

881215

**UNIVERSIDAD ANAHUAC**

**ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL**

Con estudios incorporados a la Universidad Nacional Autónoma de México



**DESCRIPCION Y UTILIZACION DEL EQUIPO PESADO  
DE CONSTRUCCION EN MOVIMIENTO DE TIERRAS**

**T E S I S**  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
**I N G E N I E R O C I V I L**  
P R E S E N T A  
**JAVIER EDUARDO MELGAREJO HADDAD**

ASESOR DE TESIS : ING. ALBERTO JIMENEZ DE LA CUESTA OTERO

MEXICO, D. F.

1994

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



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.

- A mi padre, por su inolvidable presencia.
- A mi madre, como un homenaje al gran amor que le tengo y el reconocimiento por su esfuerzo, ejemplo, sacrificio, entrega y tantas cosas que nos ha dado.
- A mis hermanos: Juan, Silvia y Jorge, demostrándonos que el amor, la unión y el respeto pueden contra todas las adversidades.
- A Jorge, por ser en todo momento parte importante de mi vida.
- A Maribel, mi esposa, por ser simplemente mi todo.
- A mis hijos: María Fernanda, Javier e Isabel, mis amores.
- A mis tíos: Maggie, Jorge y Max, gracias por su apoyo.
- A mis compañeros y amigos de la Universidad,: Alejandro, Alonso, Antonio, Fernando, Angel, Héctor, Dionisio y Rafael (a sus esposas), viendo en cada uno de ellos a una verdadera familia.
- A los Ingenieros Rafael López Meneses y Alberto Jiménez de la Cuesta Otero, por su invaluable apoyo y amistad.
- Al Ing. Carlos Manuel Chavarri Maldonado por darme la oportunidad, a través de este trabajo, de conocer a una persona muy valiosa.

A ti Señor, por darme la vida.

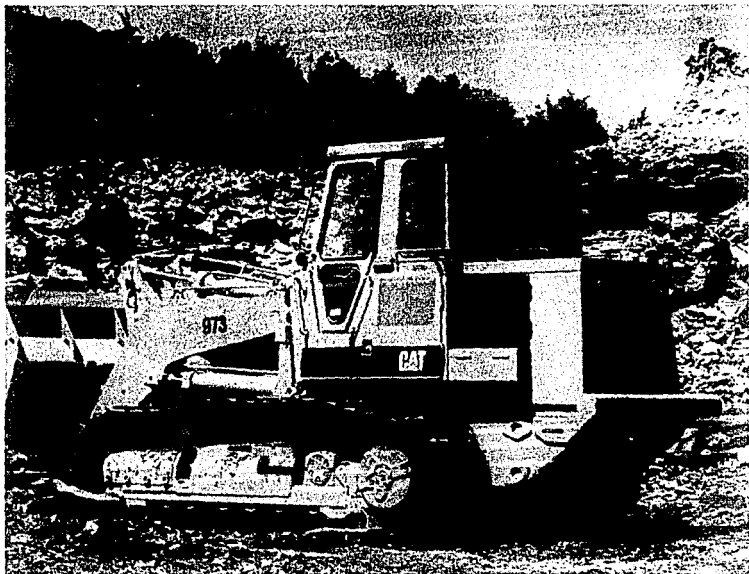
UNAM. - D.G.I.R.  
DEPARTAMENTO DE EXAMINOS  
**RECIBIDO**  
FEB. 4 1984

*[Handwritten signature]*

**DESCRIPCION Y UTILIZACION  
DEL EQUIPO PESADO DE  
CONSTRUCCION**

**EN**

**MOVIMIENTO DE TIERRAS**



## CONTENIDO

<b>INTRODUCCION</b>	<b>7</b>
<b>CAPITULO No. 1.</b>	<b>10</b>
<b>FACTORES QUE INTERVIENEN EN LA SELECCION DE LA MAQUINARIA</b>	
1.1 Equipos estándar y especiales.	14
1.2 Hora máquina.	15
1.2.1 Datos generales.	16
1.2.2 Cargos fijos.	17
1.2.3 Consumos.	20
1.2.4 Operación.	22
1.3 Ambiente económico.	23

## **CAPITULO No. 2**

**25**

### **TRACTORES**

<b>2.1 Definición y clasificación.</b>	<b>26</b>
<b>2.2 Influencia sobre la potencia del motor.</b>	<b>29</b>
<b>2.2.1 Resistencia al rodamiento.</b>	<b>30</b>
<b>2.2.2 Pendientes.</b>	<b>32</b>
<b>2.2.3 Altitud y Temperatura.</b>	<b>35</b>
<b>2.3 Eficiencia a la tracción.</b>	<b>39</b>
<b>2.4 Diferentes tipos de hojas y su importancia</b>	<b>40</b>
<b>2.5 Implementos.</b>	<b>43</b>
<b>2.6 Desgarradores.</b>	<b>45</b>
<b>2.7 Operación de los tractores.</b>	<b>48</b>

**CAPITULO No. 3** 53

**MOTOESCREPAS**

3.1 Definición y clasificación.	54
3.2 Operaciones básicas y condiciones de carga.	60
3.3 Transporte de material.	62
3.4 Descarga de material.	63
3.5 Capacidad de carga.	63
3.6 Ciclo Básico.	64

**CAPITULO No. 4** 66

**PALAS MECANICAS, CARGADORES FRONTALES Y CARGADORES FRONTALES  
CON RETROEXCAVADORA**

4.1 Generalidades.	67
4.2 Tipos de excavadoras.	67
4.2.1 Profundidades óptimas para el llenado del cucharón de la pala.	68



4.2.2 Efectos de profundidad de corte y ángulo de rotación en el rendimiento de las palas.	69
4.2.3 Profundidad óptima de corte de las dragas de arrastre.	70
4.2.4 Efectos de profundidad de corte y ángulo de rotación en el rendimiento de las dragas.	71
4.3 Estimación del rendimiento de palas mecánicas	72
4.3.1 Determinación del valor "K".	73
4.4 Producción teórica en m <sup>3</sup> /hora para palas mecánicas y dragas de arrastre.	74
4.5 Retroexcavadora.	75
4.5.1 Definición.	75
4.5.2 Dimensiones de operación.	76
4.5.3 Usos principales de las retroexcavadoras.	79
4.6 Cargadores frontales.	79
4.6.1 Definición y clasificación.	79
4.6.2 Ciclo de carga.	84
4.6.3 Producción.	84
4.7 Cargador frontal con retroexcavadora.	86
4.7.1 Descripción.	86

4.7.2 Trabajos que desempeñan.	86
4.7.3 Principales partes que la forman.	87

**CAPITULO No. 5** 88

**MOTOCONFORMADORAS**

5.1 Definición y clasificación.	89
5.2 Versatilidad del equipo.	91
5.3 Dispositivos principales.	91
5.4 Dispositivos auxiliares.	92
5.5 Uso principal de las motoconformadoras.	93
5.6 Velocidades de trabajo.	93
5.7 Cálculo de rendimientos.	95
5.8 Recomendaciones generales sobre el uso y operación de las motoconformadoras.	99

**FORMA PARA LLEVAR EL CONTROL DE LA MAQUINARIA PESADA EN  
LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION**

**CONCLUSIONES** 118

**BIBLIOGRAFIA** 121

**ANEXO I CUADROS Y TABLAS** 122

**ANEXO II DIAGRAMAS Y FIGURAS** 123

# INTRODUCCION

## INTRODUCCION

Cada uno de los equipos empleados en la industria de la construcción han sido diseñados específicamente para satisfacer una función, por lo que resulta de suma importancia el estudio y conocimiento de por lo menos la maquinaria más utilizada y así poder determinar en un momento dado cuál o cuáles son las máquinas idóneas para la realización de una obra específica.

En general, existe una realidad entre los ingenieros civiles jóvenes: no saben el nombre de la maquinaria más común; como puede ser una Motoconformadora ( Máquina por demás inconfundible por su diseño) ¿ Qué podemos esperar cuando se pretende que se conozca también el funcionamiento de las mismas ?

A raíz de éstas inquietudes me he propuesto realizar un estudio con el afán de satisfacer diversos aspectos involucrados con la utilización de la maquinaria de la construcción, en forma tal que se contemplen en cada uno de los capítulos que forman ésta Tesis, una idea diferente y fácil de conocer nuestra problemática.

Estoy seguro que en la medida en que se estudie, se pueda conocer y comparar el equipo de construcción de maquinaria pesada disponible, se podrán obtener mayores rendimientos y conjuntamente beneficios económicos para la empresa e indirectamente para el país.

El título de la Tesis: " DESCRIPCION Y UTILIZACION DEL EQUIPO PESADO DE CONSTRUCCION EN MOVIMIENTO DE TIERRAS ". nos da la pauta para pensar cuál va a ser el trabajo por desarrollar.

Hablaremos de la importancia en la selección de la maquinaria, tomando en cuenta circunstancias externas e internas propias de la obra, comentaremos los aspectos más importantes en el movimiento de tierras como son: Motoconformadoras, Palas mecánicas, etc., así como las formas de llevar el control de la maquinaria pesada en la industria de la construcción.

Por último quiero recalcar lo prioritario que resulta la selección adecuada y el uso óptimo que se le puede dar al equipo pesado de Movimiento de Tierras en la Construcción, ya que es la plataforma fundamental para abatir costos innecesarios y mejorar el aprovechamiento de los recursos humanos y económicos que se reflejan inmediatamente en los resultados financieros de las constructoras.

# **CAPITULO**

## **1**

# **FACTORES QUE INTERVIENEN EN LA SELECCION DE LA MAQUINARIA**

## CAPITULO No. 1

### FACTORES QUE INTERVIENEN EN LA SELECCION DE LA MAQUINARIA

Los diferentes equipos que se utilizan dentro de la industria de la construcción han sido diseñados específicamente como herramientas para trabajos especializados, pero buscando en cada una de ellas la manera de ser lo más versátiles posibles.

La serie de innumerables pruebas mediante modelos a escala o bien dependiendo de la observación del funcionamiento de las máquinas en determinados trabajos, nos han dado como resultado equipos que el hombre jamás pensó que podría utilizar para la realización de grandes obras.

Sin embargo, por más completa que sea una maquinaria, es recomendable y de hecho indispensable realizar un análisis previo del equipo posible a utilizar en el trabajo, partiendo de varios factores que van a determinar el equipo por seleccionar. Es muy importante en la selección de maquinaria tomar en cuenta el tiempo, costo y cantidad de obra por ejecutar y así determinar el uso de una u otra máquina, destacando la importancia de conocer el rendimiento de cada una.

Mediante varios análisis se puede determinar el equipo óptimo, pero cuenta mucho para esta selección la experiencia que se tenga sobre el uso de la maquinaria así como también es importante recurrir a datos estadísticos sobre el funcionamiento de las mismas.

En general la selección del equipo de movimiento de tierra, objetivo de este estudio, es un problema que se resuelve dependiendo del tipo de obra que se vaya a efectuar y de las características de la maquinaria por seleccionar, así tenemos:



**1) CONDICIONES DE TRABAJO;**

**2) CARACTERISTICAS GENERALES DE LA MAQUINARIA.**

**1) CONDICIONES DE TRABAJO:**

Es muy importante en suma, conocer perfectamente las condiciones de trabajo a que se van a enfrentar las máquinas, ya que de ello depende en gran parte el éxito de la selección. Destacan principalmente para el óptimo rendimiento de la máquina los siguientes factores:

- A) Tipo de material:
- B) Características de carga, consolidación y peso del material:
- C) Cantidad del material:
- D) Pendiente del terreno:
- E) Distancia de acarreo o empuje:
- F) Facilidad de operación ( condiciones naturales del terreno ):
- G) Tiempo de terminación de la obra:
- H) Condiciones meteorológicas:
- I) Distancia de traslado de la maquinaria:
- J) Programa de utilización de la maquinaria:
- K) Mantenimiento y operación:
- L) Rendimiento.

## **2) CARACTERISTICAS GENERALES DE LA MAQUINARIA:**

Conociendo el tipo de la máquina seleccionada, el siguiente paso es escoger la capacidad requerida para satisfacer las necesidades que la obra requiere, por lo que es conveniente recurrir a los distribuidores para que nos faciliten las características físicas y operacionales de cada una de las marcas existentes en el mercado Nacional o bien, según el caso, en el extranjero.

Por tanto es necesario tomar en cuenta los siguientes factores:

**a) Procedencia:**

- a.1) Nacional;
- a.2) Extranjera.

**b) Cantidad de máquinas existentes del mismo tipo seleccionado laborando en México:**

**c) Facilidad de adquirir refacciones:**

**d) Tiempo de entrega del distribuidor:**

**e) Costo de la maquinaria:**

**f) Financiamiento:**

**g) Servicio:**

**h) Costo horario.**

## **1.1 CLASIFICACION DE LOS EQUIPOS ESTANDAR Y ESPECIALES.**

Frecuentemente el Ingeniero se tiene que enfrentar cuando planca la construcción de una obra al problema de la selección de la maquinaria más adecuada: buscando que la inversión por la maquinaria sea recuperable en el período más corto, teniendo como último límite el transcurso de la vida útil de la maquinaria.

Materialmente resulta imposible que un contratista sea propietario de todos los tipos y tamaños de máquinas para ejecutar diferentes trabajos, consecuentemente si se tiene un equipo ya comprado y éste puede ejecutar la obra, aunque no necesariamente con la misma eficiencia que lo haría un equipo específico, es necesario realizar un estudio completo para justificar la posible compra del equipo particular para desempeñar el trabajo, tomando en cuenta que al terminar la obra ese equipo específico se tendrá que vender perdiendo definitivamente su valor por el concepto conocido como Depreciación.

### **TIPOS ESTANDAR**

Tentativamente no existe ninguna definición sobre el concepto de maquinaria estándar, ya que para algunos lo que es maquinaria estándar a otros les parece especial o viceversa. Se ha tratado de dar algunas bases para poder diferenciar un equipo estándar de un especial y principalmente estriba en el número de equipos producidos por una fábrica disponible para su venta.

Es recomendable que los contratistas se ajusten a la compra y uso de los equipos estándar a menos que el proyecto justifique la compra de un equipo especial.

La obtención de un equipo estándar es definitivamente mucho más fácil y sus refacciones de menor costo. Dado el caso de que el propietario de la máquina ya no la necesite, es factible venderla con cierta facilidad, ya que existe mercado para ello.

## **TIPOS ESPECIALES**

Un equipo especial es aquel que se fabrica y utiliza para realizar un proyecto específico, generalmente este tipo de maquinaria se emplea en una sola obra o para un tipo de proceso constructivo muy particular, por lo tanto este equipo puede que no sea adecuado económicamente para su empleo en otra obra.

Los equipos especiales son recomendables únicamente en aquellas ocasiones en que la obra ya sea por sus características específicas de ejecución o bien por tener un diseño especial que así lo requiera y lo justifique.

El comprador de un equipo especial tendrá que pagar más por la adquisición de la máquina ya que el fabricante tendrá que utilizar maquinaria industrial completamente diferente a las que se ocupan en la fabricación en serie de los equipos estándar.

Con lo anteriormente dicho no quiero hacer la afirmación de que en todos los casos la adquisición de un equipo especial no es recomendable, sino que quiero remarcar la importancia de realizar un análisis completo tomando en cuenta las circunstancias y factores anteriormente citados y dependiendo de ello realizar la selección, partiendo del factor que personalmente es el FACTOR MOTRIZ: EL ECONOMICO.

### **1.2 HORA MAQUINA.**

De acuerdo con las bases y normas generales para la construcción y ejecución de obras públicas del 26 de enero de 1970, que en su sección cuarta fijan las bases y lineamientos generales para la integración del precio unitario, se calcularon las rentas horarias de la maquinaria de construcción de acuerdo a los siguientes procedimientos y con el formato adjunto.

## 1.2.1 DATOS GENERALES

### **MAQUINARIA.**

Se anotará el nombre del equipo o maquinaria con una descripción genérica como indicador del desarrollo de su trabajo.

### **MARCA.**

Se anotará el nombre del fabricante, su modelo y el combustible de consumo.

### **POTENCIA.**

Se anotará la potencia nominal del equipo o maquinaria expresándolo en caballos de fuerza ( H.P. ).

### **LLANTAS.**

Se anotará el número y tipo de llanta.

### **VALOR DE ADQUISICION.**

( Va ) Se anotará el precio aprobado de adquisición de la máquina.

### **VALOR DE RESCATE.**

( Vr ) Se anotará el valor de rescate como resultado de multiplicar el valor de adquisición de equipo o maquinaria por un coeficiente que varía de 0.0 a 0.2, dependiendo de la máquina que se trata.

### **VIDA ECONOMICA.**

( Ve ) Se anotará la vida económica del equipo o maquinaria, expresado en horas de trabajo.

### **HORAS EFECTIVAS DE TRABAJO POR AÑO.**

Se anotará las horas efectivas trabajadas por año ( Ha ).

Dependiendo de la clase de trabajo que realiza, una máquina CATERPILLAR recomienda como vida económica:

- 12,000 Hrs. En materiales suaves de atacar
- 10,000 Hrs. En materiales intermedios de atacar
- 8,000 Hrs. En materiales duros de atacar

Por esto se ha adoptado tomar como dato promedio el de 10,000 Hrs. de trabajo para la vida económica

### 1.2.2 CARGOS FIJOS.

#### CARGOS POR OPERACION.

Es el que resulta por la disminución del valor original de la maquinaria como consecuencia de su uso y desgaste durante el tiempo de vida económica.

El método que se emplea para determinarlo es el lineal en función de las horas que se tomen como vida económica. De ello resulta ( 1 ):

$$D = \frac{V_a - V_r}{V_e} \quad ( 1 )$$

donde:

**D = CARGO POR DEPRECIACION**

**V<sub>a</sub> = VALOR DE ADQUISICION**

**V<sub>r</sub> = VALOR DE RESCATE**

**V<sub>e</sub> = VIDA ECONOMICA EXPRESADA EN HORAS DE TRABAJO**

### **CARGOS POR INVERSION.**

Es el cargo que resulta por los intereses del capital invertido en la máquina, según los lineamientos generales relativos, la integración de los precios unitarios para la contratación de obras públicas, se tienen para este cargo ( 2 ):

$$I = \frac{(V_a + V_r)}{2 H_a} \cdot i \quad (2)$$

**. i = TASA DE INTERES ANUAL, EXPRESADA COMO FACTOR**

**H<sub>a</sub> = HORAS TRABAJADAS AL AÑO**

### **CARGOS POR SEGUROS.**

Es el cargo que cubre los riesgos a que puede estar sometida la máquina y se expresa ( 3 ):

$$S = \frac{(V_a + V_r)}{2 H_a} S' \quad (3)$$

**S = CARGO ANUAL POR SEGURO**

**S' = PRIMA ANUAL, EXPRESADO COMO FRACCION**

### **CARGOS POR ALMACENAMIENTO.**

Es el que resulta por el cuidado, vigilancia y previsión de la maquinaria en los periodos inactivos y durante su vida económica, se representa ( 4 ):

$$A = K_a \cdot D \quad (4)$$

**A = CARGOS POR ALMACENAMIENTO**

**K<sub>a</sub> = COEFICIENTE ESTIMADO DE LOS COSTOS QUE RESULTEN Y SE RELACIONEN CON EL CARGO DE DEPRECIACION**

**D = DEPRECIACION**

### **CARGOS POR MANTENIMIENTO Y REPARACION.**

Se genera de las erogaciones para conservar la maquinaria en buen estado, con el objeto de mantener en ella, durante la vida económica, un rendimiento normal.

Es importante hacer notar que existen dos tipos de mantenimiento:

**A.1 ) Mantenimiento menor;**

**A.2 ) Mantenimiento mayor.**

### **MANTENIMIENTO MENOR.**

Se puede y generalmente se realiza en el lugar mismo donde la máquina se encuentra operando, principalmente consiste en pequeños cambios de partes y repuestos, cambios de aceite, filtros, lubricantes, etc., principalmente cambios rutinarios de servicio marcados por el fabricante.



## **MANTENIMIENTO MAYOR.**

Se presume que una reparación mayor es aquella que generalmente se realiza en talleres especializados y requiere supervisión temporal del trabajo. Incluye: ajuste de motor, cambios de tránsitos, flechas, baleros, recubrimientos del bote, etc.

En ambos casos intervienen el valor de las partes o repuestos y el de la mano de obra. Estos cargos están representados por ( 5 ):

$$T = Q \cdot D \quad (5)$$

**T = CARGOS POR MANTENIMIENTO MAYOR**

**Q = CARGOS POR UN COEFICIENTE VARIABLE**

Dependiendo del tipo de maquinaria y características de trabajo, su valor se deduce de datos estadísticos. Incluyen los mantenimientos mayor y menor estando íntimamente relacionados con el cargo de Depreciación.

### **1.2.3 CONSUMOS.**

Son cargos variables que dependen del tipo y estado físico de la maquinaria.

#### **CARGOS DE COMBUSTIBLE.**

Es el gasto derivado del consumo necesario de gasolina, diesel o electricidad, según el caso, para que las máquinas puedan desempeñar su trabajo. Está representado por ( 6 ):

$$E = C \cdot Pc \quad (6)$$

**C = CANTIDAD DE COMBUSTIBLE CONSUMIDO POR HORA EFECTIVA DE TRABAJO,  
EXPRESADA EN lts./hr.**

**Pc = PRECIO DEL COMBUSTIBLE POR LITRO**

#### **CARGOS POR LUBRICANTES.**

Está representados por ( 7 ):

$$L = A \cdot Pa \quad (7)$$

Y se deriva de las erogaciones por el consumo de lubricantes, así mismo de cambios periódicos realizados a la máquina.

Donde:

**A = Cantidad de aceite necesario por hora efectiva de trabajo.**

Se determinan la capacidad del recipiente, el tiempo entre cambios sucesivos de aceite, la potencia del motor, el factor de operación de la máquina, así como del consumo diario que se presente:

**Pa = Precio del aceite**

#### **CARGOS POR LLANTAS.**

Si para el cálculo de la depreciación se dedujo del valor de adquisición el de las llantas, éste cargo se calcula como sigue ( 8 ):

$$LL = \frac{VLL}{Hv} \quad ( 8 )$$

**LL = CARGOS POR LLANTAS, EN HORAS EFECTIVAS DE TRABAJO**

**VLL= VALOR DE ADQUISICION DE LAS LLANTAS**

**Hv = VIDA ECONOMICA DE LAS LLANTAS, EN HORAS**

#### **1.2.4 CARGOS POR OPERACION.**

Este cargo se deriva del salario y bonificaciones que recibe el operario de la maquinaria por prestar sus servicios, así como el ayudante, peones y todas aquellas personas que intervengan exclusivamente en la operación de la máquina y se representa por ( 9 ):

$$OP = \frac{S_n}{H} \quad (9)$$

**OP = CARGO POR OPERACION**

**S<sub>n</sub> = SALARIO POR TURNO DE PERSONAL QUE OPERA LA MAQUINA.**

**INVOLUCRA TODAS LAS PRESTACIONES DEL SALARIO BASE ( TURNO 8 HRS. )**

**H = HORAS EFECTIVAS POR TURNO**

### **1.3 AMBIENTE ECONOMICO.**

Dentro de los aspectos más importantes a considerar se encuentra el del ambiente económico actual del país, dependiendo de la observación y estudio de este aspecto, se podrá determinar dentro de una serie de alternativas en la toma de decisión para la adquisición o compra de maquinaria, aquella que resulte la más conveniente.

Es de básica importancia detectar las fluctuaciones de la moneda así como las diferentes variables económicas que de manera determinante influyen en la obtención de cualquier tipo de maquinaria.

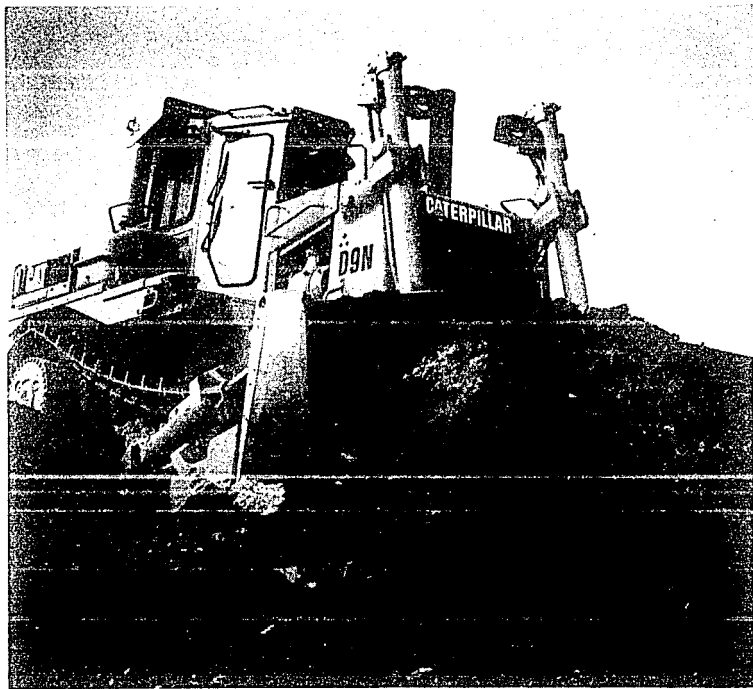
Otro aspecto a considerar es la importancia de maquinaria no fabricada en México, lo cual implica costos por transportación, trámites de legalización ( Permiso de importación ), etc., aspectos que se deben analizar y comparar para lograr su éxito deseado.

**Por tanto, el análisis correcto y la concientización sobre el estado actual de nuestro ambiente económico en México, será la pauta que nos marcará ( la correcta inversión ). si es conveniente o no la adquisición de nuestra maquinaria, así como también es conveniente y de hecho necesario incluir el análisis de los estudios anteriores.**

**CAPITULO**

**2**

**TRACTORES**



## CAPITULO No. 2

### TRACTORES

#### **2.1 DEFINICION Y CLASIFICACION.**

Los tractores son unidades de tracción diseñadas principalmente para jalar y empujar. La característica principal de este tipo de maquinaria es su impresionante poder que radica en la gran superficie de contacto que tiene mediante un sistema de tracción que penetra superficialmente en la tierra incrementando el acarreo.

Los tractores se pueden considerar dentro de los equipos en la construcción como uno de los más versátiles ya que se pueden aprovechar en un sin número de actividades, siendo las principales:

Topadoras fijas ( *Buil-Dozers* ). Topadoras con ángulo movable de ataque ( *Angle-Dozers* ). Plumas laterales. Transportadora de tubería pesada, llevar escarpas, completar ciclos de Motoescarpas, desmonte de cadenas, desenraizadores, rezagadores de túneles, jalar compresores, Bombas de concreto, etc.; en si todo tipo de cargas móviles que se usa en la construcción.

Los tractores se dividen en dos grandes grupos dependiendo de su fuerza de tracción:

- A) Tractores de orugas.
- B) Tractores de neumáticos.



## A) TRACTORES DE ORUGAS:

Los tractores de orugas están considerados como las máquinas que transforman la potencia del tractor en fuerza de tracción más eficientemente: esto radica como ya se dijo en la mayor área de contacto en la superficie de rodamiento y el piso. La fuerza de tracción de sus orugas, se incrementa por unas pequeñas costillas de acero colocadas transversalmente y que se encajan el suelo sobre el que se va circulando.

Estos tractores se recomienda usarlos en los casos que se requiera gran potencia, claro que se pierde velocidad; generalmente se usan en terrenos donde es muy accidentado o el material donde se va a trabajar está muy suelto, ésta es la razón por la cual los tractores están reconocidos como uno de las máquinas más importantes en el inicio de las grandes obras, como pueden ser: presas, caminos, complejos petroleros, siderúrgicas, etc., donde la mayoría de los casos no existen caminos y se tiene que ejecutar trabajos preliminares como desmonte y caminos de acceso.

Los tractores son unidades accionadas por un motor, que generalmente es de diesel, que a través de una transmisión de engranes mandan la fuerza a un par de ruedas traseras que hacen accionar a dos cadenas.

Las cadenas se unen mediante unos bujes de acero en donde al irse conjuntando van formando lo que se denominan las orugas, entre tramo de cadena y cadena se van atornillando unas placas de acero conocidas como zapatas, que son precisamente las que dan el agarre contra el suelo.

Las orugas son bandas sin fin y van montadas en unas ruedas dentadas llamadas catarinas, por un extremo y por el otro, por unas ruedas de mayor tamaño que sirven de guías y precisamente por esto es que reciben el nombre de **ruedagüa** o **rodagüa**, por tanto las catarinas como las ruedas de guías van montadas sobre un larguero de acero conocido como **trac** que a su vez, sirve como soporte de unos rodillos lisos con una o dos pequeñas cejas que sirven como apoyo del tractor sobre la cadena y evitan que se puedan mover al momento de dar un giro.

Estos rodillos se les conoce con el nombre de muelles y en conjunto todas las partes anteriormente mencionadas forman el medio de locomoción de los tractores.

#### MARCAS DE TRACTORES SOBRE ORUGAS.

Se destacan entre las marcas más peculiares las siguientes:

CATERPILLAR, KOMATSU, CASE, INTERNATIONAL, ALLIS.

#### B) TRACTORES DE NEUMÁTICOS:

Los tractores de neumáticos se subdividen en dos grupos:

- a) De cuatro ruedas;
- b) De dos ruedas.

#### TRACTOR DE CUATRO RUEDAS.

El tractor de cuatro ruedas es mucho más rápido que el tractor de orugas, su velocidad puede ser mayor en seis o siete veces, pero con menor potencia. Su uso se basa principalmente en aquellas partes donde la distancia es mayor y no tan pesado el tipo de trabajo, en donde se requiere mayor movilidad y maniobrabilidad. Definitivamente si se compara la tracción de un tractor de orugas y uno de neumáticos, de la misma potencia, será mucho mayor en uno de orugas, ya que el área de contacto con el suelo del de orugas es lo que representa tan marcada diferencia.

Los tractores de cuatro ruedas tiene muchos usos dentro de la construcción, ya que se les pueden adaptar cuchillas topadoras y hacer la función de un tractor de orugas o bien, se les adapta un equipo cargador o excavador, los cuales van a ser objeto de estudio en ésta Tesis respectivamente. Este tipo de tractores se les conoce como Tractores Agrícolas y también cumplen funciones de remolque de pequeñas compactadoras y escobas.

## **TRACTOR DE DOS RUEDAS.**

Los tractores neumáticos de dos ruedas han sido diseñados para que trabajen conjuntamente con otro equipo de manera que no pueden trabajar separadamente ya que carecen de estabilidad independiente al tener solamente dos ruedas.

La ventaja con la que cuentan éste tipo de tractores es que al trabajar únicamente con dos ruedas, todo el peso se carga sobre ellas aumentando de ésta manera su coeficiente de tracción y además debido a que en cada rueda se presenta una resistencia al rodamiento, al tener dos, ésta resistencia disminuye.

Se usan para jalar principalmente escarpas, diferentes tipos de compactadoras y para remolcar cajas especiales para acarreo de materiales.

Las principales marcas de tractores sobre llantas o neumáticos son: ALLIS CHALMERS, CASE, CATERPILLAR, JOHN DEER, FERGUSON, FORD, INTERNATIONAL, CLARK Y OLIVER.

## **2.2 INFLUENCIA SOBRE LA POTENCIA DEL MOTOR.**

Resulta de suma importancia considerar los diferentes factores que influyen de una u otra forma sobre la potencia del motor, ya que mucho depende de éste análisis, el tipo y tamaño de tractor por seleccionar.

Se puede decir, que los principales factores que influyen en la potencia del motor, ya que mucho depende de éste análisis, el tipo y tamaño de tractor por seleccionar.

Se puede decir, que los principales factores que influyen en la potencia del motor son los siguientes:

**A) RESISTENCIA AL RODAMIENTO:**

**B) PENDIENTES:**

**C) ALTITUD Y TEMPERATURA.**

Aunque es conveniente citar que hay otros factores que también influyen en la potencia del motor como pueden ser un mal operador, el cual no esté aplicando la velocidad óptima a un determinado trabajo calentando el motor y bajando innecesariamente su potencia, por otro lado, un mal combustible o bien alguna falla mecánica, que intervienen notablemente sobre la potencia del motor.

Entre más representativo resulte el estudio de éstos factores se podrán obtener mejores resultados que serán directamente reflejados en nuestros costos de obra.

### **2.2.1 RESISTENCIA AL RODAMIENTO.**

Se define como la fuerza motriz necesaria para mover una máquina a una velocidad mínima uniforme sobre una superficie plana, esto dependerá directamente del estado físico del terreno y de las diferentes superficies que lo forman, principalmente compacidad, frecuencia de ondulaciones, etc.

Como norma puede establecerse la siguiente tabla según la naturaleza del terreno ( II.1 ):

**TABLA COMPARATIVA SOBRE LA RESISTENCIA AL RODAMIENTO  
SEGUN LA NATURALEZA DEL TERRENO**

ESTADO FISICO Y TIPOS DE SUPERFICIES	ORUGAS ( KG./T )	NEUMATICOS * ( KG./T )
CAMINO DURO, ESTABILIZADO, PAVIMENTADO, SIN PENETRACION BAJO LA ACCION DE LAS CARGAS, HUMEDECIDO Y CONSERVADO	28	20
CAMINO FIRME, UNIFORME, APLANADO, AFECTADO LIGERAMENTE BAJO LA ACCION DE LAS CARGAS Y REGULARMENTE CONSERVADO	40	33
CAMINO DE TIERRA ONDULADO QUE SE FLEXIONA BAJO LA ACCION DE CARGAS LIGERAS, CON UN POCO DE MANTENIMIENTO, SIN HUMEDAD	70	50
CAMINO DE TIERRA CON ZURCOS Y RODADAS MAL CONSERVADO Y SIN NINGUNA ESTABILIZACION.	90	75
CAMINO LODOSO, BLANDO, FANGOSO, SIN MANTENIMIENTO.	110	100 A 200
* NEUMATICOS A BAJA PRESION.		

**Ejemplo:**

Se supone un tractor Caterpillar equipado con cuchilla regulable y sobre orugas, con un peso de 18.5 toneladas:

Las condiciones en la que se han de trabajar son las siguientes:

Suelo de tierra:

Ondulado constante:

Flexionado bajo la acción de cargas ligeras:

Sin humedad:

Nulo mantenimiento.

Se busca la fuerza tractiva para vencer la resistencia al rodamiento.

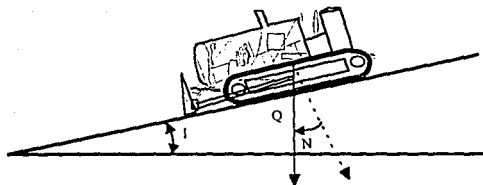
**Solución:**

La resistencia al rodamiento, dada en Kg./T según la tabla anterior corresponde a 70 Kg./T, por tanto la resistencia total a vencer será:  $70 \text{ Kg./T} \times 18.5 \text{ T} = 1.295 \text{ Kg.}$

## **2.2.2. PENDIENTES.**

Partiendo del análisis de la siguiente figura se puede deducir la fuerza necesaria " N " para vencer la pendiente.

( II-1a )



De la figura anterior se deduce la siguiente expresión:

$$N = Q \operatorname{sen} I \quad ( 10 )$$

Pero si se expresa N en Kg. y Q en T. entonces:

$$N = 1000 Q \operatorname{sen} I$$

donde:

**N = FUERZA NECESARIA PARA VENCER LA PENDIENTE ( Kg. )**

**Q = PESO DE LA MAQUINA ( Kg o T )**

**I = ANGULO EN GRADOS O PORCENTAJES**

En la siguiente tabla se enlistan valores de " N " para distintas pendientes:

( II.2 )

TABLA DE VALORES EN " N " PARA DIFERENTES PENDIENTES

PENDIENTES EXPRESADAS EN %	ANGULOS CORRESP.	FUERZA NECESARIA PARA COMPENSAR EL EFECTO DE LA PENDIENTE EN KG/T
2	1° 8' 7"	20
4	2° 17' 4"	40
6	3° 26'	60
8	4° 34' 4"	80
10	5° 42' 6"	99
15	8° 31' 8"	148
20	11° 18' 6"	196
25	14° 02' 2"	242



**Ejemplo:**

Se busca la tracción necesaria para vencer la resistencia a una rampa cuya pendiente es de 15 % ( 8° 31' 8" ) si se trata de un tractor Caterpillar cuyo peso es de 18.5 T.

**Solución:**

De la tabla anterior la resistencia en Kg/T es de 148 Kg/T para una pendiente expresada en porcentaje de 15. por tanto:

$$Fr = 148 \text{ Kg./T} \times 18,5 \text{ T} = 2,738 \text{ Kg.}$$

### **2.2.3 ALTITUD Y TEMPERATURA.**

Estos factores influyen en el peso específico del aire, y por consiguiente determinan la potencia del equipo. Existen modificaciones en la potencia del motor debido a los factores de altitud y temperatura por lo que se ha creado una tabla donde se compara la altitud en metros contra una temperatura medida en grados centígrados.

TABLA RELACIONAL DE ALTITUD Y TEMPERATURA

ALTITUD EN M SOBRE EL NIVEL DEL MAR	TEMPERATURA						
	42°	32°	21°	15°	10°	4°	-7°
0	95.4	97.1	99.1	100	100.8	101.8	103.9
305	92	97.7	95.5	96.4	97.4	98.4	100.3
916	85.5	87.2	88.8	89.6	90.5	91.4	93.3
1525	79.5	80.9	82.5	83.3	84.2	84.9	86.7
2135	73.8	75.2	76.7	77.5	78.2	79	80.6
2745	68.6	69.9	71.3	72	72.7	73.4	74.8

Por lo que se puede deducir de la anterior tabla que las máquinas que se trabajan en condiciones severas reducen notablemente su eficiencia, ya que la potencia nominal del motor se ve afectada directamente con la altitud y la temperatura, para cuantificar lo anteriormente expuesto, veamos el siguiente ejemplo:

¿Cuál será la potencia efectiva de un tractor que se encuentra trabajando a 2.745 m. sobre el nivel del mar y a una temperatura de 21° C ?

Según la tabla anterior corresponde a un factor de corrección por altitud y temperatura de 71.3 % por lo tanto la potencia real será ( 11 ):

$$P. REAL = \frac{P \times 71.3}{100} = 0.713 P \quad (11)$$

Existen varias reglas prácticas para poder determinar la potencia real a la que va a estar sometida una máquina.

- 1.- A partir de los 16°C y para elevaciones de 5° en 5° reducir un grado de la potencia a nivel del mar;
- 2.- Para disminuciones de temperatura, por cada 5°C menos, aumentar el 1 % la potencia al nivel del mar;
- 3.- Por cada cien metros de altitud, disminuir en 1 % la potencia a nivel del mar.

En el mismo caso anterior:

• De acuerdo con la primera regla:

1 % a la potencia  $21^\circ - 16^\circ = 5^\circ$  por tanto deberá descontarse.

Según la regla tercera  $2,745 \text{ m} / 100 \text{ m} = 27.45 \%$  por lo que deberá descontarse 27,45

La potencia real será, entonces ( 12 ):

$$( 100 \% - 1 \% - 27.45 \% ) P = 71.75 \quad ( 12 )$$

Actualmente muchas máquinas están equipadas con turbogeneradores, los cuales inyectan directamente aire a presión y con esto compensa la influencia por la altitud. El tractor Caterpillar D7G equipado con turbocargador modifica su potencia para diferentes elevaciones de la siguiente manera:

( 11.4 )

DE	A	PORCENTAJE
0 m	2,300 m	100 %
2,300 m	3,000 m	92 %
3,000 m	3,800 m	85 %

Es decir, que la reducción de potencia para éstos nuevos equipos influyen arriba de los 2,300 m de altitud.

### 2.3 EFICIENCIA A LA TRACCION.

Se define como la relación entre la fuerza tractiva generada por el motor en el preciso momento en que empiezan a patinar las ruedas u orugas y el peso sobre el eje motriz; al coeficiente que resulta de esta comparación se le conoce con el nombre de " COEFICIENTE DE EFICIENCIA DE TRACCION ". Conocido este coeficiente se puede determinar el instante anterior a que se produzca el patinaje que de lo contrario restarían completamente la potencia de tracción de la máquina. es necesario para este cálculo considerar el tipo de material que constituye el suelo de rodamiento, por ejemplo, para suelos en condiciones normales. los tractores sobre orugas disponen de una fuerza de tracción máxima igual a 85 % de su peso; en cambio los tractores montados sobre neumáticos pueden utilizar en sus ruedas motrices aproximadamente el 55 % de su peso para la fuerza de tracción o también conocida como RIMPULL.

Ejemplo:

¿Cuál es la fuerza tractiva máxima de un tractor de orugas, marca Caterpillar, modelo D-7, si su carga sobre las ruedas motrices corresponde a 19 T y su coeficiente de eficiencia de tracción es de un 90 % ? ( 13 )

$$F_{max} = 0,90 \times 19 T = 17,1 \text{ Tons.} \quad ( 13 )$$

$$F_{max} = 17,100 \text{ Kg.}$$

\* Para un tractor D-7 le corresponden en primera velocidad una fuerza tractiva de 17.600 Kg., por lo que puede trabajar en primera en estas condiciones.

Se enlistan en la siguiente tabla diversos coeficientes de eficiencia para varios tipos de suelos.

**COEFICIENTE DE EFICIENCIA DE TRACCION****(IL5)**

<b>TIPOS DE CAMINO</b>	<b>NEUMATICOS</b>	<b>ORUGAS</b>
<b>CONCRETO</b>	<b>0.88 - 1.00</b>	<b>0.45</b>
<b>ARCILLA SECA</b>	<b>0.50 - 0.59</b>	
<b>ARCILLA MOJADA</b>	<b>0.40 - 0.49</b>	
<b>ARENA DISGREGADA</b>	<b>0.20 - 0.35</b>	<b>0.30</b>
<b>GRAVA DE CANTERA</b>	<b>0.60 - 0.70</b>	
<b>TIERRA SUELTA</b>	<b>0.30 - 0.40</b>	<b>0.60</b>
<b>TIERRA COMPACTA</b>	<b>0.50 - 0.60</b>	<b>0.90</b>

**2.4 DIFERENTES TIPOS DE HOJAS Y SU IMPORTANCIA.**

Dependiendo del uso que se requiera se han diseñado tres principales hojas topadoras y son las siguientes:

HOJA U. UNIVERSAL

HOJA S. RECTA

HOJA A. ANGULARES O DE GIRO

### **HOJA U, UNIVERSAL.**

Tiene sus costados alargados más adelante que en el centro. lo que permite transportar una carga mayor reduciendo el escurrimiento. Las máquinas con puntas ayudan a la penetración en el terreno duro y bajo los tacones y rocas.

Funciona bien para abrir caminos provisionales en las laderas y es ideal para amontonar materiales sueltos. los costados cortarán a mayor profundidad que el centro si la hoja se encuentra a un nivel inferior que las orugas.

### **HOJA S, RECTA.**

La hoja recta ( S ) o STRAIGHT. es la más versátil dentro de los BULDOZERS. Tienen una producción mayor que las " U " , ya que al ser de menor tamaño es más fácil de maniobrar y empujar una gran variedad de materiales. La hoja recta es la más utilizada dentro de la construcción ya que su diseño permite su uso en diferentes etapas dentro de una obra.

La hoja " S " por ser esbelta. tiene facilidad a la penetración aumentando su relación de " HP " por metro de cuchilla y por consiguiente mejora la relación HP/M3. moviendo materiales densos.

Las hojas " U " y las " S " convierten a los tractores en las máquinas denominadas EMPUJADORAS O BULLDOZERS.

## **HOJA A, ANGULABLE.**

Se puede usar en una posición recta o angulable hasta 25° en ambos lados, gracias a la inclinación que tiene este tipo de hojas, es posible empujar la tierra lateralmente sin que sea necesario cambiar el sentido de la marcha.

La hoja " A " se usa principalmente en excavaciones preliminares y para desplazamientos de material para rellenos laterales, en zanjas, caminos, en la creación de canales, etc.

Por lo general, el largo de las hojas del ANGLEDOZER es mayor que las del BULLDOZER, dándole por esto ciertas ventajas sobre este.

Existen otro tipo de hojas, dependiendo de modificaciones que se le hagan a estas, así tenemos según el CATERPILLAR PERFORMANCE HANDBOOK ( EDICION II ), otras tres denominadas " C " BOWLDOZER y la " BALDERSON LIGHT MATERIAL U BLADE ", donde la hoja del tipo " C " se usa para tractores de gran tamaño como los D9 y D10 y su principal característica es su diseño para absorber los impactos de las escarpas al ser empujadas y evitar las ponchaduras que con otro tipo de hoja como la " S " y la " U ", les producen a las escarpas. Cuando no se empuja con este tipo de cuchillas pueden realizar cualquier tipo de trabajo de movimiento de tierras.

La hoja BOWLDOZER esta hecha por BALDERSON y su diseño se basa para poder transportar grandes volúmenes de material pesado a grandes distancias y finalmente las hojas " BALDERSON LIGHT MATERIAL U BLANDE " las cuales pueden mover volúmenes extraordinarios de material no cohesivo y realizar también cualquier tipo de trabajo para lo que se requiera



## **2.5 EQUIPOS ADAPTABLES E IMPLEMENTOS PARA TRABAJOS SUPLEMENTARIOS.**

### **ARRANCATACONES.**

Un arrancatacones se puede utilizar en vez de una hoja. El tipo fleco, es bueno y se enlaza a una conexión giratoria central de un bastidor de un ANGLEDOZER o un bastidor especial operado por un sistema de elevador de BULLDOZER.

Estas herramientas son generalmente de 2.5 pies de ancho y quedan 2 pies o más abajo del bastidor. Su construcción es muy robusta. un filo acerado ayuda a que penetre en la tierra o en la madera y evita que se resbale lateralmente.

El arrancatacones se utiliza para arrancar árboles y tacones, excavándolos lateralmente o en su defecto arrancándolos cuando sea necesario. también son efectivos para sacar rocas, para arrancar durmientes, para excavar arcillas duras en pavimentos viejos y para hacer zanjas poco profundas.

Concentrada toda la potencia del tractor en un frente angosto, permite cortar y levantar las raíces enterradas con una alteración mínima del suelo, y sin desperdiciar la potencia haciendo excavaciones anchas en el suelo. No está sujeta a los esfuerzos de torsión que acortan la vida de las hojas completas cuando se utilizan para arrancar tacones.

No sirve para apilar o transportar tacones sueltos, ni para rellenar o arrancar breña. Debe acompañarse con un BULLDOZER o usarse alternativamente con un rastrillo y hoja en el mismo tractor.

### **BULLDOZER PARA ARRANCAR ARBOLES.**

El arrancador de árboles consta de un tractor pesado con un bulldozer, con hoja en V o arrancatacones, y un armazón elevado con mayor alcance que tiene un control separado. Los árboles se empujan con el armazón superior para que se inclinen y la tensión permita que se encaje el arrancatacones fácilmente. La hoja en V empuja a los árboles arrancados a un lado, dejándolos para manejarlos con otras máquinas.

### **RASTRILLOS PARA LAS ROCAS O PARA LAS RAÍCES.**

Los rastrillos para las rocas o las raíces se usan, para excavar y arrancar breñales, tacones y piedras grandes. Pueden montarse en los bastidores de los angledozers o pueden unirse o reemplazarse a las hojas de los bulldozers, se hacen para todos los modelos de los tractores de orugas.

A menudo es posible clavar bien los dientes bajo la tierra, cortar y sacar las raíces y tacones sin mover mucho la tierra, también se puede cribar la tierra, quitándole las ramas y tacones al apilarla.

Los rastrillos, comparados con las hojas llenas, tienen su mayor ventaja en terrenos secos y arenosos; en los suelos pegajosos o terronudos pueden correr adelante de los dientes y tienden a pegarse a las ramas y a las raíces; el pasto o los arbustos tapan las aberturas.

Los rastrillos no protegen al tractor contra palos que pueden pasar por ellos y atorarse en el radiador o en otras partes. Sin embargo, ningún bulldozer puede utilizarse para desmontar, a menos de que esté protegido con cubiertas en el radiador y en el cárter y una malla gruesa de un cuarto de pulgada sobre la cubierta del radiador.

Los rastrillos se pueden obtener en numerosos estilos y pesos. Los rastrillos para las raíces están proyectados para usarse solamente después de que el arrancatacones ha quitado todos los obstáculos pesados, y los rastrillos para rocas están proyectados para arrancar las raíces directamente, su efectividad aumenta a menudo inclinándolos, para encajar una esquina debajo del obstáculo.

### **CORTADOR DE BREÑAS.**

Se puede utilizar una hoja con filo acerado para cortar breña y ramas a ras del suelo, y empujarlas lateralmente para formar camellones, trabaja mejor en terreno duro, que no sea pedregoso.

### ***CUCHARON DE QUIJADAS.***

El cucharón de quijadas, es una hoja de bulldozer con una cubierta de mucha curvatura o quijadas articulares en su parte superior. La quijada se abre o se cierra por medio de dos cilindros hidráulicos.

### ***PLUMAS LATERALES.***

Las plumas laterales son equipos que se adaptan a los tractores de orugas y se usan para izar cargas muy pesadas, a alturas relativamente pequeñas y principalmente, se emplean en la colocación de tuberías de gran diámetro. Básicamente constan de una pluma corta, pero resistente, que se adopta a uno de los tracks del tractor de la oruga opuesta, para balancear el tractor.

### ***2.6 DESGARRADORES.***

También se les llama escarificadores, arados o rippers. Por lo que se refiere a su forma de ataque, se dividen en dos tipos principales: los de arrastre y los hidráulicos montados sobre el tractor.

#### ***DESGARRADORES DE ARRASTRE.***

Los desgarradores de arrastre, son anticuados y se usan poco por su dificultad al operar y su baja eficiencia. Se usan para aflojar terrenos duros, para romper roca suave y puede romper pavimentos.

Constan básicamente de un bastidor robusto de acero montado sobre el chasis con dos ruedas metálicas macizas. El bastidor tiene una o varias ranuras, en donde se insertan las piernas del escarificador, que son piezas de acero muy fuerte que terminan en punta con un casquillo muy resistente a la abrasión y es intercambiable.

La penetración de los dientes puede variar de 20 a 40 pulgadas y la potencia necesaria en la barra del tractor que lo jalará de 40 a 110 H.P.

En los últimos años han sido casi totalmente reemplazados en los trabajos de construcción pesada, por los equipos hidráulicos montados sobre tractores.

### ***DESGARRADORES HIDRAULICOS.***

Es probablemente la última palabra en equipo para aflojar materiales. Se sustituye en muchos de los casos el uso de explosivos y de rompedoras neumáticas y desde luego el uso de desgarradores de arrastre. Trabaja con el mismo principio del arado de arrastre, pero aprovecha todo el peso del tractor sobre el que va montado.

Los grandes desgarradores están formados por una viga de acero rectangular con uno o varios soportes, en los cuales se colocan las piernas por medio de pernos. La viga está unida por medio de dos brazos cortos a un marco soporte que se atornilla en la parte trasera del tractor. Los tractores modernos tienen súper reforzada esta parte, para resistir los esfuerzos que le producirá el desgarrador.

Las piernas del desgarrador pueden ser curvas o rectas y siempre terminan con un casquillo muy resistente a la abrasión que es sustituido cuando se desgasta. Las piernas rectas se usan en formaciones masivas y las curvas en formaciones en capa o en pavimentos en donde la forma curva de las piernas fuerza a la capa hacia arriba, para subir o bajar el equipo se utilizan uno y hasta tres, según el caso, gatos hidráulicos que a su vez son accionados por una bomba del tractor.

Las piernas pueden ser fijadas a los soportes, dejándoles un pequeño juego para que puedan girar un poco y así encontrar los puntos débiles del terreno.

Los soportes están diseñados, para poder colocar las piernas en varias posiciones y fijar así la profundidad y el ángulo de ataque.

La penetración promedio de los desgarradores en tractores de gran tamaño es de 24 a 28 pulgadas, y la separación entre las piernas extremas es de 8 a 11 pies y varía según el tipo de tractor.

Existen desgarradores hidráulicos de un sólo diente muy largo que tiene una penetración de hasta 8 pies. Por lo general, se usan en las minas de carbón o en trabajos de instalación de tuberías.

También hay desgarradores especiales para trabajos muy pesados que han sido diseñados para trabajar en tandem. Es decir, que tienen un tope en la parte posterior, que para que además de la acción del tractor al que están instalados, pueden ser empujados, cuando esto se requiera por otro tractor lográndose con esto una fuerza doble que la de un desgarrador común, haciéndose posible la extracción y trituración de rocas bastante resistentes.

Un tractor equipado con desgarrador no puede llevar el control de cable o malacate en la parte posterior porque estorba el desgarrador por lo que tienen que llevar un malacate especial en la parte delantera para accionar la cuchilla topadora, o llevar control hidráulico para la cuchilla.

Algunas veces es necesario, que los tractores equipados con desgarrador tengan también equipo de angledozer, para mover el material que van desgarrando, sobre todo cuando trabajan aislados de otras máquinas y el mismo tractor tiene que aflojar y remover el material.

Los desgarradores descritos anteriormente, son los más pesados y se usan en los tractores de 18 a 30 toneladas de peso.

Además de éstos hay otros más ligeros que se usan en tractores más pequeños, por ejemplo: en cargadores frontales, éstos desgarradores ligeros son muy parecidos a los pesados con tres diferencias básicas:

- 1.- Por lo general son accionados por un sólo gato hidráulico;
- 2.- Las piernas se insertan en una ranura en la viga principal, en lugar de tener soportes exteriores a la viga;
- 3.- El número de las piernas, generalmente es de 4 ó más y que son más chicas que las de los desgarradores pesados.

Otro tipo de desgarradores es el de cuchilla.

Hay dos tipos principales, los de acción directa y los de acción de reversa. Los de acción directa no son más que unas piernas parecidas a la de los desgarradores traseros, pero más esbeltas y ligeras, que tienen un sistema de tornillos y tuas con los que se fijan en la parte delantera de un bulldozer o de un angledozer en forma tal, que sus puntas sobresalen de la parte inferior de la cuchilla, las puntas del desgarrador se encajan primero.

La acción de reversa es bastante parecida pero se coloca por medio de una articulación en la parte posterior de la hoja topadora y cuando el tractor ataca con la cuchilla, la pierna del escarificador no estorba por que se dobla hacia atrás y cuando el tractor se echa en reversa, la pierna se endereza y se apoya en la parte trasera de la hoja y es cuando se clava en el piso. Esto tiene como ventaja que no se pierde el tiempo de reversa del tractor, ya que va aflojando el material y ese material flojo lo mueve cuando ataca hacia adelante.

Este tipo de desgarradores de cuchilla, no se pueden usar en materiales tan resistentes como los que ceden ante los desgarradores hidráulicos, pero sí dan muy buenos resultados en materiales semiduros, que son difíciles de extraer con la pura cuchilla de la hoja topadora, pero no tan duros como para necesitar explosivos.

## 2.7 OPERACION DE LOS TRACTORES.

En las excavaciones pesadas, para obtener una operación eficiente es necesario mantener al bulldozer empujando la mayor cantidad de tierra que pueda sin perder velocidad, sin que el movimiento del tractor se haga lento o que patinen las orugas.

El operador comienza a cortar una rebanada que dé éstos resultados, y si la máquina camina muy lentamente y notando que el motor se está forzando mucho, levanta un poco la cuchilla, sino está trabajando a todo su capacidad la baja ligeramente. Estos cambios se deben realizar muy despacio ya que de lo contrario quedarán bordos o topes en el recorrido de las orugas.

Si la hoja se ajusta a que corte a una profundidad pareja, la resistencia para excavar permanecerá aproximadamente igual en todas las pasadas, pero la de la tierra alojada y transportada aumentará uniformemente. Este aumento de resistencia al principio no disminuye la velocidad de la máquina, porque sólo hace que el regulador abra el acelerador para mantener la velocidad del tractor, cuando el regulador se encuentra todo abierto, es necesario, ya que el tractor, a partir de este momento, va a ir perdiendo velocidad, levantar la hoja gradualmente hasta la superficie del terreno donde pueda extender el material producto de la excavación.

El bulldozer excava y transporta con mucha mayor eficiencia hacia abajo que en terreno a nivel o cuesta arriba, por lo que es recomendable, hasta donde sea posible, procurar que el trabajo de los tractores se realice cuesta abajo, aumentando de ésta manera el volumen de material transportado y reduciendo el desgaste a la máquina.

#### MANERA DE EXTENDER MONTONES.

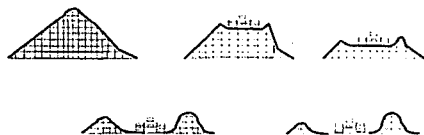
Existen varios métodos para extender montones de tierra, todos ellos dependen del tipo de material y del espacio con que se cuente para trabajar; se puede caminar dentro de los mismos con la cuchilla, con la rasante deseada, después de lo cual se puede extender o apilar en otro lugar. Si el montón es muy grande o duro, para la máquina o si lo tiene que extender en varias direcciones, la primera pasada puede hacerse de manera que se corte el montón hasta la rasante o cortar parte del copeite hacia abajo, como se muestra en la figura.

( 11-2A )

A



B



MANERA DE EXTENDER UN MONTON

**Y disminuir el material poco a poco hasta extenderlo totalmente.**

**Cuando el material es muy duro y la cuchilla no puede alcanzar el bordo, se procede a realizar una pequeña rampa de la siguiente manera:**

Se empuja hacia adelante la cuchilla moviendo poco material y al mismo tiempo extendiéndolo y al retroceder se deja abajo la cuchilla haciendo presión con el peso propio de la máquina sobre el bordo, de manera que la hoja quede a un nivel superior en contacto con el montón.

#### **ACARREOS.**

Cuando se acarrea material que se sale a los lados de la hoja, debe detenerse o reemplazarse para mantener una carga completa.

La mejor manera para lograr esto es caminar repetidas veces por la misma trayectoria, de manera que los bordos formados en las primeras pasadas eviten que el material se salga de la hoja, se puede reponer excavando al mismo tiempo que camina, solamente lo suficiente para compensar el material que se sale o caminando al centro de un camellón. Formando en pasadas anteriores, que reponga el que se pierde a los lados.

Si el terreno es parejo, la hoja se coloca de manera que queda apenas en contacto con él o excavando ligeramente. Si el terreno es irregular, debe tratarse de cortar los montones de manera de reponer el material que se pierde en los lugares bajos o que se escurre a los lados.

Se puede reducir el material que se escurre a los lados haciendo la excavación con dos bulldozers colocados uno al lado del otro, con las hojas tocándose, de manera que no se pierda material por el espacio que quede entre ellos.



## **FORMACION DE MONTONES.**

Si la tierra se está extrayendo de un banco, la hoja debe levantarse lentamente antes de llegar a la orilla, el terraplén suelto se hunde bajo el peso de la máquina. la altura adicional que se da a la orilla proporciona un factor de seguridad, que deberá ser suficiente para quedar a un nivel después de compactarse.

Cada vez que se empuja el material a la orilla deberá seguirse un camino nuevo ligeramente diferente, si el espacio se lo permite con objeto de distribuir su efecto compactador.

## **MANERA DE EXTENDER EL MATERIAL.**

Para extender materiales, la hoja se sostiene algo arriba de la superficie original, para que la tierra pueda deslizarse debajo de ella en una capa pareja sobre la que pueda caminar el tractor. Se puede extender una capa delgada al grado deseado pero las capas gruesas deben hacerse más gruesas para tomar en cuenta su compactación.

Si no hay tierra suficiente delante de la hoja para que alcance hasta el extremo de la superficie que se va a cubrir, se ahorra tiempo suspendiendo el empuje tan pronto como la carga es ligera, regresándose por más. La siguiente carga de la hoja se empujará por el mismo lugar y puede tomar fácilmente el resto de la carga anterior.

## **CONFORMACION DE LOS BORDES DE LAS EXCAVACIONES.**

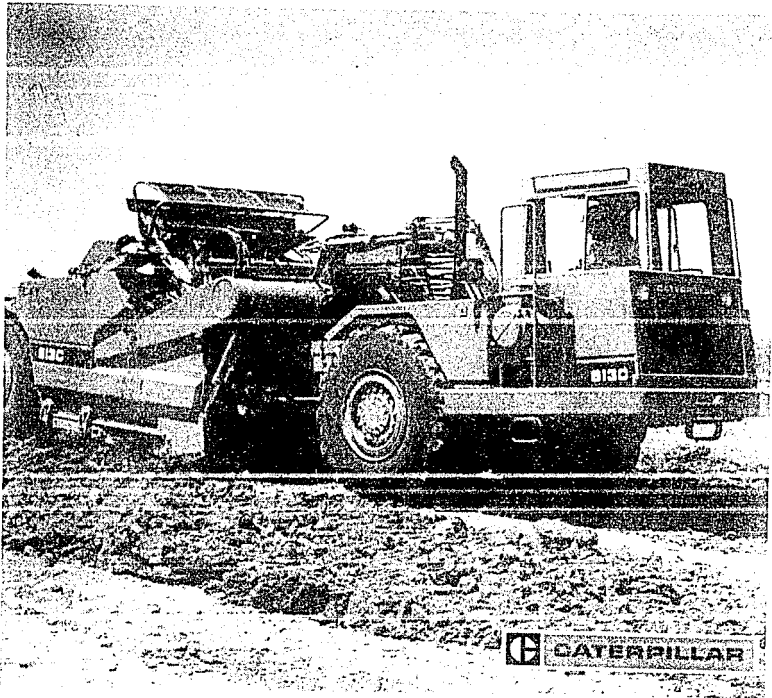
La conformación precisa es difícil en los terrenos irregulares o en los terrenos rocosos, porque cualquier cabeceo del tractor se exagera en el movimiento de la hoja. El control de la hoja no es tan rápido en la mayor parte de las máquinas para mantenerlas a nivel cuando el tractor oscila. Si se le permite excavar en una caída, el material puede formar un montón inmediatamente adelante y el tractor al caer en una parte baja y subir en un montón, cabeceará todavía más formando un borde irregular. Una vez que se comienza a producir este proceso, solamente los operadores expertos pueden nivelarlo sin tener que regresar y tenerlo que hacer.

Una dificultad que se presenta en los bulldozers hidráulicos y en algunos de cable es que la caída debajo de las orugas es limitada y generalmente no es suficiente para trabajar sobre un pico y empezar una tajada al otro lado, o hacer un corte grueso hacia abajo desde una rasante a nivel, excepto cuando se prepara un montón o una rampa para subirse en ella, regresando para inclinar el bulldozer hacia abajo.

## **CAPITULO**

### **3**

## **MOTOESCREPAS**



## CAPITULO No. 3

### MOTOESCREPAS

#### **3.1 DEFINICION Y CLASIFICACION.**

Son máquinas motorizadas para movimiento de tierras y pueden realizar excavaciones, carga, transporte, vertido y extendido del material producto de la excavación. Puede considerarse como la combinación del tractor y la escropa.

Su movilidad y su gran rapidez, se debe a que están montadas sobre neumáticos, por lo que los rendimientos de estas máquinas son muy aceptables.

Sus velocidades de desplazamientos varían entre los 50 y 70 Km./hr. Cuando existen condiciones razonables del terreno.

Basicamente están constituidas por una caja metálica, en cuyo interior se aloja el material excavado; por un yugo o marco en formas de cuello de ganso y por un tractor que generalmente es de dos llantas, aunque no se descarta la posibilidad del uso de un tractor sobre orugas.

La caja que lleva una cuchilla de acero resistente a la abrasión, colocada en la parte delantera del piso y se emplea para excavar y control la entrada y salida del material; va descubierta por su parte superior y soportada al frente por el yugo o cuello de ganso, que a su vez descansa sobre las llantas propulsoras del tractor.

En la actualidad existen modelos en donde el piso y el respaldo o pared trasera están formadas por una sola pieza en forma de topadora o faldón y su función es de regular la carga y descarga del material, abriéndola y cerrándola para tal o cual función. el respaldo o pared trasera de la caja es conocida también con el nombre de eyector o placa expulsora.

La operación de descarga que generalmente es en terraplenes, se lleva a cabo de una manera más efectiva, gracias al respaldo eyector o placa expulsora, que desaloja el material empujándolo de atrás hacia adelante hasta descargarlo.

El yugo o cuello de ganso, que interviene en las funciones de la caja, colocándola en la posición e inclinación correcta, incluyendo un travesaño y par de brazos que se extienden hacia atrás y hacia abajo del cuerpo de la caja.

El tractor de tiro, así como el que forma parte de la escarpa, considerando a la caja y al tractor como una sola máquina, es el que suministra de manera general la potencia necesaria para el desplazamiento y funcionamiento de ésta, aunque también suele ayudarse de uno o dos malacates u operarse mediante sistemas hidráulicos y eléctricos.

Las motoscrapas se clasifican según el sistema que se utiliza para desarrollar su trabajo, así tenemos:

- A) De arrastre
- B) Autoimpulsadas
- C) Tandem
- D) Autocargables
- E) Push - Pull ( Tiro y empuje )

#### **A) DE ARRASTRE.**

Son máquinas que constan básicamente de dos partes: una es la caja metálica y la otra es el yugo o marco en forma de cuello de ganso.

Generalmente van jaladas o remolcadas por un tractor de orugas ya que se considera más importante aprovechar la potencia del tractor que su velocidad, su caja a diferencia de las descritas anteriormente no se encuentra apoyada sobre las llantas propulsoras del tractor sino que va montada sobre las suyas propias, tanto en la parte delantera como en la trasera.

#### **APLICACIONES.**

Estas máquinas están destinadas para la carga y descarga del material sobre todo en acarrees de corto recorridos y pendientes fuertes; trabajan generalmente en climas húmedos. Y su uso común es el tendido de terraplenes, construcciones de presas, malecones, albercas, etc.

#### **B) ESCREPAS AUTOPROPULSADAS.**

Son conocidas como motoescrepas, como máquinas formadas fundamentalmente por una caja como las antes descritas, diseñadas de tal manera para que junto con su tractor de dos o cuatro llantas forman un sólo equipo.

Generalmente se ayudan de un tractor empujador de placa topadora aumenta la potencia y la tracción de las llantas propulsoras sobre todo al momento de la carga, pero en la actualidad es posible reemplazarlos totalmente gracias a la instalación de un motor de diesel o eléctrico adicional sobre la parte trasera de la caja, que duplica considerablemente la potencia y proporciona tracción a las llantas posteriores de las escrepa.

La potencia adicional y la tracción obtenida permite a estas poder cargarse por si mismas, así como alcanzar rápidamente su velocidad de acarreo, en pendientes fuertes y terrenos resbalosos.

#### **APLICACIONES.**

Usuales para trabajos en acarreo medios para el corte y tendido de terraplenes, en terrenos blandos y fangosos, en sub-bases de carreteras y corazones de cortinas de presas de tierra.

Frecuentemente son utilizadas también, cuando se requiere transportar el material a través de pendientes de más de 49 %, ya que son las máquinas indicadas por la potencia y propulsión de sus cuatro llantas.

#### **C) ESCREPAS TANDEM.**

Máquinaria que se compone básicamente de dos cajas o escrepas alineadas una detrás de la otra y completadas por medio de un tractor de llantas, que utilizan para desplazamiento. Son de control eléctrico o hidráulico, y su operación es efectuada desde la cabina del tractor, mediante tableros o sistemas de control.

La escrepa delantera, que se articula por medio de un yugo o cuello de ganso sobre el eje propulsor del tractor, lleva dos grupos de ruedas traseras para proporcionar mayor capacidad de carga y soportar mejor su peso, ya que éste último al combinarse con el yugo o cuello de ganso de la siguiente escrepa, aumentan y se acumula de una manera considerable.

Por lo general y al igual que en la escrepa autoimpulsada, esta máquina se ayuda de un tractor empujado para la carga y acarreo del material y de un tractor adicional en cada escrepa para aumentar su velocidad y potencia; aunque en condiciones normales, gracias a la fuerza de tracción de sus llantas puede hacerlo por sí misma. La maniobra de éstas máquinas tanto para la carga como para la descarga son de procedimientos semejantes, y aunque el tiempo de carga es mayor al que emplean los equipos normales con una sola escrepa, este se compensa con el menor de la maniobra de descarga, ya que se efectúa simultáneamente en sus dos cajas o puede hacerlo de igual forma que en la descarga, es decir, una continuación de otra.



## **APLICACIONES.**

Se usa para terrenos generalmente planos y de pendientes moderadas; para trabajos que incluyen baja resistencia al rodamiento y tracción mediana en el suelo; para acarreo medios y acarreo largos si las condiciones del terreno lo permiten y son favorables.

## **D) ESCREPAS AUTOCARGABLES.**

### **MOTOESCREPAS.**

Máquinas compuestas básicamente por un tractor de dos llantas y una escarpa con sistema elevador de cadena o hidráulico; éste último, que está diseñado de tal forma para que la carga pueda efectuarse por sí sola, conduce el material hasta el interior de la caja, mezclándolo y desmenuzándolo durante el trayecto.

Estos modelos permiten a la escarpa cargar hasta el último residuo de material sin necesidad de utilizar la fuerza de tracción de un tractor, gracias al mecanismo elevador que recoge el material cortado por la cuchilla y lo vacía dentro de la caja.

Esto representa una gran ventaja porque se logra mantener potencia suficiente para la excavación y acarreo del material, de tal manera de que no es necesaria la ayuda de un tractor empujador.

Los mecanismos elevadores más comunes, que son los de tambor giratorio con cadena de cangilones, generalmente son de funcionamiento hidráulico y van colocados en la parte delantera de la caja constituyendo prácticamente la carga frontal de ésta.

El tambor giratorio que se mueve entre la cubieta y la caja está formado por dos placas laterales de forma circular o alargada, conectadas por varias aspas o cangilones transversales que elevan la tierra desde la cuchilla hasta la parte interna de la caja y para descargarla en su totalidad.

En general y gracias al mecanismo elevador, éstas máquinas poseen la capacidad de trabajar por sí solas en una gran diversidad de trabajos.

#### *APLICACIONES.*

Principalmente se usa en nivelaciones de tierras y acabados de calle y la formación de represas, cortando caminos o preparando terrenos para construcciones y en donde los acarreo son relativamente a nivel del terreno natural.

Su principal ventaja y aplicación es cuando las necesidades de producción no justifican una gran flota de empujadoras y escrepas y cuando el plan exige cambios frecuentemente de lugar.

#### **E) ESCREPAS PUSH - PULL ( TIPO Y EMPUJE )**

Equipo formado por dos escrepas autoimpulsadas, se articulan y se combinan para ayudarse durante el ciclo recíproco de la carga, efectuándolo con gran rapidez y sin la necesidad de un tractor empujador que impide, que se cargen por sí solas.

La propulsión en todas sus ruedas y la potencia, que se logra gracias al motor adicional en la parte trasera de la escrepa, facilita la subida por la cuestas, permitiendo a cada una hacer su recorrido por separado una vez concluida la carga.

Se puede decir que tienen las mismas ventajas que las escrepas autoimpulsadas de dos motores, con la diferencia de que van articuladas debidamente entre sí para ayudarse en la carga.

#### *APLICACIONES.*

Se usan para terrenos blandos y fangosos así como para subir cuestas con gran pendiente. Eliminan aglomeraciones en el corte y las detenciones por tiempos perdidos que provoca el tractor empujador, así como la falta de coordinación de éste con la escrepa.

Ocasionalmente se puede utilizar para jalar o remolcar a otra escrepa que se encuentre atascada en el corte o en el camino.

### **3.2 OPERACIONES BÁSICAS Y CONDICIONES DE CARGA.**

Son tres las operaciones básicas que puede realizar la motoscrepa, éstas son:

- A. CARGA
- B. ACARREO O TRANSPORTE
- C. EXTENDIDO

En cuanto a las condiciones de carga, para óptimo rendimiento debe procurarse:

- \* Cargar la capacidad máxima tolerable

- Efectuar la carga en la distancia más corta en el menor tiempo posible

Para cumplir con estas condiciones, la profundidad del corte en la tierra común, debe ser de 15 a 20 cm, pues la experiencia demuestra que una profundidad menor aumenta el tiempo de carga y la distancia para efectuarla y por el contrario, una profundidad mayor produce atorones, patinamientos y pérdida de eficiencia. A mayor potencia del tractor de empuje mayor incremento en la profundidad del corte.

Para incrementar la velocidad de carga de la motosecrepa, el tractor empujador debería ser de tamaño, potencia y peso adecuado; así es conveniente, cuando el material está muy duro ararlo previamente para facilitar la carga, este caso se presenta generalmente en arcillas duras y compactas.

#### **RECOMENDACIONES PARA LA CARGA.**

Para mayor facilidad de carga, se recomienda que:

- \* Cuando se realice el corte, se busque la pendiente negativa, ya que la acción de la gravedad ayudará y se dispondrá lógicamente con una mayor potencia.
- \* Cuando se cargue en laderas, el corte debe hacerse en forma tal que permita el escurrimiento del agua, para ello debe comenzarse al corte en la parte superior del talud, continuando hacia abajo. El corte queda escalonado y cada escalón debe hacerse de manera tal, que la altura marque la línea del talud, sobre todo en aquellos casos que se requiere afinar ese talud.
- \* Cuando se trabaja en cortes, debe comenzarse por los lados, dejando el centro del corte más alto. La máquina debe operar del centro hacia el talud.

Cuando la motosecrepa sobrepasa la capacidad de almacenaje al ras de la caja, se tendrán que considerar los metros cúbicos colmados, de tal manera que se incrementará al volumen de la caja de la motosecrepa la carga adicional

de la parte superior. por lo que se le da el nombre de " CAPACIDAD COLMADA 2. calculando una pendiente de 1:1 en todos los lados.

Desde luego que es recomendable llevar. si la potencia del motor de la motoescarpa lo permite. colmada siempre la caja. pero en algunas ocasiones el material por cargar o transportar es fícil de disgregarse ya que está muy suelto, por lo que resulta inútil y a la vez perjudicial el tratar de llevar un volumen mayor sabiendo que se perderá durante el recorrido de la máquina al lugar del depósito ( 14 ).

PENDIENTE 1:1 EN TODOS LADOS

$$\text{Capacidad colmada} = V + VI \quad (14)$$

Para descargar, en rellenos o terraplenes. el centro deberá quedar más abajo que las orillas y en este caso la máquina deberá operar de la orilla al centro.

### 3.3 TRANSPORTE DEL MATERIAL.

Para que el transporte resulte más fícil y más ágil. debe tenerse en cuenta las siguientes recomendaciones:

El estado del camino siempre debe estar en buenas condiciones para que ello permita las máximas velocidades de acarreo.

Emplear la potencia total del motor. pues de existir superficies mal niveladas se incrementa la resistencia al rodamiento. se originan vibraciones y golpes en el equipo. además. fatigan al operador. Todo ello disminuye el rendimiento.

Las pendientes desfavorables deben, en principios, evitarse, combinando distancias y movimientos.

Las vueltas deben realizarse rápidamente y consumiendo la mínima distancia.

La presión óptima de los neumáticos se debe de chequear periódicamente ya que de ello depende el rendimiento de la fuerza de tracción; ya que cada centímetro de penetración representa un esfuerzo adicional de 9 kG, por tonelada bruta del peso de la escarpa.

#### **3.4 DESCARGA DE MATERIAL.**

Para obtener un rendimiento máximo, debe procurarse:

Que se haga en capas de igual espesor: de 15 a 25 cm., dependiendo del tipo de material y tomando en cuenta el equipo de compactación con que se cuenta.

Que se efectúe a la velocidad máxima posible, empleando la mínima distancia, pero para suelos arcillosos mojados, por la resistencia del rodamiento, la descarga debe ser más lenta.

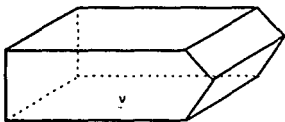
#### **3.5 CAPACIDAD DE CARGA.**

Existen dos maneras para determinar la capacidad de carga de una motescarpa, éstas son:

- En metros cúbicos a ras
- En metros cúbicos colmada

Cuando se quiere determinar la capacidad de carga en el primer caso se saca el volumen de carga a rás, como se observa en la siguiente figura:

( III.1A )



CAPACIDAD AL RAS = V

### 3.6 CICLO BASICO.

Para determinar el ciclo del recorrido de una motoescrepa es recomendable realizar un diagrama marcado por secciones en los cambios de pendientes. la distancia entre sección y sección así como las velocidades máximas permitidas por la potencia del motor de cada una de ellas.

El ciclo de una motoescrepa es la sumatoria del tiempo de recorrido desde el inicio del ciclo hasta el cierre del mismo: se puede tomar como inicio del ciclo cualquier punto del recorrido y como cierre el punto o tramo inmediato anterior.

Se recomienda tomar en cuenta la siguiente tabla para considerar el tiempo de carga en minutos, el tiempo de maniobras y esparcimiento o descarga en minutos, así como el equipo adicional en caso de ser necesario de diferentes motoescrepas existentes en el mercado en México y que son de uso más común ( III.1 ).

## (III.1)

<i>UNIDAD</i>	<i>MAQUINA UTILIZADA P/CARGAR</i>	<i>TIEMPO DE CARGA EN MINUTOS</i>	<i>MANIOBRAS Y ESPARCIMIENTO O MANIOBRAS Y DESCARGA EN MINUTOS</i>
---------------	-----------------------------------	-----------------------------------	--

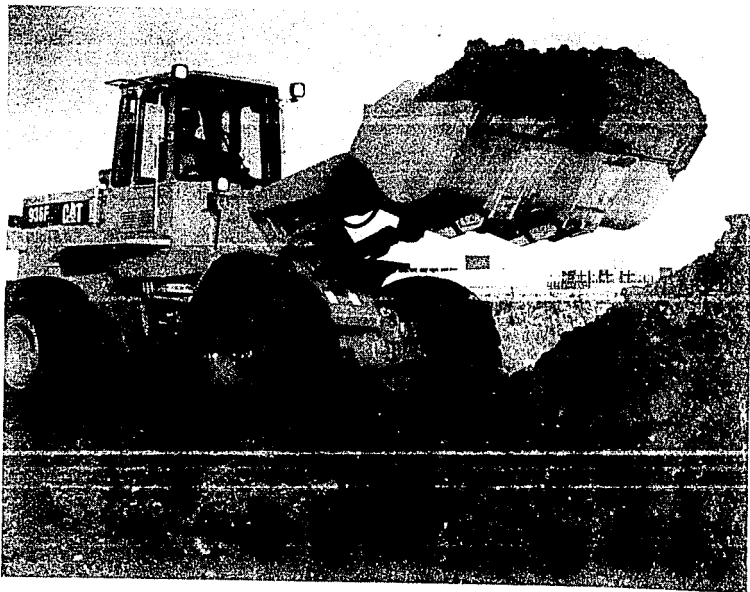
613	AUTOCARGADORA	0.90	0.70
621B	UN D8K	0.60	0.70
623B	AUTOCARGADORA	0.90	0.70
627B	UN D8K	0.60	0.60
627B E. y T. *	AUTOCARGADORA	0.80	0.70
613C	UN D9H	0.60	0.70
633C	AUTOCARGADORA	0.90	0.70
637	UN D9H	0.60	0.60
637 E. y T. *	AUTOCARGADORA	0.90	0.70
641B	DOS D9H	0.60	0.70
651B	DOS D9H	0.60	0.70
657B	DOS D9HH	0.60	0.60
657 E. y T. *	AUTOCARGADORA	1.00	0.70
660B	DOS D9H	0.70	0.80
666B	DOS D9H	0.70	0.70



# **CAPITULO**

## **IV**

### **PALAS MECANICAS, CARGADORES FRONTALES Y CARGADORES FRONTALES CON RETROEXCAVADORA**



## CAPITULO No. 4

### PALAS MECANICAS, CARGADORES FRONTALES Y CARGADORES FRONTALES CON RETROEXCAVADORA

#### 4.1 GENERALIDADES.

Son máquinas de movimiento de tierra de " carga estacionaria ", adecuada para cualquier tipo de terreno. Se dice de " carga estacionaria ", para distinguirla de las máquinas de excavación y carga remolcada por tractor, en las que la carga se produce a medida que avanza el remolcador; en cambio, la pala excava, carga y deposita los materiales estando parada. Su dispositivo de propulsión sólo sirve para su transporte y para proporcionarle cierta movilidad en el lugar de trabajo.

#### 4.2 TIPO DE EXCAVADORAS.

Vienen montadas sobre orugas o sobre neumáticos. Se distinguen cinco tipos:

PALA NORMAL O PALA FRONTAL

PALA RETROEXCAVADORA

PALA RASTREADORA

DRAGA O EXCAVADORA CON BALDE DE ARRASTRE

EXCAVADORA CON CUCHARA DE ALMEJA

En resumen, no es sino una excavadora con cuchara bivalva o una dragalina adaptada a ciertas necesidades particulares, o bien, es una máquina básica a la que se adapta gran variedad de dispositivos de carga ( cable sencillo y gancho de carga ) y excavación ( cucharones de almeja, de draga ) así como bols rompedoras, hincadora de pilotes de gravedad, martillo de aire para pilotes, etc.

#### 4.2.1 PROFUNDIDADES OPTIMAS PARA EL LLENADO DEL CUCHARON DE LA PALA.

En la tabla siguiente, se dan valores óptimos de las profundidades para que el llenado del cucharón de la pala se realice sin esfuerzo excesivo de empuje. La profundidad óptima no está fijada por el alcance máximo de excavación.

( IV.1 )

CAPACIDAD YARDAS	MAT. SUAVES ARENA Y GRAVA METROS	MAT. CORRIENTES TIERRA COMUN METROS	MAT. COMPACTOS ARCILLA HUMEDA PEGAJOSA METROS
3/8	1.16	1.37	1.83
1/2	1.40	1.74	2.14
3/4	1.61	2.07	2.44
1	1.83	2.38	2.74
1 1/4	1.98	2.59	2.99
1 1/2	2.14	2.80	3.26
1 3/4	2.26	2.96	3.51
2	2.38	3.11	3.71
2 1/2	2.56	3.42	4.06

**4.2.2 EFECTOS DE LA PROFUNDIDAD DE CORTE Y ANGULO DE ROTACION EN EL RENDIMIENTO DE LAS PALAS.**

En el cuadro siguiente, se han listado los valores que afectan los rendimientos de las palas, según la profundidad de corte y el ángulo de rotación o viraje para profundidad óptima de banco y ángulo de rotación de 90°, se consideró el rendimiento igual a UNO ( IV.2 ).

( IV.2 )

PROFUNDIDAD DEL CORTE EN PORCENTAJE DEL CORTE OPTIMO	ANGULO DEL VIRAJE						
	45°	60°	75°	90°	120°	150°	180°
40	0.93	0.89	0.85	0.80	0.72	0.65	0.59
60	1.10	1.03	0.96	0.91	0.81	0.73	0.66
80	1.22	1.12	1.04	0.98	0.76	0.77	0.69
100	1.26	1.16	1.07	1.00	0.88	0.79	0.71
120	1.20	1.11	1.03	0.97	0.86	0.77	0.77
140	1.12	1.04	0.92	0.91	0.81	0.73	0.66
160	1.03	0.96	0.90	0.85	0.75	0.67	0.62

4.2.3 PROFUNDIDAD OPTIMA DE CORTE DE LAS DRAGAS DE ARRASTRE, TAMAÑO DEL CUCHARON Y YARDAS CUBICAS.

(IV.3)

CLASE DE MATERIAL	TAMAÑO DEL CUCHARON								
	3/8	1/2	3/4	1	1 y 1/4	1 y 1/2	1 y 3/4	2	2.5
LIMO Y ARENAS HUMEDAS	1.53	1.68	1.83	2.01	2.13	2.16	2.35	2.44	2.59
ARENA Y GRAVA	1.53	1.68	1.83	2.01	2.13	2.16	2.35	2.44	2.59
TIERRA COMUN	1.83	2.04	2.26	2.44	2.59	2.74	2.89	3.02	3.20
ARCILLA DURA COMPACTA	2.22	2.44	2.65	2.84	3.05	3.37	3.45	3.60	3.75
ARCILLA HUMEDA PEGAJOSA	2.22	2.33	2.65	2.84	3.05	3.27	3.45	3.60	3.75

LONGITUDES NORMALES DE LA PLUMA EN PIES  
EN METROS

DE:	25	30	35	40	45	50	50	50	60
A:	35	40	50	55	60	70	80	90	100

LONGITUD MAXIMA APROXIMADA

EN M.	10.50	12.00	15.00	16.50	18.00	21.00	24.00	27.00	30.50
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

4.2.4 EFECTO DE LA PROFUNDIDAD DE CORTE Y ANGULO DE ROTACION EN EL RENDIMIENTO DE LAS DRAGAS.

(IV.4)

PROFUNDIDAD DEL CORTE EN PORCENTAJE DEL CORTE OPTIMO	ANGULO DE VIRAJE							
	30°	45°	60°	75°	90°	120°	150°	180°
20	1.06	0.99	0.94	0.90	0.87	0.81	0.75	0.75
40	1.17	1.08	1.02	0.97	0.93	0.85	0.78	0.72
60	1.24	1.13	1.06	1.01	0.97	0.88	0.80	0.74
80	1.29	1.17	1.09	1.04	0.99	0.90	0.82	0.76
100	1.32	1.19	1.11	1.05	1.00	0.91	0.83	0.77
120	1.29	1.17	1.09	1.03	0.98	0.90	0.82	0.76
140	1.25	1.14	1.06	1.00	0.96	0.88	0.81	0.75
160	1.20	1.10	1.02	0.97	0.93	0.85	0.79	0.73
180	1.13	1.05	0.98	0.94	0.90	0.82	0.76	0.71
200	1.10	1.00	0.94	0.90	0.87	0.87	0.73	0.69

#### 4.3 ESTIMACION DEL RENDIMIENTO DE PALAS MECANICAS.

Para el cálculo de la producción o rendimiento de palas, dragas y retroexcavadoras puede emplearse la siguiente fórmula ( 15 ):

$$\text{Productividad horaria o rendimiento} = \frac{(3,600) Q E K}{C_m F} \quad (15)$$

Donde:

**3,600 = SEGUNDOS POR HORA**

**Q = CAPACIDAD DE CUCHARON EN YARDAS O METROS CUBICOS**

**F = FACTOR DE ABUNDAMIENTO DEL MATERIAL EXCAVADO**

**E = RELACION DEL VOLUMEN REALMENTE CARGADO AL VOLUMEN NOMINAL DEL CUCHARON**

**C<sub>m</sub> = TIEMPO TOTAL DEL CICLO EN SEGUNDOS**

**K = A PARTIR DE TABLA**

Para la correcta aplicación de la fórmula han de tenerse en cuenta las siguientes recomendaciones:

La capacidad del cucharón se expresa en yardas cúbicas sueltas o metros cúbicos sueltos.

" E " toma en consideración el hecho de que una hora completa de trabajo de 60 minutos es casi imposible ya que se pierde tiempo cuando se mueve la máquina, cuando se cambia la posición del mango, cuando se lubrica, cuando el operador descansa, etc. En condiciones ideales y con operadores diestros, pueden usarse 0,80 para " E " pero varía en cada condición del trabajo. El valor usual de " E " es de 0,60



4.3.1 DETERMINACION DEL VALOR DE " K " EN LA TABLA, SE DAN LOS VALORES DE " K " PARA PALAS DRAGAS, SEGUN LAS CONDICIONES DE TRABAJO Y CLASE DE MATERIALES.

( IV-5 )

EXCAVACION	FACIL	MEDIANA
FACTOR DEL CUCHARON DE PALA	95% AL 100%	85 % AL 90 %
FACTOR DEL CUCHARON DE DRAMA DE ARRASTRE	95% AL 100%	85% AL 90%
	Materiales regados, sueltos, flojos, materiales que llenan completamente y con frecuencia proporcionan cargas colmadas. ( La sobrecarga compensa el abundamiento del material ).	Materiales duros que no requieren voladura, pero que se fragmentan en pedazos grandes que producen vacios en el cucharón.
EXCAVACION	MEDIA FACIL	DIFICIL
FACTOR DEL CUCHARON DE PALA	70% AL 80%	50% AL 70%
FACTOR DEL CUCHARON DE DRAGA DE ARRASTRE	65% AL 75%	40% AL 65%
	Materiales que requieren voladura con bajos consumos de explosivos por m3, pero voluminosa y algo duro de penetración lo que produce vacios en el cucharón. Caliza bien quebrada, roca arenosa y otras rocas bien voladas. Exquisitos volado, pesado. Grava con piedras grandes. Gravas cementadas.	Roca volada, tierra endurecida y otros materiales difíciles de penetrar y producen grandes vacios en el cucharón. Exquisitos duro volados. Caliza arenisca, conglomerado de calleche. En grandes pedazos mezclados con finos y tierra. Arcilla dura que se raspa del banco.

#### 4.4 PRODUCCION TEORICA EN M3/HORA, PARA PALAS MECANICAS Y DRAGAS DE ARRASTRE.

En las tablas siguientes, se incluyen los valores de producción en m3/hom. para las palas mecánicas y dragas de arrastre.

#### PALAS MECANICAS.

( IV-6 )

TIPO DE MATERIAL	CAPACIDAD DEL CUCHARON							
	M3	0.57	0.75	0.94	1.13	1.32	1.53	1.87
	YD3	3/4	1	1 (1/4)	1 (1/2)	1 (3/4)	2	2 (1/2)
ARGILA HUMEDA O ARCILLA ARENOSA		126	157	191	218	245	271	310
ARENA Y GRAVA		119	153	176	206	229	252	298
TIERRA COMUN		103	134	161	183	206	229	271
ARCILLA DURA Y DE ALTA COHESION		84	111	138	161	180	203	237
ROCA BLOCA DINAMITADA		73	96	119	138	157	176	210
EXCAVACION COMUN EN ROCAS Y RAICES		61	80	99	119	138	153	187
ARCILLA MOJADA Y PEGATOSA		54	73	92	111	126	141	176
ROCA BLANDA DINAMITADA		38	57	73	88	107	122	149

## DRAGAS DE ARRASTRE

(IV.7)

TIPO DE MATERIAL	CAPACIDAD DEL CUCHARON							
	M3	0.57	0.75	0.94	1.13	1.32	1.53	1.74
	YD3	3/4	1	1 (1/4)	1 (1/2)	1 (3/4)	2	2 (1/2)
ARCILLA LIVIANA Y HUMEDA O MARGA		99	122	149	168	187	203	233
ARENA O GRAVA		96	199	141	161	180	195	226
TIERRA COMUN		80	103	126	145	161	176	203
ARCILLA DURA DE ALTA COHESION		69	84	103	122	138	140	176
ARCILLA MOJADA Y PAGAJOSA		42	57	73	84	99	111	134

### 4.5 RETROEXCAVADORAS.

#### 4.5.1 DEFINICION.

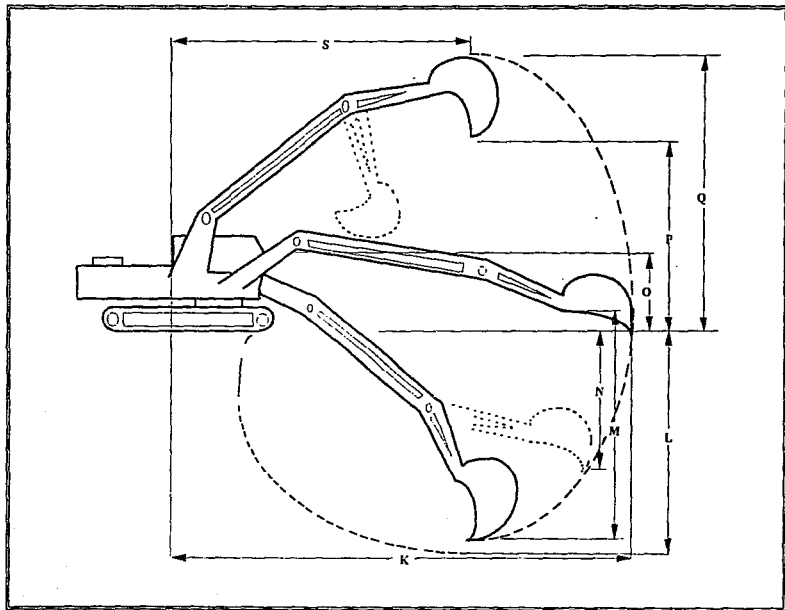
Son máquinas propias para excavar zanjas o trincheras, que retroceden durante el proceso de trabajo, es un tipo específico de excavadora cuyo uso es muy popular sobre todo en la construcción de canales, su principal propiedad es su potencia y alcance de profundidades grandes, gracias a su brazo articulado por gatos hidráulicos.



#### 4.5.2 DIMENSIONES DE OPERACION.

Se presenta un dibujo esquemático con sus dimensiones de operación, las cuales varían de acuerdo a los modelos ( IV - A ).

- K = ALCANCE MAXIMO A RAS DEL SUELO
- L = PROFUNDIDAD MAXIMA
- M = PROFUNDIDAD DE EXCAVACION
- N = PROFUNDIDAD MAXIMA DE PARED VERTICAL
- O = ESPACIO LIBRE MINIMO PARA CARGAR CAMIONES
- P = ESPACIO LIBRE MAXIMO PARA CARGAR CAMIONES
- Q = ALTURA MAXIMA HASTA DIENTE DEL CUCHARON
- S = ALCANCE A PLENO ASCENSO DEL AGUILON



DIBUJO ESQUEMATICO DE UNA RETROEXCAVADORA

(IV-1A)

Es conveniente en cualquier trabajo que se realice con éste tipo de maquinaria que se tomen en cuenta las dimensiones específicas propias del modelo y marca que se tenga para realizar la obra, las cuales serán dadas por el fabricante.

Las cucharas que emplea esta máquina pueden ser anchas o angostas; anchas para suelos fáciles de atacar y angostas para terrenos duros o difíciles.

La capacidad de estos cucharones se mide a ras o bien colmada y su carga útil depende de su tamaño y de ciertas características del suelo. En función de ambos tamaños del cucharón y tipo de suelo determina el factor de acarreo ( Fa ). De ahí que la carga útil " Cu " sea igual al producto de la capacidad colmada " Ce " por factor de acarreo " Fa ", así:

$$Cu = Ce \times Fa \quad (19)$$

En el cuadro siguiente se tabulan los valores de los factores de acarreo o porcentajes de la capacidad colmada del cucharón en función de las características de los suelos.

( IV-8 )

MATERIAL	FACTOR DE ACARREO		
LIMO MOJADO O ARCILLA ARENOSA	100	AL	110%
ARENA Y GRAVA	90	AL	100%
ARCILLA DURA	75	AL	85 %
ROCA DE VOLADURA, BIEN FRAGMENTADA	60	AL	75 %
ROCA DE VOLADURA, MAL FRAGMENTADA	40	AL	50 %

ESTA TESIS  
SALIR DE LA  
NO DEBE  
BIBLIOTECA

#### 4.5.3 USOS PRINCIPALES DE LA RETROEXCAVADORA.

El aditamento o dispositivo retroexcavador consiste en un pórtico auxiliar, un aguilón, brazos y refuerzos para el cucharón por su ataque análogo a la pala, se le secciona para excavaciones abajo del nivel de asiento y en materiales más duros que en los que excava la draga, es decir, que ésta máquina es propia para:

- a) Apertura y relleno de zanjas.
- b) Limpieza de cunetas.
- c) Descarga de material sobre pilas.
- d) Acarreo de objetos pesados.
- e) Excavación a ciclo abierto.
- f) Construcción de canales.
- g) Acarreos de material.
- h) Limpieza e hincado de cárcamos.

#### 4.6 CARGADORES FRONTALES.

##### 4.6.1 DEFINICION Y CLASIFICACION.

Son tractores montados sobre orugas o neumáticos y que en su parte delantera, mediante un marco unido al tractor por medio de bujes, lleva un bote que le permite tanto excavar material, cargar y descargar un camión u otro medio de transporte.

Su uso principal es el levantar material suelto a nivel del terreno o bien realizar pequeñas excavaciones sobre todo a cotas poco profundas. Los cargadores frontales son máquinas muy utilizadas en la construcción ya que pueden servir desde una limpieza de terreno hasta el depósito del producto de la misma en el transporte que se utilice para su desalajo.



Se pueden utilizar también, como alimentador de agregados en una dosificadora para concreto, cargar cascajo, nivelar terrenos, romper, transporte de materia de un lugar a otro ( siempre y cuando no sean distancias muy grandes, ya que, no resulta económicamente factible ).

Existen dos tipos de cargadores frontales:

- a) Traxcavos;
- b) Payloaders.

#### **TRAXCAVOS.**

Son cargadores frontales montados sobre orugas, lo que le da mayor agarre aumentando su potencia de ataque; se utilizan en suelos blandos y en trabajos donde se requiera mayor fuerza de penetración.

Estas máquinas naturalmente son muy lentas y realizan recorridos muy cortos, lo mínimo necesario para desempeñar la función de excavación, carga y descarga, la cual ejecutan rápidamente.

Los traxcavos tienen como desventaja, además de su lentitud en desplazamiento en distancias largas, que en espacios reducidos, les cuesta mucho trabajo su acción.

El bote, mediante el cual realiza todo su trabajo, puede tener diferentes características y tamaños, dependiendo del modelo y marca; así tenemos por ejemplo:

- a) Cucharón o bote de empleo general;
- b) Cucharón de roca;
- c) Cucharón de demolición;
- d) Cucharón para carga de madera.

• Las mismas características del bote para los cargadores montados en llantas.

#### **PAYLOADERS.**

Son cargadores frontales montados sobre llantas lo que les da ciertas ventajas comparativamente con los traxcavos, por su mayor movilidad y rapidez para realizar desplazamientos cortos.

Algunos cargadores de ruedas se encuentran articulados por su parte central lo que les permite poder penetrar en lugares de poco espacio de maniobra.

El uso de éstas máquinas, es similar al de los traxcavos, pero no son recomendables en aquellas partes donde el suelo sea muy rocoso o muy suelto, ya que se expondría a reventar los neumáticos o a patinar sobre el terreno.

Cuando se trabaja en superficies donde el traxcavo, por su mayor peso y por el agarre de las zapatas que forman las cadenas pudiera dañar un pavimento firme, etc., se debe seleccionar un cargador sobre neumáticos.

Por su tipo de descarga, los cargadores frontales se clasifican en:

- a) Descarga frontal;
- b) Descarga lateral;
- c) Descarga trasera ( rezagadoras ).

#### A) DESCARGA FRONTAL:

Este cargador es el más usual de todos, su acción es a base de desplazamientos cortos y rápidos. Consisten fundamentalmente en un cucharón y de un tractor, el cual lleva el primero en su parte frontal. A la mayoría de los cargadores es posible adaptarles los diferentes tipos de cucharones o herramientas que existen.

#### APLICACIONES.

Usuales para la excavación, carga y descarga del material a distancias cortas.

Comunes para excavaciones en sótanos y a cielo abierto, así como en terrenos de material suave y fracturado, se usan en bancos de arena, grava y arcilla; en el relleno de zanjas para tuberías.

Excelentes para la alimentación de agregados, en plantas dosificadoras y trituradoras.

#### B) DESCARGA LATERAL.

La característica de esta máquina está en el cucharón, el cual puede descargar hacia adelante de la manera usual y hacia los lados mediante un cilindro hidráulico y con válvula de control. La descarga libre se logra gracias a un canalón dispuesto en la parte lateral del cucharón. Para mayor estabilidad de estas máquinas, se les puede aumentar de peso con algún aditamento de trabajo, tales como los desgarradores, molinos o bien una unidad de potencia.

## APLICACIONES.

Usuales en los lugares donde el espacio para la maniobra de descarga es muy reducida, por lo que se utiliza entonces la descarga lateral evitando así la necesidad de girar o voltear el tractor.

Comúnmente los encontramos en túneles, bancos de materiales y canales, a las orillas de los caminos y en lugares poco accesibles para los movimientos de la carga y descarga.

### C) DESCARGA TRASERA.

Las rezagadoras son las máquinas representativas de este tipo de descarga. Constán de un cucharón estándar diseñado especialmente para la extracción de roca suelta y material producto de excavación en minas.

La excavación al frente de esta máquina es de la misma manera que en los cargadores frontales, pero con la diferencia de que el cucharón una vez lleno se levanta completamente por encima del tractor y se descarga atrás de éste.

Después de la descarga el cucharón regresa a la posición inicial de excavación.

Generalmente estas máquinas son eléctricas para no contaminar el aire en los túneles y minas; cuentan además con una cabina de cómoda operación y amplia visibilidad para su funcionamiento y control.

## APLICACIONES.

Los cargadores con descarga trasera o razadoras se utilizan particularmente para el trabajo en túneles, en donde se carece de espacio para las vueltas de los cargadores frontales, así como para el giro que requieren las palas, pero también pueden utilizarse en cualquier otro lugar en donde el espacio sea muy reducido, ejemplo: callejones, etc.

### 4.6.2 CICLO DE CARGA.

El ciclo de carga incluye los tiempos de carga, de maniobra, de viaje y de descarga. Sus valores recomendados se enlistan a continuación:

- El tiempo de carga varía de 0.03 minutos a 0.20 según el material, desde agregados sueltos hasta cementados.
- El tiempo de maniobra incluye el invertido en el recorrido básico, el empleado en los cuatro cambios de sentido de la marcha y el de los virajes, con un buen operador, se estima en 0.22 minutos.
- El tiempo de viraje, incluye los que se invierten en el acarreo y en el retorno.
- El tiempo de descarga, se estima como normal de 0.04 a 0.07 minutos y depende del tamaño y resistencia de la caja del volteo o de la tolva en que se descarga.

### 4.6.3 PRODUCCION.

Es la capacidad del cucharón por número de carga/toras.

Para este equipo también son válidas las recomendaciones dadas para las palas, tanto en cuanto a su sistema de sustentación, como en su uso.

Para una mayor eficiencia en la carga de los camiones debe tomarse en cuenta que:

- a) La distancia de recorrido del lugar de carga de la descarga sobre los camiones debe ser la mínima posible.
- b) Las unidades de acarreo deben colocarse en forma tal que el ángulo de giro del tractor sea el menor posible. Se recomienda que siempre sea menor de 90°, para ello se recomienda que el frente del banco tenga suficiente amplitud, para que las unidades de acarreo se acomoden y se eviten así pérdidas de tiempo por acomodo.
- c) El terreno, sobre el que se mueve, debe ser firme y lo más llano que se pueda, libre de piedras y bordos que resten eficiencia y ofrezcan obstáculos al equipo sobre todo cuando éste lleva el cucharón cargado y en alto.

En el cuadro siguiente se tabula la producción estimada en m<sup>3</sup>/hr. para los cargadores frontales montados sobre ruedas, operando en material suelto.

PRODUCCION ESTIMADA EN M<sup>3</sup>/HR. Carga útil estimada de los cucharones en M<sup>3</sup> de material suelto.

( IV-9 )

MINUTOS POR CICLO	CICLOS HORA	0.75 (1)	1.13 (1.5)	1.53 (2)	1.87 (2.5)
0.4	150	115	172	229	286
0.45	133	102	153	205	253
0.5	120	92	137	187	229
0.55	109	83	125	166	208
0.6	100	77	114	153	191
0.65	92	70	105	140	175

## **4.7 CARGADOR FRONTAL CON RETROEXCAVADORA.**

### **4.7.1 DESCRIPCION.**

A éste tipo de máquinas erróneamente se les conoce como retroexcavadoras como "mano de chango" y su nombre correcto debe ser cargador frontal con retroexcavadora ya que precisamente resulta ser la mezcla de una cargadora frontal, en su parte delantera y una retroexcavadora en la parte trasera.

Los cargadores frontales con retroexcavadora resultan ser sumamente versátiles ya que se tiene por así decirlo, dos equipos en una máquina, por ejemplo: el producto de la excavación realizada por la pala retroexcavadora puede ser posteriormente cargado a un camión por la misma máquina con el equipo frontal, o bien aunque no es recomendable depositar el producto de la excavación directamente de la pala al camión.

Los cargadores con retroexcavadora generalmente son tractores montados en neumáticos, mediante gatos hidráulicos con un sistema de levante el cual hace accionar el bote frontal o bien la pala retroexcavadora.

Actualmente algunos fabricantes como Case y Caterpillar están lanzando modelos de estos equipos en tractores montados sobre orugas, lo que da a la máquina mayor potencia de ataque, sacrificando obviamente la facilidad de movimiento que se tiene cuando se utilizan neumáticos.

### **4.7.2 TRABAJOS QUE DESEMPEÑAN.**

La utilización de éste tipo de máquina es muy variable aunque es recomendable su uso en excavaciones sencillas y de poca profundidad, como pueden ser: cunetas, cepas, pozos, zanjas, canales, drenajes, etc.

Desalejo de tanques, canales, ríos, esto es lo que se refiere al equipo trasero y con el equipo delantero, se pueden realizar los trabajos en la carga de material como: escombros, limpieza de terrenos, pequeños desmontes, producto de excavación, nivelación primaria, carga de materiales de construcción ( arena, grava, tezontle ).

Las "retritos", como suele también llamarseles son muy solicitadas desde el inicio de cualquier obra por la ayuda que éstas dan al ingeniero en las siguientes etapas de la obra ya que en algunos casos se utilizan como transportadoras de material ( tabique, madera, botes, varilla, ventanas, etc.); en pocas palabras la ventaja que da ésta máquina por su doble funcionamiento resulta ser el brazo derecho para sacar la obra delante.

#### 4.7.3 PRINCIPALES PARTES QUE LA FORMAN.

Básicamente están formadas por un tractor agrícola montado sobre neumáticos, donde la tracción se aplica en las llantas posteriores que son de mayor tamaño y de un diseño especial que soporta el esfuerzo que realiza la máquina en el momento del ataque y el peso del material, producto de la excavación.

El equipo frontal tiene dos gatos hidráulicos de levante colocados en ambos costados y cuyos vástagos se unen a un marco en donde va soportado el bote mediante bujes y pernos. El sistema hidráulico de éstas máquinas permite que suba o baje el bote y al mismo tiempo que cargue o descargue, según el caso.

Las palancas de control del equipo frontal trabajan independientemente del equipo retroexcavador siendo entonces necesario que el operador gire su asiento 180° para poder estar en condiciones de maniobrar con el equipo de la pala excavadora.

Cuando se trabaja con la parte posterior se bajan dos patas accionadas también por gatos hidráulicos para dar mayor estabilidad a la máquina evitando de ésta manera que se mueva, con controles de pedales que dan el movimiento lateral al brazo de la pala; controles manuales que dan un alcance telescópico, realizan la penetración y llenado del cucharón, con eso se lleva a efecto el funcionamiento del equipo retroexcavador.

El motor de éstas máquinas es de diesel y depende de la marca y modelo, la capacidad en H.P., al igual que el tamaño del bote frontal y del cucharón.



# **CAPITULO**

## **5**

# **MOTOCONFORMADORAS**



## CAPITULO No. 5

### MOTOCONFORMADORAS

#### **5.1 DEFINICION Y CLASIFICACION.**

Son máquinas de aplicaciones múltiples, destinadas a mover, afinar suelos y a nivelarlos; su principal uso es en la construcción y conservación de caminos.

En otras palabras, son máquinas proyectadas principalmente para el extendido, conformación y acabado de materiales de gran diversidad y tamaño.

Las motoconformadoras varían con una potencia de treinta hasta doscientos H.P., dependiendo de esta potencia será el trabajo que pueda desempeñar.

Básicamente consta de un bastidor compuesto de dos travesaños contravencados, que en su parte trasera soportan el motor y la cabina de control y en su parte delantera convergen hasta formar una viga sencilla curva para terminar sobre el eje frontal de las llantas.

La cuchilla que es de acero de alta resistencia y semejante al de los bulldozers, con la diferencia que son poco más esbeltas, ya provista en sus bordes laterales de placas intercambiables y soportada al bastidor por un anillo que permite movimientos de rotación con giros horizontales y laterales verticales, así como la combinación de éstos.

El escarificador, que con frecuencia se le clasifica como elemento opcional, va colocado al frente de la cuchilla y provisto de un juego de dientes, que varían en número según la superficie que vaya a aflojar o excavar. Este último elemento y la cuchilla, pueden trabajar al mismo tiempo o bien, dado el caso, por separado.

Generalmente el desplazamiento que se realiza mediante cuatro llantas traseras de tracción pueden variar a dos llantas traseras únicamente en cuyo caso las delanteras serán también motrices. El accionar de éste tipo de maquinaria es mediante el uso de diesel.

Una particularidad de las motoconformadoras es que las ruedas delanteras se pueden inclinar sobre su plano de rodamiento, permitiéndole semicostarse para evadir los materiales que van siendo movidos por la cuchilla, en otros casos ésta particularidad también se ve reflejada en el caso de que existan paredes verticales y en su corte no existe contacto.

En general todos los equipos opcionales son los siguientes:

ESCARIFICADOR  
PLACA O CUCHILLA TOPADORA  
RODILLO LISO DE APLANADO

El equipo es accionado mediante un sistema hidráulico, aunque existen también equipos accionados a través de controles mecánicos " cables ", y que poco a poco son menos los de ésta última característica, ya que han sido desplazados por los hidráulicos que transforman eficientemente los movimientos seleccionados por el operador en su tablero de control.

Dependiendo del peso y tamaño de las motoconformadoras se dividen en:

## MOTOCONFORMADORAS



### 5.2 VERSATILIDAD DEL EQUIPO.

Las motoconformadoras han resultado equipos de suma importancia y utilización en diversos campos del movimiento de tierras en la construcción.

Una motoconformadora puede servir indistintamente en el mezclado de materiales, tendido del mismo, así como en la elaboración de taludes a diversos grados de inclinación. Existen un gran número de funciones que dicha máquina puede realizar y principalmente se realizan mediante el uso de cuchillas, escarificadores y en algunas ocasiones con el uso de rippers.

Tomando en cuenta lo versátiles que son las motoconformadoras y que en realidad existen un número limitado trabajando en México y que no alcanzan a cubrir las necesidades que el país requiere, éste tipo de maquinaria se ha convertido en uno de los equipos más codiciados por las empresas que se dedican al movimiento de tierras.

### 5.3 DISPOSITIVOS PRINCIPALES.

La importancia de ésta máquina se basa principalmente en su potencia nominal, dada por el fabricante y por el uso indistinto de su cuchilla, la que viene resultando como la parte más utilizada de las mismas.

La hoja o cuchilla curva cuya longitud determina el modelo y la potencia de la máquina, se encuentra localizada abajo de chasis entre el eje de las llantas delanteras y la cabina de operación; se puede decir que el movimiento de la cuchilla está generado por un círculo dentado el cual tiene principalmente dos movimientos: movimiento horizontal y movimiento vertical; la combinación de éstos dos movimientos nos podrá darles diferentes posiciones que en determinado momento se requieran para un determinado trabajo.

Resumiendo: el dispositivo anteriormente nombrado permite a la cuchilla girar y moverse en todos sentidos, es decir:

- a) Puede regular su altura con relación al plano del suelo.
- b) En el plano horizontal puede quedar fija, formando un ángulo cualquiera con el eje de la máquina.
- c) Puede también inclinarse con relación al plano horizontal, llegando incluso a quedar en posición vertical fuera del chasis.

#### 5.4 DISPOSITIVOS AUXILIARES.

Existen varios dispositivos auxiliares que sirven para realizar diversos trabajos con gran eficiencia. Principalmente destaca el uso del escarificador, el cual generalmente se utiliza para remover el terreno o ararlo, como trabajo preliminar y que posteriormente sea factible el uso de la cuchilla para concluir el trabajo.

Otro caso sería el uso de la hoja frontal de empuje para ejercer un trabajo equivalente a la acción que desempeñan los bulldozers o empujadores.

Ultimamente se ha venido utilizando con gran éxito los rippers que se colocan en la parte posterior de la máquina pudiendo ser éstos desgarradores de uno y en ocasiones hasta de cuatro dientes.

## **5.5 USO PRINCIPAL DE LAS MOTOCONFORMADORAS.**

Son máquinas cuyo uso generalmente intervienen en la última fase de la mayor parte de los trabajos de movimiento de tierras y en particular su uso se refiere a la mezcla y esparcimiento de grandes volúmenes de material.

Entre los trabajos más acostumbrados que las motoconformadoras realizan, destacan principalmente el tendido de material en terraplenes, así como el paso siguiente que es el afine de éstos terraplenes.

Es muy común éste tipo de maquinaria en la hechura de cunetas y en el mantenimiento que en algunas ocasiones éstas mismas requieren por concepto de limpieza.

En el levantamiento de pavimentos asfálticos viejos, si como en la obtención de una granulometría adecuada para una base mediante un mezclado repetitivo en bases y carpetas; definitivamente el uso de las motoconformadoras representa el de mayor rendimiento y de menor costo.

## **5.6 VELOCIDADES DE TRABAJO.**

Resulta de suma importancia conocer las velocidades óptimas en las que se pueden desplazar una motoconformadora al momento de realizar determinado tipo de trabajo, ya que con ello se podrá obtener una mayor eficiencia y evitar que la máquina sufra fatiga innecesaria y reduzca notablemente su vida útil.

Se realizó una tabla recomendable para las velocidades de transmisión, dependiendo del trabajo que se está realizando, así tenemos:

(V-1)

TIPO DE TRABAJO	VELOCIDAD	A	UTILIZAR
AFINACION DE TALUDES	1a		
DESYERBA	1a	A	2a
NIVELACIONES	1a	A	2a
ACABADOS NORMALES Y FINOS	2a	A	4a
TENDIDO DE MATERIAL	2a	A	4a
CONSERVACION DE CAMINOS	3a	A	5a
MEZCLA DE MATERIAL	4a	A	6a

Desde luego que éstas velocidades quedan limitadas por la pendiente, rigidez y compactación del terreno así como por el peso volumétrico y tamaño de material por trabajar.

Se recomienda, para alcanzar un mayor rendimiento en el uso de ésta máquina, que el equipo no esté flojo o mal ajustado para evitar el "JUEGO", o sea que, se elimine la fricción entre una pieza y otra ya que de esta manera se reducen las posibilidades de fracturas y desgastes prematuros; así mismo es conveniente tener las cuchillas, gavilanes y portagavilanes en buen estado y así facilitar su penetración en la tierra.

En el catálogo de operación de "Caterpillar" se nos muestra una tabla de velocidades recomendables tanto en movimiento hacia adelante como en reversa.

Estas velocidades pueden ser utilizadas como un dato confiable y aproximado de otras marcas cuya potencia equivalente a los modelos de Caterpillar anteriormente citados.



## 5.7 CALCULO DE RENDIMIENTOS.

Como cualquier otra máquina, el rendimiento de las motoconformadoras se ve afectado en su capacidad por los siguientes factores:

- A) COEFICIENTE DE EFICIENCIA
- B) COEFICIENTE DE UTILIZACION

A) COEFICIENTE DE EFICIENCIA: Es muy importante citar que cualquier equipo mecánico reduce su vida útil al trabajar su capacidad máxima de una manera continua, por lo que necesariamente no va a trabajar a un cien por ciento de su eficiencia teórica, si a esto le agregamos los tiempos perdidos en el engrase, abastecimiento de lubricantes y combustible, la necesidad de chequear durante la operación el correcto funcionamiento de las piezas y en determinados casos, el ajuste de las mismas.

Es determinante el factor humano en la operación de las máquinas para obtener una óptima eficiencia ya que necesariamente un operador con experiencia producirá en menor tiempo en mayor rendimiento; en caso contrario sucedería con un operador inexperto que además de fatigar la máquina obtendrá un rendimiento menor en un lapso de tiempo equivalente.

Se puede concluir por lo anterior que el rendimiento de una máquina no depende forzosamente del funcionamiento de la misma si no existen una serie de factores llamados coeficientes de eficiencia que determinarán el rendimiento real.

En general se ha establecido que un coeficiente de eficiencia óptimo se considere de 50 minutos por cada hora de trabajo.

$$\frac{50}{60} = 0,83$$

Y un coeficiente de eficiencia normal considerado de 45 minutos aprovechables a cada hora de trabajo.

$$\frac{45}{60} = 0,75$$

**B) COEFICIENTE DE UTILIZACION:** El coeficiente se basa en las condiciones de trabajo y en los métodos constructivos que se han establecido en la realización de la obra, dependiendo de esto, se ha formado una tabla que nos ilustra un coeficiente de administración que depende directamente del método constructivo seleccionado.

(V - 2)

### ORGANIZACION DE LA OBRA

COEFICIENTE DE UTILIZACION DE LA MAQUINA	EXCELENTE		BUENA		REGULAR		MALA	
	0,83	0,75	0,83	0,75	0,83	0,75	0,83	0,75
CONDICIONES DE TRABAJO								
EXCELENTES	0,70	0,63	0,67	0,61	0,63	0,57	0,58	0,52
BUENAS	0,65	0,58	0,62	0,56	0,59	0,53	0,54	0,49
REGULARES	0,60	0,54	0,57	0,52	0,54	0,49	0,50	0,45
MALAS	0,52	0,47	0,51	0,46	0,47	0,43	0,43	0,39

De todo lo anterior se puede llegar a la conclusión que para obtener el rendimiento de una motoconformadora, es necesario realizar una serie de estudios y observaciones y no basarse solamente en rendimientos

generales o a los establecidos por la compañías vendedoras de máquinas, sino que para poder encontrar un rendimiento real, será necesario llevar el problema a las condiciones prevalecientes de la obra y posteriormente encontrar los coeficientes adecuados y aplicarlos. Es indudable que para determinar el rendimiento más exacto se tendrá que ir a la observación directa.

#### CALCULO DE RENDIMIENTOS.

Puede establecerse que el rendimiento de una motoconformadora es inversamente proporcional al número de pasadas efectuadas en un mismo tramo. Por ejemplo: si con una buena organización se requiere cinco pasadas para un tramo de 10 kms. y por cualquier motivo aumentarían a 8 y la velocidad de recorrido es de 2.5 km./hr., la pérdida de tiempo sería ( 20 ):

$$\frac{8 \text{ PASADAS} \times 10 \text{ km.}}{2.5 \text{ km./hr.}} - \frac{5 \text{ PASADAS} \times 10 \text{ kms.}}{2.5 \text{ km./hr.}} = 32-20 = 12 \text{ hr.} \quad (20)$$

En el cálculo del rendimiento de una motoconformadora generalmente se utiliza la siguiente fórmula ( 21 ):

$$T = \frac{N \times L}{V_1 \times E} + \frac{N \times L}{V_2 \times E} + \frac{N \times L}{V_3 \times E} \quad (21)$$

en donde:

**T = TIEMPO DE HORAS UTILIZADAS**

**N = NUMERO DE PASADAS**

**L = LONGITUD RECORRIDA EN KM. EN CADA PASADA**

**E = FACTOR DE EFICIENCIA**

**V1 V2 V3 = VELOCIDAD EN KM./HR. EN CADA PASADA**

Cabe hacer notar que la longitud ( L ) debe determinarse de acuerdo a la naturaleza del terreno, la eficiencia (E) varia dependiendo de las condiciones de trabajo; el número de pasadas ( N ) se debe estimar con la clase de trabajo.

Para ilustrar un poco lo anteriormente señalado presentaré un problema común en la utilización de las motoconformadoras.

Ejemplo:

OBJETIVO: Se necesita rastrear y nivelar 10 km. de carretera mediante una motoconformadora de 3.60 m de longitud de la cuchilla, serán necesarias seis pasadas para completar la operación de rastreo y nivelación.

#### CONDICIONES DEL TERRENO.

Para la clase del material se permite efectuar la primera y segunda pasada a una velocidad de 5 km/hr, la tercera y la cuarta pasadas a 6,5 km/hr y las pasadas quinta y sexta a 8,3 km./hr. el factor de eficiencia se estima:

$$E = 0,6$$

sustituyendo en la fórmula de rendimiento ( V - 4 ):

$$T = \frac{2 \times 10}{5 \times 0,6} + \frac{2 \times 10}{6,5 \times 0,6} + \frac{2 \times 10}{8,3 \times 0,6} = 15,81 \text{ Hr.}$$

## 5.8 RECOMENDACIONES GENERALES SOBRE EL USO Y OPERACION DE LAS MOTOCONFORMADORAS.

La parte más importante de las motoconformadoras es sin duda la cuchilla empujadora la cual desarrolla todo el trabajo, aunque últimamente éstas máquinas se completan con RIPPER o desgarrador en la parte trasera, la cuchilla tiene una forma cóncava para evitar que el material se derrame por la parte superior y al mismo tiempo hace girar la carga.

Para atacar un montón de material acamellado se procede de la siguiente manera: se desplaza la cuchilla a un ángulo de corte y se mueve la hoja de tal manera que la máquina no pase sobre el montón y pueda efectuar una serie de cortes.

( V - 3 )

CONDICIONES DEL TRABAJO	COEFICIENTE DE ADMINISTRACION				
	EXCELENTE	BUENA	REGULAR	MALEA	
EXCELENTE	1.00	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
MALES	0.75	0.63	0.61	0.57	0.52

Dentro de la determinación de éste coeficiente pueden considerarse primordialmente los siguientes puntos por las condiciones de trabajo:

### A) CONDICIONES CLIMATOLÓGICAS.

En una región donde predomina el clima lluvioso puede llegar en muchas ocasiones a saturar el material en proceso de mezcla o compactación por lo que será necesario utilizar más horas de máquina, esto con el fin de quitar el contenido de humedad excedente y llevarlo al contenido de humedad óptimo.

El caso contrario donde predomina el clima cálido afectará en la eficiencia al operador directamente, y en muchas ocasiones será necesario el incluir agua paralelamente al mezclado homogéneo, esto con el afán de obtener el contenido de humedad óptimo.

#### **B) PENDIENTE DEL TRABAJO.**

La resistencia por pendiente es causada por la fuerza de gravedad, puede ser a favor o en contra, dependiendo del sentido del movimiento de la máquina; se calcula aproximadamente tomando un valor de 10 kg/ton por cada 1% de inclinación.

#### **C) LA ALTITUD SOBRE EL NIVEL DEL MAR.**

La altitud es una limitación a la potencia disponible de la máquina, a medida que se aumenta sobre el nivel del mar, la eficiencia de los motores disminuirá en proporción directa; la mayoría de las máquinas están diseñadas para trabajar hasta 1.500 m. sobre el nivel del mar sin pérdida de potencia y se consideran un porcentaje del 1% de pérdida de potencia por cada 100 m. excedentes. Es obligación de cada fabricante de entregar una tabla para corregir la potencia disponible por altitud.

#### **D) NATURALEZA DEL TERRENO.**

Es de suma importancia considerar éste punto ya que dependiendo de la naturaleza del terreno y del peso de la máquina se podrá calcular la resistencia al rodamiento de la misma.

Si por ejemplo el material se encuentra muy suelto hará que la penetración de las llantas sea mayor que si se encuentra compactado y necesariamente tendrá que utilizar una potencia extra para lograr realizar el trabajo.

#### **E) VELOCIDADES DE OPERACION.**

Si es correcta la determinación de éste inciso en el momento de hacer análisis del tiempo total de operación se podrá llegar a un resultado óptimo que nos permitirá bajar nuestros costos de maquinaria, ya que como sabemos si es mayor la velocidad se podrá recorrer una distancia en menor tiempo, pero cabe hacer notar que no necesariamente se tiene que realizar el trabajo con la mayor velocidad posible, ya que en algunos casos se cambia esta velocidad por potencia si es que así se requiere.

#### **F) NUMERO DE PASADAS.**

El número de pasadas influye también en la determinación del tiempo total de operación; depende directamente de la habilidad del operador de la motoconformadora ya que podrá realizar el trabajo con un número menor de pasadas.

El número de pasadas son las veces que se tiene que recorrer el tramo por trabajar hasta dejarlo en las condiciones que se esté pretendiendo.

#### **G) PROGRAMA DE OBRA POR EJECUTAR.**

El conocer el programa de obra por ejecutar nos ayudará a poder determinar el número de máquinas necesarias para realizar la obra en el tiempo en que está planeado. Para esto es importante conocer los rendimientos que más adelante serán objeto de estudio.

#### **POR LA ORGANIZACION DE LA OBRA.**

A. Experiencia tanto del personal de operación de las máquinas como del equipo que contribuye en el funcionamiento y mantenimiento de las mismas.

**B. Selección y mantenimiento de las máquinas.**

**C. La coordinación, dirección y ejecución de las obras principalmente en la observación de los rendimientos.**

Para la evaluación del coeficiente de eficiencia de la máquina y del coeficiente de utilización de la misma, se ha construido una tabla donde se relacionan estos coeficientes de la manera siguiente:

Siempre y cuando exista suficiente espacio lateral para realizar esta operación.

Cuando existe este espacio lateral y los montones no sean muy altos, se procede de la manera siguiente: se corre la cuchilla hasta el obstáculo de manera que casi lo toque, necesariamente las ruedas pasarán sobre los montones y el eje delantero empuja a los copees. Es recomendable para facilitar este tipo de maniobra que en el momento de descargar los montones lo hagan extendidos o esparcidos tanto como sea posible para facilitar la operación de la máquina.

#### **EMPUJE LATERAL**

Cuando se pretenda desplazar el material hacia un lado ( empuje lateral ), se coloca la hoja de la cuchilla en ángulo con la pendiente negativa al lado donde se quiera depositar el material a medida que se incrementa este ángulo se podrá alcanzar una mayor velocidad, pero el área de corte es menor, esto independientemente de la profundidad del corte. Se dice que la hoja de la cuchilla está en cero cuando se encuentra normal al eje longitudinal de la máquina, las posibles alternativas se describen por su distancia angular desde la posición cero.

La mayoría de las conformaciones y de los movimientos de caminos se realizan con un ángulo y varía de 55 a 60 grados con respecto al eje longitudinal de la máquina, se usan ángulos mayores para extender el material o mezclarlo y menores cuando se realizan excavaciones de cunetas.



Al realizar este tipo de trabajos de empuje lateral, se presente una reacción en dirección opuesta al desplazamiento del material por lo que se tendrá que dar una inclinación a las llantas, en el sentido del desplazamiento del material.

La inclinación de las ruedas sumada con la fuerza de tracciones máximas. ( Fuerza de tracción máxima = N ).

Los factores que afectan la tracción son:

Paso en las ruedas impulsadas:

$$\text{COEFICIENTE DE TRACCION} = \frac{\text{FUERZA DE TIPO}}{\text{PESO SOBRE RUEDAS IMPULSADAS}} \quad ( 22 )$$

#### EXCAVACION.

En los trabajos de excavación, la hoja se inclina de manera que vaya dejando un surco, el producto de la excavación desliza cuando es menor la inclinación de la hoja con respecto al eje longitudinal.

Dependiendo de la naturaleza del terreno se podrá determinar la penetración y la profundidad del corte, si por ejemplo nos encontramos en un terreno húmedo y con raíces la penetración en el suelo será menor que en caso contrario. En el suelo seco y sin raíces se podrá aumentar el ángulo de penetración siendo obvio que el rendimiento será mayor; la forma más práctica para determinar la penetración óptima de la hoja es el indicar al operador una serie de ensayos previos donde mediante su experiencia podrá obtener mejores resultados.

## **NIVELACION Y AFINE.**

En cualquier trabajo, la nivelación se recomienda que la forme un ángulo de 50° con relación al eje longitudinal de la máquina, de esta manera, la hoja se desplazará al material de los montículos y rellenará aquellas partes que les falte material vertiendo lateralmente el exceso; para realizar el afine último, se le cambia el ángulo a la hoja y se pone en una posición casi perpendicular al eje longitudinal.

## **ACAMELLONAMIENTO Y MEZCLA DEL MATERIAL.**

Esta operación es llevada a cabo cuando el material que se va a usar a lo largo de un camino necesita homogeneizarse en su granulometría y contenido de humedad para que posteriormente del tendido mismo sea compactado; si se extendiera el material inmediatamente después que el camión de volteo lo deposite sobre el camino, al cabo de algún tiempo se producirían irregularidades en la superficie del camino terminando incrementando el costo de mantenimiento y en algunos casos la necesidad de levantar todo el pavimento inclusive la base o sub-base.

Por tanto es de suma importancia acamellonar el material e irle incrementando agua y mezclarlo, además de dar el número de pasadas que sean requeridas hasta que se obtenga el contenido de humedad necesario óptimo. Esto generalmente se obtiene en pruebas de laboratorio.

En el caso dado que el contenido de humedad sea mayor que el óptimo, se realiza el mismo proceso de mezclado del material de un lado a otro, sin incrementar agua, de manera que se permita la pérdida de agua por evaporación de toda la mezcla.

## **RASTREO.**

En la operación de rastreo es conveniente realizar los siguientes pasos:

Dependiendo del terreno por rastrear, se coloca la hoja de manera que pueda empujar superficies irregulares, rebajando o cortando los montículos que se encuentran sobre el mismo, desde luego estos primeros cortes son más profundos y sin ningún acabado, pero a medida que se va adquiriendo una horizontal sobre el terreno, se puede corregir el ángulo de la hoja para realizar cortes ligeros dándole al terreno una característica uniforme. Es recomendable procurar que el material excedente de ésta última etapa pase por la parte de abajo y no por los extremos para evitar que se creen bordos laterales.

## **BOMBEO.**

En cualquier camino ya sea de tierra o grava, es muy importante dar una pendiente con el objeto de que el agua escurra y se evita que se estanque produciendo deterioros en los mismos; a este procedimiento se le ha nombrado como bombeo. Las motoconformadoras realizan este trabajo con gran eficiencia, siguiendo generalmente este procedimiento, aunque dependiendo del terreno se pueden omitir algunos pasos o bien repetir según el caso:

- 1.- Se va empujando el material con la cuchilla en ángulo a favor de los acotamientos o cunetas. La corona se debe cortar con ángulo cero o casi cero de manera que pueda ir empujando material en cualquier lado que se requiera.
- 2.- Para cortar el material al centro del camino ( cajón ), se coloca la cuchilla formando en ángulo de  $75^{\circ}$  a  $80^{\circ}$  según el caso, procurando que se formen bordos a los lados de la hoja. Este ángulo se debe de tomar respecto al eje longitudinal de el camino.
- 3.- Con la cuchilla va formando un ángulo menor que va de  $60^{\circ}$  a  $75^{\circ}$  con respecto al eje longitudinal de la máquina, se extienden los camellones dejados lateralmente producto del anterior paso, dándole al tramo la pendiente necesaria al mismo tiempo que se deja un pequeño bordo al centro.
- 4.- Con la cuchilla normal al eje longitudinal de la máquina se va extendiendo el material que se encuentra en el centro del camino como resultado del paso anterior y se le da el perfil del proyecto.

## **ESCARIFICADOR.**

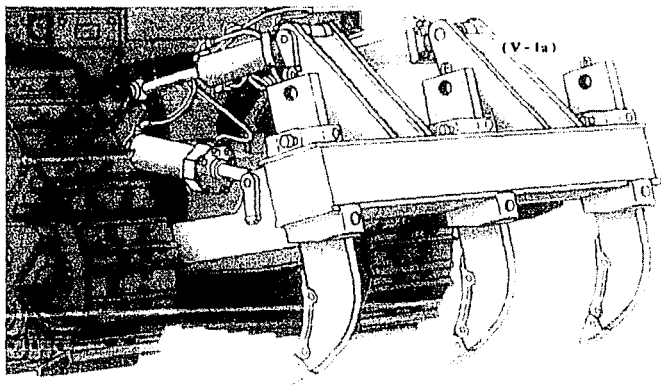
El uso del escarificador es útil en los casos que se requiera levantar un pavimento dañado o bien que se encuentra una superficie muy erosionada, en algunos casos si la potencia de la máquina lo permite se puede realizar el uso combinado del escarificador y la cuchilla al mismo tiempo.

Trabajando con la hoja abajo, puede ir repartiéndose el material producto del escarificador de manera que se extienda a los lados o bien lo deposite uniformemente sobre la superficie por donde se circule. Cuando el trabajo es ligero, o sea que el material no está muy consolidado se puede usar el juego completo de diente, en el caso contrario se restan dientes, principalmente los laterales para dejar que los centrales realicen el trabajo.

## RIPPER.

Actualmente se ha modificado el equipo de la motoconformadora y vienen equipados con ripper, generalmente en la parte posterior como se muestra en la figura ( V - 1a ).

El ripper supe en muchos trabajos a los escarificadores con mayor eficiencia, es el caso cuando se quiere romper a una profundidad mayor a los 15 cms. de la superficie o bien ir graduando la profundidad de corte, ya que los equipos de ripper actuales están accionados con un gato hidráulico y su control se realiza desde la cabina de mandos.



**Multi-shank  
Ripper**

## **CAPITULO**

**6**

# **RECOMENDACIONES GENERALES SOBRE LA MAQUINA PESADA EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION**

## CAPITULO No. 6

### RECOMENDACIONES GENERALES SOBRE LA MAQUINARIA PESADA EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION

El mantenimiento es un factor principal para el buen funcionamiento de la maquinaria, ya que con el equipo bien conservado los costos en general son mínimos y los rendimientos en horas trabajadas son máximos.

Uno de los factores para la reducción de costos en maquinaria es debido a la aplicación del mantenimiento preventivo, siendo ejecutados por el conjunto de personal ( mecánicos y eléctricos especializados ), dotando a este personal de bitácoras de mantenimiento, la cual se debe llevar por cada máquina, según el número de horas trabajadas.

Dependiendo del número de éstas se pueden aplicar un tipo de servicio a la máquina, ya que las bitácoras se encuentran formuladas por las recomendaciones de los fabricantes y datos prácticos, dependiendo de las horas acumuladas de trabajo en cada máquina.

Para los diferentes tipos de servicios se utilizan formatos distintos los cuales indican los puntos necesarios para chequear y reparar cada conjunto de la máquina.

En esta forma se evita la destrucción de varias piezas al revisar y cambiar una sola de ellas, que por su trabajo constante es necesario sustituirla por otra nueva.

Esta bitácora nos da un informe inmediato y completo del estado físico actual en la que se encuentra la máquina.

## **FORMA DE UTILIZAR LA BITACORA.**

1.- En la carátula de esta se describen las características de la máquina, incluyendo sus motores o equipos auxiliares.

2.- Existe una forma en donde se colocan las fotografías de la máquina tomadas cada seis meses en la obra y así poder comparar su estado físico.

3.- Unos auxiliares con las hojas de mantenimiento preventivo en las cuales se anotan las observaciones realizadas a la máquina durante la inspección cada 100, 500 y 1,000 horas de trabajo.

Así de esta forma se lleva un registro de las partes principales o críticas de la máquina, cada punto revisado se aprueba o no por medio de una paloma o una cruz.

4.- Hoja de control mensual: En estas hojas se vacían los reportes de cada operador ( forma 1 ), en la cual nos indican diariamente la cantidad de horas trabajadas, efectivas y ociosas, así como cualquier otro tipo de falla que se observe, además de anotar todo tipo de consumo ( diesel, aceites, etc. ).

Este reporte lo entregan al final del turno y se aplica hasta en tres turnos; siendo el encargado de maquinaria el indicado para su control y toma de decisión.

Ya teniendo este reporte se vacían en la hoja de control la cantidad de horas trabajadas por cada máquina en los tres turnos y los tiempos perdidos tanto por cada reparación como por estar ociosa la máquina, anotando en la columna de observaciones cuál fue la razón de paro de la máquina.

Esta hoja se llena mensualmente y se puede graficar los datos de acuerdo a la cantidad de horas programadas. Se registran también la cantidad final e inicial de horas trabajadas.

5.- Hoja de control de servicios: En esta hoja se anotan las fechas y el tipo de servicios de lubricación que se le afecta a la máquina.

Aquí podemos utilizar las hojas de servicio de 100, 500 ó 1,000 horas y se registran.

\* Todos los controles descritos anteriormente se incluyen a continuación.

(VI-1)

**MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

NUMERO ECONOMICO: \_\_\_\_\_

CARACTERISTICAS	MAQUINA	MOTOR	ADITAMENTOS	
CLASE	RETROEXCAVADORA	DIESEL		
MARCA				
MODELO				
TIPO				
SERIE				
CAPACIDAD				
VELOCIDAD R.P.M.				
DIMENSIONES	LARGO:	ANCHO:	ALTO:	MTS.

PESO DE LA UNIDAD COMPLETA EN KGS.: \_\_\_\_\_

DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO GENERAL.



(VI-2)

FOTOGRAFIAS DE LA MAQUINA  
TOMADAS CADA 6 MESES

ECONOMICO

FOTOGRAFIA	FOTOGRAFIA
FECHA:	FECHA:
HOROMETRO:	HOROMETRO:
OBRA:	OBRA:
FOTOGRAFIA	FOTOGRAFIA
FECHA:	FECHA:
HOROMETRO:	HOROMETRO:
OBRA:	OBRA:

(VI-3)

### REPORTE DIARIO DE LA MAQUINARIA

PROYECTO: \_\_\_\_\_ FECHA \_\_\_\_\_ DE \_\_\_\_\_ DE 19 \_\_\_\_\_

MAQUINA No. ECO. \_\_\_\_\_ MARCA: \_\_\_\_\_ TIPO: \_\_\_\_\_

EQUIPO PROPIO ( ) RENTADO ( ) OPERADOR: \_\_\_\_\_

ARRANCO A LAS: \_\_\_\_\_ HRS. EFECTIVAS: \_\_\_\_\_

PARO A LAS: \_\_\_\_\_ HRS. PERDIDAS: \_\_\_\_\_

PARADA POR LLUVIA: \_\_\_\_\_ DIESEL: \_\_\_\_\_

PARADA POR FALTA DE TRAMO: \_\_\_\_\_ GASOLINA: \_\_\_\_\_

PARADA POR REPARACION: \_\_\_\_\_ GRASA KGS.: \_\_\_\_\_

PARADA POR CALENTAMIENTO: \_\_\_\_\_ ACEITE HID. LTS.: \_\_\_\_\_

ACEITE TRANS. LTS.: \_\_\_\_\_

OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_

Vo.Bo.

Vo.Bo.

OPERADOR

JEFE DE MAQUINARIA

SUPERINTENDENTE

ORIGINAL OBRA.

C.C.P. No. 1.- OFICINA CONTROL EQUIPO

No. 2.- JEFE DE MAQUINARIA OBRA.

(VI-4)

## MANTENIMIENTO PREVENTIVO

100 HORAS

HORAS

- |   |       |
|---|-------|
| 1.- REVISAR REPORTE DEL OPERADOR  | _____ |
| 2.- REVISAR INSTRUMENTOS DEL TABLERO  | _____ |
| 3.- REVISAR SISTEMAS DE PROTECCION (BULBOS DE TEMP., PRESION, ETC. ).                         | _____ |
| 4.- REVISAR Y APRETAR ABRAZADERAS DE LOS CONDUCTOS DE ADMISION DE AIRE ( MOTOR Y COMPRESOR ). | _____ |
| 5.- CAMBIAR ACEITE Y ELEMENTOS AL MOTOR DIESEL.   | _____ |
| 6.- CAMBIAR ELEMENTOS FILTROS DE COMBUSTIBLE.   | _____ |
| 7.- LUBRICAR EL MECANISMO DEL TACOMETRO.  | _____ |
| 8.- LIMPIAR PURIFICADOR DE AIRE DEL MOTOR DIESEL.   | _____ |
| 9.- LIMPIAR RADIADOR ( SONDEO ).  | _____ |
| 10.- DRENAR DEPOSITOS DE COMBUSTIBLE.   | _____ |
| 11.- DRENAR TANQUE DE ACEITE DEL COMPRESOR.   | _____ |
| 12.- SOPLETEAR ELEMENTOS FILTROS DE AIRE DEL COMPRESOR.                                       | _____ |
| 13.- LIMPIAR LUMBRERAS DEL MOTOR DIESEL.  | _____ |

(VI-5)

**MANTENIMIENTO PREVENTIVO  
500 HORAS**

	<b>HORAS</b>
1.- REVISAR REPORTE DEL OPERADOR.	( )
2.- REVISAR INSTRUMENTOS DEL TABLERO.	( )
3.- REVISAR SISTEMAS DE PROTECCION I BULBOS DE TEMPERATURA, PRESION, ETC.	( )
4.- REVISAR FUGAS Y APRETAR ABRAZADERAS DE LOS CONDUCTOS DE ADMISION DE AIRE I MOTOR Y COMPRESOR I.	( )
5.- REVISAR LINEAS DE ACEITE, COMBUSTIBLE, AIRE Y AGUA.	( )
6.- REVISAR ASPAS.	( )
7.- REVISAR TEMPERATURAS Y PRESIONES DE OPERACION.	( )
8.- REVISAR ACUMULADORES, LIMPIAR TERMINALES Y MEDIR DENSIDAD.	( )
9.- REVISAR GENERADOR Y MARCHA.	( )
10.- REVISAR DIAFRAGMA DEL GOBERNADOR.	( )
11.- CAMBIAR ACEITE Y ELEMENTOS FILTRO AL MOTOR.	( )
12.- CAMBIAR ELEMENTOS FILTROS DEL DIESEL.	( )
13.- CAMBIAR ACEITE Y ELEMENTOS AL COMPRESOR.	( )
14.- LUBRICAR MECANISMO DEL TACOMETRO.	( )
15.- LUBRICAR BALEROS DEL GENERADOR.	( )
16.- LUBRICAR COLLARIN DEL EMBRAGUE.	( )
17.- LIMPIAR EL PURIFICADOR DE AIRE DEL MOTOR DIESEL.	( )
18.- LIMPIAR PURIFICADORES DE AIRE DEL COMPRESOR.	( )
19.- LIMPIAR LUMBRERAS DEL MOTOR.	( )
20.- LIMPIAR SOPLADOR.	( )
21.- LIMPIAR Y SOPLETEAR.	( )
22.- LIMPIAR Y DRENAR TANQUES Y FILTROS DE DIESEL.	( )
23.- AJUSTAR Y CALIBRAR PUNTERIAS E INYECTORES.	( )
24.- AJUSTAR Y CHECAR ESTADO FISICO DE BANDAS	( )

**OTROS SERVICIOS**

25.-	( )
26.-	( )
27.-	( )
28.-	( )
29.-	( )
30.-	( )
31.-	( )
32.-	( )

## MANTENIMIENTO PREVENTIVO 1000 HORAS

	<b>HORAS</b>
1.- REVISAR REPORTE DEL OPERADOR.	( )
2.- REVISAR INSTRUMENTOS DEL TABLERO.	( )
3.- REVISAR SISTEMA DE PROTECCION I BULBOS DE TEMPERATURA, PRESION, ETC.I.	( )
4.- REVISAR FUGAS Y APRETAR ABRAZADERAS DE LOS CONDUCTOS DE ADMISION DE AIRE I MOTOR Y COMPRESOR I.	( )
5.- REVISAR LINEAS DE ACEITE, COMBUSTIBLE, AIRE Y AGUA.	( )
6.- REVISAR ASPAS.	( )
7.- REVISAR TEMPERATURAS Y PRESIONES DE OPERACION.	( )
8.- REVISAR ACUMULADORES, LIMPIAR Y ENGRASAR TERMINALES, MEDIR DENSIDAD.	( )
9.- REVISAR GENERADOR Y MARCHA.	( )
10.- REVISAR EMBRAGUE	( )
11.- REVISAR SEPARADOR DE ACEITE EN TANQUE RECIBIDOR.	( )
12.- REVISAR ANILLOS DEL MOTOR A TRAVÉS DE LAS LUMBRERAS.	( )
13.- REVISAR DIAFRAGMAS DEL GOBERNADOR.	( )
14.- CAMBIAR ACEITE Y ELEMENTOS FILTRO AL MOTOR.	( )
15.- CAMBIAR ELEMENTOS FILTROS DE DIESEL.	( )
16.- CAMBIAR ACEITES Y ELEMENTOS DEL COMPRESOR.	( )
17.- CAMBIAR AGUA AL RADIADOR.	( )
18.- CAMBIAR BOMBAS DE AGUA I MOTOR Y COMPRESOR I.	( )
19.- LUBRICAR MECANISMO DEL TACOMETRO.	( )
20.- LUBRICAR BALEROS DEL GENERADOR.	( )
21.- LUBRICAR RUEDAS, MUELLES Y LANZA.	( )
22.- LUBRICAR COLLARIN DEL EMBRAGUE.	( )
23.- LUBRICAR MECANISMO DEL ACELERADOR.	( )
24.- LUBRICAR EL PURIFICADOR DE AIRE DEL MOTOR DIESEL.	( )
25.- LIMPIAR PURIFICADOR DE AIRE DEL COMPRESOR.	( )
26.- LIMPIAR LUMBRERAS DEL MOTOR.	( )
27.- LIMPIAR Y SOPLETEAR RADIADOR.	( )

- 28.- LIMPIAR SOPLADOR DEL MOTOR. ( )
- 29.- LIMPIAR Y DRENAR TANQUE Y FILTROS DE DIESEL. ( )
- 30.- AJUSTAR CABEZAS DEL MOTOR. ( )
- 31.- AJUSTAR Y CALIBRAR PUNTERIAS E INYECTORES. ( )
- 32.- AJUSTAR GOBERNADOR. ( )

**OTROS SERVICIOS**

- 33.- ( )
- 34.- ( )
- 35.- ( )
- 36.- ( )
- 37.- ( )
- 38.- ( )

## CONCLUSIONES



## CONCLUSIONES

Una de las conclusiones más importantes que se obtienen es la importancia que representa el conocer tanto la MAQUINARIA DE CONSTRUCCION así como la forma de aprovecharla en la realización de diversas obras en que pueden intervenir.

Además con esto nos podemos dar cuenta, durante la realización de este trabajo, que existe una maquinaria específica para realizar determinada obra, pero como resulta prácticamente imposible el comprar maquinaria para cada trabajo, es necesario, por tanto, el saber utilizar maquinaria similar y hacerla rendir casi el equivalente como si fuera una maquinaria específica.

Así mismo, es igualmente importante el factor humano dentro del funcionamiento correcto de una maquinaria ya que será en todos los casos el que haga producir a la misma, por lo que se hace necesario utilizar controles de rendimientos periódicamente y compararlos hasta la terminación de una obra, posteriormente servirán como antecedentes para otra.

Es importante en la selección de una maquinaria, y que se deben tomar en cuenta, tanto los conocimientos empíricos como los datos que nos proporcionan los fabricantes, así como las estadísticas existentes sobre la maquinaria en cuestión.

En conclusión se recomienda tener conocimientos auxiliares, como pueden ser topográficos, mecánicos, resistencia de materiales, etc., para poder así obtener resultados más satisfactorios en la utilización de la maquinaria

Otro punto en conclusión es el mantenimiento y reparación de la maquinaria tomando en cuenta que es muy delicado y que por lo general se carece de controles para poder determinar el momento de una u otra falla y que desgraciadamente se espera, en la mayoría de los casos, a que falle para entonces realizar dicho mantenimiento o reparación, por lo que es recomendable llevar el control que se propone en esta Tesis o bien usar uno propio, pero que sea una acción constante, ya que nos ahorrará mucho tiempo y dinero perdidos.

Por último, se concluye la importancia que representa el tratar de hacer bien las cosas, sin dejar de ser prácticos, y utilizar el ingenio en las decisiones de una empresa: empezar a adquirir conocimientos y aplicarlos a la experiencia que se tenga; esta conclusión que se obtiene en la realización de esta Tesis se hace extensiva a todas aquellas personas que la lean y que nazca con ello la conciencia de que no son fáciles los momentos por los que está pasando el país y que solamente con un esfuerzo conjunto se podrá crear un México mejor.

## Bibliografía

### GALABRU, P.

Maquinaria general en obras y movimiento de tierras.

Editorial Reverte, S.A.

Zaragoza, España, 1968.

### NAME M., JULIAN

Costos y empleo del equipo de construcción en vías terrestres.

Editorial Limusa.

México, 1975

### PEURIFOY, R.L.

Apuntes de la clase de métodos y equipos de construcción

Editorial Diana

México, 1977.

### PEURIFOY, R.L.

Métodos, planeamiento y equipo de construcción.

Editorial Diana.

México, 1979.

### SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES.

Normas para la construcción e instalaciones.

Carreteras y aeropistas. Terracerías.

Tomo 3,01.01

México, 1984.

**SECRETARIA DE RECURSOS HIDRAULICOS**

Especificaciones generales y técnicas de construcción.

Tomo I. Primera edición.

México, 1962.

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

**FACULTAD DE INGENIERIA**

Construcción. apuntes del curso de construcción I.

México, 1979.

**VILLALAZ CRESPO, CARLOS.**

Vías de comunicación.

Caminos, ferrocarriles, aeropuertos, puentes y puertos.

Editorial Limusa

México, 1980.

## ANEXO I

### CUADROS Y TABLAS

CAPITULO	No.	TITULO	PAGINA
2.2.1	( II.1 )	RESISTENCIA AL RODAMIENTO	31
2.2.2	( II.2 )	VALORES DE " N " PARA DISTINTAS PENDIENTES	34
2.2.3	( II.3 )	ALTITUD Y TEMPERATURA	36
2.2.3	( II.4 )	DIFERENTES ELEVACIONES PARA UN TRACTOR CATERPILLAR D7G CON TURBOCARGADOR	38
2.3	( II.5 )	COEFICIENTES DE EFICIENCIA PARA DIFERENTES SUELOS	40
3.6	( III.1 )	TIEMPO DE CARGA EN MINUTOS	65
4.2.1	( IV.1 )	PROFUNDIDADES OPTIMAS PARA LLENADO DEL CUCHARON	68
4.2.2	( IV.2 )	PROFUNDIDAD DE CORTE EN PORCENTAJE DE CORTE OPTIMO	69
4.2.3	( IV.3 )	PROFUNDIDAD OPTIMA DE CORTE EN DRAGAS DE ARRASTRE	70
4.2.4	( IV.4 )	PROFUNDIDAD DE CORTE Y ANGULO DE ROTACION EN DRAGAS	71
4.3.1	( IV.5 )	DETERMINACION DEL VALOR " K "	73
4.4	( IV.6 )	PALAS MECANICAS	74
4.4	( IV.7 )	DRAGAS DE ARRASTRE	75
4.5.2	( IV.8 )	VALORES DE LOS FACTORES DE ACARREO	78
4.6.3	( IV.9 )	PRODUCCION ESTIMADA EN M <sup>3</sup> /HR	85
5.6	( V.1 )	VELOCIDADES DE TRABAJO	94
5.7	( V.2 )	ORGANIZACION DE LA OBRA	96
5.8	( V.3 )	PARA ATACAR UN MONTON DE MATERIAL ACAMELLONADO	99
6	( VI.1 )	MANTENIMIENTO PREVENTIVO	110
6	( VI.2 )	FOTOGRAFIA DE LA MAQUINA	111
6	( VI.3 )	REPORTE DIARIO DE LA MAQUINARIA	112
6	( VI.4 )	MANTENIMIENTO PREVENTIVO	113
6	( VI.5 )	MANTENIMIENTO PREVENTIVO 5000 HORAS	114
6	( VI.6 )	MANTENIMIENTO PREVENTIVO 1.000 HORAS	116

## ANEXO II

### DIAGRAMAS Y FIGURAS

<b>CAPITULO</b>	<b>No.</b>	<b>TITULO</b>	<b>PAGINA</b>
2.2.2	( II-1a )	PENDIENTES	33
2.7	( II-2A )	MANERA DE EXTENDER UN MONTON	49
3.5	( III-1A )	CAPACIDAD AL RAS "V "	64
4.5.2	( IV-1A )	DIBUJO ESQUEMATICO DE UNA RETROEXCAVADORA	77
5.8	( V-1a )	RIPPER	106