

129
24



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

FACULTAD DE INGENIERIA

“EQUIPO PESADO DE ACARREO”

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO CIVIL
P R E S E N T A :
INOCENCIO ROMERO VELASCO

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.

I N D I C E .

		Pág.
I.-	INTRODUCCION	1
II.-	CLASIFICACION DE ACUERDO A SU APLICACION	4
II.1.-	Tractores	5
II.2.-	Escrapas	8
II.3.-	Camiones	11
II.4.-	Bandas transportadoras	15
III.-	DESCRIPCION GENERAL DEL EQUIPO DE ACARRO	17
III.1.-	Tractores	18
III.2.-	Escrapas	28
III.3.-	Camiones	39
III.4.-	Bandas transportadoras	50
IV.-	METODOLOGIA PARA EL CALCULO DE RENDIMIENTOS	52
IV.1.-	Rendimiento de Cargadores Frontales	54
IV.2.-	Rendimiento de Tractores con Hoja Empu- dora Recta	65
IV.3.-	Problemas	69
IV.4.-	Rendimiento de Escrapas y Motoescrapas ...	94
IV.5.-	Problemas	106
IV.6.-	Rendimiento de camiones	126
IV.7.-	Problema	128
IV.8.-	Rendimiento de Bandas Transportadoras	142
IV.9.-	Problema	143
V.-	CONCLUSIONES	149

CAPITULO I
INTRODUCCION

I.- INTRODUCCION.

El estudio que se presenta en estas páginas corresponde a un solo tipo de equipo utilizado en el campo de la -- construcción y que es el "Equipo Pesado de Acarreo", tiene como primordial finalidad mostrar de manera general los principales aspectos que abarcan: su descripción, clasificación y -- metodología para el cálculo de rendimientos.

Este equipo se utiliza principalmente para el movimiento de tierras en grandes obras de construcción, tales como carreteras, puentes, presas, canales, etc.; mismo que está considerado para trabajos que se realizan fuera de las ciudades. Es de vital importancia hacer notar que de acuerdo al amplio campo de aplicación de una máquina en especial, no es posible limitarla para un trabajo particular; esto quiere decir que dependiendo de las necesidades del proyecto puede emplearse tanto fuera como dentro de las ciudades.

En la industria de la construcción pesada las máquinas siempre estarán presentes por su versatilidad; por lo que, para el constructor resulta indispensable conocer bien el -- equipo a utilizar para lograr su mejor aprovechamiento al mínimo costo.

Para el caso que nos ocupa y que son los acarreos -- podemos decir que el equipo pesado toma un carácter de relevante importancia; ya que la ingeniería moderna exige que las obras se realicen en plazos mínimos de acuerdo a una serie de programas elaborados atendiendo a la técnica y a la economía; pero siempre resultan trabajos en los cuales deben apor--

tarse suficientes recursos, mismos que se deben de aprovechar al máximo, es decir, lograr la mayor eficiencia.

Estos trabajos que se realizan con este tipo de - - equipo, se pueden llevar a cabo desde una mínima obra que sirve a un individuo, hasta un proyecto que beneficie a una zona, región o nación atendiendo a necesidades colectivas.

Los diversos tipos o unidades de equipo para aca- - rreo en la construcción serán identificados de manera conveniente en los capítulos posteriores; pero para fines de introducción diremos que una manera puede ser, clasificarlos considerando el trabajo que realiza el equipo en cuestión, o de -- otra forma, de acuerdo a su aplicación; o bien teniendo en -- cuenta la función que ejecuta en la construcción.

CAPITULO II

CLASIFICACION DE ACUERDO

A SU APLICACION

II.- CLASIFICACION DE ACUERDO A SU APLICACION.

Esta clasificación se basa primordialmente en los trabajos de construcción en los que ha de utilizarse. Los aspectos específicos de un trabajo u operación se deben conocer antes de seleccionar un buen equipo para su uso. El técnico de planeación debe poseer una idea de la operación, y los datos clave que la caracterizan, para planear los métodos y el equipo.

Para el caso que nos ocupa, diremos que dependiendo del tipo de obra que se tenga que realizar se puede clasificar al equipo de acarreo como sigue:

- a) Equipo para acarreos cortos.
- b) Equipo para acarreos medios.
- c) Equipo para acarreos largos.

Procederemos a mencionar los diferentes equipos y sus clasificaciones.

II. 1. TRACTORES.

Clasificación.- Existen dos tipos de tractores y se clasifican en:

- a) Los de ruedas o neumáticos y,
- b) Los de orugas o carriles.

Debido a su gran versatilidad se les puede hacer diversas adaptaciones por lo que los tractores reciben diferentes nombres; de los cuales para este fin el BULLDOZER es el de interés. El Bulldozer de neumáticos se utiliza principalmente para acarrees medios y largos, el de orugas o carriles para acarrees cortos.

El bulldozer tiene ciertas limitaciones especialmente en la distancia de acarrees.

Los acarrees cortos se realizan en distancias hasta de 25 ó 30 metros.

Los acarrees medios de un bulldozer son del orden de 30 metros a 50 metros.

Los acarrees largos son del orden de 50 metros hasta una distancia máxima de acarreo aconsejable de 100 metros.

Estas distancias que mencionamos se han tomado como parámetro para tractores. Debido a que en los acarrees largos aumenta notoriamente el tiempo del ciclo por la baja velocidad del tractor y disminuye considerablemente el rendimiento de estas máquinas, resulta anti-económico acarrear a distancias mayores de 100 metros.

Aplicaciones.- A distancias cortas para pedraje y para alimentar otra máquina (quebradora en planta de trituración); con el perfeccionamiento de los cargadores frontales especialmente el de neumáticos, estos han ido desplazando a las palas y camiones que se usaron durante mucho tiempo.

En movimiento de tierras para distancias no mayores de 100 metros; por mencionar otras diremos que es usado en desmontes, despalmas, en esparcimientos de rellenos de zanjas y barrancos, en excavación de silos de trincheras y cortes carreteros, para construir diques de poca altura, etc.

II. 2.- ESCREPAS.

Clasificación.- Existen y han existido una gran variedad de tipos de estas máquinas por lo que para su clasificación se hará la siguiente división:

- a.- De arrastre.
- b.- Autoimpulsadas (Motoescrepas).
- c.- Tandem.
- d.- Autocargables.
- e.- Push - Pull (Tiro y empuje).

- a.- De arrastre.

Aplicaciones.- Este equipo se utiliza principalmente para la carga y descarga del material generalmente en acarreos de corto recorrido y pendientes fuertes; trabaja generalmente en climas húmedos, y su uso común es en el tendido de terraplenes, construcción de presas, malecones, albercas, terrazas, etc.

- b.- Autoimpulsadas (Motoescrepas de 2 motores).

Aplicación.- Usuales para trabajos en acarreos medios para el corte y tendido de terraplenes, en terrenos blandos y fangosos, en sub-bases de carreteras y en corazones de

cortinas de presas de tierra.

Frecuentemente son utilizados también, cuando se requiere transportar el material a través de pendientes de más de 40 %, ya que son las máquinas indicadas, por la potencia y propulsión de sus cuatro llantas.

c.- Escrepas Tandem.

Aplicación.- Se usan para terrenos generalmente -- planos y de pendientes moderadas; para trabajos que incluyen baja resistencia a la rodadura y tracción media en el suelo; para acarreos medios, y acarreos largos si las condiciones -- del suelo son favorables.

d.- Escrepas Autocargables (Motoescrapas).

Aplicación.- Se usan para materiales suaves; son -- muy útiles para excavar en arenas donde el material es difícil de cargarse con los demás tipos de motoescrapas, su utilización está limitada para acarreos cortos y con pendientes muy suaves. También se usan para acabados de calles y nivelación de tierras y represas; cortando caminos o preparando terrenos para construcciones, y en donde los acarreos son relativamente a nivel y la resistencia a la rodadura es baja; pero su -- principal ventaja y aplicación es cuando las necesidades de -- producción no justifican una gran flota de empujadores y es--crapas, o cuando el plan exige cambios frecuentes de lugar.

e.- Motoescrapas de tiro y empuje (Push - Pull).

Aplicación.- Son usuales para terrenos blandos y fangosos así como para subir cuestas mas o menos fuertes.

Eliminan aglomeraciones en el corte y las detenciones o tiempos perdidos que provoca el tractor empujador, así como la falta de coordinación de éste con la escarpa.

Ocasionalmente se pueden utilizar para jalar o recolcar a otra escarpa que se encuentre atascada en el corte o en el camino. Sus acarrees pueden ser medios o largos dependiendo de las necesidades.

II. 3.- CAMIONES.

Los camiones son unidades de acarreo diseñadas para adquirir altas velocidades y que se desplazan tanto a distancias cortas como a grandes distancias por medio de neumáticos. Sirven en el acarreo de tierra, agregados, minerales, y otros materiales.

Debido a que adquieren altas velocidades y tienen gran capacidad proporcionan costos de acarreo relativamente bajos.

Suministran un alto grado de comodidad, ya que el número de camiones en servicio puede aumentarse o disminuirse para permitir modificaciones en la capacidad total de acarreo de la flota.

La mayoría de los camiones pueden operarse sobre cualquier camino de acarreo cuya superficie sea lo suficientemente firme y raso, y en el que las pendientes no sean demasiado fuertes. Algunas unidades de las que se emplean hoy en día están diseñadas para trabajar sobre caminos de acarreo, ya que sus tamaños y cargas totales son mayores de los que permiten las carreteras. Estos camiones se proyectan para fuera de carretera en donde no se sujetan a ninguna restricción legal y que pueden ser de una anchura de 2.50 a 4.50 metros.

Estos camiones se utilizan para acarrear materiales en obras grandes en donde se justifica su tamaño y su costo.

Los camiones que son utilizados "dentro" de las carreteras como los de uso exclusivo para "fuera" de ellas se clasifican como sigue:

- 1.- Volteos.
- 2.- Volquetes.
- 3.- Vagonetas.
- 4.- Dumptors.
- 5.- Plataformas.

De acuerdo a su APLICACION mencionaremos los siguientes:

1.- Volteos:

El camión de volteo es el medio de acarreo más eficiente para las obras donde, los recorridos a efectuarse son grandes y las superficies de rodamiento se conservan en buen estado, aunque en algunas ocasiones por necesidades del proyecto tengan que emplearse para fuera de las carreteras y en terrenos poco accesibles.

En la edificación, para acarrear tierra producto de la excavación para cimentaciones, caminos urbanos y suburbanos, para surtir, arena, grava, materiales para relleno y abonos vegetales.

2.- Volquetes (Dumpers):

Es un equipo empleado para acarreo fuera de la carretera mismo que transporta los materiales desde los bancos hasta las escolleras o los rompe-olas, acarreo a las plantas de trituración, acarreo a las presas, etc.

El acarreo de tierra, material mixto, roca, agregado, material petreo, arcillas, es el trabajo más común de estas máquinas y puede considerarse como un equipo adecuado para subir cuesta arriba con grandes volúmenes de materiales. Sus acarreo son de tipo largo.

3.- Vagonetas:

Equipo usual para acarreo de grandes volúmenes, en obras tales como la construcción de presas de tierra, diques, carreteras, aeropuertos; en donde los caminos de acarreo pueden mantenerse en condiciones razonablemente buenas.

Generalmente los equipos con descarga de fondo están proyectados para formar terraplenes y para trabajo sobre terreno irregular; los de descarga lateral que pueden trabajar a altas velocidades, se utilizan para construir las orillas de los terraplenes y en donde se tienen que cubrir grandes distancias.

4.- Dumptors:

Este equipo esta diseñado para acarreo cortos, exclusivos para trabajos de perforación y explotación de túneles y minas, donde el espacio restringido del lugar dificulta la maniobra de girar o dar vuelta, permitiendo así la aplicación directa de esta máquina que elimina las vueltas al desplazarse en ambos sentidos.

5.- Plataformas:

La aplicación de estos vehículos es exclusivamente para transportar maquinaria y equipo, postes, troncos, elementos de concreto prefabricados, estructuras de acero, mástiles.

II. 4.- BANDAS TRANSPORTADORAS.

Los sistemas de bandas transportadoras se emplean - extensamente en el campo de la construcción, en donde con frecuencia proporcionan el método más satisfactorio y económico para manejar y transportar materiales.

Se clasifican en dos formas y son:

- a) Portátiles.
- b) Permanentes.

A su vez hay otra clasificación aplicable a los dos casos anteriores:

Lisas.

De listones metálicos.

De cadena de cangilones.

Aplicaciones.- Se emplean tanto en acarreos cortos como largos para mover grandes volúmenes de material a lo largo de rutas o terrenos difíciles, para transportar arena y -- grava en plantas de trituración (siendo su función de complemento de las mismas), en plantas de asfalto o de tratamiento, etc.

Otra aplicación es como unidad independiente para -

acarrear material desde los bancos hasta las tolvas o almacenes dentro de la obra, en la elevación del concreto o para algunos otros materiales.

CAPITULO III

DESCRIPCION GENERAL DEL

EQUIPO DE ACARREO

III.- DESCRIPCIÓN GENERAL DEL EQUIPO DE ACARREO.

En éste capítulo se hará mención de las características, particularidades o elementos que permitan hacer una -- descripción en términos generales del equipo pesado de acarreo, sin entrar en detalles que se salgan del propósito que se persigue en esta tesis.

III.1. TRACTORES.

Descripción: En la actualidad se cuenta con una -- gran variedad de máquinas para realizar trabajos, pero posiblemente ninguna tan conocida como el tractor y aunque resulta ser un equipo costoso, en muchas ocasiones los que manejan este equipo delegan en gente irresponsable su operación, casi siempre por desconocimiento o apatía, lo que da como resultado un mínimo valor de rescate cuando se reemplaza el equipo.

Cuando se adquiere equipo de la categoría de un -- tractor de inmediato debe estar produciendo ya que, el capital invertido es de tal magnitud que la inactividad le causa pérdidas al dueño, es peor que tener el dinero guardado sin -- beneficio alguno. Al contrario un equipo o máquina o grupo -- de máquinas adquiridas y manejadas con eficiencia pueden permitir al dueño no solo obtener beneficios que compensen la -- inversión sino también tener utilidades que aceleren el progreso de la empresa.

Tanto los tractores de orugas como los de ruedas an -- bos son utilizados en las construcciones, sin embargo, para -- excavar el de carriles es más conveniente en términos generales.

Al seleccionar el tractor que debe usarse es necesario tomar en cuenta el tipo de obra por ejecutar, superficie de rodamiento y pendientes, dureza de los materiales por excavar, distancias de acarreo, dificultades de ataque, cantidades de obra por ejecutar, y otra serie de factores.

El tractor de carriles consta principalmente de un motor diesel, apoyado en un chasis, un sistema de transmisión de diseño planetario para enviar la potencia generada por el motor mediante mandos finales al sistema de tránsito.

El motor es de combustión interna, de cuatro tiempos, seis cilindros. La potencia neta en el volante esta indicada bajo determinadas características de temperatura, presión barométrica y revoluciones por minuto.

El tractor de oruga tiene la gran ventaja de que -- construye sus propios caminos de acceso para llegar a los sitios de trabajo.

Entre las ventajas que se le adjudican al bulldozer montado sobre orugas están las siguientes:

- 1.- Puede operar en zonas montañosas y de fuertes pendientes.
- 2.- Habilidad para entregar un mayor esfuerzo de tracción especialmente al estar operando en un terreno suave como por ejemplo suelo suelto o lodoso.

- 3.- Habilidad para viajar sobre superficies lodosas.
- 4.- Habilidad para operar en formaciones rocosas, en donde pueden dañarse seriamente las llantas.
- 5.- Habilidad para viajar sobre superficies ásperas, que pueden reducir el costo de mantenimiento de los caminos de acarreo.
- 6.- Mayor flotación debido a las menores presiones bajo las orugas.
- 7.- Mayor versatilidad de empleo en las obras.

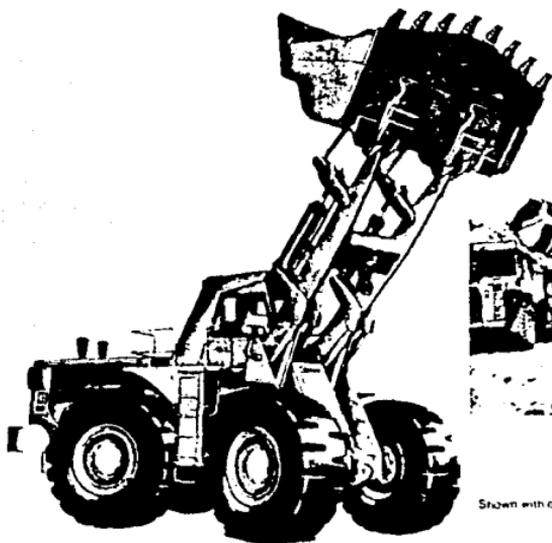
Entre las ventajas que se le adjudican a los bulldozers montados sobre tractor enlantado o de neumáticos están las siguientes:

- 1.- Mayores velocidades de avance en la obra o de una obra a otra.
- 2.- Eliminación del equipo de flete para transportar el bulldozer a una obra.
- 3.- Mayor rendimiento, especialmente cuando se necesita una distancia considerable de viaje.
- 4.- Menor fatiga para el operador.
- 5.- Habilidad para viajar en carreteras pavimentadas sin perjudicar las superficies.



CATERPILLAR

992B
Wheel Loader

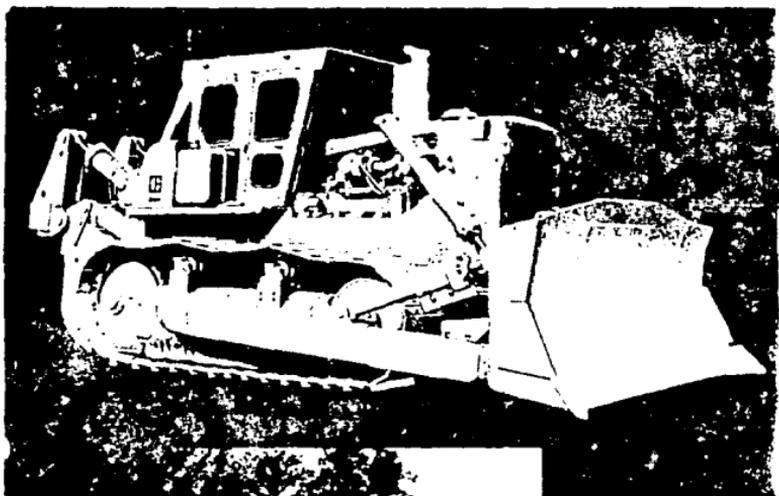


Shown with optional ROPS cab



CATERPILLAR

D9H
Track-type Tractor



BULLDOZER.

Descripción: Comprende esencialmente una hoja empujadora recta o ligeramente curva, colocada en la parte delantera perpendicularmente a la dirección de avance del tractor.

La hoja es una estructura maciza de acero que lleva en el filo delantero de su base una cuchilla, que también es de acero y con piezas intercambiables. Pueden instalarse placas en los extremos de la cuchilla para reducir el derramamiento cuando se utiliza la máquina para mover tierra.

En algunos casos se provee a la hoja de una placa tope, permitiendo al bulldozer trabajar como si fuera un empujador.

El funcionamiento para levantarla y bajarla se hace mediante un control hidráulico o de cable cuya potencia es proporcionada por el motor.

Para algunas obras cualesquiera de los dos tipos será satisfactorio, mientras que para otras obras un tipo será superior.

Entre las ventajas que se adjudican al control de cables están las siguientes:

- 1.- Simplicidad de instalación y de operación.

2.- Simplicidad de reparación de los controles.

3.- Reducción en el peligro de dañar la máquina, - ya que la cuchilla puede moverse hacia arriba para pasar por encima de las obstrucciones rígidas, tales como grandes guijarros.

Las ventajas que se le adjudican al control hidráulico son las siguientes:

1.- Habilidad para producir una alta presión hacia abajo sobre la cuchilla, además de su peso, para hundirla en el suelo.

2.- Habilidad para mantener un ajuste más preciso de la posición de la cuchilla.

La actividad más frecuente es la de: excavar y acarrear, pero de cualquier modo en los grandes proyectos de Ingeniería Civil, casi siempre la vanguardia de la maquinaria - la forman los bulldozers y a la vez es la última máquina en - dejar la obra pues realizan la limpieza final y la conformación de los terrenos atacados.

FROM ALL SIDES





CATERPILLAR

824B

wheel-type tractor



D9H

BECAUSE YOU GET A BETTER MACHINE



III.2. ESCREPAS.

Generalidades.- En los tiempos actuales las obras de construcción requieren de mayores movimientos de tierra, - así por ejemplo en la construcción de aeropuertos, de carreteras y de presas.

Para realizar estos movimientos de tierra existen diferentes tipos de máquinas, siendo las motoescrepas las que mayor demanda han tenido últimamente principalmente en las obras, donde se requiere acarrear las terracerías a distancias que oscilan entre 200 a 3,000 metros debido a que compiten en costo con los sistemas tradicionales de cargador y camión o también cargador-vagoneta, independientemente de otras ventajas de carácter técnico tales como la colocación del material en capas o espesores controlables que permiten un mejor control en la calidad de la construcción de terraplenes, en los acabados de cortes, etc.

La Motoscrepa se compone de la siguiente manera: A la parte del equipo que maneja el material se le llama escrepa o raspador; el otro componente, que aporta la potencia, se conoce como la unidad motriz. En consecuencia puede llamarse a este equipo tractor-raspador. Por simplicidad, a toda la combinación se le llama generalmente MOTOESCREPA.

Estas máquinas son el resultado de un cruce entre - las mejores máquinas de carga y las mejores máquinas de acarreo, y como puede esperarse de cualquier máquina compuesta, no son superiores a otras máquinas tanto en carga como en acarreo. Las palas mecánicas, las dragas y los cargadores Eu-

clid usualmente las sobrepasarán en carga solamente, mientras que los camiones las pueden sobrepasar sólo en acarreo, especialmente, cuando se utilizan caminos de acarreo largos y - bien mantenidos. Sin embargo, ya que su diseño les permite - la habilidad para desarrollar ciclos de trabajo completo y específico, que comprenden desde la excavación de grandes volúmenes del mismo, les da una ventaja decisiva en muchas obras.

El desarrollo de los tractores enlantados de alta velocidad ha incrementado la distancia de acarreo económico - para este tipo de maquinaria hasta una milla o más en muchas obras.

La habilidad de estas máquinas para depositar sus - cargas en gruesas capas uniformes, facilitará las subsecuen-- tes operaciones de terraplenado. En los viajes de regreso a los bancos de préstamo pueden bajarse las cuchillas cortantes de las escrapas lo suficiente para allanar los montículos, -- ayudando así al mantenimiento de los caminos de acarreo.

La tierra, con frecuencia se encuentra en capas estratificadas que deben mezclarse revolviendo los materiales - de diferentes capas. La limitada profundidad de corte no permite que las escrapas mezclen el material en forma satisfactoria.

Por esta razón, algunas veces se utilizan palas y - camiones, aunque las escrapas puedan manejar el material de - manera más económica.

Las ventajas previamente discutidas, así como las -

desventajas de los tractores de oruga, en comparación con los tractores de neumáticos, se aplicarán, en la mayoría de los casos, a las escarpas tiradas por tractor o de arrastre, que se vera más adelante.

Descripción.- Son máquinas básicamente constituidas por una caja metálica (donde se aloja el material excavado) - soportada por un eje con 2 ruedas neumáticas en la parte trasera; por un yugo o marco en forma de cuello de ganso, y por un tractor de orugas o de llantas que utilizan para su desplazamiento.

La caja lleva, una compuerta curva que puede subir o bajar mediante un mecanismo de cables, eléctrico o hidráulico, una cuchilla de acero resistente a la abrasión, colocada en la parte inferior delantera, y que se emplea para excavar y controlar la entrada y salida del material, va descubierta en su parte superior, y soportada o articulada al frente por medio del yugo o cuello de ganso, el que a su vez descansa sobre las llantas propulsoras del tractor.

Existen modelos en donde el piso y el respaldo constituyen una sola pieza en forma de tapadera o faldón, y cuya función es la de regular la carga y descarga del material, -- abriéndola o cerrándola para tal o cual función. El respaldo o pared trasera de la caja es conocida también con el nombre de ejetor o placa-exulsores; la operación de descarga es más efectiva gracias al respaldo ejetor o placa expulsora, que - desaloja el material empujándolo de atrás hacia adelante hasta descargarlo.

El yugo, que interviene en las funciones de la caja, colocándola en la posición e inclinación correcta, incluye un travesaño y un 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 escrepa, considerando a la caja y el tractor como una sola máquina, es el que suministra de manera general la potencia - necesaria para el desplazamiento y funcionamiento de ésta.

NOTA.- En lo que respecta a la cuchilla, en algunos casos la penetración llega a ser de 10 a 30 cms. en motoescrepas de 11 a 20 m³ y del orden de 50 cms. en las de mayor tamaño. De acuerdo a la profundidad del corte y el ancho de la cuchilla será la longitud de corte para el llenado total de la caja. Una vez llena la caja se levanta, se cierra la compuerta delantera y se ejecuta el acarreo.

Existen varios diseños básicos de motoescrepas, la mayoría de los cuales tiene una sola unidad motriz de combustión interna. En este caso la unidad motriz va instalada al frente del tractor, y sirve para tirar de la escrepa. Hay -- también motoescrepas de dos motores, que tienen la segunda -- unidad motriz instalada atrás del recipiente o cajón de la escrepa. Este motor sirve para empujar todo el equipo, y su -- funcionamiento debe considerarse con el de la unidad motriz -- frontal que aporta la potencia de tiro.

Una de las clasificaciones más actualizadas de los diferentes tipos de motoescrapas y capacidades la tiene la -- Caterpillar la cual consiste básicamente de 4 grupos con 16 - modelos todos operados por medio de sistemas hidráulicos.

<u>MAQUINA</u>	<u>TIPO</u>	<u>CAFACIDAD</u>	<u>No. DE MODELO</u>
Motoescrapa	Estandard	8 - 31 m ³	6
Motoescrapa	De potencia en Tandem	11 - 32 m ³	4
Motoescrapa	De tiro y empuje (Push-Pull)	11 - 49 m ³	3
Motoescrapa	De autocarga (con mecanismo elevador)	11 - 31 m ³	3

Todos estos modelos estan diseñados para mover todo tipo de materiales con excep_ción de roca, ya que de usarse - para roca existe una caja reforzada especialmente y es usada en las motoescrapas estandard o de potencia en Tandem. Para realizar dicha actividad la roca se deberá tronar adecuadamen te, es decir, que permita ser cargada por la motoescrapa.

Este equipo a evolucionado en las últimas décadas - en las características antes mencionadas así como en relación

con el tamaño de las mizas. Se pueden ver motoescrapas con -
con capacidad de 8 m^3 hasta 50 m^3 .

Dicho esto, y en base a la clasificación dada en el capítulo anterior seguiremos con la descripción general de la misma.

a) Escrapas de arrastre.

Descripción.- Estas máquinas están constituidas básicamente de dos partes; la primera la forma una caja metálica donde se aloja el material excavado, la segunda es el yugo o marco en forma de cuello de ganso. Por lo general para desarrollar un trabajo van jaladas o remolcadas por un tractor de orugas de un sólo motor, ya que se considera más importante que se aproveche la potencia del tractor que su velocidad. Esta escropa tiene su caja soportada o apoyada sobre sus propias llantas, tanto en la parte delantera como en la trasera y no sobre las llantas propulsoras del tractor.

b) Escrapas autoimpulsadas.

Descripción.- Estas máquinas están formadas fundamentalmente por una caja metálica y diseñadas de tal forma -- que junto con su tractor de dos o cuatro llantas formen un sólo equipo. Generalmente se recomienda el uso del tractor empujador de placa topadora, el cual aumenta la potencia y la tracción de las llantas propulsoras sobre todo al momento de la carga. En materiales suaves se pueden cargar solas.

En la actualidad se puede reemplazar totalmente al tractor empujador gracias a la instalación de un motor diesel o eléctrico adicional sobre la parte trasera de la caja, con lo cual se duplica considerablemente la potencia y proporciona tracción a las llantas posteriores del equipo.

Con la potencia que se adiciona y la tracción que obtiene con esta sustitución se permite a estas motoescrepas poder cargarse por sí mismas, así como alcanzar rápidamente su velocidad de acarreo, en pendientes fuertes y terrenos regalosos.

c) Escrepas tandem.

Descripción.- Equipo que se compone de dos cajas o escrepas mismas que van una detrás de la otra y un tractor de neumáticos que sirve para su desplazamiento, su control es eléctrico o hidráulico y su operación se efectúa desde el tractor. La escrepa que va adelante se articula por medio de su cuello el cual va sobre el eje propulsor del tractor, para dar su capacidad de carga y soportar su peso cuenta con dos juegos de llantas traseras, puesto que al recibir el peso de la siguiente escrepa éste se incrementa considerablemente.

También se ayudan de un tractor empujador para la carga y acarreo, y de un tractor adicional en cada escrepa lo que le permite aumentar en potencia y velocidad; en condiciones normales y debido a la fuerza de tracción de sus llantas pueden cargarse y desplazarse por sí solas. En cuanto al procedimiento de carga son más lentas que las escrepas que trabajan solas, pero en lo que respecta a la descarga del material

igualan o rebasan a las anteriores y que las dos descargan - simultaneamente el material o una enseguida de la otra operan do doblemente y recuperando el tiempo perdido en la carga.

d) Escrepas autocargables.

Descripción.- Este equipo esta formado por una es- crepa con sistema de elevación de cadena, y un tractor de dos llantas.

El elevador trabaja para ayudar a cargar el mate- rial, moviendolo en dirección inversa de la acción de acomoda miento que tiene lugar al frente de la hoja de expulsión o -- compuerta de cola de la motoescrepa, dicho en otras palabras, el elevador levanta al material suelto por arriba de si mismo, a lo largo del lado inferior del elevador, hasta que lo vacía sobre la carga.

Este sistema permite a la escrepa cargar en su tota lidad sin requerir el uso del tractor empujador.

Todo esto permite que se tenga suficiente potencia para llevar a cabo la excavación y acarreo.

El elevador por lo general es de tambor giratorio, hidráulico ; van colocados en la parte delantera de la caja.

En general y gracias a este sistema elevador, éstas máquinas se pueden cargar por si mismas en muchos trabajos --

que realizan.

e) Escrepas push - pull (de tiro y empuje).

Descripción.- Este nuevo concepto de equipo ha - - agregado versatilidad a las escrepas de 2 motores, ya que, esta formada por 2 escrepas autoimpulsadas las cuales trabajan unidas extremo con extremo, en el área de carga. Para cargar la primera, se utiliza un bloque empujador, de manera que la - segunda motoescrepa sirva como empujador. Cuando se ha cargado la primera, ésta ayuda a cargar a la segunda, tirándola de un gancho sujeto al bloque. Esta operación se efectúa con -- gran rapidez y sin la necesidad de un tractor empujador.

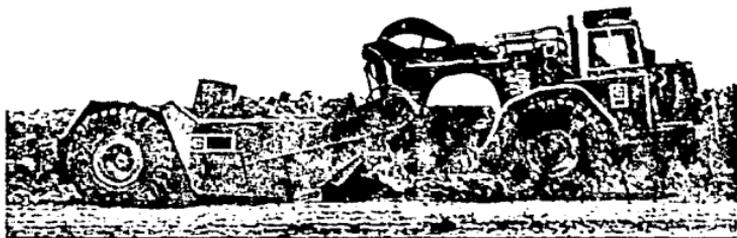
Ya que cuentan con la potencia que les da sus dos - motores a cada una y la tracción de todas sus llantas juntas, pueden subir cuestas con facilidad, al igual que las autoim-- pulsadas pueden hacer el recorrido de regreso cada una por - separado. Sus ventajas mas notables son:

- No necesitan tractor empujador.
- Se reduce número de escrepas.
- No se incluye al costo el tiempo perdido por el empujador.
- Se evitan amontonamientos de máquinas.
- El costo por el arreglo consistente en un esfuerzo especial en los bastidores y el cuello de ganso más el sistema de enganche representa tan solo de un 6 a un 7 % de la inversión de una motoescrepa autoimpulsada.



La Tractor de Elevación Caterpillar 615C presenta rendimiento mejorado de carga y acarreo, mejor facilidad para servicio y mejor comodidad del operador.





III. 3. CAMIONES.

1.- Volteo.

Descripción.- Este equipo se puede describir como una máquina diseñada para desarrollar un trabajo de acarreo - circulando dentro ; fuera de las carreteras.

Esta compuesto basicamente de: Una caja metálica o volteo, una cabina de control, de un chasis, dos ejes (en el camión común) y de 3 ejes, y de neumáticos para desplazarse.

La caja o volteo, es primordialmente de construcción de placa, los lados metálicos son un poco más cortos que el frente y que la puerta de cola, para facilitar la carga lateral de las unidades. Si el material que ha de acarrear es ligero y el encargado de planeación desea acarrear mayores volúmenes, pueden agregarse tablonas de madera a los lados para lograr un nivel superior igual a todo el rededor; la caja es de accionamiento hidráulico y descarga trasera, el mecanismo de volteo consiste en uno o dos cilindros hidráulicos, accionados en forma independiente desde la cabina.

La cabina, es donde se encuentran todos los controles y termina inmediatamente despues del asiento del operador.

El chasis es donde se soporta todo lo que constituye el equipo.



Los neumáticos, para este tipo de camiones es variable, ya que consta de dos neumáticos delanteros y de cuatro a ocho traseros.

En general los camiones que se utilizan fuera de carretera son de proyecto semejante solo que sus partes deberán ser más fuertes, gruesas y robustas.

Como limitante, tienen un ancho máximo aproximado de 2.43 m., y los mas comunes son de una capacidad de 6 y 8 m³.

Combustible, puede ser gasolina, diesel, propano o butano.

2.- Volquetes (Dumpers).

Descripción.- Debido a su gran movilidad y rapidez, son utilizados en grandes obras de movimiento de tierra y utilizados en caminos fuera de carretera debido a sus grandes dimensiones, es considerado como equipo de tipo pesado.

En general éstas máquinas constan de una caja, el bastidor, llantas, el motor (de diesel), y la cabina de mando, lo cual además va protegida por una visera especial fijada a la caja.

Una particularidad en los de pequeña y mediana capacidad es el dispositivo que permite hacer girar el asiento del conductor junto con su tablero de control, de acuerdo al

La compañía Tidewater Grading, Inc., de Virginia, EE.UU., emplea un volquete articulado Volvo RM 420 para construir estanques. La unidad de 20 ton. de VME America, ofrece la tracción adicional que se necesita en terrenos fangosos.



sentido de la marcha.

En todos los modelos la caja es accionada hidráulicamente y con descarga trasera.

A manera de ejemplo de enlistan algunos de tantos modelos que tiene la Caterpillar:

Modelo 769 C: - Capacidad de 31.8 Ton. métricas (35 Ton.)

- Capacidad a ras : 17.4 m³
- Capacidad colmada : 23.5 m³
con relación SAE 2:1
- Peso total vacío : 30,530 Kg.
- Peso total cargado : 62,282 Kg.
- Altura de carga : 3,200 mm.

Modelo 773 B: - Capacidad de 45.4 Ton. métricas (50 Ton.)

- Capacidad a ras : 26 m³
- Capacidad colmada : 34.1 m³
con relación SAE 2:1
- Peso total vacío : 38,805 Kg.
- Peso total cargado : 84,165 Kg.
- Altura de carga : 3,683 mm.

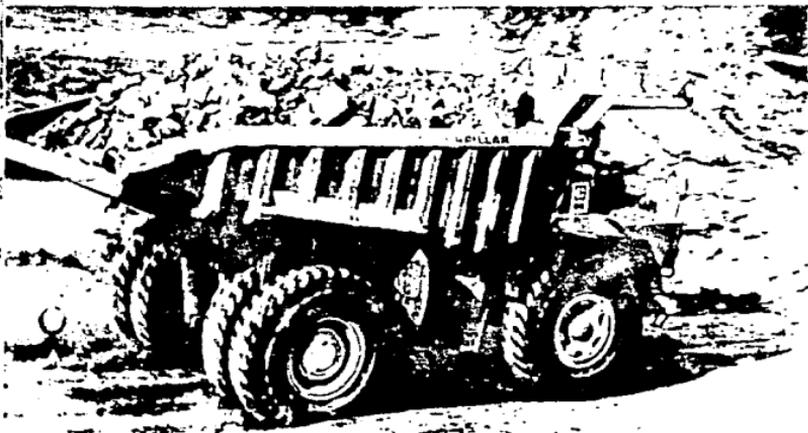
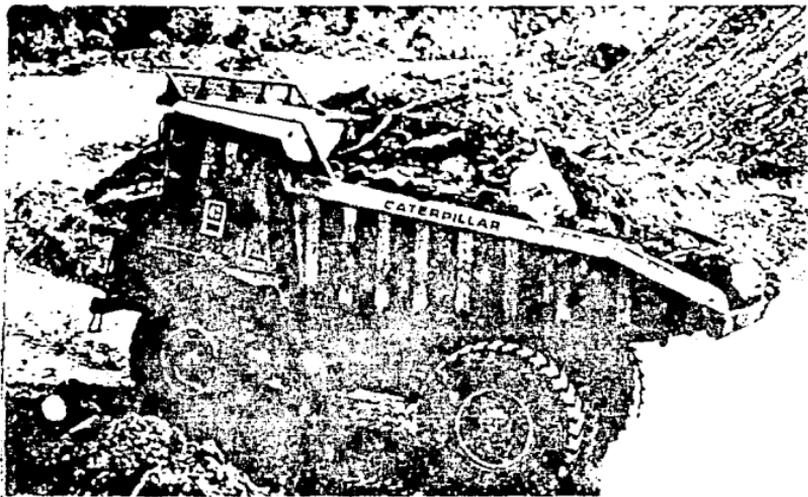


CATERPILLAR

769B
Truck



off-highway trucks built to cut the cost of hauling





CATERPILLAR

777
Truck



Modelo 777: - Capacidad de 77 Ton. métricas (55 Ton.)

- Capacidad a ras : 36.3 m³
- Capacidad colmada : 51.3 m³
con relación SAE 2:1
- Peso total vacío : 56,428 Kg.
- Peso total cargado : 133,540 Kg.
- Altura de carga : 4,140 mm.

Existen otros modelos como el 773, el 769, el 769By otros mas que quedarían incluidos entre los antes citados o con las mismas capacidades, pero con unas o varias modificaciones particulares.

Cabe hacer notar que las unidades de acarreo para tránsito fuera de carretera requieren más potencia que las unidades para tránsito en carretera. Para que pueda acarrear mayor tonelaje se sacrifica su velocidad, y alcanza un máximo comprendido entre 30 y 40 mph. a no ser que su unidad motriz primaria sea del tipo de camión y pueda transitar a mayor velocidad.

3.- Vagonetas.

Descripción.- Estas máquinas se diseñan exclusivamente para mover grandes volúmenes de tierra, puede contar con uno o dos ejes de llantas, donde soporta su caja y su unidad motriz, van articulados a un tractor (o camión) como la -

escrepa para tierra.

Básicamente consta de una hoja montada sobre un bastidor y de un vehículo propulsor que se mueve a base de diesel, se clasifican en semiremolques y remolques. Cuando el bastidor va apoyado únicamente en su parte trasera mediante sus propias llantas y soportada al frente sobre las ruedas propulsoras del tractor o del camión, se llama semiremolque, pero cuando el bastidor va apoyado en ambos extremos en sus respectivos ejes, y de manera que ningún peso descansa sobre el vehículo propulsor, se llama remolque.

Caja, su funcionamiento es hidráulico, alargada y de un ancho mayor en la parte superior. Su descarga puede ser por el fondo, o bien de descargar lateral con vaciado para uno o ambos lados.

El tracto - vagoneta de vaciado por el fondo se diseña para manejar materiales que corren libremente, como tierra suelta, arena, grava y piedra triturada, pero no roca.

Caterpillar diseña diferentes modelos por mencionar algunos están el D 275, D 250, D 330, D 350, D 550.

Como dato el D 275 tiene una capacidad de 25 Ton. métricas.

4.- Dumptors.

Descripción.- Realmente se trata de un Volquete pero con dimensiones menores, estan compuestos por un motor, -- una caja y un bastidor, formando un solo equipo para efectuar acarreos cortos. Cuenta con un chasis semejante al de los -- tractores de llantas y tiene la particularidad de ser opera-- dos en ambos sentidos mediante dos tableros de control, accio-- nando uno u otro segun la dirección en que se desplaza.

Son de tracción propia y utilizan diesel, van sostenidos sobre dos llantas de propulsión en su parte trasera ; - dos ruedas directrices, en la delantera, las llantas delant-- ras pueden ser tambien de tracción propia.

5.- Plataformas.

Descripción.- Este equipo esta diseñado para tran-- sitar dentro de las carreteras; tienen una plataforma baja y una resistente rampa de acero, que se adapta en el extremo -- posterior del equipo para facilitar la carga y descarga.

Se distinguen dos grupos principales;

- a) Remolques de ejes delantero y trasero, con plataformas de tipo horizontal y carga trasera;
- b) Remolque de ejes traseros en plataforma de tipo horizon-- tal, inclinable, de traveses o de vigas de l, y con la parte delantera o cuello de cisne que apoyada sobre las llan-- tas propulsoras del tractor, permiten que la carga se rea-- lice por detrás mediante la rampa de acero, o por delante si se desconecta el cuello.

III. 4. BANDAS TRANSPORTADORAS.

Descripción.- Las partes esenciales de un sistema de transportador de banda incluyen una banda continua, rodillos, una unidad motriz, poleas motrices y de arrastre, equipos para subir y una estructura de apoyo. La fuerza motriz se proporciona por medio de un motor de gasolina propio, a través de una flecha y caja de velocidades a la polea motriz. Los aditamentos de operación incluyen ruedas rotatorias, base en V, malacate hidráulico, altura de mástil corta, y baleros antifriccionantes en toda la máquina.

Cuando se utiliza un sistema de transportador de banda para llevar materiales a distancias considerables, hasta varias millas en algunos casos, el sistema deberá consistir de un número de escalones diferentes, ya que existe un límite de longitud máxima de la banda.

Cada escalón es una unidad transportadora completa que descarga en la posterior de la siguiente unidad. Este sistema puede operar en cualquier terreno siempre y cuando las pendientes no excedan de las permisibles para las cuales el material particular pueda ser transportado.

La banda es la superficie móvil y de soporte sobre la que se transporta el material. Existen muchos tipos, tamaños, y calidades, de entre los cuales puede seleccionarse la banda más adecuada para un trabajo en especial.

Las bandas se manufacturan uniendo entre sí varias capas de lona tejida para formar un armazón que proporciona -

la resistencia necesaria para resistir la tensión en la banda. Las capas están cubiertas con un adhesivo que las combina en una estructura integral. Se emplean tipos especiales de refuerzo, tales como rayón, nylon, y cables de acero para aumentar la resistencia de la banda.

Rodillos.- Los rodillos proporcionan el apoyo de la banda sin fin. Para la porción de la banda que lleva la carga, los rodillos están diseñados para proporcionar el alineamiento necesario, mientras que para la porción de regreso de la banda, los rodillos proporcionan apoyos planos. Las partes esenciales de los rodillos en canal incluyen los rodillos mismos, los soportes, y la base.

C A P I T U L O I V

M E T O D O L O G I A P A R A E L C A L C U L O D E R E N D I M I E N T O S .

IV. METODOLOGIA PARA EL CALCULO DE RENDIMIENTOS.

En este capítulo veremos el cálculo de rendimientos de los equipos que en páginas anteriores ya mencionamos, por lo cual será necesario describir algunos elementos, que para su cálculo es necesario conocer.

En el ramo de la construcción se utiliza el término "Producción" con el mismo significado que "Rendimiento".

Rendimiento.- Se entenderá por rendimiento, al volumen de material movido durante la unidad de tiempo.

El rendimiento va a depender de numerosos factores como son:

- 1.- Capacidad del cucharón y su posibilidad de llenado.
- 2.- El tipo de material.
- 3.- Altura del terreno a excavar y la altura de descarga.
- 4.- La rotación necesaria entre la posición de excavación y descarga.
- 5.- La habilidad del operador.
- 6.- La rapidez de evacuación de los materiales.
- 7.- Características de la organización de la empresa.
- 8.- Capacidad del vehículo a cargar.

IV. 1. RENDIMIENTO DE CARGADORES FRONTALES.

El rendimiento aproximado de un cargador frontal sobre orugas o neumáticos se obtiene de las siguientes formas:

- A) Por observación directa.
- B) Por medio de reglas y fórmulas (teórico).
- C) Por medio de tablas proporcionadas por el fabricante.

A) Cálculo del rendimiento de un cargador frontal por medio de observación directa.- Es la medición física de los volúmenes de materiales movidos por el cargador, durante la unidad horaria de trabajo; cronómetro en mano.

Este método nos da rendimientos reales, y nos permite un medio objetivo de comparación entre el rendimiento real y el rendimiento teórico, pero no es recomendable para usarlo como parámetro en una compra.

B) Cálculo del rendimiento de un cargador frontal por medio de reglas y fórmulas.- El rendimiento aproximado por medio de este método es de la forma siguiente:

Se calcula la cantidad de material que mueve el cucharón en cada ciclo y ésta se multiplica por el número de ciclos por hora; para obtener el rendimiento horario.

$$m^3/\text{hora} = m^3/\text{ciclo} \times \text{ciclo/hora}$$

La cantidad de material que mueve el cucharón en cada ciclo es la capacidad nominal del cucharón afectada por un factor que se denomina "Factor de Carga", expresado en forma de porcentaje; y que depende del tipo de material que se cargue. Este factor de llenado o de carga debe de considerarse como de importancia, ya que solo en el caso de terrenos ligeros es como se puede llenar al ras el cucharón y eso siempre y cuando esten en condiciones óptimas.

A medida que cambia el tipo de material a cargar, - cambia su forma de llenado, es decir, si se carga arcilla que es un material pesado, el cucharón sólo se llena parcialmente, mientras que en materiales rocosos el llenado es aún mas imperfecto.

$m^3/\text{ciclo} = \text{Capacidad nominal de cucharón} \times \text{Factor de carga}$

El factor de carga se puede determinar empíricamente o tomarse de los manuales del fabricante, como ejemplo: - Se enlistan los siguientes factores, mismos que se tomaron de un fabricante.

MATERIAL SUELTOFACTOR DE CARGA

Agregados Húmedos Mezclados	95 - 100 %
Agregados Uniformes Hasta de 1/8"	95 - 100 %
Agregados de 1/8" a 3/8"	85 - 100 %
Agregados de 1/2" a 3/4"	90 - 95 %
Agregados de 1" o más	85 - 90 %

MATERIAL DINAMITADO

Bien Fragmentado	80 - 85 %
De Fragmentación Mediana	75 - 80 %
Mal Fragmentado	60 - 65 %

OTROS

Mesclas de tierra y piedra	100 - 120 %
Marga Húmeda	90 - 110 %
Tierra vegetal, piedras, raíces	80 - 100 %
Materiales Cementados	85 - 95 %

Ciclos/Hora: Para determinar los ciclos por hora en la operación de un cargador se debe determinar la eficiencia de la operación, o sea los minutos efectivos de trabajo - en una hora y éste dividido entre el tiempo en minutos -- del ciclo total.

$$\text{Núm. Ciclos/Hora} = \frac{\text{Minutos Efectivos por Hora}}{\text{Tiempo total de un ciclo (minutos)}}$$

La fórmula para calcular el rendimiento de un Cargador -- Frontal Sobre Orugas es la siguiente:

$$R = \frac{VC_c}{C_a} \times \frac{60' / \text{hr}}{t_c} \times E ; (\text{M}^3 / \text{hr})$$

Donde;

V = Capacidad nominal del cucharón. Se proporciona tabu lado según potencia y forma de hoja; es decir es un valor práctico.

Pero un cálculo teórico para obtener la capacidad de carga de la cuchilla se puede utilizar la fórmula -- siguiente:

$$V = \frac{Lh^2}{2 \tan \alpha}$$

Donde;

L = Longitud de la hoja en metros.
 h = altura de la hoja en metros.
 α = ángulo de reposo del material.

De la misma forma:

Cc = Factor de corrección al volumen nominal que depende generalmente del tipo de material y - de las dimensiones del equipo de trabajo de - la máquina (cucharón), de donde;

Tabla No. 1.

VALORES DE "C _c "								
MATERIAL	CAPACIDAD NOMINAL (yd ³)							
	3/4	1	1 1/2	2	2 1/2	3	3 1/2	4
Arcilla húmeda arenosa	1.15	1.15	1.15	1.16	1.16	1.16	1.20	1.22
Arcilla dura y tenaz	1.10	1.10	1.10	1.12	1.12	1.12	1.16	1.18
Arcilla cohesiva húmeda	1.10	1.10	1.10	1.12	1.12	1.12	1.16	1.18
Tierra común	1.00	1.00	1.00	1.05	1.05	1.05	1.08	1.08
Arena o grava	0.93	0.93	0.96	0.96	0.96	0.98	1.02	1.02
Roca bien fragmentada	0.80	0.85	0.90	0.92	0.95	1.00	1.00	1.00
Roca mal fragmentada	0.60	0.70	0.75	0.80	0.80	0.90	0.95	0.95
Escombros	0.85	0.85	0.90	0.90	0.90	0.95	0.95	0.95

Tabla que se tomará para efecto de los ejercicios.

Ca = Factor de abundamiento (o Factor volumétrico)

Ca: Depende de las condiciones físicas del material; su aplicación esta condicionada a la forma en que se -- efectue la valuación del Rendimiento o Producción.

Para una producción midiendo el material suelto;

$$Ca = ;$$

Si el resultado de la producción se tiene que dar -- en metros cúbicos medidos en el banco, Ca tiene un valor -- que se determina del abundamiento del material observado o el correspondiente de acuerdo con valores en tablas.

Para este objetivo considero conveniente clasificar a los materiales como sigue:

$$Ca \left\{ \begin{array}{l} \text{Material A} = 1.2 \\ \text{Material B} = 1.3 \\ \text{Material C} = 1.5 \end{array} \right.$$

Tiempo de un ciclo.- Tambien denominado tiempo total de un ciclo, el cual pertenece principalmente a las diferentes máquinas que realizan varias operaciones para completar correctamente un trabajo, el cual determina el tiempo total en minutos de los ciclos de trabajo, de donde:

$t_c = \text{tiempo de carga} + \text{tiempo de maniobras} + \text{tiempo de viajes (acarreos)} + \text{tiempo de descarga.}$

NOTA: Los tiempos de carga, descarga y maniobras, algunos fabricantes los incluyen dentro de un tiempo que se denomina "el tiempo del ciclo básico" el cual se puede tomar en forma teórica de estadísticas de varias obras o de recomendaciones de fabricantes. Los cuales dicen que el tiempo del ciclo básico es del orden de 20 a 25 segundos, afectado por diversos factores.

El tiempo del ciclo de acarreo (ida y vuelta) - si se desconoce, puede tomarse de gráficas hechas por los fabricantes o prepararse con datos estadísticos medidos en la obra en forma apropiada.

Existen gráficas del tiempo estimado de acarreo o retorno para diversos cargadores, las cuales se anexaran.

Para el caso que nos ocupa se utilizaran los siguientes datos obtenidos por la Secretaría de Obras Públicas:

Tabla No. 2.

<u>TIEMPO DE CARGA</u>	
TIPO DE MATERIAL	TIEMPO (minutos)
Arcilla húmeda arenosa	0.05 - 0.07
Materiales cementados	0.10 - 0.20
Tierra común compactada	0.05 - 0.10
Agregados uniformes	0.03 - 0.05
Agregados mesclados	0.04 - 0.06
Roca bien fragmentada	0.05 - 0.20
Roca mal fragmentada	0.10 - 0.20

<u>TIEMPO DE MANIOBRAS</u>	
0.22 minutos (los normales)	
Incluye: cuatro cambios de sentido de marchas y los virajes.	

<u>TIEMPO DE DESCARGA (varía)</u>	
Libre - - - -	0.02 min.
Tolva - - - -	0.04 min.
Camión - - - -	0.04 a 0.07 min.

<u>TIEMPOS DE ACARREO (viajes)</u>	
1.- En trabajo normal de carga (recorrido medio 7 m)	0.10 min.
2.- En trabajo de carga y acarreo	

$$tv = \frac{dc}{Vc} \times \frac{dv}{Vv}$$

dc = distancia de viaje cargado.
 dv = distancia de viaje vacío.
 Vc = Velocidad media cargado.
 Vv = Velocidad media vacío.

E: Factor de Eficiencia de la Máquina.- Concepto que se conoce también como Factor de rendimiento de trabajo o Eficiencia General.

Básicamente el factor de eficiencia representa las pérdidas del rendimiento en el equipo, las cuales están en función directa de las condiciones mismas de la máquina, de la adaptación que ésta tenga para un cierto trabajo y de las condiciones en que se encuentre la obra.

En general va a depender de las Condiciones de la Obra y de las Condiciones de la Administración.

La eficiencia se puede estimar basándose en datos de la Secretaría de Obras Públicas como sigue:

Tabla No. 3.

CONDICIONES DE LA OBRA	CONDICIONES DE LA ADMINISTRACION							
	EXCELENTES		BUENAS		REGULARES		MALAS	
	%	Min/h	%	Min/h	%	Min/h	%	Min/h
EXCELENTES	80	48.00	75	45.00	70	42.00	65	39.00
BUENAS	75	45.00	70	42.00	65	39.00	60	36.00
REGULARES	70	42.00	65	39.00	60	36.00	55	33.00
MALAS	65	39.00	60	36.00	55	33.00	50	30.00

Condiciones de Obra.-

Excelentes: Los factores derivados de la ubicación de la obra, el proyecto, las especificaciones y el programa, ejercen influencia positiva y por tanto facilitan la ejecución de la obra.

Buenas: La influencia por los factores antes mencionados es la normal para la obra de que se trate.

Regulares: Alguno o algunos de los factores señalados siendo minoría, ejercen influencia negativa en la ejecución de la obra.

Malas: La mayor parte de los factores ejercen influencia negativa en la ejecución de la obra.

Condiciones de la Administración:-

Excelentes: La experiencia, organización y disposición de recursos del contratista, así como la dirección y la supervisión de la contratante tienen características positivas para la ejecución de la obra.

Buenas: Los factores señalados para contratista y contratante son los normales.

Regulares: Existe alguna limitación en uno de los factores señalados.

Malas: Existen limitaciones en varios de los factores señalados o algunos de ellos tienen características en extremo negativas.

Lo anterior es para terrenos planos, para terrenos inclinados el rendimiento se calcula corrigiendo de la siguiente manera:

- Pendiente hacia arriba se reduce de 2 a 4 % por cada 1 % de pendiente.

- Pendiente hacia abajo se reduce de 2 a 0 % por cada 1 % de pendiente según el material.

A continuación veremos el cálculo de rendimiento de TRACTORES CON HOJA EMPUJADORA, también por medio de reglas y fórmulas.

Como veremos la fórmula es la misma que la anterior, haciendo cambios en algunos de los factores de corrección:

IV. 2. RENDIMIENTO DE TRACTORES CON HOJA EMPUJADORA.

$$\text{FORMULA: } E = \frac{V C_c}{C_a} \times \frac{60^3/hr}{t_c} \times E$$

V: Valor práctico, se proporciona tabulado según: potencia y forma de hoja.

$$\text{Cálculo teórico: } V = L \frac{h^2}{2 \tan \alpha} k$$

L = Longitud de la hoja.

h = altura de la hoja.

α = ángulo de reposo interno del material.

k = factor de corrección por variabilidad de la sección de la carga.

* 1.0 para materiales arcillosos o cohesivos

* 0.8 para materiales granulares y roca fragmentada.

Cuando se trabaja cuesta arriba el volúmen disminuye 4 % por cada 1 % de pendiente, al ir cuesta abajo es al contrario (como se muestra en la gráfica para pendientes).

De cualquier manera debe considerarse que en distancias mayores de 30 mts. el rendimiento disminuye 5 % por cada 30 mts. adicionales, mismos porcentajes que quedaran indica--

dos más adelante como el factor correctivo por distancia de acarreo.

$$C_a \begin{cases} \text{Material A} = 1.2 \\ \text{Material B} = 1.3 \\ \text{Material C} = 1.5 \end{cases}$$

$$C_c = C_1 \times C_2 \times C_3$$

De donde;

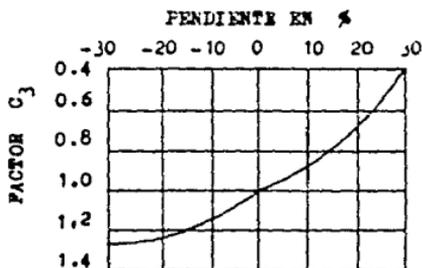
C_1 = Factor correctivo por tipo de material;
se usa cuando V es valor tabulado.

- + 1.0 Arcilla húmeda arenosa.
- + 0.8 Arcilla húmeda o material granular.
- + 0.6 Roca mal fragmentada.

C_2 = Factor correctivo por distancia de acarreo.

- + 1.0 para 15 m.
- + 0.95 para 30 m.
- + 0.90 para 60 m.
- + 0.85 para 90 m.

C_3 = Factor correctivo por pendiente del terreno en línea de ataque según gráfica.



$$t_c = t_f + t_v \text{ (en minutos)}$$

t_f = tiempo fijo, incluye ascenso y descenso de la hoja, paros y cambios de velocidades.

+ 0.05 a 0.10; para máquinas con transmisión automática.

+ 0.10 a 0.15; para máquinas con transmisión directa.

t_v = tiempo variable; incluye recorrido de máquina cargada y vacía:

$$t_v = \frac{d}{V_c} + \frac{d}{V_v}$$

d = distancia de acarreo

V_c = Velocidad máquina cargada.

V_v = Velocidad máquina vacía.

- C) Cálculo del rendimiento por medio de tablas proporcionadas por el fabricante.- Los fabricantes de equipos elaboran manuales de rendimientos teóricos de las máquinas que construyen para determinadas condiciones de trabajo.

Los datos se basan en pruebas de campo, análisis en computadoras, investigaciones en laboratorio, experiencia, etc.

Debe tomarse en cuenta, sin embargo, que todos los datos se basan en un 100 % de eficiencia, algo que no es posible conseguir ni aún en condiciones óptimas. Por lo que al utilizar los datos de eficiencia y producción, es necesario rectificar los resultados que se dan en las tablas, mediante factores adecuados a fin de compensar el menor grado de eficiencia alcanzada, ya sea por las características del material, la habilidad del operador, la altitud y otro sinnúmero de factores que pudieran reducir la producción en un determinado trabajo.

Se deduce que antes de utilizar cualquier información, sobre rendimientos contenida en determinado manual, es esencial conocer detalladamente las condiciones que pueden afectar el trabajo de la máquina.

Por lo que el manual de rendimientos es tan solo una ayuda que si no se compara con la experiencia y las condiciones donde se desarrollará el trabajo, los datos obtenidos de esta forma resultan falsos.

IV. 3. Problemas.

DATOS:

Calcular el rendimiento de un tractor frontal sobre orugas de 2 yd³, el cual cargará material aflojado, bien trozado, a camiones de volteo; con un recorrido medio de 7 m., - el volúmen se medirá en el banco.

Los trabajos se llevarán a cabo en un lugar donde - el programa hace que no se pueda trabajar adecuadamente, por lo demás los factores de obra tienen influencia positiva.

Los factores de la administración son positivos con excepción de la disposición de recursos que en general retrasan los trabajos.

SOLUCION:

Sabemos que,
$$E = \frac{V \cdot Cc}{Ca} \times \frac{60' / hr}{tc} \times E$$

V = m³ sueltos = ?

Cc = ? El volumen se medirá en banco.

Ca = ?

tc = ?

E = ?

De donde;

Paso No. 1.

$$V (m^3) = 2 yd^3 \times 0.765 m^3/yd^3 = 1.53 m^3$$

$$V = 1.53 m^3$$

Paso No. 2.

Ahora para conocer el factor de corrección al volumen nominal, tomando en cuenta la capacidad nominal del tractor y el tipo de material, de la tabla No. 1, sabemos que:

$$C_c = 0.92$$

Paso No. 3

Si sabemos que el material a mover es del tipo C, - por tanto:

$$C_a = 1.5$$

Luego el tiempo del ciclo es:

$$T_c = t_{car.} + t_m + t_v + t_{desc.}$$

Donde; con ayuda de la tabla No. 2 :

$$t_{carga} = 0.12' \quad (\text{promedio de los valores del renglon 6 de la tabla})$$

$$t_m = 0.22' \quad (\text{los normales})$$

$$t_v = 0.10' \quad (\text{para recorrido medio de 7 m.})$$

t desc = 0.05' (promedio descarga a camión)

∴ tc = 0.12' + 0.22' + 0.10' + 0.05' = 0.49'

Ahora la E de la tabla No. 3 :

Condiciones de obra = Regulares

Condiciones de administración = Regulares

Por tanto; E = 60 %

De donde:

$$R = \frac{V Cc}{C_m} \frac{60'/hr}{tc} \times E$$

$$R = \frac{1.53 \text{ m}^3 \times 0.92}{1.5} \times \frac{60'/hr}{0.49'} \times E$$

$$= 0.938 \text{ m}^3/\text{ciclo} \times \frac{16'/hr}{0.49'/\text{ciclo}}$$

$$\underline{\underline{R = 68.914 \text{ m}^3/hr}}$$

PROBLEMA No. 2.

DATOS:

Se llevará a cabo la construcción de terraplenes en una región donde se nota que la ubicación de la obra y el proyecto ejercen una influencia negativa para la ejecución de los trabajos aunque las especificaciones y el programa sean buenos. Pero la experiencia de la administración, la organización, los recursos, la supervisión son totalmente negativos.

Calcular la eficiencia.

SOLUCION.

De la tabla No. 3 tenemos:

Condiciones de la obra = Regulares

Condiciones administrativas = Malas

Por tanto;

E = 55 %

PROBLEMA No. 3.

DATOS:

Calcular el rendimiento de un cargador frontal sobre crugas de $1 \frac{1}{2} \text{ yd}^3$ cargando a camión de volteo arcilla húmeda, el volumen se medirá en banco.

Todo el trabajo se llevará a cabo en condiciones de obra tales que las especificaciones y el programa ejercen influencia negativa y los otros factores de obra son normales.

Las condiciones de administración tales como la supervisión propia de la empresa y la del contratante ejercen influencia negativa y las demás condiciones son normales.

SOLUCION.

Paso No. 1.

Sabemos que $V =$ práctico por lo que

$$V = 1.5 \text{ yd}^3 \times 0.765 \text{ m}^3/\text{yd}^3 = 1.147 \text{ m}^3$$

De la tabla No. 1 tenemos:

$$C_c = 1.15$$

Luego C_a , si el material es tipo "A"

$$\text{Por tanto } C_a = 1.2$$

El tiempo del ciclo será:

$$t_c = t \text{ carga} + t \text{ maniobras} + t \text{ viajes} \\ + t \text{ descarga}$$

De donde:

$$t \text{ carga} = 0.06' \text{ (de la tabla No. 2)}$$

$$t \text{ man.} = 0.22' \text{ (los normales)}$$

$$t \text{ viaj.} = 0.10' \text{ (para recorridos medios de 7 m.)}$$

$$t \text{ desc.} = 0.05' \text{ (a camión)}$$

$$t_c = 0.06' + 0.22' + 0.10' + 0.05'$$

$$= 0.43'$$

Ahora la eficiencia E de la tabla No. 3 :

Condiciones de obra = Regulares

Condiciones de administración = Malas

Por tanto:

$$E = 55 \%$$

Sustituyendo en la fórmula:

$$R = \frac{1.147 \text{ m}^3 \times 1.15}{1.2} \times \frac{60' / \text{hr} \times .55}{0.43'}$$

$$R = 1.099 \text{ m}^3 / \text{ciclo} \times 76.74 \text{ ciclos/hora}$$

$$R = 84.03 \text{ m}^3 / \text{hr}$$

PROBLEMA No. 4.

DATOS:

Calculemos la producción de un cargador de ruedas -
equipado con cucharón de 3.5 yd^3 cargando camiones de 10 m^3 -
de capacidad, propiedad de la misma empresa.

Material: Grava triturada $1 \frac{1}{2}$ " tam. max. almacenada en pilas
de 6 m de altura en operación continua, con horas
de 50 minutos efectivos.

SOLUCION.

Capacidad del cucharón

$$V = 3.5 \text{ yd}^3 \times 0.765 \text{ m}^3/\text{yd}^3 = 2.67 \text{ m}^3$$

Factor de carga (o Cc) de tabla No. 1 :

$$C_c = 1.00$$

Luego;

$$C_a = 1 \quad (\text{porque es un mat. suelto})$$

$$\text{Volumen por ciclo: } \frac{2.67 \text{ m}^3 \times 1.00}{1} = 2.67 \text{ m}^3/\text{ciclo}$$

..... (1)

Calculando el tiempo del ciclo de la tabla No. 2 :

$$t = t_o + t_m + t_v + t_d$$

$$t \text{ carga} = (0.04' + 0.06')/2 = 0.05'$$

$$t \text{ man.} = 0.22' \quad (\text{los normales})$$

$$t \text{ viaj.} = 0.10' \quad (\text{en recorrido medio de } 7 \text{ m.})$$

$$t \text{ desc.} = 0.05' \quad (\text{a canión})$$

$$t = 0.05' + 0.22' + 0.10' + 0.05' = 0.42'$$

$$\text{Luego los ciclos - hora} = \frac{50' / \text{hora}}{0.42' / \text{ciclo}}$$

$$= 119.04 \text{ ciclos/hora} \dots\dots(2)$$

Por lo que la Producción o Rendimiento queda sustituyendo (1) y (2) en la fórmula:

$$R = 2.67 \text{ m}^3 \text{ ciclo} \times 119.04 \text{ ciclos/hora}$$

$$R = 317.84 \text{ m}^3 \text{/hora}$$

=====

NOTA: Si se quiere la producción o rendimiento compacto o sea medido en banco se tiene que dividir entre el factor de abudamiento.

PROBLEMA No. 5.

DATOS:

Calcular la producción de un cargador frontal sobre oruga de 1.5 yd³, en arcilla húmeda arenosa, a camión de volteo, con recorrido de 5 a 10 m.; si se sabe que la $\alpha = 70 \%$, y que el material se mide en banco.

SOLUCION:

Sabemos que $R = \frac{V \cdot C_c}{C_m} \times \frac{60 \text{ min/hr}}{t_c} \times E$

Luego:

$$V = 1.5 \text{ yd}^3 \times 0.765 \text{ m}^3/\text{yd}^3 = 1.147 \text{ m}^3$$

C_c ; de la tabla No. 1 (de acuerdo a la capacidad en yd³) tenemos que:

$$C_c = 1.15$$

C_m ; Como el material es medido en banco, se obtiene de acuerdo al tipo de material.

$$C_m = 1.2$$

Con lo que el volumen por ciclo es

$$m^3/\text{ciclo} = \frac{1.147 \text{ m}^3 \times 1.15}{1.2} = 1.10 \dots (1)$$

Ahora:

$$t_c = t \text{ carg} + t \text{ man} + t \text{ viajes} + t \text{ desc.}$$

De la tabla No. 2 ;

$$t \text{ carga} = (0.05' + 0.07')/2 = 0.06' \text{ (promedio)}$$

$$t \text{ man.} = 0.22' \text{ (normales)}$$

$$t \text{ viaj.} = 0.10' \text{ (en trabajo normal de carga)}$$

$$t \text{ desc.} = 0.05'$$

De donde:

$$t_c = 0.43'$$

Si sabemos que $E = 0.70$ luego;

$$\text{Ciclos/hora} = \frac{42 \text{ min/hr}}{0.43 \text{ min/ciclo}}$$

$$= 97.67 \text{ ciclos/hr} \dots (2)$$

Llevando (1) y (2) a la fórmula

$$R = 1.10 \text{ m}^3/\text{ciclo} \times 97.67 \text{ ciclos/hr}$$

$$R = 107.43 \text{ m}^3/\text{hr}$$

=====

Nota # 1.- La forma en que se desarrollo este problema es la misma que la del primero, solamente que en dos -- partes como se indicó en la teoría, es decir la otra forma hubiese sido conociendo primero todas las incógnitas y despues substituyendo en la fórmula la del Rendimiento.

Nota # 2.- Si se conociera el costo-horario y conociendo ya el rendimiento-horario podríamos saber el Costo - Directo por m^3 ó $\text{m}^3/\text{s.}$

PROBLEMA No. 6.

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

DATOS:

Calcular la producción de un cargador frontal sobre orugas de $3/4 \text{ yd}^3$, cargando grava a camión de volteo, con recorrido de 5 a 10 m., con una eficiencia de $E = 0.7$, medida suelta.

SOLUCION:

Volumen:

$$V = 0.75 \text{ yd}^3 \times 0.765 \text{ m}^3/\text{yd}^3 = 0.57 \text{ m}^3$$

De tabla No. 1;

$$C_c = 0.93$$

Como el material se mide suelto:

$$C_s = 1.00$$

Calculando t_c de tabla No. 2;

$$t_{\text{carga}} = 0.04' \quad (\text{materiales uniformes})$$

$$t_{\text{man}} = 0.22' \quad (\text{los normales})$$

$$t_{\text{viajes}} = 0.10' \quad (\text{recorrido medio})$$

$$t_{\text{desc.}} = 0.05' \quad (\text{a camión})$$

$$= 0.41'$$

De donde sustituyendo en la fórmula:

$$R = \frac{V C_c}{C_a} \frac{60' / \text{hr}}{t_c} \times R$$

$$R = \frac{0.57 \text{ m}^3}{1.00} \times \frac{0.93}{0.41'} \times \frac{60' / \text{hr}}{0.41'} \times 0.7$$

$$= 0.53 \text{ m}^3 \times 146.34' / \text{hr} \times 0.7$$

$$\underline{\underline{R = 54.29 \text{ m}^3 / \text{hr}}}$$

PROBLEMA No. 7.

DATOS:

Calcular la producción de un cargador frontal de --
1.5 yd³, cargando arcilla húmeda arenosa extraída por tractor
y apilada suelta, a camión de volteo, con recorrido de 5 a 10
m., con una eficiencia de $E = 0.7$; se mide en banco.

SOLUCION:

Volumen: $V = 1.5 \text{ yd}^3 \times 0.765 \text{ m}^3/\text{yd}^3 = 1.15 \text{ m}^3$

De tabla No. 1;

$$C_c = 1.00 \text{ (tierra común)}$$

$$C_a = 1.2 \text{ (por ser agregados mezclados)}$$

Calculando t_0 de tabla No. 2;

$$t \text{ carga} = 0.05' \text{ (por tratarse de material suelto se } t_0 \\ \text{mó el renglón de "agregados mezclados")}$$

$$t \text{ man.} = 0.22'$$

$$t \text{ viajes} = 0.10'$$

$$t \text{ desc.} = 0.05' \text{ (a camión)}$$

$$t_0 = 0.42'$$

De donde sustituyendo en la fórmula:

$$E = \frac{1.15 \text{ m}^3 \times 1.00}{1.2 \text{ m}^3/\text{m}^3} \times \frac{60'/\text{hr}}{0.42'} \times 0.7$$

$$R = 95.8 \frac{m^3}{hr}$$

PROBLEMA No. 8.

DATOS:

Calcular la producción de un tractor sobre orugas - de 1.5 yd^3 , en excavación de arcilla húmeda, acarree a 20 m. y descarga en terreno a nivel, con una eficiencia de $E = 0.7$; se mide en banco.

SOLUCION:

Volumen:

$$V = 1.5 \text{ yd}^3 \times 0.765 \text{ m}^3/\text{yd}^3 = 1.15 \text{ m}^3$$

De tabla No. 1;

$$C_c = 1.15$$

$$C_a = 1.2$$

Calculando t_c de tabla No. 2;

$$t \text{ carga} = 0.06'$$

$$t \text{ man.} = 0.22'$$

$$t \text{ viajes} = 0.10'$$

$$t \text{ desc.} = 0.02' \quad (\text{descarga libre})$$

$$t_c = \underline{0.40'}$$

Si el trabajo es en carga y acarreo, tenemos que para t viajes:

$$t_v = \frac{d_c}{V_c} + \frac{d_v}{V_v}$$

d_c = distancia de viaje cargado = 0.015 km.

d_v = distancia de viaje vacío = 0.015 km.

NOTA: Se resta a la distancia de 20 m., la distancia que ya se consideró en el tiempo de maniobras.

Si se suponen las siguientes velocidades:

$V_c = 2.3$ km/hr NOTA: para la 1^a varía de 2.3 a
2.6 km/hr

$V_v = 3.5$ km/hr

$$t_v = \frac{0.015 \text{ km}}{2.3 \text{ km/hr}} + \frac{0.015 \text{ km}}{3.5 \text{ km/hr}}$$

$$= 0.01081 \text{ hr}$$

$$= 0.01081 \text{ hr} \times 60' / \text{hr}$$

$$t_v = 0.65'$$

Luego entonces:

$$t_c = 0.40' + 0.65' = 1.05'$$

De donde:

$$R = \frac{1.15 \text{ m}^3 \times 1.15}{1.20} \times \frac{60' / \text{hr}}{1.05'} \times 0.7$$

$$R = 44.10 \text{ m}^3 / \text{hr}$$

NOTA: Estos problemas se consideraron en su planteamiento -- sin tomar en cuenta una cierta altitud s.n.m.; pero al trabajar en altitudes arriba de los 1 000 m.s.n.m. se tiene que hacer una corrección a la PRODUCCION del orden del 1 % por cada 100 metros de altura.

Tambien se consideró que los trabajos son en terreno plano sin pendiente.

Problemas de Tractores con Hoja Empujadora Recta.

Problema No. 1.

DATOS:

Calcular la producción de un tractor D 8 K con hoja recta, transmisión directa, afloje y acarreo a 20 metros, material "A", arcilla húmeda o material granular; pendiente = -10 %, condiciones de obra y administración normales; el volumen se mide en banco.

SOLUCION:

$$V = (\text{tabulado}) = 4.1 \text{ m}^3$$

Factor de corrección C_c ;

$$C_c = C_1 \times C_2 \times C_3$$

De donde;

$$C_1 = (\text{cuando el volumen es tabulado})$$

$$C_1 = 0.8$$

$$C_2 = \text{para 20 m.}; C_2 = 1 - X$$

$$\frac{0.05}{15} = \frac{X}{5}; X = \frac{5 \times 0.05}{15} = 0.0167$$

$$C_2 = 1 - 0.0167 = 0.98$$

$$\text{Para } 40 \text{ m. } , C_2 = 0.94$$

$$\text{Para } 60 \text{ m. } , C_2 = 0.90$$

$$\text{Para } 80 \text{ m. } , C_2 = 0.87$$

$$\text{Para } 100 \text{ m. } , C_2 = 0.83$$

Ahora buscamos C_3 en la gráfica; de donde:

$$C_3 = 1.17$$

$$C_c = C_1 \times C_2 \times C_3$$

$$= 0.8 \times 0.98 \times 1.17 = 0.92$$

Si sabemos que es material tipo "A" :

$$C_a = 1.2 \quad \text{y:}$$

$$t_c = t_f + t_v ; \quad t_f = \frac{0.1' + 0.15'}{2} = 0.125'$$

$$t_f = 0.125' \times 2 = 0.25'$$

Si para calcular t_v se toman velocidades tabuladas por el fabricante:

$$V_c = 6.8 \text{ Km/hr}$$

$$V_v = 4.7 \text{ Km/hr}$$

Luego:

$$t_v = \frac{d}{V_c} + \frac{d}{V_v} = \frac{0.02 \text{ Km} \times 60' / \text{hr}}{6.8 \text{ Km/hr} \times 0.8} + \frac{0.02 \text{ Km} \times 60' / \text{hr}}{4.7 \text{ Km/hr} \times 0.9}$$

$$= 0.22' + 0.28' = 0.5'$$

$$t_c = t_f + t_v = 0.25' + 0.5' = 0.75'$$

Ahora para calcular E con la tabla No. 3:

$$E = 0.70$$

Se procede a sustituir en la fórmula:

$$R = \frac{4.1 \frac{\text{m}^3}{\text{m}^2} \times 0.92}{1.2 \frac{\text{m}^3}{\text{m}^2}} \times \frac{60' / \text{hr}}{0.75'} \times 0.70$$

$$R = 3.143 \times 56$$

$$R = 176 \frac{\text{m}^3}{\text{hr}}$$

NOTA: Las velocidades de ida y de regreso para calcular el tiempo variable se podrían calcular si conociéramos el peso volumétrico del material para calcular primero el peso del material excavado, segundo la resistencia total del tractor y la carga, tercero calcular la velocidad de ida y así calcular la de regreso sin la resistencia de la carga.

PROBLEMA No. 2.

DATOS:

Calcular la producción de un D 8 L con una hoja --
recta 8 S, excava un material que es arcilla húmeda o mate--
rial granular y acarreo a una distancia de 90 m., pendiente --
del 4 % ; a 2,500 m.s.n.m., el material tiene un peso volúme--
trico suelto de 1,650 Kg/m³ ; se trabajan horas de 50 minutos
Se medirá en Banco.

SOLUCION:

$$V = (\text{tabulado}) = 12.92 \text{ m}^3$$

Factor de corrección Cc:

$$C_c = C_1 \times C_2 \times C_3$$

De donde;

$$C_1 = 0.8 \quad (\text{material arcilla húmeda o material granular})$$

$$C_2 = 0.85 \quad (\text{factor correctivo por distancia -- tabulado en el problema anterior})$$

$$C_3 = 0.92 \quad (\text{de gráfica})$$

$$C_c = 0.8 \times 0.85 \times 0.92 = 0.63$$

Si el material es tipo "A" entonces:

$$C_a = 1.2 \quad \text{y;}$$

$$t_c + t_f + t_v \quad ; \quad t_f = \frac{0.1' + 0.15'}{2} = 0.125'$$

$$t_f = 0.125' \times 2 = 0.25'$$

$$\text{Ahora para } t_v = \frac{d}{V_c} + \frac{d}{V_v}$$

Considerando un coeficiente de resistencia al rodamiento de 0.04:

Peso del material excavado;

$$12.92 \text{ m}^3 \times 1650 \text{ kg/m}^3 = 21,318 \text{ Kg}$$

Resistencia total del tractor y la carga:

$$R_t \text{ del tractor} \quad 37,417 (0.04 + 0.04) = 2,993$$

$$R_t \text{ de la carga} \quad 21,318 \text{ kg} + (21,318 \times 0.04) = 22,171$$

$$\text{Resistencia total} = 25,164 \text{ kg}$$

Para calcular la velocidad de ida:

$$v = \frac{375 \times 335 \text{ HP} \times 0.8}{25,164 \text{ kg} \times 2.2 \text{ lb/kg}} = 1.82 \text{ millas/hr}$$

$$v = 1.82 \text{ millas/hr} \times 1.6 \text{ km/milla} = 2.91 \text{ km/hr}$$

Los fabricantes recomiendan que en reversa el tractor opere -

en segunda velocidad a 8.4 K.p.h. para no dañar el tránsito;
por lo que se considera ésta como velocidad media.

$$\begin{aligned}t_v &= \frac{0.090 \text{ Km} \times 60' / \text{hr}}{2.91 \text{ Km/hr}} + \frac{0.090 \text{ Km} \times 60' / \text{hr}}{8.4 \text{ Km/hr}} \\&= 1.86' + 0.64' \\&= 2.5'\end{aligned}$$

Luego:

$$t_c = 0.25' + 2.5' = 2.75'$$

Ahora si se trabajan horas de 50 min:

$$\frac{50'}{60'} = 0.84 \quad ; \quad E = 0.84$$

Sustituyendo:

$$R = \frac{V \cdot C_c}{C_m} \times \frac{60' / \text{hr}}{t_c} \times E$$

$$R = \frac{12.92 \text{ m}^3}{1.2} \times \frac{0.63}{2.75'} \times \frac{50' / \text{hr}}{60'}$$

$$R = 6.78 \times 18.18 = 123.26 \text{ m}^3 / \text{hr}$$

Corrigiendo por altura s.n.m.

$$E = 123.26 \times 0.85 = 104.77 \text{ m}^3/\text{hr}$$

$$E = 104.77 \text{ m}^3/\text{hr}$$

NOTA: Se considera que el operador es excelente, de no haber sido así, se afectaría también por un factor de corrección de

0.75 (normal)	tractor de orugas
0.60 (deficiente)	tractor de orugas
0.60 (normal)	tractor de llanta
0.50 (deficiente)	tractor de llanta.

IV. 4. RENDIMIENTO DE ESCREPAS Y MOTOESCREPAS.

Como ya se mencionó anteriormente su rendimiento puede ser obtenido de tres formas:

- 1.- Por observación directa.
- 2.- Por medio de reglas y fórmulas.
- 3.- Por medio de datos del fabricante.

Por medio de Reglas y Fórmulas:

Para poder explicar este procedimiento es necesario definir algunos elementos que intervienen en el cálculo del Rendimiento o Producción, mismos que enseguida se enlistan:

Ciclo de una Motoescrepa:

Formado por los tiempos de carga, acarreo, descarga y regreso.

La carga:

Se realizará en el tiempo necesario cuando ayudada o no por el tractor empujador force el material con la cuchilla de la motoescrepa hacia adentro de la caja hasta quedar totalmente llena.

La descarga:

Comprende el tiempo que necesita la máquina para -- que una vez en el lugar del depósito con la tapa se milevantada, la caja ligeramente inclinada y en movimiento tire todo el material en capas del espesor necesario.

Las maniobras:

Son los tiempos que requiere la máquina en las vueltas que ejecute a la entrada de la carga y a la salida de la descarga.

Las aceleraciones:

Son los tiempos que se requieren para ejecutar el - cambio de velocidad de la caja de transmisión directa.

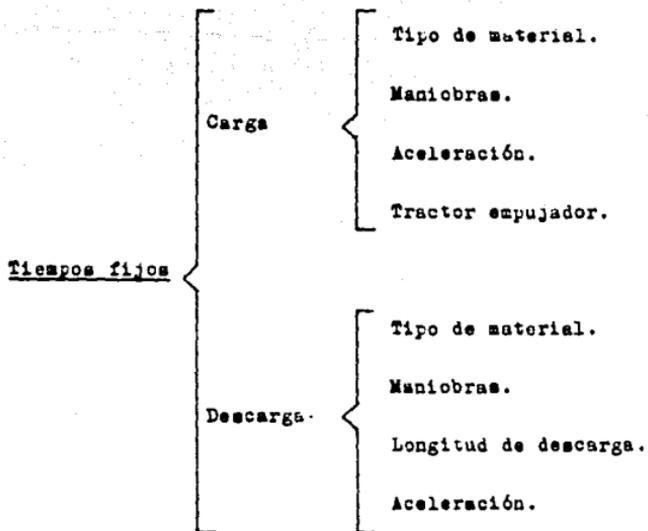
El acarreo:

Es el tiempo que requiere para transportar el material de la salida del sitio de carga al inicio en - el sitio de descarga.

El regreso o retorno:

Es el tiempo que requiere la máquina vacía de la salida del sitio de descarga al inicio en el sitio de carga.

Los tiempos anteriores se agrupan en 2 tipos: tiempos fijos y tiempos variables. los primeros se refieren a:



Mismos que se toman de la siguiente tabla:

Tabla No. 4.

ESCROPAS Y MOTOESCROPAS
TIEMPOS DE CARGA EN MINUTOS

CONDICIONES DEL TRABAJO	T I P O D E L A E S C R E P A .						
	Sola jalada Carga- c/Empu jador	3 Ejes carga- c/Empu jador	Propulsión en todas las - Ruedas		T a n d e m		Con Elevador (Autocarga- ble).
			Carga- con Em- dor.	Carga Sola	Carga con Empuja- dor.	Carga Sola	
BUENAS	0.6	0.8	0.5	0.8	0.8	1.0	0.8
REGULARES	0.8	1.0	0.7	1.3	1.0	1.5	1.0
MALAS	1.2	1.5	1.1	1.8	1.3	2.0	1.5

TIEMPOS POR VUELTAS Y DESCARGA EN MINUTOS

CONDICIONES DEL TRABAJO	T I P O D E L A E S C R E P A .				
	Sola Jalada.	3 Ejes	Propulsión en todas las Ruedas.	Tandem	Con Elevador
BUENAS	0.4	0.4	0.4	0.6	0.4
REGULARES	0.6	0.7	0.6	1.0	0.5
MALAS	1.3	1.5	1.0	1.6	0.6

Continuación de Tabla No. 4.

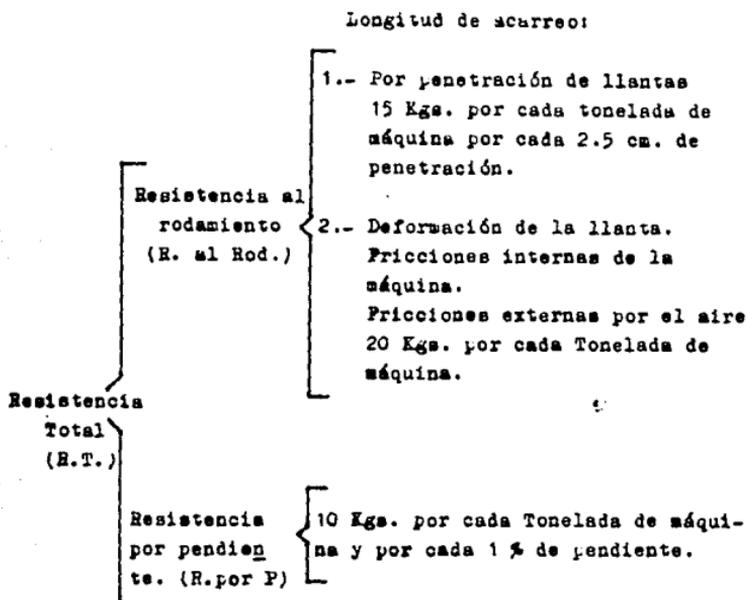
TIEMPOS DE ATRASO EN MINUTOS

CONDICIONES DEL TRABAJO	T I P O D E L A E S C R E P A .					
	Sola Jaldada c/Empujador	3 Ejes c/Empujador.	Propulsión en todas las - Ruedas.		Tandem Empujada o sola	Con Elevador Autocargable
			c/Empujador	Sola		
BUENAS	0.4	0.4	0.1	0.1	Despreciable	Despreciable
REGULARES	0.6	0.6	0.2	0.2	0.1	0.1
MALAS	0.8	0.9	0.5	0.3	0.2	0.2
<u>POTENCIA NECESARIA EN EL CONJUNTO EMPUJADOR</u>						
CAPACIDAD Yd^3	T I P O				Rango de Potencia del Empujador --- (H.P.)	
7 - 14	Sola				200 - 300	
7 - 14	Propulsión en todas las ruedas				200 - 300	
15 - 24	Sola				300 - 600	
15 - 24	Propulsión en todas las ruedas				250 - 500	
25 - 32	Sola				650 - 900	
25 - 32	Propulsión en todas las ruedas				600 - 900	
33 y más	Sola				800 - 1200	
33 y más	Propulsión en todas las ruedas				800 - 1200	

NOTA: Para entrar a la tabla todos los factores que esten --
entre:

0.5	a	0.55	-----	CONDICIONES MALAS
0.6	a	0.65	-----	REGULARES
0.7	a	0.8	-----	BUENAS

Los tiempos variables estan en función de :



Compresibilidad:

Es el estado del material después de aumen-
tar artificialmente su peso volumétrico por medios
mecánicos (compactado) mediante la reducción del --
porcentaje de vacíos al lograr que las partículas
encuentren un mayor acomodo.

Resistencia al Rodamiento:

(R.R.) Es una medida de la fuerza requerida para empujar o jalar y hacer rodar las ruedas en el suelo. Depende de las condiciones del terreno y del peso de la máquina vacía o cargada.

Dato: Por cada tonelada de carga se tiene 15 kgs. y por cada 2.5 cm de penetración. Aproximadamente se considera:

Caminos sin revestir ---- 7.5 cm. de penetración
Caminos revestidos ---- 5.0 cm. de penetración
Caminos pavimentados ---- 2.5 cm. de penetración

Intervienen otros factores como son; la deformación de las llantas, el ancho de las mismas, el dibujo, la velocidad, las fricciones internas de los componentes de la máquina, etc., por lo que estos factores se consideran constantes e igual a una resistencia de 20 kgs. por cada Ton. de maquinaria cargada o vacía según el caso.

Resistencia por Pendiente:

(R. por P.) Esta resistencia es causada por la fuerza de gravedad, puede ser favorable o desfavorable, depende del sentido de movimiento de la máquina, se calcula aprox. tomando un valor de 10 kgs. por tonelada por cada 1 % de inclinación.

Resistencia Total:

Now marca la fuerza de tracción necesaria para mover la máquina.

Resistencia Total = R.R. + R.P.

Esta fuerza se tiene que comparar con la fuerza de tracción disponible de la máquina (en tablas), la cual esta ligada con las diferentes velocidades que tenga para desarrollar por medio del sistema de transmisión que tenga.

La potencia disponible no siempre es la potencia -- utilizable, esta limitada por 2 factores:

- a) Coefficiente de tracción: Es la relación que -- existe entre la fuerza de tracción de las ruedas motrices y la fuerza que puede desarrollar contra el terreno, se tienen tablas donde se -- dan los datos de coeficiente de tracción para -- diferentes terrenos.

Por ejemplo en tierra firme el coeficiente de -- tracción es de 0.55 y en tierra suelta es de -- 0.45; la fuerza de tracción utilizable se obtiene multiplicando el coeficiente de tracción por el peso sobre las ruedas motrices.

Tabla No. 5.

MATERIAL	COEFICIENTE DE FRICCION PARA LLANTAS
Concreto	0.90
Arcilla seca	0.55
Arcilla húmeda	0.45
Arcilla seca con rodadas	0.40
Arena seca	0.20
Arena húmeda	0.40
Resaca	0.65
Revestimiento suelto	
Tierra firme	0.55
Tierra suelta	0.45

b) Altitud: Es otra limitación basada en la a.s. n.m. ya que a medida que aumenta la a.s.n.m. la eficiencia de los motores disminuye. La mayoría de las máquinas se diseñan para funcionar -- hasta 1,500 m. sin pérdida de potencia y se considera un porcentaje del 1 % de pérdida de potencia por cada 100 m. de altura después de los 1,500 m., cada fabricante proporciona sus tablas.

Con lo antes descrito se establece una secuencia para calcular la velocidad de trabajo de una máquina:

12.- Determinéne la Fuerza de Tracción necesaria.

22.- Compárese la Fuerza de Tracción necesaria con la Fuerza de Tracción - Velocidad disponible de las especificaciones de la máquina.

- 3a.- De la comparación anterior seleccionar la más alta velocidad que sea aconsejable usar.
- 4a.- En caso necesario considérese la tracción que ofrece el terreno y determínese la Fuerza de Tracción Utilizable - Velocidad.
- 5a.- Si el trabajo es a una a.e.n.m. mayor a - - - 1,500 m. calcúlese la pérdida de potencia y - revíese la nueva velocidad más aconsejable.

Una vez conocida la velocidad adecuada en cada uno de los tramos del camino de acarreo, se conoce la Velocidad media, misma que es igual a multiplicar la velocidad máxima por 0.65 suponiendo que la quinta parte del reposo (según recomendaciones del fabricante), si se supone que parte de una velocidad inicial el factor se modificará.

Si se supone que a lo largo del camino se presentan diferentes pendientes, diferentes resistencias al rodamiento y que no son factibles de modificarse; - en estos casos para calcular la velocidad media se divide el camino en los diferentes tramos y se hace el análisis de cada uno de ellos, calculando su velocidad media.

Una vez conocida la velocidad media y la distancia de recorrido estamos en posibilidad de calcular el tiempo o tiempos en los diferentes tramos con solo dividir dicha longitud entre la velocidad media.

La suma de los tiempos de ida y vuelta más los tiempos fijos nos dará el Tiempo Total del Ciclo de Operación de la máquina.

Con este tiempo podemos calcular la producción horaria de la máquina de material movido, en bunco.

IV. 5. Problemas.

La constructora "ROVI" tiene que ejecutar un trabajo de movimiento de tierras de $800,000 \text{ m}^3$ para la construcción de una pista de aterrizaje, cuenta la constructora con el siguiente equipo:

6 Motoescrapas Caterpillar 621 de 15 m^3 de capacidad colmada.

2 Tractores D-8 H con empujador amortiguado.

La experiencia de la empresa le permite considerar una eficiencia del 70 %.

Se supone que no se ejecutará la compactación del material, únicamente la extracción, carga, acarreo, transporte y colocación en capas del mismo.

La empresa desea saber el Rendimiento más óptimo -- con los siguientes tipos de camino de acarreo:

- a) Sin revestir.
- b) Revestido.
- c) Pavimentado.

LOS DATOS SON:

Material ----- limo arenoso seco
 Peso volumétrico ----- 1,600 Kg/Km³
 Altitud s.n.m. ----- 2,000 m.
 Long. de acarreo ----- 1,300 m. de los cuales
 1,000 m. ----- tienen 4 % de pendiente adversa
 y 300 m. ----- 2 % favorable
 Coef. de abundamiento ---- 1.25 o su recíproco 0.8
 Peso de la máquina vacía - 23.6 Ton.
 Peso de la máquina
 cargada del equipo ----- 23.6 Ton. + 1,600 x 0.8 x 15 m³
 = 43 Ton.

SOLUCION:

Cálculo de la Resistencia Total:

R.T. = Resist. al Rod. + Resist. a la Pendiente

Resist. al Rod. = 15 Kg/Ton. de máquina por cada 2.5 cm. de penetración.

7.5 cm. Camino sin revestir: 15 Kg/Ton. M. x 3 = 45 Kg/Ton. M.

5.0 cm. Camino revestido : 15 Kg/Ton. M. x 2 = 30 Kg/Ton. M.

2.5 cm. Camino pavimentado : 15 Kg/Ton. M. x 1 = 15 Kg/Ton. M.

A estas cantidades hay que sumarle 20 Kg/Ton. M. por deformaciones de llantas, etc.

<u>Tipo de Camino</u>	<u>Resist. al Rod. Kg/T.M.</u>
Camino sin revestir	45 + 20 = 65
Camino revestido	30 + 20 = 50
Camino pavimentado	15 + 20 = 35

Resistencia por pendiente (R.P.): 10 Kg/Ton. M. por cada 1 %.

Tramo de 1,000 m. de ida	= 4 % x 10 = 40 Kg/Ton. M.
Tramo de 300 m. de ida	= 2 % x 10 = -20 Kg/Ton. M.
Tramo de 300 m. de regreso	= 2 % x 10 = 20 Kg/Ton. M.
Tramo de 1,000 m. de regreso	= 4 % x 10 = -40 Kg/Ton. M.

Resumiendo:

De ida (cargada)

<u>Camino</u>	<u>R.R. KgT.M.</u>	<u>R.F. Kg/T.M.</u>		<u>R.T. Kg/T.M.</u>	
		<u>1000 m.</u>	<u>300 m</u>	<u>1000 m.</u>	<u>300 m</u>
Sin revestir	65	40	-20	105	45
Revestido	50	40	-20	90	30
Pavimentado	35	40	-20	75	15

De regreso (vacía)

<u>Camino</u>	<u>R.R. Kg/T.M.</u>	<u>R.P. Kg/T.M.</u>		<u>R.T. Kg/T.M.</u>	
		<u>300 m.</u>	<u>1000 m</u>	<u>300 m.</u>	<u>1000 m</u>
Sin revestir	65	20	-40	85	25
Revestido	50	20	-40	70	10
Pavimentado	35	20	-40	55	-5

Cálculo de la R. Total o Rimpull de la máquina:

Resist. Total x Peso de la máquina cargada.

Resist. Total x Peso de la máquina vacía.

También la Resist. Total puede hacerse equivalente a la pendiente de un camino ficticio es decir si tenemos que la resistencia por pendiente es igual a 10 Kg. por cada Ton. de máq. y por cada 1 % de pendiente bastará dividir la Resist. Total entre 10 para obtener el % de pendiente equivalente.

Esto se hace en virtud de que las gráficas de algunos fabricantes las presentan como Rimpull o en % de pendiente o ambos.

Peso Motoescropa cargada = 43 Ton.

<u>Camino</u>	<u>R.T. o Rimpull (Ton.)</u>		<u>R.T. en % de Pend.</u>	
	<u>1,000 m.</u>	<u>300 m.</u>	<u>1,000 m.</u>	<u>300 m.</u>
Sin revestir	4.5	1.9	10.5	4.5
Revestido	3.9	1.3	9.0	3.0
Pavimentado	3.2	0.7	7.5	1.5

Peso de la Motoescropa Vacía = 23.6 Ton.

<u>Camino</u>	<u>R.T. O Rimpull (Ton.)</u>		<u>R.T. en % de Pendien.</u>	
	<u>100 m.</u>	<u>1,000 m.</u>	<u>100 m.</u>	<u>1,000 m.</u>
Sin revestir	2.0	0.6	8.5	2.5
Revestido	1.7	0.2	7.0	1.0
Pavimentado	1.3	-0.1	5.5	-0.5

Nota: Cuando se obtiene el Rimpull o el % de pendiente negativo indica que la máquina puede acelerarse más allá de su velocidad máxima permisible, sin embargo las máquinas actuales tienen un retardador que impide que esto suceda, evitando el uso excesivo de los frenos.

Se revisa el coeficiente de Tracción utilizable (o disponible) contra el suelo para las condiciones más desfavorables. De tabla No. 5.

Coeficiente de camino sin revestir = 0.45

Peso de la máquina cargada en las ruedas motrices 63 %

$$0.63 \times 43 \times 0.45 = 12 \text{ Ton.}$$

Peso de la máquina vacía en las ruedas motrices 63 %

$$0.63 \times 23.6 \times 0.45 = 6.7 \text{ Ton.}$$

Comparando con las Resistencias Totales necesarias (o fuerza de tracción necesaria).

R.T. necesaria cargada = 4.5 Ton.

R.T. necesaria vacía = 2.0 Ton.

Se ve que cubren ampliamente sin rebasar la Fuerza de Tracción utilizable.

Corrección por altitud:

Si el trabajo se realiza a 2,000 m. a.s.n.m. y se sabe que la máquina trabaja al 100 % de potencia hasta los -- 1,500 m., los 500 m. restantes serán igual a:

$$\frac{500}{100} \times 1\% \text{ por cada } 100 \text{ m.} = 5\%$$

Se procede a multiplicar las R. Totales o Rispull anteriores por 1.05

Motocarepa Cargada.

<u>Camino</u>	<u>R.T. o Rispull (Ton.)</u>		<u>R.T. % de Pendiente</u>	
	<u>1,000 m.</u>	<u>300 m.</u>	<u>1,000 m.</u>	<u>300 m.</u>
Sin revestir	4.7	2.0	11.0	4.7
Revestido	4.1	1.4	9.5	3.2
Pavimentado	3.3	0.7	7.9	1.6

Motoescrope Vacía.

<u>Camino</u>	<u>R.T. o Rimpull (Ton.)</u>		<u>R.T. % de Pendiente</u>	
	<u>300 m.</u>	<u>1,000 m.</u>	<u>300 m.</u>	<u>1,000 m.</u>
Sin revestir	2.1	0.6	8.9	2.6
Revestido	1.8	0.2	7.4	1.1
Pavimentado	1.4	-0.1	5.8	-0.5

Cálculo de las Velocidades de Acarreo (V. Máxima):

Con los datos anteriores entramos a la gráfica proporcionada por el fabricante, de acuerdo al modelo que se utiliza, se puede entrar con el Rimpull o con el % de pendiente.

Velocidades de la Motoescrope Cargada.

<u>Camino</u>	<u>V. para 1000 m</u>	<u>Trans.</u>	<u>V. para 300 m</u>	<u>Trans.</u>
Sin revestir	15 Km/hr	4a.	34 Km/hr	7a.
Revestido	16 Km/hr	4a.	48 Km/hr	8a.
Pavimentado	20 Km/hr	5a.	50 Km/hr	8a.

Velocidades de la Motoescrope Vacía.

<u>Camino</u>	<u>V. para 300 m</u>	<u>Trans.</u>	<u>V. para 1000 m</u>	<u>Trans.</u>
Sin revestir	34 Km/hr	7a.	50 Km/hr	8a.
Revestido	37 Km/hr	7a.	50 Km/hr	8a.
Pavimentado	49 Km/hr	8a.	50 Km/hr	8a.

Estas son velocidades máximas, hay que multiplicarlas por 0.65 para obtener las velocidades medias que consideran las aceleraciones y desaceleraciones.

Velocidad Media Cargada.

<u>Camino</u>	<u>V. para los 1,000 m.</u>	<u>V. para los 300 m.</u>
Sin revestir	10 Km/hr	22 Km/hr
Revestido	11 Km/hr	31 Km/hr
Pavimentado	13 Km/hr	33 Km/hr

Velocidad Media Vacía.

<u>Camino</u>	<u>V. para los 300 m.</u>	<u>V. para los 1,000 m.</u>
Sin revestir	22 Km/hr	33 Km/hr
Revestido	24 Km/hr	33 Km/hr
Pavimentado	32 Km/hr	33 Km/hr

Cálculo del tiempo total del ciclo:

$$t_c = t_f + t_v$$

t_f = suponiendo tiempos fijos de la tabla No. 4.
considerando que se trata de una motoescrepa
autopropulsada o de 3 ejes, carga con empujador,
y para una $K = 0.70$

$$t_f = t. \text{ carga} + t. \text{ man. (vueltas)} + \text{desc.} + t. \text{ atra}$$

$$= 0.8 + 0.4 + 0.4$$

$$= 1.6 \text{ min.}$$

tv = tiempos variables, si conocemos las velocidades medias y con la fórmula:

$$V = \frac{d}{t} ; \text{ entonces } t = \frac{d}{V} \times 60$$

Tiempos de la Motoescropa Cargada.

<u>Casino</u>	<u>t. en los 1000 m</u>	<u>t. en los 300 m</u>	<u>t. total (ida)</u>
Sin revestir	6.0 min.	0.8 min.	6.8 min.
Revestido	5.5 min.	0.6 min.	6.1 min.
Pavimentado	4.6 min.	0.5 min.	5.1 min.

Tiempos de la Motoescropa Vacía.

<u>Casino</u>	<u>t. en los 300 m</u>	<u>t. en los 1000 m</u>	<u>t. total (reg)</u>
Sin revestir	0.8 min.	1.8 min.	2.6 min.
Revestido	0.7 min.	1.8 min.	2.5 min.
Pavimentado	0.6 min.	1.8 min.	2.4 min.

Tiempo Total del Ciclo:

<u>Casino</u>	<u>t. fijos</u>	<u>t. variables</u>	<u>t. total</u>	<u>n. viajes/hr</u>
		<u>ida</u>	<u>regreso</u>	
Sin revestir	1.6 min	6.8 mi 2.6 mi	11.0 min	5.4
Revestido	1.6 min	6.1 mi 2.5 mi	10.2 min	5.8
Pavimentado	1.6 min	5.1 mi 2.4 mi	9.1 min	6.6

Ahora, si :

Coef. abundamiento = 1.25

Capacidad colmada = 15 m^3 ; $V = \frac{15 \text{ m}^3}{1.25} = 12 \text{ m}^3$

Por tanto calculando la Producción real para :

a).- Camino sin revestir

$$P = 12 \text{ m}^3 \times \frac{60 \text{ min/hr}}{11 \text{ min}} \times 0.70 = 45.82 \text{ m}^3/\text{hr}$$

$$; 6 \text{ m}^3/\text{d} \times 45.82 \text{ m}^3/\text{hr} = 274.92 \text{ m}^3/\text{hr}$$

b).- Camino revestido

$$P = 12 \text{ m}^3 \times \frac{60 \text{ min/hr}}{10.2 \text{ min}} \times 0.70 = 49.41 \text{ m}^3/\text{hr}$$

$$; 6 \text{ m}^3/\text{d} \times 49.41 \text{ m}^3/\text{hr} = 296.46 \text{ m}^3/\text{hr}$$

c).- Camino pavimentado

$$P = 12 \text{ m}^3 \times \frac{60 \text{ min/hr}}{9.1 \text{ min}} \times 0.70 = 55.38 \text{ m}^3/\text{hr}$$

$$; 6 \text{ m}^3/\text{d} \times 55.38 \text{ m}^3/\text{hr} = 332.28 \text{ m}^3/\text{hr}$$

Problema No. 2

La constructora "4R" necesita realizar el movimiento de $250,000 \text{ m}^3$ (medido en banco) de un material arcilloso-arenoso, con un peso específico de $1,780 \text{ Kg/m}^3$, se trabajan - 2 turnos de 10 hrs al día, el trabajo se realizará con motoescrepas 631 E Estandar Caterpillar. Sólo se ejecutará extracción, carga, acarreo transporte y colocación en capas del mismo.

La constructora debe hacer el trabajo en un mes de 25 días hábiles, por lo que quiere saber con cuantas motoescrepas puede realizar dicho movimiento de tierra.

LOS DATOS SON:

Material -----	arcillo - arenoso
Peso Volumétrico -----	$1,780 \text{ Kg/m}^3$
Altitud s.n.s. -----	3,000 m.
Long. de acarreo -----	1,100 m. de los cuales
900 m. -----	tienen 8 % de pendiente
	adversa
y 200 m. -----	2 % de pendiente favora-
	ble.
Coef. de abundamiento -----	1.20 o su recíproco 0.83
Capacidad colmada de la máquina ----	23.7 m^3
Peso de la máquina vacía -----	43,945 Kg = 43.9 Ton.
Peso de la máquina cargada -----	$43.9 \text{ Ton.} + 1.780 \times 23.7 \text{ m}^3$
	= 79 Ton.
Superficie de rodamiento -----	firme, lisa sin estabili

zar con flexionamiento regular.

Eficiencia del trabajo ----- 75 %

SOLUCION:

Cálculo de la Resistencia Total:

$$R.T. = \text{Resist. al Rod.} + \text{Resist. a la Pendiente}$$

Superficie de rodamiento tipo 2, se clasifica como camino revestido, de donde:

Resist. al Rod.= 15 Kg/Ton. M. por cada 2.5 cm. de penetración aprox. de acuerdo al tipo de camino.

Resist. al Rod.= 15 Kg/Ton. M. x 2 = 30 Kg/Ton. M.

Deformaciones de llantas, etc. = 20 Kg/Ton. M.
50 Kg/Ton. M.

Resist. por Pendiente:

Tramo de 900 m. de ida = 8 % x 10 Kg/Ton. M. = 80 Kg/Ton.M.

Tramo de 200 m. de ida = 2 % x 10 Kg/Ton. M. = -20 Kg/Ton.M.

Tramo de 200 m. de regreso = 2 % x 10 Kg/Ton. M. = 20 Kg/Ton.M.

Tramo de 900 m. de regreso = 8 % x 10 Kg/Ton. M. = -80 Kg/Ton.M.

Resumiendo:

De ida (cargada)

<u>R.R. Kg/Ton. M.</u>	+	<u>R. por P. Kg/Ton. M.</u>	=	<u>R.T. Kg/Ton. M.</u>
900 m.		200 m.		900 m. 200 m.
50		80		-20 130 30

De regreso (vacía)

<u>R.R. Kg/Ton. M.</u>	+	<u>R. por P. Kg/Ton. M.</u>	=	<u>R.T. Kg/Ton. M.</u>
200 m.		900 m.		200 m. 900 m.
50		20		-80 70 -30

Cálculo de la Resistencia total o Rimpull de máquina:

R. Total x Peso de la máquina cargada.

R. Total x Peso de la máquina vacía.

Peso de la Motoescrepa Cargada (ida) = 79 Ton.

<u>R.T. o Rimpull (Ton.)</u>		<u>R.T. en % de Pendiente</u>	
900 m.	200 m.	900 m.	200 m.
10.3	2.4	13.0	3.0

Peso Motoescropa Vacía (regreso) = 43.9 Ton.

<u>R.T. o Rimpull (Ton.)</u>		<u>R.T. en % de Pendiente</u>	
<u>200 m.</u>	<u>900 m.</u>	<u>200 m.</u>	<u>900 m.</u>
3.1	-1.3	7.0	-3.0

Cálculo de la Fuerza de Tracción utilizable:

De tabla No. 5 se tiene:

Coeef. de tierra firme = 0.55

Peso de la máquina cargada en las ruedas motrices 63 %

$$0.63 \times 79 \times 0.55 = 27.3 \text{ Ton.}$$

Peso de la máquina vacía en las ruedas motrices 63 %

$$0.63 \times 43.9 \times 0.55 = 15.2 \text{ Ton.}$$

Se compara con las R.T. necesarias calculadas:

$$\text{R.T. necesaria cargada} = 10.3 \text{ Ton.}$$

$$\text{R.T. necesaria vacía} = 3.1 \text{ Ton.}$$

Se ve que la R.T. necesaria (vacía o cargada) es menor que la que se puede utilizar, por tanto cumple ampliamente.

$$\text{Corrección por altitud: } \frac{1000 - 1500}{100} \times 1\% = 15\%$$

Motoescrepa Cargada

<u>R.T. o Rimpull (Ton.)</u>		<u>R.T. % de Pendiente</u>	
<u>900 m.</u>	<u>200 m.</u>	<u>900 m.</u>	<u>200 m.</u>
11.8	2.8	15.0	3.4

Motoescrepa Vacía

<u>R.T. o Rimpull (Ton.)</u>		<u>R.T. % de Pendiente</u>	
<u>200 m.</u>	<u>900 m.</u>	<u>200 m.</u>	<u>900 m.</u>
3.6	-1.5	6.0	-3.4

Cálculo de las Velocidades de acarreo (V. Máxima);

Con los datos anteriores entramos a las gráficas proporcionadas por el fabricante (anexo) de acuerdo al modelo.

Velocidades de la Motoescrepa Cargada

<u>V. para los 900 m.</u>	<u>Trans.</u>	<u>V. para los 200 m.</u>	<u>Trans.</u>
7 Km/hr	2a.	37 Km/hr	7a.

Velocidades de la Motoescrepa Vacía

<u>V. para los 200 m.</u>	<u>Trans.</u>	<u>V. para los 900 m.</u>	<u>Trans.</u>
28 Km/hr	6a.	50 Km/hr	7a.

Cálculo de de Velocidades Medias: V. Máxima x 0.65

V. Media Cargada

V. para los 900 m.

V. para los 200 m.

$$7 \times 0.65 = 5 \text{ Km/hr}$$

$$37 \times 0.65 = 24 \text{ Km/hr}$$

V. Media Vacía

V. para los 200 m.

V. para los 900 m.

$$25 \times 0.65 = 19 \text{ Km/hr}$$

$$50 \times 0.65 = 33 \text{ Km/hr}$$

Cálculo de los tiempos del Ciclo:

$$t_c = t_f + t_v$$

$t_f =$ de la tabla No. 4 ; de acuerdo a la $K = 75 \%$,

$$t_f = 0.8 + 0.4 + 0.4 = 1.6 \text{ min.}$$

$t_v =$ tiempos variables (ida + regreso) :

$$v = \frac{d}{t} ; \text{ entonces } t = \frac{d}{v} \times 60$$

Tiempos de la Motoescrepa cargada

t. en los 900 m.

t. en los 200 m.

t. total (ida)

10.8 min.

0.5 min.

11.3 min.

Tiempos de la Motoescropa Vacía

<u>t. en los 200 m.</u>	<u>t. en los 900 m.</u>	<u>t. total (regreso)</u>
0.6 min.	1.6 min.	2.2 min.

Tiempo Total del Ciclo

<u>T. fijos</u>	<u>T. variables</u>	<u>T. Total</u>	<u>Número de viajes/hr</u>
1.6 min.	13.5	15.1 min	3.9

Cálculo de la Producción real:

$$V = \frac{23.7 \text{ m}^3}{1.20} = 19.75 \text{ m}_c^3$$

$$P = 19.75 \text{ m}_c^3 \times \frac{60 \text{ min/hr}}{15.1 \text{ min}} \times 0.75$$

$$P = 58.85 \text{ m}_c^3/\text{hr}$$

=====

Ahora:

$$58.85 \text{ m}_c^3/\text{hr} \times 10 \text{ hrs} \times 2 \text{ turnos} = 1.177 \text{ m}_c^3/\text{día}$$

$$1,177 \times 25 \text{ días} = 29,425 \text{ m}_c^3/\text{mes}$$

$$250,000 / 29,425 = 9 \text{ Motoescropas}$$

=====

NOTA: El Cálculo de Rendimiento de Camiones y Vagonetas sigue la misma secuencia de cálculo que el de las motoescrepas, por supuesto, utilizando la curva correspondiente a cada tipo de máquina y modelo del que se trate.

Se anexa al final de este capítulo algunas tablas para ayuda del cálculo de rendimientos por medio de reglas y fórmulas.

Obtención de Rendimientos por medio de datos proporcionados por el fabricante.-

Las diferentes empresas fabricantes, han elaborado bajo numerosos estudios y pruebas, tablas de rendimientos para sus diversos tipos y modelos, con dichos datos es fácil conocer de inmediato y sin ningún cálculo la producción idealizada al 100 %, de la motoescrepa que se pretenda conocer. Sólo le restaría aplicar una corrección por eficiencia.

Obtención de Rendimientos de Motoescrepas por Observación Directa.-

Este procedimiento es fácil, y no requiere más que saber identificar ciertos elementos en campo. Con reloj o cronómetro en mano nos permite hacer ciertos muestreos para conocer algunos valores promedio de los elementos que se necesitan para calcular la Producción del equipo.

Por ejemplo: Si se muestrea en 3 ó 4 etapas para -

una "x" motoescrepa y a una cierta distancia, en terracería -
de material tipo "A":

Tiempo medio de espera	0.24 minutos
Tiempo medio de atraso	0.90 minutos
Tiempo medio de carga	1.50 minutos
Tiempo medio de acarreo	5.26 minutos
Tiempo medio de descarga	1.50 minutos
Tiempo medio de retorno	<u>3.02 minutos</u>
	12.42 minutos

Peso de la unidad vacía (en báscula) 30,479 Kg.

Peso de la unidad cargada

Pesada a)	58,420 Kg.
Pesada b)	63,230 Kg.
Pesada c)	62,300 Kg.
	<u>183,950 Kg.</u>
Peso medio	61,317 Kg.

- Peso medio de carga $61,317 - 30,479 = 30,838$ Kg.

- Peso volumétrico del material, en banco = $1,890 \text{ Kg/m}^3$.

- Carga $\frac{30,838 \text{ Kg}}{1,890 \text{ Kg/m}^3}$ = 16.32 m³ en banco
- Ciclo = $\frac{60 \text{ min/hr}}{12.42 \text{ min.}}$ = 4.83 viajes/hr
- Producción Media = 16.32 x 4.83 = 78.82 m³/hr.

IV. 6. RENDIMIENTO DE CARIONES.

El cálculo de rendimiento de estos equipos de acarreo sigue la misma metodología que el de las motoescrepas -- con unas mínimas variantes. Se puede calcular de las tres maneras ya antes mencionadas, pero para este efecto considero más importante ejemplificar con el procedimiento basado en reglas y fórmulas.

Es conveniente mencionar que para este tipo de cálculo hay que auxiliarse con tablas de fabricantes, que anexo.

En cuanto al cálculo del tiempo del ciclo, sus componentes pueden variar de acuerdo a las condiciones de trabajo por lo que enlistaremos principalmente los componentes del tiempo fijo:

$t_c = \text{tiempo fijo } (t_f) + \text{tiempo variable.}$

$t_f = t. \text{ de espera} + t. \text{ de acomodo (entra al área de carga)} + t. \text{ de carga} + t. \text{ de espera} + t. \text{ de acomodo (sale del área de carga)} + t. \text{ de descarga} + t. \text{ de demoras.}$

De donde:

$t. \text{ carga}$: esta en función del sistema de carga.

$t. \text{ acomodo}$: según el lugar.

t. espera : es Variable.

t. descarga : es Variable.

De acuerdo a lo anterior podemos decir que dichos -
tiempos se pueden tomar de estadísticas de varias obras o de
recomendaciones de fabricantes.

A continuación se ejemplifica el método de cálculo.

Problema.

DATOS:

Calcular el Rendimiento o Producción de un Camión - Fuera de Carretera 773 B, en acarreo de material limo-arenoso con peso volumétrico $1,600 \text{ Kg/m}^3$, a una distancia de 12 Km., considerando un camino revestido suelto (tierra firme), el -- trabajo se realizará a una a.s.n.m. de 1,800 m.

DATOS COMPLEMENTARIOS:

Long. de acarreo ----- 12,000 m. de los cuales
10,000 m. ----- tienen una pendiente adversa
del 5 %
2,000 m. ----- 1 % favorables
Capacidad colmada ----- 34.1 m^3
Coeficiente de abundamiento ---- 1.20 o su recíproco 0.83
Eficiencia ----- 80 %
Peso de la máquina vacía ----- 39,295 Kg = 39.3 Ton.
Peso de la máquina cargada ---- $39.3 + 1,600 \times 0.83 \times$
 $34.1 \text{ m}^3 = 84.6 \text{ Ton.}$

SOLUCION:

Cálculo de la Resistencia Total:

R.T. = Resist. al Rod. + Resist. a la Pendiente

Resist. al Rod. = 15 Kg/Ton. M. por cada 2.5 cm. de generación aprox. de acuerdo al tipo de camino.

Resist. al Rod. = 15 Kg/Ton. M. x 2 = 30 Kg/Ton. M.

(+) deformación de llantas = 20 Kg/Ton. M.

50 Kg/Ton. M.

Resistencia por pendiente:

Tramo de 10000 m. de ida = 5 % x 10 Kg/T.M. = 50 Kg/T.M.

Tramo de 2000 m. de ida = 2 % x 10 Kg/T.M. = -20 Kg/T.M.

Tramo de 2000 m. de regreso = 2 % x 10 Kg/T.M. = 20 Kg/T.M.

Tramo de 10000 m. de regreso = 5 % x 10 Kg/T.M. = -50 Kg/T.M.

Resumiendo:

De ida (cargado)

<u>R.R. Kg/Ton. M.</u>	+	<u>R. por P. Kg/Ton. M.</u>	=	<u>R.T. Kg/Ton. M.</u>
		<u>10000 m. 2000 m.</u>		<u>10000 m. 2000 m.</u>

50

50

- 20

100

30

De regreso (vacío)

<u>R.R. Kg/Ton. M.</u>	+	<u>R. por P. Kg/Ton. M.</u>	=	<u>R.T. Kg/Ton. M.</u>
		<u>2000 m 10000 m.</u>		<u>2000 m. 10000 m.</u>

50

20

-50

70

0.0

Cálculo de la R.T. o Rispull de máquinas:

Peso de camión cargado (ida) = 84.6 Ton.

<u>R.T. o Rispull (Ton.)</u>		<u>R.T. en % de Pendiente</u>	
<u>10000 m.</u>	<u>2000 m.</u>	<u>10000 m.</u>	<u>2000 m.</u>
8.5	2.5	10	3

Peso del camión vacío (regreso) = 39.3 Ton.

<u>R.T. o Rispull (Ton.)</u>		<u>R.T. en % de Pendiente</u>	
<u>2000 m.</u>	<u>10000 m.</u>	<u>2000 m.</u>	<u>10000 m.</u>
2.8	0.0	7.0	0.0

Cálculo de la Fuerza de Tracción Utilizable:

De tabla No. 5 se tiene;

Coef. de tierra firme = 0.55

Peso del camión cargado en las ruedas motrices 50 %

$$0.50 \times 84.6 \times 0.55 = 23.3 \text{ Ton.}$$

Peso del camión vacío en las ruedas motrices 50 %

$$0.50 \times 39.3 \times 0.55 = 10.80 \text{ Ton.}$$

Comparando con las R.T. necesarias calculadas:

R.T. necesaria cargado = 8.5 Ton.

R.f. necesaria vacío = 2.8 Ton.

Se ve que las R.T. necesarias son menores por lo tanto cumple satisfactoriamente.

Se hace corrección por altitud: $\frac{1800 - 1500}{100} \times 1\% = 3\%$

Camión Cargado

<u>R.f. o Rimpull (Ton.)</u>		<u>R.T. 5 de Pendiente</u>	
<u>10000 m.</u>	<u>2000 m.</u>	<u>10000 m.</u>	<u>2000 m.</u>
8.8	2.6	10.3	3.1

Camión Vacío

<u>R.f. o Rimpull (Ton.)</u>		<u>R.T. 5 de Pendiente</u>	
<u>2000 m.</u>	<u>10000 m.</u>	<u>2000 m.</u>	<u>10000 m.</u>
2.9	0.0	7.2	0.0

Cálculo de las Velocidades de acarreo (V. Máximas):

Con los datos anteriores entramos a las gráficas anexas, de acuerdo al modelo de camión.

Velocidades del camión cargado

<u>V. para los 10000 m.</u>	<u>Trans.</u>	<u>V. para los 2000 m.</u>	<u>Trans.</u>
17 Km/hr.	3a.	35 Km/hr.	7a.

Velocidades del camión vacío

<u>V. para los 2000 m.</u>	<u>Trans.</u>	<u>V. para los 10000 m.</u>	<u>Trans.</u>
42 Km/hr	6a.	65 Km/hr	7a.

Cálculo de Velocidades Media:

V. Media Cargado.

<u>V. para los 10000 m.</u>	<u>V. para los 2000 m.</u>
$17 \times 0.65 = 11 \text{ Km/hr}$	$35 \times 0.65 = 23 \text{ Km/hr}$

V. Media Vacío

<u>V. para los 2000 m.</u>	<u>V. para los 10000 m.</u>
$42 \times 0.65 = 26 \text{ Km/hr}$	$65 \times 0.65 = 43 \text{ Km/hr}$

Cálculo de los tiempos del Ciclo:

$t_c = \text{tiempos fijos (tf) = tiempos variables (tv)}$

tf = se toman datos de un fabricante

tiempo de espera = 0.36 min.

tiempo de acomodo (entra) = 0.04 min.

tiempo de carga = 1.15 min.

tiempo de espera = 0.02 min.
 tiempo de acomodo (sale) = 0.12 min.
 tiempo de descarga = 0.12 min.
 tiempo de demoras = 0.45 min.
 2.26 min.

tiempos variables (ida + regreso):

$$v = \frac{d}{t}, \text{ entonces } t = \frac{d}{v} \times 60$$

Tiempos del Camión Cargado.

<u>t. en los 10000 m.</u>	<u>t. en los 2000 m.</u>	<u>t. total (ida)</u>
54.5 min.	5.2 min.	59.7 min.

Tiempos del Camión Vacío.

<u>t. en los 2000 m.</u>	<u>t. en los 10000 m.</u>	<u>t. total (regreso)</u>
4.28 min.	13.95 min.	18.23 min.

Tiempo Total del Ciclo:

<u>T. fijos</u>	<u>T. variables</u>	<u>T. total</u>
2.26 min.	77.93 min.	80.19 min. = 1 hr. 20.19 min.

Cálculo de la Producción real:

$$V = \frac{34.1 \text{ m}^3}{1.20} = 28.42 \text{ m}^3_c$$

$$P = 28.42 \text{ m}^3_c \times \frac{60 \text{ min/hr}}{77.93 \text{ min}} \times 80$$

$$P = 17.50 \text{ m}^3/\text{hr.}$$

=====

ESPECIFICACIONES DE EQUIPO PESADO DE ACARREO

NOTGSCREPAS ESTANDAR CATERPILLAR

MODELO	631 E	631 E
Potencia en el volante	370 HP	450 HP
Peso de operación (vacío)	30 479 kg	43 945 kg
Capacidad de la notgscrapa		
- a ras	10,7 m ³	16 m ³
- colada	15,3 m ³	23,7 m ³
Carga especificada	21 000 kg	34 000 kg
Ancho de corte	3,02 m	3,50 m
Profundidad máx. de corte	373 mm	437 mm
Espesor máx. al pasar	527 mm	480 mm

CANGIONES BUEFA DE CARPETERA CATERPILLAR

MODELO	773 C	773 B	777 B
Potencia en el volante	450 HP	650 HP	870 HP
Peso de operación (vacío)	31 343 kg	39 235 kg	58 514 kg
Velocidad máxima (topografía)	69 km/h	61 km/h	60 km/h
Peso bruto de la máquina	63 075 kg	84 655 kg	135 625 kg
Capac. en ton. (carga estándar)	31,8 t	45,4 t	77,1 t
A ras (S.A.E.)	17,4 m ³	26,0 m ³	36,3 m ³
Colada (C a D) (S.A.E.)	23,5 m ³	34,1 m ³	51,3 m ³

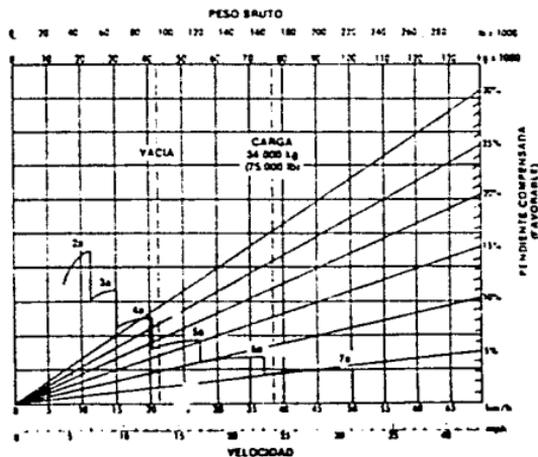
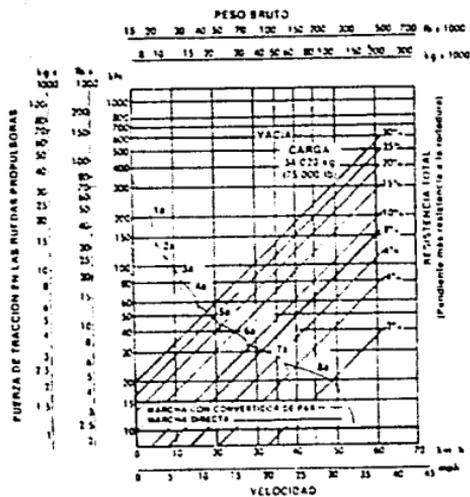
VOQUETES CATERPILLAR

MODELO	6400	6450	6500
Potencia en el volante	385 HP	450 HP	740 HP
Peso de operación (vacío)	17 764 kg	21 870 kg	25 115 kg
Velocidad máxima (topografía)	61 km/h	65 km/h	63 km/h
Peso bruto de la máquina	35 528 kg	43 740 kg	50 230 kg
Capac. en ton. (carga estándar)	17,8 t	21,9 t	25,1 t
A ras (S.A.E.)	12,7 m ³	16,7 m ³	21,3 m ³
Colada (C a D) (S.A.E.)	17,4 m ³	23,1 m ³	29,7 m ³
Ancho de corte	3,02 m	3,50 m	3,66 m
Profundidad máxima de corte	373 mm	437 mm	437 mm
Capac. máx. al pasar (estándar)	44,1 t	49,1 t	54,1 t

MOTOESCROPAS

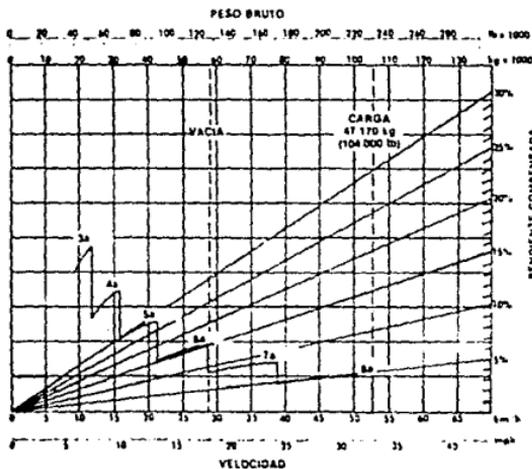
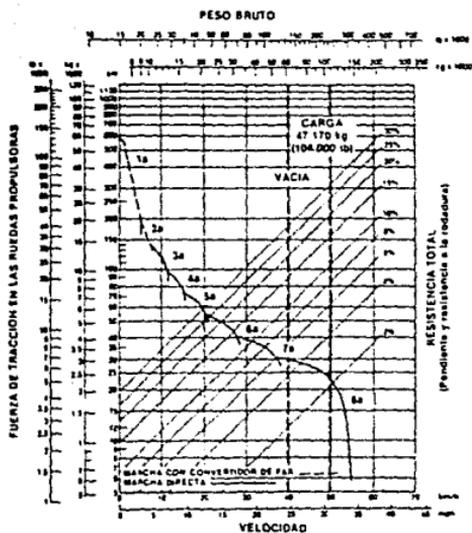
(continuación)

631-E



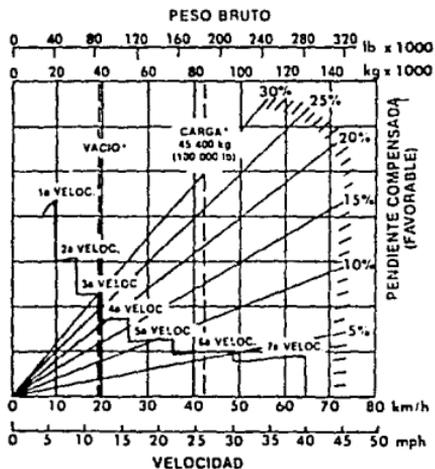
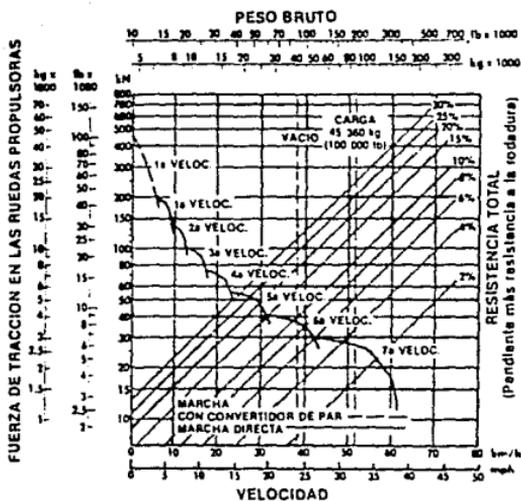
UNIDESC REPAS
(CONTINUACIÓN)

651-E



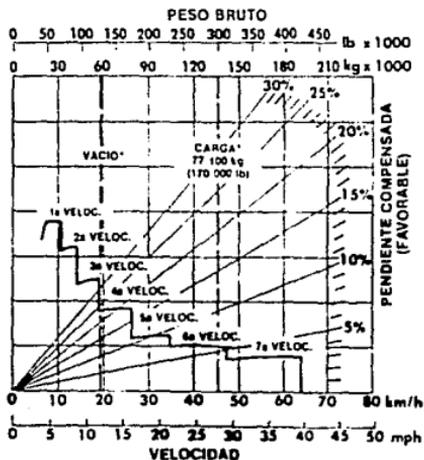
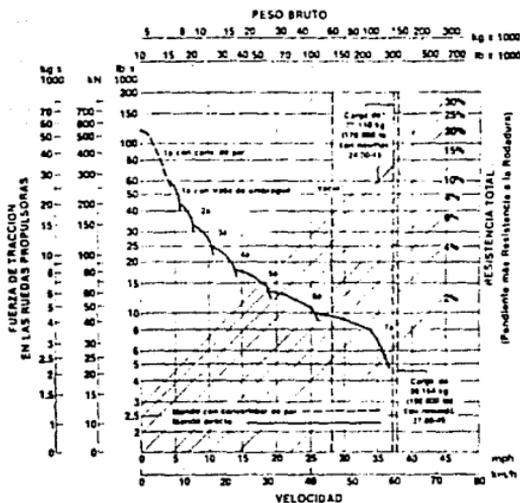
CAMIONES FUERA DE CARRETERA
(continuación)

773-B



EQUIPO PESADO DE ACARREO
(continuación)

777 B



IV.8. RENDIMIENTO DE BANDAS TRANSPORTADORAS

El rendimiento de las bandas transportadoras se puede calcular por:

- 1.- Por observación directa.
- 2.- Por fórmulas.
- 3.- Por medio de datos del fabricante.

El Rendimiento o Producción de un sistema de banda transportadora se puede calcular mediante la fórmula:

$$R = 60 A V P E$$

en donde:

R = Rendimiento, T M H (Toneladas Métricas por Hora)

A = Area m^2

V = Velocidad de la banda, m/min

P = Peso específico del material Ton/m^3

E = Factor de eficiencia

Problema.

Calcular el rendimiento de una banda transportadora que se mueve a una velocidad de 76.2 metros por minuto, transportando un material cuyo peso específico es de 1620 Kg/m^3 , teniendo la banda un ancho de 61.0 cm. y una eficiencia de 75 %. Ángulo de los rodillos de 15°

DATOS:

$$R = ?$$

$$A = ?$$

$$P = 1620 \text{ Kg/m}^3$$

$$V = 76.2 \text{ m/min.}$$

$$E = 0.75$$

$$a = 61.0 \text{ cm. (ancho)}$$

SOLUCION:

a) Cálculo del área.

Material: grava clasificada sin lavar.

Consultando la tabla (anexa) de ángulo de inclinación recomendados se obtienen los grados de inclinación.

Grava clasificada sin lavar = 15 %

Deduciendo de la figura obtenemos los siguientes datos:

De la figura

$$\tan 15^\circ = \frac{y}{0.305}$$

$$y = 0.305 \times \tan 15^\circ$$

$$y = 0.081 \text{ m ;}$$

$$A_1 = (0.305 \text{ m} \times 0.081 \text{ m})/2$$

$$A_1 = 0.012 \text{ m}^2 \times 2$$

$$A_1 = 0.024 \text{ m}^2$$

$$\tan 20^\circ = \frac{y'}{0.305}$$

$$y' = 0.305 \times \tan 20^\circ$$

$$y' = 0.111 \text{ m}$$

$$A_2 = (0.305 \text{ m} \times 0.111 \text{ m})/2$$

$$A_2 = 0.034$$

$$A_1 + A_2 = 0.024 + 0.034 = 0.058 \text{ m}^2$$

Por tanto la producción será:

$$R = 60 \times 0.058 \text{ m}^2 \times 76.2 \text{ m/min} \times 1.620 \text{ Ton/m}^3 \times 0.75$$

$$\underline{R = 322.18 \text{ T.M.H.}}$$

Rendimiento por datos del fabricante.-

Se anexa una tabla con la cual se puede calcular el Rendimiento directamente conociendo la velocidad a que se mueve, el ancho de la banda, tipo y peso del material.

Tabla

Capacidad de carga (C) Sistema Métrico

La capacidad máxima de la banda depende del diseño del punto de carga, tipo de material, velocidad de la banda y peso del material

Ancho de la Banda (Cm)	Peso del Material Kg./M ³	Capacidad en Toneladas Métricas por Hora															
		Velocidad de la Banda — Metros por minuto.															
		15.2	30.3	45.7	61.0	76.2	91.4	106.7	122.0	137.2	152.4	167.6	182.9	198.1	213.4	228.6	
30.0	500	2.6	3.2	3.8	4.5	5.2	6.0	6.8	7.7	8.6	9.6	10.6	11.7	12.8	14.0	15.2	
	800	5.4	6.5	7.7	9.1	10.4	11.9	13.4	15.0	16.6	18.3	20.0	21.8	23.7	25.6	27.6	
	1200	8	9.8	11.6	13.7	15.6	17.7	19.9	22.3	24.8	27.4	30.0	32.7	35.5	38.4	41.3	
	1600	11	13.2	15.5	18.1	20.6	23.3	26.1	29.1	32.1	35.3	38.6	42.0	45.5	49.1	52.7	
	2000	13	16	19	22	25	28	31	35	38	42	46	50	54	58	62	
	2400	15	18	22	26	30	34	38	43	47	52	57	62	67	72	77	
11.2	500	9	17	26	35	44	54	64	75	86	97	109	121	134	147	160	
	800	13	25	37	49	62	76	90	105	120	136	152	168	185	202	220	
	1200	18	37	55	74	93	113	133	154	176	198	221	245	269	294	319	
	1600	23	46	70	96	122	148	174	202	230	259	288	318	349	380	411	
	2000	27	54	82	110	138	167	196	226	257	288	320	352	385	418	451	
	2400	31	62	93	123	154	185	216	248	281	314	348	382	417	452	487	
61.0	500	17	34	51	68	85	102	120	138	157	176	196	216	237	258	279	
	800	26	52	78	104	130	156	182	210	237	265	294	323	353	383	413	
	1200	35	70	105	140	175	210	245	280	315	350	385	420	455	490	525	
	1600	43	87	130	173	216	259	302	345	388	431	474	517	560	603	646	
	2000	51	102	153	204	255	306	357	408	459	510	561	612	663	714	765	
	2400	59	117	176	235	294	353	412	471	530	589	648	707	766	825	884	
76.2	500	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240	260	280	300	
	800	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	360	390	420	450	
	1200	40	80	120	160	200	240	280	320	360	400	440	480	520	560	600	
	1600	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	
	2000	60	120	180	240	300	360	420	480	540	600	660	720	780	840	900	
	2400	70	140	210	280	350	420	490	560	630	700	770	840	910	980	1050	
91.0	500	25	50	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350	375	
	800	38	75	112	149	186	223	260	297	334	371	408	445	482	519	556	
	1200	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	
	1600	62	124	186	248	310	372	434	496	558	620	682	744	806	868	930	
	2000	75	150	225	300	375	450	525	600	675	750	825	900	975	1050	1125	
	2400	90	180	270	360	450	540	630	720	810	900	990	1080	1170	1260	1350	
106.0	500	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	360	390	420	450	
	800	45	90	135	180	225	270	315	360	405	450	495	540	585	630	675	
	1200	60	120	180	240	300	360	420	480	540	600	660	720	780	840	900	
	1600	75	150	225	300	375	450	525	600	675	750	825	900	975	1050	1125	
	2000	90	180	270	360	450	540	630	720	810	900	990	1080	1170	1260	1350	
	2400	108	216	324	432	540	648	756	864	972	1080	1188	1296	1404	1512	1620	
122.0	500	35	70	105	140	175	210	245	280	315	350	385	420	455	490	525	
	800	52	104	156	208	260	312	364	416	468	520	572	624	676	728	780	
	1200	70	140	210	280	350	420	490	560	630	700	770	840	910	980	1050	
	1600	87	174	261	348	435	522	609	696	783	870	957	1044	1131	1218	1305	
	2000	105	210	315	420	525	630	735	840	945	1050	1155	1260	1365	1470	1575	
	2400	126	252	378	504	630	756	882	1008	1134	1260	1386	1512	1638	1764	1890	
138.0	500	40	80	120	160	200	240	280	320	360	400	440	480	520	560	600	
	800	60	120	180	240	300	360	420	480	540	600	660	720	780	840	900	
	1200	80	160	240	320	400	480	560	640	720	800	880	960	1040	1120	1200	
	1600	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	
	2000	120	240	360	480	600	720	840	960	1080	1200	1320	1440	1560	1680	1800	
	2400	144	288	432	576	720	864	1008	1152	1296	1440	1584	1728	1872	2016	2160	

**ANGULOS MAXIMOS DE INCLINACION RECOMENDADOS PARA
TRANSPORTAR MATERIALES A GRANEL**

M A T E R I A L	GRADOS DE INCLINACION
Cemento suelto "Portland"	22
Carbón antracita no clasificado	16
Carbón bituminoso no clasificado	18
Carbón bituminoso clasificado	16
Carbón bituminoso suelto	20
Coque clasificado	18
Coque en polvo	20
Concreto normal	15
Concreto mojado	12
Tierra suelta	20
Vidrio quebrado	21
Grano entero	15
Grava de cantera	20
Grava clasificada lavada	12
Grava clasificada sin lavar	15
Yeso en polvo	23
Cal en polvo	21
Troncos	10
Mineral finamente molido	20
Mineral en pedruzcos y finos revueltos	18
Mineral clasificado	16
Paquetes con caras planas sobre la lona o sobre una cubierta de hule terso	16
Roca finamente molida	20
Roza fina y en piedra	18
Roza clasificada	16
Sal	20
Areña Mojada	20
Areña seca	15
Areña templada	24
Azufre en polvo	21
Astilla de madera	26

NOTA: Si el material está mojado los ángulos inclinados en esta tabla deberán reducirse. Para inclinaciones muy acentuadas se recomienda bajar la velocidad de la banda y cargarla completamente.

CAPITULO V
CONCLUSIONES

V. CONCLUSIONES.

Dentro de la clasificación que se tenga que hacer de cierto equipo para realizar un determinado trabajo de movimiento de tierras se debe considerar principalmente las condiciones de la obra y las condiciones de la administración de la empresa, esto con la finalidad de poder escoger el (o los) equipo(s) adecuado(s) a las necesidades de la misma y así optimizar al máximo los recursos con que cuenta, y no provocar situaciones que a futuro repercutan en tiempos perdidos que a la vez representan dinero para cualquier empresa.

En cuanto al cálculo de rendimientos por medio de datos proporcionados por los fabricantes, se puede apreciar que existen variaciones de uno a otro.

En cuanto a las tablas que manejan diferentes autores, para cálculo de factores de eficiencia se observan pequeñas variaciones por lo que en esta tesis se consideran valores lo más fehacientes posible.

De igual forma en la integración real de tiempos fijos y variables, existen factores imprevistos o previstos, -- que alteran a dichos tiempos pero que con una supervisión preventiva siempre existirá alguna solución para poder reducir los tiempos fijos y variables.

Con lo cual se podrá aumentar el rendimiento del -- equipo, tales como las motoescrepas y los camiones.

Se podría pensar en varias formas de reducir los --
tiempos fijos tales como:

- Ver la posibilidad de efectuar la carga con pendiente favorable.
- Dar capacitación técnica al operador con la finalidad de mejorar su trabajo y crearle sentido de responsabilidad enfocado al uso y mantenimiento del equipo.
- Escoger el espujador mas adecuado para la máquina en cuestión.

Los tiempos variables se pueden reducir si:

- Se considera la posibilidad de un camino mas adecuado ya sea revestido o pavimentado, dependiendo de las -- distancias, darle mantenimiento adecuado a traves de un equipo nivelador, o con riego de agua para ayudar a compactar el camino, y si es necesario no olvidar -- en la integración del equipo, el respectivo de compactación.
- Las distancias del banco o bancos de materiales al sitio de descarga deben de reducirse en lo posible to--mando en cuenta lo más recto y corto del camino, así como tratar de eliminar las pendientes o modificarlas al máximo.
- Los señalamientos a lo largo de las rutas le permiten al operador aplicar las velocidades adecuadas para -- ajustarse al tiempo requerido para su ciclo de opera--

ción.

- Existen otros aditamentos en estos equipos que permiten reducir los tiempos por ejemplo:

Enganche o empujador amortiguado, asiento del operador adecuado que le permita operar mejor la máquina, transmisión automática, etc.

- El mantenimiento que se le debe dar al equipo dentro de un periodo establecido.
- Etc.

Considero pertinente hacer mención aunque sea en mínima parte al término "Seguridad", si se elabora un buen programa de seguridad para un determinado trabajo, los beneficios repercutirán en parte en los tiempos que se necesitan para realizar un trabajo.

Es obligación de la administración iniciar el programa y dar el apoyo continuo necesario para mantenerlo operando con eficiencia.

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

- 1.- H.L. NICHOLS Jr., Herbert L. Jr., "Movimiento de Tierras" Editorial Continental, 1975 México, D.F.
- 2.- Colegio de Ingenieros Civiles de México, "Movimiento de Tierras", Curso en Centro de Actualización Profesional, 1986 México, D.F.
- 3.- David A. Day P. E., "Maquinaria para Construcción", Primera Reimpresión 1982, Biblioteca Linsea para la Industria de la Construcción. México, D.F.
- 4.- R. L. Peurifoy; "Métodos, Planeamiento y Equipos de Construcción", 14a Impresión 1981, Editora Diana, S.A. México, D.F.
- 5.- Ing. Isaac Lopez Ruis, "Apuntes de las Especificaciones Generales de Construcción de la Secretaría de Obras Públicas", Parte Segunda, México, 1985.
- 6.- Arcos Hernández David Joel, "Aspectos Principales del -- Equipo Utilizado para Movimiento de Tierras", Tesis 1975 México, D.F.
- 7.- Facultad de Ingeniería, "Apuntes de Movimiento de Tierras" UNAM.
- 8.- Ing Rafael Aburto Valdes, "Maquinaria para Construcción", Primera Edición, México Mayo 1990.
- 9.- "Mexicana de Tractores y Maquinaria, Caterpillar Tractor Co.", Revistas y Manual, México 1985.
- 10.- "Construcción Pan-Americana", Revistas Secciones Especiales Edición Continental, Miami Florida U.S.A., 1989.