

Compendio Técnico de Maquinaria para Movimientos de Tierra

Seguridad, Medio ambiente y Mantenimiento

DOCUMENTO PROVISORIO EN ELABORACIÓN

USO RESTRINGIDO A INTEGRANTES DEL GT MAQUINARIA

Favor remitir sus observaciones a:

GRUPO TÉCNICO MAQUINARIA

CORPORACIÓN DE DESARROLLO TECNOLÓGICO

Por Correo a:

Marchant Pereira 221, Of. 11, Providencia.

Por FAX al número:

(56-2) 718 7503

Por correo electrónico a:

hnoll@cdt.cl

Prólogo

La Corporación de Desarrollo Tecnológico (CDT) acoge, a mediados de 2006, la solicitud de la Association of Equipment Manufacturers (AEM), en el sentido de impulsar en Chile la utilización de normas ISO relacionadas con maquinarias de movimiento de tierras.

Las normas internacionales consideradas son aquellas que están bajo la tuición del Comité Técnico ISO/TC 127 Earth-moving machinery, que elabora aquellas relacionadas con métodos de prueba relacionados con el rendimiento de la maquinaria, requerimientos de seguridad, competencia de los operadores, operación, mantención y nomenclatura comercial.

La CDT invita a los distribuidores establecidos en Chile de fabricantes de maquinaria asociados a la AEM con el fin de determinar sus requerimientos particulares sobre la propuesta recibida.

Como consecuencia de una serie de reuniones, se concuerda que se forme un Grupo Técnico con el propósito de elaborar un Compendio Técnico que de a conocer en nuestro mercado los requisitos de diseño de la maquinaria, buenas prácticas de operación y mantención con el fin de disminuir la accidentabilidad y mejorar los rendimientos.

Este texto técnico es el producto del trabajo de los integrantes del Grupo Técnico, quienes en las distintas sesiones fueron consensuando los contenidos de cada sección.

Una vez completados los borradores se expuso el texto a una consulta pública por un período de dos meses, recibándose observaciones que fueron evaluadas siguiendo la misma metodología de los organismos normalizadores internacionales.

La Corporación de Desarrollo Tecnológico agradece especialmente a quienes participaron activamente en la fase de redacción del las tolerancias:

Alejandro Morales, Mutual de Seguridad

Arnold Huerta, AEM

Clever Alves, Volvo CE

Hermann Noll, CDT

Ivanna Rojas, Finning Sudamérica

Ramón Valdés, Bobcat Company

Roberto Villablanca, Ministerio de Obras Públicas – Dirección de Vialidad

Silvana Monsalve, CDT, Secretaría Técnica

Introducción

El objetivo de este texto técnico es poner a disposición del sector construcción, especialmente de aquel segmento relacionado con movimientos de tierras, una serie de antecedentes normalizados que permitan aumentar el rendimiento de dichas faenas e incrementar los niveles de seguridad en las mismas.

Para ello, el texto se ha dividido en cuatro secciones que tratan en forma exhaustiva cada uno de aquellos aspectos que permiten asegurar el logro de los objetivos indicados en el párrafo anterior.

La **primera sección** aborda los requisitos de diseño que debe cumplir la maquinaria con el fin de asegurar un máximo rendimiento, seguridad a sus operadores y cuidado del medio ambiente. En este contexto, esta sección recoge información de primer orden que se ha homologado de los actuales desarrollos normativos del Comité Técnico ISO 127, experiencia de los principales fabricantes y apoyo de la AEM.

La maquinaria usada en faenas de movimientos de tierra debe cumplir con algunos requisitos técnicos que aseguren su funcionalidad en condiciones seguras. Ello implica que quienes las fabrican deben cumplir, a lo menos, con un determinado conjunto de requisitos estandarizados en el mercado.

En el contexto de lo señalado, es conveniente precisar que no todos estos requisitos forman parte de regulaciones hechas por las autoridades competentes, siendo muchos de ellos de aplicación voluntaria.

Lo anterior genera situaciones de riesgo, tanto desde la perspectiva de la seguridad como económica. Ocupar maquinaria de bajo estándar puede causar pérdidas y víctimas fatales, las que pueden ser evitadas si se cumple con todas las prescripciones de diseño en aspectos de seguridad. Asimismo, fallas repetitivas o bajas en el rendimiento pueden ser evitadas.

Algunas veces no se evalúan los riesgos por parte de los responsables de las empresas compradoras de maquinaria, asumiendo riesgos innecesarios con el fin de asegurar un menor costo de inversión inicial.

La **segunda sección** se centra en el tema de prevención de riesgos de accidentes y enfermedades laborales. En este sentido se dan indicaciones para diferentes tipos de máquinas y faenas, desarrollando guías estandarizadas que permiten a los profesionales de terreno identificar riesgos, evaluarlos y actuar para prevenirlos o mitigarlos.

La tercera sección se relaciona con temas de medio ambiente, dando recomendaciones prácticas de cómo evitar contaminación en las faenas de movimientos de tierra. En general, se aprecian recomendaciones para faenas urbanas y rurales.

La cuarta sección, a diferencia de las anteriores, define las competencias laborales de operadores y mantenedores de maquinaria, con el fin de contribuir en las empresas a la evaluación de las mismas y al diseño de cursos de capacitación y entrenamiento. La disminución de las brechas detectadas asegurará a las empresas la disminución de accidentes y un aumento en el rendimiento.

Al fin de cada capítulo se entregan listas de verificación para facilitar la implantación de las recomendaciones técnicas indicadas.

Los contenidos técnicos han usado como referencia las normas vigentes de ISO, correspondientes a las materias señaladas en cada caso.

1. Requisitos de diseño para Maquinaria de Movimientos de Tierra

Esta primera sección del Compendio Técnico para Maquinaria de Movimientos de Tierra, se basa en regulaciones chilenas sobre aspectos de seguridad y salud ocupacional, normativa técnica ISO e información entregada por los representantes de las empresas integrantes del Grupo Técnico.

La información se entrega en tres secciones:

1. Glosario y terminología usada en maquinaria de movimientos de tierra;
2. Requisitos normados de maquinaria de movimientos de tierra.

1.1 *Glosario y terminología*

1.1.1 **Maquinaria para movimiento de tierra**

Máquina autopropulsada o remolcada, sobre ruedas, orugas o patas, con equipamiento, accesorios (herramienta de trabajo) o ambos, diseñados principalmente para realizar trabajos de excavación, carga, transporte, perforación, tendido, compactación o zanjeo de suelos, roca u otros materiales.

1.1.2 **Máquina compacta**

Máquina para movimiento de tierra que posee una masa operativa menor o igual a 4 500 kg¹, excepto las excavadoras compactas en las cuales este valor es de 6 000 kg².

1.1.3 **Máquina con mando directo**

Máquina para movimiento de tierra, autopropulsada manejada por un operador en contacto físico con la máquina.

1.1.4 **Máquina con el operador a bordo**

Máquina de mando directo autopropulsada donde los dispositivos de mando se encuentran en la máquina que es manejada por un operador sentado o de pie.

1.1.5 **Máquina sin el operador a bordo**

Máquina de mando directo autopropulsada donde los dispositivos de mando se encuentran en la máquina que es manejada por un operador pedestre (ni sentado ni de pie en la máquina).

1.1.6 **Máquina con mando a distancia**

Máquina para movimiento de tierra autopropulsada que es manejada mediante la transmisión de señales desde una caja de mando (transmisor) que no está situada en la máquina, hasta una unidad de recepción (receptor) situado en la máquina.

¹ Se estima que el valor de 4 500 kg debería incrementarse en el corto plazo debido a que algunos fabricantes ya se encuentran comercializando maquinaria en el rango del límite indicado.

² Algunos fabricantes ya están comercializando excavadoras compactas en el rango de los 8 000 kg.

1.1.7 Familia de máquinas³

Grupo de máquinas diseñadas para un mismo tipo de trabajo.

Bulldozer

Máquina autopropulsada sobre orugas o sobre ruedas con un equipamiento que posee un accesorio con una hoja que corta, desplaza y nivela materiales mediante el movimiento de avance de la máquina, o un accesorio montado utilizado para ejercer una fuerza de empuje o de tracción.

Cargadora

Máquina autopropulsada sobre orugas o sobre ruedas con un equipamiento montado en la parte frontal, diseñado principalmente para operaciones de carga (utilizando una cuchara o balde), mediante el movimiento de avance de la máquina.

Cargadora con dirección por deslizamiento (minicargadora)

Cargadora que normalmente posee el puesto del operador situado entre las estructuras de soporte del accesorio y cuya dirección se realiza mediante la variación de la velocidad y/o el sentido de giro entre las transmisiones de tracción en los lados opuestos de la máquina que posee ejes fijos sobre ruedas u orugas.

Excavadora⁴

Máquina autopropulsada sobre orugas, ruedas o patas con una superestructura capaz de girar 360° con un equipamiento montado, diseñada principalmente para excavar con un balde y manipulación de carga, sin que la estructura portante se desplace durante el ciclo de trabajo.

Retrocargador⁵

Máquina autopropulsada con un bastidor principal diseñado para soportar a la vez un balde cargador montado en la parte delantera y un brazo excavador en la parte trasera (normalmente con estabilizadores).

Camión tolva

Máquina autopropulsada para uso dentro o fuera de carretera, con una caja abierta, que transporta, vuelca o esparce materiales y donde la carga se efectúa por medios externos al volcador.

Camión tolva articulado

Camión tolva sobre ruedas con dirección por articulación de bastidores.

Motoniveladora

Máquina autopropulsada sobre ruedas con una hoja regulable ubicada entre los ejes delantero y trasero con el fin de nivelar terrenos o corregir

³ Otras familias de máquinas no han sido consideradas como parte de este compendio por no ser incidentes en el mercado nacional.

⁴ Máquina utilizada en otras industrias tales como forestal o demoliciones para lo cual deben ser equipadas apropiadamente.

⁵ Máquina que al ser utilizada en otras aplicaciones industriales puede ser equipada con aditamentos opcionales diferentes a los indicados.

taludes, que puede estar equipada con una hoja frontal adicional y con escarificador central o trasero.

Compactador de residuos

Máquina de compactación autopropulsada sobre ruedas con un equipamiento delantero con una hoja o accesorio de carga y ruedas provistas de elementos para triturar y compactar los residuos, y que también desplaza, nivela y carga suelos, residuos domésticos o sanitarios, mediante su movimiento.

Compactador

Máquina autopropulsada o remolcada con uno o más cilindros metálicos (tambores) o neumáticos, que compacta materiales, tales como piedra partida, tierra, mezclas asfálticas o gravas, mediante la acción de rodadura y/o de vibración del dispositivo de compactación.

Perforadora direccional

Máquina que utiliza un cabezal de corte orientable adjunto al final de una cadena de perforación para la creación de un agujero en la tierra en una dirección horizontal. La perforación puede incluir la inyección de fluidos de perforación a través de la cadena a la cabeza de corte, el seguimiento de la cavidad mediante el uso de sensores o un transponedor cerca de la cabeza de corte y posterior ampliación de la cavidad de escariado.

Zanjadora

Máquina autopropulsada sobre ruedas u orugas, con un equipamiento o accesorio delantero y/o trasero diseñado, principalmente, para excavar zanjas en operación continua mediante el movimiento de la máquina

1.1.8 Peso operativo

Peso de una máquina sin carga que incluye su peso propio más el combustible y el operador.

1.2 Requisitos comunes a maquinaria de movimiento de tierra

Esta segunda sección indica todos aquellos requisitos que debe cumplir una máquina para movimiento de tierra, agrupándose éstos, primero en los de carácter obligatorio en Chile y que guardan relación con las condiciones de trabajo de los operadores.

Posteriormente se especifican los requisitos relacionados con seguridad que actualmente están normados, haciendo referencia a Normas ISO.

Hacia el final de la sección se indican los requisitos técnicos relacionados a la operación de las máquinas, también haciendo referencia a Normas ISO y otras aplicadas en el mercado nacional.

1.2.1 Requisitos reglamentados de las condiciones de trabajo

La legislación vigente en Chile obliga a cumplir con determinadas condiciones mínimas de los puestos de trabajo, las que se pueden encontrar en el DS (S) 594 (1999). En los párrafos siguientes se ha extractado aquella información que es aplicable a la maquinaria.

Exposición a Vibraciones

Las vibraciones transmitidas al cuerpo son valores que dependen del funcionamiento y las condiciones del terreno y por lo tanto genera

requisitos de diseño a la maquinaria. Sin embargo, el fabricante deberá asegurar no se sobrepasen los límites indicados bajo condiciones normales de operación.

EXPOSICIÓN DE CUERPO ENTERO

De acuerdo a la legislación vigente, en la exposición a vibraciones de cuerpo entero, la aceleración vibratoria recibida por el individuo deberá ser medida en la dirección apropiada de un sistema de coordenadas ortogonales tomando como punto de referencia el corazón. (Figura 1)

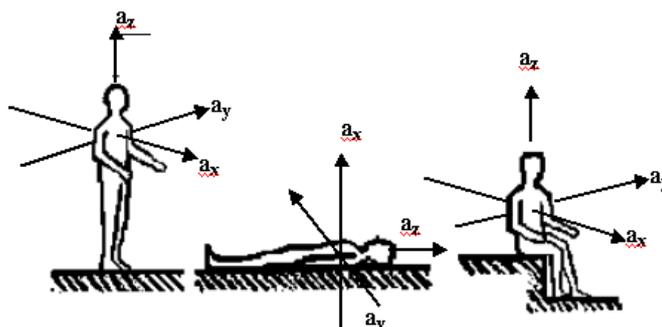


Figura 1

Las mediciones de la exposición a vibración se deberán efectuar con un sistema de transducción triaxial, con el fin de registrar con exactitud la aceleración vibratoria generada por la fuente, en la gama de frecuencias de 1 Hz a 80 Hz.

La medición se deberá efectuar en forma simultánea para cada eje coordenada (a_z , a_x y a_y), considerándose como magnitud el valor de la aceleración equivalente ponderada en frecuencia (A_{eq}) expresada en metros por segundo al cuadrado (m/s^2).

La aceleración equivalente ponderada en frecuencia (A_{eq}) máxima permitida para una jornada de 8 horas por cada eje de medición y restricciones de tiempo en aquellos casos en que las aceleraciones sean mayores, se indica en Tabla 1.

Tabla 1

| Tiempo de Exposición (horas) | Aeq. Máxima Permitida (m/s^2) | | |
|---------------------------------|--------------------------------------|---|---|
| | Z | X | Y |
| | | | |

| | | | |
|-----|------|------|------|
| 8 | 0,63 | 0,45 | 0,45 |
| 7 | 0,70 | 0,50 | 0,50 |
| 6 | 0,78 | 0,54 | 0,54 |
| 5 | 0,90 | 0,61 | 0,61 |
| 4 | 1,06 | 0,71 | 0,71 |
| 3 | 1,27 | 0,88 | 0,88 |
| 2 | 1,61 | 1,25 | 1,25 |
| 1 | 2,36 | 1,70 | 1,70 |
| 0,5 | 3,30 | 2,31 | 2,31 |

EXPOSICIÓN SEGMENTARIA DEL COMPONENTE MANO -BRAZO

En la exposición segmentaria del componente mano-brazo, la aceleración originada por el volante o los comandos de la máquina debe medirse en tres direcciones ortogonales, en el punto donde la vibración penetra en la mano. (Figura 2)

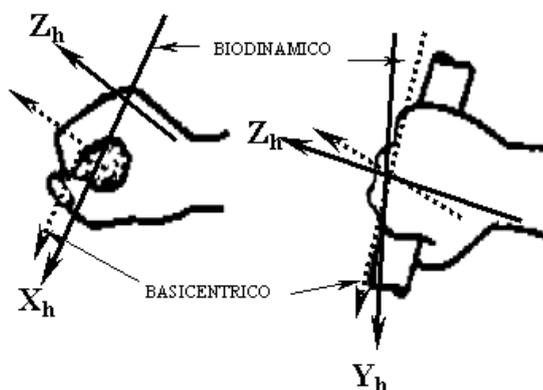


Figura 2

Las mediciones de la exposición a vibraciones se efectuarán con un transductor pequeño y de poco peso, con el fin de registrar con exactitud la aceleración vibratoria generada por la fuente, en la gama de frecuencias de 5 Hz a 1500 Hz.

La medición se deberá efectuar en forma simultánea en los tres ejes coordenadas (Z_h , X_h e Y_h), por ser la vibración una cantidad vectorial.

La magnitud de la vibración se expresará para cada eje coordenado por el valor de la aceleración equivalente ponderada en frecuencia, expresada en metros por segundo al cuadrado (m/s^2) o en unidades de gravitación (g).

La aceleración equivalente máxima, medida en cualquier eje, constituirá la base para efectuar la evaluación de la exposición a vibraciones del segmento mano-brazo y no deberá sobrepasar los valores establecidos en la tabla 2.

Tabla 2

| Tiempo de Exposición (T) (Horas) | Aceleración Vibratoria Máxima | |
|-------------------------------------|-------------------------------|------|
| | (m/s ²) | (g)* |
| 4 < T < 8 | 4 | 0,40 |
| 2 < T < 4 | 6 | 0,61 |
| 1 < T < 2 | 8 | 0,81 |
| T < 1 | 12 | 1,22 |

Exposición al calor o frío

DE LA EXPOSICIÓN OCUPACIONAL A CALOR:

El análisis de las tablas incorporadas en la legislación vigente, permiten establecer que un operador de maquinaria no debe estar expuesto a condiciones de calor que superen los 25 °C, durante su jornada de trabajo.

DE LA EXPOSICIÓN OCUPACIONAL AL FRÍO

El análisis de las condiciones y restricciones en materia de exposición al frío, permiten establecer que las cabinas cerradas deben contar con un sistema que impida temperaturas por bajo los 10 °C.

En aquellos casos en que no se cuente con cabinas cerradas, se debe dar cumplimiento a las tablas de sensación térmica y limitar la exposición al frío.

En esos casos se debe proporcionar ropa adecuada, la cual será no muy ajustada y fácilmente desabrochable y sacable. La ropa exterior en contacto con el medio ambiente deber ser de material aislante.

Requisitos de Iluminación

Todo lugar de trabajo, con excepción de faenas mineras subterráneas o similares, deberá estar iluminado con luz natural o artificial que dependerá de la faena o actividad que en él se realice.

Para el caso de maquinaria, la faena debe estar iluminada con a lo menos 300 lx.

Las relaciones de máxima luminancia (brillantez) entre zonas del campo visual y la tarea visual debe ser la siguiente:

- 5 a 1 Entre tareas y los alrededores adyacentes
- 20 a 1 Entre tareas y las superficies más remotas
- 40 a 1 Entre las unidades de iluminación (o del cielo) y las superficies adyacentes a ellas.
- 80 a 1 En todas partes dentro del medio ambiente del trabajador.

Exposición al ruido

En la exposición laboral a ruido se distinguen tres tipos: estable, fluctuante e impulsivo.

Ruido estable es aquel ruido que presenta fluctuaciones del nivel de presión sonora instantáneo inferiores o iguales a 5 dB(A) lento, durante un período de observación de 1 minuto.

Ruido fluctuante es aquel ruido que presenta fluctuaciones del nivel de presión sonora instantáneo superiores a 5 dB(A) lento, durante un período de observación de 1 minuto.

Ruido impulsivo es aquel ruido que presenta impulsos de energía acústica de duración inferior a 1 segundo a intervalos superiores a 1 segundo.

RUIDO ESTABLE O FLUCTUANTE

La exposición ocupacional a ruido estable o fluctuante deberá ser controlada de modo que para una jornada de 8 horas diarias ningún trabajador podrá estar expuesto a un nivel de presión sonora continuo equivalente superior a 85 dB(A) lento, medidos en la posición del oído del trabajador.

RUIDO IMPULSIVO

La exposición ocupacional a ruido impulsivo deberá ser controlada de modo que para una jornada de 8 horas diarias ningún trabajador podrá estar expuesto a un nivel de presión sonora peak superior a 95 dB(C) peak, medidos en la posición del oído del trabajador.

En ningún caso se permitirá que trabajadores carentes de protección auditiva personal estén expuestos a niveles de presión sonora peak superiores a 140 dB(C) peak, cualquiera sea el tipo de trabajo.

1.2.2 Requisitos normados de diseño seguro de maquinaria

El Comité Técnico ISO-127 ha desarrollado una serie de normas que guardan relación con aspectos que deben cumplir los diseños de las máquinas con el fin de cumplir los requisitos de seguridad definidos en diversas legislaciones y condiciones de mercado.

A continuación se indica la síntesis de ellos para el caso chileno.

Sobre vibraciones

El asiento deberá ensayarse según lo estipulado en la norma ISO 7096:2000, que estipula el procedimiento para medir la efectividad de la reducción de vibraciones verticales que son transmitidas al operador, en el rango de 1 a 20 Hz.

Se debe solicitar el certificado emitido por un organismo certificador debidamente acreditado para estos efectos ante el INN u otro internacional.

Debe verificarse que el resultado tenga valores tales que permitan asegurar el cumplimiento de los requisitos indicados en la Tabla 1.

Sobre calor y frío

La cabina deberá proteger al operador contra las condiciones climáticas adversas. Deberá poseer un sistema de ventilación, un sistema de calefacción ajustable y un sistema de descongelación para las ventanas.

El sistema de ventilación, calefacción y descongelación debe:

- a) Ser ensayado de acuerdo a lo estipulado en la norma ISO 10263-4:1994, que establece el método de prueba para verificar una temperatura y humedad uniforme al interior de la cabina de una máquina de movimiento de tierra que posean sistemas de ventilación, calefacción o aire acondicionado.

- b) El sistema de calefacción debe tener la capacidad de aumentar la temperatura del aire en el interior de la cabina dentro de los 30 min y mantener una temperatura de +18 °C. La prueba se contará a partir del funcionamiento del motor a la temperatura de trabajo según lo especificado por el fabricante.
- c) El sistema de ventilación deberá ser capaz de proporcionar a la cabina aire fresco filtrado con un caudal mínimo de 43 m³/h.

Sobre iluminación interior

La cabina deberá estar provista de un sistema de iluminación interior que debe ser capaz de funcionar con el motor detenido, para permitir iluminar la estación del operador y leer el manual de manejo en la oscuridad.

Sobre ruidos

REDUCCIÓN DEL RUIDO EN LA FUENTE EN LA FASE DE DISEÑO

Las máquinas deben estar diseñadas y construidas de manera que los riesgos que resulten de la emisión de ruido aéreo sean reducidos al nivel más bajo que permita el progreso técnico y la disponibilidad de medios de reducción del ruido, en particular, en la fuente.

Es recomendable que los diseñadores de maquinaria declaren que han seguido las prácticas indicadas en la norma ISO 11688-1:1995, sobre recomendaciones de diseño para el control de ruidos.

No hay normas que establezcan parámetros específicos para la maquinaria.

REDUCCIÓN DEL RUIDO APLICANDO MEDIDAS DE PROTECCIÓN

Además de lo anterior se recomienda dotar a las máquinas con las medidas de protección y dispositivos para reducir el ruido emitido.

Por ejemplo, las siguientes medidas pueden aplicarse:

- a) Una cabina independiente,
- b) Un sistema de aislamiento acústico del motor y
- c) Silenciadores de escape.

Sobre activación inadvertida o accidental

Los controles que pueden causar daño debido a la activación inadvertida o accidental, deben estar dispuestos de forma que se puedan mantener desactivados o vigilados como para minimizar el riesgo, particularmente cuando el operador se encuentra en o fuera de la estación de trabajo. El dispositivo de desactivación se activará por accionamiento del operador o automáticamente.

Sobre el contacto con partes calientes

Las piezas que se calienten durante la operación se deben diseñar, construir o colocar con una protección para minimizar el riesgo de quemaduras.

De acuerdo a lo indicado en la norma EN 563:1994 se establece que aquellas superficies donde existe riesgo de contacto por parte de personas la temperatura máxima no debe superar los el rango entre 60 y 66 °C. Para aquellas superficies metálicas pintadas inaccesibles, la temperatura máxima no debe superar los 83 °C, mientras que en aquellas no pintadas el valor se reduce a 65 °C.

Sobre el contacto con piezas móviles

Las piezas móviles, ruedas o pistas o material de trabajo susceptible de movimiento se deben ubicar y proteger de manera tal que se evite el contacto accidental durante el funcionamiento de la máquina.

Sobre los gases de escape del motor:

El sistema de escape de gases producto de la combustión del motor debe asegurar que dichos gases se liberen lejos del operador y de la entrada de aire de la cabina.

Sobre los riesgos de volcamiento

ESTABILIDAD

Las máquinas junto con su equipamiento, accesorios y equipos opcionales deben ser diseñadas y construidas de manera que se asegure la estabilidad en todas las condiciones normales de operación, las que deben estar claramente especificadas en el manual de operaciones.

Los dispositivos destinados a aumentar la estabilidad de máquinas durante su operación deben contar con mecanismos de seguridad; por ejemplo válvulas de chequeo que las mantengan su posición en caso de falla o pérdida de presión de aceite.

Sobre tubos y mangueras a presión o con líquidos peligrosos

La norma ISO 3457:2003 establece los requisitos generales de protección para los operadores, observándose en su texto que la tubería y mangueras situadas en el interior de la cabina que contengan líquidos que son peligrosos, por ejemplo a causa de su presión (superior a 5 MPa) o temperatura (superior a 60 °C) deben estar protegidas.

En la medida de lo posible, la tubería y mangueras deben ser puestas fuera de la cabina.

La colocación de elementos que permitan desviar los líquidos peligrosos y que se ubiquen entre la posición del operador y la tubería o mangueras se pueden considerar como un dispositivo de protección suficiente.

Dispositivos de advertencia y señales de seguridad:

Las máquinas de movimiento de tierra deberá estar equipada con:

BOCINA

La bocina debe ser controlada por el operador y su nivel de presión sonora debe ser igual o mayor que 93 dB, medidos a 7 m de cualquier punto de la máquina. Lo anterior está definido en la norma ISO 6395:2004.

ALARMA DE RETROCESO⁶

Alarma de retroceso que advierte que el vehículo está en movimiento, esta alarma debe emitir sonidos intermitentes de hasta 107 dB., Debe operar automáticamente al retroceder la máquina.

BALIZA ESTROBOSCÓPICA⁷

Luz estroboscópica para dar visibilidad de la máquina en horas de oscuridad, especialmente en tránsitos o cuando está detenida en caminos

⁶ No se encontraron normas al respecto, pero son exigencias del mercado nacional.

⁷ No se encontraron normas al respecto, pero son exigencias del mercado local.

con circulación de vehículos. La baliza debe tener una frecuencia de destello entre 65 a 90 flashes por minuto, y una intensidad lumínica de peak de 175.000 candelas.

1.2.3 Requisitos normados de diseño operativo de maquinaria

Diversas normas establecen condiciones que facilitan la operación de la maquinaria con el fin de lograr rendimientos acorde a las exigencias de mercado.

A continuación se indican aquellas que son incidentes en esta materia:

Accesos a las máquinas

La norma ISO 2867:1994 establece los requisitos dimensionales de los accesos al puesto de trabajo del operador y a puntos de trabajo de mantenimiento estando la máquina estacionada.

La misma norma establece los requisitos de las salidas de emergencia, estipulándose que su ubicación se debe considerar en un lado que no sea el de la apertura principal.

La cabina debe tener una salida de emergencia bien señalizada.

Asimismo indica que para estos efectos un panel de ventana u otra puerta es aceptable sólo si son fáciles de abrir o eliminar sin el uso de llaves o herramientas. Las cerraduras pueden ser utilizadas si se pueden abrir desde el interior sin el uso de llaves o herramientas.

Si la salida de emergencia es una apertura con cristal, éste debe ser de un tamaño adecuado a las alternativas equivalentes. En tal caso, el panel necesitará de un martillo, inmediatamente accesible para el operador, el que deberá estar fácilmente accesible en la cabina.

Acceso a las máquinas articuladas

Contarán con accesos adecuados que faciliten el ingreso del operador a la estación de trabajo y zonas en las que deba llevar un mantenimiento rutinario con.

El efecto del barro en los medios de acceso se reduce al mínimo mediante el diseño adecuado.

En máquinas con marcos y en el articulado propiamente tal, la posición de dirección, debe contemplar un espacio libre mínimo de 150 mm para las extremidades inferiores que se dará entre las estructuras o componentes con movimiento relativo existentes en el camino y de los sistemas de acceso a la estación del operador.

Requisitos generales de cabina para máquinas

FACILIDADES ERGONÓMICAS PARA EL OPERADOR

Asiento

Las máquinas donde el operador esté, deben estar equipadas con un asiento ajustable que permita al operador controlar la máquina bajo las condiciones de funcionamiento previstas.

Pedales

Los pedales tendrán un tamaño adecuado y una disposición adecuadamente espaciada.

Los pedales deberán tener una superficie antideslizante y ser fáciles de limpiar.

Si los pedales de una máquina tienen la misma función (embrague, freno y acelerador) que un vehículo motorizado, deberán estar dispuestos de la misma forma para evitar el riesgo de confusión.

ESPACIO MÍNIMO PARA EL OPERADOR

La norma ISO 3411:2007 establece el espacio mínimo normal para el operador en 920 mm. Sin embargo, en aquellas máquinas compactas esa dimensión puede reducirse a 650 mm.

La norma ISO 6682:1986 y su enmienda 1:1989 son una guía de diseño que permite a los fabricantes dimensionar los espacios teniendo en cuenta el confort del operador y la ubicación de los controles de la máquina.

SISTEMA DE PRESURIZACIÓN

En caso de que una cabina esté equipada con un sistema de presurización, se pondrá a prueba según la norma **ISO 10263-3:1994** y deberán proporcionar una presión interior relativa de al menos el 50 Pa

PUERTAS Y VENTANAS:

Puertas, ventanas y manillas de sujeción se mantendrán en sus posiciones funcionales de forma segura; deberán adoptarse medidas para la prevención de apertura involuntaria. Las puertas podrán mantenerse en su posición de funcionamiento mediante un dispositivo de cierre positivo. La apertura podrá hacerse con la máquina en posición de funcionamiento y sin necesidad que los operadores estén en la estación de trabajo.

Las ventanas serán de cristal de seguridad u otro material similar que de un material seguro.

Techo y ventanas no necesitan protección mecánica adicional. La(s) ventana(s) delantera(s) y trasera(s) deberán estar provistas de limpia parabrisas y de arandela(s). El depósito de la ventana arandela(s) deberá ser fácilmente accesible.

Requisito de cabina para máquinas con peso operativo igual o superior a 1.500 kg

Las máquinas con peso operativo superior o igual a 1 500 kg, según determina la ISO 6016-1998, deben estar equipadas con una cabina, a menos que las condiciones meteorológicas previstas permitan su operación durante todo el año sin ella. Esto último debe ser acordado por las partes.

Las máquinas que operen en zonas contaminadas deben estar equipadas con una cabina que cuente con un sistema de protección contra la contaminación.

Las máquinas que operen con riesgos a recibir la proyección de partículas, por ejemplo en el caso de operación hidráulica de demolición o de martillo, deben tener una protección adecuada, como vidrios de alta resistencia al impacto, malla de protección o una protección equivalente.

Se debe verificar que el espacio de trabajo dentro de la cabina esté libre de riesgos de exposición a bordes afilados, ángulos agudos o vértices en punta. Radio de esquinas y bordes deberán cumplir con los requisitos establecidos en la norma ISO 12508:1994 para evitar riesgos de accidentes por bordes afilados.

Visibilidad

CAMPO VISUAL DEL OPERADOR

La norma ISO 5006:2006 establece los requisitos de diseño y prueba que aseguren al operador tener suficiente visibilidad desde la estación de trabajo.

El método de prueba y evaluación está contenido en la misma norma y establece como requisito la visibilidad en un área rectangular 1 m más allá de los bordes de la máquina y en un círculo a 12 m de la máquina.

Las máquinas de movimiento de tierras deberán estar equipados con espejos retrovisores de acuerdo con las normas ISO 14401-1:2004 y ISO 14401-2:2004.

Si se proporcionan los dispositivos de Iluminación, señalización y marcado de luces, reflejos y reflexión, éstos de deben ajustar a lo indicado en la norma ISO 12509:1995 sobre facilitación del trabajo con luces y reflejos-reflexión.

SISTEMA DE DESCONGELACIÓN:

Las máquinas con cabina deberán contar con facilidades para descongelar la(s) ventana(s) delantera(s) y trasera(s), por ejemplo por medio de un sistema de calefacción o de un dispositivo de descongelación.

Para verificar que el sistema de descongelación asegure una amplia visibilidad se debe proceder según lo establecido como método de prueba en la norma ISO 10263-5: 1994.

Controles e indicadores de operación:

Los controles (partes, palancas, pedales, interruptores, etc.) y los indicadores de la máquina, equipo, deben ser elegidos, diseñados, fabricados y dispuestos de acuerdo a la norma ISO 10968: 2004, que especifica los requisitos y las pautas para los controles primarios de operación de la maquinaria de movimiento de tierra. Su contenido se orienta a aquellos controles operador con un dedo, una mano o los pies del operador, cuidando de prevenir el uso de otros tipos de controles. No obstante, se recomienda que los requisitos y los principios generales del arreglo tomen la seguridad y ergonomía del operador.

Considerando lo anterior se debe verificar lo siguiente para controles e indicadores:

- a) Que sean de fácilmente accesibles.
- b) Que las posiciones neutras de los controles estén claramente identificadas en las instalaciones de la estación del operador.
- c) El movimiento de los controles para activar las funciones y los indicadores deben ser fácilmente comprensibles, siempre que sea posible.
- d) Los dispositivos de parada de motor deberán estar dentro de la zona de alcance del operador.
- e) Cuando un dispositivo está diseñado y confeccionado para llevar a cabo el control de varias funciones de la máquina, éstas se deben identificar claramente.
- f) Para aquellos controles electrónicos se debe cumplir lo establecido en la norma EN 954-1:1996 sobre protección de usuarios de equipos o máquinas eléctricas.

Sistema de partida

El sistema de partida de la maquinaria de movimiento de tierras, debe estar provisto de un dispositivo de arranque con llave o mecanismo equivalente que impida su puesta en marcha por parte de personas no autorizadas, según lo establecido en la norma ISO 10264: 1990.

Sistema de freno

Las máquinas de movimiento tierra deben estar equipadas con sistemas de freno de servicio, secundario y de estacionamiento.

Los sistemas de frenos deben ser eficaces en todas las condiciones de servicio, carga, velocidad, condiciones del terreno y pendiente, de acuerdo con uso de la máquina.

Para máquinas sobre neumáticos, el sistema de frenos deberán cumplir los requisitos de rendimiento indicados en la norma ISO 3450: 1996, los que son aplicables tanto en el lugar de trabajo como en sus desplazamientos en carretera.

En el caso de máquinas sobre orugas se deben cumplir los requisitos establecidos en la norma ISO 10265: 2008.

Sistema de dirección

El sistema de dirección para máquinas sobre neumáticos y con velocidades sobre 20 km/h debe cumplir con los requisitos establecidos en la norma ISO 5010: 2007.

El sistema de dirección para máquinas con orugas, que cuenten con un sistema de velocidad delantero/trasero, deberá operarse a una velocidad superior a 20 km/h en forma gradual.

Control de la máquina

Las máquinas de movimiento de tierras se diseñarán de modo que no sea posible la existencia de movimientos peligrosos de la máquina, sus equipos de trabajo o la carga, sin poner en marcha el motor o actuando sobre los controles.

Cuando la máquina y equipo de trabajo no pueda ser operada mediante los controles por fallas, fugas o porque se detiene la fuente de alimentación, se debe contar con limitadores de movimiento de forma de no generar riesgos al operador.

Si los controles de una máquina son accesibles desde el nivel del suelo, se deben proporcionar los medios que permitan minimizar la posibilidad de accionar dichos controles accidentalmente desde el suelo. (Por ejemplo, protección de la puerta o de sistemas de bloqueo).

CONTROL REMOTO

Los controles remotos, con cables o inalámbricos, usados para operar máquinas deben cumplir los requisitos adicionales de seguridad que se especifican en la norma ISO 15817: 2005.

CASOS DE EMERGENCIA

Si el motor se detiene se deberá:

- a) Detener el equipo y fijarlo al suelo
- b) Ver la condición del equipo y bajar los controles a su posición más baja

- c) Liberar la presión residual de todos los circuitos neumáticos e hidráulicos que puedan ser fuente de riesgo.

Los medios para bajar los controles para liberar la presión residual pueden estar situados fuera de la estación del operador y ello debe estar descrito en el manual de operaciones entregado por el fabricante.

PANELES DE CONTROL

El operador debe poder de ver desde su puesto trabajo, tanto de día como de noche, los indicadores para verificar el buen funcionamiento de la máquina. El deslumbramiento se deberá reducir al mínimo.

Los indicadores de control para la seguridad y el buen funcionamiento de la máquina, se ajustarán a los colores de seguridad y las señales de seguridad indicados en la norma ISO 6011: 2003, debiendo ser visibles desde el puesto normal de trabajo del operador.

Medidas de protección y dispositivos

TRABAJOS EN ZONAS CONTAMINADAS

Si una máquina de movimiento de tierras está destinada a ser utilizada en un ambiente contaminado, debe tenerse en cuenta las precauciones especiales para proteger al operador (por ejemplo aire fresco, sistemas de filtrado o sistema para proporcionar aire respirable al operador).

PROTECCIONES

Todas las piezas o partes móviles que representen un peligro al operador, se diseñarán, construirán o colocarán siempre con dispositivos de protección para minimizar el riesgo de aplastamiento, corte o impacto.

Las protecciones deberán ser diseñadas de manera que queden sólidamente dispuestas en su lugar, impidiendo el acceso a partes y zonas peligrosas de la máquina. Los compartimentos de paneles del motor se consideran como protecciones

Las maquinarias de movimiento de tierra deben estar equipadas con defensas u otros medios de protección contra daños producidos por fluidos peligrosos, altas temperaturas y otros asociados a la operación normal o las actividades de mantención.

Los requisitos de estas defensas están dispuestos en la norma ISO 3457: 2003.

Traslado de maquinaria

GENERALIDADES

Estabilizadores, u otros dispositivos móviles que pueden causar un peligro durante el transporte o traslado deberán estar asegurados en su posición de transporte.

Instrucciones para el seguro de bloqueo deben encontrarse en el manual reoperaciones del fabricante.

REMOLQUE

Si una máquina requiere ser remolcada debe contar con elementos que faciliten dicha maniobra.

Se debe verificar que cuenten con dispositivos de arrastre (ganchos u otros), que deben estar firmemente anclados a la máquina. Los requisitos para dichos elementos están descritos en la norma ISO 10532:1995.

Su ubicación, fuerzas admisibles, correcto uso del remolque, la velocidad de remolque y la distancia deberán estar claramente especificados en el manual de operaciones entregado por el fabricante.

TRANSPORTE SOBRE PLATAFORMA

Si la máquina requiere ser transportada sobre una plataforma, directamente instalada sobre un camión o remolcada, se debe considerar cumplir con lo siguiente:

1. Para el levantamiento se debe considerar que hay puntos de elevación que están diseñados para la asegurar dicha maniobra.
2. Asimismo, están señalado aquellos puntos de los subconjuntos que se levanten en una sola pieza.
3. Los puntos debe estar identificados mediante marcas, según lo indicado en la norma ISO 6405-1: 2004.

Manipulación de objetos

En aquellas máquinas en que exista un dispositivo para la manipulación de objetos, éste puede ser fijo o móvil y podrá estar situado en un cubo, en un brazo o cualquier otra parte de la máquina o puede ser un dispositivo independiente.

Debe ser diseñado de forma tal que el riesgo de ser dañado durante el uso normal de las operaciones de movimiento de tierras sea mínimo.

Asimismo, el dispositivo de enganche debe ser diseñado de forma tal que impida el desenganche involuntario de la carga.

Seguridad en la Operación y Mantenimiento de Maquinaria para Movimiento de Tierra

Esta segunda parte del Compendio Técnico para Maquinaria de Movimientos de Tierra, entrega información base para la elaboración de planes de seguridad en faenas donde se utilizan máquinas. La información entregada es una guía práctica que puede ser aplicada en faenas de construcción donde haya movimientos de tierra usando maquinaria.

Debe considerarse que el contenido de esta guía puede sufrir variaciones o ser adaptada en las diferentes obras de acuerdo a sus características específicas, indicaciones del Profesional Experto en Prevención de Riesgos, acuerdos del Comité Paritario de la Faena o indicaciones derivadas de la aplicación del Sistema de Prevención de Riesgos de la Faena.

Su contenido se basa en regulaciones chilenas sobre aspectos de seguridad y salud ocupacional, normativa técnica OHSAS e información entregada por los representantes de las empresas integrantes del Grupo Técnico.

La información se entrega en tres secciones:

- Marco teórico de Prevención de Riesgos de Accidentes del Trabajo y Enfermedades Profesionales.
- Causas comunes de accidentes del trabajo o enfermedades profesionales ocasionadas por la operación o mantenimiento de maquinaria;
- Recomendaciones de Seguridad en el trabajo con maquinaria.

2.1. Marco Teórico de Prevención de Riesgos de Accidentes del Trabajo y Enfermedades Profesionales

El entendimiento conceptual de un marco teórico de Prevención de Riesgos, permite abordar, desde una perspectiva sistémica el problema de tener tasas de accidentabilidad y enfermedades profesionales por sobre los valores deseados en la administración general de las empresas y faenas.

2.1.1. Generalidades sobre Gestión de Riesgos

En ese contexto, se define Riesgo como “La probabilidad que la ocurrencia de un hecho incierto o peligro existente en una actividad o proceso cause un resultado diferente del esperado”.

Desde una perspectiva general, un riesgo puede ser positivo o negativo. Sin embargo para efectos de este texto técnico, se limitará la definición sólo a aquellos casos en los cuales el resultado es negativo respecto del esperado.

La definición anterior permita analizar desde diferentes puntos su efecto real en una faena de movimiento de tierra o una obra cualquiera:

- Impacto Esperado del Riesgo: Indicador que combina la probabilidad de ocurrencia del hecho incierto con la severidad en la variación de resultado de la

actividad o proceso. A mayor valor de este indicador, mayor el cuidado en las acciones de prevención o de planificación para enfrentarlo.

- **Severidad del Riesgo:** Índice de variación del resultado en la actividad o proceso. En este sentido, hay que subdividir este concepto en cuanto al efecto en las personas y en los equipos o procesos. El riesgo más severo es aquel accidente que lesiona o mata a seres humanos.
- **Probabilidad de Ocurrencia de un Hecho Incierto o Peligro:** Probabilidad, determinada estadísticamente o por medio de otras metodologías, de que un hecho incierto o peligro, que es considerado potencial causa de un riesgo, se produzca.

Existen diferentes metodologías para definir cada uno de los conceptos generales indicados y herramientas que facilitan su análisis conducente a la elaboración de planes de prevención, mitigación o control de los riesgos. Ello no es materia de este texto técnico, sin embargo se invita al lector a buscar información al respecto.

2.1.2. Accidentes del Trabajo y Enfermedades Profesionales

Para el alcance de este documento se define que los accidentes del trabajo y las enfermedades profesionales son riesgos que atañen directamente a las personas. Asimismo, se restringe el tema sólo a aquellos aspectos que guardan relación con riesgos en obras o faenas donde existan actividades de movimientos de tierra con maquinaria.

Considerando la gravedad que implica que los efectos sean directos sobre las personas, la prevención de este tipo de riesgos se ha desarrollado tanto en la parte legal como de sistemas de gestión, de forma tal de asegurar la vida y la salud de los trabajadores y personas presentes en el lugar de la faena u obra.

La legislación chilena, impone ciertas responsabilidades a las empresas y trabajadores, las que deben ser respetadas y cumplidas a cabalidad en todas las obras o faenas.

- Es obligatorio el Seguro Social Contra Riesgos de Accidentes del Trabajo y Enfermedades Profesionales. Este seguro es de cuenta del empleador, sin embargo en el caso de empresas contratistas es responsabilidad del mandante verificar la existencia del seguro por parte del empleador del trabajador. La no verificación de ello lo hace responsable solidario. (Ley 16.744)
- Es obligatorio informar a los trabajadores de los riesgos laborales, las medidas preventivas y el método correcto de desempeñar sus labores.
- Regulaciones administrativas relacionadas con Comités Paritarios, información estadística, administración del seguro y otras materias también están contenidas en la legislación y se recomienda contactar al Organismo Administrador del Seguro para que verifique su cabal cumplimiento.

2.2. Causas comunes de accidentes del trabajo y enfermedades profesionales ocasionadas por la operación o mantención de maquinaria

Los accidentes ocurren porque hay causas que los provocan, las que pueden ser identificadas, eliminadas y controladas.

En la mayoría de los accidentes no existe una sola causa concreta, sino que existen muchas causas interrelacionadas y conectadas entre sí. Es esta combinación de la que explica que todos los accidentes son distintos.

En diversos textos de estudio de Prevención de Riesgos se observa que, desde un punto de vista básico, las causas de los accidentes se pueden dividir en dos grandes categorías:

- Actos inseguros, aquellos que dependen de la acción de la propia persona.
- Condiciones inseguras, aquellos que derivan del entorno o ambiente de trabajo.

En la publicación del INP (Instituto de Normalización Previsional de Chile) se indica que el 85% de los accidentes ocurrieron debido a actos inseguros, sólo el 1% de casos se debió a condiciones inseguras y el 14% de los casos a una mezcla de ambos.

El estudio anterior implica que en el 99% de los casos se debieron a la intervención del ser humano, quien realiza el acto inseguro. Esto obliga a definir acciones de capacitación y de trabajo directo sobre los trabajadores, con el fin de disminuir dicha tasa.

2.2.1. Actos inseguros

Los actos inseguros, que dependen directamente de acciones que realizan las personas, pueden deberse a una serie de causas, entre las cuales se pueden citar:

- La persona involucrada no tiene las competencias necesarias para realizar la actividad.
- La persona involucrada actúa de forma temeraria o imprudente.
- La persona involucrada no está autorizada para realizar la actividad.
- La persona involucrada actúa de forma negligente.
- Capacidad física o síquica inadecuada para desarrollar la actividad.
- Violación de reglas de seguridad o instrucciones de operación.
- Distracciones durante la ejecución de la actividad.
- Otras causas atribuibles directamente a la persona involucrada o alguien relacionado con la actividad.

Uno de los focos del sistema de gestión de riesgos debe ser, entonces disminuir las causas de los actos inseguros.

Para asegurar aquello, no sólo se depende de la gestión en la empresa, sino que el estado ha dictado una serie de normas legales que permitan tener la evidencia que dichas acciones de prevención a la ocurrencia de actos inseguros se hagan.

Para el caso específico de la operación y mantención de maquinaria, algunos ejemplos de acto inseguro son los siguientes:

Operar la máquina de manera imprudente

- Desconocer o exceder las posibilidades y límites de la máquina, puntualmente el espacio necesario para maniobrar.
- No señalar la zona de trabajo, especialmente cuando el espacio para maniobrar es reducido o está con obstáculos.
- No verificar ni vigilar la posición, la función y sentido de cada uno de los dispositivos de señalización y de seguridad.
- No ajustar el asiento a la estatura y confort postural del operador.
- Circular a alta velocidad o en forma poco precavida en zonas donde exista barro, polvo o suelo helado.

No examinar de manera conveniente el lugar de trabajo

- No informarse diariamente del plan de circulación de la obra, desconociendo cambios que ha habido en ella, tales como excavaciones, zanjas, tendido de cables, etc.
- Desconocer la altura la de máquina circulando y trabajando, como de las zonas de altura limitada o estrecha.
- No realizar buena mantención de las zonas de circulación de la máquina.

Falta de controles de mantención de la máquina

- No observar alrededor de la máquina en búsqueda de posibles fugas de aceite, piezas en mal estado, etc.
- No comprobar estado de luces de funcionamiento, de retroceso o de freno.
- No comprobar el estado de los neumáticos, diferencias de presión o cortes de los mismos.
- No verificar que todos los dispositivos de seguridad estén en su lugar.
- No comprobar niveles de aceite y agua.
- Dejar trapos en el compartimiento del motor

Falta de visibilidad de la máquina

- No limpiar espejos retrovisores, parabrisas, antes de poner en funcionamiento, dificultando la visibilidad.
- No trabajar a favor del viento, para evitar problemas de visibilidad con la proyección de polvo.

Falta de Orden

- Mantener el suelo de la cabina con elementos tales como, herramientas, trapos, etc. que impiden al operador moverse libremente.

Imprudencia en la conducción de la máquina

- Subir pasajeros.

- Permitir el estacionamiento de vehículos menores o personas en los alrededores de la máquina.
- Utilizar la pala como andamio o elemento para subir personas.
- Colocar la cuchara por encima de la cabina del camión.
- Antes de efectuar cualquier desplazamiento con la máquina, mirar alrededor evitando que hayan trabajadores en sus cercanías.
- No bloquear los estabilizadores, pluma y los elementos que giran, con los dispositivos provistos para ello, antes de desplazarse por carretera.
- No respetar señalizaciones de tránsito.
- Transitar temerariamente al no guardar una distancia prudente de zanjas, taludes y de zonas donde haya alteración del terreno que pueda significar el vuelco de la maquinaria.
- Subir o bajar de la máquina con ésta en movimiento, aunque sea a baja velocidad.

Los ejemplos indicados no son todos aquellos actos inseguros que pueden darse en una faena, sin embargo son una guía que permite a los profesionales encargados analizar las decisiones que deben tomar para disminuir su probabilidad de ocurrencia.

Por otro lado, la existencia de un acto inseguro no implica necesariamente que ocurra un accidente, sino que aumenta su probabilidad de ocurrencia.

Asimismo, si se toma en cuenta que los actos inseguros son acciones que hacen las personas, resulta básico tomar las medidas para que éstos no ocurran.

Las formas de más amplio uso son dar capacitación, charlas inductivas, verificación del conocimiento del operador o mantenedor respecto de los peligros asociados a su actividad, establecimiento de políticas de incentivos u otros.

2.2.2. Condiciones inseguras

Las condiciones inseguras son aquellas presentes en el entorno o ambiente de trabajo o condiciones de la máquina que se está usando.

De acuerdo a lo mencionado previamente, sólo el 1% de las causas de accidentes son condiciones inseguras puras, ya que en todos los otros casos ésta puede depender de un acto inseguro previo.

Algunas condiciones inseguras son:

- Maquinaria bajo estándar.
- Falta de dispositivos de seguridad; dispositivos de seguridad inadecuados.
- Falta de sistemas de advertencia; sistemas de advertencia inadecuados.
- Propensión a arder o explotar.
- Susceptibilidad a movimientos inesperados.
- Objetos que sobresalen.
- Congestión y espacio libre insuficiente.

- Condiciones ambientales nocivas para la salud.
- Arreglo, colocación o almacenaje deficiente.
- Defectos de herramientas, equipos, etc.
- Iluminación inadecuada.
- Ropa personal peligrosa.

En este caso, el foco se centra en analizar las condiciones del entorno de trabajo con el fin de eliminar las posibles condiciones inseguras.

Para el caso específico de la operación y mantención de maquinaria, algunos ejemplos de condición insegura son:

Máquina bajo estándar

- Una máquina que no cumple con los requisitos relacionados a las condiciones de trabajo produce enfermedades profesionales en los operadores.
- Una máquina que no cumple con tener el equipamiento de seguridad estandarizado tiene una mayor probabilidad de ocasionar accidentes.
- Una máquina que no cumple con las medidas de protección normalizadas, aumenta la probabilidad de que en caso de accidente éste sea mortal para el operador.

Terreno con pendiente

- Bajar de lado incrementa la probabilidad de volcamiento.
- Cuando el suelo está en pendiente, frenar la máquina y trabajar con el equipo orientado a la pendiente incrementa la seguridad.
- Bajar una pendiente con el motor parado o en punto neutro aumenta la probabilidad de pérdida de control.
- Al parar, orientar el equipo de cara a la parte alta de la pendiente y apoyarlo en el suelo con el fin de disminuir la probabilidad de volcamiento.

Riesgos eléctricos

- Al circular en las proximidades de una línea aérea con tensión asegurarse que se han tomado las distancias mínimas de seguridad (mínimo 3 m para líneas de menos de 66.000 V y de 5 m para líneas de más de 66.000 V) lo que disminuye la probabilidad de riesgo eléctrico.

Faenas con combustibles

- Fumar, mantener el motor funcionando o accionar cualquier elemento eléctrico o que produzca chispas cuando se llene el estanque de combustible aumenta la probabilidad de explosión o incendio.

2.2.3. Recomendaciones para la determinación de las causas de accidente más probables

Existen varios métodos para poder determinar las causas más probables de accidentes y su uso depende de la información y competencia de quien deba asumir dicha tarea.

En general, de los tres métodos indicados, todos pueden coexistir y se recomienda que quien tenga la responsabilidad de la faena esté al tanto de la información que se genera.

Uso de registros e información estadística

- El Profesional Experto en Prevención de Riesgos debe proveer información estadística o basada en registros de su experiencia personal o provista por el Organismo Administrador del Seguro.
- Los datos de dicha información deben analizarse con el fin de determinar su aplicabilidad en la faena.
- Se observa que este método es débil ya que depende mucho de información pasada y de la meticulosidad con la cual se generaron los registros.

Método de Observación

- Primero, el trabajo se observa con el objeto de establecer las etapas básicas del mismo.
- Segundo, el trabajo vuelve a observarse con el objeto de descubrir los riesgos e identificar los riesgos potenciales que están asociados con cada etapa del trabajo. Generalmente son necesarias varias observaciones antes que todos los riesgos potenciales sean identificados.
- Finalmente, el trabajo se observa otra vez con el propósito de determinar las posibles causas asociadas a los riesgos identificados. Siempre que sea posible, es aconsejable que el Supervisor observe a diferentes hombres ejecutando el trabajo que se analiza. Al observar a varios hombres puede notar diferencias importantes en las prácticas de trabajo.

Método de Discusión

- Varios supervisores o trabajadores experimentados, en oficina, todos completamente familiarizados con el trabajo, establecen las etapas básicas del trabajo.
- Enseguida, considerando una etapa cada vez, los supervisores o trabajadores experimentados identifican los riesgos potenciales asociados con cada etapa. Cada uno aprovecha su propia experiencia, repasando los accidentes o incidentes que recuerde o prevea.
- Enseguida, la discusión gira en torno a la determinación de causas y desarrollo de soluciones. Cada riesgo potencial se discute hasta que se llegue a un acuerdo sobre la forma segura de efectuar el trabajo.
- Durante la discusión se anotan las ideas de manera que no se olviden. Nótese que en el método de discusión no hay observación actual de la ejecución del trabajo en el terreno.

Mientras más completa y exhaustiva es la lista de causas de accidentes, mejor se puede analizar dicha información y los planes de prevención o protección serán mejores.

2.3. Recomendaciones de Seguridad en el trabajo con maquinaria

Siempre es probable que ocurra un accidente en el trabajo o que existan consecuencias nocivas para la salud de los trabajadores derivadas de las condiciones de trabajo.

Con el objeto de disminuir dicha probabilidad, la legislación vigente obliga a las empresas a adoptar una serie de medidas que demuestren fehacientemente que han adoptado todas las medidas necesarias para evitar accidentes o enfermedades profesionales.

Como conclusión de las secciones anteriores, se entrega a continuación una serie de recomendaciones orientadas a disminuir la probabilidad de ocurrencia de accidentes o enfermedades profesionales en el trabajo con maquinarias.

Estas recomendaciones se han ordenado en tres párrafos:

- Recomendaciones generales de prevención
- Recomendaciones generales de protección
- Recomendaciones específicas por tipo de máquina

2.3.1. Recomendaciones generales de prevención

En términos generales se observa que las medidas preventivas son aquellas que se disponen para evitar los riesgos de un accidente. En este contexto, se recomienda que los riesgos sean identificados siguiendo las indicaciones de la sección anterior.

A continuación se entrega una lista de riesgos y de medidas de prevención sugeridas. Este listado debe ser complementado en cada obra con el resultado del estudio de causalidad.

| RIESGOS | PREVENCIÓN |
|---|---|
| Golpes y cortes por herramientas manuales y objetos en manipulación | <ul style="list-style-type: none"> • Mantener orden y limpieza en el puesto de trabajo. • Utilizar los equipos de protección adecuados. |
| Caída al mismo y distinto nivel | <ul style="list-style-type: none"> • Usar calzado antideslizante. • Para subir y bajar de la máquina se utilizará y asideros dispuestos para tal fin. • Se mantendrá el apoyo de cuerpo en 3 puntos y con cara hacia la máquina. |
| Atrapamiento por máquinas | <ul style="list-style-type: none"> • Protecciones de las partes en movimiento. • Parar el motor de la máquina ante cualquier inspección o falla. • Utilizar ropa ceñida. |
| Máquina Fuera de Control | <ul style="list-style-type: none"> • Evitar la formación de terrenos embarrados. • Nunca abandonar la cabina sin apagar la máquina. • Verificar freno de emergencia en correcto funcionamiento. |

| | |
|--|---|
| Choque Contra Vehículos | <ul style="list-style-type: none"> • Trazado y señalización correcta de las vías de circulación internas de camiones, vehículos y otras máquinas. • Funcionamiento correcto de luces y bocina de las máquinas. • Utilizar ROPS (cuando corresponda). • Utilizar cinturón de seguridad en todo momento. |
| Aplastamiento por vuelco de las maquinarias | <ul style="list-style-type: none"> • Manejar vehículos con el dispositivo antivuelcos, en cuyo caso se utilizará cinturón de seguridad. • Estabilidad del terreno y guardar la distancia de seguridad con el borde de la zanja. |
| Riesgos eléctricos por líneas eléctricas cercanas | <ul style="list-style-type: none"> • Guardar la distancia de seguridad con las líneas eléctricas en la manipulación. |
| Incendio y Explosión | <ul style="list-style-type: none"> • Almacenamiento y manipulación correcta de combustibles, otros líquidos inflamables. • No fumar en la manipulación, ni estar cercano a llamas. • Dotar a la máquina de extintor apropiado y certificado de vigencia. |
| Inhalación de productos químicos: Polvos, Asfalto, Gases procedentes del motor. | <ul style="list-style-type: none"> • Regar con frecuencia para evitar el polvo. • Utilizar protectores respiratorios en caso de necesidad. • Revisiones periódicas de los puntos de escape del motor, para asegurar que no se introduzca gases en la cabina. |
| Proyección de partículas en los ojos. | <ul style="list-style-type: none"> • Utilizar los equipos de protección ocular ante el riesgo de proyección de partículas, objetos o salpicaduras |
| Lesiones para la piel por quemaduras de gases a presión o por sustancias corrosivas, picadura/mordeduras y radiación UV. | <ul style="list-style-type: none"> • Utilizar guantes en labores de mantenimiento y cumplimiento de las normas de seguridad establecidas. • Emplear repelentes frente a insectos. • Utilizar filtros de protección solar. • Utilizar ropa adecuada que permita proteger la piel de exposición a los rayos UV. |
| Vibraciones | <ul style="list-style-type: none"> • Utilizar asientos con sistema de suspensión. • Mantenimiento correcta de máquinas. |
| Ruidos | <ul style="list-style-type: none"> • Utilizar los protectores auditivos. • Realizar las revisiones periódicas a las maquinarias. |

ANÁLISIS ANTES DE COMENZAR A OPERAR UNA MÁQUINA

Antes de comenzar los trabajos con maquinaria, en una faena de construcción, es recomendable que el profesional a cargo de dichos trabajos analice exhaustivamente cada uno de los elementos indicados a continuación.

Marco normativo y legal al respecto: Se recomienda dar especial atención a la verificación de cumplimiento de toda la normativa legal y de aplicación voluntaria

relacionada con maquinaria para movimientos de tierra y los riesgos asociados que pudieran presentarse. Ello debido que cualquier no cumplimiento de aspectos normativos o legales puede afectar directamente al profesional responsable y a la empresa con demandas judiciales.

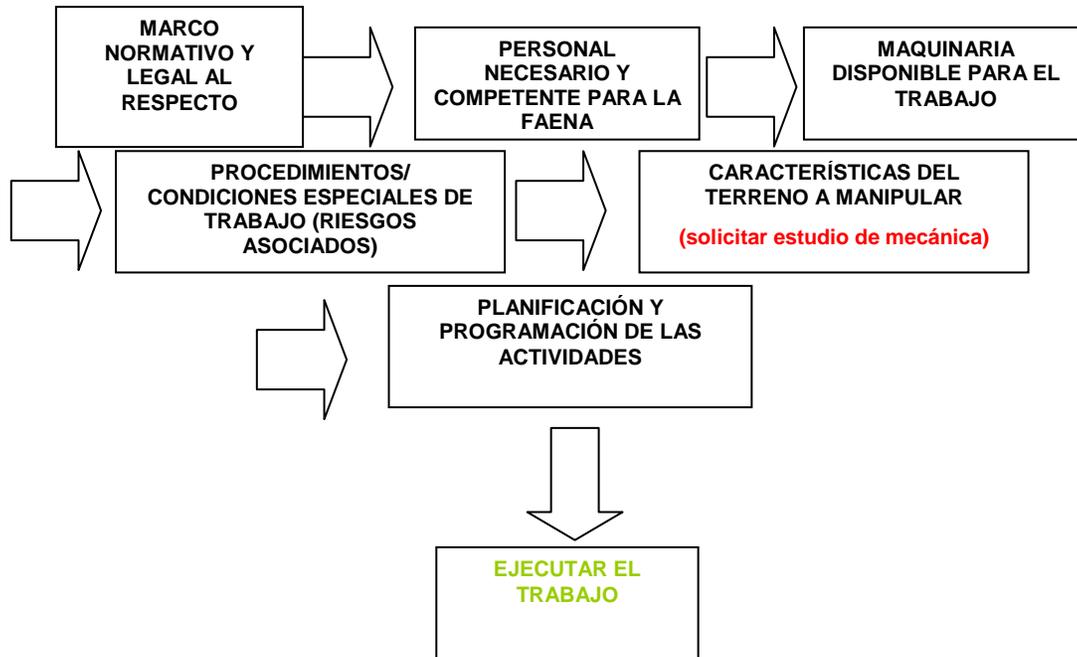
Personal necesario y competente para la faena: Se debe verificar que el operador cumpla con los requisitos legales para operar la máquina, en cuanto a tener su licencia vigente y estar capacitado para ello. Asimismo, se recomienda instruir al resto del personal, de faenas aledañas al movimiento de tierra, respecto de los potenciales peligros.

Maquinaria disponible para el trabajo: En este sentido se debe verificar que la maquinaria sea la adecuada para el trabajo a realizar. Esto se verifica estudiando la faena a realizar y la información del fabricante por máquina. Asimismo, se debe verificar que la maquinaria esté con su mantención al día y en buenas condiciones de operación.

Características del terreno: Se debe verificar el tipo de terreno y sus características con el fin de determinar la probabilidad de fallas que puedan generar una condición peligrosa.

Condiciones especiales de trabajo (Riesgos asociados): Se debe verificar la existencia de otras variables ambientales que puedan incidir en riesgos que puedan asociarse a la faena. Para esto se recomienda utilizar cualquiera de las metodologías de análisis indicadas en 2.2.3.-

Planificación y programación de las actividades: Con toda la información procesada se recomienda elaborar el plan de actividades, que considera, además del trabajo técnico de movimiento de tierras, las actividades de prevención de riesgos asociados y las charlas preventivas respecto de dichos riesgos.



DURANTE LA MANTENCIÓN DE LA MÁQUINA

Mantenimiento en la zona de trabajo

- Colocar la máquina en terreno llano. Bloquear las ruedas o las cadenas.
- Colocar la cuchara apoyada en el suelo. Si se debe mantener la cuchara levantada se inmovilizará adecuadamente.
- Desconectar la batería para impedir un arranque súbito de la máquina.
- No quedarse entre las ruedas o sobre las cadenas, bajo la cuchara o el brazo.
- No colocar nunca una pieza metálica encima de los bornes de la batería.
- Utilizar un medidor de carga para verificar la batería.
- No utilizar nunca un mechero o cerillas para ver dentro del motor.
- Aprender a utilizar los extintores.
- Conservar la máquina en buen estado de limpieza.

Mantenimiento en taller

- Antes de empezar las reparaciones, es conveniente limpiar la zona a reparar.
- No limpiar nunca las piezas con gasolina. Trabajar en un local ventilado.
- NO FUMAR.
- Antes de empezar las reparaciones, quitar la llave de contacto, bloquear la máquina y colocar letreros indicando que no se manipulen los mecanismo.
- Si varios mecánicos trabajan en la misma máquina, sus trabajos deberán ser coordinados y conocidos entre ellos.

- Dejar enfriar el motor antes de quitar el tapón del radiador.
- Bajarla presión del circuito hidráulico antes de quitar el tapón de vaciado, así mismo cuando se realice el vaciado del aceite vigilar que no esté quemando.
- Si se tiene que dejar elevado el brazo y la cuchara, se procederá a su inmovilización antes de empezar el trabajo.
- Realizar la evacuación de los gases del tubo de escape directamente al exterior del local.
- Cuando se arregle la tensión de las correas del motor, éste estará parado.
- Antes de arrancar el motor, comprobar que no se haya dejado ninguna herramienta encima del mismo.
- Utilizar guantes y zapatos de seguridad.

Mantenimiento de los neumáticos

- Para cambiar una rueda, colocar los estabilizadores.
- No utilizar nunca la pluma o la cuchara para levantar la máquina.
- Utilizar siempre una caja de inflado, cuando la rueda no está sobre la máquina.
- Cuando se esté inflando una rueda no permanecer enfrente de la misma sino en el lateral.
- No cortar ni soldar encima de una llanta con el neumático inflado.

Examen de la máquina

- La máquina antes de empezar cualquier trabajo, deberá ser examinada en todas sus partes.
- Los exámenes deben renovarse todas las veces que sean necesarias y fundamentalmente cuando haya habido un fallo en el material, en la máquina, en las instalaciones o los dispositivos de seguridad habiendo producido o no un accidente.

Todos estos exámenes los realizará el encargado o personal competente designado por el mismo. El nombre y el cargo de esta persona se consignarán en un libro de registro de seguridad, el cual lo guardará el encargado.

TRABAJOS AUXILIARES EN LA MÁQUINA

Cambios del equipo de trabajo

- Elegir un emplazamiento llano y bien despejado.
- Las piezas desmontadas se evacuarán del lugar de trabajo.
- Seguir escrupulosamente las indicaciones del constructor.
- Antes de desconectar los circuitos hidráulicos bajar la presión de los mismos.
- Para el manejo de las piezas utilizar guantes.
- Si el conductor necesita un ayudante, le explicará con detalle qué es lo que debe hacer y lo observará en todo momento.

Averías en la zona de trabajo

- Bajar el equipo al suelo, parar el motor y colocar el freno, siempre que esto sea posible.
- Colocar las señales adecuadas indicando la avería de la máquina.
- Si se para el motor, parar inmediatamente la máquina, ya que se corre el riesgo de quedarse sin frenos ni dirección.
- Para cualquier avería releer el manual del constructor. No hacerse remolcar nunca para poner el motor en marcha.
- No servirse nunca de la pala para levantar la máquina.
- Para cambiar un neumático colocar una base firme para subir la máquina.

Transporte de la máquina

- Estacionar el remolque en zona llana.
- Comprobar que la longitud de remolque es la adecuada para transportar la máquina.
- Comprobar que las rampas de acceso pueden soportar el peso de la máquina.
- Bajar la cuchara en cuanto se haya subido la máquina al remolque.
- Si la cuchara no cabe en la longitud del remolque, se desmontará.
- Quitar la llave de contacto.
- Sujetar fuertemente las ruedas a la plataforma del terreno.

DURANTE LA OPERACIÓN DE LA MÁQUINA

Operadores de equipos

- Capacitar a los operadores de equipos en el uso correcto de los equipos que se les ha asignado. Asegurar el cumplimiento de las especificaciones y recomendaciones de los fabricantes.
- Evaluar constantemente los programas de seguridad a fin de adaptarlos a los cambios de condiciones en el sitio de la obra.
- Identificar y etiquetar claramente todos los controles de las máquinas y asegurarse de que los dispositivos de seguridad de los fabricantes estén funcionando.
- Instalar y mantener los aditamentos de los equipos y sus sistemas operativos según las especificaciones de los fabricantes.
- Fijar bien los aditamentos (tales como cucharones de desconexión rápida) antes de que comiencen los trabajos.
- Seguir las instrucciones del fabricante en lo que concierne al uso de dispositivos de bloqueo positivo en los equipos de desconexión rápida.
- Capacitar a los operadores para que realicen inspecciones visuales y operativas de todos los sistemas de las máquinas y de los controles operativos antes de operar una máquina.

- Realizar inspecciones visuales frecuentes de los sistemas de desconexión rápida, especialmente luego de cambiar los aditamentos.
- Usar las estructuras de protección contra volcamientos (ROPS, por sus siglas en inglés) y los cinturones de seguridad que suministra el fabricante. No retirar las ROPS.
- No sobrepasar la capacidad de carga al levantar materiales.
- Instruir a los operadores a que bajen la pluma a una posición segura con el cucharón en el suelo y apaguen la máquina antes de salir de ella por cualquier razón.
- No tomar medicamentos sin prescripción facultativa, especialmente tranquilizantes.
- No realizar carreras, ni bromas a los demás conductores.
- Estar únicamente atento al trabajo.
- No transportar a nadie en la cuchara.
- Cuando alguien debe guiar al maquinista, éste no lo perderá nunca de vista.
- No dejar nunca que este ayudante toque los mandos.
- Encender los faros al final del día para ver y ser visto.

Otros trabajadores en la obra

- Capacitar a los obreros de la obra para que sepan reconocer y evitar condiciones peligrosas y cumplan con prácticas de trabajo adecuadas a sus ambientes de trabajo.
- Hacer que todos los obreros en la obra conozcan las áreas de oscilación establecidas de las máquinas y los puntos ciegos antes de que el operador opere una máquina. Marcar estas áreas con sogas, cinta adhesiva o cualquier otra barrera para mantener alejados de las mismas a los obreros que no estén montados en las máquinas.
- Antes de que comience un turno de trabajo, revisar y confirmar las señales de comunicación entre los operadores de las máquinas y el resto de los obreros.
- Instruir a los operadores de las máquinas para que mantengan el cucharón lo más cerca posible del suelo cuando los obreros estén fijando las cargas para levantarlas.
- Mantener a los obreros alejados de las áreas de oscilación de la excavadora hidráulica y de los aditamentos cuando se estén usando las máquinas para levantar materiales. No permitir que los obreros se paren debajo de cargas suspendidas o aditamentos suspendidos de las máquinas, tales como pluma, brazo o cucharón.
- No permitir que los obreros que no estén operando máquinas se acerquen a una excavadora hidráulica o retroexcavadora hasta que le hayan hecho la señal de apagar la máquina al operador y éste les haya contestado.
- Usar señaleros o hacer señas a las personas que se encuentran alrededor del equipo en funcionamiento cuando sea necesario.
- No permitir en ningún momento que los obreros utilicen los cucharones de las excavadoras o retroexcavadoras para desplazarse o trabajar en ellos.

- Suministrar a los obreros el equipo de protección personal adecuado y asegurarse de que lo usen y le den servicio de mantenimiento.

2.3.2. Recomendaciones generales de protección

Aun cuando las medidas preventivas sean muy eficaces y consideren todos los aspectos relacionados con los riesgos y sus causas, siempre existe una probabilidad que se produzca un accidente.

Las medidas de protección son aquellas que protegen al trabajador ante el supuesto que se materializa el accidente.

Toda prenda de protección personal estará homologada siempre que lo exija la normativa vigente. (Protectores: visuales, auditivos, casco, zapatos, ropa para protección del frío)

El conductor deberá usar prendas de protección personal:

- **Casco protector de la cabeza:** Habitualmente la cabeza del conductor está protegida con cabina, pero es indispensable el uso del casco protector cuando se abandona la misma para circular por la obra.
- **Botas de seguridad antideslizantes:** El calzado de seguridad es importante debido a las condiciones en las que se suele trabajar en la obra (con barro, agua, aceite, grasas, etc.).
- **Protector de oídos:** Cuando el nivel de ruido sobrepase el margen de seguridad establecido y en todo caso, cuando sea superior a 85 db, (D.S. N° 594), será obligatorio el uso de auriculares o tapones. (Cabinas cerradas, cabinas abiertas)
- **Ropa de trabajo:** No se deben utilizar ropas de trabajo sueltas que puedan ser atrapadas por elementos en movimiento. Eventualmente, cuando las condiciones atmosféricas lo aconsejen (frío/calor) y el puesto de mando carezca de cabina, el conductor deberá llevar ropa que le proteja de la lluvia.
- **Guantes:** El conductor deberá disponer de guantes adecuados para posibles emergencias de mantención durante el trabajo.
- **Protector de la vista:** Así mismo, y cuando no exista cabina, y en exposición al medio ambiente, sin protección, el conductor deberá hacer uso de gafas de seguridad a fin de protegerse de la proyección de partículas en operaciones de excavación.

2.3.3. Recomendaciones específicas por tipo de máquina

NORMADAS

La Norma Chilena NCh 349 Of. 1999 establece los siguientes requisitos:

- a) En el carguío por pala mecánica o retroexcavadora, todo vehículo de carga debe estacionarse de modo que la pala no pase sobre la cabina del camión. Además, el conductor del vehículo debe abandonar la cabina durante la faena de carguío si ella no está debidamente protegida.

- b) Cuando se efectúa el carguío del material proveniente de la excavación, no se debe permitir el tránsito de personas por el costado del vehículo de carga al lado contrario al cual se está realizando la faena a una distancia inferior a 2 m.
- c) Cuando la excavación se efectúa mediante pala mecánica o retroexcavadora, se debe establecer una zona de seguridad alrededor de la máquina superior en 1,5 m al radio de giro del brazo de ésta, en la cual se prohíbe el tránsito de personas.
- d) Toda la maquinaria pesada que trabaja en faenas de excavación debe contar con 1 sistema de luces, alarma de retroceso y bocina. La alarma de retroceso debe funcionar automáticamente cuando efectúa este tipo de maniobra y la bocina debe utilizarse para advertir cualquier otro tipo de maniobra inesperada o como señal de advertencia o peligro.
- e) Se debe contar con señalero que dirija los desplazamientos de la maquinaria pesada mediante banderas o paletas de colores, el cual debe estar en todo momento visible por el operador de la máquina y así advertir a éste y a peatones cualquier posible peligro.
- f) Especialmente se debe disponer de señalero cuando se efectúa desplazamiento de la maquinaria aproximándose al borde de la excavación o a cables eléctricos aéreos.

RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD EN LA OPERACIÓN BULLDOZER

- a) No se debe permitir el abandono de la máquina sin haber antes apoyado sobre el suelo el escarificador y la cuchilla.
- b) Se prohíbe estacionar el bulldózer a menos de 3 m. del borde a menos de 3 m. del borde del barranco, zanjas, excavaciones, pozos, etc., para evitar riesgos de vuelcos por fatiga del terreno.
- c) Antes de iniciar vaciados a media ladera con vertido hacia la pendiente, se inspeccionará la zona para evitar desprendimientos o aludes sobre las personas o cosas.
- d) Como norma general, se prohíbe utilizar bulldózer en las zonas con pendientes superiores al 30%.

RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD EN LA OPERACIÓN DE RETROEXCAVADORAS

- a) Tome toda clase de precauciones, recuerde que la cuchara bivalva puede oscilar en todas direcciones y golpear a la cabina o a las personas circundantes que trabajen junto al operador, durante los desplazamientos de la máquina.
- b) Se prohíbe realizar movimientos de tierras sin antes haber puesto en servicio los apoyos hidráulicos de inmovilización.
- c) Se prohíbe utilizar la retroexcavadora como una grúa para la introducción de piezas, tuberías, etc., en el interior de las zanjas. Sólo se utilizará como grúa, si se toma las medidas de seguridad adecuadas y recogidas en el plan de seguridad.
- d) El cambio de posición de la retroexcavadora, se efectuará situando el brazo en sentido de la marcha.

¹ Actualmente el mercado de la minería y construcción exige el uso de baliza

- e) Todas las operaciones de control de buen funcionamiento de los mandos, deberán ser ejecutadas con marchas lentas. (evitará accidentes).
- f) Si se topa con cables eléctricos, no salir de la máquina hasta haber interrumpido el contacto y alejado a la retroexcavadora del lugar. Saltar entonces, sin tocar, a un tiempo el terreno (u objeto en contacto con este).
- g) Si se trabaja en terreno con pendientes. Orientar el brazo hacia la parte de abajo, casi tocando el suelo. Para la extracción de material trabajar siempre de cara a la pendiente. (existe el riesgo de vuelco).
- h) La carga a camiones se realizará con precaución (existe riesgo de golpes).
- i) No estacionar la máquina a menos de 3 metros de bordes de barrancos, zanjas o similares (se evitará el vuelco de la máquina por fatiga de terreno).
- j) El entorno de la máquina, se acotará a una distancia igual a la del alcance máximo del brazo excavador. En dicha zona se prohibirá la ejecución de otros trabajos y la circulación de personas. La zona estará señalizada.
- k) Se prohíbe verter material de la excavación a menos de 2 metros del borde de corte superior de una zanja para evitar riesgos de fatiga del terreno.
- l) Al circular junto a una línea eléctrica aérea se debe tener en cuenta las irregularidades del camino y curvas. Guardar las distancias con las líneas eléctricas (66.000 voltios 3 metros, mayores a 66.000 voltios 5 metros).
- m) Al abandonar la máquina, apoyar el equipo en el suelo, dejar la cuchara bivalva cerrada, para el motor y colocar el freno. Conservar la llave de contacto encima.
- n) No derribar elementos que sean más altos que la máquina con la cuchara extendida.
- o) Se prohíbe desplazar la máquina si la cuchara no ha sido apoyada en la máquina, para evitar balanceos.

RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD EN LA OPERACIÓN DE COMPACTADORAS

- a) Para evitar las lesiones, durante las operaciones de mantenimiento, ponga en servicio el freno de mano, bloquee la máquina, para el motor extrayendo la llave de contacto. Realice las operaciones de servicio que se requiera.
- b) No libere los frenos de la máquina en posición de parada, si antes no ha instalado los tacos de inmovilización de los rodillos.
- c) Compruebe siempre, antes de subir a la cabina, que no hay ninguna persona dormitando a la sombra proyectada por la máquina.
- d) Se prohíbe la permanencia de operarios en el tajo de rodillo vibrantes, en prevención de atropellos.
- e) Al arrancar y conducir con la máquina fría, las distancias de frenado son más largas que cuando el aceite ha alcanzado su temperatura.

RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD EN LA OPERACIÓN DE MOTONIVELADORA

- a) En los trabajos sobre el borde del talud, extremar las precauciones desplazando la hoja hacia el exterior e inclinando las ruedas delanteras hacia el interior de la pista.
- b) Cuando se trabaje transversalmente a una pendiente, mantener la cuchilla cruzada y desplazada hacia el lateral más bajo, con objeto de prevenir un posible vuelco.

RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD EN LA OPERACIÓN DE PALA CARGADORA

- a) No trabaje en pendientes superiores al 50%.
- b) Se prohíbe el manejo de grandes cargas, bajo régimen de vientos fuertes.
- c) La obra estará señalizada y delimitada en la zona de maniobra de la pala.
- d) El operador debe ser informado por el superior en terreno donde se realizará la maniobra.
- e) Si existen líneas eléctricas aéreas, sepa que si las líneas son de menos de 66.000 voltios, no debe maniobrar a menos de 3 metros de distancia y si son de más de 66.000 voltios, se deberá mantener una distancia de seguridad mayor a 5 metros. (Si no se respetan estas distancias, se puede producir electrocución por arco eléctrico).
- f) Si existen líneas eléctricas enterradas, debe inspeccionar el terreno y mantener una distancia de seguridad de 0,50 metros
- g) Si existen tuberías de gas, debe examinar el terreno y acotar la zona. (Se puede producir una explosión).
- h) Nunca abandonar la pala con la cuchara izada y sin apoyar en el suelo.
- i) Cuando la cuchara esté transportando tierra, se evitará la carga excesiva, y la pala se desplazará lo más baja posible (Conseguir máxima estabilidad).
- j) Los ascensos y descensos de carga se harán utilizando marchas cortas.
- k) La circulación por terrenos desiguales se efectuará a velocidad lenta.

RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD EN LA OPERACIÓN DE VOLCADORES

- a) Considerar que la zona donde se estacione el volcador, tenga terreno firme, a distancias por lo menos de 3 m al borde de taludes, zanjas, con la finalidad de evitar fatigas del terreno.
- b) La zona de trabajo deberá mantenerse señalizada y aislada de contacto con trabajadores anexos a la maniobra.
- c) Sincronizar el trabajo con el operador de otras maquinarias en el caso de ser cargado con material (pala retroexcavadora).
- d) Personal que indique el nivel de llenado del volcador, deberá permanecer en todo momento con casco protector, calzado de seguridad, protección visual y chaleco reflectante.
- e) El material deberá ser esparcido uniformemente en el volcador, para evitar desestabilizar la maquinaria cuando comienza el movimiento.
- f) No sobrepasar con material el nivel del borde superior del volcador. Una vez terminada la faena de carga, cubrir volcador con carpa de protección, para evitar que el material proyecte cuando la máquina se encuentre circulando.
- g) Para la maniobra de vaciado de material, verificar que el material ha sido vertido en zona segura que no sobrecargue el terreno en zonas cercanas a excavaciones masivas, bordes de taludes, zanjas.

Gestión Medioambiental en la Operación y Mantenimiento de Maquinaria para Movimiento de Tierra

Esta tercera parte del Compendio Técnico para Maquinaria de Movimientos de Tierra, entrega información destinada a apoyar la gestión medioambiental en faenas donde se utilizan máquinas. La información entregada, que clasifica los tipos de máquinas y los tipos de contaminantes, permite ser utilizada como una guía práctica destinada a verificar el cumplimiento de requisitos medioambientales en terreno y apoyar la gestión medioambiental de las faenas de movimientos de tierra usando maquinaria.

La información contenida en esta parte contiene regulaciones nacionales, estudios y normas internacionales, lo que fue discutido por los integrantes del Grupo Técnico, con apoyo de representantes de los organismos gubernamentales responsables de la regulación y su fiscalización.

Debe considerarse que el contenido de esta parte puede sufrir variaciones ya que algunos requisitos no están reglamentados a la fecha de emisión de este documento.

La información se entrega en tres secciones:

- Estructura general de la gestión ambiental relacionada al trabajo con maquinaria;
- Requisitos medioambientales exigibles a maquinaria de movimiento de tierra;
- Recomendaciones Medioambientales en el trabajo con maquinaria.

3.1 Estructura General de la Gestión Ambiental relacionada al trabajo con maquinaria

En este técnico se considera como alcance de la gestión medioambiental aquella que guarda relación exclusivamente con las faenas de movimientos de tierra donde esté involucrado el uso de maquinaria, quedando, por lo tanto, fuera del alcance de este documento toda otra consideración medioambiental.

Este texto técnico presenta la estructura general de la gestión medioambiental, desde el punto de vista de los diferentes tipos de contaminación y de actividades propias de la operación de maquinaria:

- Contaminación atmosférica

Guarda relación con la contaminación producto de los gases de la combustión y aquella producto de la operación misma en la zona del movimiento de tierra.

- Contaminación del suelo

Se analiza desde la perspectiva de los residuos que pueden contaminar el suelo, considerando entre otros a aquellos que se producen durante la mantención de la maquinaria, faenas de carguío de combustibles,

- Contaminación hídrica

Para aquellos trabajos cercanos a bordes costeros o fluviales se analiza el impacto de aquellos contaminantes que pudieran tener un efecto en las aguas.

- Contaminación por ruido

Se analiza desde la perspectiva de aquellos proyectos urbanos, sujetos a restricciones de emisión de ruidos molestos durante la operación.

- Otros contaminantes

Se presenta información relacionada con servicios de mantención a la maquinaria, es decir contaminantes en talleres o lugares de acopio de combustibles, lubricantes u otros agentes.

En cuanto a las operaciones, éstas se presentan clasifican en:

- Excavaciones

Actividad de movimiento de tierra extractivo, cuyo objeto es .

- Escarpes y nivelaciones de terreno

Actividad de movimiento de tierra donde ésta se desplaza con el fin de nivelar el suelo, horizontal o con declive.

- Construcción y mantención de caminos

Actividad de movimiento de tierra realizada como desplazamiento a lo largo de la ruta en construcción o mantención.

- Trabajos en talleres y garajes

Actividad de mantención o reparación de maquinaria, realizada en espacios especialmente destinados para ello.

Lo anterior permite presentar una tabulación donde para cada tipo de actividad se indiquen los contaminantes asociados y, posteriormente, proponer las acciones preventivas, de mitigación o correctivas al respecto.

La tabla siguiente sintetiza la información:

| Actividad | Agente contaminante | Aspecto | Impacto |
|------------------|----------------------------|---|---|
| Excavaciones | Residuo sólido | Generación de escombros | <ul style="list-style-type: none"> • Riesgo de accidentes • Obstrucciones |
| | Residuo líquido | Derrames de lubricantes, combustibles y otros líquidos contaminantes. | Contaminación a la capa natural del suelo |
| | Ruido | Durante la operación. | <ul style="list-style-type: none"> • Interferencia en la comunicación oral • Pérdida de la audición • Ruido molesto al entorno |
| | Emisión atmosférica | Material particulado y gases contaminantes producto de la combustión. | <ul style="list-style-type: none"> • Contaminación atmosférica • Riesgo de enfermedades respiratorias. |
| | Contaminación visual | Extracción del suelo. | Impacto paisajístico. |

| Actividad | Agente contaminante | Aspecto | Impacto |
|---|----------------------------|---|---|
| Escarpes y nivelaciones | Residuo sólido | Generación de escombros y residuos orgánicos. | <ul style="list-style-type: none"> • Riesgo de accidentes • Pérdida de la capa vegetal. |
| | Residuo líquido | Derrames de lubricantes, combustibles y otros líquidos contaminantes. | Contaminación a la capa natural del suelo |
| | Ruido | Durante la operación. | <ul style="list-style-type: none"> • Interferencia en la comunicación oral • Pérdida de la audición • Ruido molesto al entorno |
| | Emisión atmosférica | Material particulado y gases contaminantes producto de la combustión. | <ul style="list-style-type: none"> • Contaminación atmosférica • Riesgo de enfermedades respiratorias. |
| | Contaminación visual | Despeje de terreno. | Pérdida de la capa vegetal. |
| Construcción y mantenimiento de caminos | Residuo sólido | Generación de escombros | <ul style="list-style-type: none"> • Riesgo de accidentes • Obstrucciones de drenajes. |
| | Residuo líquido | Derrames de lubricantes, combustibles y otros líquidos contaminantes. | Contaminación a la capa natural del suelo |
| | Ruido | Durante la operación. | <ul style="list-style-type: none"> • Interferencia en la comunicación oral • Pérdida de la audición • Ruido molesto al entorno |
| | Emisión atmosférica | Material particulado y gases contaminantes producto de la combustión. | <ul style="list-style-type: none"> • Contaminación atmosférica • Riesgo de enfermedades respiratorias. |
| Trabajos en talleres y garajes | Residuo sólido | Generación de desechos por recambio de piezas o partes. | <ul style="list-style-type: none"> • Desechos químicos • Residuos con tratamiento especial de retiro. |
| | Residuo líquido | Derrames de lubricantes, combustibles y otros líquidos contaminantes. | Contaminación a la capa natural del suelo |
| | Ruido | Uso de herramientas durante proceso de mantención. | <ul style="list-style-type: none"> • Interferencia en la comunicación oral • Pérdida de la audición • Ruido molesto al entorno |
| | Emisión atmosférica | Gases contaminantes | <ul style="list-style-type: none"> • Contaminación atmosférica • Riesgo de enfermedades respiratorias. |

Con el fin de gestionar adecuadamente las medidas relacionadas con el cuidado medio ambiental, la empresa responsable del proyecto y aquella proveedora de servicios de movimiento de tierras, cuando sea subcontratada, deben tener, a lo menos, un encargado medioambiental, quien tendrá las siguientes responsabilidades:

- Coordinación de las materias ambientales con la Inspección Fiscal o representante del mandante.
- Desarrollo de reuniones técnicas y difusión de información al personal (capacitación, instrucción respecto de las restricciones ambientales y sanciones al personal que labore en la obra).
- Supervisión del cumplimiento de la normativa ambiental vigente.
- Supervisión y control de las especificaciones ambientales para el proyecto.
- Evaluación permanente del cumplimiento del Plan de Manejo Ambiental de las obras definido en el estudio ambiental del Proyecto.
- Coordinación para el desarrollo del Plan de Seguimiento y Monitoreo y Contingencias definido en el estudio ambiental del Proyecto aplicable a la etapa de construcción.
- Supervisión de obtención de Permisos Ambientales Sectoriales que requiera la obra.
- Presentación de los Planes de Manejo de Empréstitos, Botaderos y de Restauración de las áreas de intervención.

El Encargado Ambiental deberá llevar un registro de sus actividades, reuniones, eventos suscitados y medidas tomadas, a través de un Libro Ambiental de la Obra. Además se recomienda que elabore un Informe de Actividades Mensual.

Se puede observar que las responsabilidades indicadas exceden el ámbito relacionado exclusivamente con las actividades de movimientos de tierra, pero éstas son una parte que debe enmarcarse en la gestión medioambiental general.

3.2 Requisitos medioambientales exigibles a maquinaria de movimiento de tierra

En general los requisitos técnicos se pueden dividir de acuerdo a dos grupos de maquinaria que operan normalmente:

- Máquinas afectas a leyes del tránsito
- Máquinas consideradas como fuentes móviles fuera de ruta

Las máquinas afectas a leyes del tránsito deben cumplir con las normas de emisión establecidas para los vehículos motorizados pesados de acuerdo al DS 55/1994.

Las fuentes móviles fuera de ruta son una gran variedad de equipos utilizados en la extracción, procesamiento y transporte de materiales. Se entiende que estas fuentes son operadas fuera de la red vial de la región, operando en espacios abiertos, que pueden ser de propiedad pública o privada.

3.2.1 Regulación Nacional

Una serie de documentos normativos vigentes a la fecha de publicación de este compendio regulan los requisitos medioambientales de la maquinaria.

Asimismo, durante el período de elaboración de este compendio se ha obtenido información de estudios que realizan las autoridades competentes y que, en algunos casos, inciden en valores límites o comienzo de vigencia de requisitos adicionales.

- El Decreto Supremo 289, del Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones, dispone que las revisiones técnicas de las maquinarias automotrices como bulldozer, palas mecánicas, cargadores frontales, motoniveladoras, retroexcavadoras y otras similares se practique cada 4 años.
- Las maquinarias que estén afectas a las leyes de tránsito, deberán cumplir con las normas de emisión establecidas para los vehículos motorizados pesados, de acuerdo a Decreto 55/1994.
- La ley N° 20052, establece que a contar de octubre de 2005 el Servicio de Registro Civil e Identificación, incorpore el tipo de combustible, así como el peso bruto vehicular, a los requisitos de inscripción en el Registro Nacional de Vehículos Motorizados (RNVM).
- La Resolución N°1430/2001 de la Dirección Nacional de Aduanas, coordinada con el Servicio de Registro Civil e Identificación, establece que para tramitar la inscripción de un vehículo ante el Registro Nacional de Vehículo Motorizados, se debe presentar el original de la Declaración de Ingreso; Solicitud Registro Factura (Zona Franca), Registro Factura Subasta (vehículos adjudicados en Subasta Aduanera), Solicitud Crédito Fiscal Art. 11 ley 18.634 y Solicitud de Liberación Decreto 480/74.
- El tipo de combustible se debe indicar con la sigla correspondiente a continuación del nombre, de acuerdo al siguiente detalle:

| Tipo de Combustible (TC) | Sigla |
|----------------------------------|---------|
| Gasolina | CH |
| Diesel o Semidiesel | D |
| Gas Natural Comprimido | GNC |
| Gas Licuado de Petróleo | GLP |
| Eléctrico | ELE |
| Gas Natural Comprimido/Eléctrico | GNC/ELE |
| Gasolina/Gas Natural Comprimido | CH/GNC |
| Gasolina/Gas Licuado de Petróleo | CH/GLP |
| Otros | OTS |

Fuente: Resolución N° 5717/2005 de la Dirección Nacional de Aduanas

Tabla 3.1 Clasificación de Tipo de Combustible

3.2.2 Normativa Internacional y extranjera relacionada con Fuentes Móviles fuera de Ruta

3.2.2.1 Normativa Internacional

De la Comunidad Económica Europea (CEE)

La Directiva 2001/63/CEE establece la aproximación de la legislación de los estados miembros sobre medidas contra la emisión de gases y partículas contaminantes procedentes de los motores de combustión interna que se instales en las máquinas móviles fuera de ruta.

La Directiva 88/77/CEE, establece los límites para las emisiones de CO, HCT, NOX procedentes de los motores diesel destinados a los vehículos con motor, con arreglo a un procedimiento de ensayo representativo de las condiciones europeas de circulación de estos vehículos.

| Fila | Masa de CO gr/kWh | Masa de HCT, gr/kWh | Masa de NOx, gr/kWh | Masa de partículas, gr/kWh | Humos m ⁻¹ |
|-----------|----------------------|------------------------|------------------------|-------------------------------|--------------------------|
| A (2000) | 2,1 | 0,66 | 5,0 | 0,1- 0,13 ¹ | 0,8 |
| B1 (2005) | 1,5 | 0,46 | 3,5 | 0,02 | 0,5 |
| B2 (2008) | 1,5 | 0,46 | 2,0 | 0,02 | 0,5 |
| C (VEM) | 1,5 | 0,25 | 2,0 | 0,02 | 0,15 |

- ⁽¹⁾ Para motores con una cilindrada unitaria menor a 0,75 dm³, y un régimen de potencia nominal superior a 3000 min⁻¹.
- ⁽²⁾ Prueba ESC: es un ciclo de pruebas que consiste en 13 fases de estado continuo que deben aplicarse de conformidad con el punto 6.2 del anexo de la directiva.
- ⁽³⁾ Prueba ELR²: es un ciclo de pruebas que consiste en una secuencia de fases de carga aplicadas con unos regímenes del motor constantes, de conformidad con el punto 6.2 del anexo de la directiva.
- ⁽⁴⁾ Regímenes A, B y C³: son las velocidades de prueba, dentro del intervalo de velocidades de funcionamiento del motor, que deben utilizarse para las pruebas ESC y ELR, como establece el apéndice 1 del anexo III de la Directiva.
- ⁽⁵⁾ VEM: es un vehículo ecológico mejorado, que es un tipo de vehículo propulsado por un motor que cumple los valores límite de emisiones permitidas que figuran en la fila C de las tablas de la sección 6.2.1 del anexo de la directiva.

Tabla 3.2 Valores límites para las pruebas ESC y ELR

3.2.2.1 Normativa Extranjera

Estados Unidos de NA

Regulación federal de los Estados Unidos de NA sobre protección al medioambiente, Título 40, Parte 89, Subparte B- "Control of emissions from new and in-use nonroad compression-ignition engines" establece que las máquinas fuera de ruta no deben exceder los límites establecidos en la tabla siguiente:

La Directiva 2001/63/CEE establece la aproximación de la legislación de los

| Potencia (kW) | Tier | Año | NO _x | HC | HCNM + NO _x | CO | MP |
|---------------|--------|------|-----------------|-----|------------------------|------|------|
| kW<8 | Tier 1 | 2000 | --- | --- | 10,5 | 8,0 | 1,0 |
| | Tier 2 | 2005 | --- | --- | 7,5 | 8,0 | 0,80 |
| 8≤kW<19 | Tier 1 | 2000 | --- | --- | 9,5 | 6,6 | 0,80 |
| | Tier 2 | 2005 | --- | --- | 7,5 | 6,6 | 0,80 |
| 19≤kW<37 | Tier 1 | 1999 | --- | --- | 9,5 | 5,5 | 0,80 |
| | Tier 2 | 2004 | --- | --- | 7,5 | 5,5 | 0,60 |
| 37≤kW<75 | Tier 1 | 1998 | 9,2 | --- | --- | --- | --- |
| | Tier 2 | 2004 | --- | --- | 7,5 | 5,0 | 0,40 |
| | Tier 3 | 2008 | --- | --- | 4,7 | 5,0 | |
| 75≤kW<130 | Tier 1 | 1997 | 9,2 | --- | --- | --- | --- |
| | Tier 2 | 2003 | --- | --- | 6,6 | 5,0 | 0,30 |
| | Tier 3 | 2007 | --- | --- | 4,0 | 5,0 | |
| 130≤kW<225 | Tier 1 | 1996 | 9,2 | 1,3 | --- | 11,4 | 0,54 |
| | Tier 2 | 2003 | --- | --- | 6,6 | 3,5 | 0,20 |
| | Tier 3 | 2006 | --- | --- | 4,0 | 3,5 | |
| 225≤kW<450 | Tier 1 | 1996 | 9,2 | 1,3 | --- | 11,4 | 0,54 |
| | Tier 2 | 2001 | --- | --- | 6,4 | 3,5 | 0,20 |
| | Tier 3 | 2006 | --- | --- | 4,0 | 3,5 | |
| 450≤kW<560 | Tier 1 | 1996 | 9,2 | 1,3 | --- | 11,4 | 0,54 |
| | Tier 2 | 2002 | --- | --- | 6,4 | 3,5 | 0,20 |
| | Tier 3 | 2006 | --- | --- | 4,0 | 3,5 | |
| kW≥560 | Tier 1 | 2000 | 9,2 | 1,3 | --- | 11,4 | 0,54 |
| | Tier 2 | 2006 | --- | --- | 6,4 | 3,5 | 0,20 |

Tabla 3.3 Estándar de Emisión (g/kW-hr)

Los métodos de medición para NO_x, HCNM y MP, están establecidos en el CFR 40 parte 1065.

Por otro lado, la regulación federal 89.912 Smoke Emission Standard, establece que la opacidad de los gases provenientes de las máquinas de compresión no debe ser superior a:

- a) 20% durante el modo de aceleración
- b) 15% durante el modo de operación normal
- c) 50% durante el peaks de los modos de aceleración y normal

El nivel de opacidad debe ser medido y calculado de acuerdo a lo establecido en CFR40, parte 86, subparte I.

3.2.3 Análisis normativo

La documentación regulatoria vigente a la fecha de emisión de este documento no permite establecer requisitos a las máquinas con motores a combustión interna que operan en Chile ni hacer una proyección de fechas en las cuales los requisitos contenidos en las normas internacionales o extranjeras pueden ser aplicados.

Lo anterior es consecuencia de la definición de requisitos a los combustibles y la gradualidad de aplicación de dichos requisitos en las grandes ciudades y zonas rurales.

El Grupo técnico estima que en Chile se seguirá una evolución similar al observado en países que forman parte del MERCOSUR de acuerdo a las siguientes tablas:

Tabla 1: Límites máximo de emisiones para máquinas de agricultura y movimiento de tierras (fase M-II)¹

| M-II* | CO | HC | NOx | PT |
|------------------------|---------|---------|---------|---------|
| Potencia neta P (kW)** | (g/kWh) | (g/kWh) | (g/kWh) | (g/kWh) |
| 130 ≤ P ≤ 560 | 3,5 | 1,0 | 6,0 | 0,2 |
| 75 ≤ P < 130 | 5,0 | 1,0 | 6,0 | 0,3 |
| 37 ≤ P < 75 | 5,0 | 1,3 | 7,0 | 0,4 |
| 19 ≤ P < 37 | 5,5 | 1,5 | 8,0 | 0,8 |

*Correspondiente al Etapa II de la Directiva 97/68 CE
 **Potencia neta al volante según ABNT NBR NM-ISO 9249:2000 para Maquinarias de movimiento de maquinarias y ABNT NBR ISO 1585:1996 para Maquinaria de Agricultura y/o otras revisiones u otros estándares.

Llave:
 CO = Monóxido de Carbono
 HC = Hidrocarburos
 NOx = Óxidos de Nitrógeno
 MP = Material Particulado

Tabla 2: Límites máximo de emisiones para máquinas de agricultura y movimiento de tierras (fase M-III A)²

| M-II* | CO | HC + Nox | PT |
|------------------------|---------|----------|---------|
| Potencia neta P (kW)** | (g/kWh) | (g/kWh) | (g/kWh) |
| 130 ≤ P ≤ 560 | 3,5 | 4,0 | 0,2 |
| 75 ≤ P < 130 | 5,0 | 4,0 | 0,3 |
| 37 ≤ P < 75 | 5,0 | 4,7 | 0,4 |
| 19 ≤ P < 37 | 5,5 | 7,5 | 0,6 |

*Correspondiente al Etapa II de la Directiva 97/68 CE
 **Potencia neta al volante según ABNT NBR NM-ISO 9249:2000 para Maquinarias de movimiento de maquinarias y ABNT NBR ISO 1585:1996 para Maquinaria de Agricultura y/o otras revisiones u otros estándares.

Llave:
 CO = Monóxido de Carbono
 HC = Hidrocarburos
 NOx = Óxidos de Nitrógeno
 MP = Material Particulado

Tomando en cuenta la documentación en discusión a la fecha de emisión de este documento técnico, las empresas representadas en el Grupo Técnico recomiendan destinar esfuerzos con el fin de dar cumplimiento al siguiente calendario:

¹ Fase M-II es equivalente a Etapa II de la Directiva Europea 97/68/CE y Fase M-III A es equivalente a Etapa III A de la Directiva Europea 2004/26/CE

² Fase M-II es equivalente a Etapa II de la Directiva Europea 97/68/CE y Fase M-III A es equivalente a Etapa III A de la Directiva Europea 2004/26/CE

| Tipo de máquina | Potencia kW | Fase | Año de cumplimiento |
|-----------------|----------------|---------|---------------------|
| Nueva | P > 37 | M-II | 2011 |
| Usada | P > 37 | M-II | 2013 |
| Nueva | P > 37 | M-III A | 2013 |
| Usada | P > 37 | M-III A | 2015 |

Nota 1: Para poder dar cumplimiento a lo indicado se debe considerar la provisión de combustibles que cumplan lo siguiente:

- Fase M-II: Directiva Europea 97/68/EC
- Fase M.III A Directiva Europea 2004/26/EC

3.3 Recomendaciones Medioambientales en el trabajo con maquinaria

Las recomendaciones medioambientales que se indican a continuación se han clasificado en dos grupos; aquellas relacionadas a la maquinaria y aquellas relacionadas al trabajo que realiza la maquinaria.

3.2.1 Recomendaciones relacionadas a las máquinas

Considerando la antigüedad de las máquinas incluidas en información estadística, limitadas a no más de 10 años, ya que basado en la información de los representantes de las marcas, las maquinarias con más de 10 años de antigüedad deberían estar fuera de operación por la vida útil que se estima para los equipos.

Hay consenso entre los diferentes fabricantes de maquinaria que los ítems críticos de una mantención en lo relacionado a las emisiones son:

- Cambio de los filtros de combustible
- Cambio de filtros de aire.
- Drenaje de decantador de agua que protege la pureza del petróleo que entra al motor.

Estos son los controles por donde se empieza a prevenir la entrada de sílices y otros particulados al motor, que ocasionan pérdida de potencia, desgastes prematuros y fallas de componentes como el turbo, o las piezas móviles del motor de combustión, pasando por el sistema de inyección.

Los fabricantes recomiendan hacer mantenciones a las maquinarias cada 250 horas, y llevar un control diario de los niveles, decantación del sistema de agua de combustible, revisión de fugas, etc.

Las maquinarias fuera ruta pierden un porcentaje de vida útil de un 20 y 40% por no realizar mantenciones preventivas básicas, con esto se arriesga una pérdida de potencia de entre 30 y 60%.

Una maquinaria que presenta fallas mecánicas además de provocar problemas de disponibilidad, genera emisiones lo que se debe a un menor aprovechamiento de combustible, por una combustión ineficiente.

Para optimizar el funcionamiento de la maquinaria se sugiere como mínimo realizar las siguientes mantenciones:

- Cambio de filtros del motor (aire, combustible, aceite)
- Cambio de aceite de motor.
- Revisión del estado general del motor, como fugas, limpieza de radiador del motor, refrigerante limpio, como mínimo cada 500 horas en condiciones normales y si el ambiente es muy sucio bajarlo a 250 horas.

3.2.2 Recomendaciones relacionadas a las operaciones con máquinas

En general las medidas tanto preventivas, de mitigación y correctivas a los efectos medioambientales que genera la operación de máquinas de movimiento de tierra, deben ser consideradas como parte de la planificación medioambiental de la faena respectiva.

Lo anterior se debe a la gran variabilidad de condiciones de terreno en las cuales se opera.

Para dar cumplimiento a lo anterior, se debe analizar la documentación relacionada con la declaración de impacto ambiental y toda otra documentación relacionada al tema.

Competencias requeridas para operar y mantener en terreno Maquinaria de Movimientos de Tierra

Esta cuarta sección del Compendio Técnico para Maquinaria de Movimientos de Tierra describe las competencias requeridas para aquellas personas que cumplen funciones como operadores o mantenedores en terreno de maquinaria de movimiento de tierras.

Las descripciones de actividades, tareas y operaciones de ambas ocupaciones, establecen los criterios de aceptación y entregan información adicional que permite: confeccionar exámenes para medición de competencias, administrar los procesos de selección y de capacitación necesarias.

4.1. Competencias requeridas para operar Maquinaria de Movimientos de Tierra

El Operador de Maquinaria es aquella persona que ejecuta actividades de movimientos de tierra manejando los diferentes tipos de máquinas, según clasificación indicada en la sección 1 de este compendio.

4.1.1. Campo ocupacional

El ámbito laboral de un operador de maquinaria corresponde al de un trabajador calificado de la Industria de la Construcción.

Los trabajadores que se desempeñan en esta ocupación tienen a su cargo aquella parte del proceso constructivo que ejecuta modificaciones del perfil natural del suelo, siendo necesario en algunos proyectos rebajar las cotas y en otros elevarlas. En el primer caso se indica que son trabajos de corte o excavación, mientras que en el segundo son de relleno o de terraplén. En términos genéricos, ambos caso reciben el nombre de movimiento de tierras.

Este tipo de trabajador puede desempeñarse en organismos gubernamentales vinculados a obras de infraestructura, empresas constructoras, mineras o de arriendo de maquinaria o como microempresario.

4.1.2. Observaciones Legales

Generales

- Poseer una licencia de conducir clase D¹, vigente.

¹ Requisitos para obtener licencia Clase D:

- Ser mayor de 18 años.
- Saber leer y escribir.
- Acreditar conocimientos y práctica en el manejo de los vehículos o maquinarias especiales de que se trate.

- Contar con examen psicosenométrico² realizado en un organismo administrador de la Ley 16.744, donde se indique que está apto físicamente para la labor.
- Aprobar el curso de operador de maquinaria según el compendio normativo emitido por este grupo técnico.

Particulares

Proyectos en los cuales el operador deba desplazar la máquina de un lugar a otro:

- Poseer una licencia de conducir clase A4 o A5³, vigente.

4.1.3. Tareas

- Realizar desbroces y extendido de materiales para posteriores trabajos.
- Escarificar terrenos de cierta dureza y pavimentos asfálticos disgregando los materiales para su posterior excavación.
- Excavar un frente utilizando con la finalidad de extraer material o realizar un desmonte.
- Construir una pista a media ladera.
- Cargar materiales disgregados en vehículos para su transporte.
- Cargar bloques de gran tamaño y tonelaje en vehículos de transporte.
- Excavar y cargar materiales.
- Construir zanja para instalación de redes de servicios.
- Realizar vaciados para posterior utilización en la ejecución de diversas obras.
- Efectuar la limpieza de canales con la finalidad de eliminar los materiales acumulados en sus cauces y mantenerlos en su máxima capacidad.

4.1.4. Descripción de Tareas:

Actividad: Operar maquinaria de movimiento de tierra

² Verifica el estado del conductor en las siguientes áreas:

- Agudeza Visual y auditiva
- Visión nocturna
- Apreciación de distancias
- Discriminación de colores
- Percepción y coordinación viso-motora
- Reacción ante la presencia de peligro u obstáculo
- Concentración.

³ Requisitos para obtener licencia Clase A4 o A5:

- Ser mayor de 21 años.
- Acreditar tenencia de licencia B por lo menos hace dos años.
- Haber aprobado los cursos de conductor profesional de acuerdo al Decreto 251 de 1999.
- Para licencia A5, deberá acreditar posesión de licencia A4 por al menos dos años

| TAREAS | EJECUCIÓN |
|---|---|
| <p>Realizar desbroces y extendido de materiales con el fin de preparar terrenos para posteriores trabajos.</p> | <p>Situar la máquina en el lugar más elevado del terreno para facilitar a esta el desplazamiento de los materiales.</p> |
| | <p>Comprobar que sitúa el equipo con el ángulo de ataque y altura adecuados antes de iniciar el trabajo.</p> |
| | <p>Verificar que la máquina avanza en la velocidad más corta, procurando que la cuchara no se clave en el terreno y no se hagan ondulaciones.</p> |
| | <p>Observar que el acopio del material desbrozado se realiza en el lugar predeterminado para tal fin.</p> |
| | <p>Establecer un plan de trabajo, previo un estudio del terreno que se desea acondicionar.</p> |
| | <p>Rellenar las zonas del terreno que lo requieran, depositando en ellos la cantidad de material necesario.</p> |
| | <p>Extender e igualar el material con la pala de forma que quede una superficie lisa.</p> |
| <p>Escarificar terrenos de cierta dureza y pavimentos asfálticos disgregando los materiales para su posterior excavación.</p> | <p>Observar en función de la dureza del terreno, el número de rejonas que debe de llevar el escarificador.</p> |
| | <p>Situar la máquina en el lugar más elevado del terreno para aprovechar al máximo la potencia del motor.</p> |
| | <p>Comprobar que la máquina avanza en la velocidad más corta y con la aceleración adecuada a la dureza del terreno.</p> |
| | <p>Observar que introduce y saca el rejon, siempre con la máquina en movimiento.</p> |
| | <p>Ahuecar el terreno mediante unos movimientos suaves de elevación y descenso del escarificador.</p> |
| | <p>Verificar que la trayectoria de la máquina durante el escarificado se realiza en línea recta para no dañar el escarificador.</p> |
| | <p>Comprobar que la separación de pasadas de escarificado son adecuadas para que el</p> |

| | |
|---|--|
| | desgarre del terreno sea efectivo. |
| Excavar un frente utilizando con la finalidad de extraer material o realizar un desmonte. | Realizar la limpieza y preparación del tajo con la pala cargadora o con la excavadora con equipo frontal, antes de iniciar la excavación del tajo. |
| | Efectuar la excavación y carga del material, evitando que las ruedas patinen o se eleve la parte trasera de la pala cargadora. |
| | Situar la excavadora con equipo frontal en el lugar del tajo elegido de antemano, observando que las ruedas cabillas de las orugas, queden en la parte opuesta del frente de excavación. |
| | Comprobar que los vehículos de transporte están colocados a 45° aproximadamente con relación al eje longitudinal de la máquina y dentro de su radio de acción, y que no hay personas en la zona de trabajo de la excavadora. |
| | Efectuar la excavación y carga del material en los vehículos de transporte, procurando que dicho material caiga suavemente sobre la caja del vehículo. |
| | Aprovechar los tiempos muertos en seleccionar el material excavado sí fuese necesario y mantener el frente de excavación saneado y limpio, evitando que puedan producirse graves accidentes. |
| Construir una pista a media ladera. | Verificar sobre el terreno el tipo de material a excavar y las medidas y cotas especificadas en la orden de trabajo para la construcción de la pista. |
| | Efectuar las labores preliminares antes de iniciar la construcción de la pista con la pala cargadora o con la excavadora con equipo frontal. |
| | Situar la máquina en el eje y punto de arranque de la traza de la pista y en un plano horizontal, observando que la rueda cabilla de la oruga de la excavadora quede en el lado opuesto de la excavación. |
| | Realizar la excavación desde el eje de la pista hacia fuera, desmontando siempre y en primer lugar el material de la parte superior del frente de excavación, siguiendo |

| | |
|--|---|
| | posteriormente la excavación hasta el plano de la pista. |
| | Descargar el material excavado sobre el borde del terraplén exterior de la pista. |
| | Comprobar que la anchura, el desnivel, el talud interior y plano de la pista, se ajustan a las especificaciones indicadas en la orden de trabajo. |
| | Avanzar la máquina para continuar la excavación de la pista, observando en todo momento las normas de seguridad vigentes, sobre construcción y maquinaria de obras públicas. |
| Cargar materiales disgregados en vehículos para su transporte. | Observar que los vehículos de transporte están situados a derecha e izquierda de la máquina, en ángulo de 45° aproximadamente respecto al frente de carga y próximo a éste. |
| | Realizar la carga de material disgregado en el vehículo de transporte suave y totalmente dentro de la caja del vehículo cuidando no dañarlo. |
| | Repartir bien el material en la caja del vehículo de transporte, evitando que dicho material pueda caerse por el camino de acarreo. |
| | Observar que no haya personal dentro de la zona de trabajo de la máquina, para prevenir accidentes. |
| Cargar bloques de gran tamaño y tonelaje en vehículos de transporte. | Coger las rocas de gran volumen y tonelaje encima o dentro de la cuchara de la pala cargadora o excavadora con equipo frontal, observando previamente que dicha roca pueda cargarse bien en la caja del vehículo de transporte. |
| | Situar la máquina, de forma que el vehículo de transporte pueda aproximarse a la cuchara de la máquina marcha atrás y enfrente de ella, cuando se carguen bloques de gran tamaño y tonelaje. |
| | Indicar que se eleve un metro aproximadamente la parte delantera de la caja del vehículo de transporte, de forma que la parte posterior de ésta quede más baja y |

| | |
|--|---|
| | facilite la carga de la roca. |
| | Depositar la roca en la parte posterior de la caja, empujándola suavemente con la cuchara e indicando a la vez que se baje lentamente la caja, hasta que la roca quede cargada en el vehículo. |
| | Comprobar que la roca está bien cargada en el vehículo y no puede caerse al desplazarse éste. |
| Excavar y cargar materiales. | Situar la excavadora con el equipo de retroexcavación en el lugar estudiado de antemano, para iniciar la excavación y carga del material. |
| | Estabilizar la excavadora si ésta tiene el tren de rodaje de neumáticos. |
| | Excavar por debajo del plano de la máquina, cargando el material extraído en el vehículo de transporte, previa comprobación de que no hay personas dentro del radio de acción de la excavadora. |
| | Procurar que el material excavado sea depositado suavemente y bien distribuido en la caja del vehículo de transporte para no dañarla y no se derrame durante el acarreo. |
| | Retocar el fondo y laterales de la excavación si fuese necesario, aprovechando los tiempos muertos. |
| | Remover el material a excavar o recoger el material del acopio si fuese necesario, aprovechando los tiempos muertos. |
| Construir zanja para instalación de redes de servicio. | Comprobar sobre el terreno las medidas específicas en la orden de trabajo, longitud, anchura y profundidad de la zanja que ha de excavar. |
| | Situar la máquina de modo que su eje longitudinal coincida con el de la zanja. |
| | Estabilizar la máquina si ésta lleva incorporado tren de rodaje de neumáticos; llevando tren de rodaje de orugas, se colocarán las ruedas cabillas de éstas, en la parte opuesta a la apertura de la zanja. |
| | Excavar la zanja entre las marcas del replanteo, depositando el material excavado a un lado de ella, para evitar que pueda caer |

| | |
|--|---|
| | parte del material dentro o se derrumbe la pared. |
| | Verificar continuamente que las paredes queden rectas, verticales, el fondo plano y con las especificaciones indicadas en la orden de trabajo. |
| Realizar vaciados para posterior utilización en la ejecución de diversas obras. | Realizar su plan de trabajo, en función de las características del terreno a excavar y las especificaciones dadas en la orden de trabajo. |
| | Situar la máquina en el lugar elegido de antemano para iniciar el trabajo, estabilizándola si lleva tren de rodaje de neumáticos. |
| | Excavar y acondicionando los accesos al fondo del vaciado y amplios espacios para facilitar las maniobras de la máquina y vehículos de transporte de acuerdo con las especificaciones de la orden de trabajo. |
| | Realizar el vaciado con la excavadora con equipo de retroexcavación, conformando las paredes a la vez que retira el material central de dicho vaciado. |
| | Verificar continuamente que el fondo de la excavación quede liso y limpio y el vaciado con las geometrías y dimensiones especificadas en la orden de trabajo. |
| | Mantener el frente de la excavación en todo momento limpio, vertical o con la inclinación indicada en la orden de trabajo, evitando derrumbamientos peligrosos. |
| Efectuar la limpieza de canales con la finalidad de eliminar los materiales acumulados en sus cauces y mantenerlos en su máxima capacidad. | Situar la excavadora con equipo de cuchara bivalva paralela a una de las orillas del canal, lo más cerca posible de éste que permita el terreno. |
| | Efectuar la limpieza de los canales, retirando los materiales acumulados en sus cauces para mantener la capacidad de su caudal de agua. |
| | Realizar los lanzamientos de la cuchara bivalva de forma que caiga vertical y no se gire en el aire, para que su llenado sea lo más completo posible y los cables no se enrollen. |

| | |
|--|---|
| | Comprobar que los canales quedan limpios y utilizables en toda su longitud, según lo especificado en la orden de trabajo. |
|--|---|

4.1.5. Especificación de las competencias

| <u>Conocimientos</u> | <u>Habilidades</u> | <u>Actitudes</u> |
|---|--|--|
| 1. Medidas de seguridad 2. Señalización de operaciones y de seguridad 3. Procedimiento de inspección visual de la máquina 4. Límites de operación de la máquina. 5. | 1. Manejo de la máquina 2. Interpretar información de los instrumentos 3. Manejo de equipos 4. Aplicar las instrucciones del fabricante 5. | 1. Cumplir con el plan de trabajo 2. Responsable en adopción de medidas de seguridad 3. Responsabilidad en el horario 4. Cumplimiento de la programación 5. Preocupación por los efectos de la tarea y su entorno 6. Buena disposición al trabajo en equipo 7. Cuidadoso en el trato y aseo de las herramientas y equipo. 8. Reduce pérdidas de materiales. |

4.2. Competencias requeridas para mantener en terreno Maquinaria de Movimientos de Tierra

El Mantenedor en Terreno de Maquinaria es aquella persona que ejecuta actividades de mantención básica a los diferentes tipos de máquinas, según clasificación indicada en la sección 1 de este compendio.

4.2.1. Campo ocupacional

El ámbito laboral de un mantenedor de maquinaria corresponde al de un trabajador calificado de la Industria de Transportes.

Los trabajadores que se desempeñan en esta ocupación tienen a su cargo las tareas de mantenimiento en terreno de la maquinaria, con el fin de asegurar su más alto rendimiento y disponibilidad.

Este tipo de trabajador puede desempeñarse en organismos gubernamentales vinculados a obras de infraestructura, empresas constructoras, mineras o de arriendo de maquinaria o como microempresario.

4.2.2. Observaciones Legales

No hay restricciones legales para desempeñarse en estas tareas.

Se recomienda exigir título profesional de Técnico Mecánico o equivalente.

4.2.3. Tareas

- Realizar la limpieza y lubricación de las máquinas utilizando las técnicas, frecuencias y materiales indicados en el manual de mantenimiento, para el perfecto estado de funcionamiento y seguridad de las unidades
- Verificar niveles de fluidos mediante mirillas y sondas de nivel, para detectar carencias de dichos fluidos y reponerlos, en su caso, antes de la puesta en marcha del motor de la máquina
- Realizar el mantenimiento del tren de rodaje de las máquinas, comprobando el estado del mismo y sustituyendo elementos defectuosos, para que las unidades estén en las mejores condiciones de desplazarse con seguridad
- Sustituir cuchillas, dientes, puntas y cables de acero, de los diferentes equipos de las máquinas de excavación con los recambios y técnicas recomendados por el fabricante, para mantener dichas máquinas en las mejores condiciones de rentabilidad y seguridad
- Mantener el sistema eléctrico de las máquinas, revisando todos los circuitos y sustituyendo los elementos defectuosos, para un correcto funcionamiento de la unidad.
- Realizar el mantenimiento del tren de potencia y de los diversos circuitos de fluidos de la máquina, siguiendo las instrucciones del manual de mantenimiento, con el fin de evitar averías y obtener el máximo rendimiento de la unidad.

4.2.4. Descripción de Tareas:

Actividad: mantener en terreno la maquinaria de movimiento de tierra

| TAREAS | EJECUCIÓN |
|--|--|
| Realizar la limpieza y lubricación de las máquinas utilizando las técnicas, frecuencias y materiales indicados en el manual de mantenimiento, para el perfecto estado de funcionamiento y seguridad de las unidades. | Limpiar interior y exteriormente todos los componentes de la máquina, antes de proceder a su engrase y en evitación de accidentes. |
| | Sustituir los engrasadores estropeados por otros nuevos, cuando se observe que no entra la grasa en los puntos a engrasar. |
| | Utilizar el tipo de lubricante recomendado por el fabricante de la máquina, en la cantidad indicada en el manual de mantenimiento. |
| | Realizar el engrase diario de los puntos de las máquinas indicados en el manual de |

| | |
|--|--|
| | mantenimiento de las mismas. |
| | Efectuar el engrase general de la máquina, utilizando el «plano de engrase» de la unidad y observando los períodos de tiempo indicados en el manual de mantenimiento. |
| | Desmontar, limpiar y montar de nuevo aquellos componentes donde no entra la grasa de modo que los mecanismos vuelvan a funcionar correctamente. |
| | Purgar y limpiar el calderín de aire del sistema de frenos de la máquina, diariamente después de arrancar la unidad y cuando el sistema tenga presión, observando que el purgador del calderín quede totalmente cerrado. |
| | Realizar el drenaje del tanque de combustible en la forma y períodos de tiempo, indicados por el fabricante, y efectuando al mismo tiempo la limpieza del respirador de dicho tanque. |
| <p>Verificar niveles de fluidos mediante mirillas y sondas de nivel, para detectar carencias de dichos fluidos y reponerlos, en su caso, antes de la puesta en marcha del motor de la máquina.</p> | <p>Comprobar que la máquina está situada en terreno horizontal, con los equipos apoyados sobre el suelo, frenada y el motor parado.</p> |
| | <p>Verificar que el nivel del aceite del cárter del motor está entre las marcas de máximo y mínimo de la varilla del nivel.</p> |
| | <p>Comprobar que el nivel del aceite de la servotransmisión está entre las marcas máximo y mínimo del lado de la varilla del nivel que indica «motor parado y aceite frío».</p> |
| | <p>Volver a verificar que el nivel del aceite de la servotransmisión esté entre las marcas máximo y mínimo por el otro lado de la varilla del nivel que indica «motor en marcha y aceite caliente».</p> |
| | <p>Observar que el nivel del líquido refrigerante del radiador del motor, alcanza el cuello de la boca de llenado de dicho radiador.</p> |
| | <p>Verificar que el nivel del líquido de frenos está entre las marcas de máximo y mínimo y mínimo del depósito para que el circuito no tome aire.</p> |
| | <p>Comprobar mediante la varilla de nivel o mirilla, que el depósito de combustible está</p> |

| | |
|---|---|
| | <p>lleno o tiene suficiente para la jornada de trabajo.</p> |
| | <p>Observar que el nivel del aceite del depósito del sistema hidráulico se encuentra entre las marcas máximo y mínimo, cuando el equipo está situado en la posición que indica el manual de mantenimiento de la máquina y rellenando si fuese necesario.</p> |
| | <p>Comprobar mediante los aparatos de control, que todos los componentes de la máquina funcionan correctamente con el motor en marcha.</p> |
| <p>Realizar el mantenimiento del tren de rodaje de las máquinas, comprobando el estado del mismo y sustituyendo elementos defectuosos, para que las unidades estén en las mejores condiciones de desplazarse con seguridad.</p> | <p>Verificar que el tensado de las orugas es correcto en las diferentes circunstancias del terreno seco o mojado y se ajusta a las indicaciones del manual de mantenimiento de la máquina.</p> |
| | <p>Comprobar previamente que al desmontar una rueda de la máquina se han aflojado las tuercas de fijación y se ha elevado y calzado ésta, con seguridad.</p> |
| | <p>Observar que al instalar una rueda en la máquina el dibujo de la banda de rodadura está en el sentido indicado por el manual de la máquina.</p> |
| | <p>Realizar el apriete final de las tuercas de fijación en el orden recomendado por el fabricante y cuando la rueda está apoyada sobre el suelo.</p> |
| | <p>Comprobar que la presión de inflado del neumático es la indicada en la tabla de presiones establecida por el fabricante y según las medidas del neumático instalado.</p> |
| | <p>Comprobar diariamente antes de comenzar la jornada de trabajo que los neumáticos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • No presentan cortes ni deformaciones. • Que el desgaste de la banda de rodadura está dentro de los límites permitidos. • Que no tiene materiales sólidos entre las ruedas gemelas. |
| <p>Sustituir cuchillas, dientes, puntas y cables de acero, de los diferentes equipos de las</p> | <p>Colocar la cuchara del equipo de forma que facilite las sustituciones de puntas, dientes y</p> |

| | |
|--|--|
| <p>máquinas de excavación con los recambios y técnicas recomendados por el fabricante, para mantener dichas máquinas en las mejores condiciones de rentabilidad y seguridad.</p> | <p>cuchillas con la máxima seguridad.</p> |
| | <p>Sustituir las puntas de diente desgastadas por otras de las mismas características y medidas, comprobando que queden bien fijadas a sus respectivos dientes.</p> |
| | <p>Verificar que el cambio de dientes de la cuchara se ha realizado conforme a las normas establecidas por el fabricante en cuanto a tipo, medidas y anclaje.</p> |
| | <p>Comprobar que las punteras de los rejonos que se han instalado en el escarificador son las indicadas en el manual de mantenimiento y que los bulones y pasadores están bien colocados.</p> |
| | <p>Limpia bien el asiento de las cuchillas antes de instalar las nuevas.</p> |
| | <p>Observar que los cuadrillos de los tornillos de fijación de las cuchillas al equipo se acoplan perfectamente a las cajas cuadradas que tienen dichas cuchillas.</p> |
| | <p>Verificar que el par de apriete de los tornillos de fijación de las cuchillas se realiza ajustándose a las indicaciones del fabricante.</p> |
| | <p>Sustituir un cable de acero por otro nuevo en la máquina cuando se observe que en una longitud de un metro el 20 por 100 de sus hilos están rotos.</p> |
| <p>Mantener el sistema eléctrico de las máquinas, revisando todos los circuitos y sustituyendo los elementos defectuosos, para un correcto funcionamiento de la unidad.</p> | <p>Cambiar la posición de un cable de acero del equipo, invirtiendo la fijación de sus extremos para evitar la fatiga en aquellos sectores de mayor roce del cable y aumentar la seguridad de trabajo de la máquina.</p> |
| | <p>Observar que al cambiar la correa del alternador se sustituye por otra de las mismas características y se tensa siguiendo las instrucciones del manual de mantenimiento.</p> |
| | <p>Verificar al arrancar el motor que el disyuntor y regulador de corriente del circuito de carga funciona conforme indica el manual de operaciones.</p> |
| | <p>Comprobar al sustituir lámparas y fusibles que están bien instalados y son del mismo voltaje e intensidad que los indicados por el</p> |

| | |
|---|---|
| | <p>fabricante.</p> <p>Realizar el cambio de baterías, conforme a las instrucciones del manual de mantenimiento, ya sea para sustituirlas o recargarlas.</p> <p>Verificar que las baterías están bien instaladas, arrancando y parando el motor.</p> <p>Comprobar que el nivel del electrólito cubre las placas, agregando agua destilada si fuese necesario, sin sobrepasar dicho nivel.</p> <p>Verificar que los orificios de los tapones de los vasos de la batería no estén obstruidos, para evitar que ésta pueda reventar.</p> |
| <p>Realizar el mantenimiento del tren de potencia y de los diversos circuitos de fluidos de la máquina, siguiendo las instrucciones del manual de mantenimiento, con el fin de evitar averías y obtener el máximo rendimiento de la unidad.</p> | <p>Observar que la máquina está situada en terreno horizontal con los equipos apoyados sobre el suelo, el freno aplicado y el motor parado.</p> <p>Realizar el cambio de aceite y filtro del motor cuando esté caliente, por otros de las mismas características, verificando su nivel después de arrancar y parar el motor.</p> <p>Realizar el cambio de aceite y limpieza de la rejillacolador de la servotransmisión con aceite del mismo tipo, verificando su nivel antes y después de arrancar el motor.</p> <p>Sustituir el aceite del grupo diferencial cuando está caliente, por otro del mismo tipo, comprobando que su nivel es correcto.</p> <p>Comprobar que se realiza el cambio de aceite de los mandos finales, siguiendo las instrucciones del manual de mantenimiento, en cuanto al tipo de aceite a sustituir y forma de ejecución.</p> <p>Sustituir los filtros primario y secundario del circuito de combustible, realizando posteriormente el purgado para eliminar el aire del circuito y comprobando que no existen fallos en el funcionamiento del motor.</p> <p>Limpiar interior y exteriormente el circuito de refrigeración del motor, utilizando los materiales, frecuencias y técnicas recomendadas por el fabricante y sustituyendo manguitos deteriorados, si fuese necesario.</p> |

| | |
|--|---|
| | Sustituir la correa del ventilador, siguiendo las indicaciones del fabricante en cuanto a tipo, medida y ajuste de dicha correa. |
| | Cambiar los latiguillos hidráulicos deteriorados por otros nuevos de las mismas características, previa eliminación de la presión interior del circuito hidráulico. |
| | Comprobar que los cilindros y conducciones del sistema hidráulico, no presentan golpes, roces, ni pérdida de líquido hidráulico. |

4.2.5. Especificación de las competencias

| <u>Conocimientos</u> | <u>Habilidades</u> | <u>Actitudes</u> |
|--|---|--|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Características técnicas de las máquinas y sus equipos de trabajo. 2. Interpretación de los manuales de mantenimiento. 3. Lubricantes y lubricación: bombas de engrase, engrasadores, tipos de aceites y grasas. 4. Casquillos, cojinetes y rodamientos. 5. Engranajes: tipos, aplicaciones y módulo de los engranajes. 6. Aire comprimido y compresor. 7. Cuchillas, dientes y puntas: clases, medidas y aplicación. 8. Filtros: características y aplicación. 9. Atenciones al circuito de refrigeración. 10. Anticongelantes y anticorrosivos. 11. Cables de acero: técnicas de instalación, mantenimiento y seguridad. 12. Neumáticos: instalación, características, presión y seguridad. 13. Orugas: tipos de tensores, tejas, características y mantenimiento. 14. Baterías: asociación de baterías en serie y paralelo, instalación y mantenimiento. 15. Correas y cadenas: instalación, características. 16. Atenciones al sistema de combustible. | <ol style="list-style-type: none"> 1. Aplicar las normas vigentes de Seguridad e Higiene en el trabajo. 2. Limpiar y lubricar las máquinas y equipos de trabajo. 3. Cambiar engrasadora. 4. Sustituir aceites en los distintos compartimentos del tren de potencia. 5. Limpiar el sistema de refrigeración. 6. Sustituir el líquido refrigerante-anticongelante. 7. Cambiar neumáticos. 8. Ajustar orugas. 9. Sustituir cuchillas, puntas y dientes de los equipos de trabajo. 10. Sustituir cables de acero de equipos de excavadora. 11. Sustituir latiguillos o conducciones del sistema hidráulico. 12. Sustituir filtros. 13. Purgar el sistema de combustible. 14. Cambio y ajuste de correas de ventilador y generador de corriente. 15. Repostar combustible. 16. Sustituir baterías, fusibles y lámparas. 17. Purgar el calderín de aire del sistema neumático. | <ol style="list-style-type: none"> 1. Cumplir con el plan de mantención en terreno 2. Responsable en adopción de medidas de seguridad 3. Responsabilidad en el horario 4. Cumplimiento de la programación 5. Preocupación por los efectos de la tarea y su entorno 6. Buena disposición al trabajo en equipo 7. Cuidadoso en el trato y aseo de las herramientas y equipo. 8. Reduce pérdidas de materiales. |

