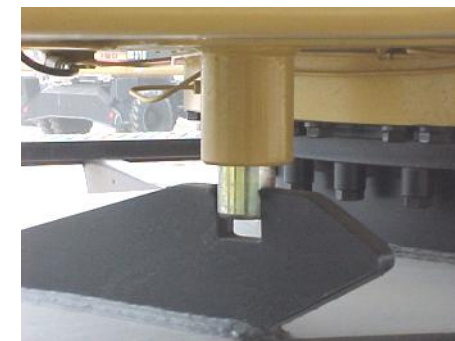
Ya desde los primeros modelos de Palas Cargadoras, se disponía de una palanca que bloqueaba la de cambios si solamente había una palanca de control, o la selectora de sentido si había dos, que las fijaba en la posición de Neutro; de esta forma, al arrancar el motor, no se tenía conectada ninguna velocidad, y la Pala no se movía; es más, algunas marcas llevaban un dispositivo que, si se paraba el motor con una velocidad de la Caja de Cambios conectada, se producía un bloqueo interno en ella y el motor podía arrancar pero la Máquina no andaba, aunque se moviera la palanca a otra velocidad; era necesario pasar la palanca de cambios a Neutro, esperar unos segundos, todo ello con el motor en marcha, y seleccionar nuevamente una velocidad que solo entonces era efectiva. Con la incorporación de los cambios eléctricos o electrónicos, este bloqueo se acciona simplemente por un pulsador que interrumpe el paso de la corriente, si bien, además, el marcado CE exige que la Transmisión esté en Punto Muerto para que el motor arranque.



→ BLOQUEOS DE SEGURIDAD EN LAS EXCAVADORAS HIDRÁULICAS DE CADENAS

- ⇒ **Bloqueo Mecánico de la Superestructura.** Cuando una Excavadora Hidráulica se va a quedar parada largo tiempo o se va a cargar en una góndola para su traslado, hay que evitar un giro inesperado de la Superestructura al arrancar de nuevo la Máquina.

Las Retroexcavadoras llevan en su Bastidor Principal dos alojamientos en los dos puntos diametralmente opuestos en forma de cilindros huecos en los que se aloja un pasador que es un bulón accionado mecánicamente por un mecanismo de metal, para alojarlo en uno de los



huecos antes descritos. De esta forma, aún en el caso de un accionamiento por error del movimiento de giro, la Superestructura no se movería.

⇒ **Bloqueo del Sistema Hidráulico.** Según se ha visto anteriormente, los movimientos de las Excavadoras Hidráulicas se accionan todos por aceite a presión.

Para evitar los movimientos no deseados por el accionamiento de un control equivocadamente, así como para realizar determinadas comprobaciones con el motor en marcha, las Excavadoras Hidráulicas disponen de una palanca u otro mecanismo, como elevar la consola izquierda o levantarse del asiento, que anulan todos los movimientos del Equipo de Trabajo y, en la mayoría de los casos, también la traslación.



En las Máquinas con marcado CE y en aquellas correctamente adaptadas a los requisitos de Seguridad establecidos en el RD 1215/1997, es precisa su activación para que el motor arranque. Es importante que, siempre que el Operador vaya a abandonar su cabina, ya sea con el motor parado o en marcha, anule los movimientos accionando esta palanca o mecanismo.

3.2 Zonas muertas en las Palas Cargadoras

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; tal es el caso de su parte trasera, que, sobre todo en los modelos más grandes, son motivo de accidentes cuando la Máquina va en retroceso.

La existencia de una pantalla en la cabina, conectada con un visor electrónico situado junto al radiador de la Pala, permite disponer de una visión panorámica que permite al Operador dominar



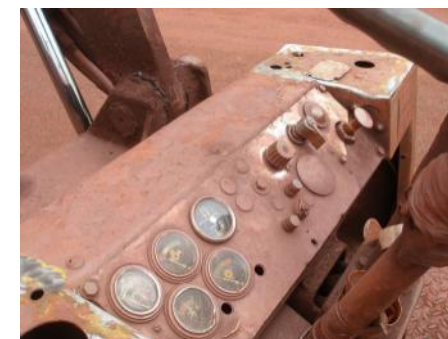
toda esta zona, evitando así un posible atropello. Este es un Dispositivo de Seguridad que aún no es obligatorio en las Máquinas.

3.3 Controles de Presión y Temperatura

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:

→ EN LAS PALAS CARGADORAS DE RUEDAS

- ⇒ **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 a la Pala sin frenos, lo cual es muy peligroso en cualquier unidad, pero de una forma especial si la Pala no tiene marcado CE y no ha sido correctamente adaptada a los requisitos mínimos establecidos en el Anexo I del RD 1215/1997, no disponiendo de frenos de emergencia.
- ⇒ **Temperatura de aceite de la Transmisión.** 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 Pala.
- ⇒ **Temperatura de aceite del Sistema Hidráulico.** Es válido lo dicho para la Transmisión, si bien aquí el riesgo de pérdida de viscosidad es superior porque, por lo general, se usan aceites menos viscosos en el accionamiento del Equipo de Trabajo.



→ EN LAS EXCAVADORAS HIDRÁULICAS

- ⇒ **Presión de aceite de motor.** Es válido lo dicho para las Palas Cargadoras de Ruedas, si bien aquí el riesgo de falta de control solamente se produciría si, en el momento de falta de aceite, la Excavadora se estuviera desplazando. Aun en este supuesto, el riesgo es mucho menor que para la Pala porque la velocidad es mucho menor y porque los frenos se conectarían automáticamente en cuanto que la presión del aceite del Sistema Hidráulico cayera por debajo del valor del circuito piloto.
- ⇒ **Temperatura del aceite del Sistema Hidráulico.** Vale lo dicho para la Pala de Ruedas.

3.4 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 el motor, el ventilador y, en otro orden de frecuencia los bulones que unen el Cucharón al resto del Equipo de Trabajo.

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 acción que va en contra de lo establecido en la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.**

⇒ **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 y Acústicos, y los resumimos a continuación:

▪ Indicadores Ópticos. Los más normales son:

- Intermitentes. Indicadores de dirección para advertir que la Pala de Ruedas va a realizar un cambio de dirección. No son habituales en las Excavadoras Hidráulicas de Cadenas, y sí lo son en las de ruedas, aunque se pueden ver algunos en los modelos más modernos.
- 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 las Palas Cargadoras y de las Excavadoras Hidráulicas, iluminan la zona en la que se va a trabajar con el Equipo, sea el Cucharón, Martillo, etc.

- Indicadores Acústicos. Todas las Palas Cargadoras excepto las más antiguas, incorporan 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 la a marcha adelante o en punto muerto.

Suele tener diferentes intensidades de sonido y es una advertencia para todo aquél que se encuentre alrededor de la Pala. Las Excavadoras Hidráulicas raramente montan este dispositivo; es más, en aquéllas que lo llevan, entra en funcionamiento en cuanto se inicia la marcha con independencia del sentido del movimiento.

- Otros Indicadores.

Se refieren 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 Frenos

Este tema ya ha sido desarrollado anteriormente; solamente se recordará la presencia del Freno de Emergencia, obligatorio para las Palas Cargadoras, que debe acoplarse de forma manual y automática en caso de fallo del Sistema de Frenos de Servicio.

Una vez conectado, la Pala debe quedar inmovilizada hasta su reparación o su desconexión manual para ser remolcada en cuyo caso no hay que olvidar el realizar la operación inversa una vez efectuada la reparación para que la Pala no quede sin este dispositivo. Por lo que se refiere a las Excavadoras Hidráulicas, al estar los frenos conectados mientras no haya desplazamiento, y volverse a conectar cuando se pare de nuevo, no cabe ninguna consideración sobre el tema. Sí que conviene en todo caso, comprobar



el freno de emergencia en las Palas Cargadoras de acuerdo con las Instrucciones que dé el Manual del Operador.

3.6 Dirección

También se ha tratado ya este punto. La dirección de emergencia no es obligatoria todavía de forma explícita en las Palas Cargadoras, si bien la normativa actual exige que lleven dirección de emergencia todas aquellas Máquinas que puedan superar los 20 km/h. Las Palas Cargadoras pueden hacerlo, si bien las limitaciones de velocidad en muchas Explotaciones cubren esta ausencia; esto tiene el riesgo de dejar al cumplimiento de una norma algo tan importante como es disponer de una Dirección de Emergencia.



Solamente aquellas marcas que tienen una preocupación fuera de lo normal en lo que se refiere a Seguridad la incluyen como Equipo de Serie, o, al menos, opcional. Si la hay, debe entrar en funcionamiento de forma automática en caso de fallo de la principal; además, debe disponer de un sistema que permita comprobarla antes de poner la Pala en funcionamiento.

3.7 Estructuras de protección

Todo lo que se ha 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

Estas estructuras son 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.

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 aquellas máquinas que sean utilizadas en trabajos que puedan implicar riesgo de vuelco, independientemente de que la máquina tenga o no, marcado CE. **No existen en las Excavadoras Hidráulicas** porque, para los trabajos que fueron diseñadas, no presentaban riesgo de vuelco; por otra parte, aún poniendo una estructura tan robusta, no estaría garantizada su sujeción a la Superestructura debido a la menor resistencia de su bastidor, es decir, la estructura podría ser suficientemente resistente, pero en un vuelco es probable que se arrancara de sus anclajes. Por esta razón, en trabajos de carga con las Retroexcavadoras, **se debe cuidar que la altura del acopio sobre el que se apoya no sea superior a la longitud del Balancín**, con lo que prácticamente, se elimina el riesgo de vuelco.

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 (*ANTI-CAÍDA DE OBJETOS*)

También 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.

Son obligatorias en las Máquinas con estructura ROPS, y existe protección FOPS para aquellas Excavadoras Hidráulicas que presenten riesgo de impacto en su trabajo, como es el caso de las que se usan con Martillo Hidráulico. Esta protección se compone de una rejilla de palastros de acero de alta resistencia que se montan en el techo y por fuera del cristal frontal de la cabina.



→ 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 de Seguridad, 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.



3.8 Espejos

La visión de los laterales y de la parte posterior, tanto de las Palas Cargadoras como de las Excavadoras Hidráulicas, 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 “escondarse” 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.

3.9 Superficies Anti-deslizantes.

Para acceder a las zonas desde la que se va a realizar el Mantenimiento las Excavadoras Hidráulicas y las Palas Cargadoras disponen de unas superficies cuya misión es evitar el riesgo de Resbalón que puede dar lugar a caídas desde distinto nivel o impactos en diferentes partes del cuerpo del Operario encargado de llevarlo a cabo.

Los fabricantes optan por fabricarlas con chapa perforada o con adhesivos de lija; es evidente que su duración será mayor en las primeras, pero, en todo caso, es necesario mantenerlas en perfecto estado.



3.10 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, sí 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 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.

Para ello se partirá de la definición de Lugar de Trabajo establecida en el Real Decreto 486/1997.

Partiendo de la definición de Lugar de Trabajo establecida en el RD486/1997 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*”, el **Lugar de Trabajo de un Operador de Maquinaria de Excavación 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 que pueden sufrir daños en caso de impacto o atrapamiento por ella. Con las exigencias que trae consigo el mercado CE, se puede decir sin temor a equivocarse que la Seguridad que ofrece su diseño, fabricación y funcionamiento las hace suficientemente seguras, siempre que se mantengan en las condiciones adecuadas.



⇒ **El Trabajo a Realizar.** El Arranque y Carga de Materiales tiene lugar en condiciones muy variables de Tracción, Estabilidad, Visibilidad, Temperatura, etc., que influyen de forma muy notable en su realización.

Igualmente, las características de los distintos materiales que hay que mover traen consigo utilizar Técnicas Operativas que difieren de un material a otro, y que el Operador de un Equipo de Arranque y carga debe conocer; no es la misma Técnica la que debe usarse si se arranca material fácil de excavar que si se carga uno previamente arrancado por una voladura.

En su trabajo, la Maquinaria de Arranque y Carga se desplaza con más o menos frecuencia por las Pistas, Accesos o Viales de la Explotación, operación que genera riesgos específicos que dependen de las condiciones de estos itinerarios.



⇒ **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 Arranque y Carga 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 Arranque y Carga, 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

En el Capítulo 2, se indicó 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 Palas Cargadoras de Ruedas incorporan en sus cabinas 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 Hidráulicas, 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 en el Tablero de Instrumentos de su Máquina.

En la figura se puede ver uno de ellos, compuesto por dos consolas laterales y una central; en la Consola de la Derecha es donde está el Panel de Alarmas, mientras que la Consola Izquierda incorpora Instrumentos de Control de tipo analógico y en el Centro puede ir el Tacómetro o el Velocímetro; además, los Paneles suelen incorporar una o varios “displays” en el que proporciona información precisa de otros puntos, según se pida al Control Electrónico.



Los Paneles de Alarmas, están compuestos por un conjunto de circuitos, uno para cada sistema que se quiere controlar, que, de forma electrónica, 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.

Los Paneles más modernos, incluyen informaciones sobre parámetros tales como velocímetro, tacómetro, conexión de los frenos o de la Dirección de Emergencia, velocidad en la que se está circulando, etc. Si se producen anomalías durante su funcionamiento, 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. Aún así, no se han retirado totalmente los Instrumentos de Control Analógicos, si bien ahora la forma en que realizan el Control es electrónica.

Los tradicionales Instrumentos de Control o los modernos Paneles Electrónicos, **son 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 Pala 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 Palas Cargadoras y Excavadoras Hidráulicas 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.

Sean de uno u otro tipo, los Instrumentos que se utilizan en estas Máquinas son de dos tipos:

- ⇒ Termómetros, que controlan la Temperatura.
- ⇒ Manómetros, que controlan la Presión.

Además, pueden incorporar uno que verifica el estado de carga de la batería, y que puede ser un amperímetro o un voltímetro según sea la antigüedad de la Pala.



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 e cuando se aproxima o entra en la zona de peligro, porque se encuentra próxima a entrar en ebullición. Este punto suele estar próximo 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

Controla la temperatura del aceite en la Transmisión, entendiendo como tal el conjunto Convertidor-Caja de Cambios, que suelen llevar un cárter único para el almacenamiento del aceite. 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 los 120°C.



Aunque el aceite del Convertidor y el de la Caja de Cambios tenga el mismo recipiente, donde se genera la mayor parte del calor es en el Convertidor de Par, sobre todo cuando trabaja aumentando el par, que es cuando hay diferencia de velocidad entre el eje de entrada (Impulsor) y el de salida (Turbina); a mayor pérdida de velocidad, mayor aumento de par y mayor calentamiento del aceite. Como ya se comentó al estudiar el funcionamiento de este componente de la Pala, el momento de máxima necesidad de par es mientras se está cargando el Cucharón, porque se necesita una fuerza de empuje importante para que éste se clave en el material, tanto mayor cuanto más dificultad haya para la carga.

Si se ataca en primera velocidad, la Caja de Cambios se encarga de aumentar el par y darnos la máxima tracción en la rueda, por lo que el Convertidor trabaja como tal un tiempo reducido y el aceite no se calienta en exceso, pero si se carga en una velocidad inadecuada, por ejemplo en segunda, el aumento de par que no se consigue en la Caja de Cambios lo tiene que dar el Convertidor; además, con una velocidad más larga que en primera, para que la rueda se mueva en las condiciones que exige la carga, la Turbina del Convertidor debe girar más lenta, lo que confirma el aumento de par durante un periodo más largo, que puede llegar a que el aceite alcance un temperatura excesiva.



Si la temperatura alcanza la zona Roja, lo que se debe de hacer es parar la Pala y dejar el motor a ralentí o ligeramente acelerado, para que vuelva a un valor normal; una vez que la aguja esté en Verde, se puede volver a trabajar, cambiando las exigencias que se le estaban pidiendo a la Máquina, es decir, usando más los hidráulicos que la tracción para llenar el Cucharón, no llenándolo tanto, etc.

Las averías que pueden producirse en este componente por calentamiento excesivo del aceite son importantes; pueden ir desde que los retenes de goma con 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 de la Pala por un periodo de varios días.

→ TERMÓMETRO DEL SISTEMA HIDRÁULICO

Su aspecto es similar al del Convertidor, con las mismas zonas y colores; la temperatura excesiva, como en el caso del Convertidor, es consecuencia de un trabajo excesivo en este Sistema. Suele presentarse en aquellos casos en los que una baja tracción, ya sea por estar en un terreno embarrado o por un desgaste excesivo de la zona de agarre de los neumáticos, obliga al Operador de la Pala a suplir la falta de tracción con los movimientos del Cucharón, suponiendo que su funcionamiento sea normal. En las Excavadoras Hidráulicas, estamos en el mismo caso, si bien aquí no tiene nada que ver si hay o no poca tracción, porque la Máquina no se desplaza durante su ciclo de trabajo. Más bien, puede alcanzar la zona Roja después de un desplazamiento a alta velocidad y a una distancia considerable. En cualquier caso, un aceite próximo a los 120°C puede dañar los sellos de los cilindros hidráulicos así como los elementos que constituyen la bomba, sean las paletas o los pistones de las de desplazamiento variable, por la baja viscosidad a que se reduce la original, cuando el aceite alcanza estas temperaturas.



La decisión del Operador, igual que la anterior: para 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 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 para 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 una Pala o en una Retroexcavadora son los siguientes:

⇒ **Aceite del Motor.** Controla la presión que alcanza 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 relenti 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 de la Pala, ya que este Instrumento no existe en la Retroexcavadora de Cadenas; 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 la Pala lleva acumulador de aceite, la zona Roja indica que la presión en el acumulador es insuficiente. Si, en el funcionamiento normal de la Pala 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 la Pala, 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 llevan acumulador de aceite, el Manómetro tiene una zona Verde entre dos Zonas Rojas; la primera obedece al criterio que acabamos de explicar, pero si la aguja alcanza la segunda zona Roja, quiere decir que la válvula de corte del acumulador no cierra, con lo que existe riesgo de avería, esta vez por exceso de presión. En estos casos, se debe seguir un método que permita vaciar el acumulador para ver si la válvula se suelta; para ello, se para el motor y se acciona repetidamente el pedal de freno hasta que salte el freno de estacionamiento; en este momento, se vuelve a arrancar el motor y se espera a que la aguja alcance la zona Verde sin llegar a la segunda zona Roja, en cuyo caso podemos seguir trabajando; si no es así, hay que parar la Pala y revisar, reparando en su caso, el circuito de frenos.

⇒ **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, **mientras el filtro esté 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, según esté el motor parado o en marcha:

- 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.



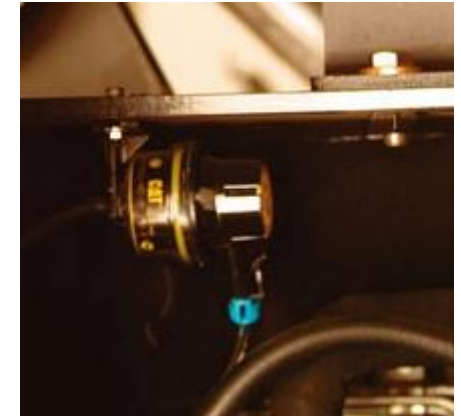
→ INDICADORES

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; es 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.

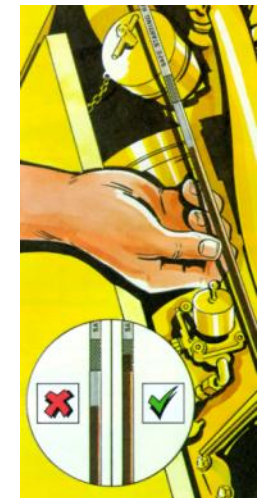
Si el filtro se ensucia, esta aspiración disminuye y un muelle dentro del Indicador empuja al pistón que comienza a enseñar una banda amarilla o roja, que queda trabada en rojo cuando ya es imprescindible dar servicio al filtro de aire. De hecho, como dijimos en el Capítulo 2, esta es la forma de controlar 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 llegué 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.
- ⇒ **Aceite de la Transmisión.** Podemos aplicar aquí lo dicho para el motor.
- ⇒ **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** suele ir indicado por unas marcas el que corresponde al aceite frío o caliente, y varía mucho según la posición en que se encuentre el equipo de trabajo, sobre todo en las Excavadoras Hidráulicas; por esta razón, es importante que, al estacionar la Máquina, el Equipo de Trabajo se sitúe en la posición adecuada para no falsear el nivel cuando se compruebe el siguiente día.



- ⇒ 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.

I.3 Indicador de Carga

Es un accesorio que se incorpora en las Máquinas cuando van a ser utilizadas para manipulación de cargas, ya sea en las Palas Cargadoras de Ruedas que se usan con diversos implementos o en Excavadoras Hidráulicas que se vayan a usar como grúas (elevación de cargas). Consiste en un sistema, casi siempre electrónico, que calcula la influencia de una carga en la estabilidad de la Máquina según sean sus diferentes posiciones, interviniendo en este cálculo tanto el peso de la carga como la distancia a que se encuentra del punto de basculación de la Pala o de la Retroexcavadora.

El sistema tiene muchas variaciones según lo que quieran controlar y el grado de exactitud en el control que quiera ofrecer cada fabricante; en el Salpicadero de la Máquina o en algún lugar de fácil visión para el Operador, se coloca una consola que incluye una serie de testigos que se van encendiendo, al tiempo que, cuando se está próximo al punto límite, suena un zumbador para que el Operador haga descender la carga apoyándola en el suelo, o bien, el propio Limitador detiene la elevación de forma automática. Casi siempre utiliza unos sensores que suelen estar localizados en alguno de los bulones del mecanismo de carga; estos son especiales y, por extensiometría, es decir por la variación de su longitud, el control electrónico determina el valor de la carga que se está manipulando. Otras veces es una señal de la presión del aceite en el circuito de elevación el que determina el peso de la carga que se está moviendo; es un sistema más simple pero menos exacto porque la presión del circuito no está influenciada por la posición de la carga.

→ BÁSCULAS

Muchas Palas Cargadoras de Ruedas se utilizan en plantas de áridos, para expender el producto terminado; en estos casos, disponer de una báscula en la propia Pala es un sistema de ahorrar tiempo al conductor del camión que viene a recoger su carga.

El principio es el mismo, pero, en lugar de buscar el punto límite de carga que se puede manipular con la Máquina, aquí se pretende que al conductor se le pueda notificar la carga exacta que lleva en el interior de la caja.

Los bulones que unen los cilindros de elevación con los brazos, son del tipo que indicamos anteriormente, por lo que basta que el Operador mantenga el Cucharón con el material suspendido durante unos segundos para que el sistema determine la carga que va en su interior. El sistema acumula los cucharones sucesivos con los que se carga el camión, e imprime el total en un comprobante que da al conductor como justificante. El sistema acumula las cargas efectuadas a lo largo de la jornada, lo cual es un control exacto de las toneladas cargadas por la Pala, y por lo tanto, de la facturación del día. El Operador dispone en la cabina de una consola con pantalla, un dispositivo de puesta a cero y la correspondiente impresora incorporada en la consola.

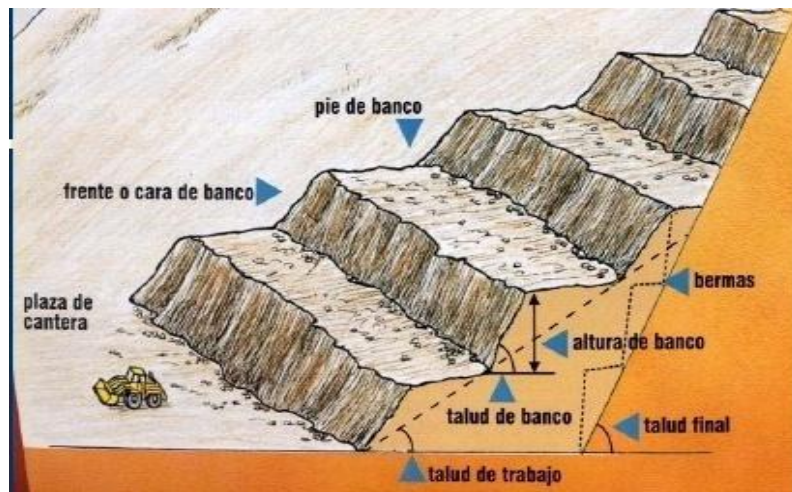


2. CONTROL Y VIGILANCIA DEL LUGAR DE TRABAJO SEGÚN PROCEDIMIENTOS INTERNOS

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, 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, al tiempo que no se deben hacer maniobras mayores de **un largo y medio de la longitud total de la Pala**. 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 Arranque y Carga, sea Pala de Ruedas o Retroexcavadora, 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 las Palas Cargadoras de Ruedas, y de la zona barrida por el Contrapeso en el caso de las Excavadoras Hidráulicas, advirtiéndolo con placas fácilmente visibles por quienes tengan que transitar por esta zona.
- ⇒ 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 la Pala.
- 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 FRENTES

Esta Operación tiene como objetivo eliminar las piedras o rocas que estén en lugares peligrosos para el trabajo que va a realizarse en la zona y que supongan un riesgo de impacto contra los Equipos de Arranque y Carga, así como los restantes que puedan circular por esta zona.

Esta Operación suele hacerse tanto con la Pala de Ruedas como con la Retroexcavadora, si bien ambas tienen unas limitaciones que conviene no ignorar.



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, esta posición 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 **Saneo 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 Lugares de Trabajo de Transporte

Aunque este Manual se refiere a la Operación de Carga, sea o no simultánea con el Arranque, dado que la Pala de Ruedas es una Máquina con la que se puede hacer el trabajo de Carga y Transporte, y la Retroexcavadora puede desplazarse por la Explotación aún en condiciones de baja tracción, se va a estudiar las condiciones de estos Lugares de Trabajo, que pueden ser:

- ⇒ Accesos a las Zonas de Carga.
- ⇒ Pistas de Acarreo.



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.

→ SUPERFICIE DE RODADURA

La Superficie de Rodadura es, quizás, la característica más importante de las Pistas, porque sobre ella se van a desplazar a velocidades considerables tanto las Palas Cargadoras como 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.

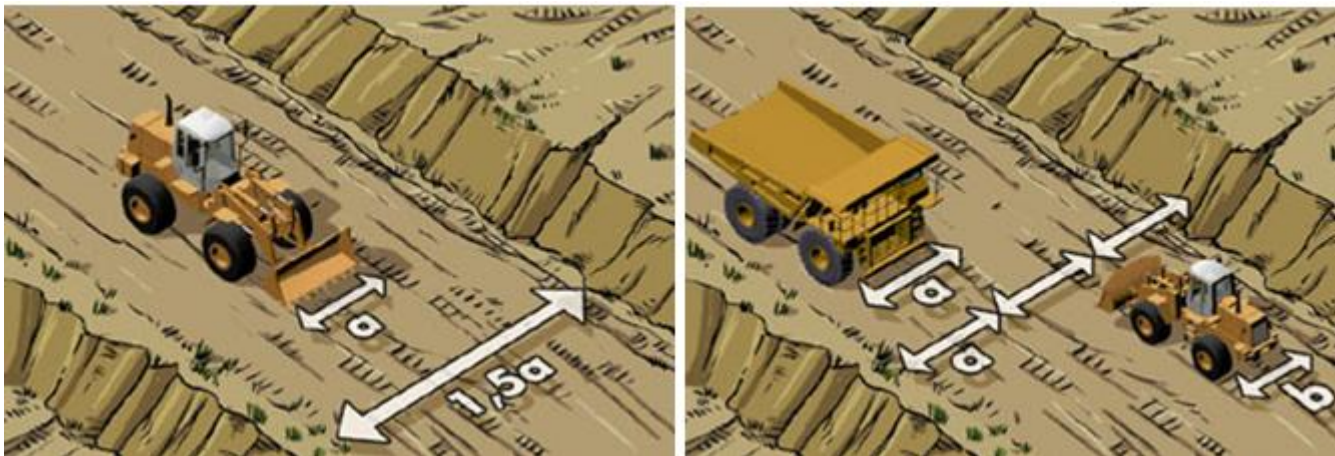
Es tan importante el estado de la Superficie de la Pista que, de acuerdo con él, así deberán ser conducidas las Máquinas. La Pala de Ruedas apenas alcanzará los 20-25 km/h al circular por ellas, pero la presencia de barro puede hacer difícil su manejo.

→ 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 par 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 Arranque y Carga 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 estos accidentes.

⇒ Si se circula con una Pala de Ruedas, se debe conducir de acuerdo con las instrucciones del fabricante; en todo caso es necesario:

- No bajar una pendiente en punto muerto.
- No confiar en la retención del motor.
- Circular con el cucharón lo más bajo posible.
- Utilizar el Sistema de Frenado correcto, sin usar, sobre todo en las bajadas, el frenado que neutraliza la transmisión.



→ 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 Articulados; en estos casos, la cuba se coloca sobre la propia caja, o bien, directamente sobre el bastidor.

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 Lugares de Trabajo de Descarga

La descarga del material transportado sea por una Pala o por un Volquete 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*, este trabajo es algo que se produce en contadas ocasiones porque si se usa una Pala de Ruedas en Carga y Transporte, es para la alimentación de tolvas en la inmensa mayoría de los casos. Lo que sí se suele producir con cierta frecuencia es que la Pala haga el Trabajo de Limpieza de la Escombrera eliminando los montones que dejan los Volquetes al efectuar la descarga.



Este trabajo es para ser realizado por un Tractor, sea de ruedas o de cadenas, pero en las Explotaciones en las que no se dispone de él, suele hacerse con la Pala de Ruedas; para hacerlo con el mínimo riesgo posible y para cuidando de su conservación, es conveniente seguir los siguientes consejos:

- ⇒ Realizar el empuje de los montones situando la Pala en dirección perpendicular al borde del talud; aunque por un descuido o por un fallo del terreno la Pala perdiera su posición horizontal, lo haría de frente con un riesgo de vuelco mínimo.
- ⇒ Si los montones son muy grandes, conviene hacer que la Pala trabaje como tal, en lugar de hacerlo como un tractor, es decir, se debe:
 - Llenar el Cucharón.
 - Avanzar hacia el frente
 - Descargar fuera de la escombrera.

De esta forma, el convertidor no sufre un trabajo excesivo y no se calienta; es la elevación excesiva de su temperatura la que ayuda al Operador a determinar cuándo debe utilizar una u otra técnica.

- ⇒ Siempre que sea posible, se debe evitar que la Pala se mueva paralelamente al borde del vacie, eliminando así el riesgo de vuelco lateral. Solamente en el caso de bordes de escombreras muy estables se puede admitir esta maniobra, que es particularmente peligrosa si se hace después de un periodo de lluvias intensas que puede haber causado la disminución de la resistencia de su borde.

Para el trabajo de *Alimentación de Tolvas*, la situación ideal para la Pala es que esté situada en un terreno horizontal y con una zona de descarga amplia, pero esto no siempre es posible; hay muchas ocasiones en las que es necesario que la Pala suba por una rampa hasta alcanzar el punto de descarga.



Como puntos básicos para llevar a cabo este trabajo con la máxima Seguridad recordamos que se debe:

- ⇒ Ajustar el automático de elevación a la altura necesaria para que la descarga pueda hacerse lo más próximo posible a la boca de la tolva.
- ⇒ Si la rampa deja algún hueco entre su final y la tolva, se debe cuidar que las ruedas delanteras no alcancen este punto de riesgo.
- ⇒ Tanto la subida hasta la tolva como la bajada desde ella deben hacerse con los bastidores alineados; si la anchura de la rampa lo permite, se puede pensar la posibilidad de bajar marcha adelante; recordamos que esta maniobra lleva consigo en cambiar de dirección en la rampa, y que el riesgo de vuelco lateral es importante si se lleva a cabo.



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 señalar 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; esto se debe evitar en lo posible por los riesgos que lleva consigo para todas las personas que se mueven por los alrededores de ella.

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.

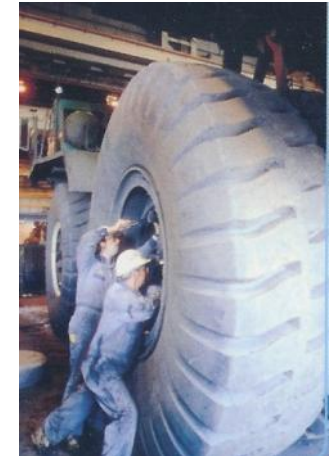
- Gafas de Seguridad.
- Calzado de Seguridad.
- Chaleco reflectante.
- Guantes.
- Etc.

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 pié.
 - 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 para 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 la Tensión de la Cadena.** Si, una vez comprobada según las Instrucciones del fabricante, hay que variarla, se debe hacer con mucho cuidado, sobre todo al destensar, porque la salida de la grasa puede ser violenta al abrir la válvula de drenaje.
- ⇒ **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 al 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. En muchos modelos antiguos, se tiende a subirse 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 energético de la Máquina.



Con excepción de las Excavadoras Hidráulicas y de las Máquinas de gran tamaño que deben desplazarse sobre cadenas, el resto de las unidades deben ser mantenidas en el Taller de Mantenimiento, en donde las condiciones de temperatura, visibilidad, etc., son notablemente mejores y, además, no interfieren con el trabajo de otras unidades

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 asegurar las máximas condiciones de seguridad de desarrollo de 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 Carga necesita, en la mayoría de los casos, la colaboración de un Volquete o Camión que la reciba en su caja y la transporte 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 contratadas 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. 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 las Palas Cargadoras de Ruedas.



⇒ **Utilización de una Máquina para elevar personas.** Es otro punto del Protocolo en el que hay que ser tajantes; la elevación de personas en el Cucharón de una Pala o Excavadora, es un riesgo cuyo factor más importante no es el que muchos piensan de una posible rotura de la Máquina.

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 a las de las contratadas que trabajen en ella; es imprescindible que los Operadores de las Máquinas sub-contratadas 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.

I.2 Normas de Seguridad en la 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.

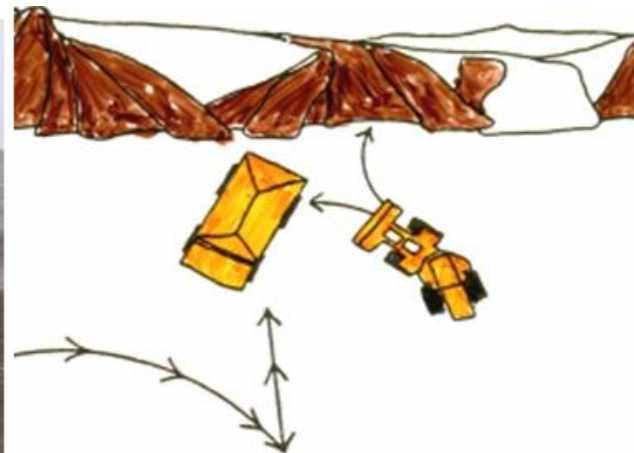
En todo caso, se debe establecer un **Perímetro de Seguridad**, incluso señalizado si es necesario, en el que se informe de la prohibición de acceso de personas o vehículos sin la autorización expresa del Operador del Equipo de Arranque y Carga.



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.

1.2.1 CON PALA CARGADORA Y VOLQUETE (O CAMIÓN)

En la Carga sobre Volquete, este último 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 Cargadoras 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.



- Debe indicar la posición al Conductor del Volquete de forma que sus ruedas posteriores **no 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.



- Si por cualquier motivo hay que cargar por el lado derecho, el Operador del Volquete debe impedir que haya alguien situado en el suelo, al lado de su cabina para darle alguna instrucción o simplemente, para hablar con él. Esta situación tiene un riesgo importante 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.

⇒ **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 Conductor 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 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 Pala/Volquete.** Cada Pala puede cargar unos determinados tipos de Volquete, 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 del Volquete 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 del Volquete, la descarga debe hacerse lentamente para evitar la caída brusca de la carga sobre la caja del Camión 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.



⇒ **Carga y Transporte.** En este trabajo, la Pala debe transportar en su Cucharón el material para descargarlo en una tolva o en la propia escombrera si se trata de estéril. Los principios básicos que deben aplicarse, en la fase de carga es idéntica a la explicada en el trabajo de Carga sobre Camión, con la excepción del grado de llenado del Cucharón, que debe ser el mayor posible; son los siguientes:

- Durante el transporte, la estabilidad de la pala cargadora es tanto mayor cuanto más próximo al suelo se lleve el cucharón; con ello, se disminuye el cabeceo de la pala cuando se circula a una cierta velocidad.
- Si se descarga sobre tolva, debe hacerlo perpendicular a la posición de la tolva; se debe disponer de algún sistema que impida la caída de la Máquina a su interior.
- Tanto en el caso de subida como de bajada de rampas, la Pala debe circular siguiendo la línea de máxima pendiente; en las bajadas se debe ir siempre con una velocidad conectada; no se puede descender nunca con la transmisión en punto muerto.



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.

→ 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 Retroexcavadora y en el que está el Volquete.

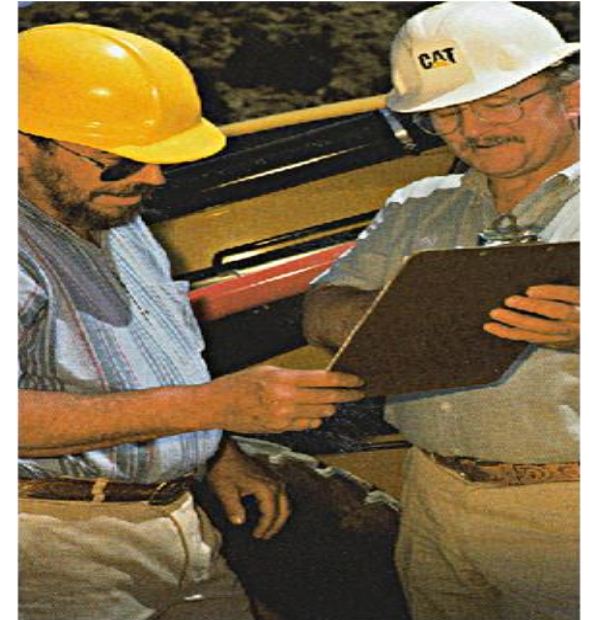
En todo caso, se debe impedir que la carga pase sobre la cabina del Volquete, sobre todo si no lleva ningún tipo de protección FOPS.

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.

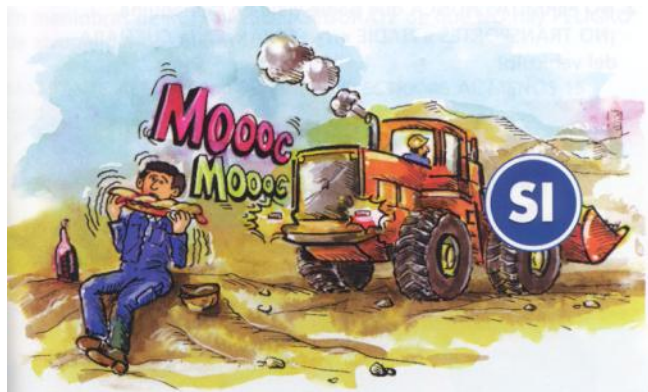


La vía ideal para transmitir estas órdenes es a través de la emisora de radio, que permite hacerlo con varios trabajadores al mismo tiempo, con lo cual la Comunicación es la misma para todos ellos. Cualquier otra vía de llegada de la información debe ser validada con el responsable del trabajo. Se debe 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 la Máquina vaya a desplazarse en retroceso y haya gente alrededor, conviene avisar con varios toques de bocina antes de retroceder y hacerlo lentamente. 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.

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 Palas Cargadoras por Pistas, Accesos y Frentes de Carga

La Pala Cargadora circula por el interior de las Explotaciones casi siempre por necesidad de cambio de tajo o de punto de carga, ya que, como hemos dicho anteriormente, son raras las aplicaciones de Carga y Transporte, y, en todo caso, ya hemos hablado de ellas. Por otra parte, la Retroexcavadora no debe desplazarse de forma habitual por los desgastes y costes que ello le supone, pero lo hace de forma esporádica, y a veces, en condiciones de tracción mucho más duras que las que debe superar la Pala. Indicaremos las Normas de uso más importantes, que son válidas para ambas en la mayoría de las ocasiones.

- ⇒ La Pala Cargadora, por su fabricación, puede alcanzar velocidades muy próximas a los 40 km/h, pero siempre debe cumplir con las limitaciones prescritas para circular por dentro de la Explotación. Si no tiene dirección de emergencia, de acuerdo con la legislación vigente, no debe circular a más de 20 km/h, es más, debería montar un limitador que impidiera el sobrepasarla. Por su parte, la Retroexcavadora no supera los 4-5 km/h, por lo que los riesgos derivados de la velocidad son, en ella, prácticamente inexistentes.
- ⇒ Aunque circulen en vacío, tanto para la Pala Cargadora como para la Retroexcavadora sigue siendo válida la norma de llevar el Cucharón lo más bajo que sea posible; debe ir a la altura mínima imprescindible para no roce ni golpee contra el suelo, posibles obstáculos o con los cambios de rasante.



- ⇒ Tanto al subir como al bajar una pendiente se debe cuidar que:
- La Pala Cargadora no vaya en Punto Muerto. Esta circunstancia no se produce en la Retroexcavadora que, al accionar los mandos de la Traslación, los motores reciben el aceite que les envían las bombas sin forma de impedirlo.
 - La utilización de una marcha excesivamente larga en las subidas hace trabajar al Convertidor muy cerca del punto de calado, lo que se traduce en calentamientos excesivos del aceite. En la Retroexcavadora, este calentamiento se produce en mayor o menor grado según el tiempo que se invierte en el traslado.
 - En las transmisiones con convertidor de par el motor debe ir acelerado, puesto que es posible circular sin pisar el acelerador, pero a la velocidad seleccionada por la caja de cambios, lo cual es como si bajase en neutro porque el convertidor no retiene como lo hace un embrague normal.
 - Se debe seguir la línea de Máxima Pendiente, y evitar los cambios de dirección a mitad de la rampa.
 - La velocidad debe estar acorde con las condiciones del suelo de la pista, y de las de visibilidad, tracción, etc.

- ⇒ Durante los desplazamientos, no se debe utilizar el freno que neutraliza la transmisión, porque en este momento la Pala queda en punto muerto. Esta precaución es particularmente importante al bajar una rampa o al tomar una curva cerrada.
- ⇒ 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 otra Máquina se debe dejar una distancia de Seguridad de al menos un largo de Pala, con el fin de disponer de tiempo suficiente para frenar o para evitar el choque por medio de una maniobra evasiva. Con la Retroexcavadora este riesgo es prácticamente nulo porque basta que el Operador deje de accionar los mandos de la Traslación para que se detenga de forma inmediata.
- ⇒ Hay que adaptar la velocidad al estado de la pista; la presencia de barro hace disminuir la tracción y favorece el deslizamiento por lo que se reducir la velocidad a que se circula.



- ⇒ Las características de la Máquina varían con su uso; frenos, neumáticos, dirección, etc., sufren desgastes y la reacción de la Pala no es la misma pasados algunos cientos de horas que cuando estaba nueva. 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.
 - La Pala 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 a la Pala, 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.

- ⇒ Se deben aprovechar los desplazamientos para quitar posibles obstáculos, tales como piedras que han caído de los Volquetes o cualquier objeto que dificulte la marcha de las otras Máquinas, ya sea por las pistas como por los frentes de carga.
- ⇒ Los obstáculos tales como zanjas, caballones, cordones de tierra producidos por las Motoniveladoras, etc., se deben cruzar en dirección sesgada y lentamente. A velocidad excesiva, la Pala puede levantar las ruedas del suelo con cierta facilidad.

1.5 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.



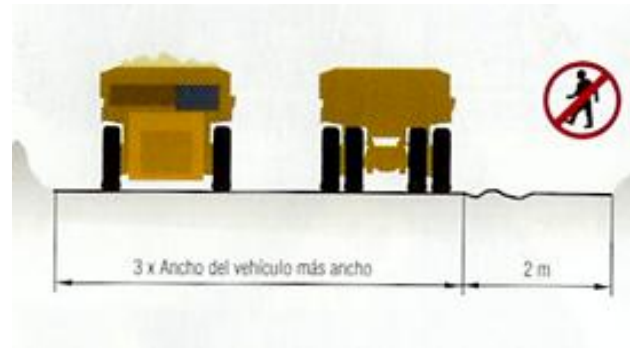
La circulación de peatones por las pistas solamente está permitida si se dispone de una zona adecuada para que transiten por ella, de forma que, entre al peatón y la zona de rodadura de la pista haya una berma o arcén de dos metros de anchura como mínimo. Será por esta zona por la única que transiten,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

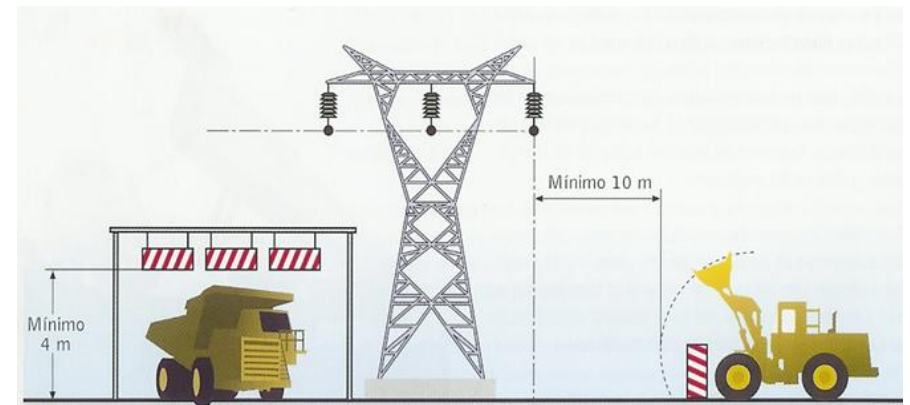
Por regla general, en las Explotaciones Mineras se da prioridad al paso de la Maquinaria Móvil sobre la de los Peatones; como esta norma es diferente a la que se sigue en Instalaciones Industriales, en las que conviven Carretillas y Peatones y, si no se dice lo contrario, es el Peatón quien tiene prioridad, 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

Tanto las Palas Cargadoras como las Excavadoras Hidráulicas 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 entre ellas, para evitar el riesgo de descarga por arco voltaico entre la Línea y la Máquina.

Para prevenir estos riesgos, tanto las Palas Cargadoras como las Excavadoras Hidráulicas debe circular con el Equipo lo más bajo posible



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, las Palas Cargadoras 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, las Máquinas **deben circular con el**



Equipo de Trabajo lo más próximo al suelo posible, 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 arranque, carga y vales 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 1995, 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, las Palas Cargadoras de ruedas y las Excavadoras Hidráulicas de Cadenas, 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 aquellas que son más significativas para Palas Cargadoras de Ruedas y Excavadoras Hidráulicas de Cadenas:

- 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; en el caso de las Excavadoras Hidráulicas de Cadenas, cumplir con este requisito es bastante sencillo, debido a su baja velocidad de desplazamiento; el caso de las Palas Cargadoras de Ruedas es mucho más complejo, debiendo considerar elementos o sistemas como son: neumáticos, sistemas de dirección, sistemas de frenado, elementos estructurales (*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 ruedas o cadenas (*guardabarros en Palas Cargadoras de Ruedas; en el caso de las Excavadoras de cadenas, no es posible proteger los trenes de rodaje, por lo que se debe optar por otras soluciones*). Si el Operador utiliza el cinturón de seguridad y la máquina cuenta con cabina para el Operador con ventanas y puertas en buen estado, será imposible el contacto accidental con ruedas o cadenas 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 Palas Cargadoras de Ruedas y Excavadoras Hidráulica de Cadenas, 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 Palas Cargadoras de Ruedas*) 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, en concreto, las luces de trabajo que equipan tanto Palas Cargadoras de ruedas como Excavadoras Hidráulicas de cadenas.

- 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 (*Palas Cargadoras de Ruedas*) y la bocina (*Palas Cargadoras de Ruedas y Excavadoras Hidráulicas de Cadenas*).

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.

- Cuando se empleen equipos de trabajo con elementos peligrosos accesibles que no puedan ser totalmente protegidos, deberán adoptarse las precauciones y utilizarse las protecciones individuales apropiadas para reducir los riesgos al mínimo posible.

En particular, deberán tomarse las medidas necesarias para evitar, en su caso, el atrapamiento de cabello, ropas de trabajo u otros objetos que pudiera llevar el trabajador.

En este punto queda contemplado el caso anteriormente comentado sobre la falta de protección de las cadenas en las Excavadoras Hidráulicas. La utilización de EPI se refiere a otro tipo de riesgos (*partes móviles en compartimento motor, por ejemplo*); en el caso que nos ocupa, será necesario la existencia del **bloqueo del sistema hidráulico**. En algunos modelos antiguos, este bloqueo se realizaba sobre el equipo de trabajo y el giro de la superestructura, pero no sobre los trenes, al ser de accionamiento mecánico. Estas unidades deben contar con dispositivos mecánicos de bloqueo en los pedales o las palancas que accionan los trenes, para adecuarse correctamente a las disposiciones mínimas de seguridad establecidas en este Real Decreto.

- 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.

Además, si la Pala Cargadora de Ruedas o la Excavadora Hidráulica de Cadenas se utilizan para elevación de cargas, deberán cumplir principalmente lo siguiente:

- Los equipos de trabajo desmontables o móviles que sirvan para la elevación de cargas deberán emplearse de forma que se pueda garantizar la estabilidad del equipo durante su empleo en las condiciones previsibles, teniendo en cuenta la naturaleza del suelo.
- La elevación de trabajadores sólo estará permitida mediante equipos de trabajo y accesorios previstos a tal efecto.

No obstante, cuando con carácter excepcional hayan de utilizarse para tal fin equipos de trabajo no previstos para ello, deberán tomarse las medidas pertinentes para garantizar la seguridad de los trabajadores y disponer de una vigilancia adecuada.

Durante la permanencia de trabajadores en equipos de trabajo destinados a levantar cargas, el puesto de mando deberá estar ocupado permanentemente. Los trabajadores elevados deberán disponer de un medio de comunicación seguro y deberá estar prevista su evacuación en caso de peligro.

Ya se ha indicado que esto no está permitido en el caso de estas máquinas, salvo causas de fuerza mayor (*accidentados de carácter grave*) y si no hay otro medio para evacuar a los heridos.

- A menos de que fuera necesario para efectuar correctamente los trabajos, deberán tomarse medidas para evitar la presencia de trabajadores bajo las cargas suspendidas.

No estará permitido el paso de las cargas por encima de lugares de trabajo no protegidos, ocupados habitualmente por trabajadores. Si ello no fuera posible, por no poderse garantizar la correcta realización de los trabajos de otra manera, deberán definirse y aplicarse procedimientos adecuados.

- Los accesorios de elevación deberán seleccionarse en función de las cargas que se manipulen, de los puntos de presión, del dispositivo del enganche y de las condiciones atmosféricas, y teniendo en cuenta la modalidad y la configuración del amarre. Los ensamblajes de accesorios de elevación deberán estar claramente marcados para permitir que el usuario conozca sus características, si no se desmontan tras el empleo.
- Los accesorios de elevación deberán almacenarse de forma que no se estropeen o deterioren.
- Durante el empleo de un equipo de trabajo móvil para la elevación de cargas no guiadas deberán adoptarse medidas para evitar su balanceo, vuelco y, en su caso, desplazamiento y deslizamiento. Deberá comprobarse la correcta realización de estas medidas.
- Si el operador de un equipo de trabajo para la elevación de cargas no guiadas no puede observar el trayecto completo de la carga ni directamente ni mediante los dispositivos auxiliares que faciliten las informaciones útiles, deberá designarse un encargado de señales en comunicación con el operador para guiarle y deberán adoptarse medidas de organización para evitar colisiones de la carga que puedan poner en peligro a los trabajadores.

- Todas las operaciones de levantamiento deberán estar correctamente planificadas, vigiladas adecuadamente y efectuadas con miras a proteger la seguridad de los trabajadores.
- Si algún equipo de trabajo para la elevación de cargas no guiadas no puede mantener las cargas en caso de avería parcial o total de la alimentación de energía, deberán adoptarse medidas apropiadas para evitar que los trabajadores se expongan a los riesgos correspondientes.

Las cargas suspendidas no deberán quedar sin vigilancia, salvo si es imposible el acceso a la zona de peligro y si la carga se ha colgado con toda seguridad y se mantiene de forma completamente segura.

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
 - Prácticas 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 construidos 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 Palas Cargadoras de Ruedas y Excavadoras Hidráulicas de Cadenas:

- *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.
- DIS que defina la metodología de utilización de los equipos de carga como aparatos de elevación.

En relación a esta última DIS, es importante recordar que, si se quiere utilizar Palas Cargadoras de Ruedas o Excavadoras Hidráulicas de Cadenas para la elevación de cargas, debe seguirse lo indicado en el punto 2.5 del Capítulo 2 y en el apartado 2 de este Capítulo.

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>

