

155



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

CARACTERISTICAS Y COMPORTAMIENTO DE
LAS MOTOCONFORMADORAS DE BASTIDOR
ARTICULADO.

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE :

INGENIERO CIVIL

P R E S E N T A :

EFREN POZAS ESTRADA



MEXICO, D. F.

1985.



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

I N D I C E

- Capítulo I INTRODUCCION**
- Capítulo II DESCRIPCION GENERAL**
- Capítulo III OPERACION**
- Capítulo IV APLICACION EN OBRAS CIVILES**
- Capítulo V MANTENIMIENTO**
- Capítulo VI RENDIMIENTO EN DIFERENTES APLICACIONES**
- Capítulo VII COSTO HORARIO**
- Capítulo VIII CONCLUSION**

B I B L I O G R A F I A

CAPITULO I

INTRODUCCION

La Motocconformadora, como se sabe, es una máquina - autopropulsada, ideada fundamentalmente para realizar trabajos de conformado o nivelación en distintas etapas de la construcción, y posterior conservación de las diversas obras de ingeniería civil.

Este tipo de máquina ha tenido una evolución, ya que inicialmente, para los trabajos de excavación, transporte y nivelación del terreno, se utilizaron niveladoras de resorte que dependían de un tractor o camión para realizar sus movimientos.

El principal elemento de estas niveladoras consiste en una hoja de perfil curvo, cuya longitud determina el modelo y potencia de la máquina. Los controles podían ser mecánicos o manuales e hidráulicos, las que tenían controles de potencia podían llevar un motor pequeño de gasolina, u operarse

mediante una válvula y mangueras de conexión desde el tractor o camión.

Las conformadoras grandes de remolque pesaban 5 toneladas, su cuchilla medía 12 pies y estaba equipada con controles mecánicos, accionados por un pequeño motor de gasolina, ofrecían el mismo control de cuchilla y accesorios que hoy en día presentan las Motoconformadoras. Su operación requería de dos operadores, siendo muy importante la coordinación entre ellos; el operador del tractor era responsable de mantenerse en la línea del trabajo, de variar las velocidades para ajustarse a las condiciones del terreno, y de girar, desacelerar o parar para evitar golpear contra las obstrucciones.

Las conformadoras remolcadas podían ejecutar la mayoría de las tareas realizadas por las Motoconformadoras, aunque no tan eficientemente.

En la actualidad, las Motoconformadoras sustituyeron por completo a las niveladoras remolcadas, por ser más flexibles, porque pueden desarrollar un trabajo continuo, y -

por ser más eficientes.

Debido al avance tecnológico, las Motoconformadoras han sufrido bastantes cambios, clasificándose principalmente, por su tamaño, potencia y peso (tabla No. 1), y subclasificándose de acuerdo a:

Tipo de Transmisión

Tipo de Controles

Por el Número de Ruedas

Por el Sistema de Dirección

Por el Tipo de Tracción

Por el Tipo de Bastidor

Esta última subclasificación que se hace a la Motoconformadora, es reciente, ya que se conocía la de bastidor rígido, y actualmente se encuentra en el mercado un nuevo modelo de Motoconformadora, que consta de un bastidor articulado (tabla No. 2).

En seguida señalaremos tres fechas importantes en -

el desarrollo de este modelo.

En 1958, Aveling Barford, de Inglaterra, lanzó al mercado un modelo de máquina con tracción y dirección en las ruedas delanteras y traseras; y en 1961, Austin Western, hizo lo mismo, sin embargo, lo complicado y costoso de los mecanismos para transmitir la potencia, desde el motor colocado en la parte posterior de la Motoconformadora, hasta las ruedas delanteras, convirtieron una buena idea en un rotundo fracaso.

Ambas Motoconformadoras tenían la peculiaridad de que las ruedas traseras eran directrices, además de motrices; esto es, el conjunto completo del eje trasero se puede alinear con la trayectoria deseada, aún cuando el bastidor se ha desplazado lateralmente por el efecto del empuje del material.

El modelo sigue en el mercado aunque su aceptación es muy limitada, pues no ofrece una ventaja real al usuario, y sin embargo, el costo del mecanismo y de la conservación del mismo inciden sobre el comprador.

El fabricante argumenta que con este dispositivo es posible llevar las ruedas motrices sobre el terreno firme, mientras la hoja niveladora va sobre el material flojo, y el radio de giro es menor que el correspondiente a las máquinas convencionales. Aún así, son tan pocas las ocasiones en que estas posibilidades tienen aplicación práctica, que no llamaron la atención.

A fines de 1979, John Deere, lanzó al mercado una nueva serie de Motoconformadoras, que además de ser articuladas, tienen tracción en todas las ruedas, empleando para ello la transmisión hidrostática, que por su sencillez de instalación, de funcionamiento y de conservación parece ser el diseño destinado a convertir en éxito el fracaso de Aveling Barford, 22 años atrás. No obstante, la única ventaja de este diseño sobre el diseño tradicional del bastidor rígido y de tracción trasera, es que facilite, relativamente, la operación al operador inexperto, pues cualquier operador medianamente adiestrado puede compensar, sin menoscabo de la productividad del equipo, la falta de esa ventaja con sólo aliviar la carga del material sobre la hoja niveladora, avanzando, al

mismo tiempo, con mayor velocidad.

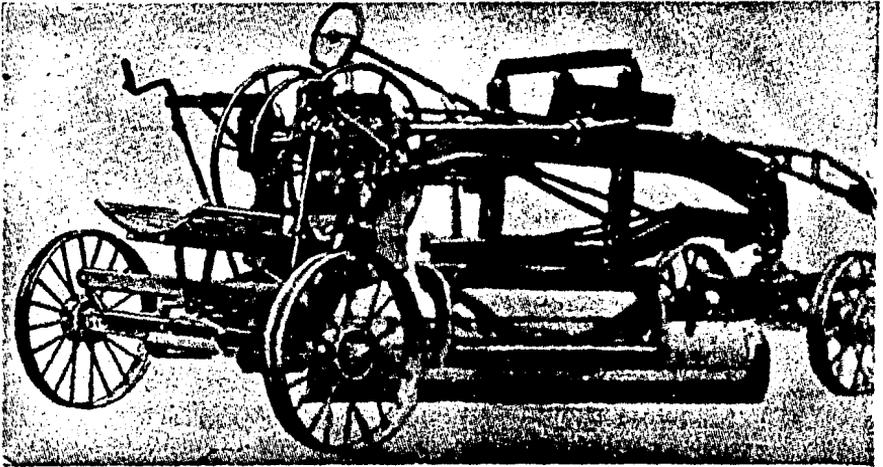


FIG. No. 1. Conformadora de Remolque (J.D. Adams)

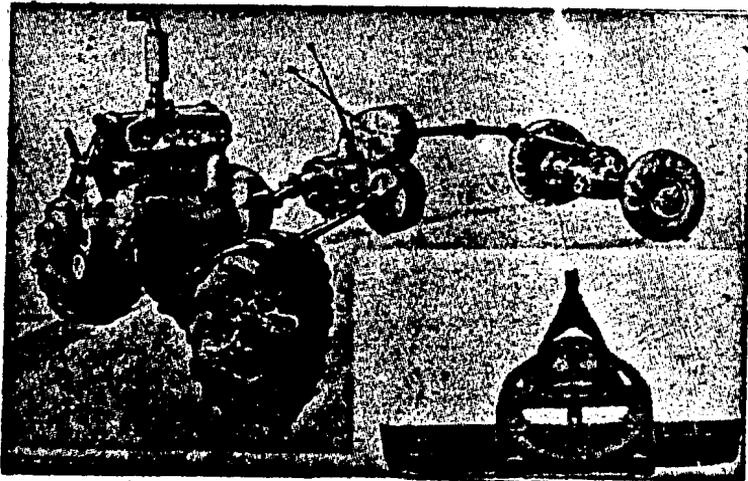


FIG. No. 2 Motoconformadora Austin Western
de Impulsión y Dirección en las Cuatro
Ruedas

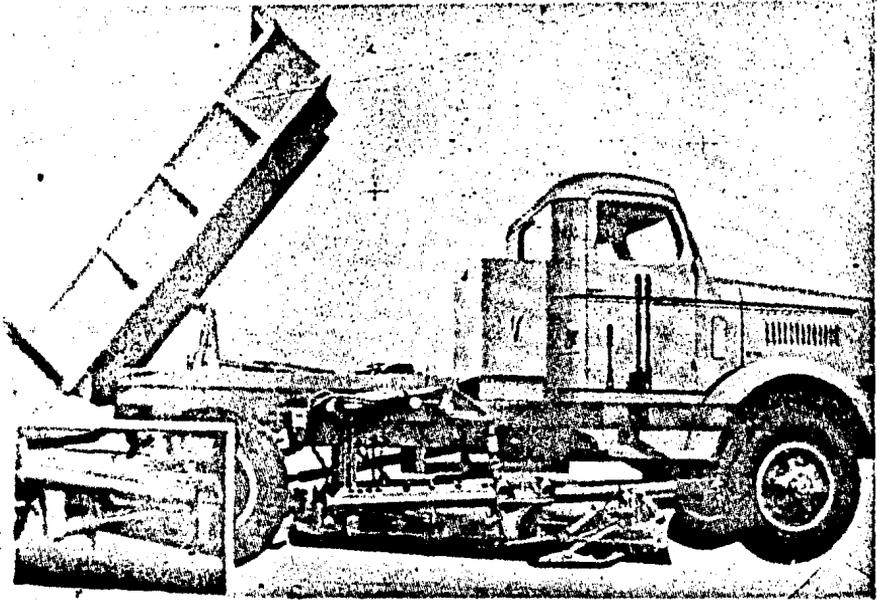
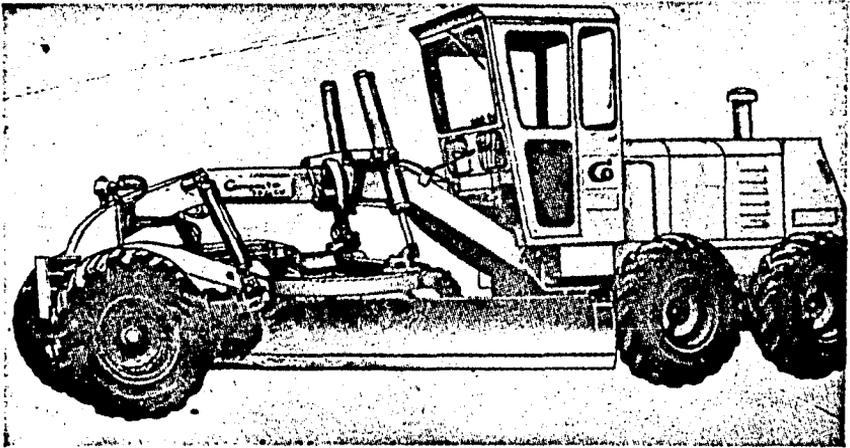


FIG. No. 3 Conformadora debajo de un camión



**FIG. No. 4 Motoconformadora de Bastidor Articulado
y Tracción en las Ruedas Traseras y Delanteras**

CLASIFICACION

LAS ROTOFORNADORAS SE CLASIFICAN PRINCIPALMENTE POR SU POTENCIA Y POR SU PESO.

RANGOS DE POTENCIA Y PESO	DIMENSIONES			APLICACIONES
	LARGO	ANCH	VERTICAL	
MENORES DE 100 HP y/o 9000 KG.	5.2 m.	Menor de 2 m	3m x 39 cm x 15m o menores	SE USAN PRINCIPALMENTE EN LA CONSTRUCCION DE CALLES, ESPACIO-AMIENTOS, EMPUQUES ETC. DE ZONAS URBANAS, Y TAMBIEN EN OBRAS DE NIVELACION EN CAMBIOS DE CARGOS O AGUD DE HORRONS DE CARRETERAS.
DE 100 HP a 200 HP y/o DE 9,000 a 20,000 KG	De 6.5 a 9 m	de 2 a 2.50 m	3.7m x 60 cm x 19m	SE UTILIZAN EN LA CONSTRUCCION Y CONSERVACION DE CARRETERAS, AERODROMOS, PISCINAS Y EN GENERAL OBRAS DE INGENIERIA CIVIL, EN CONCORDANCIA CON LOS RANGOS MAS USUALES DE TAMAÑOS O CAPACIDADES DE OTROS EQUIPOS DE MOVIMIENTO DE TIERRAS.
MAYORES DE 200 HP y/o 20,000 KG	MAYOR DE 9 m	MAYOR DE 2.5 m	4.6m x 80cm x 25m a mayores	APLICACION LIMITADA. SE USAN EN OBRAS DONDE, POR CONDICIONES ESPECIALES, SE REQUIERE PUDO EQUIPO DE GRAN CAPACIDAD. GENERALMENTE GRANDES EXCAVACIONES MINERAS A CIELO ABIERTO.

TABLA No. 1

CLASIFICACIONES DE LAS FUERZAS MOTRICES

Por el tipo de transmisión.	Por el tipo de control.	Por el número total de ruedas.	Por el sistema de dirección.	Por el tipo de bastidor.	Por el tipo de tracción.
Enfrique de acoplamiento mecánico - acoplado a una caja de velocidades de cambios de accionamiento manual.	Mecánicos	4 ruedas	Únicamente ruedas delanteras directrices.	Rígido	Tracción en las ruedas traseras.
Convertidor de torsión acoplado a una caja de velocidades de cambios con embrague de accionamiento hidráulico a control remoto (servotransmisión).	Mecánicos (Mecánicos e hidráulicos).	6 ruedas	Ruedas delanteras y traseras directrices.	Articulado	Tracción en las ruedas delanteras y en las ruedas traseras.
Caja de cambios de accionamiento hidráulico a control remoto (Servotransmisión), de accionamiento directo (sin convertidor de torsión) o acoplamiento hidráulico.	Hidráulicos.				
Hidráulicos.					

TABLA No. 2

CAPITULO II

DESCRIPCION

Una Motoconformadora consta, fundamentalmente, de -
los siguientes elementos (Fig. No. 5).

- 1 .- CHASIS
- 2 .- CIRCULO
- 3 .- HOJA
- 4 .- BASTIDOR
- 5 .- CILINDROS HIDRAULICOS
- 6 .- FRENOS
- 7 .- ESCARIFICADOR
- 8 .- CONTROLES
- 9 .- MOTOR
- 10.- LLANTAS
- 11.- EJES
- 12.- DIRECCION
- 13.- EQUIPO OPCIONAL

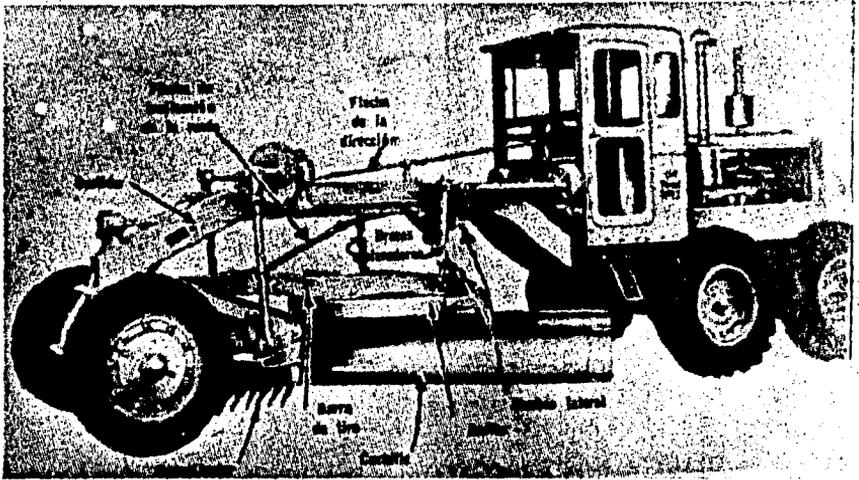


FIG. No. 5 Elementos Fundamentales de una Motoconformadora

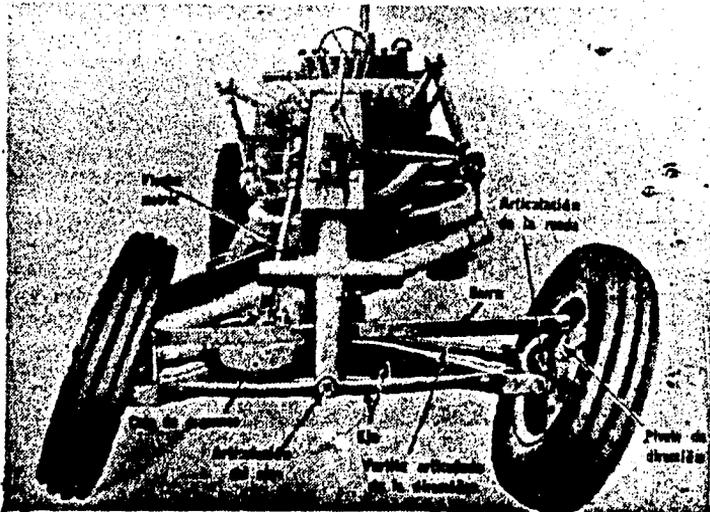


FIG. No. 6 Eje Delantero

1.- CHASIS

Se compone de dos vigas de sección rectangular ó circular; contiene los elementos necesarios para la sujeción de los accesorios, tales como la hoja excavadora, quitanieves, pala hidráulica, escoba mecánica, etc.

En los trabajos de excavación, está sujeto a esfuerzos considerables.

2.- CIRCULO O ANILLO

Está soportado por la barra de tiro, la cual consta de un tirante longitudinal y una barra ó soporte transversal.

Posee dientes de engrane en su diámetro interior ó exterior, los cuales son impulsados por un engrane llamado piñón. El piñón, a su vez, es impulsado por un mecanismo de corona y sinfín, el cual tiene la característica de no ser de efecto reversible, es decir, el sinfín se lo impediría.

El Anillo o Círculo puede efectuar una rotación completa, sin que haya problema por esta operación, ya que la distancia de las ruedas traseras y las delanteras es mayor que la longitud de la hoja.

Como el piñón está montado en el mismo eje o flecha sobre el cual se encuentra la corona, los dientes del círculo, aunque ejerzan grandes esfuerzos sobre el piñón, son incapaces de hacerlo girar, con lo cual se garantiza el control firme del ángulo de ataque del vertedor (respecto al eje longitudinal de la máquina). Este arreglo es el más generalizado, aunque existe otro consistente en un par de cilindros hidráulicos, colocados diametralmente opuestos respecto al círculo; el movimiento alterno y sincronizado de dichos cilindros produce la rotación del círculo mediante un mecanismo de trinquete.

3.- HOJA O CUCHILLA VERTEDORA

Se encuentra ubicada cerca de las ruedas motrices traseras, para facilitar la operación de excavación.

Consiste en una vertedora curva, con cuchillas reemplazables en los lados y el fondo. Es de acero de alta resistencia.

Para trabajos ligeros, conservación y emparejamiento de terraplenos altos, es necesario adicionar en los extremos de la hoja, extensiones.

Los principales movimientos de la hoja niveladora son:

- 1.- Elevación y Descenso.
- 2.- Inclinación transversal respecto al plano horizontal hasta alcanzar la posición vertical, pudiéndose elegir cualquier ángulo intermedio.
- 3.- Giro ó rotación en un plano horizontal, en un plano vertical o en un plano que forme cualquier ángulo entre ambas posiciones extremas a los del eje longitudinal de la máquina.
- 4.- Desplazamiento lateral, proporcionando su máximo alcance.

5.- **Inclinación frontal, o sea el desplazamiento del borde superior hacia adelante; o hacia atrás, respecto al borde inferior.**

Los movimientos "1" y "2", antes enunciados, son los mínimos que posee una Motoconformadora.

La mayoría tiene también el movimiento "3".

Los movimientos "4" y "5" son opcionales, o no existen en algunas máquinas.

4.- **BASTIDOR**

Consiste en una viga curva que va de las ruedas delanteras a dos travesaños contraventeados, que soportan el motor y la sección de control.

5.- **CILINDROS HIDRAULICOS**

Están sujetos a cada lado de la barra de tiro en la

parte trasera, y son operados mediante manivelas sobre el bastidor.

Son telescópicos, es decir, pueden acortarse o alargarse mediante el cambio de un pasador o cierre, y levantando o bajando la sección superior hasta obtener la longitud deseada, insertando luego el pasador a través del juego de agujeros más cercano.

6.- FRENSOS

La Motoconformadora consta de dos tipos de frenos; uno llamado freno de marcha y otro de estacionamiento.

El primero actúa, principalmente, sobre las ruedas motrices, controlándose por medio de un pedal, es hidráulico e independiente del otro que se encuentra situado en una prolongación de la transmisión secundaria.

7.- ESCARIFICADOR

Consiste en un conjunto de dientes que son intercambiables y dispuestos con una separación entre unos y otros, - para que los materiales puedan pasar; y facilitando así, el - trabajo de la hoja en los terrenos muy duros.

Cuando se trata de un suelo extremadamente difícil de excavar, la hoja niveladora se levanta, trabajando solamente el escarificador. En terrenos normales, ambos elementos - pueden operar simultáneamente.

8.- CONTROLES

Se encuentran ubicados sobre la plataforma del conductor; en este lugar el operador acciona las palancas y controles de la Motoconformadora, como lo son:

- a).- Inclinación de las ruedas delanteras
- b).- Orientación de la hoja (círculo)
- c).- Elevación de la hoja (lado izquierdo)
- d).- Elevación de la hoja (lado derecho)
- e).- Desplazamiento lateral del círculo

- f).- Descenso y elevación del escarificador
- g).- Acelerador
- h).- Freno
- i).- Cambio de velocidad

En todos los modelos de las Motoconformadoras, los controles se encuentran ubicados en la misma forma.

9.- MOTOR

Generalmente es de diesel, se encuentra en la parte posterior, cerca de las ruedas motrices, impulsadas a través de un embrague de doble disco a una transmisión de velocidades de engranes ^Velocidales, hasta una transmisión secundaria sincronizada. Las Motoconformadoras, actualmente, tienen gran número de velocidades, dependiendo del tipo de máquina; esto es, para utilizar la velocidad más conveniente para los diferentes trabajos que se realizan.

Un engrane cónico en el contraeje, transmite la potencia a través de una corona y un juego de engranes de redug

ción hasta los ejes interiores, no se utiliza diferencial.

10.- RUEDAS

Son de neumáticos, a veces tanto las posteriores como las delanteras pueden ser de las mismas dimensiones, cuando no es así, el equipo estándar es de 13 X 24, para las ruedas impulsoras; y de 9 X 25 para las delanteras.

Estas últimas se encuentran montadas sobre un dispositivo que permite inclinar el plano de rodadura, con objeto de obtener una resistencia mayor a la tendencia a patinar, - que provoca la orientación oblicua de la hoja.

Cuando las ruedas motrices son simples, cada una de ellas está acoplada directamente a uno de los extremos del árbol que sale de la caja de cambios.

En caso de ruedas de Tandem, o sea dos ruedas de un mismo lado, están montadas sobre un larguero en forma de caja, y en cuyo interior se aloja un tren de engranes o una transmisión.

sión de cadena.

Cada una de estas cajas gira alrededor del eje del árbol de transmisión. Esta disposición permite que, aún en casos más difíciles, las cuatro ruedas motrices estén siempre en contacto con el suelo.

11.- EJES

El eje delantero consiste en una viga arqueada con contraventeo triangular al frente.

El objeto de que sea arqueado es para aumentar el espacio disponible debajo de él, eliminando las pérdidas de potencia debidas al arrastre de las crestas de los taludes, y evita dificultades en la dirección de la máquina.

Se encuentra articulado al bastidor mediante un pasador que le permite oscilar.

En algunos modelos, el eje delantero puede despla--

zarse lateralmente, también el eje trasero admite un desplazamiento lateral.

12.- DIRECCION

La dirección se opera mediante un volante de mano, que orienta convenientemente el plano de las ruedas delanteras.

Se debe ejercer un esfuerzo considerable sobre el volante para conducir la máquina.

13.- EQUIPO OPCIONAL

Una Motoconformadora puede equiparse con los siguientes aditamentos:

Aditamento de Cargador.- Se puede fijar en la parte posterior de la Motoconformadora. Esta diseñada para recoger los camellones de materiales sobrantes dejados por la cuchilla, para cargarlos en camiones.

Aditamento de Aplanadora.- Consiste en dos rodillos sobre un mismo eje. (Fig. No. 9)

Puede aplicarse la suficiente presión hacia abajo, si es necesario, mediante dos cilindros hidráulicos de doble acción, la levanta y baja.

Hoja de Empuje y Quitanieve.- Al frente del bastidor se puede montar una cuchilla empujadora, e inclinarse para cualquier lado, de manera que pueda emplearse como quitanieve. Este aditamento es muy útil para extender montones de material, ahorrándole a la máquina muchas sacudidas, evitándole también choques contra piedras grandes, o atascarse en montones blandos. (Fig. No. 10)

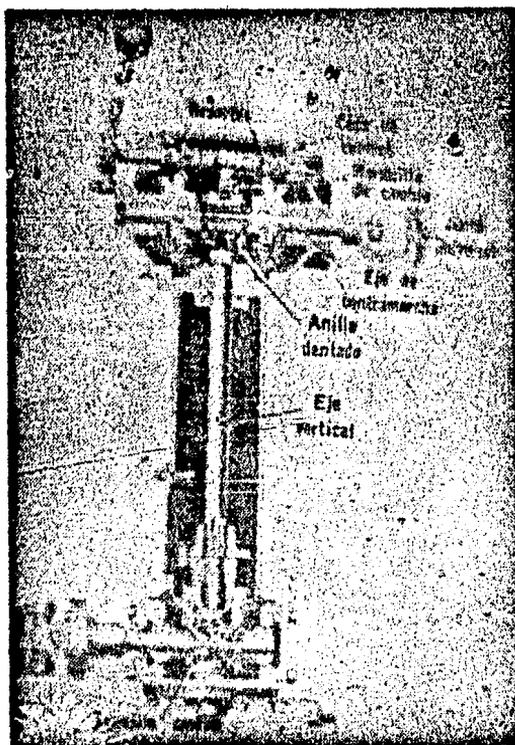


FIG. No. 7

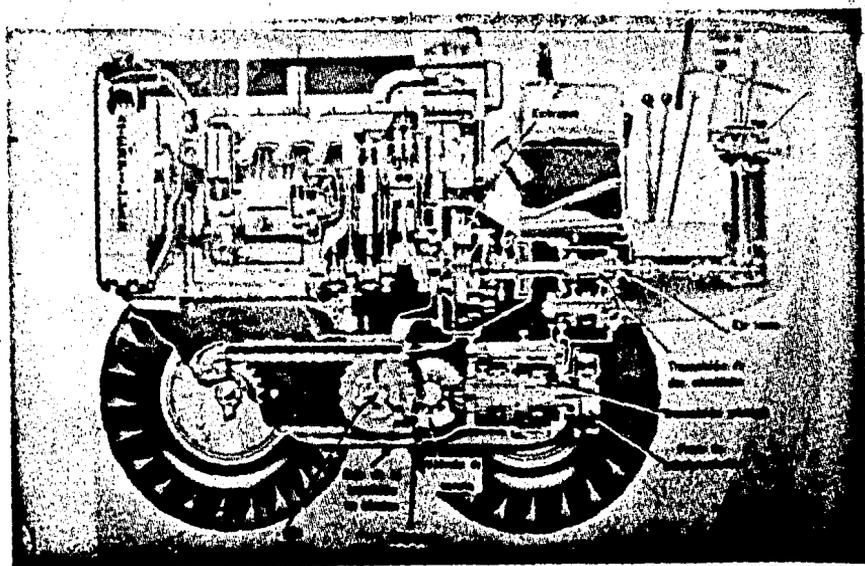


FIG. No. 8

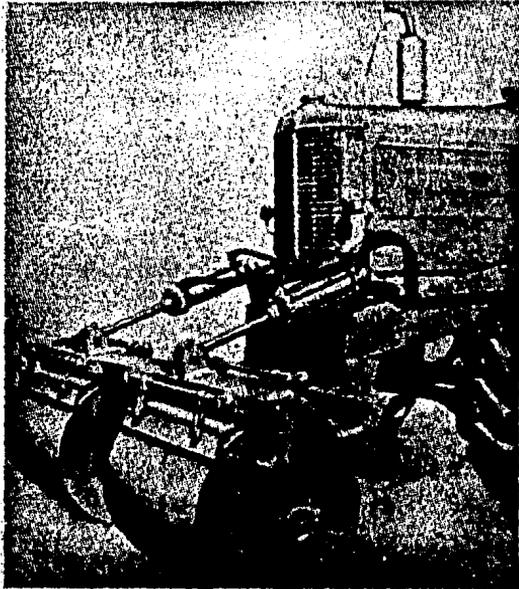


FIG. No. 9 Aditamento de Aplanadora

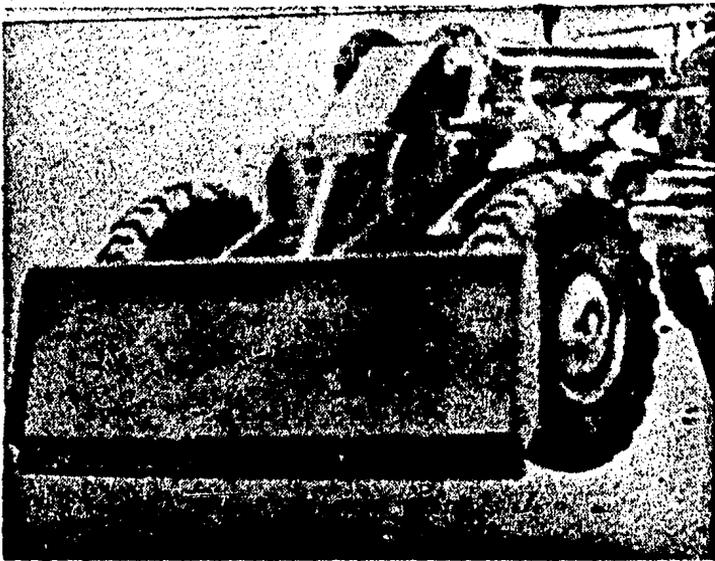


FIG. No. 10 Aditamento de Empuje ó Quitanieve

CAPITULO III

OPERACION

En este capítulo se tratarán los movimientos esenciales para poner en operación cada una de las partes de una Motoconformadora, ya que es necesario saber su funcionamiento.

a).- Operación de Ascenso y Descenso del Vertedor

Se hace mediante dos palancas, una izquierda y una derecha; se usan para levantar y bajar el conjunto del Vertedor, si se empujan hacia adelante el Vertedor descenderá hasta el piso, mientras que jalándolas hacia atrás, el Vertedor se elevará. Cada palanca sube o baja su respectivo lado, independientemente de la otra palanca. (Fig. No. 11)

b).- Operación de Giro del Círculo

En esta operación se hace girar el Vertedor de un lado a otro de la máquina, hasta ajustarlo en el ángulo necesario.

sario para realizar la operación de pasar el camellón de material de un lado a otro.

Puede auxiliarse de otras maniobras, en las que se puede girar totalmente para trabajar en reversa. No deberá operarse la palanca si la cuchilla está apoyada en el terreno, se levantará previamente para ajustarse el ángulo del Vertedor.

c).- Operación Escarificación

Para levantar o bajar el conjunto del Escarificador se utilizará una palanca (Fig. No.12). En la operación de descenso la palanca se tira hacia el frente, mientras que jalándose hacia atrás, se elevará.

d).- Inclinación de Ruedas Delanteras

La inclinación de las ruedas delanteras, para facilitar los virajes de la máquina cuando el espacio es pequeño, consiste en empujar la palanca al frente, y las ruedas se in-

clinarán hacia el lado derecho; y jalándolas hacia atrás, las ruedas se inclinarán hacia el lado izquierdo (Fig. No.12).

e).- Movimiento Lateral del Círculo

El conjunto del círculo de giro del Vertedor se puede desplazar hacia la derecha o hacia la izquierda mediante una palanca que, al accionarse al frente, el círculo se desplazará a la derecha, y al accionarse hacia atrás, éste se desplazará a la izquierda.

f).- Movimiento Transversal del Vertedor

En esta operación, el Vertedor se moverá a ambos lados de la máquina mediante una palanca que se desplaza hacia el frente y hacia atrás. (Fig. No. 13)

g).- Palanca de Aceleración

Se encuentra ubicada a la izquierda de las palancas del control hidráulico, y sirve para controlar el motor.

Para obtener mayor velocidad la palanca se accionará hacia el frente, y si se acciona hacia atrás, la velocidad disminuye.

h).- Pedal de Freno de Servicio

Se utiliza para detener el movimiento de la máquina. Pisando el pedal, se aplica presión de las balatas contra los tambores de freno.

i).- Pedal de Aceleración Independiente del Motor

En combinación con el cilindro esclavo, éste se utiliza mientras se frena la máquina, para contar con la velocidad requerida en el motor, para mantener la presión hidráulica necesaria, y para la buena operación de cilindros y válvulas.

j).- Acelerador de Pie

Se utiliza para acelerar y desacelerar el motor, la

operación de este pedal anula la acción de la palanca de aceleración (inciso g), pero al dejarlo libre, se reestablecerá el control del acelerador de mano, obteniéndose nuevamente la posición de la palanca (Fig. No.12).

k).- Palanca de Avance-Neutral-Reversa

Se usa para invertir el sentido de marcha de la máquina, pasando por la posición neutral (Fig. No.12).

l).- Palanca de Cambios de Velocidad

Para realizar los cambios de velocidad de primera y segunda, se acciona esta palanca al frente, y se consigue la segunda; jalándola hacia atrás, se obtiene la primera. Esta palanca se usa en combinación con la palanca de alta y baja, para controlar la reducción en la caja de transmisión.

m).- Palanca de Alta y Baja

Se emplea en combinación con la palanca de cambios

de velocidad y la de avance-neutral-reversa, proporcionando un total de cuatro velocidades de avance, y cuatro de retroceso (Fig. No.12).

La manipulación de esta palanca hace el cambio mediante el deslizamiento de un acoplador mecánico, por lo que sólo debe operarse cuando la máquina esté parada.

n).- Freno de Estacionamiento

El freno se localiza en la entrada del reductor final; y la palanca de operación, debajo del asiento del operador. Al jalar la palanca hacia arriba el freno queda aplicado, mientras que, al empujarla hacia abajo, se soltará (Fig. No. 12).

Un botón giratorio que se encuentra en el extremo de la palanca, permite ajustar la tensión de la banda de frenaje.

o).- Pedal del Perno de Bloqueo de la Sillita

Se utiliza para retraer el perno de bloqueo de la silleta, permitiendo que la silleta gire para colocar el Vertedor en posición de corte de talud. Se encuentra en el piso de este pedal, abajo del asiento del operador y del lado derecho.

p).- Pedal del Perno de Bloqueo del Brazo Transversal.

Se localiza en la parte izquierda del asiento del operador. Al pisar el pedal, el perno se destraba, y al soltarlo, el perno, por sí mismo, regresa a su posición original.

Se utiliza para retraer el perno de bloqueo del brazo de movimiento transversal del círculo, y permitir así que el brazo se mueva a ambos lados para aumentar la distancia, y el círculo pueda desplazarse de un lado a otro para posicionar el Vertedor, para cortes de talud.

q).- Tablero de Controles.

En esta parte de la Motoconformadora, se encuentran

los principales indicadores e interruptores que ayudan al conductor a ejecutar las operaciones con una mayor eficiencia; - ya sea en turno diurno o nocturno. Los controles que se encuentran en este lugar son los siguientes:

Interruptor de Alumbrado

Interruptor de Ignición y Arranque

Indicador Bateria-Alternador

Indicador de Nivel de Combustible

Indicador de Temperatura del Motor

Indicador de Presión de Aceite

Horómetro

Botón del Claxon

Indicador de Temperatura del Convertidor

III.2.- ARRANQUE Y PARO DEL MOTOR

a).- Preparación para el Arranque

En el caso de los motores nuevos o recién reparados, deben tenerse ciertas precauciones previas al arranque, para

asegurar una puesta en marcha rápida y sin riesgos. Si el motor ha estado almacenado durante un tiempo largo, será necesario también tomar algunas precauciones; comprobar el estado del combustible, el nivel de agua en el radiador, el nivel y estado de aceites de lubricación, siendo estos dos últimos los más importantes.

Normalmente, los motores montados en estas Motocconformadoras han sido probados en la fábrica, no será necesario cebar el sistema de combustible.

b).- Arranque del Motor

1.- Se pone la palanca avance-neutral-reversa en posición neutral.

2.- Se coloca la palanca de aceleración en posición de holgar, jalándola hacia atrás hasta su tope.

3.- Se gira el interruptor de ignición y se arranca hasta su extrema derecha, para activar la marcha y arrancar el motor.

4.- Inmediatamente después del arranque, se observa

el indicador de presión de aceite de lubricación del motor. -
Si no tiene indicación de presión en un lapso no mayor de cinco a diez segundos, se para el motor y se investiga la falla.

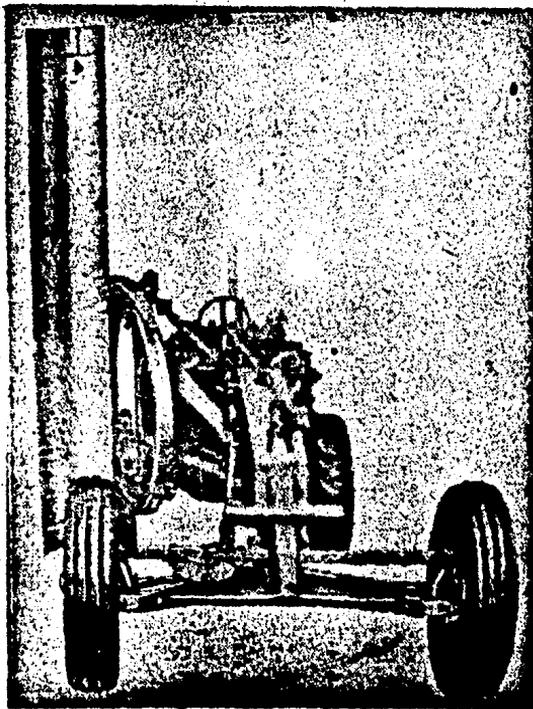


FIG. No. 11



FIG. No. 12

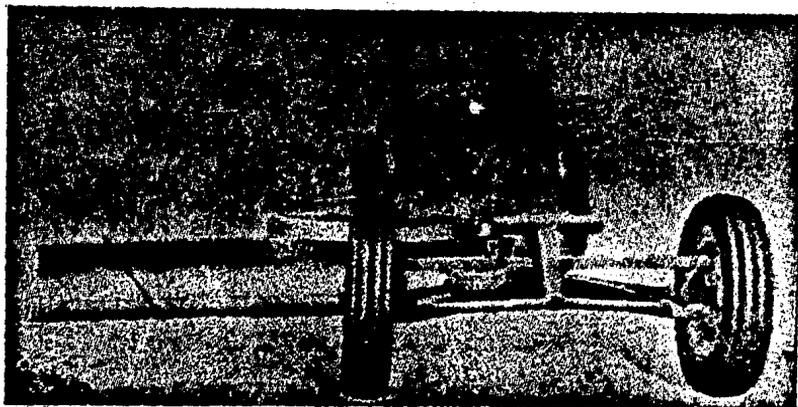


FIG. No. 13

CAPITULO IV

APLICACION EN OBRAS CIVILES

La Motoconformadora, se utiliza para una gran variedad de trabajos.

Se pueden señalar las principales operaciones que puede efectuar una Motoconformadora, en los trabajos de construcción civil, urbanos ó a campo abierto, a saber:

- 1.- Extendido ó tendido de materiales a granel.
- 2.- Mezclado (Homogenización) de materiales para mejorar su posterior comportamiento (Bases Hidráulicas), en ciertas aplicaciones de construcción.
- 3.- Mezclado de materiales pétreos y aglomerantes asfálticos (Base asfáltica).
- 4.- Nivelación de materiales sueltos.
- 5.- Excavación de cunetas en la construcción de carreteras y autopistas.
- 6.- Limpieza y conservación de cunetas en caminos -

- ya construidos.
- 7 .- Excavación y formación de talud de zanjas.
 - 8 .- Regularización (emparejamientos) de taludos en carreteras ó en minas de tajo abierto.
 - 9 .- Excavación de canales de fondo plano.
 - 10.- Desplazamiento de materiales en cordón (para extenderlos).
 - 11.- Conservación de carreteras, autopistas, caminos vecinales, caminos de acceso a obras, caminos de acceso ó tránsito provisional en minas, pozos petroleros ó líneas de transmisión de energía eléctrica.

Por otra parte, mediante el acoplamiento de equipos auxiliares, la Motocunformadora puede realizar gran variedad de trabajos propios de otras máquinas especializadas, tales como empujar ó remolcar otros equipos de construcción, empujar volúmenes relativamente pequeños de material suelto, no abrasivo, barrer nieve, emparejar los arbustos a los lados ó al centro de las autopistas, escarificar (razgar) carpetas asfálticas ó de material endurecido (deformado) por el tránsito de

vehículos pesados.



FIG. No. 14 Nivelación de Materiales



FIG. No. 15 Homogenización de Materiales



FIG. No. 16 Limpieza y Conservación de Cunetas en Caminos



FIG. No. 17 Limpieza de Cunetas

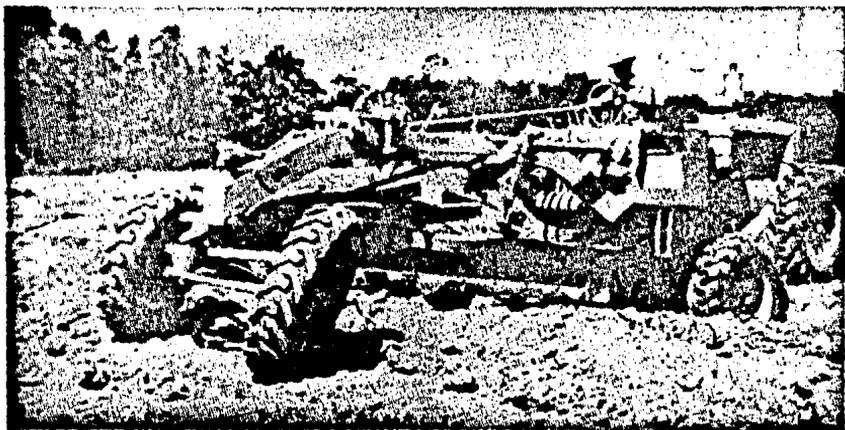


FIG. No. 18 Excavación

CAPITULO V

MANTENIMIENTO

La buena operación de una máquina empieza con el cuidado indispensable de la misma.

Las máquinas de construcción necesitan de un mantenimiento periódico. Deben durar en operación eficiente, por lo menos, cierto número de horas que la experiencia ha señalado para cada tipo genérico, como unidad de producción primaria, es decir, que excava o mueve unidades de paga a costo razonable; si ha estado bien cuidada durante su vida de producción, puede pasar a máquina auxiliar, bordear o tender capas, compactar, mover compresoras, hacer caminos auxiliares, si es tractor; si es excavadora puede dar servicio de grúa ó almeja; si es camión puede servir de pipa combustible ó taller ambulante.

Digamos, pasan a dar servicios no continuos, ni pesados, ni donde su paro detenga a otras máquinas.

Lo anterior se puede lograr fácilmente atendiendo -
tres puntos:

1.- Conocimiento de las rutinas de conservación, -
que se aprenden en los manuales de cada máquina y en el campo.

2.- Supervisión (superintendencia) adecuada en el u
so de las máquinas.

3.- Operadores bien pagados, bien instruidos por la
supervisión.

1.- Conocimiento de las Rutinas.- Es muy importante,
porque mientras la conservación no sea rutina bien ejecutada,
no puede haber conservación confiable; todo el personal que -
interviene en el mantenimiento, debe tener un trabajo especí-
fico asignado y perfectamente conocido.

La conservación de todas las máquinas empieza por -
la limpieza de ellas. No existe razón alguna, mas que descui-
do o indiferencia de la supervisión, para que una máquina no

guarde la limpieza de una máquina nueva.

Una máquina limpia es fácil de reparar, y hace que el operador la trate mejor. Es indispensable la limpieza exterior, así como la interior.

Limpieza Exterior:

- 1.- Mantener sin fugas de aceite o combustible.
- 2.- Lavar manchas de operación (con detergente), cada semana por lo menos.
- 3.- Soplar con aire o vapor al radiador, motor, pisos, asientos; se disipa el calor más fácilmente.
- 4.- Quitar del tránsito la tierra o el lodo.
- 5.- Resanar raspones a la pintura (con brocha).
(Esta limpieza la hace el mecánico de turno y sus ayudantes).
- 6.- Los engrasadores limpian el exceso de grasa.

V.2.- AJUSTES DE OPERACION

Son los necesarios para el buen funcionamiento de la máquina, y evitar así todo tipo de desgaste o rotura prematura de piezas y mecanismos. Todas las máquinas de construcción, sean movidas por fuerza motriz diesel, gasolina o eléctrica, tienen embragues y frenos para su operación. Son los ajustes de estos pedales y palancas los que se deben verificar diariamente, al terminar un turno o antes de empezar.

Todos estos pedales y palancas tienen cierto "juego" u holgura de operación; en los manuales vienen especificados, y también como ajustarlos para compensar desgastes de operación. Todos ellos son sencillos sabiéndolos medir.

La lubricación se debe hacer con el superintendente de construcción de máquinas, mecánico de turno y operadores, que deben estudiar cada uno de los ajustes de la máquina.

Los ajustes son de dos tipos, los de operación diaria y los que se hacen en mecanismos, cuando se efectúa una -

reparación general; En su mayoría los ajustes son internos: - holguras entre corona y piñón, tensión a tornillos y tuercas, carga a baleros, ajuste a bielas, apoyos cigueñales, etc.

Es imprescindible que los encargados de mantenimiento conozcan ampliamente estas actividades.

Los ajustes de operación diaria son siempre sencillos y los que más atención requieren; para ello es indispensable dejar enfriar la máquina, deteniéndola, en ocasiones, - de una a dos horas antes de la terminación del turno.

Como se observa, es necesario disponer de tiempo para la conservación, pues resulta imposible trabajar veinticuatro horas y esperar obtener las veinticuatro horas de trabajo efectivo. Por lo que se estima que la limpieza y conservación requieren del 10% del tiempo de trabajo en un turno; por ejemplo, en un turno de diez horas es necesario dedicar una hora para la revisión de ajustes, engrase, limpieza, carga de combustible, y permitir enfriar la máquina.

Así como planear los turnos de un programa de obra,
y luego se debe vigilar y dar los elementos necesarios para -
que se haga lo planeado.

V.3.- CARTA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

A continuación se encontrará una Carta de Mantenimiento Preventivo que contiene las sugerencias de la fábrica para la atención de la locomotora. Se considera que si las sugerencias aquí contenidas son seguidas estrictamente, se obtendrá de la máquina un alto índice de rendimiento y los más bajos costos de operación.

a).- TREN DELANTERO

1.- Lubricar cada 10 horas ó diariamente, lo primero que ocurra, todos los puntos dotados de graseras en el tren delantero, incluyendo los rodamientos de las ruedas.

En este conjunto se localizan 24 graseras.

2.- Levantar (con la cuchilla) el tren delantero y verificar todos los ajustes (convergencia, ángulos de dirección, posicionador, y topes del brazo pitman).

Corregir según se requiera.

Verificar el desgaste de los bujes y pernos.

Verificar el apriete de las tuercas y tornillos.

Ajustar o cambiar según se requiera.

(Cada 600 horas).

3.- Desarmar el tren delantero y cambiar todas las partes que lo requieran.

Sin olvidar la inspección cuidadosa del buje del eje vertical y la caja de engrane de la dirección, así como los retenes y rodamientos de las ruedas. -

Los bujes del perno central o principal del eje delantero, así como el perno, son también importantes.

(Cada 2400 horas).

b).- TREN TRASERO (SUSPENSION)

1.- Lubricar cada 10 horas ó diariamente, lo primero que ocurra, todos los puntos dotados de graseras, incluyendo los rodamientos (baleros) de los ejes motrices.

En este conjunto se localizan 14 graseras.

2.- Destornillar las bridas de los balancines ó tandems y con ayuda de una grúa, sacarlos con todo y mangas

de suspensión. (Cada 2400 horas).

c).- JUNTAS UNIVERSALES

1.- Lubricar cada 50 horas ó cada 8 días, lo que primero ocurra, todos los puntos dotados de graseras en las crucetas y en las flechas.

a.- Motor-caja de velocidades: 3 graseras

b.- Caja de velocidades-reductor: 3 graseras

c.- Volante-caja engranes dirección: 3 graseras

2.- Verificar el apriete de los tornillos de las bridas (u opresores según el caso). (Cada 1800 horas).

3.- Desarmar, inspeccionar y reemplazar según se requiera las partes de todas las crucetas de la máquina. (Cada 2400 horas).

d).- TODOS LOS PUNTOS DOTADOS DE GRASERA

1.- Lubricar cada 100 horas ó cada 15 días, lo primero que ocurra, todos los puntos dotados de grasera no mencionado específicamente.

e).- CAJA DE ENGRANES DE LA DIRECCION

- 1.- Destapar la caja y lavar el interior con petróleo ó gasolina, secar muy bien con aire. Lubricar con grasa aprobada. (Cada 600 horas).

f).- CONVERTIDOR

- 1.- Cambiar el filtro de aceite, (es el mismo de la - - transmisión). (Cada 200 horas).

- 2.- Cambiar el aceite (es el mismo aceite de la transmisión) consultar la carta de lubricantes.
(Cada 600 horas).

- 3.- Desarmar el conjunto del convertidor incluyendo la - bomba de carga, e inspeccionar todas las partes componentes. (Cada 2400 horas).

g).- FRENO DE SERVICIO

- 1.- Verificar diariamente el funcionamiento de los frenos. Estar seguros de que no tienen aire o fugas.
(Cada 10 horas).

2.- Lubricar el balancín del pedal; usar aceite delgado.

(Cada 100 horas).

3.- Ajustar las balatas. (Cada 200 horas).

4.- Desarmar, lavar, inspeccionar y cambiar las partes - según se requieran, (cilindro maestro, cilindros de ruedas y zapatas). (Cada 2400 horas).

h).- FRENO DE EMERGENCIA (O ESTACIONAMIENTO).

1.- Verificar el funcionamiento del freno de emergencia.

Ajustar, según se requiera, girando la perilla del - extremo de la palanca de accionamiento.

(Cada 10 horas).

2.- Desarmar, lavar, inspeccionar y cambiar las partes - que lo ameriten. (Cada 2400 horas).

i).- LLANTAS (NEUMATICOS)

1.- Verificar la presión de inflado en frío (antes de - trabajar). Debe ser de:

a.- CM-14 (13X24, 10 capas)

Adelante: 1,4 Kg/cm² (20 lb/pulg²)

Atrás: 1,8 Kg/cm² (25 lb/pulg²)

b.- CM-17 (13X24, 12 capas)

Adelante: 1,7 Kg/cm² (24 lb/pulg²)

Atrás: 2,4 Kg/cm² (34 lb/pulg²)

j).- CAJA DE VELOCIDADES

- 1.- Verificar el nivel del aceite con el motor holgando, y el aceite a 83-93°C; agregar si es necesario. (Es el mismo del convertidor). (Cada 10 horas).
- 2.- Cambiar el cartuche del filtro. (Es el mismo del convertidor). (Cada 200 horas).
- 3.- Cambiar el aceite. Para tipos de aceite y cantidad, se consulta la sección de lubricación. (Cada 600 horas).
- 4.- Verificar la presión de trabajo del sistema del convertidor. (Cada 600 horas).

5.- Lavar el filtro de malla colocado en la parte inferior derecha. (Cada 600 horas).

k).- REDUCTOR (MANDO FINAL)

1.- Verificar el nivel del aceite. Agregar si falta.

(Cada 50 horas).

2.- Cambiar el aceite. (Cada 600 horas).

l).- BALANCINES (TANDEMS)

1.- Verificar el aceite. Agregar si falta.

(Cada 10 horas).

2.- Cambiar el aceite. (Cada 600 horas).

3.- Desarmar los balancines (tandems). Lavar el interior perfectamente. (Cada 2400 horas).

m).- CIRCULO

1.- Lubricar el círculo con frecuencia mínima de una vez por turno. (Cada 10 horas).

1.- Verificar el correcto apriete de los tornillos de sujeción de las guías del círculo.

(Cada 100 horas).

3.- Inspeccionar el estado de desgaste de las guías y de las placas del apoyo. (Cada 200 horas).

n).- CAJA DE ENGRANES DEL GIRO DEL CIRCULO

1.- Verificar el nivel del aceite. Agregar si falta.

(Cada 50 horas).

2.- Cambiar el aceite, usar solamente SAE-90EP.

(Cada 600 horas).

3.- Destapar la caja de engranes e inspeccionar la corona y el cinfín. (Cada 1800 horas).

h).- SISTEMA HIDRAULICO (TANQUE, BOMBAS, VALVULAS, LINEAS, CILINDROS, FILTRO, DIVISOR DE FLUJO Y REFORZADOR HIDRAULICO DE FREMS).

- 1.- Verificar el nivel del aceite hidráulico en el tanque. (Cada 10 horas).
- 2.- Lubricar el eje de las palancas de control.
(Cada 100 horas).
- 3.- Buscar señales de fugas o de entradas de aire, y corregirlas. (Cada 100 horas).
- 4.- Inspeccionar todas las mangueras y conexiones, y reemplazar las que lo requieran.
(Cada 200 horas).
- 5.- Cambiar el filtro de aceite del sistema.
(Cada 600 horas).
- 6.- Verificar la presión de trabajo del sistema hidráulico. (Cada 1800 horas).
- 7.- Cambiar los sellos "o" de las válvulas de control y los retenes limpiadores de los carretes ó vástagos -

de las válvulas. (Cada 1800 horas).

8.- Cambiar el aceite del sistema. (Cada 1500 horas).

9.- Desarmar la bomba (del sistema hidráulico) y cambiar todas las partes que lo ameriten.
(Cada 2400 horas).

o).- CILINDROS HIDRAULICOS

1.- Inspeccionar los vástagos (barras) de los cilindros.

Si están doblados, o tienen hendiduras profundas, o están muy rayados, se cambian. (Cada 100 horas).

2.- Inspeccionar el juego en las rótulas de los cilindros. Debe ser sólo el necesario para que fluya la grasa lubricante. Si es excesivo, se quitan lanas según se requiera. (Cada 600 horas).

3.- Cambiar cada 1200 horas las empaquetaduras de los cilindros hidráulicos (las de las guías solamente), y el retén limpiador.

4.- Inspeccionar el juego entre los vástagos y las guías o cabezas de los cilindros. Si es excesivo, cambiar la guía. (Cada 1800 horas).

5.- Cambiar todas las empaquetaduras de los cilindros - (émbolo y guías), y los retenes limpiadores. (Cada 2400 horas).

p).- SOPORTE DEL CIRCULO

1.- Verificar el desgaste de los bujes de los yugos de los cilindros de levante. Si es mayor de 0.4mm., (1/64") se cambian. (Cada 600 horas).

2.- Verificar el desgaste de los bujes del brazo índice. Si es mayor de 0.4mm., (1/64") se cambian. Cada 600 horas).

3.- Verificar el ajuste entre las ranuras de las chumaceras y el perno de balancín superior o silleta. Si la holgura es mayor de 2.4mm., (3/32") se compensa mediante laines soldadas en uno de los bordes de las -

ranuras hasta dejarla entre 0,4 y 0,8 mm., (entre 1/64" y 1/32"). (Cada 600 heras).

q).- VERTEDOR

1.- Verificar el desgaste de las placas de fricción o guías del vertedor (placas de pasta). Se cambian si el desgaste es de 1,0mm., (e sea si la cerrodera del vertedor tiene una holgura de 2,0mm., entre las guías, ya sea en sentido horizontal e en sentido vertical). (Cada 10 horas).

2.- Verificar frecuentemente el desgaste de las cuchillas. (Cada 200 heras).

r).- TORNILLERIA

1.- Aprovechar cualquier oportunidad (cambios de aceite, ajustes rutinarios, etc.), para verificar el apriete de la tornillería en general, y se aprieta lo que se encuentre floje.

s).- LIMPIEZA

1.- No permitir nunca la acumulación de suciedad.

Lavar la máquina periódicamente con petróleo y enjuagar a vapor, e por lo menos, con agua a presión y de detergente. (Cada 200 horas).

Precaución: Si se usa solventes combustibles (petróleo, diésel, gasolina, etc.), observar - las reglas de seguridad aplicables para evitar un incendio.

t).- MOTOR

1.- Revisar el nivel del aceite. Agregar si es necesario (Cada 10 horas).

2.- Revisar el nivel del agua en el radiador. Agregar si falta. (Cada 10 horas).

3.- Cambiar el aceite. (Cada 200 horas).

4.- Cambiar el filtro principal (o de flujo completo) de

aceite. (Cada 200 horas).

5.- Cambiar el filtro auxiliar (o de Flujo parcial) de aceite. (Cada 200 horas).

6.- Cambiar el filtro primario de combustible.
(Cada 200 horas).

7.- Cambiar el filtro secundario del combustible.
(Cada 200 horas).

8.- Verificar y ajustar, si es necesario, el varillaje del gobernador de cola. (Cada 200 horas).

9.- Cambiar el elemento del inhibidor de corrosión.
(Cada 200 horas).

10.- Cada 600 horas y cada vez que se reinstale la bomba de combustible o la válvula de solenoide, quitar el tapón magnético ranurado, el resorte y el cedazo de la parte superior de la bomba. Desmontar el cedazo -

de su asiento y lavar todo con un solvente. Instalar nuevamente, el cedazo debe colocarse con el agujero - hacia abajo y apretar el tapón a 20-25 Lbs-pie.

11.- Verificar la velocidad de holgar del motor. Debe ser de 625±25 R.P.M., para ambas máquinas.

(Cada 600 horas).

12.- Verificar la velocidad máxima gobernada del motor. - Debe ser de 2700 R.P.M. con carga, ó 2950 R.P.M. sin carga. (Cada 600 horas).

u).- TANQUE DE COMBUSTIBLE

1.- Limpiar la coladera de la entrada. (Cada 10 horas)

2.- Mientras trabaja la máquina, colocar la válvula interior del tapón del tanque en posición abierta. Cuando la máquina esté inactiva, colocar la válvula en posición cerrada para evitar la condensación de la humedad. (Cada 10 horas).

v).- INSTRUMENTOS

1.- Nivel de combustible: verificar que al llenar el tanque, el indicador marque "lleno" (F).

(Cada 10 horas).

2.- Verificar diariamente que todos los instrumentos estén operando correctamente. (Cada 10 horas).

a.- Termómetro del agua del motor: debe indicar entre 74°C y 91°C (165 y 195°F). La máxima temperatura de operación continua es de 93°C . (200°F).

b.- Manómetro de presión del aceite del motor. A la temperatura normal de operación del motor, el aceite estará a unos 107°C (225°F), y a esa temperatura la presión debe ser: a 625 R.P.M. $.70$ a 1.76 Kg/cm², ($10-25$ lb/pulg²), y a 2700 R.P.M. 3.2 a 5.3 Kg/cm², ($45-75$ lb/pulg²).

c.- Voltímetro: debe marcar en la zona verde, indicando que el voltaje entregado por el alternador es algo mayor que el de la batería, y por lo tanto, está recibiendo su carga normal.

d.- Termómetro del Convertido: debe indicar entre 82 y 93

°C (180 y 200°F). La máxima temperatura de operación permitida es de 127°C (260°F).

w).- SISTEMA ELECTRICO

- 1.- Revisar el nivel del electrolito de la batería. Se es necesario agregar agua destilada o de lluvia hasta cubrir las placas. (Cada 10 horas).
- 2.- Comprobar la gravedad específica del electrolito, celda por celda. El valor normal será de 1.230 a 1.310. (Cada 50 horas).
- 3.- Limpiar e inspeccionar los postes y terminales de la batería. Engrasar ligeramente al reconectar. Lavar la parte superior de la batería. (Cada 50 horas).
- 4.- Revisar los cables en busca de deterioro, sea del cobre, terminales o aislamientos. (Cada 100 horas).
- 5.- Limpiar los colectores del rotor del alternador y las escobillas, con una gamusa o franela.

(Cada 100 horas).

6.- Cambiar escobillas del alternador.

(Cada 600 horas).

CARTA DE LUBRICACION Y SERVICIO MOTOCONFORMADORAS CM-11, CM-14, CM-17

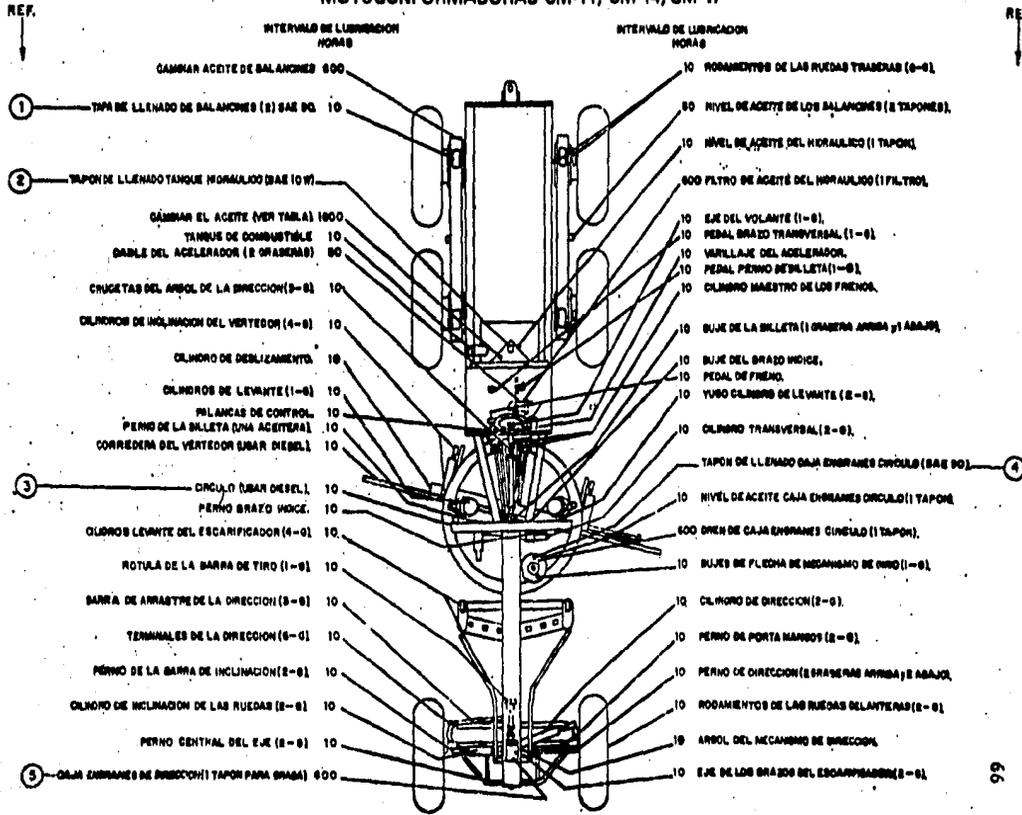
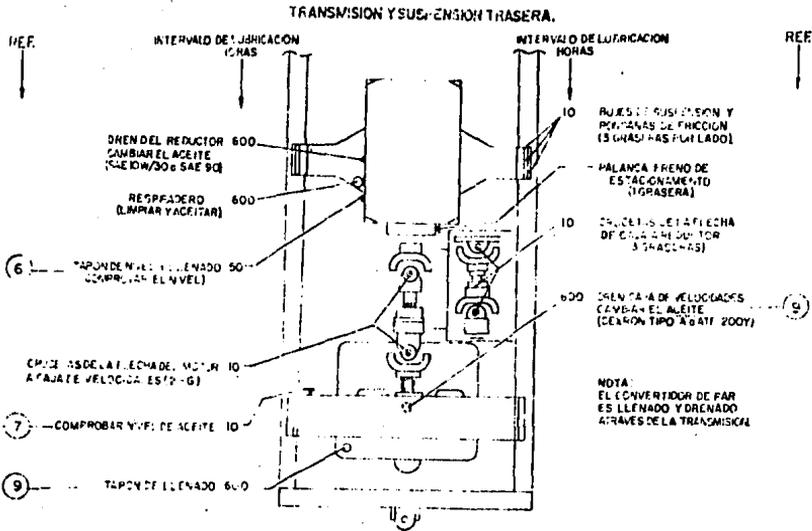
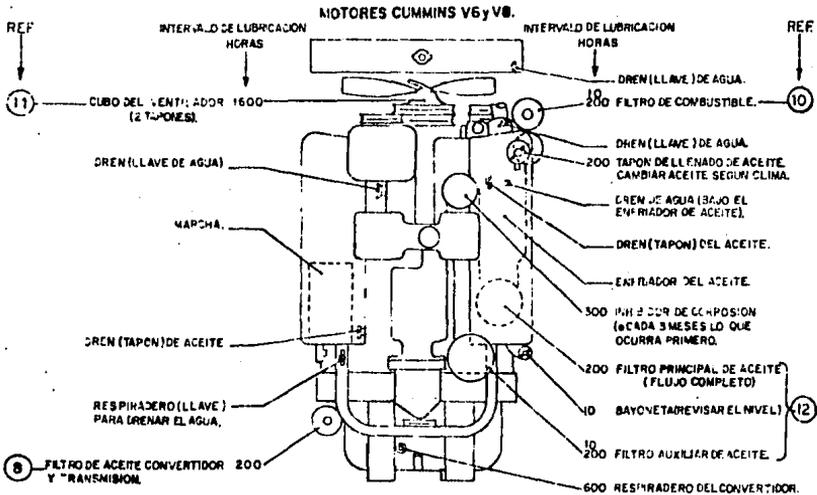


FIG. No. 19



Carta de Lubricación de la Transmisión.



PARA DETALLES COMPLETOS VER EL MANUAL DEL MOTOR.

Carta de Lubricación del Motor.

FIG. No. 20

CAPITULO VI

RENDIMIENTO EN DIFERENTES APLICACIONES

Introducción.- En la industria de la construcción, - se utiliza la palabra "producción" con el mismo significado de "rendimiento", y que el diccionario define como "la cantidad ó magnitud producida en un tiempo determinado". Quizá una mejor definición de estas palabras puede ser: "el trabajo útil ejecutado".

El rendimiento se puede expresar, cuando menos, de - tres maneras:

- a).- Tomando como base los requisitos de obra.
- b).- Midiendo ó estimando el rendimiento de una máquina determinada, para señalar el número de esas máquinas, y obtener así la producción requerida.
- c).- En función del costo. Este es el cálculo final e importante, ya que es la base con la que se -

establecen los contratos.

El estudio de los rendimientos para la maquinaria de construcción, se divide de acuerdo a la forma de trabajo que éstas desempeñan, (Tabla No. 3).

CLASIFICACION DE OPERACION		
Por Ciclos	De Operación Intermedia	De Operación Continua
Pala giratoria con aditamentos	Perforadoras	Bandas transportadoras
Cargador	Conformadoras	Cargadores de banda
Bulldozer	Aplanadoras	Cargadores de canchales
Escrepa	Tolvas	Trituradoras
Tractor empujador		Cribadoras
Camión		Compresoras
Piloteadora		Dragas
Excavadora de cable		
Revolvedora de concreto		
Mozcladora		

TABLA No. 3

Las Motoconformadoras son máquinas de operación intermedia, ya que en ocasiones su operación es continua (cuando mezcla material); y en otras, cuando su operación es por ciclos (cuando empuja material en tramos cortos).

RENDIMIENTO DE LAS MOTOCONFORMADORAS

Para una Motoconformadora, así como para cualquier otra máquina, el rendimiento en cuanto a su capacidad teórica, se ve afectado por los siguientes factores:

- A).- Coeficiente de Eficiencia de la Máquina
- B).- Coeficiente de Utilización de la Máquina

- A).- Coeficiente de Eficiencia de la Máquina

Este coeficiente no depende de la máquina directamente, ya que intervienen otros factores, tales como: los tiempos de engrase, abastecimiento de combustible y lubricantes, y la necesidad que hay en el trabajo de revisar las piezas de desgaste normal y el factor humano, en relación a la fatiga del

perador después de varias horas de trabajo, lo que hace que el rendimiento disminuya.

Un coeficiente de eficiencia óptima considera 50 minutos aprovechables por hora, es decir:

$$\frac{50}{60} = 0.83$$

Un coeficiente de eficiencia normal considera 45 minutos aprovechables por hora, es decir:

$$\frac{45}{60} = 0.75$$

B).- Coeficiente de Utilización de la Máquina

Este coeficiente está basado en las condiciones de trabajo y en la organización de la obra. (Tabla No. 4).

Dentro de la determinación del valor de este coeficiente pueden considerarse, como más importantes, los siguientes puntos:

1.- Condiciones de Trabajo

- a).- La altura sobre el nivel del mar
- b).- Pendiente de trabajo
- c).- Condiciones climatológicas
- d).- Naturaleza del terreno
- e).- Velocidades de operación
- f).- Número de pasadas
- g).- Programa de obra por ejecutar

2.- Por la Organización de la Obra

- a).- La experiencia del personal y del manejo en el trabajo.
- b).- La selección, cuidado y mantenimiento de las máquinas.
- c).- La concepción, la ejecución, la dirección y la coordinación de todas las operaciones que afectan el rendimiento.

FACTORES DE RENDIMIENTO DE TRABAJO EN FUNCION DE LAS CONDICIONES DE OBRA Y DE LA CALIDAD DE ADMINISTRACION					
Condiciones de la Obra		Coeficientes de Administración			
		Excelento	Buena	Regular	Mala
Excelentes	1.0	0.84	0.81	0.76	0.70
Buenas	0.95	0.78	0.75	0.71	0.65
Regulares	0.85	0.72	0.69	0.65	0.60
Malas	0.75	0.63	0.61	0.57	0.52

TABLA No. 4

Teóricamente, el rendimiento de una Motoconformadora se calcula indirectamente, determinando el tiempo que emplea en ejecutar un trabajo, y aplicando la fórmula siguiente:

$$T = \frac{d_f N}{V_f E} + \frac{d_r N}{V_r E} \dots \dots \dots (1)$$

Donde:

d_f - Distancias en metros, que la Motoconformadora debe transitar hacia adelante en cada ciclo.

d_r - Distancias en metros, recorrida al regreso para

iniciar el siguiente ciclo de conformado.

Vf - Velocidad promedio de tránsito durante la carrera de trabajo, en metros por minuto. Depende de la potencia disponible en las ruedas motrices y de la potencia absorbida ó demandada por la carga impuesta por el trabajo ejecutado.

Vr - Velocidad promedio del trayecto de regreso, en metros por minuto (incluye las maniobras necesarias para dar vuelta a la máquina en cada extremo del tramo por recorrer en carrera útil). Depende de la facilidad y rapidez de maniobras, de las características de la transmisión y de la potencia del motor.

N - Número de pasadas hacia adelante.

E - Eficiencia de la operación de la Motoconformadora (depende de la utilización real de la máquina, determinada por descomposturas, mantenimiento preventivo, falta de material, falta de equipo complementario, etc.). (Tabla No. 4)

A continuación se verán los rendimientos promedio ob

servados en las Motoconformadoras Modelo CM-17, en diferentes aplicaciones.

RENDIMIENTO EN DIFERENTES APLICACIONES

- A).- Formación de Terraplén ó Descopete
- B).- Subrasante con incorporación de humedad
- C).- Tendido de Revestimiento sin incorporación de humedad.
- D).- Mezclado, Tendido y Afine en Base y Sub-base
- E).- Elaboración en el lugar de Carpeta Asfáltica
- F).- Tendido de la Mezcla Asfáltica elaborada en el lugar.

- A).- Formación de Terraplén ó Descopete

Estructura formada con material adecuado, producto de cortes ó préstamos, de acuerdo a lo fijado en el proyecto.

Se considerarán también, como tales: las cuñas contiguas a los puentes y pasos a desnivel, la ampliación de la corona, el tendido de los taludes y la elevación de subrasan-

te en terraplenes existentes, y el relleno de excavaciones adicionales abajo de la subrasante en cortes.

Para fines de formación de los terraplenes, los materiales que se emplean en la construcción de los mismos se clasificarán de la siguiente manera:

I.- Material Compactable

II.- Material No Compactable

III.- Agua

I.- Material Compactable

Se consideran como materiales compactables los que a continuación se indican en el cuadro de la Fig. No. 21; Así como también, los fragmentos de rocas muy alteradas, conglomerados medianamente cementados, areniscas blandas y tepetates; en caso de duda se someterán a la prueba que se indica a continuación:

1.- Se tenderá una capa del espesor que permita el

tamaño máximo del material, pero no menor de 30 cm. en todo -
lo ancho del terraplén, y en 20 Mts. de longitud.

2.- Se regará agua en cantidad aproximada a 100 lts.
por metro cúbico de material.

3.- Se someterá la capa regada al tránsito de un -
tractor de orugas con garra y peso de 20 toneladas, pasando -
tres veces por cada uno de los puntos que forman la superfi--
cie.

4.- Se harán sondeos a cielo abierto en los 20 cm.
superiores de la capa, con volumen aproximado de medio metro
cúbico en cada sondeo.

5.- El material, producto de los sondeos, deberá te-
ner como máximo un 20% en volumen de material retenido en la
malla de 3".

6.- El material retenido deberá contener como máxi-
mo el 5% del volumen total de fragmentos de rocas mayores de

En el caso del material no compactable, el espesor de las capas será el mínimo que permita el tamaño mayor del material, salvo indicaciones especiales y/o fijado en proyecto.

CONSTRUCCION DE TERRAPLENES

Cuando la topografía del terreno sea tal, que presente lugares inaccesibles al equipo de construcción, tales como depresiones profundas y angostas, ó laderas muy pronunciadas donde no sea posible la construcción por capas compactadas ó acomodadas en toda la altura del terraplén, se rellenarán a voltee esos lugares inaccesibles hasta la mínima altura necesaria a juicio de las normas de referencia, y/o lo indicado para el caso, para formar una plantilla constituida por la corona del terraplén parcialmente formado, en la que se puede operar el equipo prosiguiendo la construcción por capas compactadas ó acomodadas de ese nivel en adelante.

COMPACTACION DE TERRAPLENES

Se dará en el caso de material compactable un riego para obtener la humedad óptima, señalada en proyecto y/o lo ordenado por la autoridad competente, y se procederá a darle compactación según la maquinaria adecuada, la cual es función del tipo de material a compactar.

En los terraplenes que se construyan con material no compactable, al formar las capas, se observará lo que se mencionó anteriormente respecto al espesor de las mismas, en cada capa se hará el acomodo del material mediante des tránsitos, por cada uno de los puntos que forman la superficie de la capa, con tractor de peso de 20 toneladas, avanzando y retrocediendo la máquina con movimiento roncegado.

En cortes con excavación adicional, abajo de la subrasante, ésta se obtendrá construyendo un terraplén de relleno sobre la cama, utilizando para ello al material adecuado, de acuerdo a lo mencionado en proyecto y/o la autoridad competente.

El relleno de las excavaciones para estructuras y -
colchones de protección a las obras de drenaje, deberán efec-
tuarse previamente a la construcción de terraplenes.

A continuación veremos el rendimiento promedio de -
la Motoconformadora CM-17, en la formación de terraplén, con
los siguientes datos:

Material:	Tepetate
Longitud:	850 m
Ancho del Terraplén:	10,80 m
Espesor:	0,30 m

Solución:

Volumen Compacto

$$850\text{m} \times 10,80\text{m} \times 0,30\text{m} = 2754\text{m}^3$$

Tiempo que tarda la Motoconformadora en Acamellonar,

Revolver, Tender y Afinar: 21 hrs.

$$\text{Rendimiento} = \frac{2754 \text{ m}^3}{21 \text{ hrs.}} = 131.14 \text{ m}^3/\text{hr.}$$

Pruebas que se efectúan para el control de calidad.

1.- Granulometría

2.- Peso específico suelto

3.- Peso específico máximo

4.- Humedad óptima

5.- Humedad natural

6.- VRS estándar

7.- Expansión

8.- Clasificación SAHOP

B).- Subrasante con Incorporación de Humedad

La Subrasante deberá tener como mínimo 30 cm. de espesor parcial que fije el proyecto y/o ordene la Secretaría, las cuales se compactarán de acuerdo a lo mencionado en las especificaciones de referencia y/o proyecto.

Con objeto de que, con el equipo de compactación, se alcance el grado de compactación establecido en toda la sección del terraplén, éstos se construirán con una corona más ancha que la teórica del proyecto, lo cual no es posible obtener en sus orillas, y con un talud diferente que el de proyecto, y que se encontrará con éste en la línea de ceros; obteniéndose así las cuñas laterales de sobreancho, en las cuales la compactación podrá ser menor que la señalada.

El proyecto incluirá las dimensiones de las cuñas de sobreancho, las que serán recortadas una vez que se haya terminado la construcción del terraplén, dejando el talud debidamente afinado. El material resultante del corte de las cuñas de sobreancho, se extenderá uniformemente sobre el terre-

no material, pie de los taludes del terraplén, de tal manera, que se dé un buen drenaje sin impedirlo.

Cuando se utilicen materiales no compactables en la construcción de terraplenes, éstos se harán hasta una elevación tal que no queden salientes aisladas a menos de 30 cm. a bajo de la subrasante de proyecto. Los terraplenes se terminarán hasta la subrasante, utilizando material adecuado obtenido de los sitios que fije el proyecto.

En cortes con excavación adicional, abajo de la subrasante, ésta se obtendrá construyendo un terraplén de relleno sobre la cama, utilizando para ello el material indicado en proyecto y/o normas de referencia.

Para formar la subrasante en aquellos cortes en que no se haya ordenado excavación adicional, ni relleno, se escarificará la cama y se compactará en el espesor, y con el grado de compactación que limite el proyecto y/o estabilizarán las normas de referencia.

Recomendaciones para la construcción de la Subrasante.

Para determinar el tipo y espesor del pavimento, se toma en cuenta la resistencia potencial de la capa subrasante, ésta deberá tener una calidad, de tal manera, que además de los métodos de construcción empleados, el del equipo y el de control de contenido de humedad, peso volumétrico y de la compactación, se procurará no descuidar algunos factores de importancia, como los que se mencionan a continuación:

1.- Materiales con grandes cantidades de mica ó materia orgánica. Estos materiales se comportan elásticamente, dando origen al rebote cuando no soportan cargas, lo que repercute en la falla del pavimento por fatiga.

Estos suelos se podrán identificar mediante las pruebas de clasificación estándar; y sus características principales son:

a).- Límite líquido relativamente alto

b).- Índice de plasticidad bajo

Estos materiales no deben ser empleados en la subrasante, pero si se estuviera obligando por falta de bancos de material de mejor calidad, la compactación sería bajo estrictos requisitos, y su control, en el campo, quedaría limitada; por ejemplo, compactando los suelos con pesos volumétricos, - que se acerquen a los valores obtenidos en la prueba modificada. Se pondrá atención particular en los materiales suaves, - orgánicos y aquellos que no sean recomendables; estos materiales deberán removerse en todo su espesor, ó tener precaución en su compactación por medio de un método especial para consolidar dichos materiales. También es factible compensar la baja resistencia del suelo aumentando el espesor del pavimento.

2.- Materiales mediana ó altamente expansivos.

Estos materiales son los que al saturarse presentan propiedades expansivas; y en estado seco, propiedades de manejabilidad. A esta clase de material se le dará especial atención recurriendo a técnicas de construcción que pueden equili

brar las situaciones demasiado críticas, Si los materiales - tienen un alto índice de manejabilidad cuando se secan ó pierden humedad, será necesario evitar la pérdida de su humedad, esto se logra agregando agua periódicamente a la subrasante ó mediante una membrana de materiales bituminosos.

El peso del pavimento, para evitar la presión de expansión, se determina haciendo pruebas de laboratorio, donde las muestras se saturan, y éstas al expanderse, ejercen presión sobre las placas. De ahí también la necesidad de obtener los valores de resistencia en los suelos expansivos de la capa subrasante. La sobrecarga empleada representa el peso del pavimento que deberá actuar sobre la muestra durante todo el período de saturación.

Rendimiento promedio de la Motoconformadora CM-17,
en subrasante con incorporación de humedad.

Espesor	0.31 m
Ancho	10.0 m
Longitud	850.0 m
Tiempo de Operación	44 hrs.

Solución:

Volumen Compacto

$$0.31\text{m} \times 10.0\text{m} \times 850.0\text{m} = 2635\text{m}^3$$

$$\text{Rendimiento} = \frac{2635 \text{ m}^3}{44 \text{ hrs.}} = 59.88 \text{ m}^3/\text{hrs.} \quad 60 \text{ m}^3/\text{hrs.}$$

C).- Tendido de Revestimiento sin Incorporación de Humedad.

El revestimiento esta formado por materiales seleccionados, que pueden estar o no estabilizados por algún producto natural ó elaborado.

Los materiales se clasifican como sigue;

1.- Materiales pétreos que no requieren ningún tratamiento de disgregado, cribado ó trituración.

2.- Materiales pétreos que para su utilización requieren tratamientos de disgregado, cribado ó trituración.

3.- Mezclas de dos ó más materiales, provenientes de ambos grupos.

4.- Materiales de los grupos 1, 2, ó 3, mezclados con cemento Portland ó una mezcla adecuada de cemento Portland y Puzolana.

5.- Materiales de los grupos 1, 2, ó 3, mezclados con un material asfáltico.

6.- Materiales de los grupos 1, 2, ó 3, mezclados con cal hidratada, cal hidratada y puzolana, ó cal hidratada

y cemento Portland.

De los materiales mencionados anteriormente, deben cumplir con las siguientes normas:

a).- Granulometría.- La curva granulométrica del material deberá quedar comprendida entre el límite inferior de la zona 1, y el superior de la zona 3. (Fig. No. 23). De preferencia no deberán utilizarse materiales cuya curva se encuentre alejada en la zona 1.

b).- La curva granulométrica deberá afectar una forma semejante a las de las curvas que limitan las zonas, sin presentar cambios bruscos de pendiente, y la relación del porcentaje en peso que pase la malla No. 200 al que pase la malla No. 40, no deberá ser mayor de 65 centésimas. Podrá aceptarse hasta un 5% en volumen de partículas de tamaño mayor de 76 mm. en el material transportado a la carretera, en donde deberán eliminarse.

c).- De contracción lineal, valor cementante y valor relativo de soporte: Los valores señalados en el siguiente cuadro: (Tabla No. 5).

Características	Zona en que se clasifica el material de acuerdo a su Granulometría.		
	1	2	3
Contracción lineal en %	6.0 Max.	4.5 Max.	3.0 Max.
Valor cementante p/materiales angulares en Kg/cm ²	5.5 Mfn.	4.5 Mfn.	3.5 Mfn.
Valor cementante p/materiales redondeados y lisos en kg/cm ²	8.0 Mfn.	6.5 Mfn. 30 Mfn.	5.0 Mfn.

TABLA No. 5

Quando la curva granulométrica del material se aloje en dos ó más zonas, en la parte correspondiente a las fracciones comprendidas entre las mallas No. 40 y 200, la contracción lineal deberá considerarse para la zona en la cual quede alojada la mayor longitud de dicha parte de la curva, excepto cuando la fracción que pase la malla No. 200 sea menor de 15%.

en cuyo caso la zona considerada será aquella en la que se a-
loje la mayor longitud de la totalidad de la curva.

d).- De grado de compactación. Estos materiales, en
cada caso, se compactará al grado que indique el proyecto.

En la operación de tendido de revestimiento sin incorporación de humedad, la Motoconformadora CM-17 tuvo el siguiente rendimiento:

Espesor	0.30 m
Ancho	9.0 m
Longitud	300.0 m
Tiempo de Operación	20 hrs.

Solución:

Volumen Compacto

$$0.30\text{m} \times 9.0\text{m} \times 300.0\text{m} = 810\text{m}^3$$

$$\text{Rendimiento} = \frac{810 \text{ m}^3}{20 \text{ hrs.}} = 40.5 \text{ m}^3/\text{hrs.}$$

D).- Mezclado, Tendido y Afino en Base y Sub-base

La Base y sub-base son capas de materiales seleccionados que se construyen sobre la subrasante, y cuya función es soportar las cargas rodantes y transmitir las a las terracerías, distribuyéndolas, de tal forma, que no se produzcan deformaciones perjudiciales a éstas.

La construcción de la sub-base ó de la base se iniciará cuando las terracerías ó la sub-base estén terminadas dentro de las tolerancias limitadas por el proyecto y/o las normas de referencia.

Los procedimientos de ejecución de las sub-bases y bases, son los autorizados en proyecto; pero, por lo general, son los siguientes:

a).- Cuando se empleen dos ó más materiales se mezclarán en seco, con objeto de obtener un material uniforme.

b).- Cuando se empleen motocomformadoras para el -

mezclado y el tendido se extenderá parcialmente el material, y se procederá a incorporarle agua por medio de riegos y mezcladoras sucesivos; para alcanzar la humedad que se fije y la homogeneidad en granulometría y humedad, el material se extenderá en capas sucesivas sin compactar, cuyo espesor de capa no deberá ser mayor de 15 cm.

c).- Cuando se emplee otro equipo para el mezclado y tendido, será bajo la aprobación de autoridades competentes.

d).- Cada capa se compactará hasta alcanzar un grado mínimo de noventa y cinco por ciento, las cuales se superpondrán hasta alcanzar el espesor y secciones indicados en el proyecto; será necesario que exista una buena liga entre ellas, ya que, en caso de ser deficiente entre tendidos sucesivos, se escarificará para ligar las capas. Podrá efectuarse la compactación en capas mayores que la mencionada en el inciso (b), siempre que se obtenga la compactación establecida en proyecto.

e).- En las tangentes, la compactación se iniciará

de las orillas a el centro; en las curvas de la parte interior, de la curva hacia el centro; y en las curvas de la parte interior de la curva hacia la parte exterior.

Debido a que la base se encuentra inmediatamente debajo de la superficie de desgaste, se encuentra sujeta a cargas muy elevadas, por esta razón, es indispensable que los materiales empleados en ella deben ser de una calidad adecuada, y su construcción debe hacerse tomando en cuenta todas las condiciones de seguridad necesarias, en las cuales el control de calidad tienen un papel muy importante.

Materiales para Sub-base y Base.

Los materiales seleccionados que se emplean en la construcción de sub-base, deben ser de los tipos que se indican a continuación:

- a).- Materiales que no requieren tratamiento
- b).- Materiales que requieren ser disgregados
- c).- Materiales que requieren ser cribados

d).- Materiales que requieren ser triturados parcialmente y cribados.

e).- Materiales que requieren ser totalmente triturados y cribados.

a).- Materiales que no requieren tratamiento.

Son los poco ó nada cohesivos, como limos, arenas y gravas, que al extenderlos quedan sueltos, y que no contengan más de 5% de partículas mayores de 2".

b).- Materiales que requieren ser disgregados.

Son los tesentles y los cohesivos, como tepetates, caliches, conglomerados, aglomerados y rocas muy alteradas, - que al extraerse resulten con terrones, y que una vez sometidos a la acción del equipo de desgregación no contengan más - de un 5% por 2".

c).- Materiales que requieren ser cribados.

Son los poco ó nada cohesivos, como mezclas de gravas, arenas y limos, que al extraerlos quedan sueltos y con un contenido entre el 5% y el 25% de materiales de una dimen-

sión mayor de 2". Estos materiales deberán ser cribados por la malla de 2" para eliminar dicho material.

d).- Los materiales que requieren ser triturados parcialmente y cribados son los siguientes:

1.- Materiales poco ó nada cohesivos, como mezclas de gravas, arenas y limos, que al extraerlos quedan sueltos y contienen más del 25% de partículas mayores de 2". Estos materiales deberán ser triturados y cribados por malla de 1½".

2.- Textiles y materiales cohesivos, como tepalcates, caliche, conglomerados y rocas alteradas, que al extraerlos resulten con terrones que pueden disgregarse con la acción del equipo mecánico, y que posteriormente a dicho tratamiento contienen más del 5% de partículas de tamaño mayor de 2". Estos materiales deberán ser triturados y cribados por la malla de 1½", sin que previamente deben disgregarse por la acción del equipo mecánico.

e).- Los materiales que requieren ser triturados to

talmente y cribados a través de la malla de $1\frac{1}{2}$ " , son los siguientes:

- 1.- Piedra extraída de mantos de roca.
- 2.- Piedra suelta de depósitos naturales ó desperdicios.

Requisitos que deben cumplir los materiales para Sub-base y Base.

Tamaño máximo.

El tamaño máximo que se recomienda es 2", en caso de que existan tamaños mayores que el fijado por proyecto, aún después de ser sometido el material a tratamiento, deberá corregirse el mismo.

Granulometría, Forma, Condición de superficie de las partículas y Plasticidad.

Podemos decir que estas características son las que más influyen en el comportamiento de los suelos, debiéndose lograr, en la medida que sea posible, sus condiciones más favorables, como son: buena granulometría, forma cúbica, rugosa

dad de las partículas y baja plasticidad.

Valor soporte.

El valor soporte de un suelo guarda estrecha relación con las características señaladas en los puntos anteriores, y es una medida de la resistencia del suelo compactado; por lo tanto, constituye un índice de la capacidad del suelo para soportar y transmitir en forma adecuada las cargas producidas por los vehículos.

Pruebas que se efectúan para el control de calidad en la Sub-base y Base.

- 1.- Granulometría
- 2.- Peso Volumétrico (suelto máximo)
- 3.- Humedad óptima
- 4.- VRS estándar
- 5.- Valor cementante
- 6.- Equivalente de arena
- 7.- Densidad
- 8.- Absorción
- 9.- Límite líquido

10.- Índice plástico

11.- Contracción lineal

Normas para la Construcción de Base			
Características	Zonas en que se Clasifica el Material de Acuerdo a su Granulometría		
	1	2	3
Contracción Lineal en %	6.0 Max.	4.5 Max.	3.0 Max.
Valor Cementante Materiales Angulosos	3.5 Min.	3.0 Min	2.5 Min.
Valor Cementante Materiales Lisos y Redondeados	5.5 Min.	4.5 Min.	3.5 Min.
VRS Estándar Sat. Equivalente de Arena		50 Min. 20 Min.	

TABLA No. 6

Para la operación de Mezclado, Tendido y AFine en -
Sub-base y Base, se obtuvieron los siguientes rendimientos:

a).- Sub-base

Espesor	0.17 m
Ancho	9.0 m
Longitud	345.0 m
Tiempo de Operación	15 hrs.

Solución:

Volumen Compacto

$$0.17\text{m} \times 9.0\text{m} \times 345.0\text{m} = 527.85\text{m}^3$$

$$\text{Rendimiento} = \frac{527.85 \text{ m}^3}{15 \text{ hrs.}} = 35.19 \text{ m}^3/\text{hrs.}$$

b).- Base

Espesor 0.13 m

Ancho 9.0 m
Longitud 400.0 m
Tiempo de Operación 15.5 hrs.

Solución:

Volumen Compacto

$$0.13\text{m} \times 9.0\text{m} \times 400.0\text{m} = 468\text{m}^3$$

$$\text{Rendimiento} = \frac{468 \text{ m}^3}{15.5 \text{ hrs.}} = 30.19 \text{ m}^3/\text{hrs.}$$

E).- Elaboración en el lugar de Carpeta Asfáltica

Este tipo de carpetas es la que se construye mediante el tendido y compactación de mezclas elaboradas en caliente, en una planta estacionaria y utilizando cementos asfálticos.

En la elaboración de concretos asfálticos deberán emplearse, para el riego de liga, cementos asfálticos, asfaltos rebajados ó emulsiones de resqueamiento rápido, del tipo autorizado en proyecto. Cuando se requiera un aditivo para los materiales asfálticos, éste será de acuerdo al proyecto ó por autoridad competente.

Antes de proceder a la construcción de la carpeta, la base deberá estar debidamente preparada e impregnada. En caso afirmativo, se procederá a efectuar un riego de liga con una petrolizadora en toda la superficie que quedará cubierta con la carpeta, utilizando un material asfáltico del tipo mencionado arriba.

Este riego deberá darse antes de iniciar el tendido de la mezcla asfáltica, dejando transcurrir, entre ambas operaciones, el tiempo necesario para que el material asfáltico adquiera la viscosidad adecuada. Antes de dar el riego de liga sobre la base impregnada, ésta deberá ser barrida para dejarla exenta de materiales extraños y polvo, además no deberá haber material asfáltico encharcado.

El material pétreo deberá ser calentado y secado, - para que la humedad que contenga sea inferior al 1% antes de introducirlo a la mezcladora. La temperatura del material pétreo deberá estar comprendida entre 120°C y los 150°C al salir de la planta de elaboración.

Transporte.

El concreto asfáltico deberá transportarse en vehículo con caja metálica, y cubierto con una lona que lo preserve del polvo, materias extrañas y pérdida de calor durante el trayecto. La superficie interior de la caja deberá estar libre de residuos de concreto asfáltico, para evitar que la mez

cla se adhiera a la misma.

Tendido.

El concreto asfáltico deberá extenderse con una máquina especial para este trabajo, de propulsión propia, con dispositivos para ajustar el espesor y el ancho de la mezcla tendida, y dotada de un sistema que permita la repartición uniforme de la mezcla, sin que se presente segregación por tambores en la misma. Además, deberá estar provista de un calefactor en la zona de acabado superficial.

La mezcla deberá vaciarse dentro de la caja receptora y ser inmediatamente tendida, por estar de acuerdo con los espesores y anchos señalados en el proyecto. La velocidad de la máquina deberá regularse, de tal manera, que se tenga un buen acabado, es decir, que sea uniforme.

Las juntas de construcción longitudinales, en caso de que el tendido se efectúe en dos ó más fajas, con un intervalo de más de un día entre faja y faja, deberá impregnarse,-

de preferencia, con cemento asfáltico ó con un material asfáltico de fraguado rápido, antes de proceder al tendido del siguiente tramo. Con frecuencia necesaria, deberá limpiarse perfectamente todas aquellas partes de la máquina en que pudieran quedar residuos de mezcla.

El concreto asfáltico deberá tenderse a una temperatura mínima de 110°C.

La elaboración en el lugar de carpeta asfáltica, la máquina CM-17, tuvo el siguiente rendimiento:

Espesor	0.10 m
Ancho	8.50 m
Longitud	400.0 m
Tiempo de Operación	10 hrs.

Solución:

Volumen Compacto

$$0.10\text{m} \times 8.50\text{m} \times 400.0\text{m} = 340\text{m}^3$$

$$\text{Rendimiento} = \frac{340 \text{ m}^3}{10 \text{ hrs.}} = 34 \text{ m}^3/\text{hr.}$$

F).- Tendido de la Mezcla Asfáltica elaborada en el lugar.

Una mezcla asfáltica, fundamentalmente, es el producto obtenido mediante la incorporación y distribución uniforme de un material asfáltico en un pétreo, y deberán sujetarse a las siguientes normas:

- 1.- Las mezclas que se elaboren con cemento asfáltico deberán regirse por los procedimientos Marshall y/o Hveen.
- 2.- Las temperaturas de tendido, de acuerdo a lo indicado.
- 3.- Los espesores compactados, de acuerdo a la tabla.
- 4.- La mezcla asfáltica deberá ser compactada al 95% de su peso volumétrico máximo.
- 5.- Las mezclas asfálticas usadas para carpeta, de-

berán tener un valor de permeabilidad menor de 10% cuando se usen para la construcción de sub-bases y bases, el proyecto - indicará el valor.

Materiales pétreos para Carpetas y Mezclas Asfálticas.

Podemos decir que los materiales pétreos se clasifican en:

1.- Materiales Naturales, que requieren uno ó varios tratamientos de los que se indican a continuación;

Disgregación, Cribado, Trituración y Lavado.

2.- Mezclas de dos ó más materiales del grupo anterior. Los materiales pétreos para carpetas asfálticas, elaboradas por los sistemas de mezcla en el lugar y en planta estacionaria, deberán satisfacer las siguientes normas:

a).- De granulometría.- Deberán satisfacer la curva granulométrica del material pétreo empleado para la elaboración de carpetas, deberá cumplir con lo que indique el proyecto en cada caso, y en términos generales, deberá quedar com--

prendida entre el límite inferior de la zona uno y el límite superior de la zona dos; la zona uno corresponde a los materiales pétreos de granulometría gruesa, y sus límites serán establecidos por proyecto; la zona dos corresponde a los materiales de granulometría fina. La curva granulométrica del material pétreo deberá afectar una forma semejante a la de las curvas que limitan a las zonas, por lo menos en las dos terceras partes de su longitud, sin presentar cambios bruscos de pendiente. (Fig. No. 23).

La curva granulométrica del material pétreo para concretos asfálticos, en términos generales, deberá quedar comprendida en la zona limitada por las dos curvas de la Fig. No. 24. En cada caso, el proyecto señalará la granulometría correspondiente, de acuerdo con los requisitos mencionados en el diseño. La granulometría del material simple está dentro de las tolerancias indicadas en el cuadro uno de este capítulo. (Fig. No. 21).

b).- De contracción lineal.

b.1.- Cuando la curva granulométrica del material pétreo quede ubicada en la zona uno. 3% Max.

b.2.- Cuando la curva granulométrica del material pétreo quede ubicada en la zona dos. 2% Max.

b.3.- Material pétreo para concretos asfálticos. 2% Max.

c).- De desgaste. Deberá cumplir con los requisitos de desgaste de los ángulos, de acuerdo al proyecto ó las normas de referencia.

d).- De la forma de partículas. Deberá cumplir con los requisitos de forma de las partículas alargadas ó en forma de laja, de acuerdo con las normas de referencia.

e).- De afinidad con el asfalto. Tendrán que ser de acuerdo a los requisitos en las pruebas de afinidad descritos.

f).- Del equivalente de arena. Con un equivalente de 55% Min.

TIPO	CEN-1796	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	PARÁMETROS DE DISEÑO, UTILIDAD	SISTEMA DE CALIFICACIÓN DE LOS MATERIALES PARA EL USO		
				CONDICIONES DE TRABAJO	APLICACIONES DE TRABAJO	
PRÁCTICAS DE INGENIERÍA	GRANDES Sección de 20" Sección de 12"	Fe Fm Fp Fq Fr	Resistencia a la tracción Resistencia a la flexión Resistencia a la torsión	Sección de 20" Sección de 12"	NO DEBE USARSE	
					NO DEBE USARSE	
					NO DEBE USARSE	
E C L K V E	Cables	CW CP CM CC CW AP SM EC	Resistencia a la tracción Resistencia a la flexión Resistencia a la torsión	Cables de acero Cables de aluminio Cables de cobre	NO DEBE USARSE	
					NO DEBE USARSE	
					NO DEBE USARSE	
					NO DEBE USARSE	
					NO DEBE USARSE	
	Tubo	SL CL OL SL CL OL SL CL OL	Resistencia a la tracción Resistencia a la flexión Resistencia a la torsión	Tubo de acero Tubo de aluminio Tubo de cobre	Tubo de acero Tubo de aluminio Tubo de cobre	NO DEBE USARSE
						NO DEBE USARSE
						NO DEBE USARSE
						NO DEBE USARSE
						NO DEBE USARSE
ALAMBRÓN	ALAMBRÓN	ALAMBRÓN	ALAMBRÓN	ALAMBRÓN	NO DEBE USARSE	

FIG. No. 21

Tercer trimestre de 1968 (P) y segundo de 1969

Laboratorio de Física de la UNAM

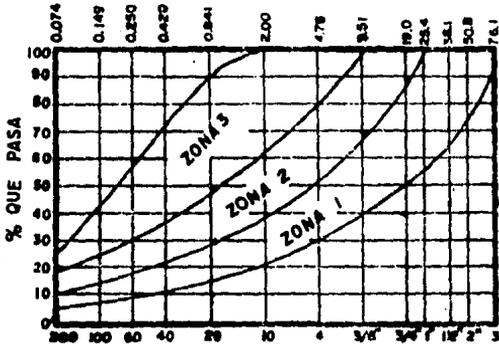
Laboratorio de Física de la UNAM

Tipo	Sub-Tipos	IDENTIFICACION	Sistema de Cuentas
4	GRANDES MAYORES DE 70 cm MENORES DE 70 cm	Fragmentos grandes con masas del 10% de otros fragmentos o de suelo.	Fa
		Fragmentos grandes machucados con fragmentos medianos, predominando los grandes, con masas del 10% de fragmentos chicos o de suelo.	Fpa
		Fragmentos grandes machucados con fragmentos chicos, predominando los grandes, con masas del 10% de fragmentos medianos o de suelo.	Fpc
		Fragmentos grandes machucados en otros fragmentos medianos y chicos, predominando los grandes sobre los medianos y otros sobre los chicos, con masas del 10% de suelo.	Fpma
		Fragmentos grandes machucados en otros fragmentos chicos y medianos, predominando los grandes sobre los chicos y otros sobre los medianos, con masas del 10% de suelo.	Fpma
5	MEDIANOS MAYORES DE 30 cm MENORES DE 30 cm	Fragmentos medianos, con masas del 10% de otros fragmentos o de suelo.	Fm
		Fragmentos medianos machucados con fragmentos chicos, predominando los medianos sobre los chicos, con masas del 10% de fragmentos grandes o de suelo.	Fma
		Fragmentos medianos machucados con fragmentos grandes, predominando los medianos sobre los grandes, con masas del 10% de fragmentos chicos o de suelo.	Fmg
		Fragmentos medianos machucados con fragmentos chicos y grandes, predominando los medianos sobre los chicos y otros sobre los grandes, con masas del 10% de suelo.	Fmga
		Fragmentos medianos machucados con fragmentos grandes y chicos, predominando los medianos sobre los grandes y otros sobre los chicos, con masas del 10% de suelo.	Fmga
6	CHICOS MAYORES DE 7.5 cm (P) MENORES DE 7.5 cm	Fragmentos chicos, con masas del 10% de otros fragmentos o de suelo.	Fc
		Fragmentos chicos machucados con fragmentos grandes, predominando los chicos, con masas del 10% de fragmentos grandes o de suelo.	Fca
		Fragmentos chicos machucados con fragmentos medianos y grandes, predominando los chicos sobre los medianos y otros sobre los grandes, con masas del 10% de suelo.	Fca
7	GRANDES MAYORES DE 7.5 cm (P) MENORES DE 7.5 cm	Grupos con gran cantidad de partículas (C)	GW
		Grupos con pocas partículas (C)	GP
		Grupos con pocas partículas (C)	GM
		Grupos con pocas partículas (C)	GC
		Grupos con pocas partículas (C)	GW
		Grupos con pocas partículas (C)	GP
		Grupos con pocas partículas (C)	GM
		Grupos con pocas partículas (C)	GC
		Grupos con pocas partículas (C)	GW
		Grupos con pocas partículas (C)	GP
8	GRANDES MAYORES DE 7.5 cm (P) MENORES DE 7.5 cm	Grupos con pocas partículas (C)	GW
		Grupos con pocas partículas (C)	GP
		Grupos con pocas partículas (C)	GM
		Grupos con pocas partículas (C)	GC
		Grupos con pocas partículas (C)	GW
		Grupos con pocas partículas (C)	GP
		Grupos con pocas partículas (C)	GM
		Grupos con pocas partículas (C)	GC
		Grupos con pocas partículas (C)	GW
		Grupos con pocas partículas (C)	GP
9	GRANDES MAYORES DE 7.5 cm (P) MENORES DE 7.5 cm	Grupos con pocas partículas (C)	GW
		Grupos con pocas partículas (C)	GP
		Grupos con pocas partículas (C)	GM
		Grupos con pocas partículas (C)	GC
		Grupos con pocas partículas (C)	GW
		Grupos con pocas partículas (C)	GP
		Grupos con pocas partículas (C)	GM
		Grupos con pocas partículas (C)	GC
		Grupos con pocas partículas (C)	GW
		Grupos con pocas partículas (C)	GP

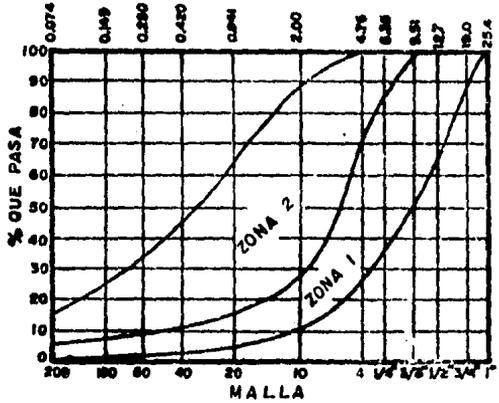
Total 116

1.- Cuando los fragmentos de arena se agregan...
 2.- La clasificación de suelos se aplica...
 3.- Todos los tamaños de los suelos que aparecen en este cuadro son los de la UNAM...
 4.- Como los estándares de los suelos...
 5.- Tratados de suelos...
 6.- Las referencias de Uniformidad...
 7.- La clasificación de los suelos de partículas...
 8.- En la clasificación de los suelos...
 9.- En la clasificación de los suelos...

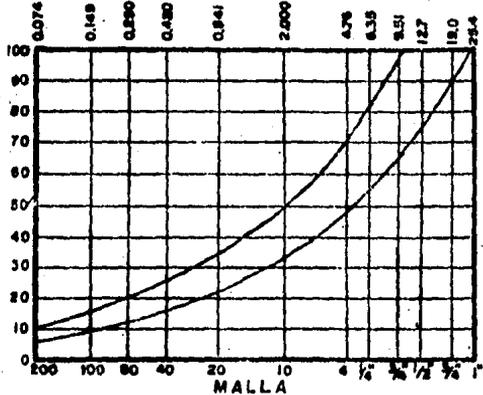
ZONAS DE ESPECIFICACIONES GRANULOMETRICAS
ABERTURA EN MILIMETROS



ZONAS DE ESPECIFICACIONES GRANULOMETRICAS
PARA MATERIALES PETREOS QUE SE EMPLEEN
EN MEZCLAS ASFALTICAS EN EL LUGAR
ABERTURA EN MILIMETROS



ZONA DE ESPECIFICACION GRANULOMETRICA PARA
MATERIALES PETREOS QUE SE EMPLEEN EN
CONCRETOS ASFALTICOS
ABERTURA EN MILIMETROS



CAPITULO VII**COSTO HORARIO**

Introducción.- Una forma de pago en el empleo del equipo de construcción, es a base del costo horario y las unidades de trabajo que se puedan desarrollar en la unidad de tiempo. En ocasiones, por dificultad de medición, se procede a liquidar por horas efectivas trabajadas. En cualquiera de los dos casos, resulta evidente la importancia de analizar todos los factores que influyen en el cálculo del costo horario. Se integra mediante los siguientes cargos:

- A).- Cargos Fijos
- B).- Cargos por Consumo
- C).- Cargos de Operación

- A).- Cargos Fijos

Son los gastos que origina la máquina por el sólo hecho de poseerla; y son los siguientes:

1.- Cargo por Consumo de Combustible

De acuerdo al trabajo que se este ejecutando, y a las condiciones en que se realice, será el consumo de combustibles; debido a que son función de la potencia del motor y de las condiciones mecánicas del equipo.

Se puede determinar el consumo promedio de combustible, de acuerdo a procedimientos esencialmente estadísticos con las siguientes fórmulas:

Consumo de diesel por hora efectiva:

$$0.20 \times \text{H.P.} \times \text{factor de operación}$$

Consumo de gasolina por hora efectiva:

$$0.24 \times \text{H.P.} \times \text{factor de operación}$$

Siendo el factor de operación las altas y bajas de la potencia utilizada en el trabajo desempeñado. Varía entre 60% y 75% del H.P. en la placa; así mismo deberá corregirse la potencia por altura sobre el nivel del mar, de acuerdo con las

- a - Cantidad de aceite necesaria por hora efectiva - de trabajo, en litros.
- c - Capacidad del cárter en litros
- t - Número de horas transcurridas entre dos cambios de aceite, generalmente $t = 100$ horas (cuando abunda el polvo, $t = 70$ horas).

3.- Cargo por Consumo de Llantas

Las llantas de una máquina sufren desgaste debido al uso de las mismas, por lo que es necesario, además de repararlas y renovarlas periódicamente, reemplazarlas cuando lleguen al término de su vida económica.

La vida económica de las llantas varía de acuerdo a las condiciones de uso, del mantenimiento, de las cargas a que operen y las condiciones de las superficies de rodamientos.

De acuerdo a estudios estadísticos, sobre la observación de maquinaria para construcción pesada en presas, carreteras, etc., han establecido que la vida económica para una llan

ta es del orden de 5000 horas de operación. Se deberán tomar en cuenta una serie de factores que afectan su vida económica, los cuales están en función de las condiciones que priven en las obras. La ecuación que representa el cargo por llantas, es la siguiente:

$$L1 = \frac{VII}{Hv} \dots \dots \dots (11)$$

Donde:

L1 - Cargo por consumo de llantas

VII - Valor de adquisición de las llantas

Hv - Horas de vida económica de las llantas

4.- Cargo por otras Fuentes de Energía

Si se utilizan otras fuentes de energía, diferentes a los combustibles mencionados con anterioridad, la determinación del cargo por energía que consume, requerirá de un estudio para cada caso.

C).- Cargo por Operación

Se obtuvo en el período de utilización anual de una máquina que el personal, por los factores descritos, trabaja a proximadamente 45 minutos por hora efectiva, lo cual representa una reducción del turno de trabajo del 25%. Por lo tanto:

$$8 \text{ horas} \times 0,25 = 2 \text{ horas}$$

Por lo anterior, el tiempo efectivo de labores en -- jornada de 8 horas, será de 6 horas efectivas.

Este tiempo efectivo del turno, que limita a un promedio de 7 meses anuales el empleo de una máquina en estudio, será utilizado en los costos unitarios como coeficiente que afecta la productividad, para que, de esa forma, se faciliten las operaciones de cálculo al aceptar la costumbre de 2000 horas anuales.

En caso de utilizar, en el costo horario, el tiempo efectivo del turno de trabajo, se tendrá que reducir las horas anuales a 1400. La ecuación que representa el cargo por operación es:

CONSTRUCTORA: _____	Maquina: <u>Metecanformadora</u>	Hoja No: <u>1</u>
	Modelo: <u>CM-17</u>	Calculo: <u>Pedro E. E.</u>
OBRA: _____	Datos Adic: <u>Motor DIHA CUMMINS</u>	Reviso: <u>Ing. E. Benitez</u>
	<u>V8-V504C</u>	Fecha: <u>Febrero-1985</u>

DATOS GENERALES.		Fecha cotización: <u>Febrero</u>
Precio adquisición: \$ <u>29'325.000,00</u>		Vida economica (Ve): <u>5</u> años
Equipo adicional: <u>Llantas</u>	<u>814.200,00</u>	Horas por año (Ha): <u>2000</u> hr/año
Valor inicial (Vi): \$ <u>29'510.800,00</u>		Motor: <u>DIESEL</u> de <u>170</u> HP
Valor rescate (Vr): <u>20</u> % = \$ <u>5'702.160,00</u>		Factor operación: <u>0,8</u>
Tasa interés (i): <u>45,6</u> %		Potencia operación: <u>136</u> HP op.
Prima seguros (s): <u>1</u> %		Coefficiente almacenaje (K): <u>0,03</u>
		Factor mantenimiento (Q): <u>0,90</u>

I.-CARGOS FIJOS.

a) Depreciación: $D = \frac{V_a - V_r}{V_a} = \frac{29'510.800 - 5'702.160}{10'000} = \$ 2.280,86$

b) Inversión: $I = \frac{V_a + V_r}{2 Ha} = \frac{29'510.800 + 5'702.160}{2(2000)} = 3.900,27$

c) Seguros: $S = \frac{V_a + V_r}{2 Ha} s = \frac{29'510.800 + 5'702.160}{2(2000)} (0,03) = 256,59$

d) Almacenaje: $A = KD = \frac{0,03(2.280,86)}{1} = 68,42$

e) Mantenimiento: $M = QD = \frac{0,90(2.280,86)}{1} = 2.052,77$

SUMA CARGOS FIJOS POR HORA \$ 8.558,91

II.-CONSUMOS.

a) Combustible: $E = e P_c$
 Diesel: $E = 0,20 \times 136 \text{ HP. op.} \times \frac{12,00}{1 \text{ lt.}} = \$ 670,40$
 Gasolina: $E = 0,24 \times \text{---} \text{ HP. op.} \times \frac{\text{---}}{1 \text{ lt.}} = \text{---}$

b) Otras fuentes de energía: _____ = _____

c) Lubricantes: $L = e P_e$
 Capacidad cárter: $C = \text{---} 22$ litros
 Cambios aceite: $i = \text{---} 300$ horas
 $e = C/i = \frac{0,0035}{0,0030} = \text{---} 1,166 \text{ HP. op.} = \frac{0,586 \text{ lt./hr.}}{\text{---}}$
 $\therefore L = \frac{0,586 \text{ lt./hr.}}{\text{---}} \times \frac{400}{1 \text{ lt.}} = 234,40$

d) Llantas: $L_i = \frac{ML (\text{valor llantas})}{H_v (\text{vida economica})}$
 Vida economica = $H_v = 2270$ horas
 $\therefore L_i = \frac{814.200}{2.270} \text{ horas} = 358,67$

SUMA CONSUMOS POR HORA \$ 1.463,47

III.-OPERACION.

Salarios: S real operador: \$ 2.619,47 ; Salario Base \$ 1.627,00

Sal/turno-prom: \$ 2.619,47

Horas/turno-prom: (H)
 $M = 8 \text{ horas} \times 0,75 (\text{factor rendimiento}) = \text{---} 6 \text{ horas}$

Operación: $O = \frac{S}{H} = \frac{2.619,47}{6 \text{ horas}} = 436,57$

SUMA OPERACION POR HORA \$ 436,57

COSTO DIRECTO HORA-MAQUINA (HMD) \$ 10.458,95

CONSTRUCTORA:	Máquina: <u>Motocombinadora</u>	Hoja No: <u>1</u>
	Modelo: <u>CM-</u>	Calculo: <u>Pedra E.F.</u>
OBRA:	Datos Adic: <u>Motor DINA CUMMINS</u>	Revisó: <u>Ing. E. Ramirez</u>
	<u>V6-378C</u>	Fecha: <u>Febrero-1985</u>

DATOS GENERALES.

Precio adquisición:	\$ <u>26'998.250.00</u>	Fecha cotización:	<u>Febrero-1985</u>
Equipo edicionat.:		Vida económica (Ve):	<u>8</u> años
<u>LIMITAS</u>	<u>814.200.00</u>	Horas por año (Ha):	<u>2000</u> hr/año
Valor inicial (Vi):	\$ <u>26'182.050.00</u>	Motor:	<u>DIESEL</u> de <u>160</u> HP
Valor rescate (Vr):	<u>20</u> % = <u>5'236.410.00</u>	Factor operación:	<u>0.80</u>
Tasa interés (i):	<u>45.6</u> %	Potencia operación:	<u>112</u> HP.op.
Prima seguros (s):	<u>3</u> %	Coefficiente almacenaje (K):	<u>0.03</u>
		Factor mantenimiento (Q):	<u>0.90</u>

I.- CARGOS FIJOS.

a) Depreciación:	D = $\frac{Vi - Vr}{Ve}$	= $\frac{26'182.050 - 5'236.410}{10.000}$	= \$ <u>2.094.56</u>
b) Inversión:	I = $\frac{Vi - Vr}{2Ha}$	= $\frac{26'182.050 - 5'236.410}{2(2000)}$ (0.056)	= <u>3.581.70</u>
c) Seguros:	S = $\frac{Vi - Vr}{2Ha}$	= $\frac{26'182.050 - 5'236.410}{2(2000)}$ (0.030)	= <u>238.63</u>
d) Almacenaje:	A = KD	= <u>0.03(2.094.56)</u>	= <u>62.83</u>
e) Mantenimiento:	M = QD	= <u>0.90(2.094.56)</u>	= <u>1.885.10</u>

SUMA CARGOS FIJOS POR HORA \$ 7.859.82

II CONSUMOS.

a) Combustible: E = e P _c			
Diesel:	E = 0.20 x <u>112</u> HP.op. x \$ <u>32</u> /lt.	= \$ <u>716.80</u>	
Gasolina:	E = 0.24 x _____ HP.op. x \$ _____ /lt.	= _____	
Otras fuentes de energía:			
c) Lubricantes: L = e P _c			
Capacidad Carter: C = <u>20</u> Ml/ps			
Cambios aceite: t = <u>200</u> horas			
e = C/t = $\frac{0.0035}{0.0030}$	= <u>112</u> HR op. = <u>0.492</u> lt/HR.		
∴ L = 0.492 lt/hr x \$ <u>400</u> /lt.		= <u>196.80</u>	
d) Llantas: L _i = $\frac{Vll}{Hv}$ (valor llantas)			
Vida económica: Hv = <u>2270</u> horas			
∴ L _i = $\frac{814.200}{2270}$		= <u>358.67</u>	

SUMA CONSUMOS POR HORA \$ 1.272.27

III.- OPERACION.

Salarios: S real operador:	\$ <u>2.619.47</u>	Salario base	\$ <u>1.827.00</u>
Sal/turno-prom:	\$ <u>2.619.47</u>		
Horas/turno-prom: (H)			
H = 8 horas x 0.75 (factor rendimiento) = <u>6</u> horas			
Operación = $\frac{S}{H}$	= $\frac{2.619.47}{6}$	= \$ <u>436.57</u>	

SUMA OPERACION POR HORA \$ 436.57

COSTO DIRECTO HORA-MAQUINA (HMD) \$ 9.568.66

CAPITULO VIII**CONCLUSION**

Una de las ventajas de la Motoconformadora de bastidor articulado, sobre el diseño tradicional de bastidor rígido y de tracción trasera, es que facilita, relativamente, la operación al operador inexperto, pues cualquier operador medianamente adiestrado puede compensar, sin menoscabo de la productividad del equipo.

Sin embargo, de acuerdo con la descripción de los trabajos típicos de las Motoconformadoras, se ha observado que las funciones básicas de éstas no dependen de que su bastidor esté articulado o no; el que esté articulado, únicamente dará ventaja en el radio de giro que es del orden de 7 metros contra 12 metros en las Motoconformadoras con bastidor rígido, y que se puede justificar si ésta trabaja en un sitio confinado (túneles, tajos, estrechos, calles, etc.).

Si trabaja a cielo abierto, como ocurre en la mayo--

ría de los trabajos de carreteras, aeropuertos, presas, etc., los ciclos con Motoconformadoras articuladas y rígidas son semejantes, ya que se tienen las mismas operaciones en el cambio de sentido del trabajo, por lo cual no se aprovecha el menor radio de giro de la articulada.

Por lo anteriormente expuesto, se concluye que sólo en muy contadas ocasiones puede justificarse, para un trabajo muy especial, la importación al país de Motoconformadoras articuladas, y que en el 99% de los casos, el trabajo puede hacerse con la misma eficiencia y el mismo costo con Motoconformadoras de bastidor rígido.

B I B L I O G R A F I A

Movimiento de Tierras

Nichols Herbert L. Jr.

Editorial Continental, S. A.

México, D. F., 1975

Máquinas para Obras

A. Gabay J. Zemp

Editorial Blume Labor

Barcelona, España, 1974

Maquinaria General en Obras y Movimiento de Tierra

P. Galabru

Editorial Reverté, S. A.

Zaragoza, España, 1968

Manual de Operación para Motoconformadoras Compacto

No. 031

Motoconformadoras, Antecedentes e Información Técnica

Compacto, S. A. de C. V.

Especificaciones Generales de Construcción

Parte Octava, Libro Primero, 3a. Edición, 1973

México, S. O. P.

Apuntes del Curso de Construcción I

Factores de Consistencia de Costos y Precios Unitarios