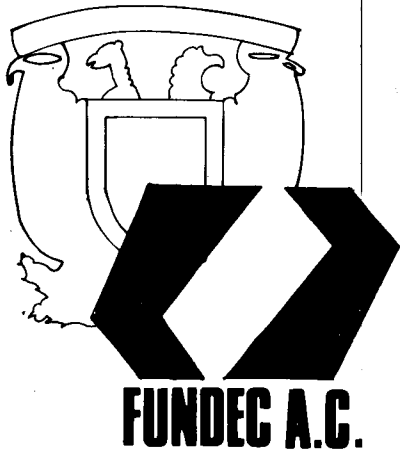
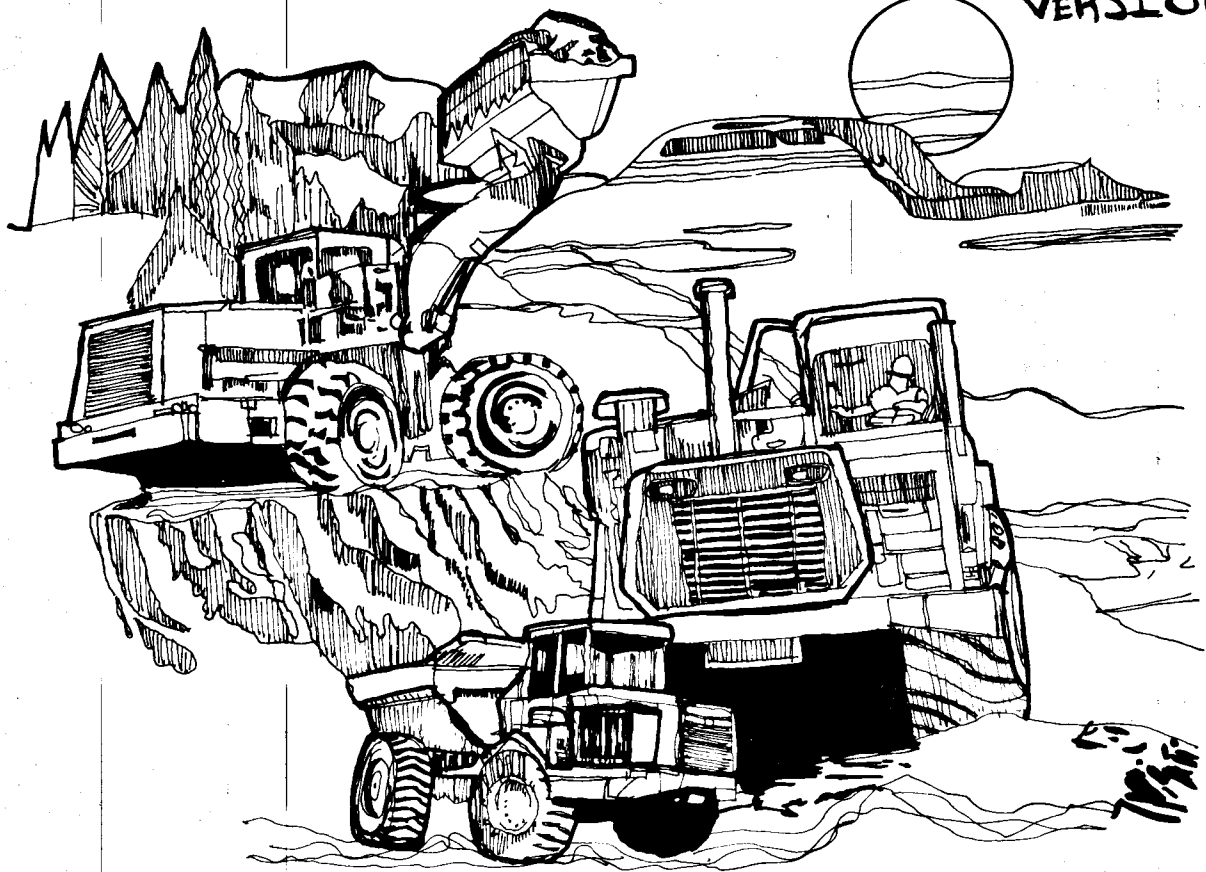


ING. RAFAEL ABURTO VALDES
ING. CARLOS M. CHAVARRI MALDONADO



MOVIMIENTO DE TIERRAS

TOMO I
VERSIÓN 2



FUNDACION PARA LA ENSEÑANZA DE LA CONSTRUCCION, A. C.

G. 204038

TERCERA EDICION: MAYO DE 1990
1000 EJEMPLARES
REGISTROS EN TRAMITE
TODOS LOS DERECHOS RESERVADOS

PROHIBIDA LA REPRODUCCION
TOTAL O PARCIAL SIN AUTORIZACION POR ESCRITO DE LA
FUNDACION PARA LA ENSEÑANZA DE LA CONSTRUCCION, A.C.

DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCION
DIVISION DE INGENIERIA CIVIL, TOPOGRAFICA Y GEODESICA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

Cd. Universidad, México, D.F. Tel: 546-94-69

LA FUNDACION PARA LA ENSEÑANZA DE LA CONSTRUCCION, FUNDEC, A.C., INSTITUCION SIN FINES LUCRATIVOS, FORMADA POR PROFESORES DE LA FACULTAD DE INGENIERIA DE LA U.N.A.M., TIENE COMO PRINCIPAL OBJETIVO, IMPLEMENTAR LOS MECANISMOS NECESARIOS PARA EL FOMENTO Y MEJORAMIENTO DE LA ENSEÑANZA DE LA CONSTRUCCION, PROMOVRIENDO LAS ACCIONES QUE TIENDAN AL BENEFICIO Y SUPERACION DE PROFESORES Y ALUMNOS DE INSTITUCIONES UNIVERSITARIAS EN EL AMBITO NACIONAL.

PARA EL CUMPLIMIENTO DE SUS OBJETIVOS, SE TIENE CELEBRADO UN CONVENIO DE COLABORACION Y APOYO CON LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO.

LA OFICINA MATRIZ DE FUNDEC, A.C., ESTA EN EL DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCION DE LA FACULTAD DE INGENIERIA DE LA U.N.A.M., SITUADA EN CD. UNIVERSITARIA, MEXICO, D.F.

INDICE

INTRODUCCION	1
CAPITULO 1 MOTORES Y MECANISMOS	
1.1 FUNDAMENTOS TEORICOS SOBRE MOTORES DE COMBUSTION INTERNA	1
1.2 DESCRIPCION DE MOTORES DE COMBUSTION INTERNA	5
1.3 PRINCIPALES MECANISMOS	12
1.4 PRINCIPIOS DE LA INGENIERIA EN LLANTAS	35
1.5 TREN DE RODAJE	46
CAPITULO 2 TRACTORES	
2.1 GENERALIDADES	63
2.2 COMPONENTES PRINCIPALES	64
2.3 ACTIVIDADES PRINCIPALES DEL TRACTOR DENTRO DE LA CONSTRUCCION	84
2.4 RENDIMIENTO DE LOS TRACTORES EMPUJADORES	102
2.5 ESPECIFICACIONES DE TRACTORES	111
2.6 DESGARRADORES	127
CAPITULO 3 CARGADORES	
3.1 CARGADORES	153
3.2 CLASIFICACION DE LOS CARGADORES	156
3.3 DESCRIPCION DE LOS CARGADORES FRONTALES	160
3.3.1 Cargadores frontales montados sobre neumáticos	160
3.3.2 Cargadores frontales montados sobre orugas	172
3.4 RENDIMIENTO DE CARGADORES	179
3.5 TIPOS DE CARGADORES EN EL MERCADO ACTUAL	206
CAPITULO 4 EQUIPO DE EXCAVACION	
4.1 ANTECEDENTES Y GENERALIDADES	215
4.2 MECANISMOS DE LA EXCAVADORA	220
4.3 ORIGEN DE LAS RETROEXCAVADORAS	222
4.3.1 Retroexcavadoras montadas sobre llantas	226
4.3.2 Retroexcavadoras montadas sobre orugas	228
4.3.3 Partes principales	231

4.3.4 Rendimiento	252
4.3.5 Aplicaciones de las retroexcavadoras	266
4.3.6 Especificaciones	279
4.4 DRAGAS DE ARRASTRE	294
4.4.1 Generalidades	294
4.4.2 Clasificación	295
4.4.3 Elementos esenciales	296
4.4.4 Aplicaciones	302
4.4.5 Draga equipada con un cucharón de almeja	304
4.5 EXCAVADORA TIPO CABLEVIA	312
4.5.1 Generalidades	312
4.5.2 Elementos esenciales	313
4.6 DRAGAS SAUERMAN DE EXCAVACION CON TRANSPORTE AEREO	316
4.6.1 Funcionamiento	316
4.6.2 Elementos esenciales	317
4.6.3 Aplicaciones de las fragas sauerman	319
4.7 ZANJADORAS	321
4.7.1 Generalidades	321
4.7.2 Zanjadoras de cangilones	322
4.7.3 Zanjadoras de ruedas	324
4.7.4 Zanjadoras de brazo vertical	325
4.7.5 Aplicaciones de zanjadoras	327
4.8 TALUDADORAS	329
4.8.1 Generalidades	329
4.8.2 Descripción de sus mecanismos	330
4.8.3 Aplicaciones	333
4.9 EQUIPO DE DRAGADO HIDRAULICO	334
4.9.1 Generalidades	347
4.9.2 Clasificación	337
 CAPITULO 5 EQUIPO PESADO DE ACARREO	
5.1 GENERALIDADES	347
5.2 DESCRIPCION	350

5.3 MOTOESCREPAS	360
5.3.1 Operación de escrepas y motoescrepas	361
5.3.2 Motoescrepas de tiro y empuje (Push-pull)	366
5.3.3 Motoescrepas autocargables	368
5.4 CAMIONES FUERA DE CARRETERA	369
5.4.1 Generalidades	369
5.4.2 Clasificación	370
5.5 RENDIMIENTO DE EQUIPO PESADO DE ACARREO	377
5.6 ESPECIFICACIONES	391
OTRAS PUBLICACIONES DE FUNDEC	407

I N T R O D U C C I O N

En los últimos años, ha habido una revolución total en la maquinaria, y los procesos constructivos. La rapidez del desarrollo y la variedad de máquinas aumenta constantemente.

Pero dicho avance no ha sido paralelo al avance en la publicación de textos de consulta; que presenten un panorama por lo menos general sobre la maquinaria y su uso adecuado.

La mala selección del equipo y los daños debidos a la ignorancia de sus funciones y de sus puntos débiles, trae como resultado que se produzcan cuantiosas pérdidas en la construcción.

A su vez, el movimiento de Tierras es sin duda una parte muy importante de un gran número de obras de Ingeniería Civil y su importancia se ha incrementado en forma paralela a la evolución de estas obras.

En este tomo, se hace una descripción de la teoría mecánica y de las partes y componentes que llevan las máquinas así como los principios en los que se basan para su construcción; se describen además todos los tipos importantes de equipo de excavación, carga y acarrec, así como la manera en que se satisfacen las necesidades especiales del trabajo y algunos aspectos sobre su ajuste y mantenimiento.

La mayor parte de las descripciones del equipo se basan en modelos de uso común y los más recientes. En ningún caso se ha intentado incluir toda la serie de equipos de un fabricante, y las que se han elegido para describirse es en muchos casos porque se disponía de material descriptivo e ilustraciones. Esta elección no implica ninguna recomendación de esas marcas o modelos.

Debido a que se están efectuando cambios constantemente,

puede suceder que algunos de los datos ya no se apliquen a los modelos corrientes cuando se lean estos apuntes.

Si algunos errores han podido escaparse a esta edición o si se han cometido en su redacción final, los autores agradecemos se nos notifique.

Se debe dar un especial agradecimiento a los ingenieros:

- Jorge Cabezut Boo
- Julio Cesar Aceves (+)
- Luis Candelas Ramírez
- Enrique Takahashi Villanueva

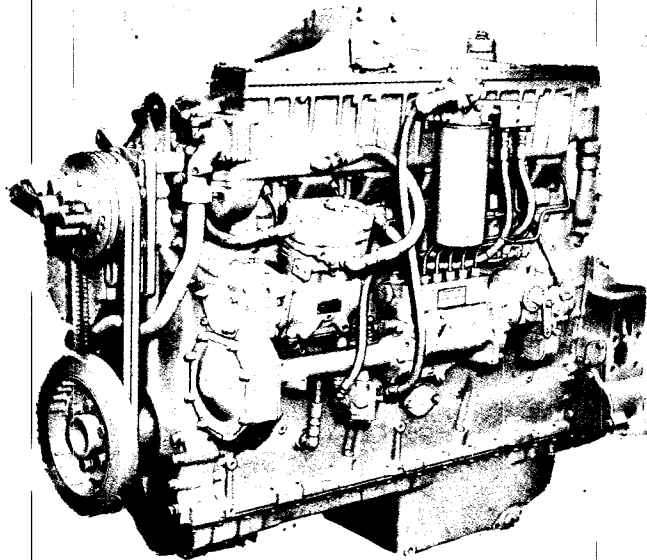
quienes colaboraron en la realización de estos apuntes en ediciones anteriores.

ING. CARLOS M. CHAVARRI M.

ING. RAFAEL ABURTO V.

MOVIMIENTO DE TIERRAS

MOTORES Y MECANISMOS



FUNDAMENTOS TEORICOS SOBRE MOTORES DE COMBUSTION INTERNA.

Hagamos un repaso rápido de tres conceptos fundamentales de física con

- a) Fuerza
- b) Trabajo
- c) Potencia

FUERZA

"Agente físico que aplicado a un cuerpo tiende a alterar su estado de reposo y es capaz de deformarlo y de modificar su estado de movimiento, bien sea aumentando o disminuyendo su velocidad de translación o cambiando su trayectoria" unidad de fuerza en el sistema técnico es el kilogramo (fuerza). En el sistema inglés es la libra.

TRABAJO

"Cuando un cuerpo es desplazado en contra de las fuerzas que se oponen a su desplazamiento, se dice que se está ejecutando un trabajo".

La unidad de trabajo en el sistema técnico es el Kilogramo metro. En el sistema inglés es la libra - pie.

$$dW = F dx \quad (1)$$

POTENCIA

La potencia es una medida de la capacidad de ejecutar trabajo en la unidad de tiempo o sea:

$$P = \frac{dW}{dt} \quad (2)$$

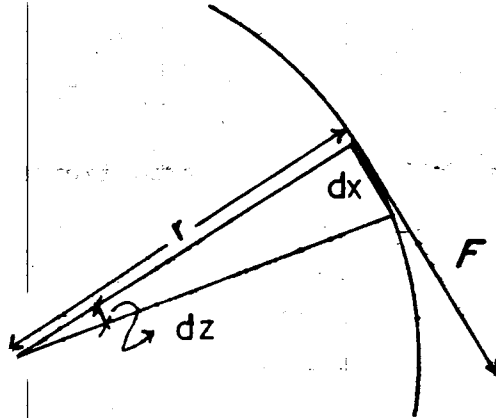
La unidad de potencia en el sistema técnico es el kilogramo-metro por segundo. La unidad utilizada comúnmente se llama caballo de vapor abreviado (C. V.) y equivale a 75 kilogramos-metro por segundo o a 735 watts (sistema MKS).

En el sistema inglés la unidad de potencia es el pie-libra por segundo. La unidad utilizada comúnmente es el horsepower, abreviado H.P. y equivale a 550 pies-libra por segundo o 746 watts (sistema MKS).

Vale la pena recordar que el watt es la unidad de potencia en el sistema MKS y no implica una relación con la electricidad, como frecuentemente se piensa; la potencia de un foco podría estar expresada en caballos y la del motor de un tractor, en watts.

POTENCIA, PAR Y VELOCIDAD DE GIRO.

El principio de funcionamiento de motor diesel rápido, desde el punto de vista del método utilizado para obtener la potencia deseada, es el siguiente:



Si bajo la acción de una fuerza f , aplicada tangencialmente a una rueda de radio (que podría representar al muñón de un cigueñal), la rueda gira un ángulo "dz" mientras el punto de aplicación recorre una distancia dx , el trabajo realizado vale:

$$dW = Fdx$$

Pero: $dx = rdz$

$$dW = Frdz$$

Y como $Fr = T =$ par de torsión o momento,

Podemos escribir:

$$dW = Tdz$$

ó $\frac{dW}{dt} = \frac{Tdz}{dt}$

que equivale a:

$$P = Tw \quad (3)$$

En los motores diesel y de gasolina, la potencia normalmente está expresada en C.V. o H.P., mientras que el par se expresa en kg-m o en pies-libra y la velocidad angular en R.P.M., por lo que conviene manejar expresiones en las cuales intervengan directamente dichas magnitudes, o sea:

$$P = \frac{T}{75} \times \frac{\text{RPM}}{60} \times 2\pi$$

Que simplificada queda:

$$P = \frac{T \times \text{R.P.M.}}{288.1}$$

Donde:

$$P = T \times \text{RPM} \times 3.4 \times 10^3$$

P = Potencia en CV

T = Par en Kg-m

RPM = Revoluciones por minuto.

Con la expresión (4) podemos calcular la potencia de un motor si conocemos el PLAN que esta desarrollando a una cierta velocidad.

Entendiéndose por PLAN lo siguiente:

$$\text{H.P.} = \frac{\text{PLAN}}{K}$$

H.P. = Potencia en "Caballos de fuerza"

P = Presión media efectiva

L = Carrera del embolo

A = Area de la sección recta del embolo

N = Número de carreras de fuerza efectuadas en un minuto.

K = Constante de acuerdo con las unidades que se utilizan.

Veamos que par se requiere, en kg-m más cerca para dar una potencia de 9880, C.V. en un motor cuya velocidad máxima de trabajo es de 1800 R.P.M.

De la expresión (4)

$$P = \frac{T \times \text{R.P.M.}}{288.1} \quad \text{de donde } T = \frac{P \times 288.1}{\text{R.P.M.}} = \frac{9880 \times 288.1}{1800}$$

$$T = 1581.35 \text{ kg-m}$$

Ahora veamos el par necesario para dar la misma potencia, pero operando a 3000 R.P.M.

$$T = \frac{9880 \times 288.1}{3000} = 948.81 \text{ kg-m}$$

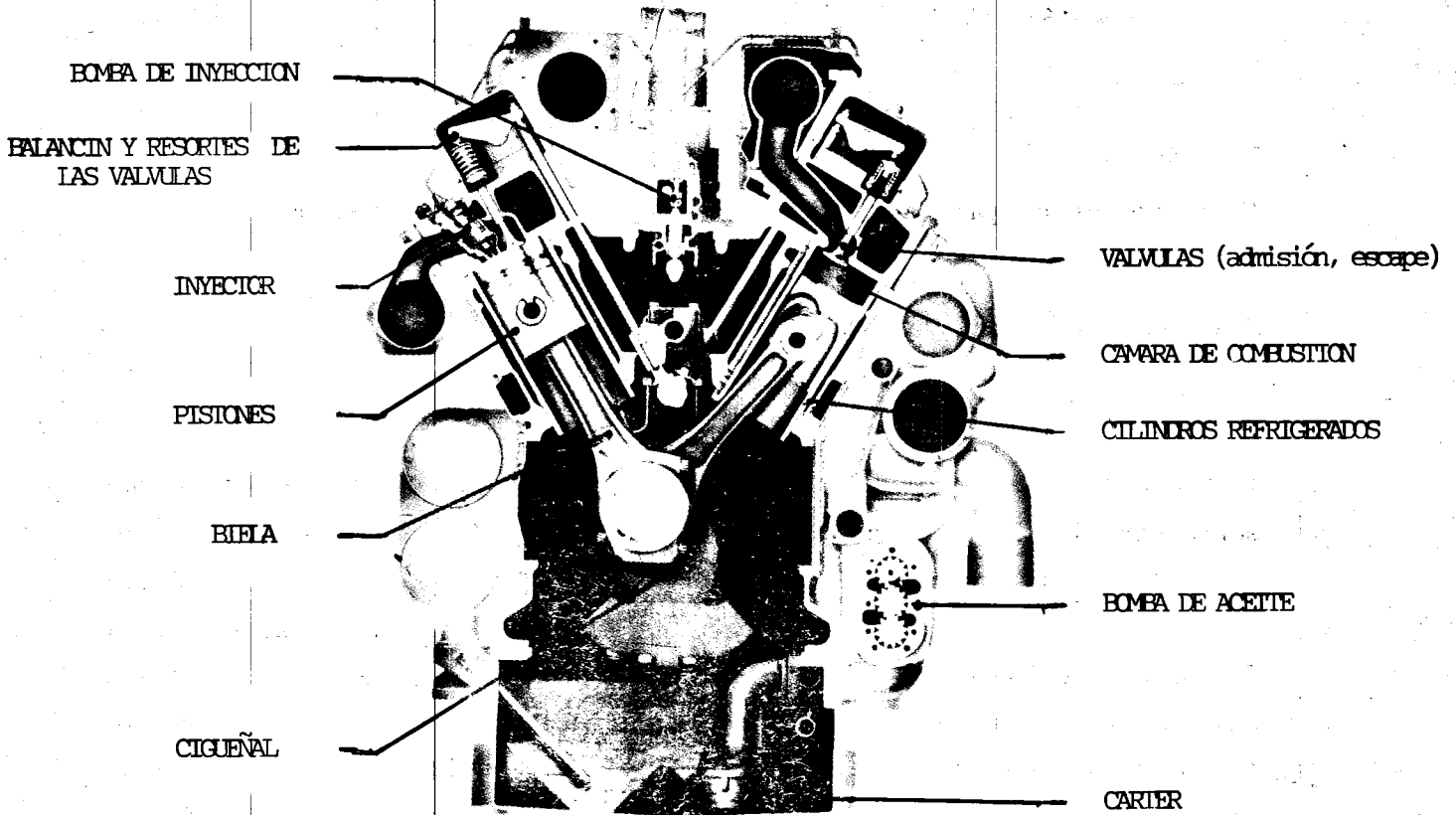
Como se observa a mayores R.P.M. menor par.

El aumento de la velocidad de giro, permitió una reducción del par necesario para dar la potencia, de un 40%. Si suponemos que ambos motores son acoplados a una transmisión de engranes, tal como una caja de velocidades el área de la sección de la flecha de entrada de dicha caja, o sea la flecha que recibe el movimiento directamente del motor, obviamente tendrá una sección menor en el caso del motor de alta velocidad, la proporción en que el área decrece será la misma que guarden los pares actuantes en cada caso.

Algo semejante ocurrirá con los engranes y los baleros de esta misma flecha y la adyacente, y los dientes de los engranes podrán hacerse más angostos. Como la carga sobre los baleros también disminuye considerablemente, podrán emplearse baleros de menor tamaño, todo lo cual, sumando, da por resultado una transmisión más liviana y MAS BARATA.

De acuerdo con esta breve exposición, podemos decir que los motores diesel de alta velocidad, son motores en los cuales la potencia se consigue mediante una reducción substancial del par y un aumento correspondiente de la velocidad de rotación, comparadas ambas magnitudes con las características de otros motores de la misma potencia, cuya velocidad angular está comprendida en el rango de 1500 a 2000 RPM, los cuales son actualmente aceptados como motores "convencionales".

PARTES DE UN MOTOR DIESEL



MOTORES DE COMBUSTION INTERNA

Las máquinas utilizadas en construcción, tienen como parte fundamental el motor de combustión interna que por sus características de operación, facilidad de instalación, adaptabilidad, respuesta rápida a demandas, etc., ha sido hasta la fecha el medio utilizado para proporcionar la energía que dichas máquinas requieren.

Los motores de combustión interna, especialmente los de cilindro y émbolo son los más usados para la máquina de construcción.

Existen dos tipos de motores cuya diferencia estriba fundamentalmente en la composición del fluido que se admite en el cilindro y la forma en que se efectúa la ignición del combustible.

En el primer tipo, el fluido que se admite y comprime en el cilindro es una mezcla dosificada de AIRE Y COMBUSTIBLE cuya ignición se provoca en forma instantánea mediante una chispa eléctrica que prácticamente produce una explosión. Por ese motivo y porque fué el alemán Otto quien estableciera el principio de funcionamiento, estos motores se conocen con las siguientes denominaciones:

MOTOR DE EXPLOSION.

MOTOR OTTO.

MOTOR DE IGNICION POR CHISPA.

MOTOR SI (siglas de "spark-ignition")

En el segundo tipo, el fluido que se admite es solamente AIRE que al ser comprimido en una relación aproximada de 18 a 1 alcanza una temperatura suficientemente elevada para producir la ignición progresiva del combustible que en ese momento se le inyecta. Este motor fue propuesto por Rudolph Diesel y se le conoce con las siguientes denominaciones:

MOTOR DE COMBUSTION PROGRESIVA.

MOTOR DIESEL.

MOTOR DE IGNICION POR COMPRESION.

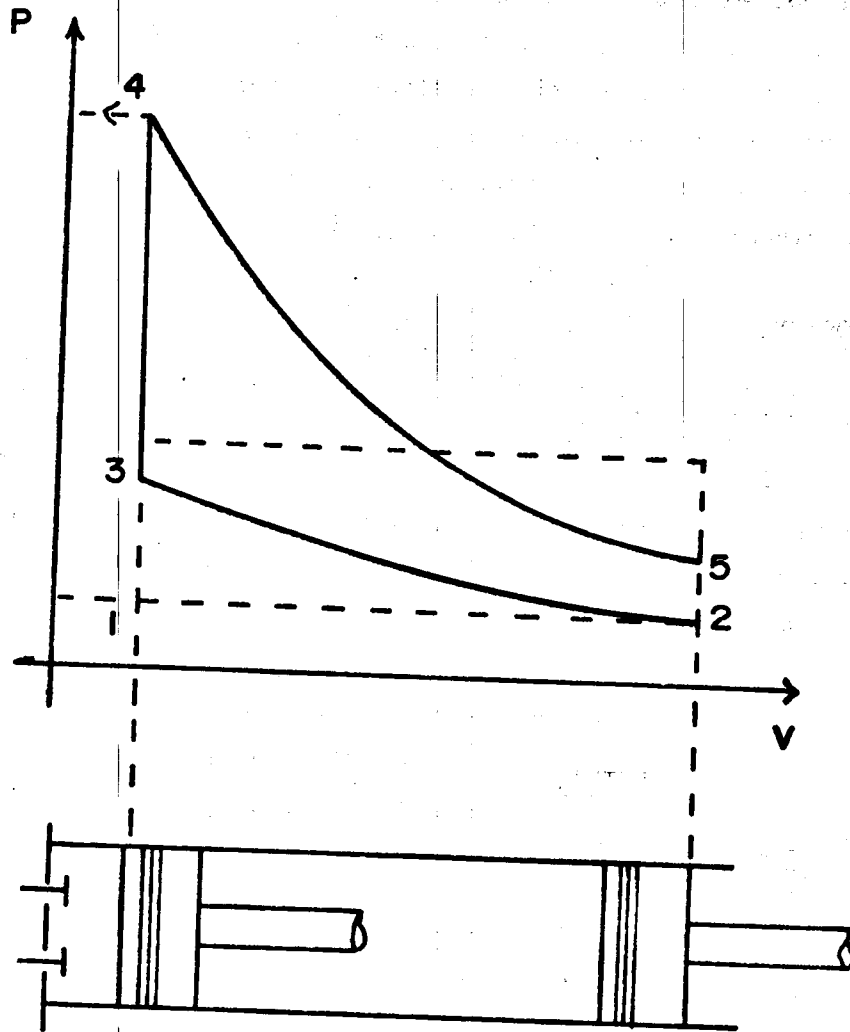
MOTOR CI (siglas de "compresión-ignition")

En ambos motores el ciclo de trabajo puede efectuarse en cuatro carreras del émbolo (dos vueltas del cigueñal) o solamente en dos carreras (una vuelta del cigueñal), por lo cual atendiendo a esta característica, se

les denomina de CUATRO TIEMPOS o de DOS TIEMPOS, respectivamente.

Con la ayuda de un aparato llamado INDICADOR podemos obtener una representación gráfica y a escala de los diferentes procesos que se realizan en el interior del cilindro y que constituyen el "ciclo termodinámico". El análisis de estos ciclos referidos a ejes presión - volumen, nos expresan la eficiencia termodinámica del ciclo o sea el porcentaje que se aprovecha de la energía contenida en el combustible, así como la potencia que puede desarrollar el motor.

Para el ciclo OTTO de cuatro tiempos (carreras del émbolo) el diagrama teórico del ciclo es el siguiente:



Al iniciarse el ciclo, el émbolo se encuentra en el punto (1), la válvula de admisión está abierta y la de escape cerrada, el émbolo se mueve hacia la derecha y se tienen los siguientes eventos o procesos:

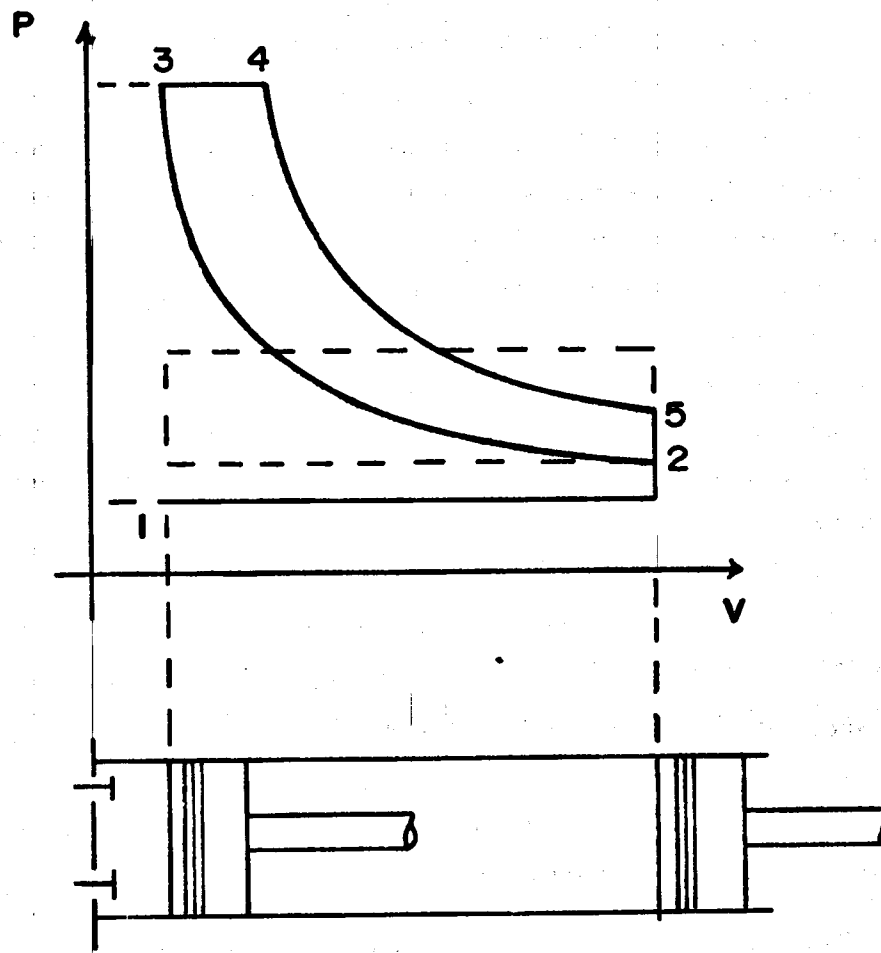
- a) De (1) a (2), ADMISION presión constante de la mezcla aire-combustible
- b) De (2) a (3), COMPRESION adiabática, ambas válvulas cerrada.
- c) En el punto (3) una chispa eléctrica provoca la ignición, con la consecuente elevación instantánea de la presión y temperatura hasta el punto (4), ambas válvulas cerradas.
- d) De (4) a (5) se tiene la carrera de FUERZA provocada por la expansión de los gases producto de la combustión, ambas válvulas cerradas.
- e) Al llegar el émbolo al punto (5) se abre la válvula de escape y la presión se abate instantáneamente hasta el valor representado por el punto (2).
- f) De (2) a (1) se tiene ESCAPE de los productos de combustión mediante movimiento del émbolo hasta el punto muerto superior, quedando listo para iniciar otro nuevo ciclo.

Puesto que, el diagrama está referido a ejes presión volumen, el área 2-3-4-5 nos representa el TRABAJO del ciclo y si este valor lo multiplicamos por el número de veces que dicho ciclo se realiza en un minuto, tendremos la POTENCIA desarrollada.

El área 2-3-4-5, cuyo valor se determina por un rectángulo equivalente que tiene por base el volumen barrido por el émbolo y por altura el valor medio de las presiones en el cilindro.

Observese que cuando se inicia y termina la ignición el cilindro está a volumen constante.

Para el ciclo DIESEL de cuatro tiempos, el diagrama es el siguiente:

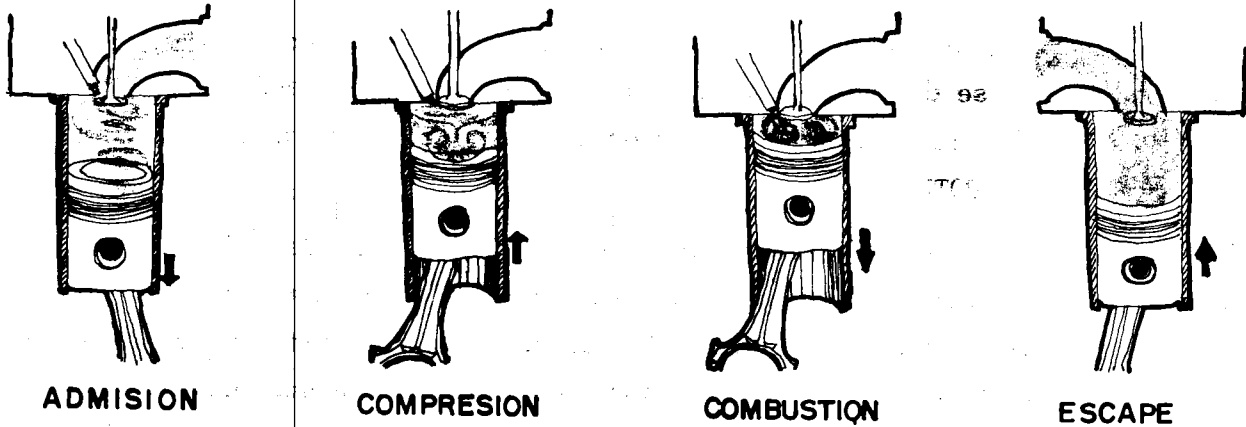


Siguiendo la misma secuencia en las carreras del émbolo tendremos:

- a) De (1) a (2), ADMISION DE AIRE a presión constante.
- b) De (2) a (3), COMPRESION.
- c) En el punto (3) inyecta el combustible cuya ignición se realiza debido a la alta temperatura alcanzada por el aire. Nótese que la combustión no es instantánea sino progresiva y que durante ella el émbolo ya efectuó parte de su carrera de regreso hasta el punto (4).
- d) De (4) a (5), se tiene la carrera de FUERZA o expansión.
- e) En el punto (5) se abre la válvula de escape, abatiéndose la presión hasta el valor representado por el punto (2).

F) De (2) a (1) se tiene la carrera de ESCAPE debido a que el émbolo empuja hacia el exterior, los gases producto de la combustión.

Observe en este caso que la ignición de la mezcla es a Presión Constante.



Para el ciclo DIESEL, la eficiencia termodinámica es también una función de la "relación de compresión" y queda expresada por la siguiente fórmula:

$$E = 1 - \frac{1}{r^{\gamma-1}} \left[\frac{r^{\gamma} - 1}{\gamma (\gamma - 1)} \right]$$

desde luego, en el diagrama, el área 2-3-4-5 representa el trabajo del ciclo y la fórmula PLAN, con sus valores respectivos se aplica íntegramente.

Hasta ahora, hemos derivado todas las fórmulas partiendo del diagrama que se obtiene utilizando el indicador, es decir, -- nos hemos circunscrito al trabajo y la potencia desarrollada en el cilindro, sin tomar en cuenta las pérdidas mecánicas, -- principalmente por inercia y fricción, de todas las partes -- móviles del motor.

En realidad, la potencia útil de un motor es menor que la -- POTENCIA INDICADA o sea la que se calcula mediante el diagrama de indicador, y se determina por medio del "freno de pronny" o mejor aún utilizando un dinamómetro, razón por la cual -- se le denomina "POTENCIA AL FRENO".

Tomando como base la potencia al freno, puede calcularse un nuevo valor de la presión media efectiva y determinarse el "par motor" o TORQUE que conjuntamente con el consumo específico del combustible, son los datos que aparecen en las curvas características de funcionamiento, que generalmente proporciona el fabricante de los motores.

Observaciones a la gráfica de curvas características de funcionamiento.

La presión media efectiva AL FRENO es un valor calculado con ayuda de la fórmula PLAN y se define como la presión constante que tendría que ser aplicada al émbolo, durante cada carrera de fuerza, para desarrollar precisamente la POTENCIA AL FRENO.

Por lo que se refiere al par motor o TORQUE, lo podemos definir como la medida de la tendencia rotacional de una fuerza que en un motor se aprovecha para ejecutar trabajo, pero que carece de significado si no se le relaciona con la potencia que determina la velocidad con que ese trabajo puede ser ejecutado. Dicho de otra forma, el TORQUE determina, por ejemplo, si el motor de un tractor puede moverlo jalando una escrepa cargada de tierra, mientras que la POTENCIA determina la rapidez con que esa escrepa puede ser transportada.

La potencia, el torque y la velocidad de rotación de un motor están ligadas por la siguiente fórmula:

POTENCIA = TORQUE x VELOCIDAD DE ROTACION x C
siendo C una constante que depende del sistema de unidades que se utilice. Por ejemplo si utilizamos unidades inglesas tendremos:

$$H P = \frac{T \times Rpm}{5252}$$

$$T = \frac{5252 \times H p}{Rpm}$$

en donde:

HP = Potencia en Horse-power.

T = Torque en libras-pie.

Rpm = Revoluciones por minuto.

5252 = Factor de conversión.

a) 60 H.P. y R.P.M. = 1200

$$T = \frac{5252 \times 60}{1200} = 262.60 \text{ Ib - ft}$$

b) 82 H.P. y R.P.M. = 1600

$$T = \frac{5252 \times 82}{1600} = 269.17 \text{ lb - ft}$$

c) 124 H.P y R.P.M. = 2400

$$T = \frac{5252 \times 124}{2400} = 271.36 \text{ lb - ft}$$

d) 133 H.P. R.P.M. = 2600

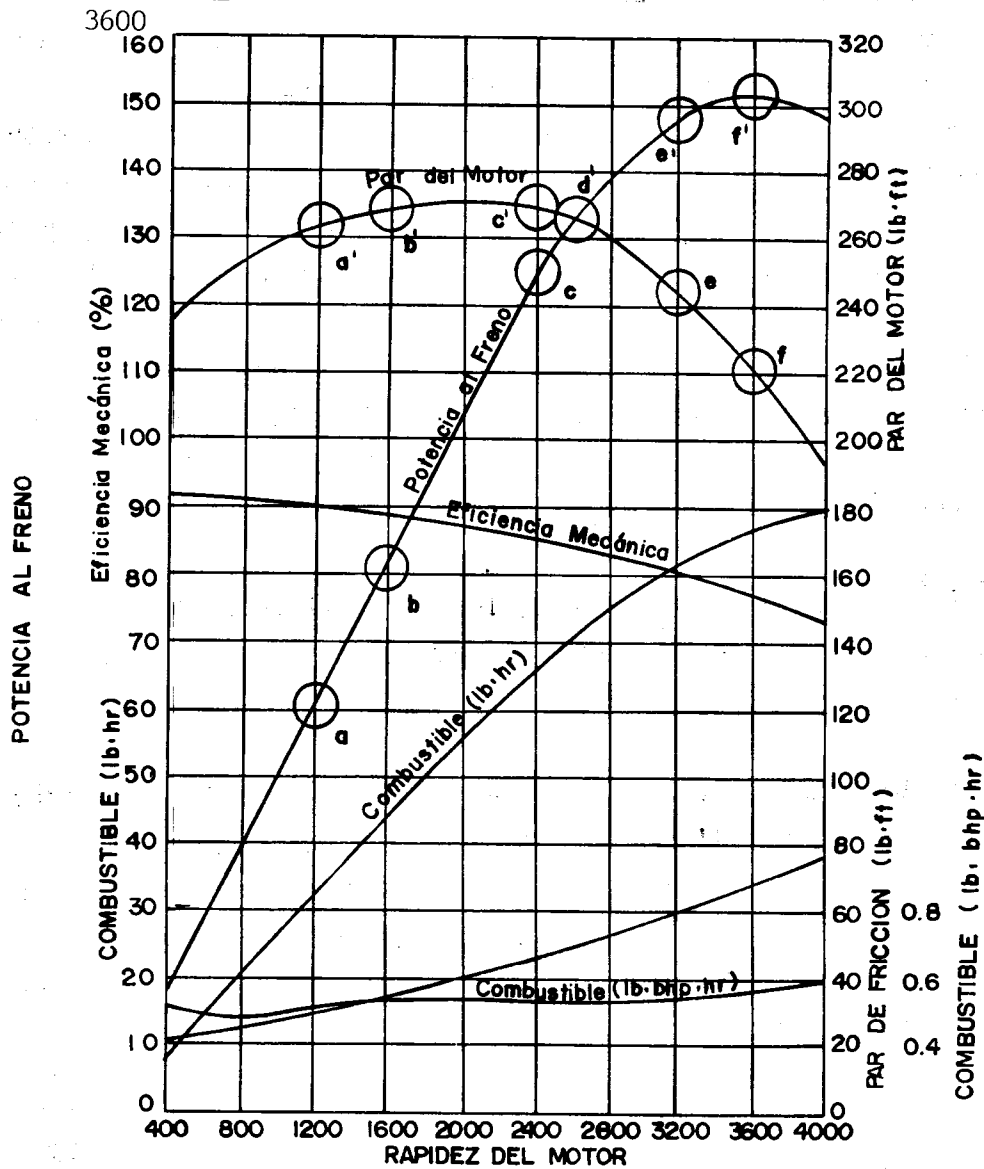
$$T = \frac{5252 \times 133}{2600} = 268.66 \text{ lb - ft}$$

e) 147 H.P. R.P.M. = 3200

$$T = \frac{5252 \times 147}{3200} = 241.27 \text{ lb - ft}$$

f) 110 H.P. R.P.M. = 3600

$$T = \frac{5252 \times 110}{3600} = 160.48 \text{ lb - ft}$$



1.3 PRINCIPALES MECANISMOS

SISTEMA DE COMBUSTIBLE:

El sistema de combustible en el motor diesel consta básicamente de: tanque de almacenamiento, bomba de alimentación, filtros, bomba y sistema de inyección.

TANQUE.- La capacidad del tanque de combustible varía de acuerdo a la potencia de la máquina. Podemos decir que en forma general la capacidad debe de ser suficiente para operar la máquina durante unas diez horas sin reabastecimiento.

BOMBA DE ALIMENTACION.- La bomba de combustible tiene generalmente un diafragma que se mueve para arriba y para abajo por una leva y dos válvulas de retención, una a la entrada y otra a la salida. El movimiento del diafragma para bombear cierra la válvula de admisión, abre la de la salida, y empuja el combustible en la tubería de salida. El movimiento de succión cierra la salida, abre la admisión, y absorbe combustible de la tubería de entrada (tubería que viene del tanque).

BOMBA DE INYECCION.- La bomba de inyección del combustible, es el corazón del motor diesel. Trabaja solo durante algunas milésimas de segundo; durante este brevísimo tiempo, la bomba debe elevar presión del combustible, inyectarlo y volver a la posición de reposo.

Existen diferentes sistemas; los más utilizados son el sistema de bomba individual y el sistema de distribución común, principalmente el primero.

SISTEMA DE BOMBA INDIVIDUAL.- En este sistema existe una bomba individual para cada cilindro del motor, la bomba regula la cantidad de combustible que debe inyectarse y determina el momento y la duración de la inyección. Las válvulas de los inyectores no están accionadas mecánicamente. Es la presión del combustible la que las abre para dejar pasar el chorro en el momento deseado.

SISTEMA DE DISTRIBUCION COMUN.- El combustible es enviado por una única bomba de inyección, a una red de distribución y a una presión superior a la que habrá durante la inyección. El distribuidor reparte el combustible entre los diferentes cilindros en los momentos adecuados por medio de inyectores controlados mecánicamente.

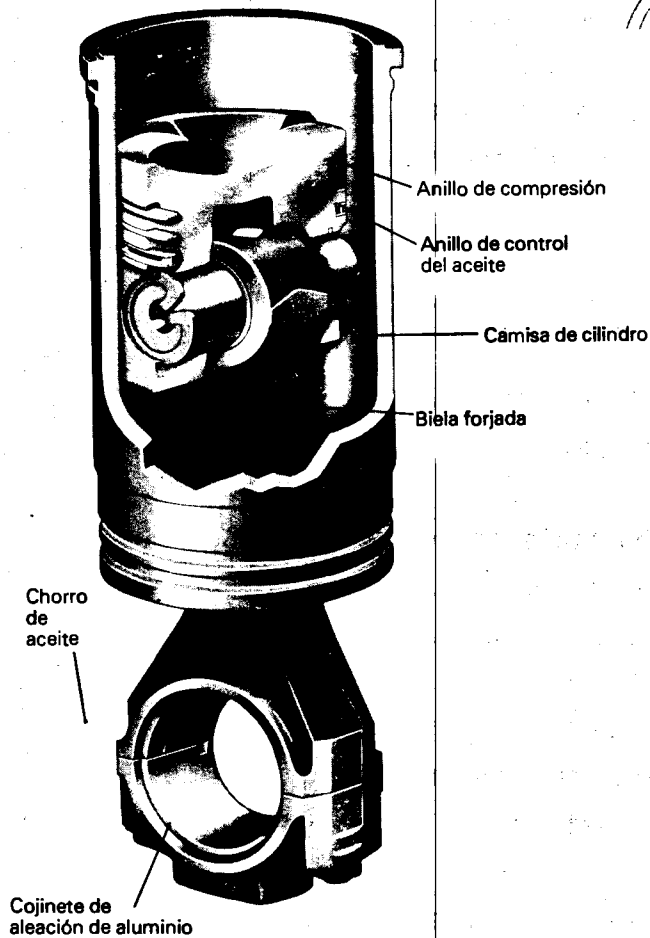
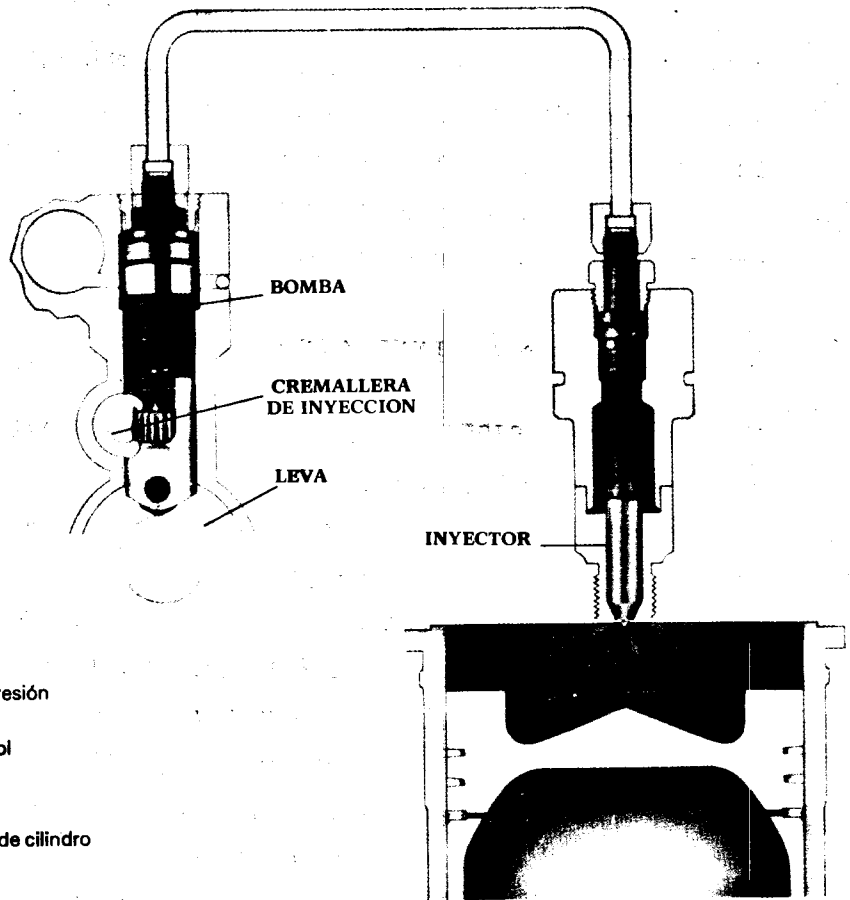
SISTEMAS DE INYECCION :

INYECCION DIRECTA.- El combustible es inyectado a alta presión en la cámara de combustión a través de los orificios del inyector, orificios cuyo diámetro varia entre 0.02 y 0.5 mm, según la potencia del motor. La energía cinética proporcionada al chorro, lo disemina en el aire comburente. El choque que resulta del encuentro del aire con el combustible atomiza a éste. Este sistema tiene el inconveniente de que los pequeños orificios del inyector se ceguen, lo cual causará que el combustible sea suministrado irregularmente a la cámara de combustión. Los inyectores son unidades que rocían el combustible dentro de los cilindros en las configuraciones más precisas para su eficiente combustión. Libres de goteo y de ajustes, contribuyen a limitar el consumo de combustible y la emisión de gases de escape.

En ninguna parte del sistema de combustible se requiere calibración o ajuste. De ser necesario, tanto las bombas de bombeo constante y calibración permanente como los inyectores se pueden reemplazar individualmente.

CAMARA DE PRECOMBUSTION.- La cámara de precombustión es una pequeña cámara conectada por un pasaje abierto a la cámara principal de combustión. El combustible se inyecta a ella y se enciende con el calor de la compresión; como no hay aire suficiente, solo alrededor de una cuarta parte del combustible se quema realmente. Esto tiene el efecto de atomizar mejor el combustible, utilizando para su suministro un inyector de un solo orificio, con el cual se disminuye el riesgo de que se obstruya.

De la cámara de precombustión, la mezcla pasa a la cámara principal donde ocurrirá la combustión completa.



La inyección directa, libre de ajustes, proporciona eficiencia de consumo del combustible. Los inyectores rocían el combustible en configuraciones precisas para su quemado limpio y completo en las cámaras de combustión.

El sistema, libre de regulado o ajustes, ahorra tiempo. El consumo económico de combustible ahorra dinero.

Una parte de la cámara de combustión se utiliza como cámara de precombustión y sirve para que se quemen hidrocarburos altamente volátiles que vienen en el diesel, que tienen poco poder calorífico y no permiten una explosión sana.

SISTEMA DE ARRANQUE:

La mayoría de los motores diesel se ponen en marcha por medio de un motor eléctrico, movido por baterías de acumuladores. El piñón del bendix del motor eléctrico ataca la corona dentada del volante (rueda que está sujeta al extremo trasero del cigueñal) produciendo con esto el arranque del motor de la máquina.

En el tiempo frío hay que proveer el precalentamiento del aire del cilindro, utilizando para ello un elemento calentador-eléctrico alimentado por batería. Existen productos a base de éter que absorbidos por la aspiración de aire facilitan también la puesta en marcha de las máquinas durante épocas frías.

SISTEMA DE ENFRIAMIENTO:

No toda la energía del combustible se convierte en energía utilizable en un motor. Una parte se convierte en calor, del cual a su vez, la mayor parte sale por el escape; pero en el motor queda el suficiente para causarle desperfectos, por lo que hay la necesidad de eliminar este calor continuamente; utilizando para ello un sistema de enfriamiento.

El sistema de enfriamiento de los motores diesel para máquinas de movimiento de tierras comprende: un radiador de grandes dimensiones y protegido contra los choques, un ventilador y una bomba de circulación de agua. Estos dos últimos elementos son mandados por el motor, ya sea por engranaje, ya por correa trapezoidal. Una válvula termostática, intercalada en el circuito, regula la circulación de agua a través del radiador de modo que el motor funcione a la temperatura óptima, cualesquiera que sean las condiciones de carga, de velocidad y de temperatura ambiente.

LUBRICACION :

Con los motores diesel modernos se aplica únicamente la lubricación a presión; en este sistema; el aceite es llevado a una presión controlada a los distintos órganos en movimiento por una bomba colocada en el punto más bajo del carter, que forma generalmente depósito de aceite y sumidero. Las tuberías de escape llevan una válvula de descarga, para evitar cualquier exceso de presión a grandes velocidades.

FILTROS :

Por causa de las condiciones tan particulares de trabajo en obras, los filtros juegan un papel preponderante en el funcionamiento regular de los motores que accionan tractores u otras máquinas para obras. El tractor trabaja habitualmente, más que todos los demás, en una nube de polvo. Así, los constructores conciben un cuidado particular a la fabricación de los filtros para motores de tractor.

El efecto abrasivo del polvo sobre las superficies en rozamiento es la causa principal de averías y el origen del desgaste del motor. Es, pues, muy importante colocar un buen filtro en la aspiración del aire y sobre todo los órganos que puedan poner el interior del motor en contacto con la atmósfera. El motor debe estar absolutamente protegido del polvo. El circuito de aceite comprende dos e incluso tres filtros. Para el sistema de combustible se tiene un filtro primario antes de la bomba de alimentación, así también una caja de filtros que protegen las bombas de inyección. Las pérdidas de potencia causadas con todos estos filtros constituyen un inconveniente infimo, comparado con las pérdidas que un buen filtrado del aire, del aceite y del combustible permiten evitar.

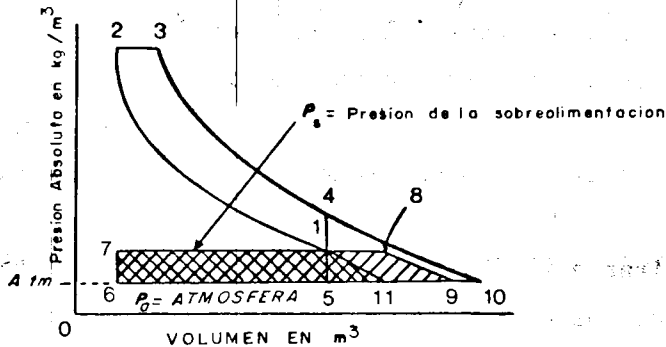
TURBOCARGADORES

INFLUENCIA DE LA ALTURA EN LA POTENCIA DE UN MOTOR: En los motores de combustión interna, la potencia desarrollada está proporcionada por la combustión del carburante en los cilindros. A alturas elevadas a causa de la disminución de la densidad del aire, el volumen de aire aspirado no contiene ya tanto oxígeno debido a lo cual la combustión utiliza únicamente una cantidad reducida de carburante (combustible).

En la práctica, se considera que la altura sobre el nivel del mar afecta la potencia útil de los motores arriba de los 1,500 m.s.n.m. del orden de 1% por cada 100 m. adicionales de altura.

TURBOALIMENTACION: Mediante la turboalimentación se proporciona al cilindro un aporte de aire que suple la falta de oxígeno del aire ambiente a alturas elevadas, para que la combustión se lleve a efecto en forma completa.

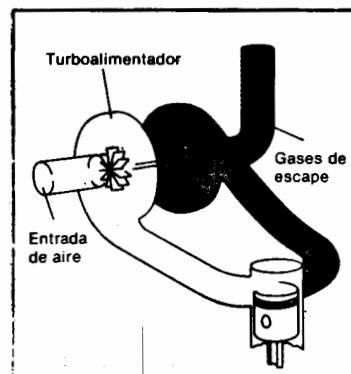
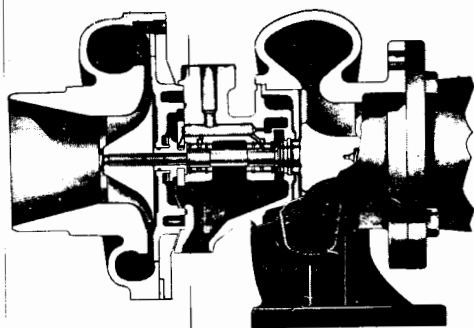
Debido a lo anterior los motores sobrealimentados son menos sensibles a los efectos de la altura sobre el nivel del mar.



CICLO DIESEL

TURBOALIMENTACION.

La potencia desarrollada por un cilindro con aspiración natural viene limitada por la cantidad de oxígeno que entra en él. Mediante la turboalimentación se consigue introducirle más cantidad de aire, quemar más comustible y producir una presión media efectiva más alta. Los turboalimentadores centrífugos son movidos generalmente por una turbina accionada por los gases de escape. Las figuras muestran un turboalimentador.



El turboalimentador, incluye un grupo de aspas de turbina movidas -- por los gases de alta velocidad del escape, que hacen girar el compresor o las aspas del alimentador que inyectan el aire en el motor. Los gases del escape se hacen pasar por boquillas en las que su velocidad aumenta para ejercer la máxima fuerza sobre las aspas de la turbina, y los impulsos de los cilindros separados se mezclan formando -- una corriente continua. Este proceso crea algo de contrapresión de -- admisión.

El turboalimentador aumenta la eficiencia del motor, convirtiendo la energía desperdiciada en el escape en presión de admisión que aumenta la compresión, que expulsa completamente los gases quemados y que aun puede convertir el tiempo de admisión en un tiempo en uno de potencia por la presión del aire.

El turboalimentador puede girar a 15 000 rpm o más. Un lado se mantiene caliente por el gas del escape del motor, y el otro se enfría con el aire que entra.

El efecto producido por la turboalimentación en el ciclo teórico de un Diesel de cuatro tiempo aparece en la figura con la hipótesis de igual presión en el tubo de entrada y en el colector de escape, el trabajo realizado por la turbina será la superficie 6 - 7 - 8 - 9 - 6; el trabajo que el compresor efectúa sobre el aire durante la sobrealimentación, será la superficie 6 - 7 - 1 - 11 - 6; y el trabajo indicado correspondiente al motor, la superficie 1 - 2 - 3 - 4 - 1. La diferencia entre las superficies de los trabajos del compresor y turbina será, teóricamente, trabajo disponible en el eje. Mediante la turboalimentación se aumenta la potencia en un 50% de la obtenida sin ella, sin cambiar el rendimiento térmico. Por otra parte las presiones pueden mantenerse constantes y el motor desarrolla a grandes alturas la misma potencia que al nivel del mar.- Los motores de cuatro tiempos se adaptan mejor a la turboalimentación que los de dos tiempos.

Observémos las características de un motor modelo 3306 para usarse en un tractor CAT D7G y que puede ser normal o turboalimentado.

MOTORES INDUSTRIALES DIESEL

MODELO	3306			MODELO	3306		
Máximo	KW	130	225	240	Número de Cilindros	6	
(Potencia al freno)	hp	175	300	320	Disposición de los Cilindros.	En línea	
a RPM		2200			Calibre	mm	121
Intermitente	KW	110	185	200	Carrera	mm	152
	hp	150	250	270	Cilindrada	lit	10.5
a RPM		2200			Peso	Kg	930 980 1007
Servicio Continuo.	KW	95	140	160	Largo	mm	1576
	hp	125	190	215	Ancho	mm	833
a RPM		2000			Alto	mm	1104
Aspiración*		NA	T	TA			
Configuración 6		No	No	JWAC			
del Posenfriador **	Tiene	Tiene					

- * T - Turboalimentado
- ** TA- Turboalimentado - Posenfriado
- JWAC - Posenfriado con agua de las camisas
- NA- Aspiración natural.

EMBRAGUE MECANICO

Un Embrague es un dispositivo por medio del cual existe una conveniente conexión o desconexión de un flujo de potencia y se usan para establecer o interrumpir la transmisión del movimiento de rotación del cigueñal a las ruedas motrices del vehículo. Todos los embragues unen partes prensándolas para la transmisión de la fuerza.

EMBRAGUE DEL VOLANTE O DE DIRECCION.- Está montado en el volante, en la parte trasera del motor, se le conoce como embargue principal o maestro, porque transmite toda la potencia del motor al tren de fuerza.

En embrague en el volante tiene las siguientes funciones:

- Arrancar el motor
- Poner la máquina en movimiento en forma suave
- Cambiar velocidades de acuerdo con las condiciones del terreno.

A continuación se explica el funcionamiento de un embrague de volante tipo seco.

El volante gira en el eje cigueñal y en su centro esté el cojinete piloto, en el que descansa el eje intermedio. El objeto del embrague es conectar y desconectar estos dos ejes o flechas, que están en línea entre sí (tienen el mismo centro de rotación).

La placa de presión tiene una superficie frontal labrada y está montada en pernos atornillados dentro de una placa de cubierta, atornillada a la parte exterior del volante. Puede deslizarse para atrás y para adelante en estos pernos. Cada perno lleva un resorte en hélice que empuja la placa hacia adelante.

El disco impulsado del embrague, está entre una superficie trasera labrada del volante y la placa de presión, pero que no se prolonga fuera del cubo como los pernos y los muelles. Tiene forros para el rozamiento tanto adelante como atrás, y está acoplado con estrías al contraeje.

Los resortes empujan la placa de presión contra el disco, empujándolo hacia adelante contra la placa del volante. El disco queda comprimido entre dos placas que están girando con el motor, y el rozamiento entre las superficies labradas y su forro es suficiente para hacer girar el disco y el contraeje para así transferir la potencia del motor a la transmisión.

El embrague se desacopla empujando la placa de presión hacia atrás, contra los resortes por medio de palancas llamadas dedos. Estas palancas están articuladas en prolongaciones traseras del volante y están unidas a soportes en el respaldo de la placa de presión. Los extremos inferiores de los dedos están sujetos a un anillo unido al embrague a través de un cojinete, que se mueve para adelante y para atrás a lo largo del contraeje por medio del sistema de palancas del embrague. Cuando se oprime el pedal del embrague, o cuando la palanca de mano se mueve hacia adelante, el anillo mueve los dedos y la placa de presión hacia atrás, desacoplando el embrague. Los resortes de la placa de presión vuelven a acoplar el embrague cuando se suelta el pedal o la palanca.

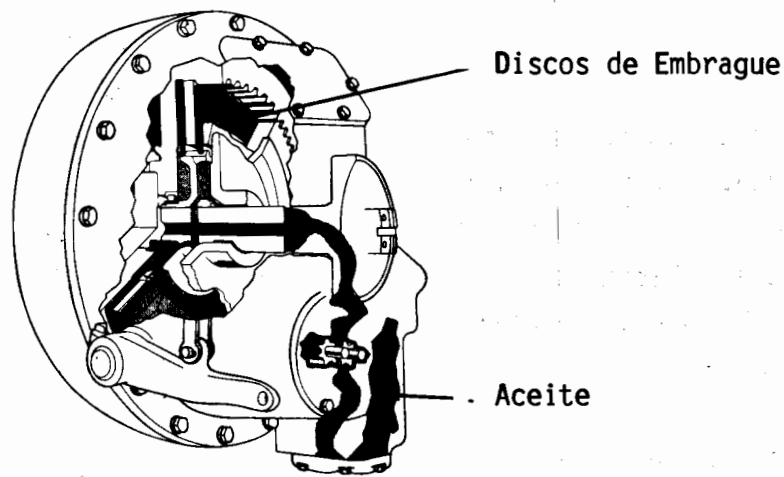
Con la aparición de máquinas más grandes y con mayor potencia, se creó la necesidad de contar con embragues de mayor capacidad y eficiencia.

Dos formas (aparte de aumentar el diámetro) se usarón para reforzar y mejorar los embragues.

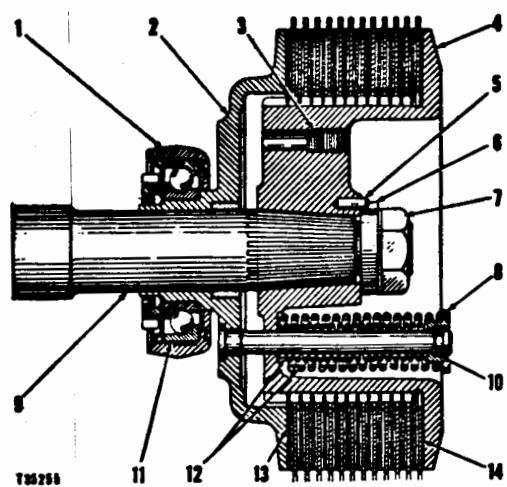
- 1) Añadir más placas y discos con el fin de aumentar la superficie de rozamiento.
- 2) Enfriar las placas y discos por medio de un sistema de circulación de aceite; ya que el enganche repetido de un embrague genera calor, por la fricción entre dichas placas y discos. Una segunda función del aceite es la de lubricar los cojinetes en cada extremo del eje.

EMBRAGUE DE DIRECCION.- Son embragues de discos múltiples, cuya función es la de proporcionar una rápida desconexión del flujo de fuerza a cualquier carril de la máquina.

EMBRAGUE DE DIRECCION ENFRIADO POR ACEITE.- Tiene dos placas metálicas hechas con un embrague sobre el centro. El flujo continuo del aceite sobre el embrague, reduce la fricción y enfría las placas del clutch. Usualmente los embragues de aceite trabajan 2,000 horas más, sin necesidad de ajustes.



En la siguiente figura, se muestra un embrague de discos múltiples. A un cubo o tambor inferior lo hace girar un eje interior vivo. Un tambor exterior de freno, que no aparece, está acoplado con estrías a la sección exterior del eje vivo.

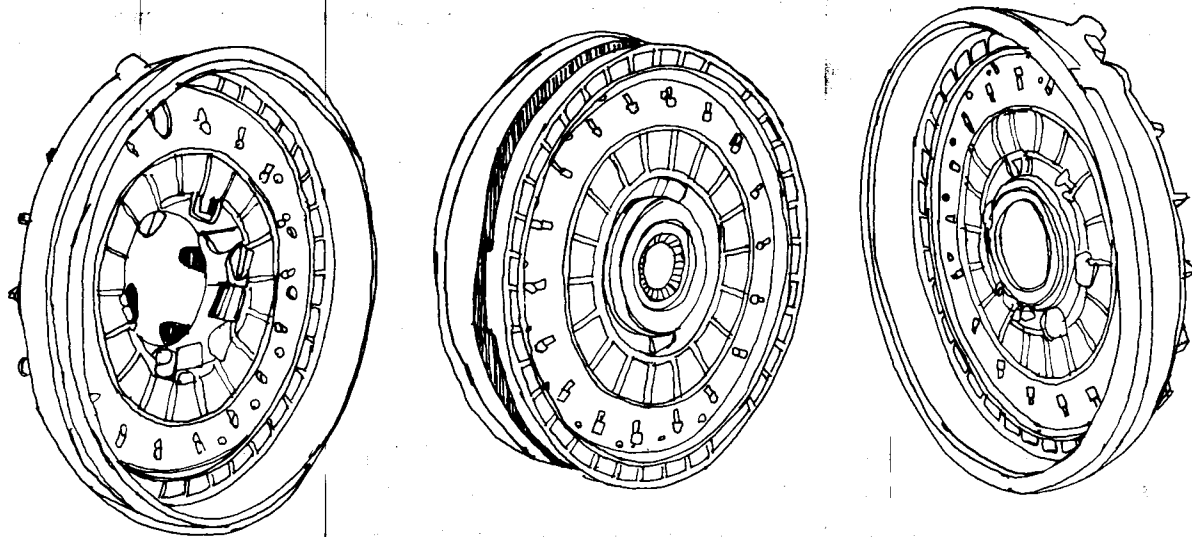


- 1 Caja del cojinete de desembrague
- 2 Plato de presión
- 3 Agujero con rosca para sacar el tambor
- 4 Tambor
- 5 Espiga para la rondana de separación
- 6 Rondana de separación
- 7 Tuerca retenedora
- 8 Retén del resorte
- 9 Flecha del embrague de la dirección
- 10 Seguros de los retenes
- 11 Cojinete del desembrague
- 12 Resorte interior y exterior
- 13 Disco sin forro
- 14 Disco con forro

EL EMBRAGUE HIDRAULICO

El acoplamiento o embrague hidráulico consta de una cámara de aceite que contiene un grupo de aspas de bomba impulsado por el motor, y un grupo de turbina conectado a la maquinaria impulsada. Estos grupos de aspas, que se parecen algo a una toronja partida a la mitad, a la que se le ha quitado la carne, se colocan juntas, quedando frente a frente sus caras planas, y giran en el mismo eje.

El acoplamiento de discos gemelos, de la figura que se muestra a continuación, usa dos impulsores y dos turbinas, aumentando así su capacidad con relación al diámetro.

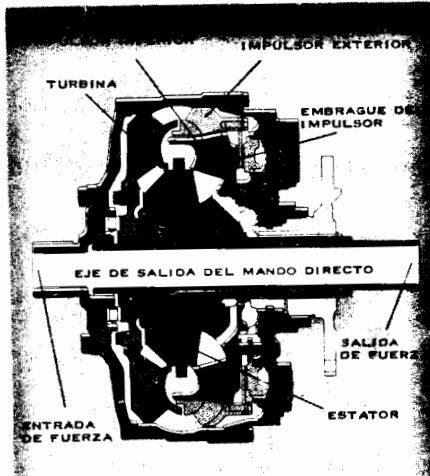


La rotación de las aspas de la bomba producida por el eje impulsado por el motor hace girar el aceite, y el aceite hace girar la turbina en la misma dirección que la bomba. La elevada velocidad de rotación y los espacios de separación tan pequeños hacen posible la transmisión de cargas muy pesadas.

La fuerza ejercida contra la turbina es pequeña cuando el motor está holgando, y aumenta con la velocidad, hasta que los dos miembros giran casi como una sola unidad. Las cargas aplicadas a la turbina o al eje de salida aumentan el deslizamiento, por lo que girán más despacio mientras que el motor continúa trabajando a toda velocidad y potencia.

EL CONVERTIDOR DE PAR MOTOR

Los convertidores de par motor, son acoplamientos hidráulicos contruidos de tal manera que la circulación producida en el aceite por el deslizamiento bajo el efecto de la carga se convierte en una fuerza adicional que actua en las aspas de la turbina.



El convertidor de par tiene dos impulsores que determinan la fuerza que va a las ruedas y al sistema hidráulico. El impulsor exterior está controlado por medio de un embrague. Cuando el embrague está acoplado (1ª y 2ª velocidades), los dos impulsores giran como si fueran uno solo.

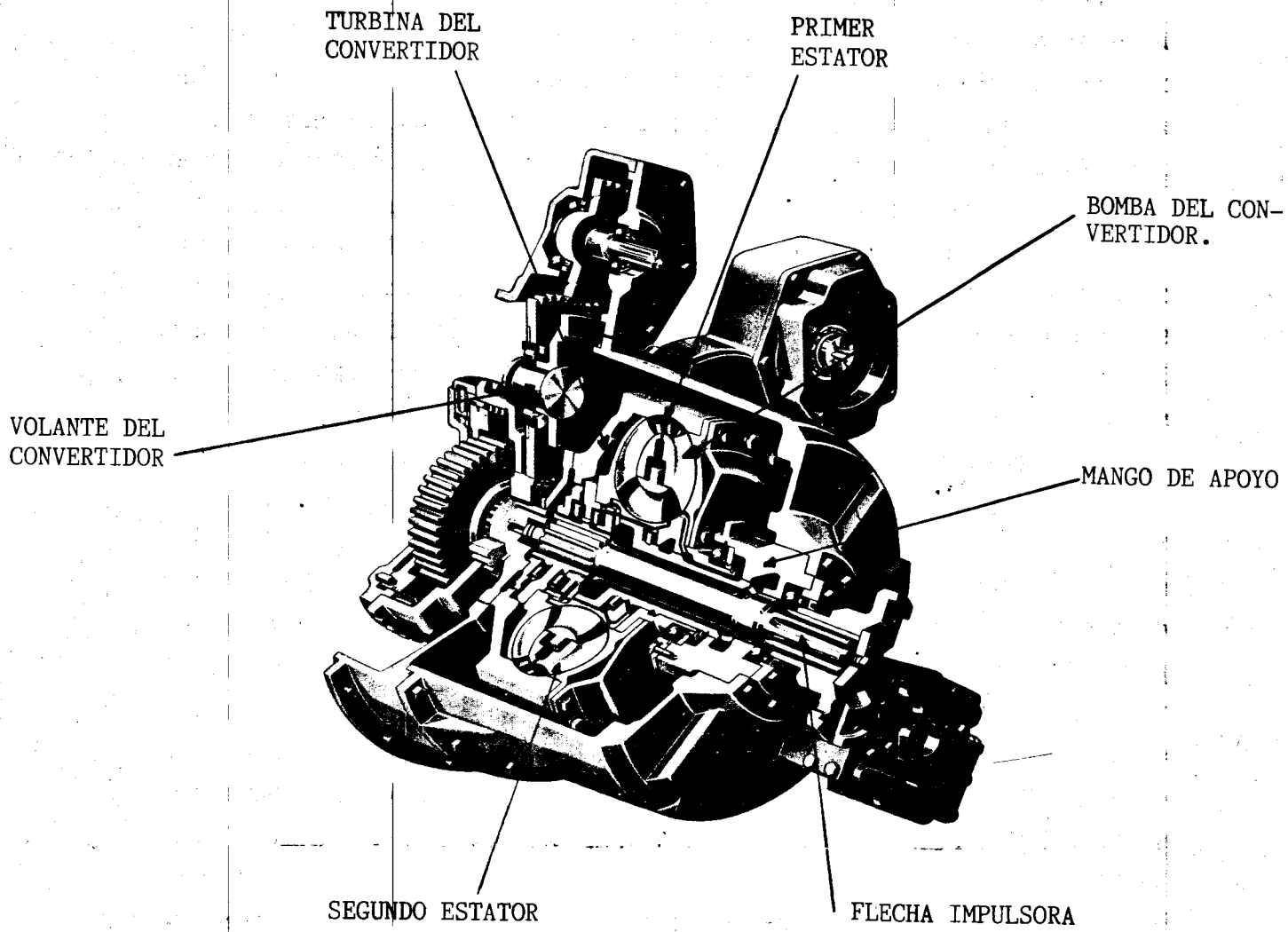
La bomba del convertidor está atornillada al volante, y juntos forman una cubierta impermeable dentro de la cual operan la turbina y los estatores (reactores). La turbina está acoplada por medio de estrías a la flecha de salida al frente. La parte trasera de esta flecha está rodeada por una caja estacionaria llamada el mango de apoyo.

Cuando el motor hace girar la bomba, absorbe aceite del centro y arroja hacia afuera y hacia atrás de las aspas de la turbina con un ángulo predeterminado. La turbina tiene aspas de mucha curvatura que reciben el aceite a gran velocidad que viene de la bomba, y le extraen el máximo de fuerza cambiando la dirección de su movimiento, lo que hace girar a la turbina, y al aceite moverse de la circunferencia exterior al centro de la turbina, que sale en dirección opuesta de la rotación de la bomba y de la turbina. Los pasajes de descarga son más pequeños que los de entrada, de manera que, cuando la turbina se está moviendo a baja velocidad bajo la carga, el aceite sale con mayor ve-

locidad que con la que entra. Todavía es capaz de ejercer una fuerza, pero tenderá a ejercerla contra la bomba, a menos de que se cambie su dirección.

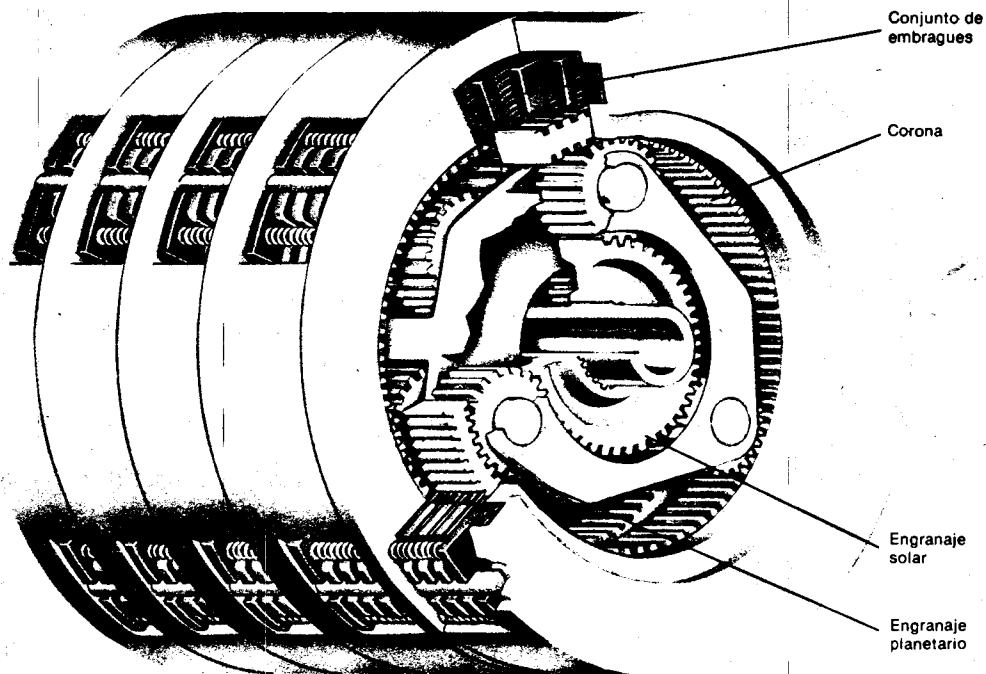
Los estatores están montados sobre el mango de apoyo e incluyen unidades de rueda libre que le permiten girar libremente en la dirección de la rotación de la bomba pero quedan inmóviles cuando se les aplica presión hacia atrás. Cuando los golpea el aceite que sale a gran velocidad de la turbina, hacia atrás quedan fijos contra el mango de apoyo, produciendo pasajes curvos que cambian la dirección del movimiento del aceite, de manera que entra al cubo de la bomba moviéndose en la misma dirección en que está girando la bomba. Su velocidad se suma a la velocidad del aceite desarrollada en la bomba, por lo que la fuerza total del aceite que sale de la bomba es correspondientemente mayor. Este efecto regenerativo es la clave de la multiplicación desarrollada en el convertidor, y aumenta automáticamente con el deslizamiento producido por el aumento de carga en la flecha de salida.

Todos los tractores de cadenas están equipados con un Convertidor de par monofásico de etapa única, que proporciona la multiplicación de par y la capacidad de adaptarse a la carga automáticamente cuando el trabajo se pone duro. El convertidor consta de un impulsor conectado al volante del motor, una turbina conectada a un eje de salida y un estator. Hace las veces de un acoplamiento no mecánico que transfiere y multiplica el par del motor a los mandos finales. El fluido del convertidor transmite la potencia y el estator multiplica el par. El convertidor también sirve para amortiguar los componentes del tren de fuerza cuando se cambia de marcha bajo carga. El enfriador de aceite controla la temperatura del aceite del convertidor de par para lograr una vida útil más larga en las aplicaciones duras.

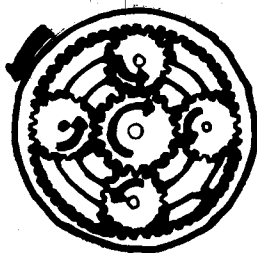
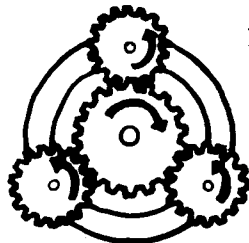
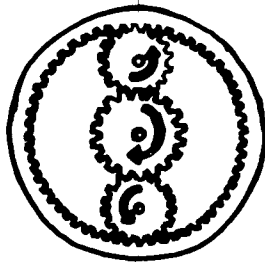
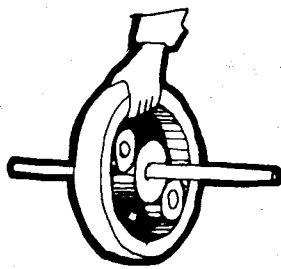


SERVOTRANSMISION

Sin su cubierta, una servotransmisión consiste en una serie apilada de embragues y engranes planetarios conectados de esta forma.



Aquí se ven cuatro embragues, veamos sus componentes: La cubierta del embrague, el pistón.- En frente y a la derecha del pistón se encuentra un disco con cara de bronce y después otro de acero.- El número de discos varía para cada modelo de transmisión.- Las flechas representan aceite, el cual es forzado entre la cubierta y el pistón y hacia la ranura para aceite del propio pistón.- La presión del aceite mueve el pistón sobre el disco.- El pistón continúa moviéndose hacia la derecha hasta que todos los discos están completamente embragados y el resorte comprimido.- Nótese que los embragues están engranados a la parte exterior de la corona dentada.- Cuando todos los discos están embragados esta corona queda sin movimiento.



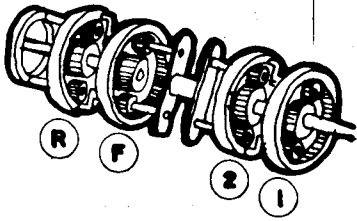
El conjunto de engranes planetarios gira dentro de la corona dentada. La mano está haciendo las funciones del embrague; Esto es, deteniendo la corona para que así el conjunto de engranes planetario puedan transmitir la potencia que viene del motor.

Al examinar la rotación de un conjunto de engranes planetarios con respecto al engrane central observamos que giran en dirección contraria a éste.

Al agregarse una corona dentada tenemos un sistema completo de engranes planetarios.- Si la corona se inmoviliza, la rotación del engrane central ó llamado también engrane solar, forzará a los engranes planetarios a una rotación y a caminar alrededor de la parte interior de la corona.

El elemento mostrado sobre la que están montados los engranes planetarios se conoce como el anillo portador.

En un sistema planetario, siempre uno de sus miembros debe caminar, otro debe estar detenido y el tercero se encargará de transmitir potencia. Si todos están libres, y giran no habrá transmisión de potencia ¿Que pasa si detenemos el anillo portador con los engranes planetarios?.- La corona exterior girará y será el miembro del grupo que transmitirá la potencia.

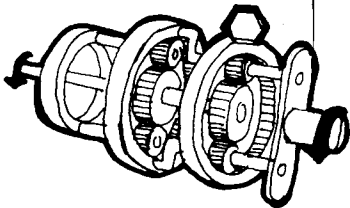


En esta fotografia observamos que cada dirección, marcada con R y F, y cada velocidad, 1 y 2 tienen su propio embrague y sistema planetario.- para esta explicación solo trabajamos con 2 velocidades primera y segunda.

La potencia que viene del convertidor de par entra por la flecha de entrada los engranes solares de reversa y adelante están montados en esta flecha y tienen su mismo sentido de rotación.

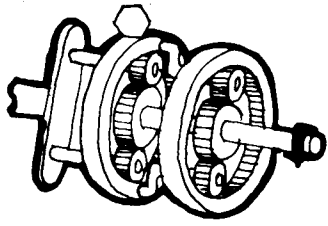
El elemento en el centro es un portador que lleva sujeta la engrane planetaria de la dirección hacia adelante y los engranes planetarios de la segunda velocidad. Hacia la derecha está la flecha de salida y los engranes solares correspondientes a las velocidades (Primera y segunda) están montados en ella.

El orden de colocación es entonces: Motor, Convertidor de par, Reversa, Adelante, Segunda velocidad y primera velocidad.



En esta mitad, correspondiente a las direcciones (Reversa y adelante), la transmisión está embragada en la dirección hacia adelante. Los engranes solares están girando pegadas a la flecha de entrada.- El correspondiente a la reversa ó sea el primero de la izquierda está forzando a sus engranes planetarios a un movimiento rotatorio pero no están transmitiendo potencia puesto que no existe ningún elemento sujetao.

Sin embargo el segundo embrague o sea el correspondiente a la marcha hacia adelante ha sido accionado para frenar la corona exterior.- El engrane solar está girando y con los engranes planetarios ubicados en la parte interior de la corona.- Luego entonces los engranes planetarios arrastran a su elemento portados en el que están montados y este girará en la dirección marcada con la flecha.



produciendo el movimiento hacia adelante.

Del mismo modo opera la mitad derecha de la transmisión, la que opera las velocidades o sea primera y segunda.

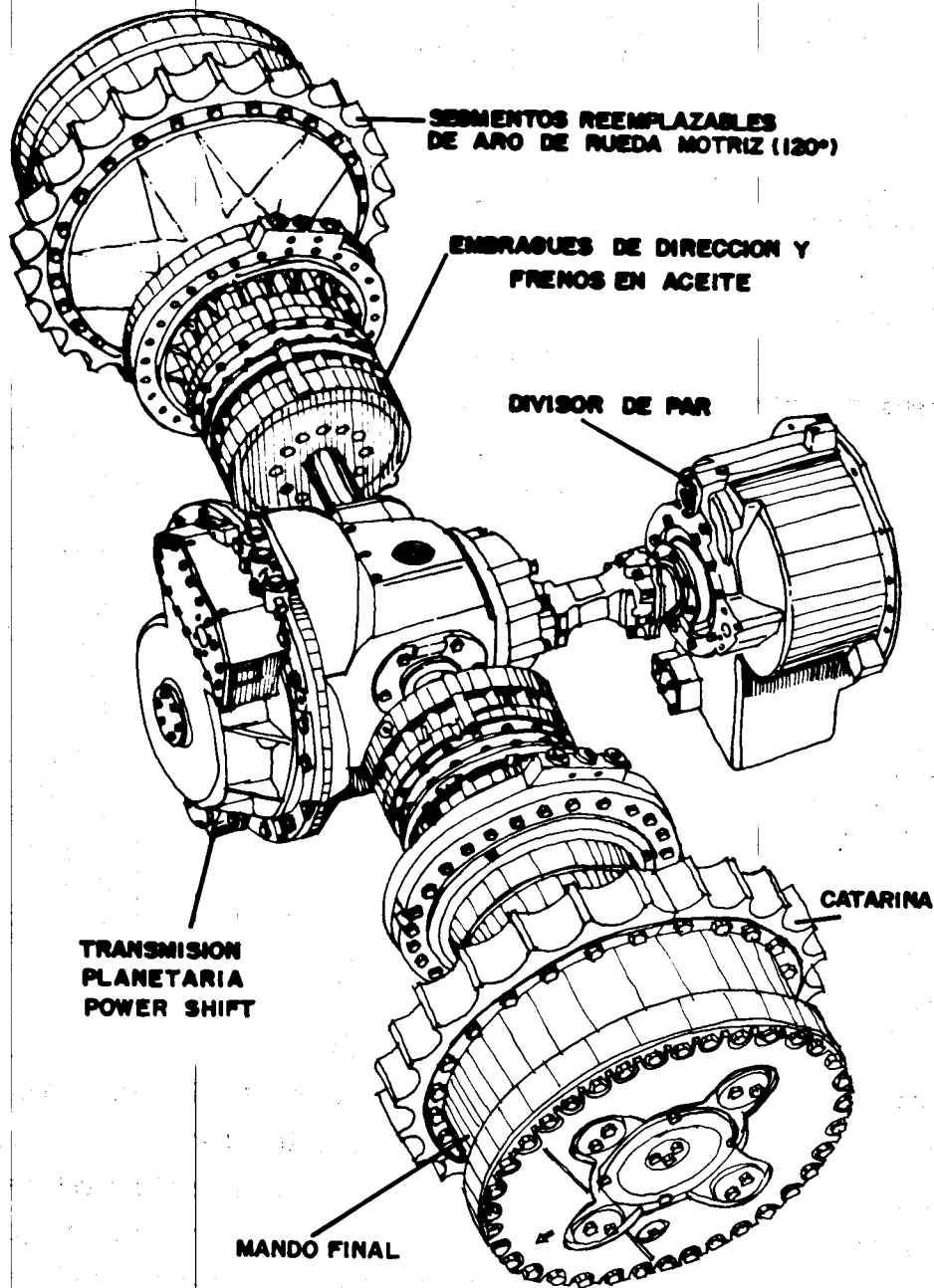
Observamos que la corona correspondiente a la segunda velocidad ha sido frenada. El portador con sus engranes planetarios está en rotación haciendo que estos giren dentro de la corona y muevan al engrane solar que al estar sujeto a la flecha de salida produce la rotación de ésta.

La corona correspondiente a la primera velocidad o sea la de la derecha está suelta y por lo tanto todo el conjunto gira sin transmitir potencia.

Se concluye pues que una servotransmisión consiste en una serie de engranes planetarios rodeados de embragues. los cuales detienen y sujetan a coronas dentadas o portadores lo cual por los engranes planetarios.

Las servotransmisiones varían en tamaño y configuración pero esencialmente son como las que aquí se han mostrado y las utilizan la mayoría de los equipos modernos de construcción.

MANDOS FINALES



LOS MANDOS FINALES DE GRAN REDUCCION, son de lubricación a presión para continuo rendimiento.

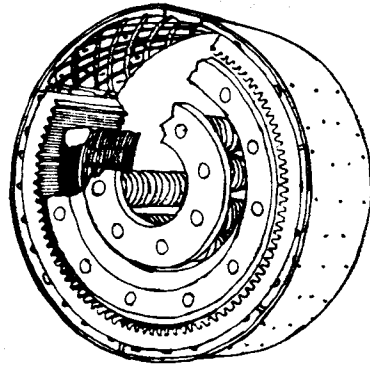
Los Sellos de Anillos Flotantes, evitan la entrada de materias extrañas, que son la causa de desgaste excesivo. Los mandos finales son de engranaje de doble reducción con dientes de perfil convexo para absorber grandes cargas de par.

Los mandos finales planetarios distribuyen las cargas de par.

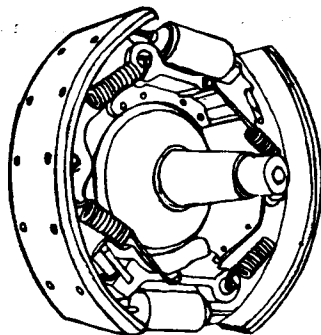
F R E N O S

FRENO.- Es un accesorio que disminuye la velocidad del vehículo ó la detiene por completo, aplicando más ó menos fricción en las ruedas. Los hay hidráulicos, mecánicos, neumáticos, eléctricos y de vacío.

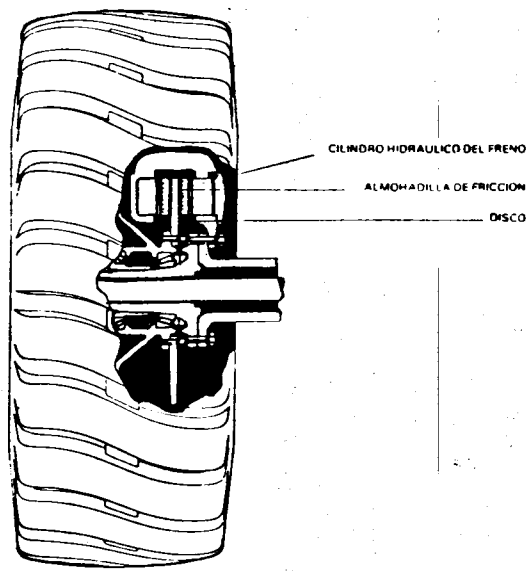
FRENO DE BANDA TENSORA.- Usualmente se instalan en torno de los embragues de dirección de las máquinas de carriles. Son simples y confiables. Algunas veces se refuerzan hidráulicamente para facilitar su empleo, y se enfrían con aceite para larga duración.



FRENOS DE CAMARA DE EXPANSION.- Son las más comunes en las máquinas de rueda. Cuando funcionan, las zapatas ejercen presión contra un tambor. Su bajo costo y el hecho de que todos los mecanismos están familiarizados con este tipo, son ventajas que facilitan el servicio. Su desventaja principal es que tienen propensión a recalentarse y debilitarse.

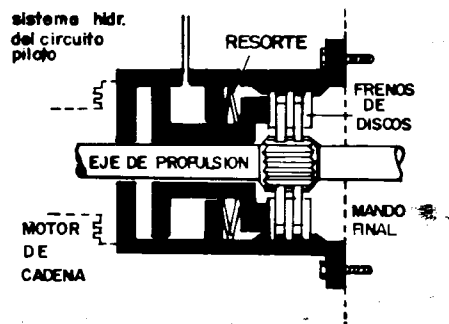


FRENO DE DISCO FIJO, CON SUJETADOR.- Desde ambos lados, unos topes de acción hidráulica sujetan a presión un disco de acero que gira junto con la rueda. Tiene como características que no se debilita, es autoajustable, autolimpiador y de fácil servicio. Este freno tiene ventajas en suelos mojados o fangosos.



DISCO FIJO CON SUJETADOR

FRENO DE DISCO EN ACEITE.- Se enganchan en los ejes de entrada de los mandos finales. Mientras se sueltan los pedales de recorrido, los frenos están aplicados automáticamente por medio de resortes. Al pisar cualquiera de los pedales de viaje, la presión hidráulica del circuito piloto suelta los frenos.

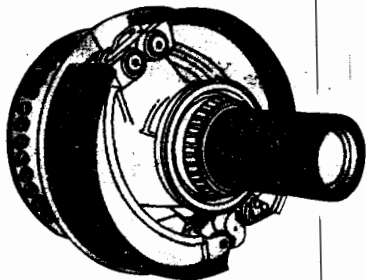


SISTEMAS DE FRENOS INDEPENDIENTES.- Significa que si hay una falla en otro punto, no se paralizan los frenos.

En los cargadores de ruedas hay dos sistemas independientes, uno para las ruedas de delante y otro para las de atrás.

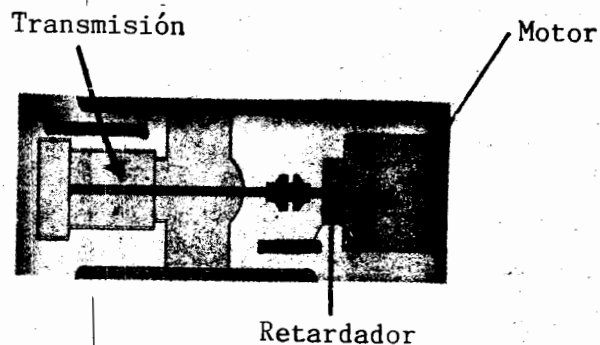
Freno de doble pedal.- En los cargadores de ruedas, significa que el operador puede oprimir un pedal para desacoplar al mismo tiempo la transmisión y los frenos. Esto permite mantener altos las RPM del motor para una buena -- respuesta hidráulica. Se puede también oprimir el segundo pedal para frenar con la transmisión acoplada.

Con la descripción de los tipos más usuales de sistemas de frenos y dependiendo de las condiciones de trabajo, seguramente nos ayudará al hacer -- la elección del equipo.



FRENOS DE AIRE.- Mejoran el control, ya que están sincronizados de forma que los frenos de la motoescrepa se aplican primero. Cuando la presión de aire baja más del nivel de operación, se activa la bocina de advertencia y el freno de emergencia se aplica automáticamente.

RETARDADORES HIDRAULICOS.- Estos reducen el desgaste de los frenos de servicio en bajadas. Para una combinación eficiente de la velocidad y el esfuerzo retardante, la palanca de mando debe estar modulada cuando la transmisión es de dirección directa. El aceite retardador enfría la transmisión cuando esta precisa ser enfriada, eliminando así la necesidad de un enfriador adicional. Cuando una máquina trabaja a temperaturas superiores a los 32°C y cuando los controles de los aditamentos (de cada máquina) estén fijos, se recomienda -- utilizar el enfriador de aceite como implemento.



1.4 PRINCIPIOS DE LA INGENIERIA EN LLANTAS

Una llanta es una moldura flexible de forma anular, cuyos principales componentes estructurales son cuerdas altamente tensadas de fibras textiles o cable de acero. Estas cuerdas son enrolladas alrededor de unas cejas que impiden cualquier cambio de forma que interfiera en su colocación en el rin.

Sin inflar, la llanta es incapaz de soportar ninguna carga más allá de la que puede soportar la rigidez de su envoltura. En este estado, las cuerdas y la estructura anular de la llanta, se encuentran en una condición relajada. Cuando la llanta es inflada pero no se le aplica ninguna carga, su cuerpo de cuerdas es puesto en tensión. La presión de inflado ejerce una fuerza actuada radialmente hacia afuera y la envoltura de la llanta puede contener esa fuerza. Las cuerdas y la envoltura de la llanta puede contener esa fuerza. Las cuerdas ahora en igual tensión, ejercen una fuerza empujante en las cejas y las cejas son puestas en tensión. Esto habilita la estructura de la llanta a transmitir cargas flexionantes y de compresión, lo cual no puede hacer cuando está desinflada.

Cuando se aplica una carga a la llanta, las fuerzas de carga compresiva aparecen como una compensación de las fuerzas de tensión en el espacio del área de contacto de la llanta. Los componentes verticales de la tensión en las paredes de la llanta sobre el suelo están relajadas. Así, la carga total en la llanta es exactamente igual a la reducción de la tensión dentro de sus paredes.

Como se aprecia en la siguiente figura, la llanta se flexiona en la interface llanta-suelo resultando una zona de contacto. El área de este contacto con el suelo y las presiones creadas en esta interface son los factores más críticos para la vida y utilidad de la llanta.

Por otra parte, en un neumático perfectamente inflado la flexión del neumático en la interface se reduce logrando así una distribución de carga ideal.

Además en la figura se muestra la forma en que podemos calcular las cargas y reacciones que actúan en el neumático.

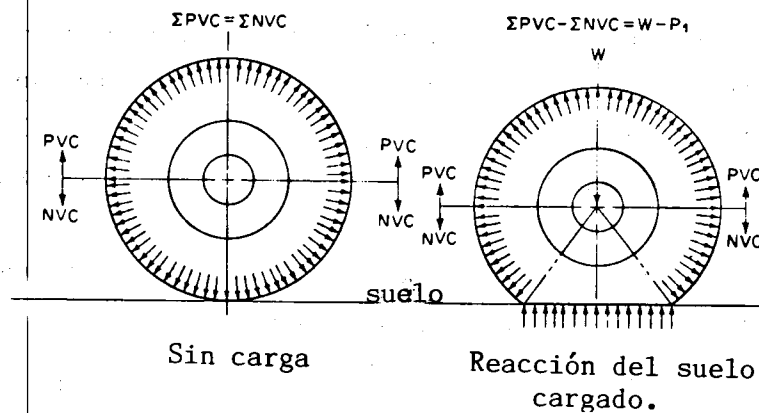
En la figura:

PVC = Componentes verticales positivos de tensión (hacia arriba).

NVC = Componentes verticales negativos de tensión (hacia abajo).

W = Carga sobre el neumático.

P_1 = Flexión del neumático.



Reacciones por carga del neumático.

La suma de componentes verticales positivos (arriba del eje) menos la suma de componentes verticales negativos (abajo del eje) es igual a la carga sobre el neumático menos el incremento de flexión.

El área de contacto puede expresarse por medio de la siguiente relación.

$$A = \frac{W}{P + P_1}$$

DONDE

A = es el área de contacto del neumático en in^2

W = es la carga aplicada en lb

P = es la presión de inflado del neumático en psi

P_1 = es la componente de la rigidez del neumático.

La carga en una llanta determina el porcentaje de flexión a una particular presión. Estos factores, con una tolerancia para la rigidez de la llanta, determinan el área de contacto.- Sosteniendo la presión de inflado constante, a mayores cargas en la llanta se obtendrán mayores flexiones. A mayores flexiones se obtendrán mayores áreas de contacto y al mismo tiempo - se incrementará el ciclo carga-trabajo de la llanta.

La generación de calor, relajación de fuerzas y otros factores son manifestaciones de los procesos moléculares que ocurren cuando una estructura de goma se adapta a varias fuerzas.

En resumen, una llanta pequeña puede cargar un peso mayor incrementando su presión. Sin embargo aumentando la presión de inflado más allá de la presión recomendada se aumenta las fuerzas del cuerpo de cuerdas.

Esto a su vez incrementa la presión de contacto en la pisada y en las pestañas de la rueda o rín . El concepto aceptado por la industria es aumentar el tamaño de la llanta cuando la carga es aumentada en lugar de aumentar la presión. Esto ocasiona un área de contacto mayor manteniendo una presión de inflado moderada y, tanto las tensiones en la pisada como en el cuerpo, son mantenidas dentro de límites aceptables.

FUNCIONES MECANICAS DE LAS LLANTAS

La llanta utilizada en los equipos de construcción cumple las siguientes funciones mecánicas:

SOPORTE.- La llanta proporciona soporte estático y dinámico - mientras permite la libre marcha del vehículo por rodamiento. En superficies irregulares la llanta utiliza un mínimo de -- fuerza puesto que ésta envuelve o gira sobre muchos obstáculos mejor que, como en la llanta rígida, levantando el eje. El inflado medio del aire comprimido proporciona una rápida recuperación elástica, de esta manera evitando pérdidas de energía - debido a reacciones de impacto.

- Propulsión.- El radio de rodamiento de la llanta actúa como una larga, flexible y continua palanca para proporcionar empuje -- efectivo como un momento con respecto al eje. La llanta a la vez -- provee y resiste reacciones masivas de trabajo como es requerido -- por las capacidades del motor de la máquina y su operación.

- Tracción.- En virtud de sus capacidades de adhesión al suelo, la llanta desarrolla substanciales reacciones de tracción, conducción y frenado. Eso además suministra estabilidad lateral y direccional. Tiene la habilidad de ejercer empuje lateral cuando la dirección del viaje es cambiada, y esto hace el trabajo de cambiarle la dirección al vehículo. La pisada ancha de goma de la llanta para construcción es ventajosa; estudios indican que la resistencia total al deslizamiento de una llanta es igual a la resistencia básica a la fricción entre la pisada y la superficie; además de -- ser un seguro mecánico entre esas dos superficies.

Distribución de Carga.- La llanta distribuye el peso de vehículo sobre una substancial área de contacto. Esto evita esfuerzos excesivos en la llanta y en el suelo donde se requiere movilidad -- sobre superficies débiles, las presiones de contacto con el suelo pueden ser bajas. Una llanta puede desarrollar una amplia variación en las áreas de contacto según los particulares tipos de suelo donde trabaje.

- Muelle absorbente. La llanta actúa como un muelle lineal a choques amortiguados al vehículo y para absorber cargas de impacto. Desafortunadamente la llanta no es un efectivo dispositivo de amortiguamiento. Elimina los efectos adversos de rebote y frecuentemente resta una función al sistema de suspensión del vehículo.

FORMA ESTRUCTURA Y COMPONENTES

La llanta típica esta formada por lo siguiente:

1.- Cejas.- Las cejas de las llantas son mazos de alambre -- fuerte de acero que impiden cualquier cambio de forma que interfiera con su colocación en el rin.

2.- Cubierta, cuerpo de cuerdas ó carcaza.- Es el cuerpo de fibra que le da su resistencia para soportar la presión interna -- que resiste la carga.

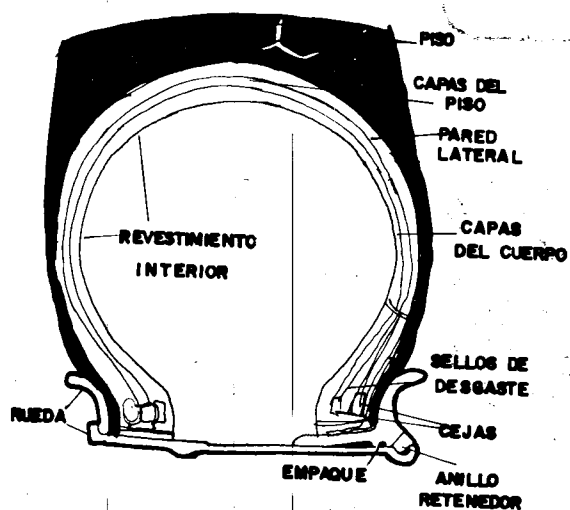
3.- Capas.- Son tejidos individuales que forman el cuerpo de la llanta, enrolladas alrededor de las cejas.

4.- Piso.- Es la parte de la llanta que queda en contacto con el camino. Debe proporcionar tracción, larga duración, tener cualidades amortiguadoras y resistencia al corte.

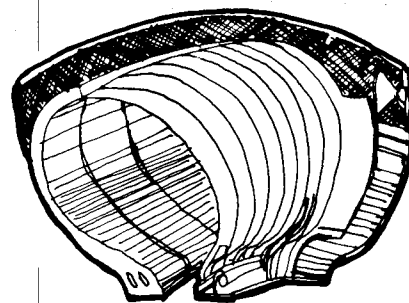
5.- Paredes laterales.- Son los costados de las llantas, entre el piso y la ceja. Técnicamente, pueden referirse solamente a la capa de hule que cubre los costados.

6.- Capas de piso.- Son capas parciales que están solamente debajo del piso, y que sirven para resistir y distribuir los choques del camino y resistir la penetración de objetos filosos.

7.- Capas de talón.- Son capas parciales que protegen la llanta del -- rin cerca de la ceja.



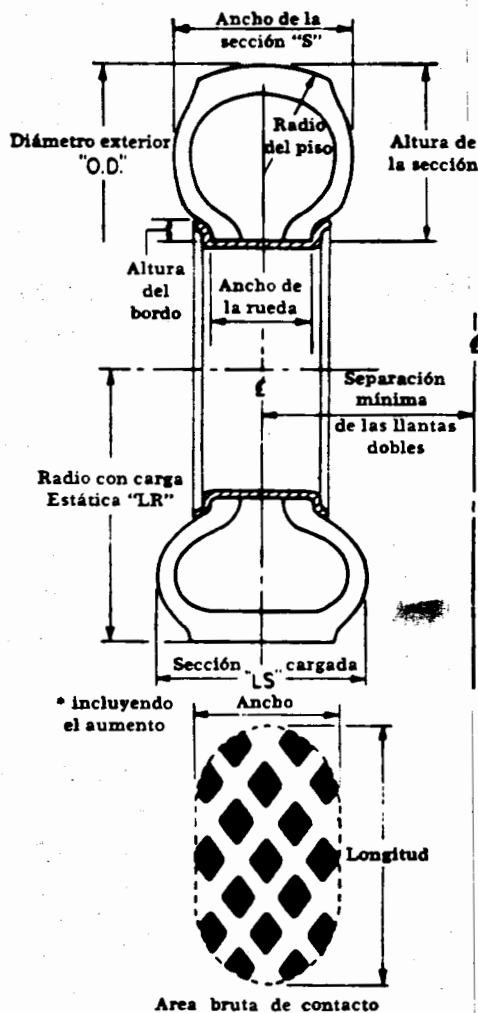
SECCION TRANSVERSAL DE UNA LLANTA



VISTA EN CORTE DE UNA LLANTA

Además, algunos tipos de llantas llevan una cámara interior para el -- aire. Está protegida de los daños posibles por una faja de protección. Las llantas sin cámara tienen una capa hermética en el cuerpo que conserva la -- presión.

La figura siguiente indica los nombres aceptados para las diferentes dimensiones de las llantas. Las llantas se identifican, en cuanto a tamaño, por la anchura aproximada de la sección de la llanta inflada sin carga y -- por el diámetro de la rueda donde descansan sus cejas:



Dimensiones de las llantas

CLASIFICACION POR CAPAS.

ATMA... ..EMART

Anteriormente, la resistencia de los cuerpos de las llantas variaba directamente con el número de capas o tejidos de fibra, de manera que la carga que en una llanta podía soportar, se calculaba con el número de capas. En la actualidad se utilizan cuerdas de diferentes resistencias y tipo y se usan diferentes pesos y separaciones de cuerda en la fibra, por lo que el número de capas ya no significa mucho de por sí. Sin embargo, se ha conservado el término "clasificación por capas". Este término indica la resistencia del cuerpo, en relación a las capas de resistencia estándar.

En la figura se puede ver la clasificación por carga y presión de las llantas de equipo de movimiento de tierras. Donde también se muestra la clasificación por capas y las cargas recomendadas para cada clasificación.

Tamaño de la llanta	CARGAS PARA LAS LLANTAS INFLADAS A VARIAS PRESIONES											
	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80
7.00-20	.....	1810	1980	2140	2300	2440	2580	2710	2850 ¹⁸	2980	3100	3210 ¹²
7.50-20 } 8.22.5 }	.....	2030	2220	2400	2570	2740	2900	3040	3190 ¹⁸	3330	3470 ¹²	.....
8.25-20 } 9.22.5 }	.....	2390	2620	2820	3030	3220	3400	3580 ¹⁸	3750	3920	4070 ¹²	.....
9.00-20 } 10.22.5 }	.....	2840	3100	3360	3590	3830	4050 ¹⁸	4250	4460 ¹²	.....	.....	.....
10.00-20 } 11.22.5 }	.....	3200	3500	3780	4050	4310	4560	4780 ¹²	5020	5250 ¹⁴	.....	.....
10.00-22 } 11.24.5 }	.....	3400	3720	4030	4310	4590	4850	5100 ¹²	5350	5590 ¹⁴	.....	.....
10.00-24	.....	3620	3960	4280	4580	4870	5160	5420 ¹²	5680	5940 ¹⁴	.....	.....
11.00-20 } 12.22.5 }	.....	3540	3870	4190	4480	4770	5050 ¹²	5300	5560 ¹⁴	.....	.....	.....
11.00-22 } 12.24.5 }	.....	3760	4110	4440	4760	5060	5360 ¹²	5620	5910 ¹⁴	.....	.....	.....
11.00-24	.....	3990	4360	4720	5060	5380	5700 ¹²	5980	6270 ¹⁴	.....	.....	.....
12.00-20/21 } 12.00-24/25 }	.....	4020	4390	4750	5080	5400	5740	6030 ¹⁴	6320	6600 ¹⁸	.....	.....
	.....	4520	4930	5330	5720	6080	6450	6780 ¹⁴	7110	7430 ¹⁸	.....	.....
13.00-24/25	.....	5320	5820	6280	6740	7170	7590	7980	8370	8750 ¹⁸	.....	.....
14.00-20/21 } 14.00-24/25 }	5040	5620	6140	6630	7100 ¹²	7550	8000	8400 ¹⁴	8820	9200	9580 ¹⁸	.....
	5630	6270	6850	7400	7920	8430	8920	9400 ¹⁸	9830	10280	10690 ¹⁸	11100
16.00-20/21 } 16.00-24/25 }	6670	7430	8120	8780	9410 ¹⁸	10010	10580	11130 ²⁰	.....	.....	.....	.....
	7370	8200	8970	9700	10400 ¹⁸	11070	11710	12300 ²⁰	12900	13490 ²⁴	14020	14560 ²⁸
18.00-24/25 } 18.00-32/33 }	9580	10670 ¹²	11670	12620 ¹⁴	13520	14380 ²⁰	15230	16000 ²⁴	16780	17500 ²⁸	.....	.....
	11350	12640	13820	14930	16000	17020	18010	18930 ²⁴	19850	20720	21580	22400 ²⁸
★18.00-49	.....	.....	.....	19600	21000	22350	23650	24850	26100	27300	28350	29400 ²⁸
21.00-24/25 } ★21.00-35 }	12250	13640 ¹⁸	14910	16120 ²⁰	17280	18370 ²⁴	19450	20440 ²⁸	.....	.....	.....	.....
	.....	.....	.....	19650	21050	22400	23750	24950	26150	27350	28450	29500 ²⁸
24.00-25 } 24.00-29 }	15130	16860	18420 ¹⁸	19920	21340 ²⁴	22700	24020 ²⁸	.....	.....	.....	.....	.....
	16330	18200	19890	21500	23020 ²⁴	24500	25930 ²⁸	27250	28590 ³⁴	.....	.....	.....
24.00-32/33	17570	19600	21400	23140	24800 ²⁴	26380	27900	29330	30760 ³⁴	.....	.....	.....
27.00-33	22700	25280	27620	29890 ²⁴	32030	34060 ²⁸	36020	37890 ³⁴	.....	.....	.....	.....
30.00-33	27790	30950	33830 ²⁸	36590	39200 ²⁴	41700 ²⁸	.....	.....	.....	.....	.....	.....

• Sujeta a la aprobación de la TRA.

Los pequeños números de los índices son las clasificaciones por capas, e indican la carga máxima recomendada para esa clasificación por capas. Por ejemplo: con una llanta 7.50-20, u 8.22.5, el tamaño correspondiente sin cámara, 3190¹⁸ es la carga máxima para la clasificación de 10 capas, y 3470¹² la máxima para la clasificación de 12 capas.

Clasificación por carga y presión de las llantas de equipo para mover tierra

LLANTAS PARA VEHICULOS FUERA DE CARRETERA

Podemos dividir a las llantas según su uso en llantas para tránsito en carreteras y llantas para tránsito fuera de carreteras. Esta segunda categoría incluye la operación alternada fuera y dentro de carreteras.

Las llantas para vehículos fuera de carretera incluye las utilizadas en una amplia variedad de operaciones. Existen vehículos como volteos o volquetes, que cargando agregados pueden combinarse en operación dentro y fuera de carretera. Donde las máximas velocidades para estos vehículos podrán ser altas pero las cargas en las llantas serán relativamente bajas por las restricciones de carga en las carreteras.

Si consideramos camiones o motoescrepas trabajando en un acarreo fuera de carretera, las cargas podrán ser mas altas puesto que no existen limitaciones de carga, las velocidades podrán ser relativamente altas, con velocidad máxima de orden de 30mph. Pero estos acarreos son significativamente más lentos que para trabajos en carretera. También hay clases de equipos donde las llantas deben ser seleccionadas tomando como criterio las condiciones severas en que operará. Los impactos, cortadas y rasgadas pueden llevar al decremento de la vida útil de las llantas.

Las llantas para uso fuera de carretera pueden utilizarse en arreglos individuales o dobles. Las llantas de tipo convencional (16.00, 18.00 etc.) son usadas dobles, las llantas de base ancha (23.5, 26.5, etc.) son usadas solas. Las llantas de base ancha tienen los mismos diámetros que las convencionales pero son mas anchas en sección y utilizan rines mas anchos. Las presiones son algo menores y tienen, por lo general, mejores cualidades de flotación.

La opción entre usar sencillas o dobles es dependiente sobre el diseño básico del vehículo y sobre el tipo de uso que se le dará. Algunas de las principales ventajas de cada uno de estos sistemas son:

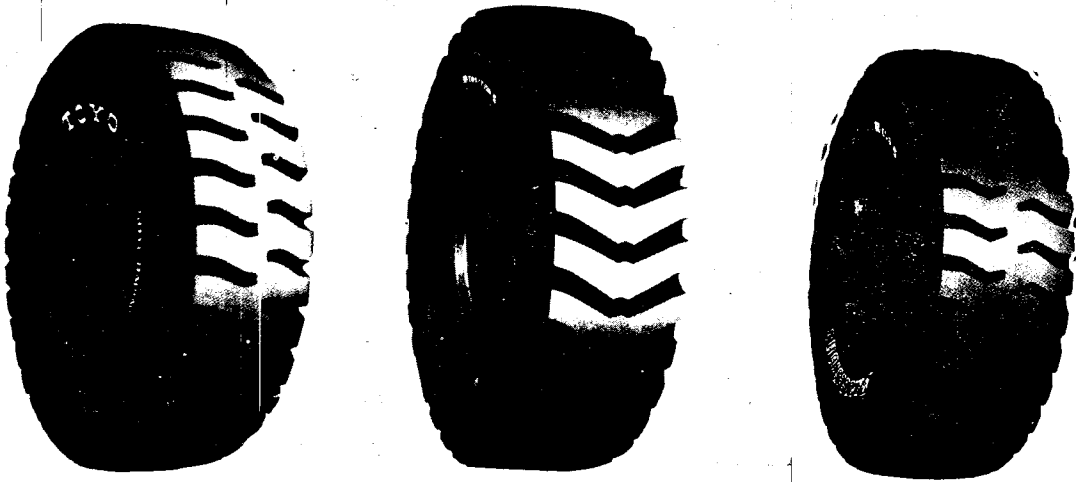
Para llantas dobles:

- Carrera mas fresca
- Reducción de riesgos (En el uso de llantas dobles el "ancho de exposición" a un objeto dañino es menos que el de una sola llanta ancha.)
- Resistencia al rodamiento menor en caminos firmes.

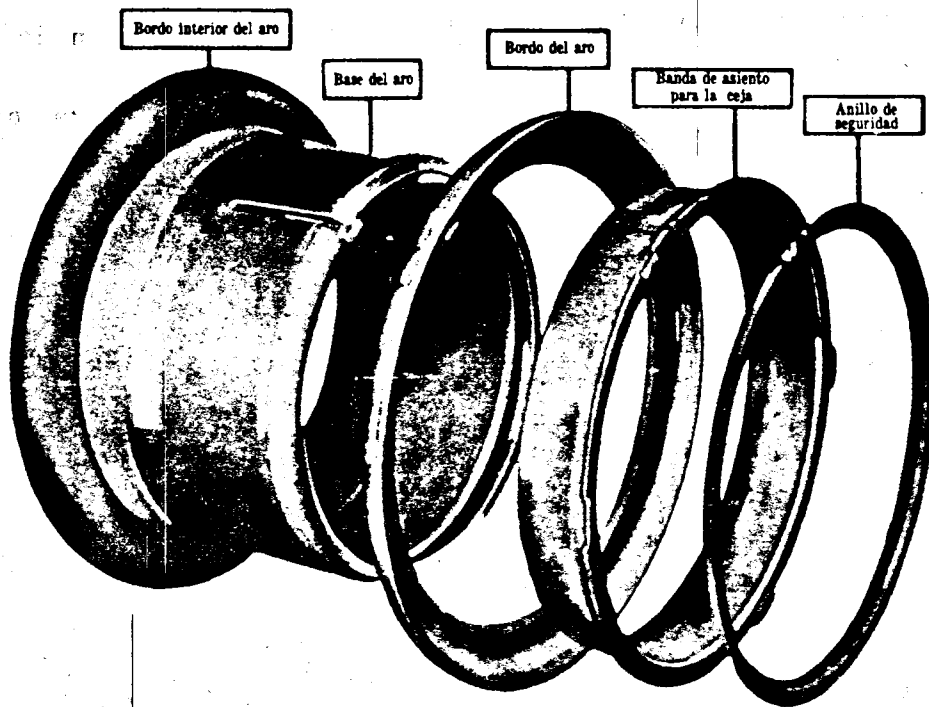
Para llantas sencillas:

- Mejor flotación y movilidad
- Mejor resistencia a cortadas y abolladuras.
- Resistencia al rodamiento menor sobre material suelta.
- Mejor dirección.

La figura ilustra varios tipos de piso de llantas para uso fuera de carretera. Los diseños del piso para roca son disponibles en varios tipos de pisadas en orden a la combinación máxima de rocas con la máxima generación de calor.



Los rines para uso fuera de carretera deben resistir fuerzas altas. - Los momentos con respecto al eje y otras fuerzas actuantes sobre las llantas son proporcionalmente mayores que las de uso en carretera. La figura siguiente ilustra un rin típico para una llanta fuera de carretera. Las pestañas laterales en las ruedas grandes son removibles para facilitar su desmonte. Es importante que la pestaña de la rueda sea usada con el adecuado tamaño para la sección de llanta correspondiente.



Las llantas destinadas para alternar servicio dentro y fuera de carretera son en su mayoría de construcción con cámara. Las llantas grandes para uso exclusivo fuera de carretera son prácticamente sin cámara.

Las llantas grandes sin cámaras tienen las siguientes ventajas:

- La reducción del aire contenido y la temperatura interna debido a la eliminación de la cámara y faja de protección
- El ensamble es más simple.
- Reducción del tiempo perdido por el mantenimiento de la cámara y fajas de protección.
- Las pequeñas penetraciones a través de las llantas, que provocan ponchaduras en llantas con cámaras, resultan fugas reparables en las llantas sin cámara.
- Son recubiertas y reparadas por servicio de personal calificado.

La llanta convencional puede utilizar las siguientes construcciones especiales:

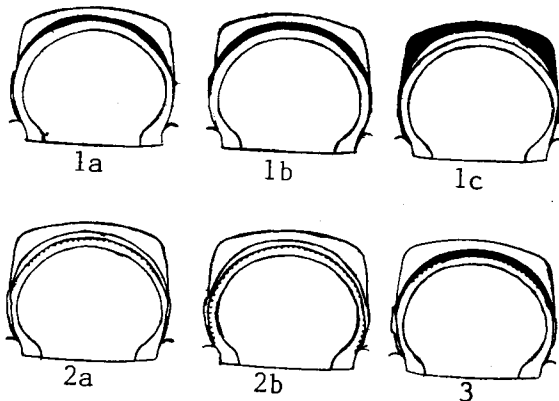
1.- Recubrimiento de alambre desmenuzado.- comunes en muchos movimientos de tierra en tractores y cargadores. El alambre desmenuzado refuerza la estructura básica y resiste pequeñas y medianas cortadas. Si el recubrimiento se corta, el alambre desecho ayuda a la prevención del crecimiento de la cortada. Este tipo de refuerzo de acero consiste en pequeños trozos de alambre fino acero-carbón desmenuzado directamente en la goma de los neumáticos. Este tipo de refuerzo puede colocarse en las siguientes zonas:

- a) En la parte interior de la goma de piso.
- b) En la parte interior de la goma de piso y en las caras laterales.
- c) En la parte exterior de la goma de piso y en las caras laterales.

2.- Capas de acero, las cuales son usadas para proteger la carcasa textil cuando está expuesta a cortaduras muy grandes. Pueden colocarse las capas:

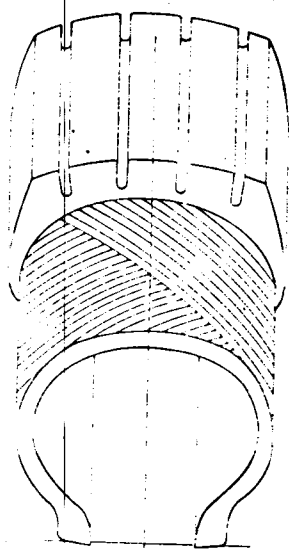
- a) En la parte interior de la goma de piso.
- b) En la parte interior de la goma de piso y las caras laterales.

3.- Combinaciones de alambre desmenuzado y capas de acero para una mayor protección.

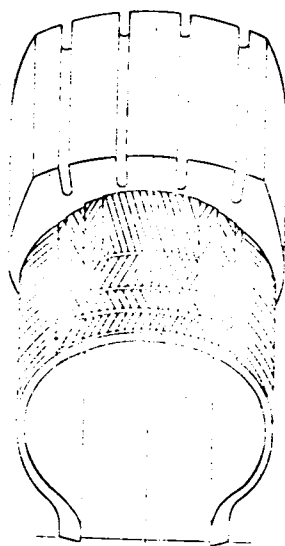


Las llantas con cinturones radiales son el tipo más reciente de construcción para llantas de uso fuera de carretera. Su carcasa consiste de una sola capa de acero rodeada por un número de aberturas circunferenciales de acero (cinturones) los cuales aprietan el recubrimiento de la llanta. Los armazones textiles también han sido usados en conjunción con el cinturón de acero, y el alambre desmenuzado también puede ser utilizado en la construcción de la llanta radial.

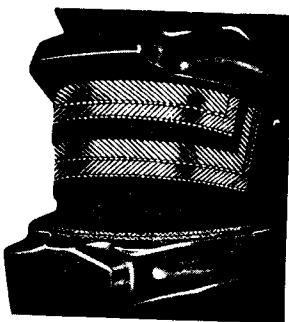
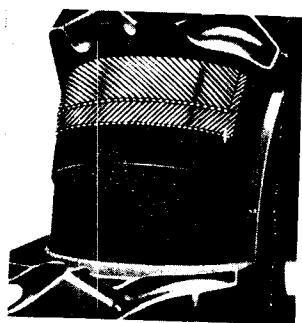
Las llantas radiales tienen ventajas como: una disipación más rápida del calor; Las flexiones se concentran en las paredes, lo que hace más fácil su marcha; Ahorro de combustible; Mayor rendimiento cuando el mantenimiento es bueno, etc.



Capas de Protección sin Cinturones.



Capa Radial con Cinturones.

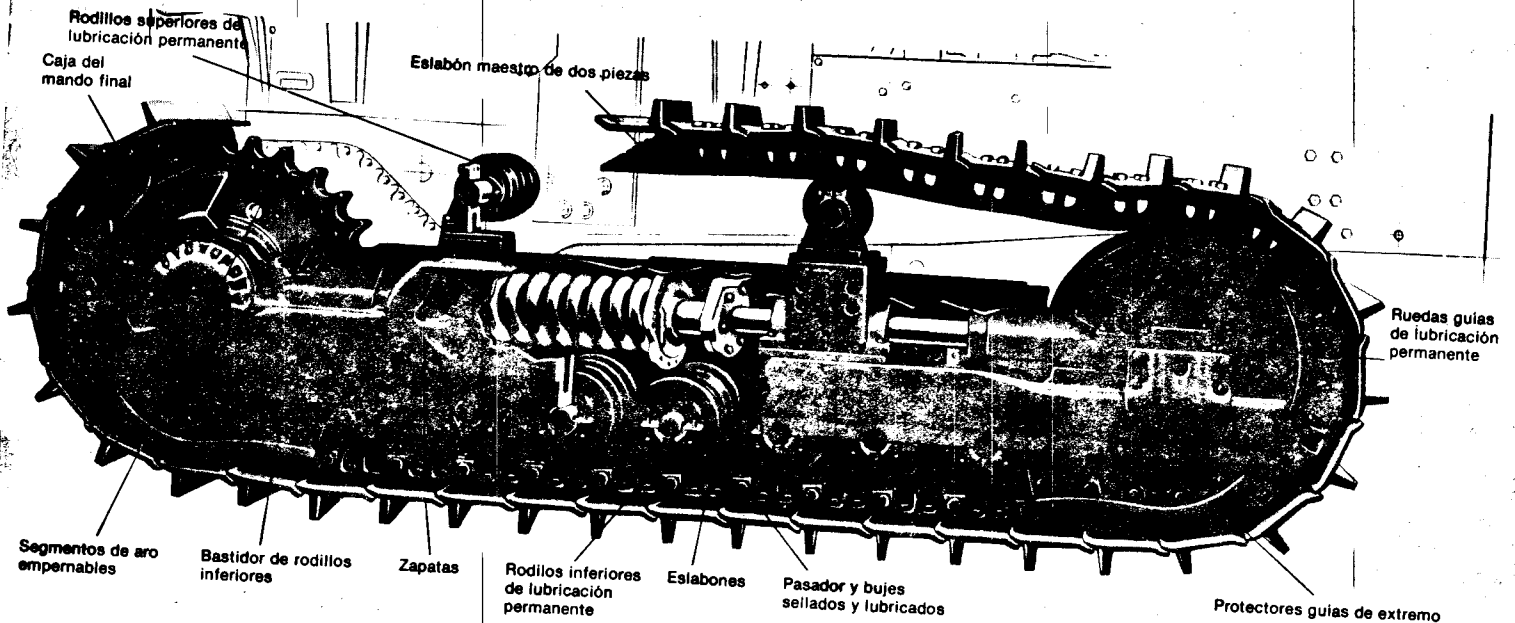


1.5 TREN DE RODAJE

GENERALIDADES.- El tren de rodaje es un sistema usado por un número importante de máquinas.

Constituyen bandas de acero, sobre los que se mueve la máquina. Se recogen de atrás y pasan hacia adelante en el terreno, conforme se mueve.

Los ejes hacen girar grandes ruedas dentadas, que se llaman **ruedas dentadas impulsoras o catarinas**, que están colocadas en la parte trasera de los bastidores y se apoyan en rodillos pequeños o rodillos de las orugas. Las **ruedas guías**, que son ruedas lisas con una ceja central, del mismo ancho que las catarinas, están montadas en horquillas apoyadas en resortes en la parte delantera de los bastidores. Se montan uno o dos rodillos pequeños arriba del bastidor para soportar la oruga.



RODILLOS DE LAS ORUGAS.- Los rodillos y ruedas guías, tienen cejas para mantener la oruga alineada, Generalmente, la rueda guía tiene una ceja central ancha que queda ajustada entre los eslabones de la oruga. Los rodillos sobre los que rueda la oruga y los que la soportan, tienen cejas exteriores que quedan a uno y otro lado del ancho de la oruga. También pueden tener una ceja interior. En la parte inferior se acostumbra alternar los rodillos de ceja sencilla con los de ceja doble.

LA ORUGA.- La oruga en sí, consta de una verdadera cadena de eslabones con zapatas atornilladas en ellos. En las figuras se muestran las piezas de una cadena ordinaria de oruga. Cada par de eslabones se unen entre sí con un buje que va en el extremo de uno de ellos. Se coloca un pasador en el buje que sostiene los extremos que sobresalen del siguiente par de eslabones. La oruga se arma con una prensa hidráulica, que permite empujar los pasadores de tamaño ligeramente mayor y los bujes dentro de los eslabones, que quedan tan apretados, que rara vez se salen en servicio. El pasador gira con facilidad dentro del buje, proporcionando el funcionamiento como articulación necesaria.

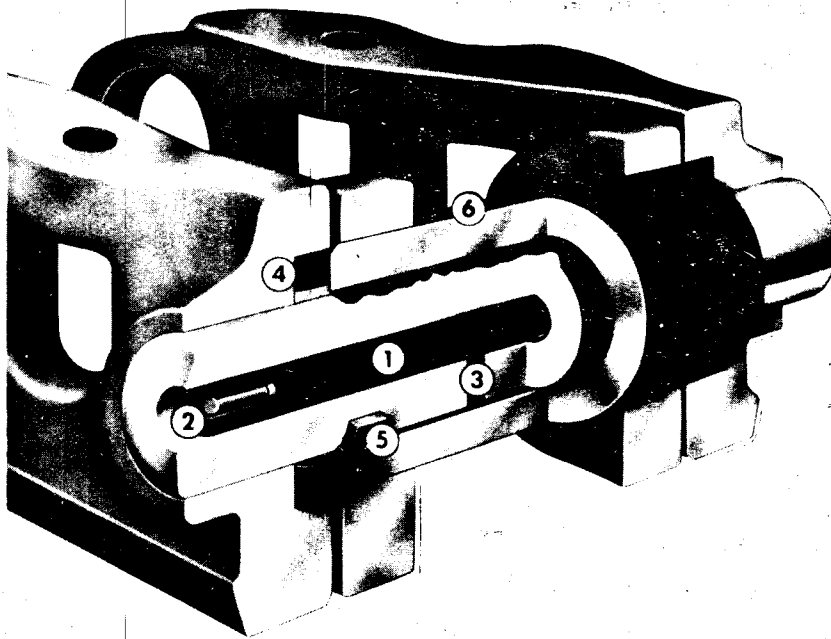
Esta oruga puede abrirse empujando o sacando cualquiera de los pasadores. Sin embargo, todos los pasadores excepto uno, pueden estar muy apretados para que resulte práctico hacer esta operación en el campo. Si éste es el caso, el único pasador clave es ligeramente menor, de manera que se puede introducir con un marro y un punzón para empujar.

Las orugas que necesitan reparación, se llevan a un taller que tenga una prensa especial, con la que fácilmente se pueden sacar los pasadores y los bujes y volverse a poner.

La superficie inferior del riel o cadena de la oruga, tiene la forma a propósito para constituir una vía pareja con los rodillos y la rueda guía. La superficie superior está aplanada y provista de agujeros para los pernos que sujetan las zapatas.

Los bujes son las piezas en que agarran los dientes de las catarinas. Generalmente éstas tienen un número de dientes impar y la cadena un número par de bujes, o viceversa, de manera que no coincidan dos veces seguidas el mismo buje y el mismo hueco entre dientes de la catarina. Con este sistema del diente suplementario el desgaste se distribuye más parejo.

CADENA SELLADA.— En la actualidad se fabrican cadenas selladas y lubricadas como la que se muestra en la figura, que aumenta de una manera importante las horas de vida de el tránsito. El lado y la suciedad que entra entre el pasador y el buje aumentan mucho el desgaste de la cadena. En las cadenas selladas se montan discos con forma de platillos, hechos de acero de muelle y colocados en pares con sus respaldos juntos entre los extremos de los bujes y sus casquillos en los eslabones exteriores.



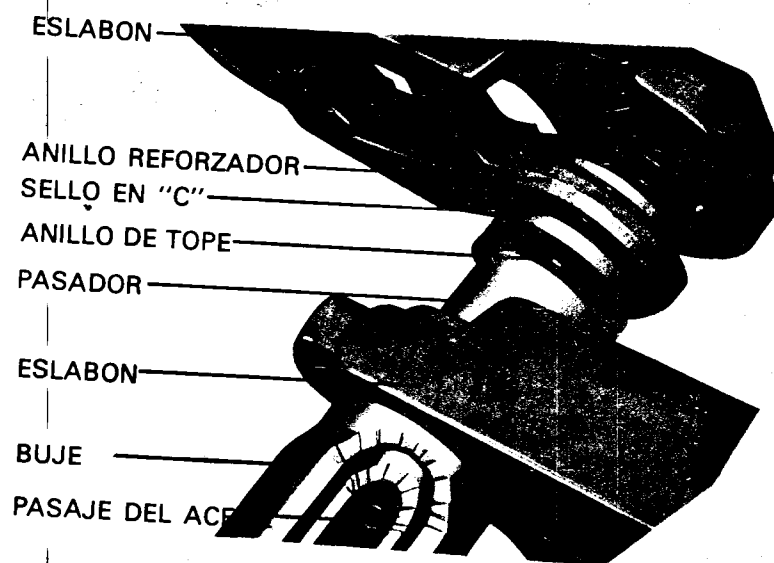
- ① DEPOSITO DE ACEITE
- ② ADAPTADOR DE CAUCHO Y TAPON
- ③ CONDUCTO DEL ACEITE
- ④ SELLO HERMETICO
- ⑤ ANILLO DE EMPUJE
- ⑥ BUJE

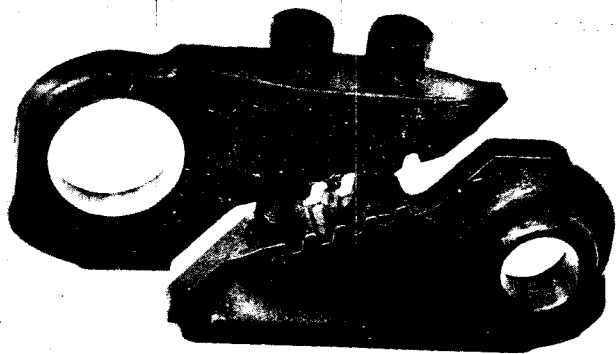
Al armar las cadenas los discos quedan juntos y apretados. Uno cierra el eslabón y el otro el buje, de manera que el único desgaste del sello está en los mismos discos, impidiéndose la entrada de la mayor parte de la suciedad. Los sellos se cambian cuando se hace una reparación general a la cadena.

Los pasadores y bujes son por lo general los componentes que duran menos en el tren de rodaje. El desgaste entre los pasadores y bujes tiende a producir la falta de correspondencia de otros componentes de carril, lo cual acelera el desgaste en todas las piezas del tren de rodaje y reduce la eficiencia de la máquina. La forma de reducir al mínimo este desgaste interno es lubricar las superficies de contacto, y reducir la fricción. El reto fue el crear un sistema confiable y duradero de cierre, para evitar fugas de lubricante y la entrada de materias externas.

Los sellos deben ser fuertes, pero flexibles.

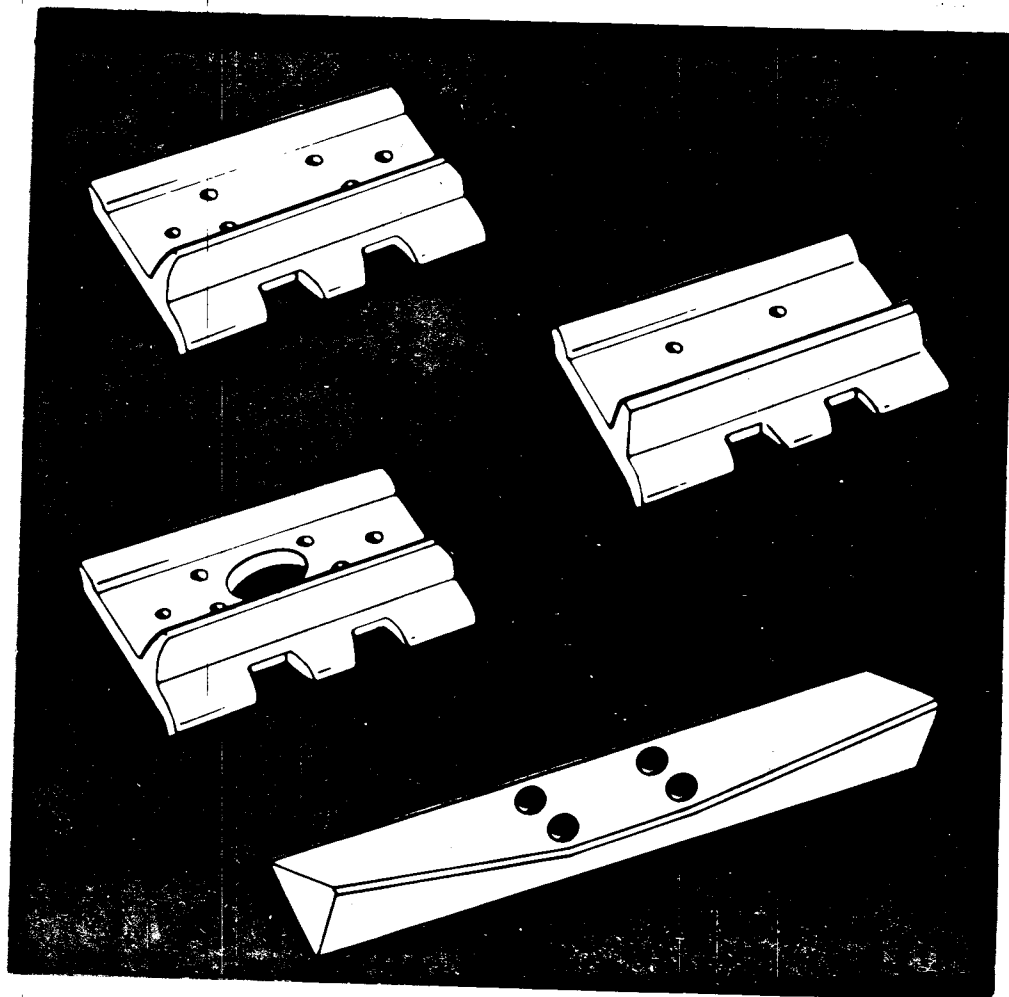
Tienen que dar buenos resultados en temperaturas extremas, y --ben resistir los severos esfuerzos que actúan en el tren de rodaje de las máquinas para servicio pesado. Además es esencial que mantengan la debida relación con los otros componentes de los carriles.





El eslabón maestro de dos piezas constituye un sistema rápido y fácil para desmontar e instalar las cadenas. Con el eslabón maestro de dos piezas no se requieren pasadores ni bujes maestros especiales, y es posible que todas las articulaciones de las cadenas selladas y lubricadas se sellen y lubriquen en la fábrica, para desgaste uniforme.

LAS ZAPATAS.- Hay numerosos tipos de zapatas para las orugas. Las del tipo ordinario son una placa plana con una sola costilla alta o garra a través de ella, que proporciona una buena tracción y protección contra deslizamientos laterales en la mayor parte de las condiciones.



Si las orugas patinan, cada garra funciona como un cangilón de una máquina excavadora, sacando tierra del fondo y apilándola atrás. Lo que da como resultado, que la máquina se entierra rápidamente, creando problemas en el terreno blando cuando está muy cargada. Además, los montones dificultan mucho el retroceso por la misma rodada.

Las zapatas planas se usan en las máquinas que se utilizan más para cargar que para empujar, y en las que trabajan en patios sin pavimento que cortarían las garras. Se han usado en los bulldozers y en los cargadores de tractor, pero generalmente no proporcionan suficiente tracción y permiten deslizamientos laterales de magnitud peligrosa.

Las zapatas de la oruga se gastan por el rozamiento con el terreno. Las garras se gastan redondeándose en las esquinas, por lo que agarran mal en los taludes transversales y a veces pueden quedar reducidas a pequeños bordos ineficaces. Las esquinas pueden reconstruirse con soldadura dura, mientras que las garras es más fácil arreglarlas cortando las viejas y soldando nuevas. No conviene proponer este trabajo indefinidamente, porque las garras son necesarias para disponer de una buena tracción en la mayor parte de las superficies, al mismo tiempo sirve de esfuerzo a la placa de la oruga que de otra manera puede dañarse por flexión con mayor facilidad.

LOS RODILLOS.— Los rodillos de las orugas son unidades que tienen un trabajo muy pesado. Con mucha frecuencia cualquiera de ellos tiene que soportar de golpe casi todo el peso del tractor, como si fuera un golpe dado con un martillo; las vueltas en terreno blando los someten a esfuerzos transversales terribles, y con frecuencia trabajan en el lodo y en la tierra que desgastan sus superficies exteriores y que amenazan entrar a la fuerza en ellos.

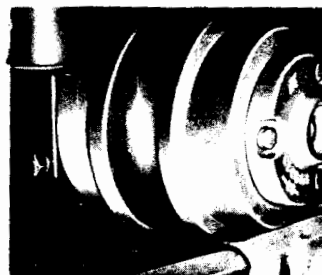
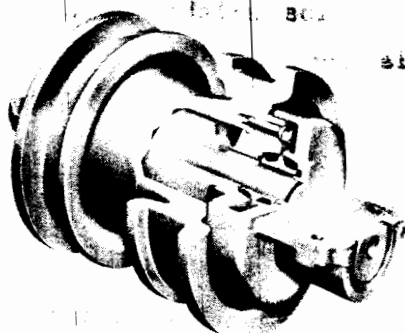
Los rodillos modernos se han mejorado, aumentando el metal de desgaste en las pistas y en las cejas de los mismos, y usando rodillos para servicio pesado con ejes más gruesos y cojinetes mayores para servicio exageradamente pesado, como por ejemplo el de los rodillos delanteros de los cargadores. Las defensas de los rodillos los protegen de las piedras sueltas.

A pesar de estas mejoras de diseño y de materiales, todavía se pueden tener muchas molestias con los rodillos de las orugas. Un cojinete antifricción roto puede triturar todo su interior, y un buje gastado puede permitir que la flecha se desalinte lo suficiente para arruinar el sello y permitir que entre la tierra.

En algunas marcas son muy comunes las roturas de los ejes. Los rodillos delanteros son los que especialmente están expuestos a sufrir esta avería. Un rodillo con el eje roto, o uno cuyo interior se haya destruido completamente, puede girar lateralmente lo suficiente para atorarse en la oruga, sacudiendo la máquina y haciendo severos daños a la oruga.

En trabajos pesados en terreno rocoso, y la falla de los rodillos inferiores puede ser tan común, que se deberán tener de repuesto para todos los tractores que trabajan más. Un tractor puede trabajar sin un rodillo, pero el siguiente se sobrecargará y puede romperse muy rápidamente.

A los rodillos gastados se les pueden reconstruir las cejas y las pistas. Deben quitarse de la máquina y sacárselas las flechas, los cojinetes y los sellos, y los cuerpos enviarse a un taller que tenga equipo de soldadura automático especial.

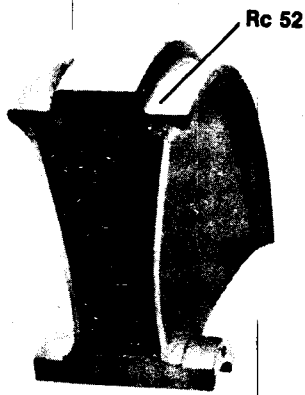


Los Rodillos Superiores e Inferiores se forjan con acero de endurecimiento profundo y son de lubricación permanente.

LAS RUEDAS GUIAS.- Las ruedas guías son los rodillos grandes delanteros. Su mayor tamaño hace que resulte práctico equiparlas con ejes y cojinetes que correspondan a la magnitud de sus cargas y el resorte del mecanismo con el que se ajusta la oruga constituye un buen amortiguador, y gira mucho más despacio que los rodillos. Cuando su uso es normal dan muy pocas molestias.

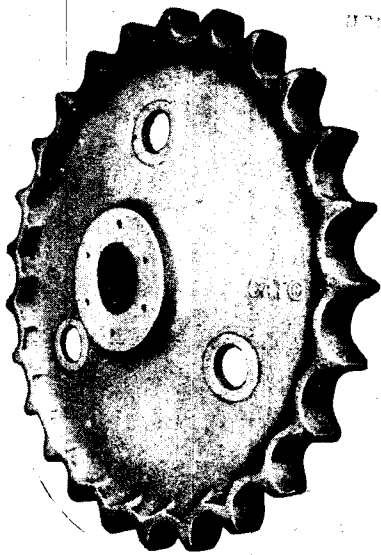
Sin embargo, en trabajos pesados, su gran diámetro las hace más sensibles a los golpes laterales y a los desalineamientos del bastidor de las orugas. Los rayos y el cubo se pueden agrietar, y a menos de que se parchen con soldadura, se romperán.

La rueda guía tiene una sola ceja central para impedir que la oruga se safe lateralmente, cuyos costados se desgastarán, y también pueden redondearse. Se puede arreglar reconstruyéndola cuidadosamente con soldadura aplicada a mano, seguida de un esmerilado, cortándose la ceja y soldándole una nueva, o reconstruyéndola en una máquina automática de soldadura.



Las ruedas guía son de lubricación permanente, y las bandas pueden reconstruirse varias veces. La dureza en la superficie de las bandas, es equivalente a la del riel de los eslabones. La profundidad en la zona endurecida en las bandas es de 2,54 mm (0,10").

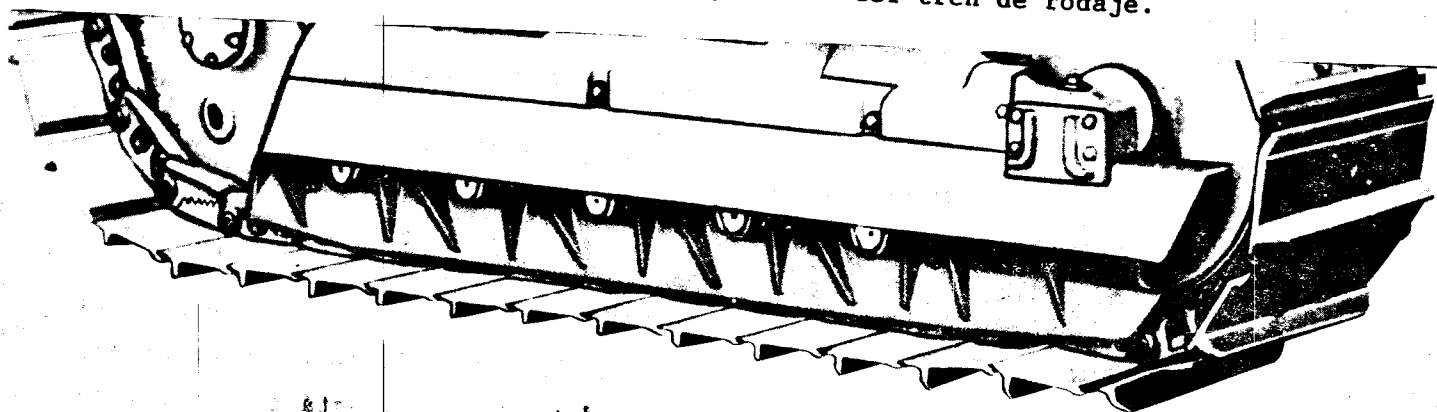
RUEDAS MOTRICES Y RESGUARDOS.- La rueda motriz es de hierro fundido de una pieza. Hay disponibles aros de reemplazo que se fijan con soldadura para facilidad y rapidez. Para larga vida útil, la dureza superficial en los dientes, mantienen una relación adecuada con la dureza de los bujes. El nuevo perfil labrado a máquina minimiza el desgaste en el asentamiento, tanto en las cadenas selladas como en las selladas y lubricadas.



Los resguardos son muy importantes en todo tren de rodaje. Hay dos tipos de resguardos disponibles.

Los protectores de guía de los extremos: Dirigen las cadenas al entrar en las ruedas de guía o ruedas motrices, y al salir de ellas. Contribuyen a evitar que se dañen los eslabones en los virajes, o en operaciones en laderas. La facilidad de reemplazar las tiras de desgaste fijadas con pernos contribuye a mantener la alineación original de las cadenas.

Los resguardos de los rodillos inferiores: Evitan que las piedras y el lodo se alojen entre los rodillos y cadenas, donde serían triturados, y los fragmentos podrían dañar los componentes del tren de rodaje.



HERRAJES DE CADENAS.- Los pernos de cadenas, tienen una cabeza hexagonal, de gran altura y endurecida por inducción, protege al perno contra la deformación por cargas grandes de choque y condiciones abrasivas. Además, es más difícil que se dañen las roscas laminadas de los pernos que las de tipo labrado, pues las líneas naturales del flujo del acero siguen la espiral de las roscas.



Las tuercas de las cadenas son de temple total y se revienen para igualar o superar la resistencia de los pernos de cadenas. Las tuercas de traba se han diseñado especialmente para encajar en los asientos respectivos de la zona de sujeción de los eslabones. Las estrías escariadas retienen la tuerca a fin de sacar los pernos de una zapaña.

LA TENSION.- Uno de los factores más decisivos en el desgaste del tren de rodaje es el ajuste de las cadenas. Cuando las cadenas no están sujetadas correctamente representan gastos tanto en paralizaciones como en desgaste acelerado. Para llevar a cabo tal ajuste es necesario utilizar gato de tensión.

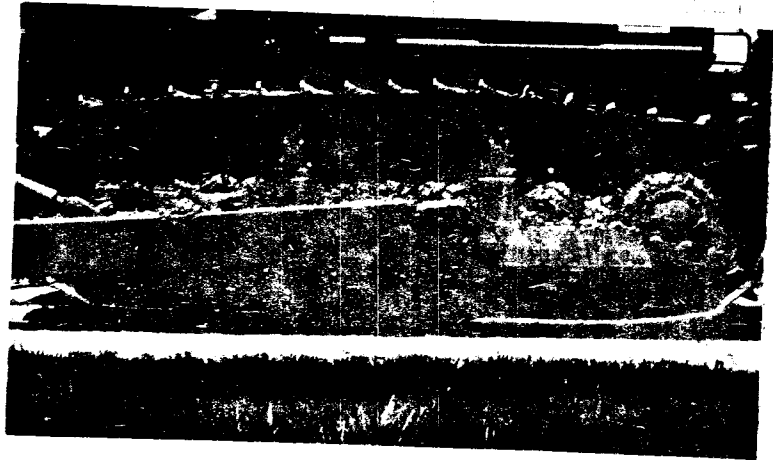
Una cadena demasiado tensa hace que el tren de rodaje y los componentes del tren de impulsión estén sometidos a más esfuerzos y que se desperdicie potencia. La cadena demasiado floja cimbra a alta velocidad causando desgaste innecesario en las pestañas de los rodillos, dientes de la rueda motriz y otros componentes.

El correcto ajuste de las cadenas varía según las condiciones del suelo y la aplicación de la máquina. Por ejemplo, la acumulación de material utiliza la comba de la cadena y por lo tanto la hace más tensa. Con la cadena sellada, el desgaste interno de pasadores y bujes anula la tensión producida por la acumulación de material. Pero en la cadena sellada y lubricada el desgaste de pasadores y bujes está prácticamente eliminado; de aquí que sea esencial ajustar correctamente la cadena y compensar la tensión producida por la acumulación de material.

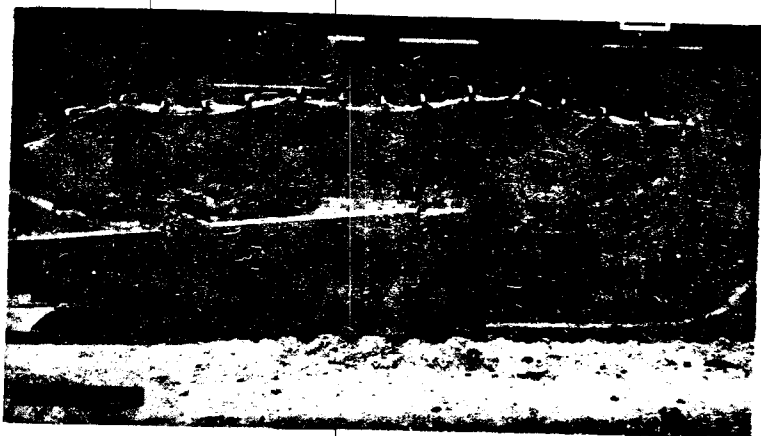
Sea cual fuere el tipo de cadena, es importante que el ajuste sea correcto si se desea obtener larga duración.

La tensión correcta en la oruga es muy importante. Si está muy apretada, se mantiene un esfuerzo constante en cada pasador y en cada buje, aun en la porción superior de la oruga que no trabaja. Lo apretado produce un rápido desgaste al dar vuelta los eslabones alrededor de las ruedas, y el rozamiento adicional puede absorber una gran parte de la potencia del tractor. El desgaste es la causa de que la cadena se alargue de manera que eventualmente restablece la tensión correcta, pero a costa de la vida de la oruga. Y las orugas son muy costosas.

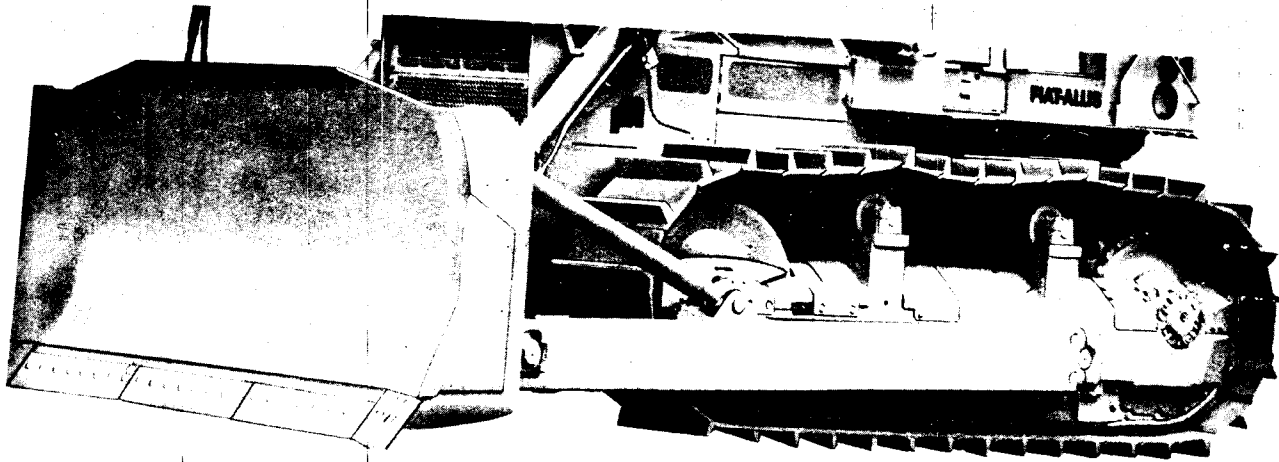
Las orugas muy flojas tambien sufren un desgaste adicional debido a la flexión excesiva al entrar y salir en los tramos flojos en la parte superior. La parte floja también puede rozar contra las cajas de las transmisiones finales o con otras parte, cortándolas y gastando la oruga.- Pero las desventajas más importantes son que una oruga floja se sale con facilidad en las vueltas y en terreno irregular o inclinado, especialmente si las superficies se han redondeado por el desgaste, y que además esto causa que se meta arena en los bujes con sus consecuentes efectos abrasivos.



CADENA DEMASIADO TENSA



CADENA DEMASIADO FLOJA



TENSION CORRECTA

DESGASTE DE LA CADENA.- Aun cuando se mantenga a la tensión correcta la oruga y sus ruedas se gastarán. Influyen en la rapidez del suelo en el que trabajen y la cantidad del mismo que entre en ellas, y la carga del trabajo.

También se produce desgaste en la superficie de los bujes, donde los dientes de la catarina los empujan. Cuando estén casi completamente gastados, las orugas deben quitarse del tractor y llevarse a un taller con prensa para las orugas. Allí se extraen, se les da una media vuelta (se hacen girar 180°), y se vuelven a colocar a presión. En esta forma queda expuesta a los dientes una superficie fresca, sin desgaste, y se dobla la vida del buje. Sin embargo, si los bujes se gastan tanto que se les hagan agujeros, tanto los bujes como los pasadores deben reemplazarse. Se debe estar pendiente de la condición de las orugas para evitar este gasto adicional, y convencer a los operadores de que informen de la magnitud del desgaste. Los dientes de las catarinas se desgastan aproximadamente lo mismo que los bujes, pero son mucho más gruesos.

017

SALTOS.- Conforme se gasta y se alarga la oruga, la longitud del paso (distancia entre los centros de dos pasadores adyacentes) aumenta, mientras que el desgaste de los dientes de la catarina tiende a reducir la longitud de su paso, lo que origina que la oruga se monte cada vez más alto en los dientes de la catarina, hasta que ésta tiende a saltar y aun a patinar dentro de la oruga. Esto produce esfuerzos de choque en el tractor, semejantes a los que sufre un automóvil o camión cuyas ruedas impulsoras patinan y agarran alternativamente en la arena. La operación en estas condiciones no debe permitirse.

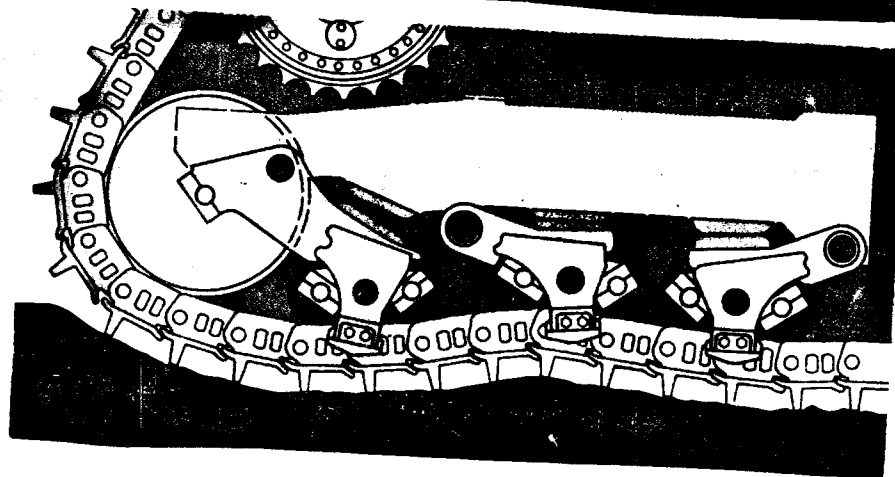
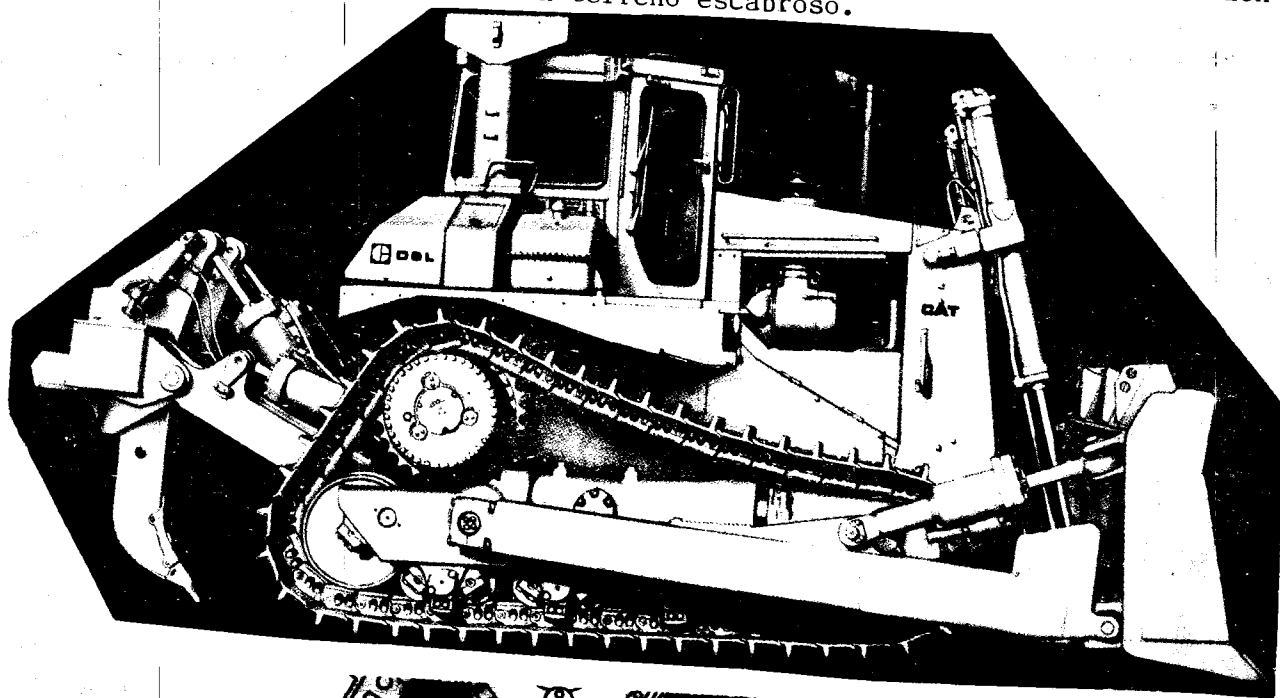
El mismo fenómeno de saltos y patinamientos puede producirlo el lodo espeso, por lo que no se debe simplemente suponer que hay que hacer una reparación grande cuando esto suceda. Hágase siempre un estudio cuidadoso, no importa lo evidente que pueda parecer la causa de la molestia.

NUEVOS MODELOS DE TRANSITOS

EL TREN DE RODAJE SE CIÑE AL TERRENO. Cada bastidor de rodillos tiene cuatro bogies principales. Cada uno de éstos tiene un bogie menor que lleva dos rodillos inferiores. Las ruedas guías se articulan con los bogies principales correspondientes. Todos los bogies están montados con pasadores de cartucho sellados y lubricados. Cojines de goma dura y superficie abovedada, montados en los bogies principales y en los bastidores de rodillos, absorben los impactos al controlar el movimiento vertical de los bogies principales.

Con este sistema, el bogie principal delantero permite que la rueda guía suba y baje por los obstáculos, como por una rampa. Los bogies menores sucesivos se adaptan al obstáculo a causa de su acción flotante. Este sistema mantiene los rodillos y las ruedas guías en contacto casi constante con los carriles de eslabones, lo que permite que los rodillos consecutivos compartan las cargas. Así, (1) se mantiene más cadena en el suelo, con la estabilidad y el desplazamiento mejorados y la tracción aumentada y (2) los rodillos, los eslabones y los pasadores reciben menos cargas de impacto, lo que permite reducir el tamaño de los componentes del tren de rodaje y alargar su vida útil.

LA BARRA COMPENSADORA ARTICULADA CON PASADORES Y EL EJE PIVOTE DE GRAN DIAMETRO, aseguran la alineación del bastidor de rodillos inferiores por delante y por detrás, a la vez que permiten la oscilación del bastidor, con excelente estabilidad del vehículo en terreno escabroso.



EL TREN DE RODAJE ELEVADO

Combina un sistema de suspensión elástica con bogies y bastidor de -- rodillos oscilantes, con lo que se obtienen ventajas como:

- Mayor tracción, debido a que la acción de los bogies mantiene más superficie de la cadena en contacto con el suelo.
- Se reducen las cargas de impacto en los componentes del tren de rodaje hasta en un 50%.
- Un movimiento de la máquina más suave, porque los impactos están atenuados por los bogies y los amortiguadores de goma.
- Servicio más fácil.

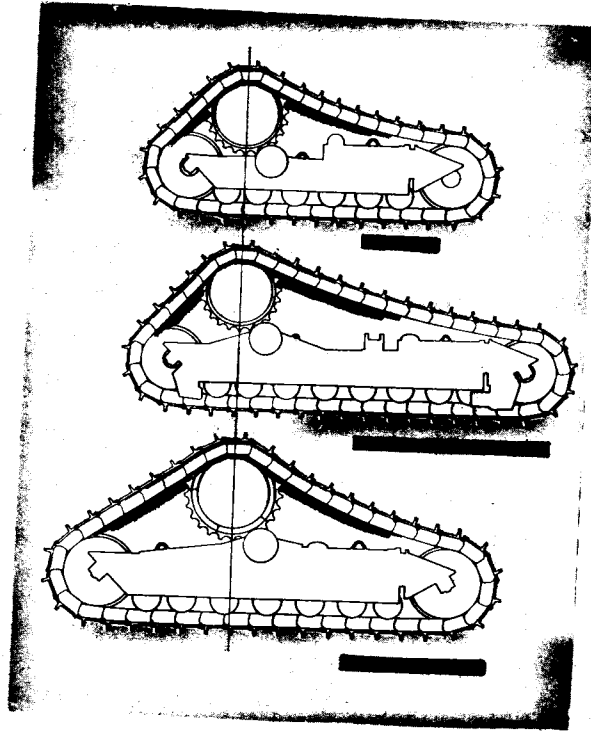
El diseño del tren de rodaje elevado, permite que algunos componentes sean mas ligeros pero de mayor vida útil. El sistema de bogies permite que haya más rodillos para soportar el peso de la máquina, disminuyendo las -- cargas en un punto y aumentando la tracción, en comparación con un tren de rodaje convencional. Al reducir el impacto de carga, el desgaste de los eslabones también disminuye.

La razón fundamental de la rueda motriz elevada, es proteger la vida-útil de los componentes del tren de fuerza. Los mandos finales, los embragues de dirección y los frenos, con este sistema, no soportan todas -- las cargas de impacto vertical de contacto con el suelo, las cargas de -- alineación del bastidor de rodillos y las cargas de la barra de tiro y -- de la hoja topadora. Los mandos finales se encuentran fuera de la zona-- en donde existe más desgaste abrasivo y acumulación durante la operación de la máquina. La rueda motriz elevada permite un tren de rodaje amor-- tiguado, que mejora la tracción y el movimiento de la máquina.

Otra ventaja es que los mandos finales se pueden inspeccionar y --- algunos engranajes y cojinetes se pueden cambiar sin tener que abrir -- las cadenas.

Las cargas sobre los dientes de la rueda motriz elevada son muy si-- milares a las de la rueda motriz convencional, porque aproximadamente

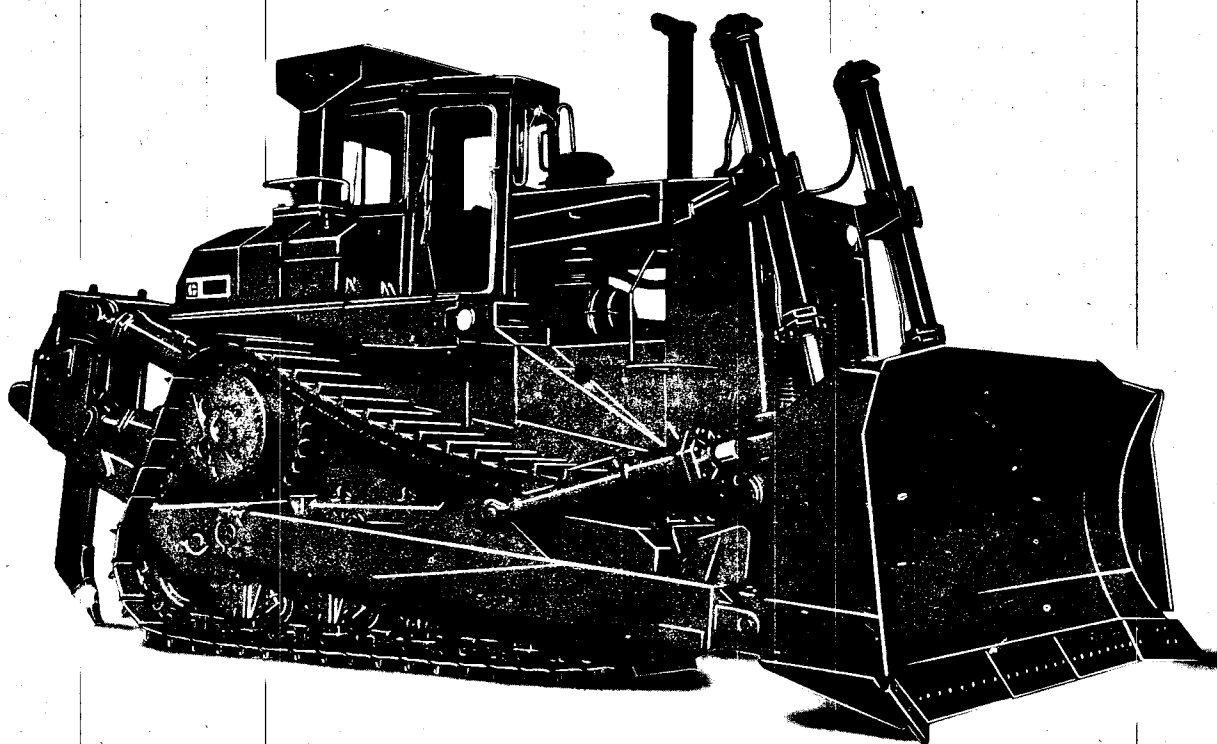
el 85% de la carga está en el primer diente que hace contacto con la cadena, por lo que el hecho de que la rueda motriz elevada tenga menos--
dientes en contacto con la cadena, no significa que tenga que sopor--
tar más carga.



DIVERSOS TIPOS DE TREN DE RODAJE ELEVADO

MOVIMIENTO DE TIERRAS

TRACTORES



2.1 GENERALIDADES

Dentro de la Industria de la Construcción, la máquina que ha sido diseñada con el concepto de "Atacar", es el tractor de orugas.

Como muchas otras máquinas, el tractor tiene además otras funciones secundarias que en este caso son:

- Empujar.
- Jalar.
- Acarrear.
- Servir de grúa con pluma lateral.

Sin embargo, estas máquinas son utilizadas fundamentalmente para el concepto de ataque, bien sea cortando ó excavando terracerías o desgarrando material.

Los equipos convencionales para estas máquinas son su cuchilla frontal y su desgarrador trasero, ambas operadas hidráulicamente y cuyas características se ven más adelante.

La máquina consta de un chasis muy resistente sobre el que se monta un motor de diesel con turbocargador acoplado a un convertidor de par-torsión que se une a una transmisión de tipo planetario y posteriormente a un sistema de ejes que constituyen los mandos finales.

Estos mandos finales terminan en unas ruedas dentadas llamadas Catarinas, sobre las cuales y apoyándose en una rueda guía delantera, se monta el sistema de tránsito.

Estas máquinas han sido objeto de avances muy notables en su tecnología, pudiendo disponer actualmente de un tractor Caterpillar D-11 que tiene una potencia de 770 HP. y está próximo a salir al mercado el modelo D555A de la fábrica Komatsu con una potencia de 1,000 HP.

Simplemente como referencia, el tractor Caterpillar (D8446A) más popular en la era de los sesentas, tiene una potencia de 270 HP.

En las próximas páginas de estos apuntes, se podrá estudiar cuales son y como son los tractores que existen en el mercado de México, sus principales aditamentos y las formas de poder estimar sus rendimientos.

2.2 COMPONENTES PRINCIPALES

TRACTOR EMPUJADOR:

Los empujadores, son tractores equipados con una hoja delantera para empujar, que se puede levantar o bajar por medio de un control hidráulico, que se utiliza para excavar y empujar. Los angle--dozers, son empujadores que tienen hojas que se pueden incli--nar para empujar lateralmente la tierra a cualquiera de los --lados, cuando el tractor se mueve hacia adelante. Cuando no se inclinan sus hojas, hacen el mismo trabajo que los empujadores ordinarios.

Para una optimización en la producción, se requiere una -- adecuada relación entre la hoja empujadora y el tractor, ade-- más es necesario considerar la clase de trabajo que hará el -- tractor.

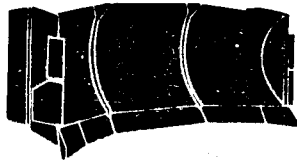
El peso y la potencia disponible de la máquina, determina su capacidad de empuje. Ningún tractor puede aplicar más em--puje que el peso de la máquina más la fuerza máxima que su--ministre el tren de fuerza.

LA HOJA:

Es una estructura maciza que tiene una base y un respaldo rectangular. La arista delantera de la base es una hoja lisa o cuchilla de acero duro y tenaz que sobresale adelante y debajo del resto de la hoja, es cóncava y está inclinada hacia atrás.

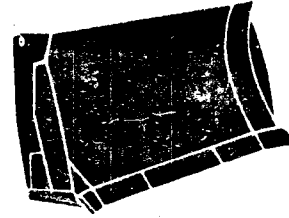
Al empujar esta hoja en el terreno, la cuchilla normalmen--te corta y rompe el material que sube por la curva de la ho--ja hasta que cae hacia adelante. El material que la hoja em--puja hacia adelante, se mantiene así en movimiento más o me--nos giratorio, que tiende a emparejar la carga y ofrece la--mínima resistencia.

Los brazos de empuje, deben estar unidos a la hoja, -- cerca de sus bordes exteriores, porque los mayores esfuer--zos normalmente ocurren en las esquinas. Una excepción es -- cuando se empujan escrementos, en las que está sujeta a coli--siones centrales violentas.



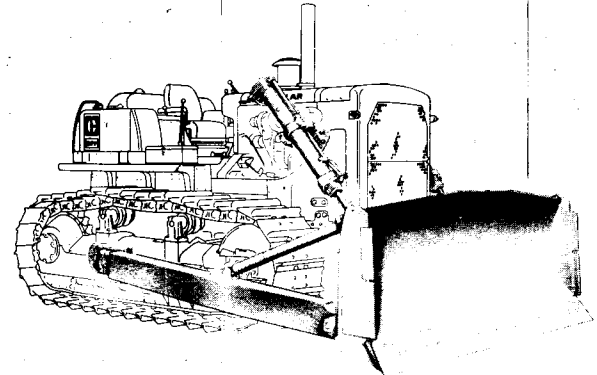
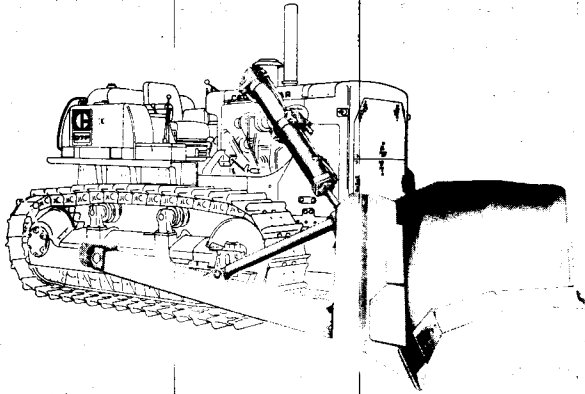
Hoja "U" (Universal). Las amplias alas de esta hoja facilitan el empuje de grandes cargas por larga distancia en habilitación de tolvas, y en juntar las materias para los cargadores.

Como no tiene muy buena penetración, pues su relación de hp/m es menor que en la hoja "S", la penetración no debe ser un factor de importancia. Aunque su hp/m³ de material suelto es inferior al de la hoja "S", es excelente en material más liviano o más fácil de empujar.

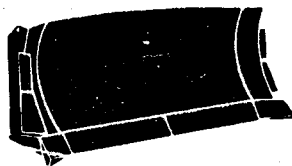


Hoja "SU" - La hoja "SU" (semiuniversal) combina las mejores características de las hojas S y U. Tiene mayor capacidad por habersele añadido alas o ménsulas de 25°. Las alas

mejoran la retención de la carga y permiten conservar la capacidad de penetrar y cargar con rapidez en materiales muy compactados y de trabajar con una gran variedad de materiales en aplicaciones de producción. Si bien la hoja SU puede aventajar a la hoja S en producción, no tiene su misma capacidad de esparcir material en nivelación de acabado.

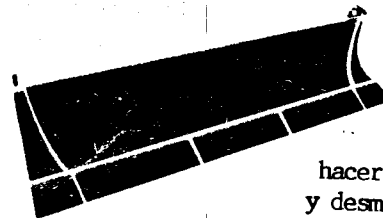


HOJAS PARA USO GENERAL



Hoja "S" (recta). La hoja recta es la más adaptable de todas. Como es más pequeña que la hoja "U", es más fácil de maniobrar, y puede empujar una gran

variedad de materiales, y puesto que su relación de hp/m de cuchilla es mayor que en la hoja "U", tiene mejor penetración, y recoge buenas cargas. Debido a su mayor relación de hp por m³, la hoja "S" puede vencer con facilidad materias densas. Con plancha de empuje, es muy buena en la carga de motoescrepas.



Hoja PAT - La hoja de orientación e inclinación hidráulica ha sido diseñada para

hacer nivelación, relleno y desmonte mediano. Se utiliza control de dos palancas.

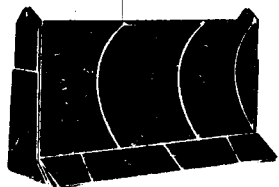
Una de ellas es para el control de levantamiento y de inclinación, mientras que la otra se usa para orientar la hoja a la izquierda o a la derecha.

Algunos fabricantes de hojas suministran modelos especiales para ciertos trabajos. Se diseñan para elevar la producción en algunas labores, -- pero la especialización tiende a reducir la adaptabilidad de una hoja. Mostramos aquí las hojas de uso especial más utilizadas.



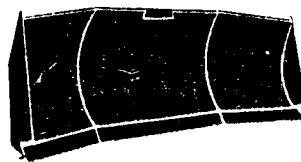
"A" (giro horizontal). Se sitúa en posición recta o en ángulo de 24o. a der. o izq. Se ha di-

señado para empuje lateral, corte inicial para caminos, rellenos, aberturas de zanjas y otras labores similares. -- En estos trabajos, reduce las maniobras usuales. Su bastidor "C" es adecuado -- para accesorios de empuje, desmonte de tierras, o despejo de nieve.



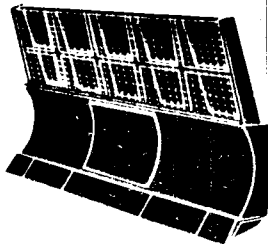
Hoja "C" (amortiguada). Se utiliza para el empuje de motoescrepas en la marcha. Los amortiguadores de caucho amenguan los impactos al -- hacer contacto con el bloque de empuje de las motoescrepas. Es tam-- bién útil en conservación y servi-

cio general. Su poco ancho mejora la maniobrabilidad de la máquina aunque haya mucho tránsito en la zona de corte, y menos riesgo de que dañe los neumáticos, lo cual suele -- ocurrir con las hojas "S" y "U".



Hojas AEM "U" -- Pueden mover gran volumen de materiales livianos no cohesivos, como carbón y astillas de madera.

También hay hojas "U" más pesadas para trabajos de recuperación.



Rellenos sanitario. Están diseñadas para manejar basura y material de cobertura. La rejilla de protección contra basura abierta en la parte superior de -- la hoja permite buena --

visibilidad y protege el radiador. Las vertederas hacen que el material ruede uniformemente.

LOS BRAZOS DE EMPUJE:

Son vigas huecas gruesas que van de una conexión articulada con el tractor a la parte inferior de la hoja. La mayor parte de los empujadores tienen brazos que están montados en la parte exterior de los bastidores de las orugas.

El extremo delantero del brazo, puede estar sólidamente soldado a la hoja, pero se está acostumbrando más, conectarlo por medio de una articulación horizontal que permite cambiar la inclinación y el ángulo de la hoja.

Pueden llevar contravientos diagonales del lado interior de los brazos de empuje al centro de la hoja.



BRAZO DE
INCLINACION

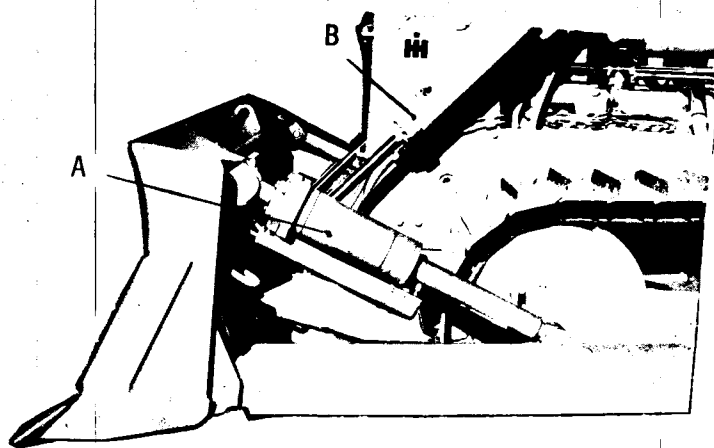
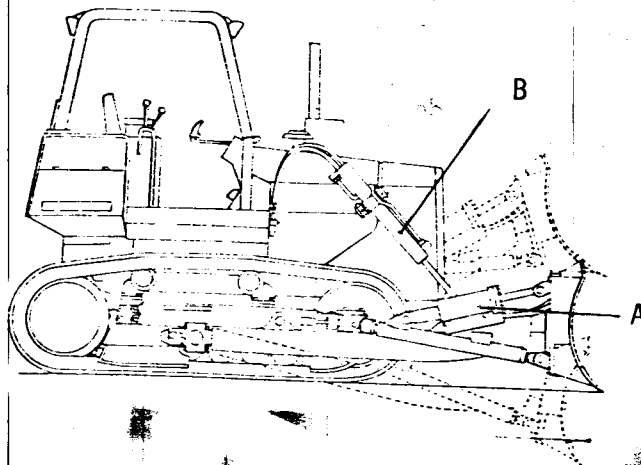
BRAZOS DE EMPUJE

BRAZOS DE INCLINACION (A):

Son contravientos diagonales entre el brazo de empuje y la parte superior de la hoja. Apoyan la hoja para resistir cargas situadas arriba de la línea de los brazos de empuje, y proporcionan medios para regular la inclinación longitudinal y transversal de la hoja.

Alargando los dos brazos de inclinación, se inclinará la hoja hacia adelante, acortándolos hacia atrás. El efecto de estos ajustes varía con las condiciones en que se efectúa la excavación y con la forma de la hoja y de la cuchilla. Generalmente, inclinando la hoja hacia adelante se aumenta la sección de la cuchilla y mejora la penetración en los suelos duros. También aumentará la presión hacia arriba contra la parte superior de la hoja de la carga que sube de la cuchilla, que puede llegar a ser tan grande para hacer flotar o sostener la hoja de manera que no pueda cortar.

Alargando solamente uno de los brazos de inclinación, se inclinará transversalmente la hoja de manera que el gavilán opuesto al brazo largo quedará más bajo. Esto se discutirá después.



SISTEMAS ELEVADORES HIDRAULICOS (B):

Todos los empujadores modernos usan cilindros hidráulicos para levantar y bajar la hoja.

MONTAJE. El sistema elevador de montaje directo de los cilindros es ahora el tipo más utilizado

Los cilindros están sujetos a soportes giratorios en los costados de un cofre muy reforzado y/o en la estructura de la cubierta del radiador. Los vástagos de los pistones están unidos por pasadores al respaldo de la hoja.

HOJA INCLINABLE. Cuando el terreno que se está excavando es más duro de un lado que en el otro, la hoja del bulldozer - - tiende a clavarse en el lado blando, especialmente si se trata de un suelo plástico que la empuje hacia abajo. En una ladera la hoja tiende a colgar un poco del lado de abajo debido al cambio de su centro de gravedad, y cortará más abajo de -- ese lado.

Esta dificultad se resuelve parcialmente, convirtiendo los brazos de empuje y la hoja en una unidad rígida que resista la deformación lo que rara vez resulta completamente efectivo, y conforme la máquina se envejece se hace flexible.

INCLINACION MECANICA. Algunas hojas pueden inclinarse mecánicamente para cortar a mayor profundidad en un lado que en -- otro. Los brazos de inclinación, si son ajustables, pueden -- usarse con este fin haciendo uno más largo que el otro. La -- cuchilla está más baja del lado del brazo más corto. La -- torsión que se produce al hacer estos ajustes la absorben las -- conexiones en la parte delantera y trasera de los brazos de empuje.

Las hojas también se pueden hacer girar alrededor de un pivote central horizontal, y sujetarse a los brazos de empuje -- por medio de pasadores removibles o de cuñas.

La inclinación de potencia aumenta mucho la capacidad de la

máquina para cortar terreno duro, y otras obstrucciones, para dar el bombeo a los caminos, y para hacer conformaciones de precisión en taludes y curvas.

HOJA ANGULABLE O ANGLEDOZER

Los angledozers, son empujadores con hojas que se pueden hacer girar a la derecha o a la izquierda, además de poderse colocar en una posición transversal normal al eje longitudinal. Pueden tener sistemas elevadores hidráulicos o mecánicos.

El bastidor principal o bastidor en C, consiste de brazos de empuje y de una conexión delantera en forma de V o de U entre ellos. La hoja está sujeta a éstos por medio de una articulación de pivote vertical o por medio de un par de pasadores.

Los extremos exteriores de la hoja están articulados a brazos ajustables que pueden conectarse en tres puntos del brazo de empuje. Cuando ambos brazos ajustables están conectados a los puntos centrales, la hoja queda en posición normal al eje longitudinal, mientras que si un brazo está conectado atrás y el otro adelante, la hoja gira para empujar el material en dirección del brazo que queda más atrás.

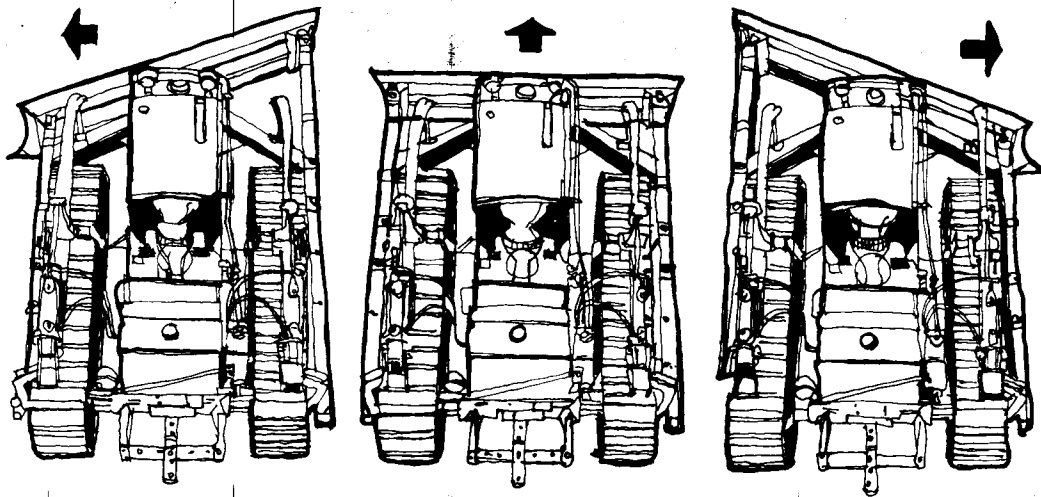
Se puede hacer girar la hoja a mano, sosteniendo la hoja levantada del suelo con el elevador. Si es muy pesada o es necesario mucho esfuerzo, se quitan los pasadores de conexión y se empuja la hoja haciendo caminar el tractor contra un banco. Con esto la hoja girará. Los pasadores se colocan cuando los agujeros de los brazos ajustables coinciden con los del bastidor principal.

La hoja se puede inclinar por cualquiera de los medios em-

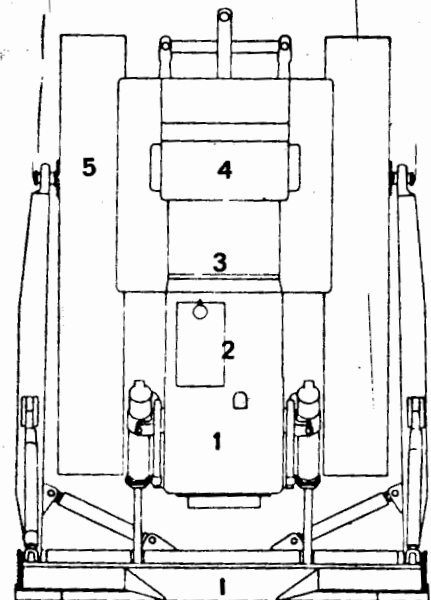
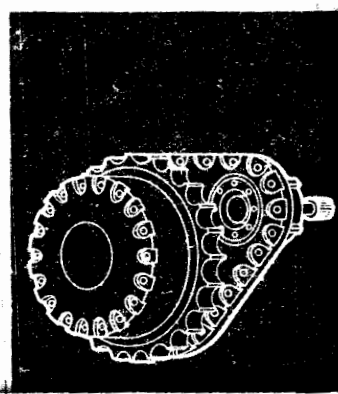
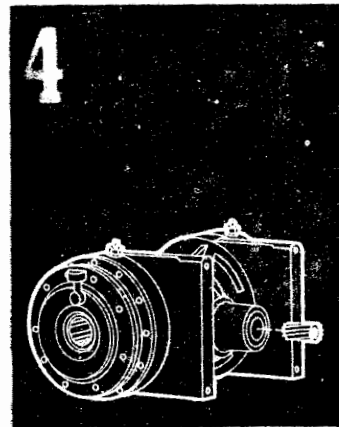
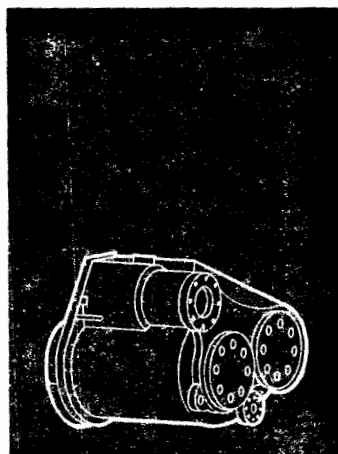
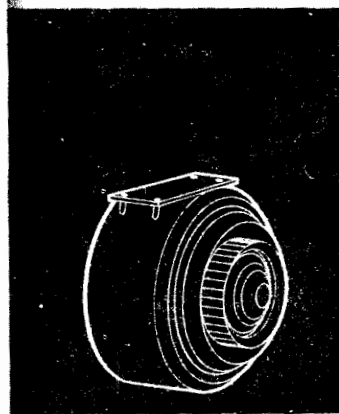
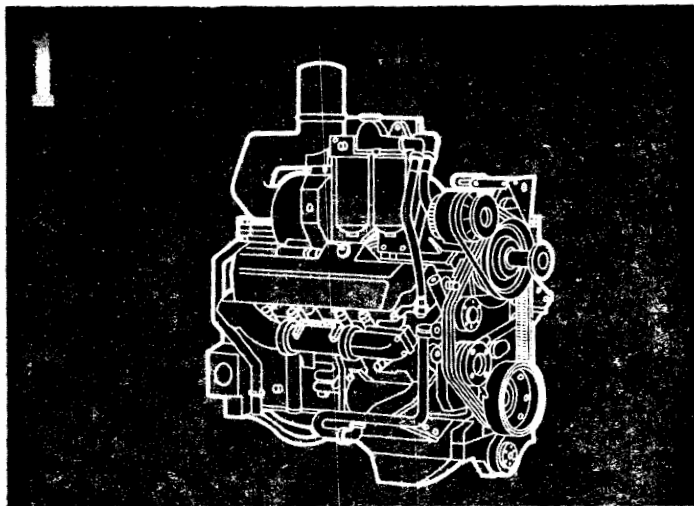
pleados en las hojas ordinarias, o haciéndola girar a mano en una articulación horizontal central, utilizando pasadores para sujetarla entre los brazos de empuje y un soporte curvo en el respaldo de la hoja.

La hoja del angledozer es más larga que la del bulldozer para que la anchura del corte sea la misma cuando se hace girar la cuchilla. La parte inferior de la cuchilla se ensancha para hacer un corte con aristas definidas cuando se está empujando el material lateralmente, lo que da por resultado que la hoja corta un poco más abajo en las orillas cuando la cuchilla se lleva normal.

Cuando la hoja giratoria se inclina transversalmente de manera que el talón (la esquina trasera) quede más bajo, el talón se puede usar para aflojar objetos difíciles y para excavar zanjas con una anchura menor que la longitud de la hoja.



Los tractores empujadores existen en modelos desde 60 caballos de fuerza y 6 toneladas de peso hasta 700 caballos y 87 toneladas y su construcción está formada de la siguiente forma.

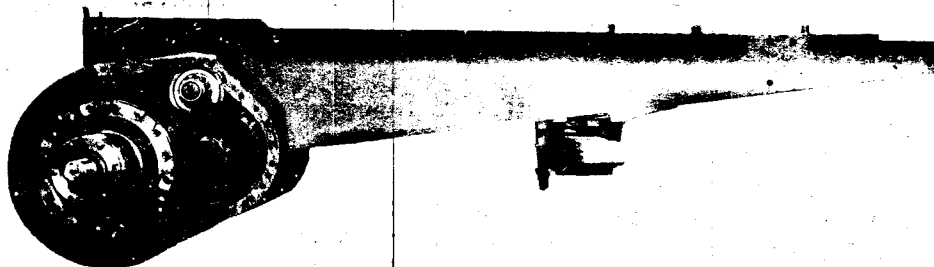
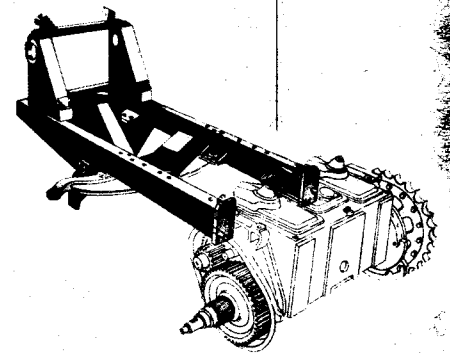


Los trabajos están basados en dos técnicos diestros y provistos de herramientas adecuadas y disponibilidad de unidades de repuesto.

En un corte lateral de un D-10 puede observarse las partes componentes más importantes de la máquina.

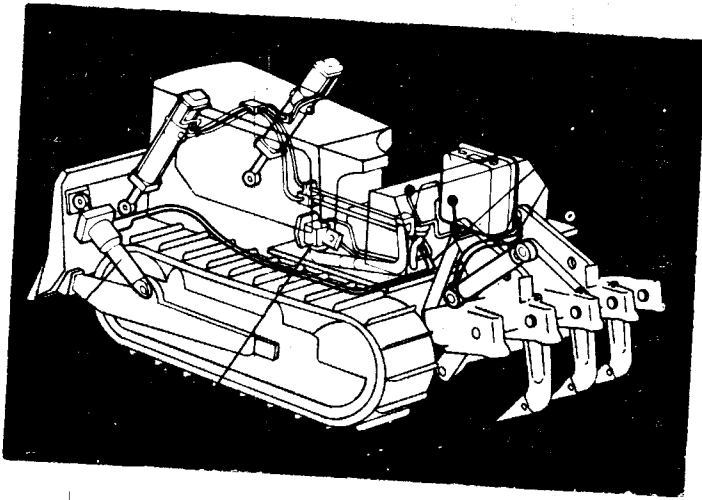


La construcción de un tractor comienza con un marco rígido de acero soldado que forma un soporte los mecanismos principales y demás componentes.



Marco Principal

OPERACION DEL TRACTOR EMPUJADOR

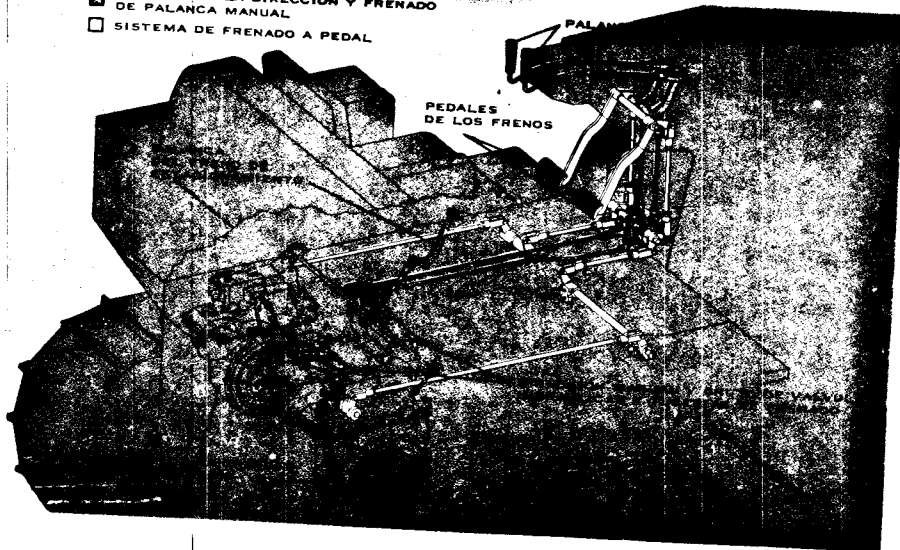


LOS CONTROLES HIDRAULICOS, comprenden bomba, tanque, filtro, válvulas de carrete, tuberías y varillaje. Y sellos triples de poliuretano en los cilindros y las mangueras.

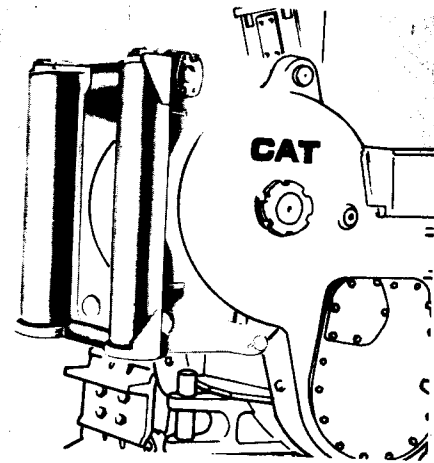
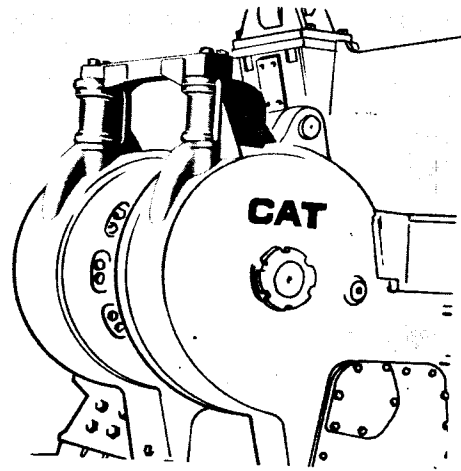
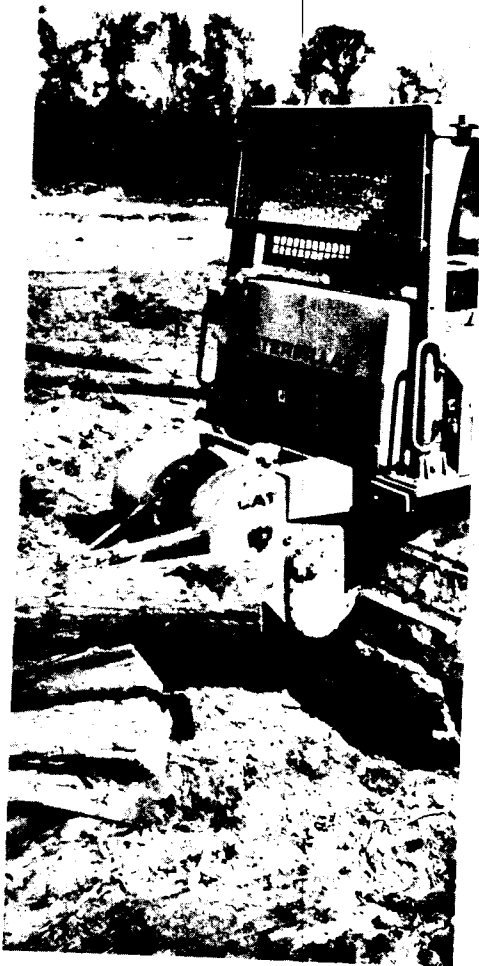
El sistema hidráulico está cerrado a los contaminantes y protegido adicionalmente por la filtración de flujo total.

SISTEMA DE LA DIRECCION Y FRENADO DE PALANCA MANUAL

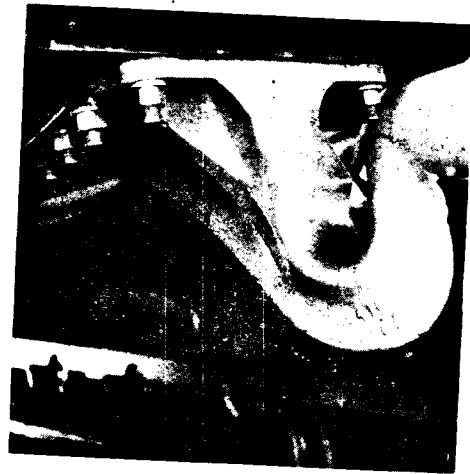
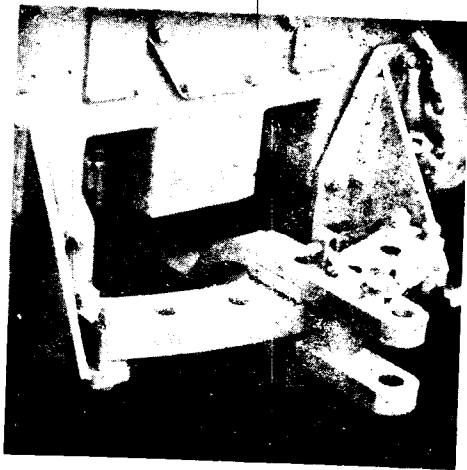
SISTEMA DE FRENADO A PEDAL



LOS CONTROLES HIDRAULICOS Y DE PALANCA MANUAL DE LA DIRECCION, cambian el de desacoplamiento de los embragues de dirección y el empleo de los frenos con las palancas de mano. Se tiran ligeramente hacia atrás para viraje gradual, y en todo su recorrido para un viraje de pivote. Se retienen los pedales mecánicos reforzados hidráulicamente para los operadores que los prefieran. Ambos sistemas pueden utilizarse de modo independiente, o el operador puede combinar el uso del embrague con las palancas de mano y la operación de frenar con los pedales, a fin de controlar con precisión la velocidad y la tasa de giro. El eslabonamiento mecánico para frenado suministra un sistema de retroceso de emergencia en caso de que falle el sistema hidráulico.



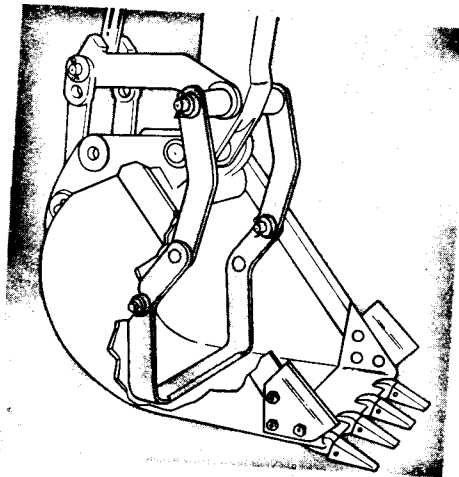
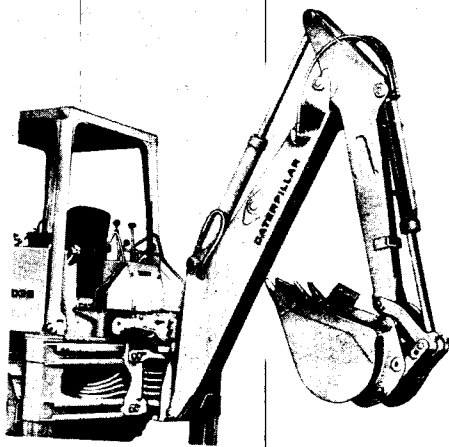
Aprovechando la toma de fuerza trasera, pueden instalarse malacates para usos múltiples como arrastre de troncos, trabajos en pendientes, construcción de -- Oleoductos y Gaseoductos. Utiliza frenos y embragues de disco, pueden cubrirse con rodillos protectores para una mejor protección del cable.



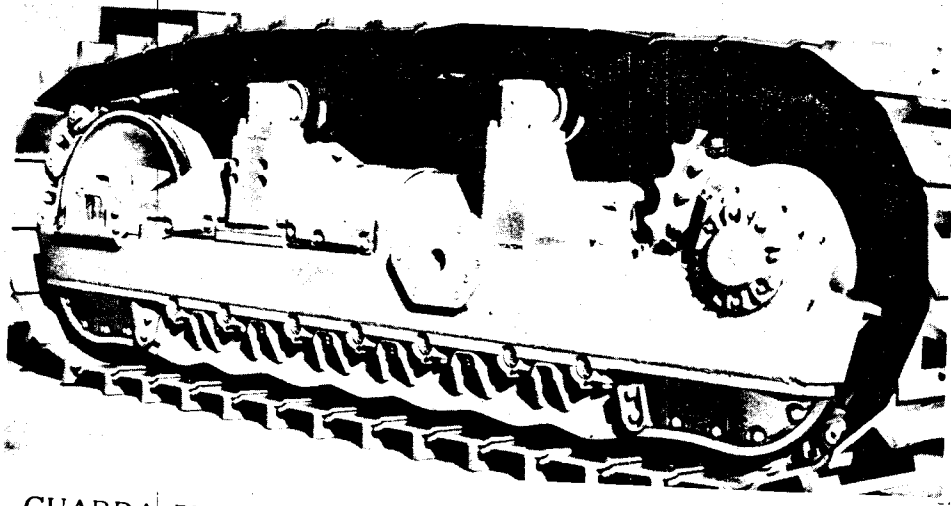
Mediante una barra de tiro oscilante, el tractor tiene más flexibilidad para remolcar algún equipo como arados y rastras. Un gancho delantero es ideal para cables de remolque, para tiros ocasionales especialmente en rescate de otros - equipos de construcción



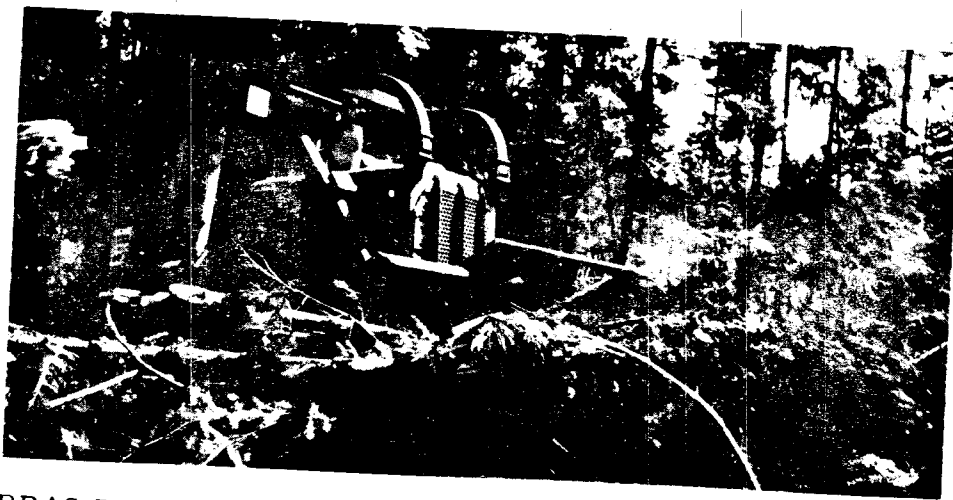
Pueden adaptarse ruedas gufa especiales, gruesas y reforzadas con nervaduras internas para utilizarse en terrenos escabrosos o donde abunde la piedra



La retroexcavadora en sus dos versiones: de pivote fijo y de desplazamiento lateral para tractores chicos, puede funcionar con cucharones en anchos de 45 a 91 Cm.. Su operación es hidráulica y se controla mediante dos palancas, puede utilizarse -- un cucharon eyector especialmente para materiales pegajosos que utiliza una barra de limpieza en la parte interna del mismo, siendo automática la expulsión del material.



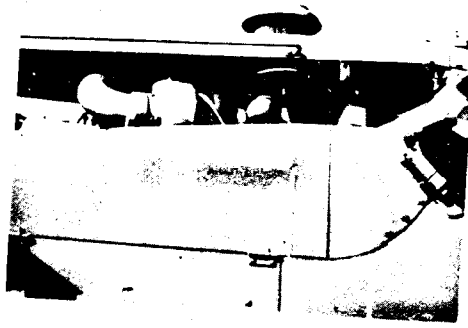
GUARDA PROTECTORA DE LOS RODILLOS DEL TRANSITO



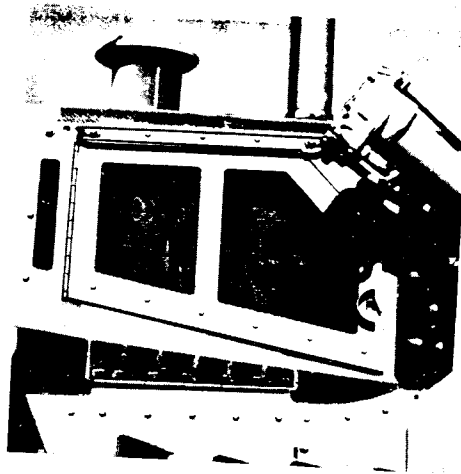
BARRAS PROTECTORAS PARA EL OPERADOR, EL TUBO DE ESCAPE Y LA ADMISION DEL AIRE.



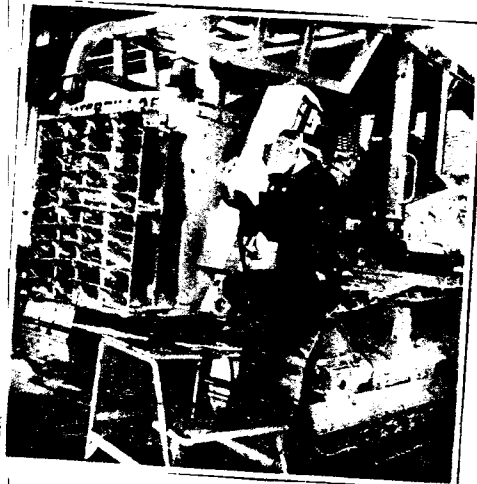
REJILLA PROTECTORA PARA EL OPERADOR



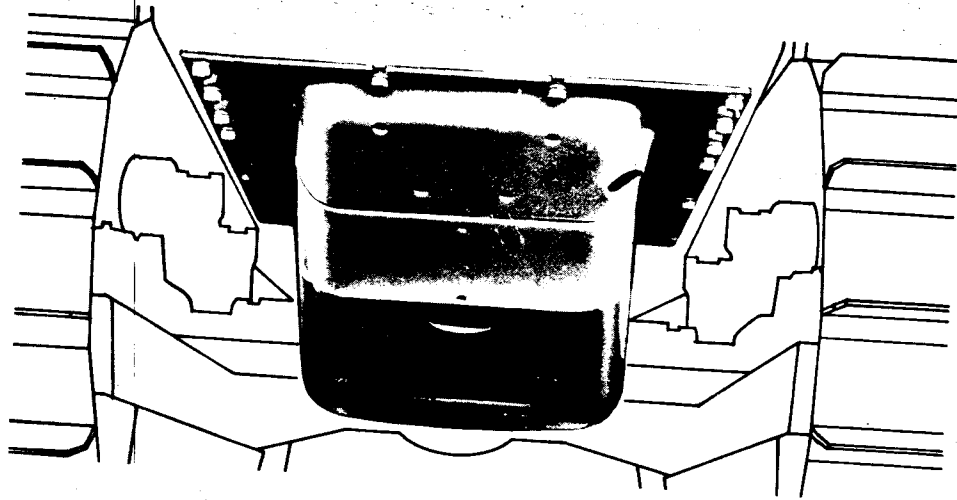
PLANCHA DE ACERO PARA PROTECCION DEL MOTOR



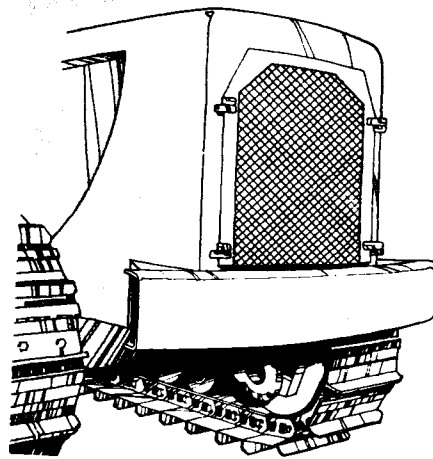
OTRO TIPO DE PROTECCION PARA MOTORES



PROTECCION ESPECIAL PARA RADIADOR



PROTECCION PARA EL CARTER CONTRA EL DAÑO PRODUCIDO POR TOCONES

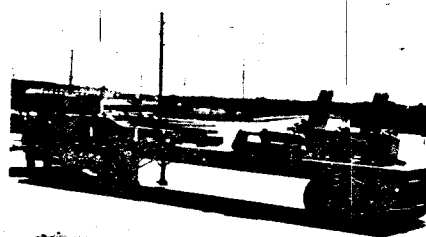
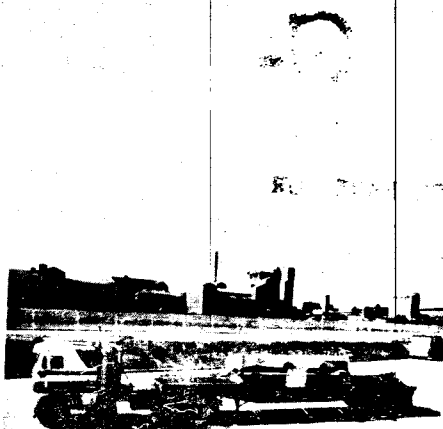
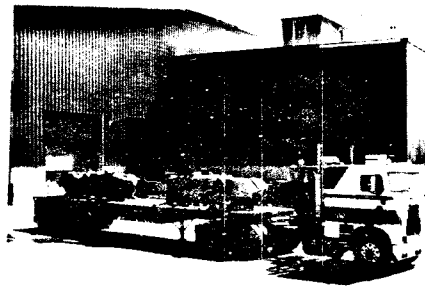
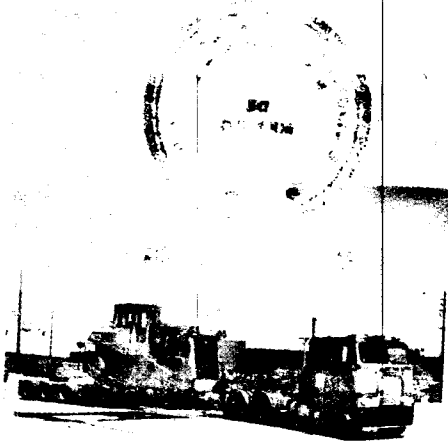
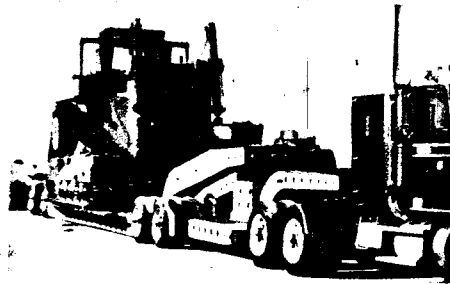
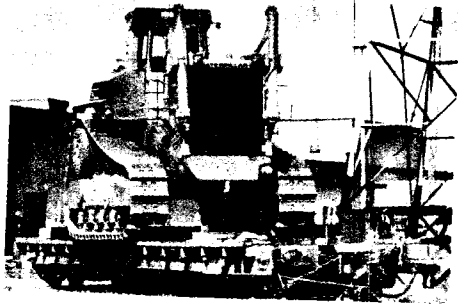


FACULTAD DE INGENIERIA

G- 204038

TAPA DELANTERA PARA PROTECCION DEL RADIADOR

En los modelos de tractores grandes el problema de transporte no es fácil, ya que como se observa en las fotografías puede haber -- necesidad de desarmar parcialmente la máquina y se debiera considerar costos de demoras, armado y desarmado.



EMPUJADORES SOBRE RUEDAS

Los tractores oruga son lentos, lo que constituye un inconveniente importante cuando las máquinas de transporte de escombros pueden desplazarse sobre un terreno relativamente duro o sobre una carretera. En tal caso, pueden utilizarse tractores sobre grandes neumáticos, menos potentes pero más rápidos. Siendo el resto de los componentes iguales o muy similares a los de oruga.

[Se construyen tractores sobre neumáticos con dos ejes o con uno solo.]



Deben considerarse los siguientes factores al comparar máquinas de ruedas y de cadenas.

Las velocidades de viaje son 3 veces mayores que en los de cadena. La movilidad, maniobrabilidad y una buena velocidad hacen que los tractores de ruedas se adapten a trabajos en patios y a movimiento de materiales, así como limpieza alrededor de las palas. Se pueden hacer economías en el costo de conservación en ciertos suelos que pueden ser demasiado abrasivos para trenes de rodaje de cadenas.

Se recomiendan los tractores de ruedas para trabajos en Pilas de Carbón, cuando existan las siguientes condiciones: largas distancias de empuje, necesidad de esparcir bien el material, y que se desee alto grado de compactación.

Para trabajos con Hoja Topadora, las siguientes condiciones: largas distancias de empuje, tierra suelta con pocas piedras o sin ellas, nivelación o trabajo cuesta abajo, buenas condiciones del suelo. Cuando se emplea para Empuje de la Carga de Escrepas, se deben considerar las siguientes condiciones: corte delgado de la escrepa, buenas condiciones del suelo sin roca, alta velocidad de empuje.

Los requisitos de tracción, flotación y duración de los neumáticos se consiguen mediante la elección adecuada del tamaño, el diseño de la banda de rodadura y la presión de inflado.

Para suelos de buenas condiciones y poca resistencia a la rodadura, donde la sustentación no es un problema, los neumáticos angostos pueden ser más económicos. También se pueden considerar si hay fango, y si se necesita que los neumáticos se hundan para tocar suelo firme.

Cuando hay problemas de flotación, y la resistencia a la rodadura es alta, se recomiendan neumáticos anchos. Su mayor zona de contacto y menor penetración mejoran la flotación.

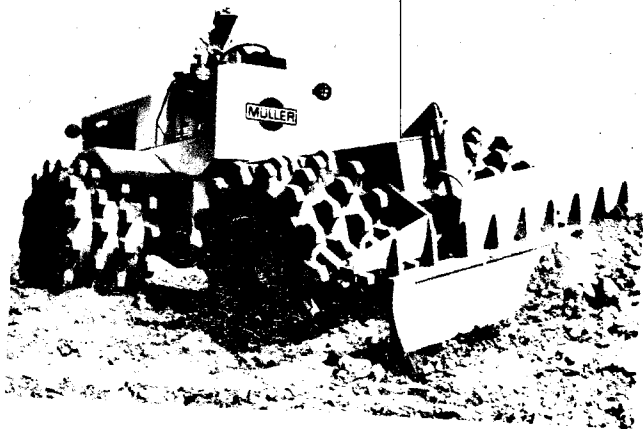
Los neumáticos optativos más grandes también mejoran la flotación en suelos blandos. Con un diámetro más grande, se reduce la tracción lo que puede ser deseable para controlar el patinaje de la rueda.

En lo referente a las bandas de rodadura, existen los tipos de: tracción (L-2), para rocas (L-3), profunda para rocas (L-4), y extra-profunda para rocas (L-5).

La presión de inflado recomendada en condiciones medias de operación, evita la flexión excesiva, y reduce al mínimo la deformación lateral de los neumáticos, cuando se trabaja en laderas. El inflado excesivo reduce el área de la banda de rodadura en contacto con el suelo, así como la sustentación. Aumenta el desgaste del centro de la banda, y la posibilidad de cortes y magulladuras por impacto.

El inflado insuficiente suele causar daños permanentes en los neumáticos, tales como roturas por flexión, grietas radiales, y la separación de la banda de rodadura o de las lonas. Las presiones pueden reducirse a los mínimos obteniendo mayor flotación y tracción en arena, mejora las características de elasticidad a fin de reducir los reventones en trabajos en rocas, y menor desgaste de la banda, pues reduce la presión sobre el suelo.

Algunos fabricantes tienen modelos que pueden adaptarse a compactadores montando ruedas metálicas con vástagos tipo pata de cabra, sobre los neumáticos.



2.3 ACTIVIDADES PRINCIPALES DEL TRACTOR DENTRO DE LA CONSTRUCCION

DESMONTE.- Los terrenos en los que se van a efectuar excavaciones, hacer rellenos o a nivelarse, deben desmontarse primero. En el desmonte se incluye la remoción de la vegetación, que pueden ser hierbas, malezas, matorrales o tocones. Quizá sea necesario quitar otros materiales como piedras.

El tractor es la maquinaria más adecuada para realizar este trabajo. Tiene una ventaja especial en lugares donde son abundantes las enredaderas y zarzales, ya que se arrancan fácilmente con la cuchilla.

Los matorrales y árboles pequeños pueden ser removidos con un tractor caminando con la cuchilla en contacto superficial con el terreno. Esto desenraizará o quebrará algunos de los troncos y doblará los demás, de tal modo que en un viaje de regreso se pueden quitar otros más.

La mejor herramienta para deshierbar es una cuchilla que tiene dientes que se proyectan hacia abajo, trabajando bajo el nivel del suelo, sacando las raíces al mismo tiempo que el material que esta sobre la superficie y dejando pasar la tierra através del espacio entre los dientes.

Actualmente se ha desarrollado una gran variedad de aditamentos para tractores que lo habilitan para realizar hasta los trabajos más severos de desmonte.

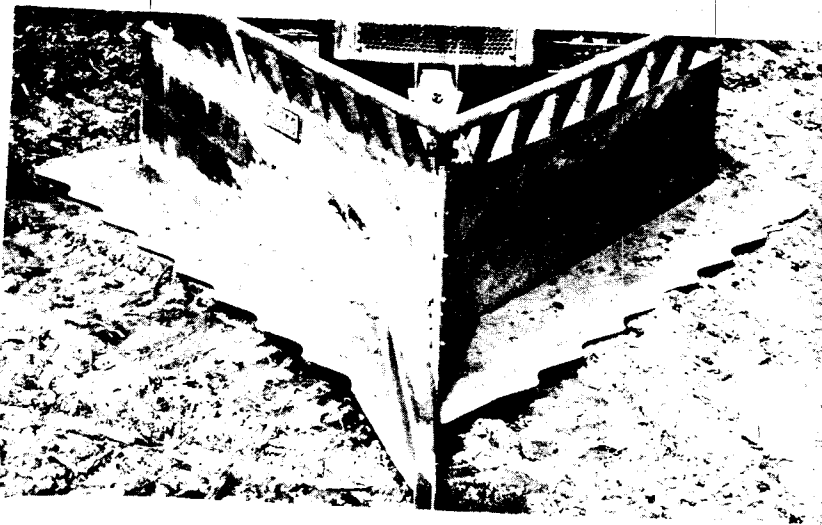
EQUIPO PARA DESMONTES



HOJA K/G

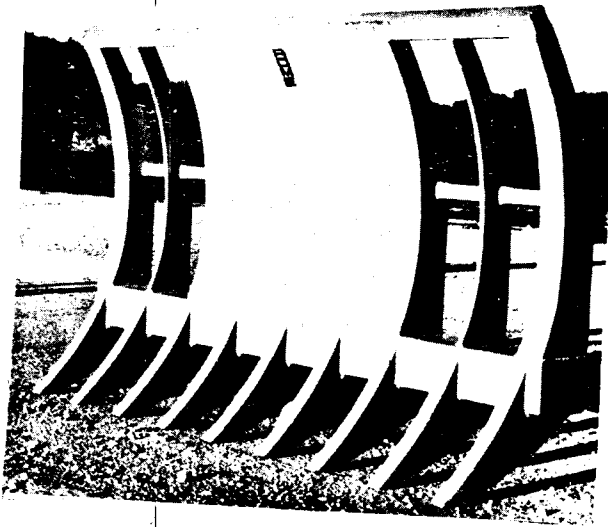
La hoja K/G está provista de una cuchilla de filo muy cortante que recibe la potencia y peso de un tractor de carriles. El ángulo de la hoja es de 30° en todos los modelos, y puede operarse ya sea mediante cable o fuerza hidráulica. Se fabrica de acero de aleación especial. Las cuchillas reemplazables y el "espolón" se pueden afilar con esmeril pequeño de modelo portátil. Se utiliza una barra de guía para que los árboles caigan en un ángulo determinado, o sea hacia adelante y a la derecha del operador.

TALADORA "V"



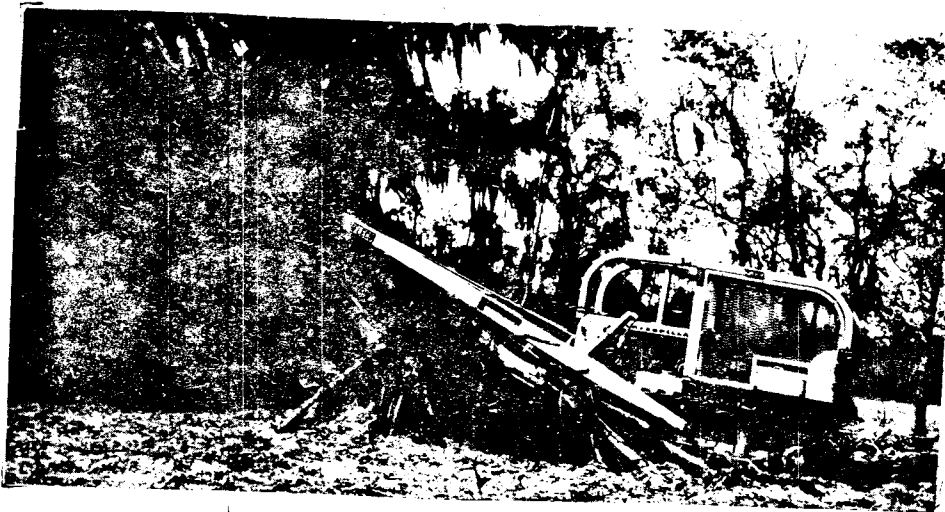
La taladora "V", está equipada con un "espolón" para servicio pesado, cuchillas dentadas, dispuestas en ángulo, y rejilla. Las hojas "V" se montan directamente en los muñones del tractor, y las hay disponibles para control de cable o hidráulico. La "V" está formada por dos secciones empernadas. La hoja dentada y el espolón son de acero endurecido.

RASTRILLOS DE USO MÚLTIPLE.



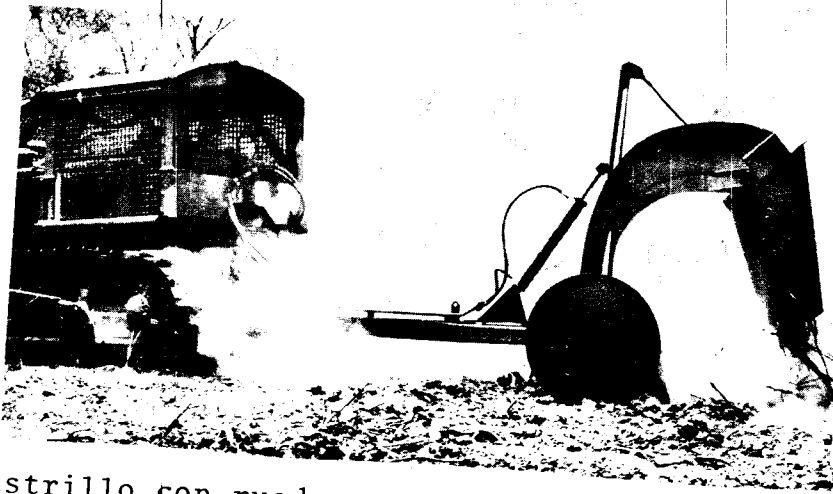
Se diseña para que resistan grandes cargas de choque en las condiciones más severas de desmonte. Los rastrillos de Uso Múltiple, tienen dientes de acero al carbono, con manganeso, equipados con puntas para desgaste reemplazables. Hay una plancha central de acero en el bastidor del rastrillo, con el fin de proteger el radiador.

EMPUJADOR DE ARBOLES.



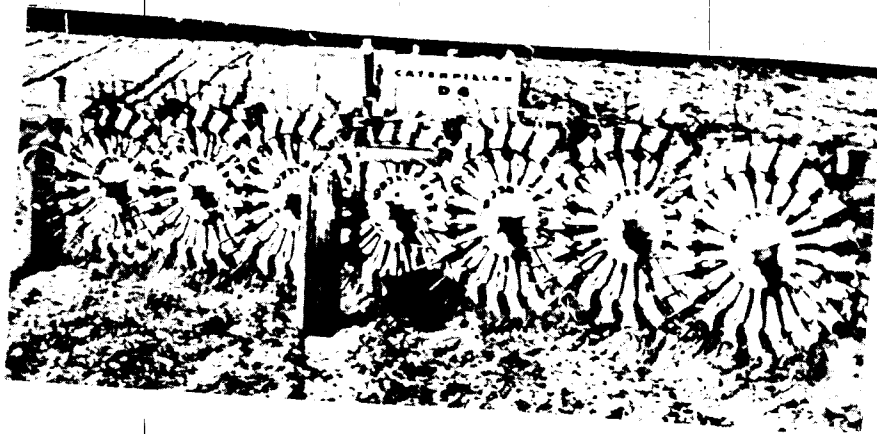
Hay disponibles dos modelos de Empujadores de Arboles. Se instalan en una hoja topadora recta o angulable. Una se asegura con soportes en la parte superior del bastidor, o en los brazos de empuje, y se fija con pasadores en la parte superior de la hoja gobernada por cable o fuerza hidráulica. Puede levantarse o bajarse con la hoja. Otro método de instalación es fijarla con pasadores al bastidor o a los brazos de empuje, de modo que pueda ascender o descender de modo independiente a la hoja topadora, utilizando un grupo separado de cable. Para esta unidad, se necesita un control de cable de dos tambores.

RASTRILLO CON RUEDA PARA RAICES.

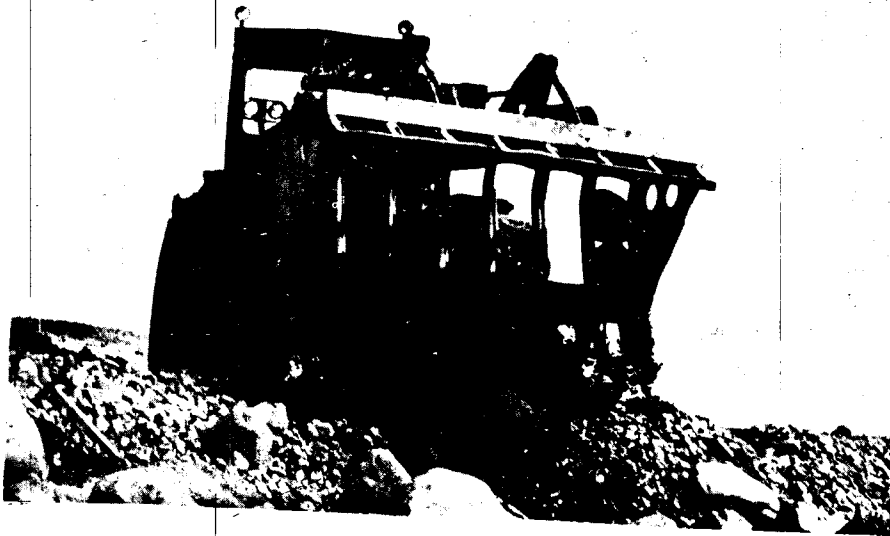


El rastrillo con ruedas para Raíces, de tipo de tracción, se diseñó específicamente para utilizarse después de la aradura de raíces, con el objeto de extraerlas. Deja una zona limpia y lista para utilizar la rastra de discos o efectuar operaciones agrícolas, tales como la resiembra de pasto en granjas ganaderas.

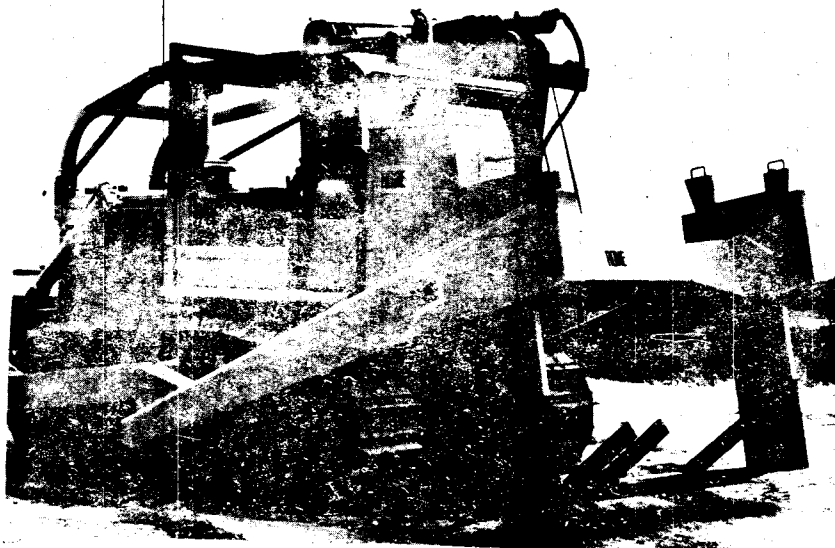
RASTRILLO BARREDOR.



El Rastrillo (o Rastra) Barredor para tractor está provista de ruedas giratorias, las cuales peinan la capa superior de tierra y la limpian de desechos livianos. Asegurado a la barra de tiro de un tractor de carriles, puede limpiar el suelo a velocidades hasta de 8 Km/h.

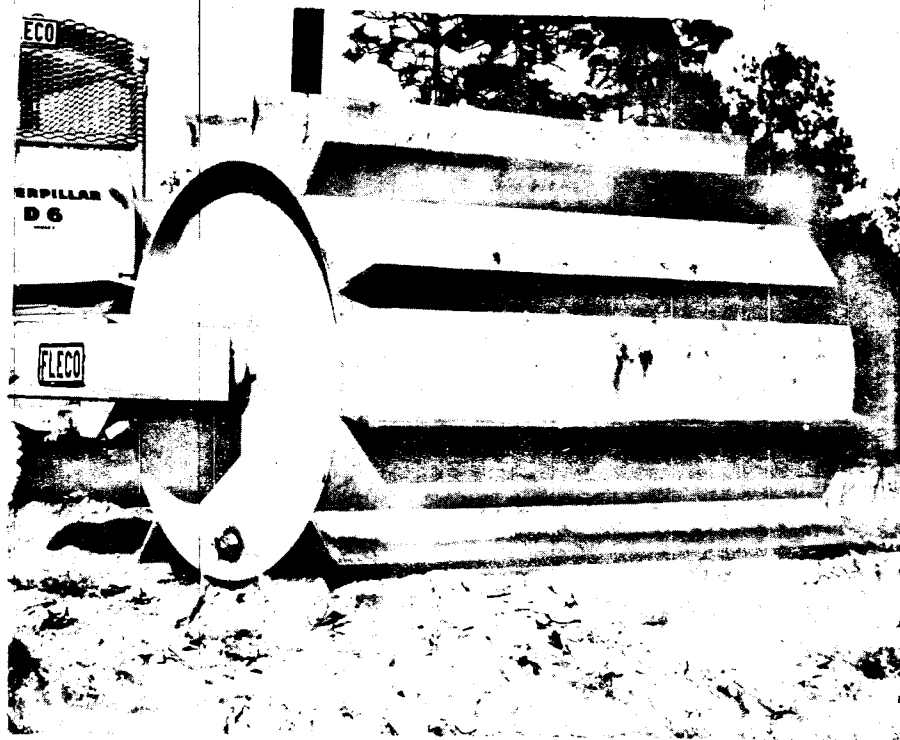


El cucharón Skeleton para Rocas, se ha diseñado a fin de que las piedras pequeñas y la tierra se separen de la carga por las aberturas de los lados de atrás y de fondo. Este cucharón para servicio pesado se fabrica enteramente con acero de aleación. Está equipado con puntas, adaptadores y pasadores de fabricación como tipo estándar. Se halla disponible para los cargadores de Ruedas.



ARADOS PARA RAICES. Los Arados para Raíces consisten en un bastidor que se monta en los muñones con una vertedera de tipo de cuchilla, montada horizontalmente. Esta vertedera, que es un accesorio, se tira mediante un tractor a una profundidad de 20 a 45 cm. de cuña, el operador gradúa con rapidéz y facilidad la vertedera.

RODILLOS CORTADORES



Los Rodillos Cortadores se hallan disponibles en modelos - simples, o en combinación de tres. El tambor del cortador, que generalmente se llena con agua para añadirle peso, tiene cuchillas soldadas que pueden penetrar de 15 a 25 cm. Los cortadores de varios tambores están provistos de conjuntos giratorios que conectan los tambores.

CADENAS DE ANCLA.



Dos tractores de carriles con cadena de ancla de 6.4 cm. (2.1/2 pulgadas) y longitud de 92 metros desmontan árboles y matorrales en tierras altas.

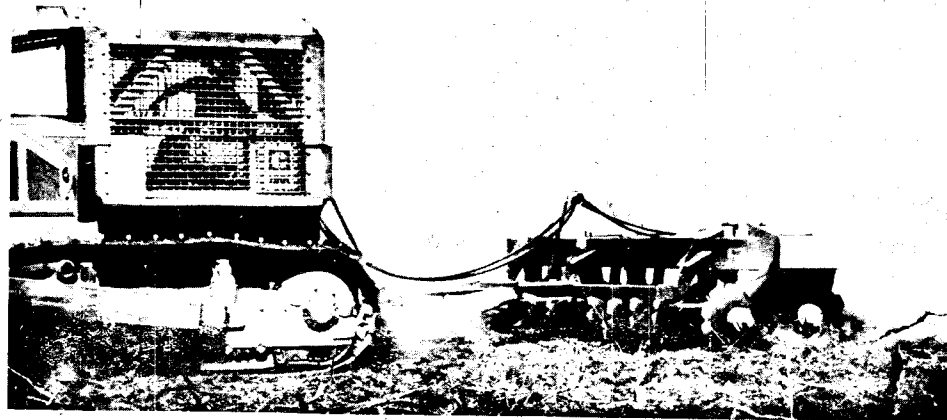
TALADORAS CON GANCHO.



La Taladora con Gancho se diseñó para el derribo, arrastre y apilamiento. Incluye ventajas tales como la caída en línea recta, sin que virtualmente haya fracturas de la madera. Tala árboles hasta de 50 cm. de diámetro, y deja los tocones casi a ras de suelo. Hay modelos disponibles para utilizarse ya sea con madera dura o madera blanda.

La Taladora con Gancho utiliza el método de corte de -- una guillotina, a fin de conseguir máxima velocidad de corte y eficiencia. El corte recto proporciona buen control en la dirección de caída. Los cortes son simples y facilitan las operaciones. La cuchilla se monta al frente de los cargadores de carriles y de los cargadores de ruedas.

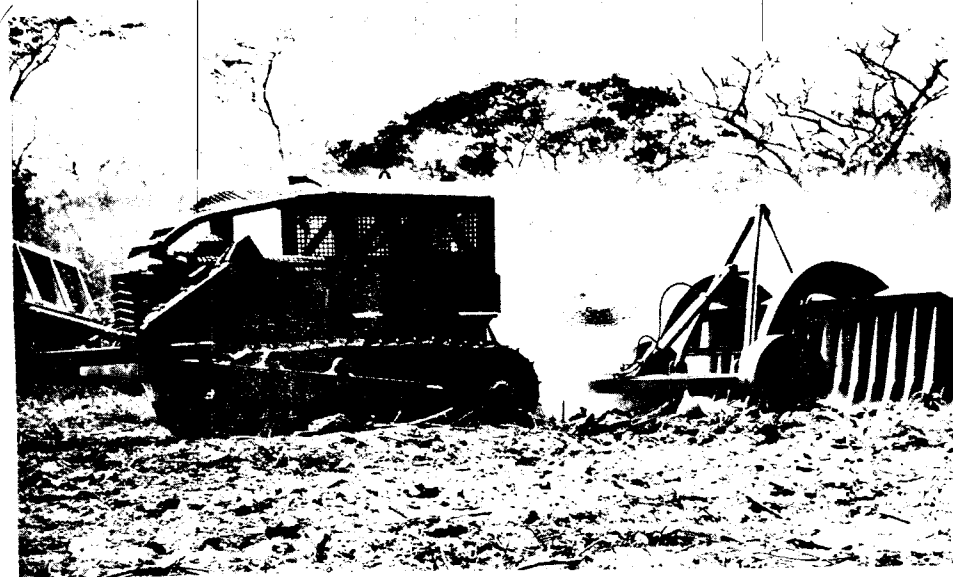
RASTRAS DE TIRO DESCENTRADO.



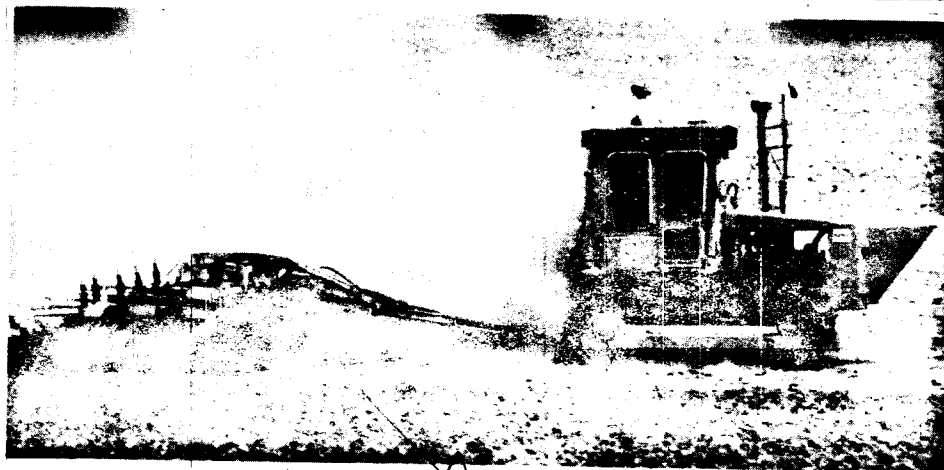
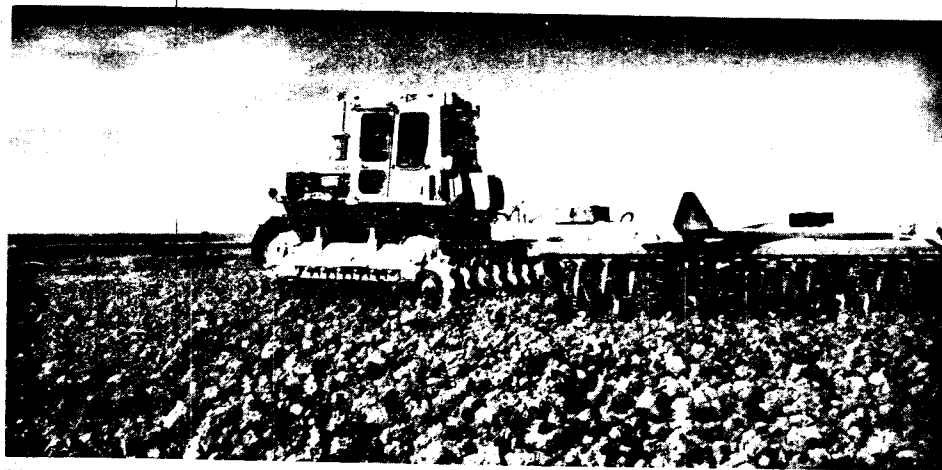
Esta rastra de tiro descentrado para servicio pesado desmonta la vegetación con tallos hasta de 5 cm. de diámetro.



La taladora de cuchilla, operada hidráulicamente, puede cortar árboles de madera blanda hasta de 76 cm. de diámetro y árboles de madera dura hasta de 56 mm. de diámetro.



El Rastrillo, tirado por un tractor D8H, se utiliza para extraer las matas y las raíces.



TRACTORES DE ORUGA TRABAJANDO CON RASTRAS.



TRACTOR DE ORUGAS CONVERTIDO DE MAQUINA PODADORA
HIDRAULICA PARA OPERACIONES FORESTALES.



1. Sabana de tipo I



2. Sabana de tipo II

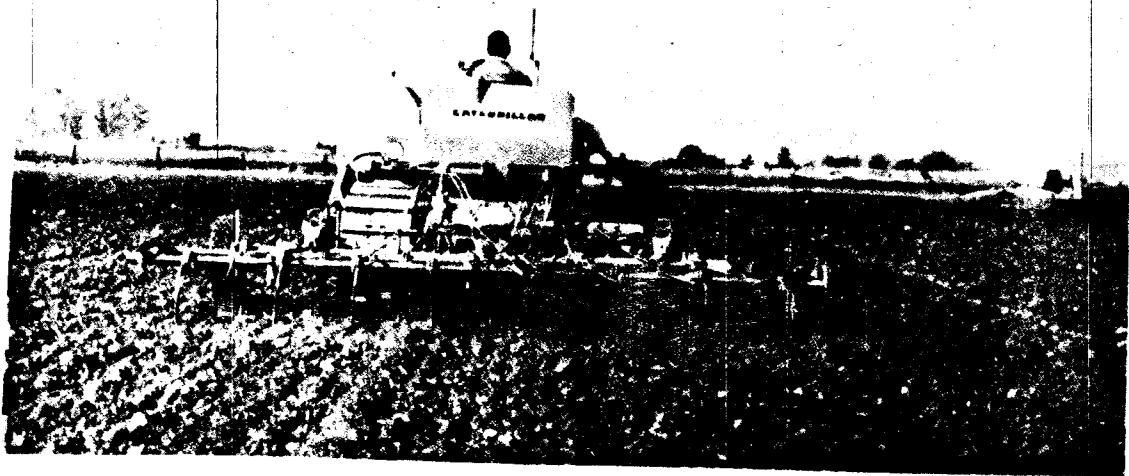


3. Bosques en Tierras Altas

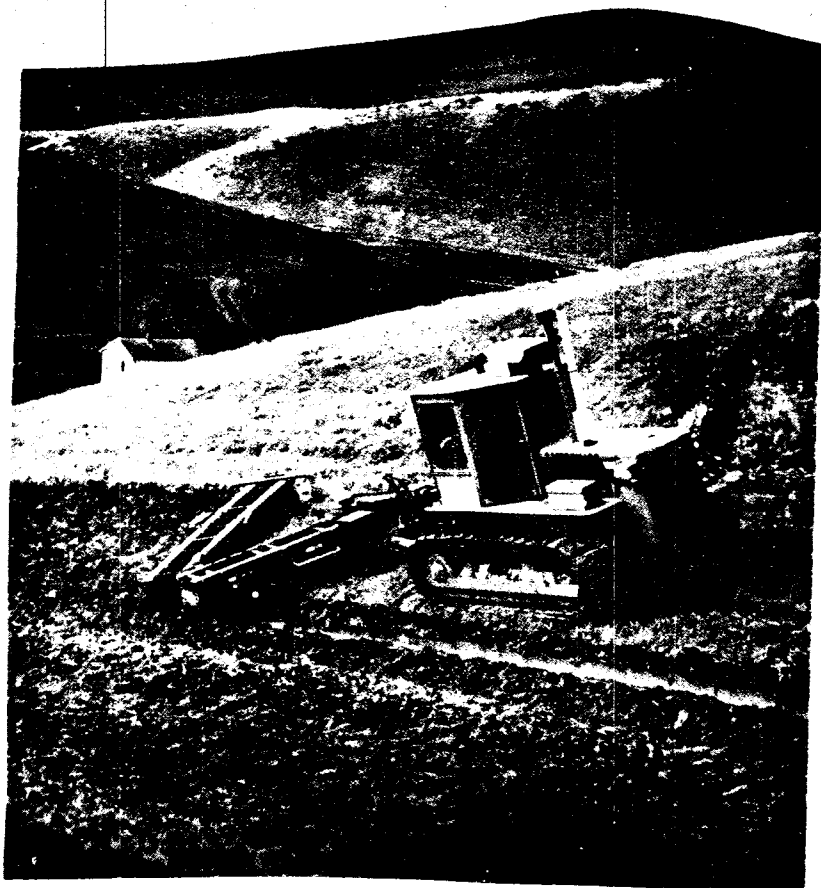


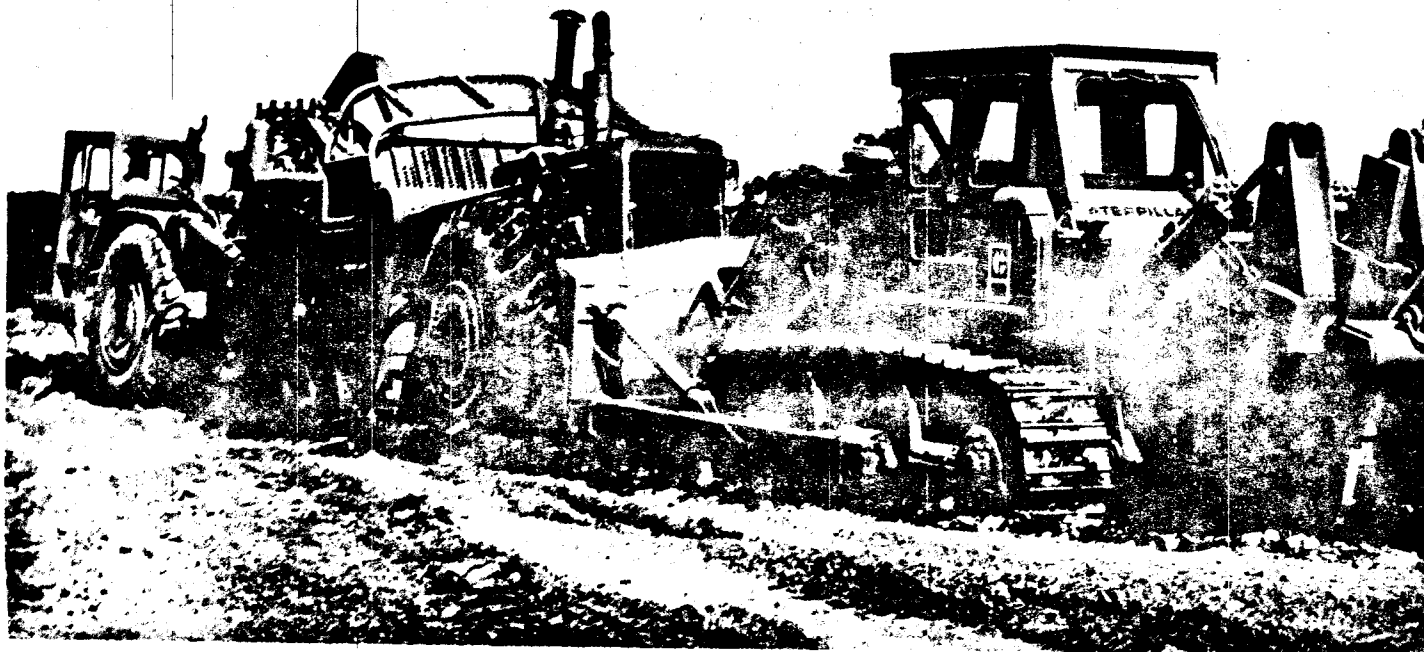
4. Selva Tropical

EN ESTAS FOTOS SE MUESTRAN LOS CUATRO TIPOS PRINCIPALES DE VEGETACION EN QUE SE LLEVAN A CABO DESMONTES EN EL MUNDO.



USOS PARA FINES AGRICOLAS





EMPUJANDO MOTOESCREPAS.

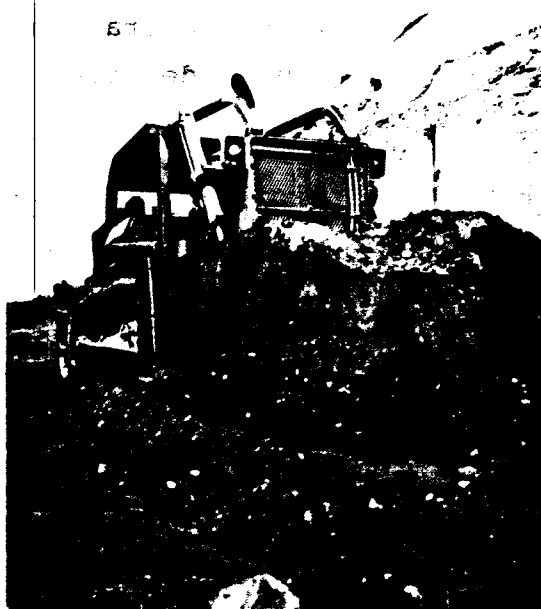
Los tractores empujadores se necesitan casi siempre para llenar bien con eficiencia las escrepas de auto propulsión de un solo motor, y son útiles también para las escrepas de dos motores, y con las escrepas de arrastre que son de tamaño excesivo para el tractor que las remolca o cuando el terreno es duro.

Cuando se realiza esta operación es necesario que el empujador tenga una placa amortiguadora en la hoja topadora para prolongar la vida útil de ésta.



EXCAVANDO.

El tractor empujador se opera moviendo el tractor hacia adelante o hacia atrás y levantando y bajando la hoja, poniéndola en contacto con el material para excavarlo, acarrearlo o extenderlo. Conforme va excavando y moviéndose hacia adelante, el material se va apilando al frente y avanza junto con el tractor. El tractor excava y transporta con mucho eficacia con pendiente negativa que a nivel o con pendiente positiva por lo que siempre es preferible buscar la manera de que el tractor trabaje cuesta abajo. En excavaciones en terrenos duros una inclinación correcta de la hoja ayuda al corte.



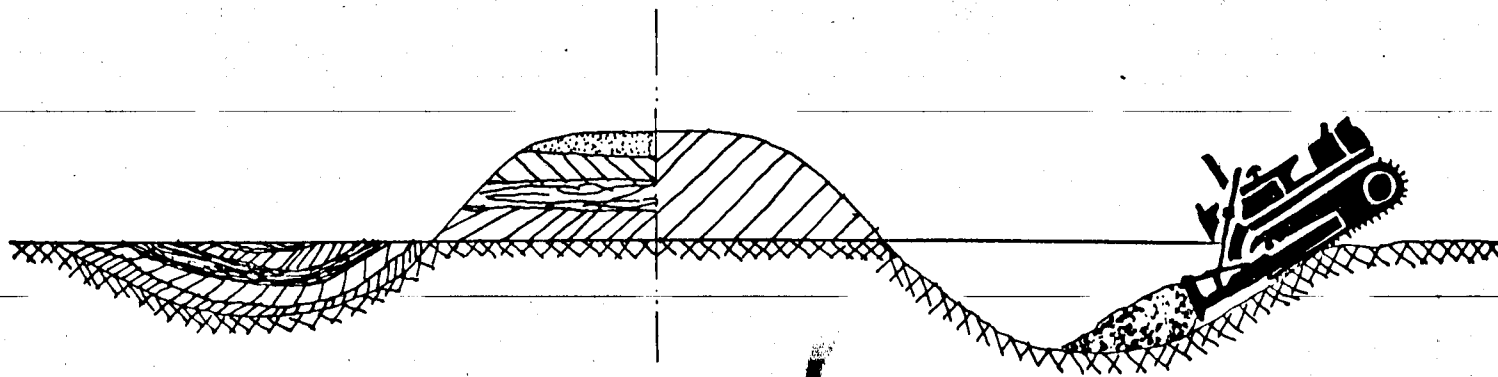
TENDIDO DE MATERIAL.

El tractor empujador puede extender montones de material caminando sobre los mismos con la cuchilla elevada a la rasante deseada. Al sostener la hoja algo arriba de la superficie original parte del material puede deslizarse debajo de ella en una capa pareja sobre la cual puede transitar el tractor.



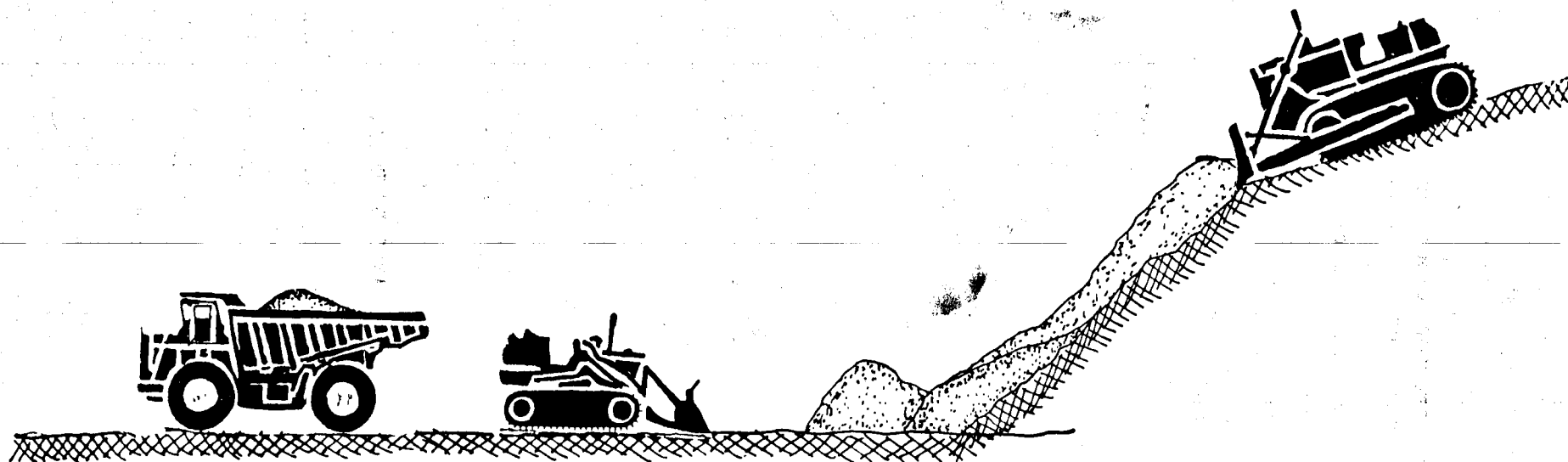
TRABAJANDO EN UN BANCO DE ROCA.

Existen actualmente tractores con una potencia suficiente para condiciones severas de servicio, como es el ataque de materiales rocosos, operaciones que anteriormente requerían el uso de explosivos.

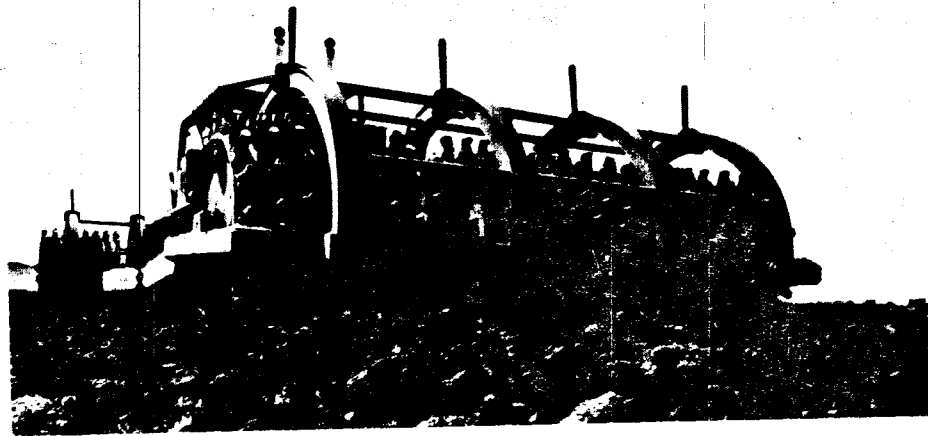


TERRAPLEN EN PRESTAMO LATERAL

86

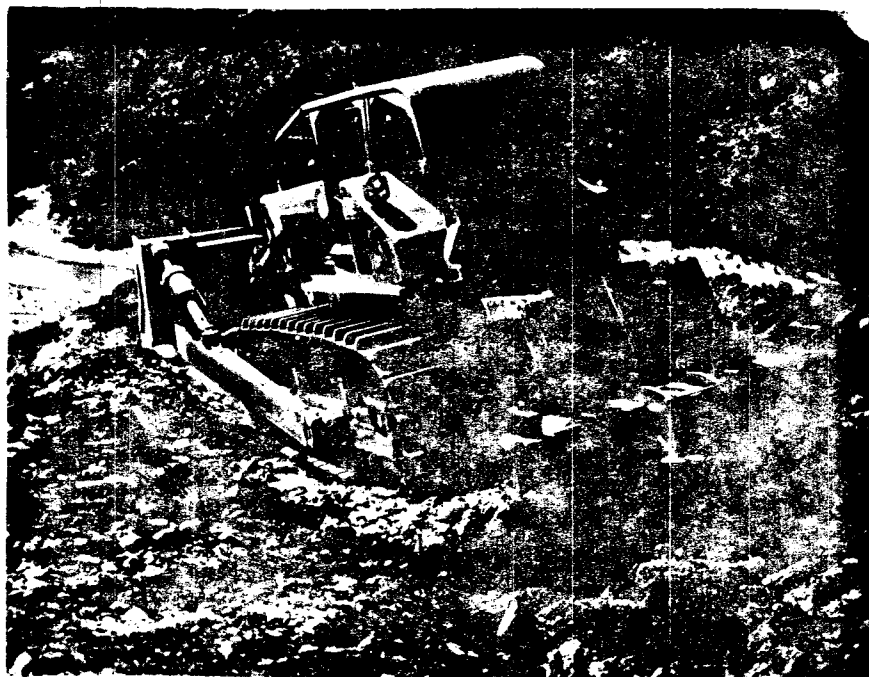


AFLOJANDO, CARGANDO Y ACARREANDO MATERIAL DE BANCO.



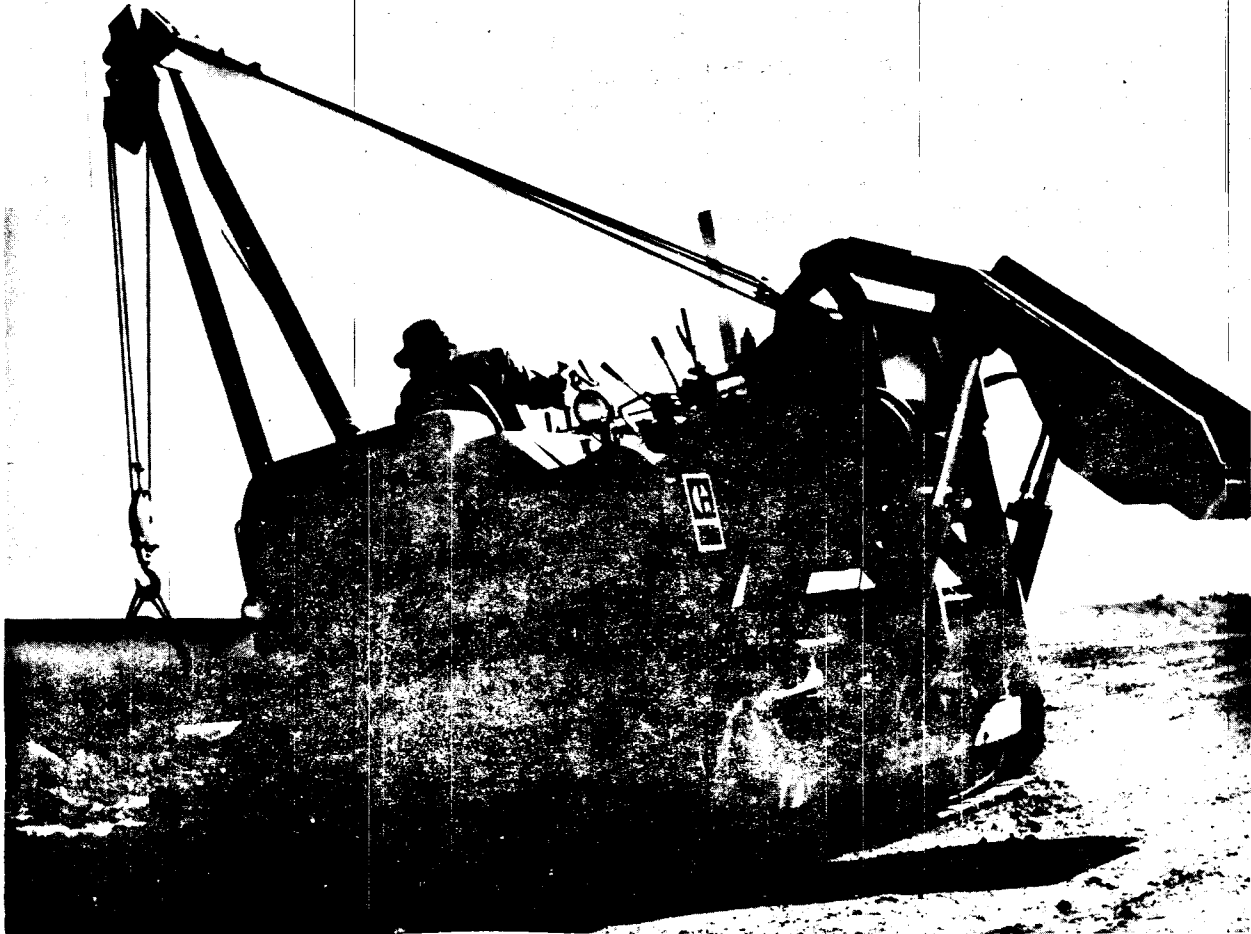
JALANDO COMPACTADORES PATA DE CABRA.

El tractor esta habilitado tanto para empujar como para jalar por lo que su aplicación como equipo auxiliar para otros equipos es enorme.



DESGARRANDO MATERIAL

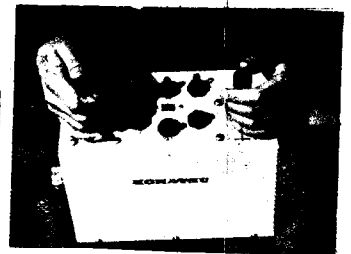
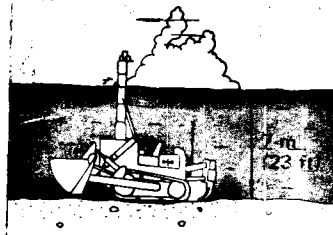
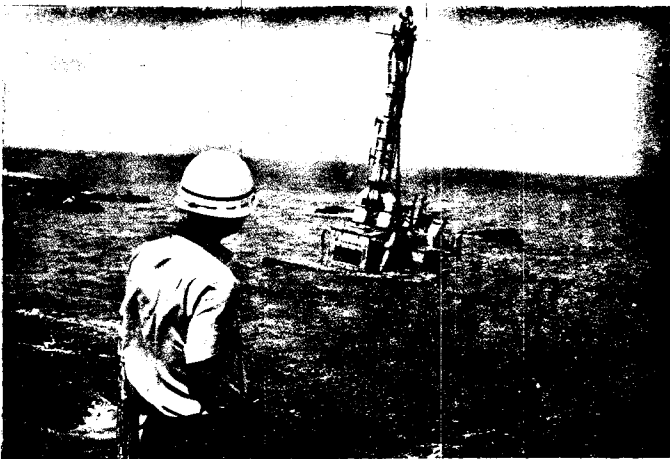
USOS ESPECIALES DEL TRACTOR.



TRACTOR CON PLUMA LATERAL (TIENDETUBOS).

Utilizado en la construcción de líneas de tuberías, por su gran maniobrabilidad se han construido varios modelos con diferentes potencias,

TRACTOR SUBMARINO KOMATSU DE CONTROL REMOTO



**ALGUNAS CARACTERÍSTICAS Y APLICACIONES DEL TRACTOR
SUBMARINO KOMATSU**

- Nivelar la parte baja de los ríos, a parte que corrige su curso.
- Colocar el material (bajo el agua) para que sea dragado con mayor facilidad.
- Construcción de rompeolas.
- Excavación y refinación de obras portuarias.
- Remover acumulaciones de roca y arena por debajo del agua cerca de las obras generadores de energía.
- Varias aplicaciones más de movimiento de tierra.
- Puede trabajar hasta 7 mts. por debajo del agua el ducto de ventilación se puede maniobrar a diferentes ángulos, hasta los 90°, con lo que el tractor submarino puede circular por debajo de los puentes.
- Gran movilidad.
- Dos métodos de control o control remoto por radio y control alámbrico.
- Completa seguridad de operación.
- Poder de corte y gran volumen generado.
- Extenso rango de unión, que incrementa su versatilidad.
- Simple inspección y servicio.

2.4 RENDIMIENTO DE LOS TRACTORES EMPUJADORES

RENDIMIENTO. - Es la cantidad de obra que realiza una máquina por unidad de tiempo.

El rendimiento aproximado se puede valorar 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 tractor empujador por medio de observación directa:

La obtención de los rendimientos por observación directa es la medición física de los volúmenes de los materiales movidos por la máquina durante la unidad horaria de trabajo, tiene la desventaja de que no proporciona resultados a priori, es decir, si se desea programar con anticipación el rendimiento de la máquina este método no sería práctico si no se tiene experiencia en el ramo, si no se ha trabajado antes con cierto tipo de material o se desconocen las condiciones climatológicas imperantes en la zona donde se encuentra ubicada la obra, por lo tanto no se mencionará más a fondo, aunque cabe destacar que es muy útil cuando se trata de calcular que tanto se aproximó a la realidad el rendimiento calculado por cualquiera de los dos métodos que veremos más adelante.

b) Cálculo del rendimiento por medio de reglas y fórmulas (teórico):

Este método nos proporciona resultados que se puedan acercarse mucho a la realidad, en la medida en que tomemos en consideración los factores que afectan el rendimiento y no están considerados en las fórmulas, por ejemplo, la experiencia del operador, la dificultad que presenta el material para ser cortado, etc.

Para estimar la producción de los tractores empujadores según reglas y fórmulas se debe tomar en cuenta que:

La fuerza tractiva en la barra de un tractor esta expresada por:

$$F.T. = \frac{375 \times H.P. \times 0.80}{V}$$

En donde:

F.T. = Fuerza tractiva en libras.

H.P. = Potencia nominal

V = Velocidad en millas por hora.

Las especificaciones de las máquinas muestran la relación entre velocidad y tracción en la barra de tiro.

La resistencia al rodamiento es la fuerza que se opone al movimiento de una máquina sobre un camino a velocidad uniforme. Se calcula en función del peso del vehículo multiplicado por el coeficiente de resistencia al rodamiento.

$$R.R = \text{Peso de la máquina} \times \text{coeficiente de R.R.}$$

La resistencia a la pendiente es la componente del peso de la máquina paralela al plano inclinado. Su valor esta en función del peso del vehículo y de la pendiente

$$R.P = \text{Peso del vehículo} \times \% \text{ de pendiente} / 100$$

Las resistencias al rodamiento y a la pendiente se restan a la fuerza tractiva en el gancho y se obtiene la fuerza tractiva disponible para realizar el trabajo, sin olvidar que la máxima está definida por:

$$F.T. \text{ máx.} = \text{Peso del tractor} \times \text{coeficiente de tracción.}$$

La fuerza tractiva disponible determina la velocidad de marcha que a su vez nos permite calcular el tiempo del ciclo; Este se integra con tiempos fijos y tiempos variables. Los tiempos fijos son del orden de 0.15 - - 0.25 min.

La capacidad de la hoja topadora es:

$$V = \frac{LH^2}{2 \operatorname{Tg} x}$$

donde

V = capacidad de la hoja

L = longitud de la hoja

h = altura de la hoja

x = ángulo de reposo del material

Si el talud es 2:1 entonces $\operatorname{Tg} X = 1/2$

y $V = Lh^2$

Con los datos anteriores se puede calcular la producción de un tractor que queda expresada por:

$$P = \frac{E \times C}{tc}$$

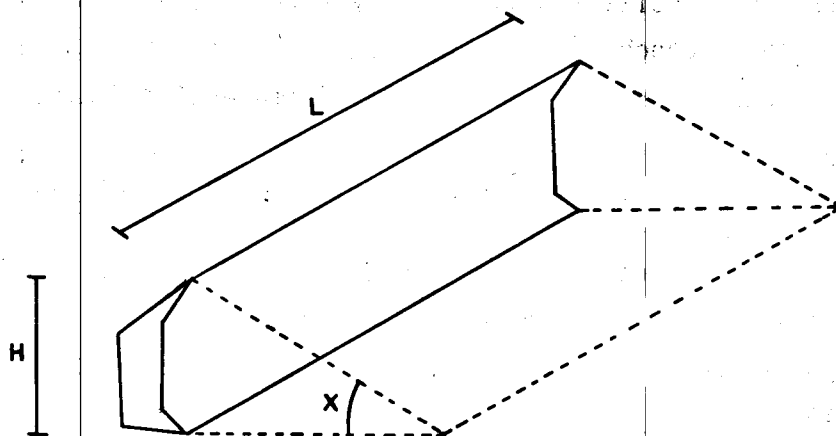
donde

P = es la producción en m^3 /hora

E = es la eficiencia del trabajo en minutos/hora

tc = Tiempo del ciclo en minutos.

Para obtener el volumen compacto habría que dividir el resultado entre el coeficiente de abundamiento, después de aplicar los factores de corrección correspondientes al tipo de trabajo que realiza.



c) Cálculo rendimiento por medio de Tablas proporcionadas por el fabricante.

La producción de éstas máquinas puede estimarse utilizando las curvas que se muestran más adelante y aplicando los factores necesarios la fórmula sería:

$$\text{Producción real} = \frac{\text{(Producción máxima teórica marcada en la curva)}}{\text{(Factores de corrección)}} \times$$

Estas curvas de producción dan la capacidad máxima teórica para cuchillas rectas (R) y universal (U) están basadas en las siguientes condiciones.

- 1.- 100% de eficiencia (60 minutos la hora)
- 2.- Máquinas de transmisión automática.
- 3.- La máquina corta el material a lo largo de 15 mts. de ahí sigue con la cuchilla llena acarreandolo.
- 4.- El peso específico del material es de 1.300 Kg/M³ suelto ó bien 1.790 Kg/M³ de material en banco.

El tractor empujador, especialmente montado sobre orugas, es la máquina cuya producción requiere de mayor cuidado al ser determinada ya que la gran variedad de trabajos que ejecuta lo hace particularmente difícil. La producción será constante cuando la máquina se utilice para trabajar en una pila de material pétreo, homogéneo y de partículas pequeñas y se irá complicando si se utiliza con cuchilla angulable extrayendo material con los gavilanes y lo será más si se encuentra en un banco de roca mal tronada haciendo la rezaga.

	<u>FACTORES DE CORRECCION</u>	
	Tractor de Oruga	Tractor de Llantas
OPERADOR.		
Experimentada	1.00	1.00
Normal	<u>0.75</u>	0.60
MATERIAL		
Suelto y apilado	1.20	1.20
Difícil de extraer; cortado con gavilán	0.80	0.75
Sin usar gavilán	0.70	- 0 -

Diffícil de empujar (seco, ma-
terial no cohesivo)

0.80 0.80

Roca desgarrada

0.70 - 0 -

Roca mal tronada

0.60 - 0 -

MATERIALES PESADOS

Si se trata de mover material mayor de 1790 Kg/M^3 en banco ó 1300 Kg/M^3 suelto, obtener el coeficiente dividiendo éstos - pesos entre el real (la producción debe decrecer.).

EFICIENCIA DE TRABAJO

50 minutos/hr.

0.80 0.84

40 minutos/hr.

0.67 0.67

TRANSMISION DIRECTA (NO AUTOMATICA)

(0.1 minutos tiempo fijo)

0.80 - 0 -

* CUCHILLA EMPUJADORA

Cuchilla angulable (A)

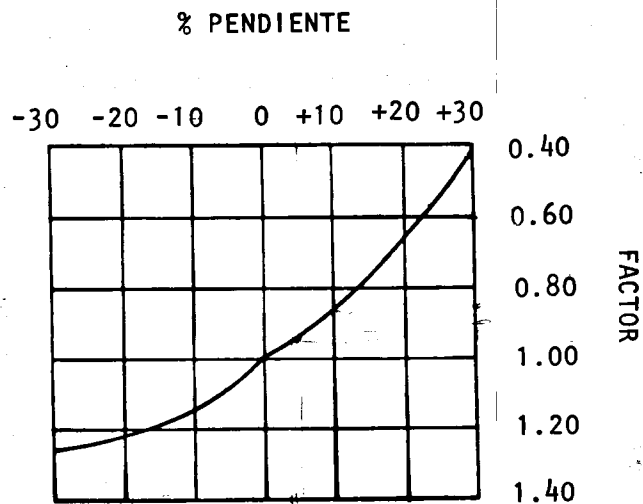
0.60 - 0 -

Cuchilla amortiguadora (C)

0.50 0.50

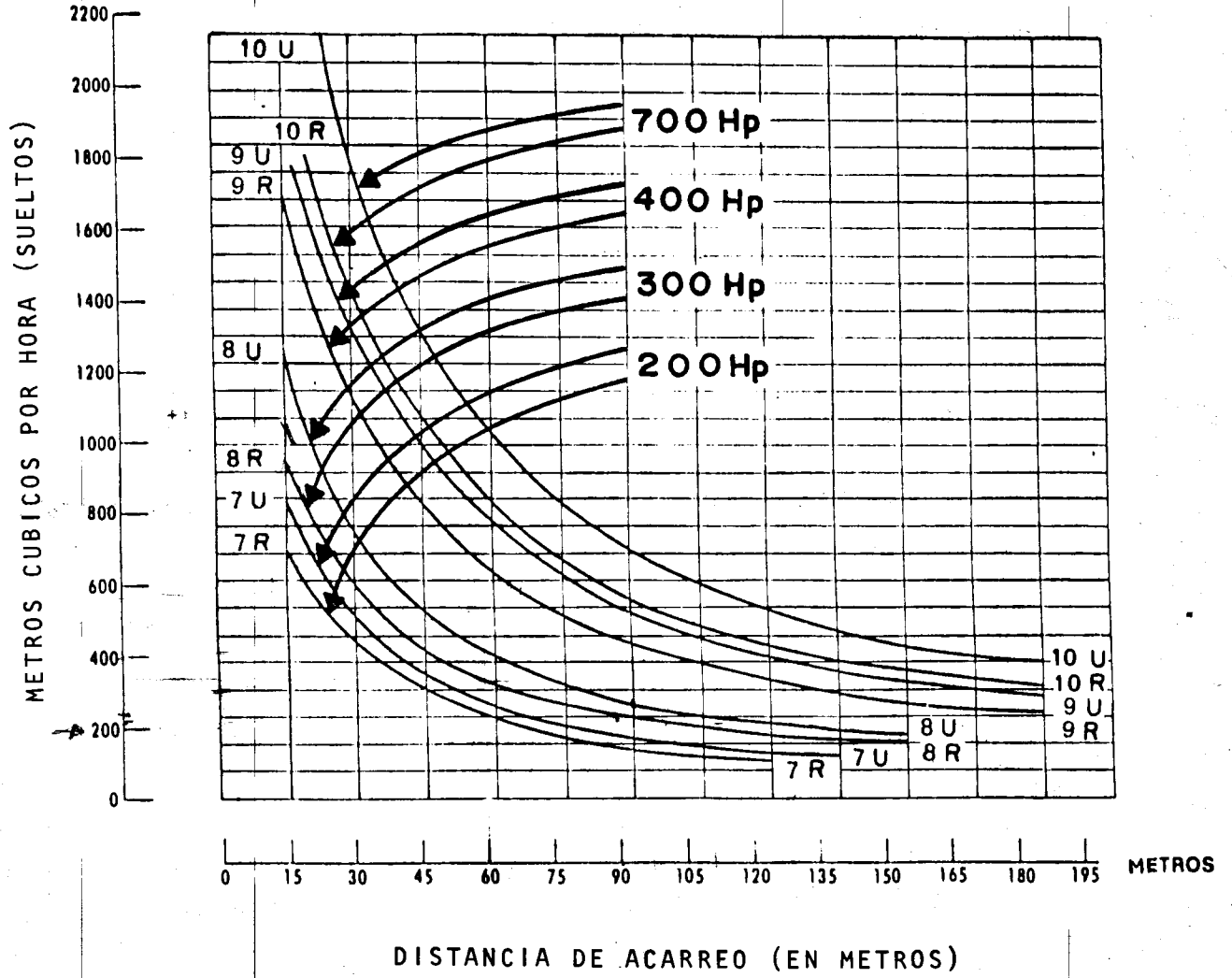
PENDIENTE

La pendiente afecta la producción y el factor de corrección se obtiene del siguiente cuadro, haciendo la anotación de -- que siempre que sea posible debe aprovecharse la pendiente a favor de la producción.



NOTA: (-) FAVORABLE
(+) DESFAVORABLE

PRODUCCION DE TRACTORES EMPUJADORES SOBRE ORUGA



NOTA: (U) HOJA UNIVERSAL
(R) HOJA RECTA

Ejemplo :

Un D8H con una hoja recta 8S excava un material arcilloso muy empacado y --
acarrea a una distancia de 90 mts., en una pendiente positiva del 4%. El --
peso volumétrico suelto es de 1650 Kg/m^3 y se trabajan horas de 50 minutos-
con un operador mediano. Calcular la producción horaria.

De la gráfica de la producción ideal es de 230 m^3 suelto/hora.

Factores de corrección

Operación		$\frac{45}{60}$ 0.75
Material difícil de cortar		0.80
Peso volumétrico	$\frac{1370}{1650}$	0.83
Eficiencia horaria	$\frac{50}{60}$	0.84
Pendientes		0.92

Producción real

$$P = 230 \times 0.75 \times 0.80 \times 0.83 \times 0.84 \times 0.92 = 88.51 \frac{\text{m}^3 \text{ sueltos}}{\text{hora}}$$

Cuando sea posible, debe procurarse siempre que las máquinas no trabaja-
jen cargadas cuesta arriba.

Se puede verificar el problema anterior mediante la fórmula general:

$$P = \frac{C \times E}{T_c}$$

Cálculo del ciclo

Considerando un coeficiente de resistencia al rodamiento de 0.04.

Capacidad de la hoja; tomados del catálogo del fabricante.

$$\text{Longitud} = 4.00 \text{ m.}$$

$$\text{Altura} = 1.36 \text{ m.}$$

$$\text{Capacidad} = Lh^2 = 4.00 \times (1.36)^2 = 7.39 \text{m}^3 \text{ sueltos, ésto considerando un talud de reposo del material de 2.1.}$$

Peso del material excavado:

$$7.39 \text{ m}^3 \times 1650 \text{ kg/m}^3 = 12,193 \text{ kg.}$$

Resistencia total del tractor y la carga:

$$R_t \text{ del tractor } 38,000 (0.04 + 0.04) = 3,040 \text{ kg.}$$

$$R_t \text{ de la carga } 12,193 \text{ kg} + 12,193 \times 0.04 = \frac{12,680}{}$$

$$\text{Resistencia total} = 15,720 \text{ kg.}$$

Para calcular la velocidad de ida:

$$V = \frac{375 \times 270 \text{ H.P.} \times 0.8}{15,720 \text{ kg} \times 2.2 \frac{\text{lb}}{\text{kg}}} = 2.34 \text{ mph}$$

$$V = 2.69 \text{ mph} \times \frac{1.6 \text{ Km}}{\text{milla}} = 3.74 \text{ kph}$$

$$\text{Velocidad media} = 3.74 \times 0.8 = 2.992 \text{ kph}$$

Puede regresar a la velocidad máxima al bajar sin carga a razón de 13 kph. Los fabricantes recomiendan que en reversa el tractor opere en segunda velocidad a 8.4 kph para no dañar el tránsito, por lo que se considera ésta como velocidad media.

Tiempo del ciclo,

$$\text{De Ida} = \frac{90 \text{ m.} \times 60 \text{ min.}}{2,992 \text{ m.}} = 1.80 \text{ min.}$$

$$\text{De regreso} = \frac{90 \text{ m.} \times 60 \text{ min.}}{8,400 \text{ m.}} = 0.64 \text{ min.}$$

$$\text{Tiempos fijos} = \frac{0.09 \text{ min.}}{2.53 \text{ min.}}$$

$$\text{Producción} = \frac{7.39 \text{ m}^3 \times 50 \text{ min/hr}}{2.53 \text{ min.}} = 146 \text{ m}^3 \text{ sueltos/hr.}$$

factores de corrección

Operación	0.75
Material difícil de cortar	0.80
Peso volumétrico (ya considerado)	--
Eficiencia horaria (ya considerada)	--
Pendiente (ya considerada)	

Producción Final

$$P = 146 \text{ m}^3/\text{hr.} \times 0.75 \times 0.80 = 87.6 \text{ m}^3 \text{ sueltos/hr.}$$

Resultado similar al anterior.

Debe verificarse la máxima fuerza tractiva, usando el coeficiente de tracción de la tabla.

$$\text{Max. F.T.} = 38,000 \text{ kg} \times 0.9 = 34,200 \text{ kg.}$$

Valor superior a la resistencia total de 15,720 kg.

En el caso de que el ejemplo fuera con tractores de transmisión directa, los tiempos fijos son de 0.1 min.

2.5 ESPECIFICACIONES DE TRACTORES

REFERENCIA HISTORICA DE TRACTORES CAT.

Caterpillar Tractor Co. (Cont'd.)

model	series	make	engine model	engine h.p. (flywheel)	drive type	shift type	weight	years built from to
D4D SA	84J	Cat	3304	68⑦	DD	MS	16,300	1966-1978
D4DLGP	61J	Cat	3304	75	DD	MS	20,100	1967-Current
D4DLGP	7R	Cat	3304	75	TQ	PS	20,800	1967-Current
D4E	28X	Cat	3304	75	TQ	PS	16,350	1978-Current
D4E	27X	Cat	3304	75	DD	MS	16,230	1978-Current
D4E SA	29X	Cat	3304	68⑦	DD	MS	18,260	1978-Current
D5	81H,82H	Cat	D333	93	DD	MS	18,600	1967-1967
D5	83H,84H	Cat	D333	93	TQ	PS	19,200	1967-1967
D5	93J,94J	Cat	3306	105	DD	MS	25,100	1966-1977
D5	95J,96J	Cat	3306	105	TQ	PS	25,600	1966-1977
D5 SA	98J	Cat	3306	90⑦	DD	MS	21,300	1966-1977
D5 LGP	12R	Cat	3306	105	DD	MS	27,800	1966-1977
D5 LGP	6R	Cat	3306	105	TQ	PS	27,800	1966-1977
D5B	24X,25X	Cat	3306	105	TQ	PS	25,800	1977-Current
D5B	22X,23X	Cat	3306	105	DD	MS	25,200	1977-Current
D5B SA	26X	Cat	3306	90⑦	DD	MS	23,600	1977-Current
D6	9U	Cat	D318	93	DD	MS	17,565	1954-1959
D6B	37A	Cat	D318	93	DD	MS	17,930	1959-1967
D6C	44A	Cat	D318	120	DD	MS	18,300	1959-1967
D6C	76A	Cat	D318	120	TQ	PS	23,500	1963-1967
D6C	99J	Cat	D333	140	DD	MS	31,400	1967-1977
D6C	10K	Cat	D333	140	TQ	PS	30,600	1967-1977
D6C SA	17R	Cat	D333	125⑦	DD	MS	28,800	1970-1977
D6C LGP	69U	Cat	D333	140	TQ	PS	37,750	1972-1977
D6D	3X	Cat	3306	140	DD	MS	31,000	1977-Current
D6D	4X	Cat	3306	140	TQ	PS	31,730	1977-Current
D6D SA	5X	Cat	3306	125⑦	DD	MS	28,800	1977-Current
D6DLGP	6X	Cat	3306	140	TQ	PS	37,700	1977-Current
D7	3T	Cat	D8800	108	DD	MS	25,925	1954-1955
D7C	17A	Cat	D339	128	DD	MS	26,355	1955-1959
D7D	17A	Cat	D339	140	DD	MS	26,555	1959-1961
D7E	47A	Cat	D339	180	DD	MS	33,500	1966-1969
D7E	48A	Cat	D339	160	TQ	PS	32,590	1961-1969
D7F	93N	Cat	D333	180	DD	MS	32,400	1969-1974
D7F	94N	Cat	D333	180	TQ	PS	33,000	1969-1974
D7G	91V	Cat	3306	200	DD	MS	51,100	1974-Current
D7G	92V	Cat	3306	200	TQ	PS	52,100	1974-Current
D7G LGP	45W	Cat	3306	200	DD	MS	51,800	1976-Current
D7G LGP	72W	Cat	3306	200	TQ	PS	52,100	1976-Current
D8	13A	Cat	D342	185	DD	MS	37,150	1953-1955
D8E	14A	Cat	D342	191	DD	MS	39,060	1955-1957
D8G	15A	Cat	D342	191	TQ	PS	35,925	1955-1957
D8H	35A	Cat	D342	235	TQ	PS	46,032	1959-1961
D8H	36A	Cat	D342	270	DD	MS	47,180	1958-1966
D8H	46A	Cat	D342	270	TQ	PS	48,210	1958-1974
D8K	76B	Cat	D342	300	DD	MS	68,500	1974-Current
D8K	77B	Cat	D342	300	TQ	PS	69,900	1974-Current
D9D	18A	Cat	D353	320	DD	MS	57,543	1956-1959
D9D	19A	Cat	D353	320	TQ	PS	57,990	1956-1959
D9E	49A	Cat	D353	335	DD	MS	59,375	1959-1960
D9E	50A	Cat	D353	335	TQ	PS	59,375	1959-1960
D9E	34A	Cat	D353	335	TQ	PS	59,837	1959-1961
D9G	66A	Cat	D353	385	TQ	PS	68,500	1961-1974
D9H	90B	Cat	D353	410	TQ	PS	93,600	1974-1980
D9L	14Y	Cat	3412	460	TQ	PS	111,500	1981-Current
D10	84W	Cat	D348	700	TQ	PS	190,300	1978-Current

Tractores de Cadenas



MODELO	D7H		D8N		D9N	
Potencia en volante	160 kW	215 HP	212 kW	285 HP	276 kW	370 HP
Peso en orden de trabajo*	24 077 kg	53,081 lb	31 383 kg	69,187 lb	42 542 kg	93,789 lb
Con servotransmisión	24 000 kg	52,909 lb	—	—	—	—
Con transmisión directa (servotransmisión con dir. de diferen.)	24 351 kg	53,684 lb	—	—	—	—
Modelo de motor	3306	—	3406	—	3408	—
RPM clasificadas del motor	2100	—	2100	—	1900	—
Cantidad de cilindros	6	—	6	—	8	—
Calibre	121 mm	4.75"	137 mm	5.4"	137 mm	5.4"
Carrera	152 mm	6"	165 mm	6.5"	152 mm	6.0"
Cilindrada	10.5 L	638 pulg ³	14.6 L	893 pulg ³	18 L	1099 pulg ³
Rodillos de cadena (cada lado)	7	—	8	—	8	—
Ancho de la zapata estándar	560 mm	22"ES	560 mm	22"	610 mm	24"
Largo de cadena en el suelo**	2,90 m	9'6"	3,21 m	10'6"	3,47 m	11'4.8"
Área de contacto con el suelo	3,24 m ²	5016 pulg ²	3,6 m ²	5553 pulg ²	4,24 m ²	6571 pulg ²
Entrevía	1,98 m	6'6"	2,08 m	6'10"	2,25 m	7'4.6"
DIMENSIONES:						
Altura (parte superior desgarnecida)***	2,44 m	8'0"	2,59 m	9'6"▶	2,93 m	9'7.3"▶
Altura (a la parte superior de la estructura ROPS)	3,33 m	10'11"	3,43 m	11'3"▶	3,91 m	12'9.8"▶
Largo total (con Hoja S) (sin hoja)	3,42 m	11'3"	—	—	—	—
Ancho (con muñón)	5,56 m	18'3"	6,24 m	20'6"	6,87 m	22'6.4"
Ancho (sin muñón — con zapatas estándar)	4,62 m	15'2"	4,93 m	16'2"	5,17 m	16'11.5"
Despejo sobre el suelo	—	—	3,04 m	10'	3,25 m	10'8"
Tipos y anchos de hoja:	—	—	—	—	—	—
Recta	3,81 m	12'6"	—	—	—	—
Orientable	4,40 m	14'5"	4,96 m	16'3"	—	—
Universal	3,99 m	13'1"	—	—	—	—
Semiuniversal	3,96 m	13'0"	4,26 m	14'0"	4,66 m	15'3.4"
Hoja PAT recta/ orientable	3,66 m	12'0"	3,94 m	12'11"	4,32 m	14'1.9"
Capacidad de llenado del tanque de combustible	488 L	129 gal	481 L	127 gal	792 L	209 gal

MODELO	D10N		D11N	
Potencia en volante	338 kW	520 HP	575 kW	770 HP
Peso en orden de trabajo*	57 410 kg	126,565 lb	93 834 kg	206,866 lb
Con servotransmisión	—	—	—	—
Con transmisión directa	—	—	—	—
Modelo de motor	3412	—	3508	—
RPM clasificadas del motor	1900	—	1800	—
Cantidad de cilindros	12	—	8	—
Calibre	137 mm	5.4"	170 mm	6.69"
Carrera	152 mm	6"	190 mm	7.48"
Cilindrada	27 L	1649 pulg ³	34.5 L	2104 pulg ³
Rodillos de cadena (cada lado)	8	—	8	—
Ancho de la zapata estándar	610 mm	24"	710 mm	28"
Largo de cadena en el suelo	3874 mm	12'8.5"	4,44 m	14'7"
Área de contacto con el suelo	4,73 m ²	7326 pulg ²	6,32 m ²	9800 pulg ²
Entrevía	2,55 m	8'4.4"	2,80 m	9'6"
DIMENSIONES:				
Altura (parte superior desgarnecida)**	3,197 m	10'5.9"	3,50 m	11'6"
Altura (a la parte superior de la estructura ROPS)	4,24 m	13'11"	4,56 m	14'11"
Largo total (con Hoja S) (sin hoja)	7,76 m	25'5.3"	8,39 m	27'6"
Ancho (con muñón)	5,59 m	18'3.9"	6,16 m	20'3"
Ancho (sin muñón — zapatas estándar)	3,72 m	12'2.2"	—	—
Despejo sobre el suelo	3,30 m	10'9.8"	3,78 m	12'5"
Tipos y anchos de hoja:	3,19 m	10'6"	623 mm	24.5"
Recta	615 mm	24.2"	—	—
Orientable	—	—	5,65 m	18'8"
Universal	5,26 m	17'3.2"	—	—
Semiuniversal	4,86 m	15'11.4"	6,41 m	21'
Hoja PAT	—	—	—	—
Capacidad de llenado del tanque de combustible	1023 L	270 gal	1490 L	394 gal

*El peso en orden de trabajo incluye el techo ROPS, operador, lubricantes, refrigerante, tanque lleno de combustible, controles y fluidos hidráulicos, hoja topadora recta con inclinación, alarma de retroceso, cinturones de seguridad, luces, barra de tiro rígida y dispositivo delantero de arrastre.

— El D4H al D11N incluyen los protectores guía de extremo de cadena.

— El D11N equipado con zapatas para servicio extremo de 813 mm (32").

— El D11N incluye la Hoja 11U, desgarrador de 1 diente y cabina ROPS.

**Altura (a la parte superior desgarnecida) — sin techo o cabina ROPS, sin tubo de escape, ni respaldo de asiento ni otros componentes que obstruyan o sean de fácil remoción.

— Las dimensiones son de la parte plana a la punta de la zapata. Añada 101 mm (4") para el D11N y 93 mm (3.7") para el D10N.

■ Norma SAE J1234

*El peso en orden de trabajo incluye el techo ROPS, operador, lubricantes, refrigerante, tanque lleno de combustible, controles y fluidos hidráulicos, hoja topadora recta con inclinación, hoja SU para el D7H, alarma de retroceso cinturones de seguridad, luces, barra de tiro rígida, gancho delantero de arrastre y protectores de cánter estándar.
 — El D4H al D11N incluyen los protectores guía de extremo de cadena.
 — El D8N, D9N y D9N con Hoja U.
 **D7H con tren de rodaje largo: largo de cadena en el suelo 3,07 m (10'1"); área de contacto con el suelo 3,43 m² (5324 pulg²) con zapatas para servicio extremo de 560 mm (22").
 ***Altura (a la parte superior desgarnecida) — sin techo o cabina ROPS, sin tubo de escape, ni respaldo de asiento ni otros componentes que obstruyan o sean de fácil remoción.
 ■ Las dimensiones de la parte plana a la punta de la zapata son diferentes en cada modelo. Añada 84 mm (3.3") para el D9N.
 ■ Norma SAE J1234

MODELO	D 8 N	D 9 N	D 10 N	D 11 N
- Potencia en el volante	306 HP	370 HP	520 HP	770 HP
- Peso de Operación	37,870 Kg	51,165 Kg	66,634 Kg	84,704 Kg
- Modelo del motor	3406	3408	3412	3508
- Número de cilindros	6	8	12	8
- Diámetro	137 mm	137 mm	137 mm	170 mm
- Carrera	165 mm	165 mm	152.4 mm	190 mm
- Cilindrada	14.6 L	18 L	27 L	34.5 L
- Rodillos inferiores -- (ac/lado)	8	8	8	8
- Ancho de la zapata es-- tandar	560 mm	760 mm	610 mm	710 mm
- Largo de cada cadena - sobre el suelo.	3.20 m	3.47 m	3.87 m	4.44 m
- Area sobre el suelo	3.60 m ²	-----	4.7 m ²	6.32 m ²
- Entrevía de las cade-- nas.	2.08 m	-----	2.55 m	2.89 m
DIMENSIONES PRINCIPALES				
- Altura (parte superior desguarnecida).	2.59 m	2.93 m	3.19 m	3.50 m
- Altura (incluyendo ca-- bina).	3.43 m	3.90 m	4.24 m	4.26 m
- Largo total (con hoja-- recta).	6.57 m	7.21 m	8.01 m	8.39 m
(sin hoja)	4.93 m	5.17 m	5.59 m	6.16 m
- Abcho (sin muñon)	-----	-----	-----	-----
- Ancho (con zapata es-- tandar)	2.64 m	2.89 m	3.19 m	3.78 m
- Altura libre sobre el-- suelo.	536 mm	503 mm	616 mm	623 mm
TIPOS Y ANCHOS DE HOJA				
- Recta	-----	-----	-----	5.65 m
- De giro horizontal	4.97 m	-----	-----	-----
- Universal	4.26 m	4.65 m	5.23 m	6.41 m
- Semiuniversal	3.94 m	4.32 m	4.86 m	-----
- Orientable a poren-- cia	-----	-----	-----	-----
- Capacidad del tanque de combustible.	481 L	791 L	1,023 L	1,490 L

MODELO	D9N				D10N		D11N					
	9SU		9U		10SU		10U		11S		11U	
Tipo	Semiuniversal		Universal		Semiuniversal		Universal		Recta		Universal	
Capacidades de la hoja*	11,9 m ³	15,6 yd ³	14,4 m ³	18,8 yd ³	17,2 m ³	22,6 yd ³	20,9 m ³	27,3 yd ³	25,6 m ³	32,4 yd ³	32,4 m ³	42,4 yd ³
Peso de la hoja**	6185 kg	13,636 lb	6739 kg	14,856 lb	9840 kg	21,694 lb	10 235 kg	22,565 lb	14 251 kg	31,418 lb	15 397 kg	33,944 lb
Dimensiones del tractor con la hoja:												
A Largo	6,86 m	22'6"	7,21 m	23'8"	7,76 m	25'5"	8,01 m	26'3"	8,39 m	27'6"	8,84 m	28'11"
Ancho	4,32 m	14'2"	4,66 m	15'3"	4,86 m	15'11"	5,26 m	17'3"	5,60 m	18'4"	6,36 m	20'10"
Dimensiones de la hoja:												
B Ancho con cantoneras estándar	4,32 m	14'2"	4,66 m	15'3"	4,86 m	15'11"	5,26 m	17'3"	5,60 m	18'4"	6,36 m	20'10"
C Altura	1,81 m	5'11"	1,81 m	5'11"	2,05 m	6'9"	2,05 m	6'9"	2,31 m	7'7"	2,31 m	7'7"
D Prof. máx. de excavación	619 mm	24.4"	619 mm	24.4"	674 mm	26.5"	674 mm	26.5"	774 mm	30.5"	774 mm	30.5"
E Despejo sobre el suelo levantada completamente	1,368 m	4'6"	1,368 m	4'6"	1,497 m	4'11"	1,497 m	4'11"	1,56 m	5'1"	1,56 m	5'1"
G Ajuste máximo del ángulo de ataque	+3.4°	2.9°	+3.4°	-2.9°	+1.7°	-2.3°	+1.7°	-2.3°	+2.1°	-2.2°	+2.1°	-2.2°
H Incl. hidráulica máxima	0,940 m	37"	1,014 m	39.9"	0,993 m	39.1"	1,07 m	42"	0,886 m	34.9"	1,344 m	52.9"
J Inclinación hidráulica (refuerzo manual centrado)	0,570 m	22.4"	0,616 m	24.3"	0,722 m	28.4"	0,782 m	30.8"	0,886 m	34.9"	1,006 m	39.6"
K Ancho del muñón de los brazos de empuje (al centro del muñón)	—		—		3,60 m	11'10"	3,60 m	11'10"	4,11 m	13'6"	4,11 m	13'6"
Ancho máx. permisible de cadena	762 mm	30"	762 mm	30"	762 mm	30"	762 mm	30"	914 mm	36"	914 mm	36"
Inclinación dual optativa												
G Ajuste de inclinación dual	+5.1°	-5.2°	+5.1°	-5.2°	+5.1°	-5.5°	+5.1°	-5.5°	+6.1°	-5.6°	+6.1°	-5.6°
H Incl. hidr. dual máx.	1,139 m	44.8"	1,231 m	48.5"	1,441 m	56.7"	1,560 m	61.4"	1,706 m	67.2"	1,938 m	76.3"

*Capacidades de la hoja según la norma SAE J1265. Las capacidades se definen de la siguiente manera:

Vs = 0,8 WH'

Vu = Vs + ZH (W-Z) tangente de X

Donde: Vs = Capacidad de la Hoja Recta u Orientable

Vu = Capacidad de la Hoja S-U u Hoja U llena

W = Ancho de la hoja sin cantoneras

H = Altura de la hoja incluyendo las esquinas superiores de perfil biselado, etc.

Z = Longitud de los flancos paralelos al ancho de la hoja

X = Angulo de los flancos

Tome en cuenta que la capacidad de la Hoja U es el volumen de material que acarrea una Hoja Recta de las mismas dimensiones, más el volumen de la concavidad de la Hoja U. Estas tienen por objeto hacer comparaciones relativas de tamaños de hojas, y no para pronosticar capacidades ni productividad en condiciones reales de trabajo

**Peso de embarque — El conjunto total de la hoja incluye: hoja, brazos de empuje o bastidor en "C", tirantes, cilindros, tuberías hidráulicas, muñones y montajes del cilindro de inclinación.

Hojas Topadoras

MODELO	D8N					
	8A		8SU		8U	
Tipo	Orientable		Recta		Universal	
Capacidades de la hoja*	4,7 m ³	6,1 yd ³	8,7 m ³	11,4 yd ³	11,0 m ³	14,4 yd ³
Peso de la hoja**	5288 kg	11,658 lb	4613 kg	10,169 lb	5211 kg	11,489 lb
Dimensiones del tractor con la hoja:						
A Largo (hoja derecha)	6,57 m	21'7"	6,39 m	21'0"	6,79 m	22'3"
Largo (hoja orientada)	7,54 m	24'9"	—	—	—	—
Ancho (hoja orientada)	4,50 m	14'9"	—	—	—	—
Ancho (con bastidor en "C" solamente)	3,38 m	11'1"	—	—	—	—
Dimensiones de la hoja:						
B Ancho con cantoneras estándar	4,96 m	16'3"	3,94 m	12'11"	4,26 m	14'
C Altura	1,162 m	45.7"	1,68 m	5'6"	1,71 m	5'7"
D Prof. máx. de excavación	628 mm	24.7"	582 mm	22.9"	582 mm	22.9"
E Despejo sobre el suelo levantada completamente	1,31 m	51.5"	1,23 m	48.5"	1,23 m	48.5"
H Incl. hidráulica máxima	729 mm	28.7"	951 mm	37.4"	1028 mm	40.5"
J Inclinación hidráulica (refuerzo manual centrado)	—	—	650 mm	25.6"	703 mm	27.7"
G Ajuste máximo del ángulo de ataque	—	—	+3.0°	-2.9°	+3.0°	-2.9°
Hoja orientada (a cualquier lado)	25°	—	—	—	—	—
K Ancho del muñón de los brazos de empuje (al centro del muñón)	2,98 m	9'9"	2,98 m	9'9"	2,98 m	9'9"
Ancho máx. permisible de cadena	711 mm	28"	711 mm	28"	711 mm	28"

Tractores de ruedas



MODELO	814B		824C		834B	
Potencia en el volante	161 kW	216 HP	235 kW	315 HP	336 kW	450 HP
Peso de operación*	20 580 kg	45,370 lb	30 380 kg	66,975 lb	46 355 kg	102,195 lb
Modelo del motor	3306		3406		3408	
RPM indicada del motor	2200		2100		2100	
Cilindros	6		6		8	
Cilindrada	10,5 L	638 pulg ³	14,6 L	893 pulg ³	18 L	1098 pulg ³
Velocidades:						
Avance	4		4		4	
Marcha atrás	4		4		4	
Velocidad máxima de avance	29,9 km/h	18.6 mph	33,2 km/h	20.6 mph	34,1 km/h	21.2 mph
Circulo de giro con la hoja	12,3 m	40'3"	13,9 m	45'8"	17,2 m	56'6"
Tamaño de neumáticos estándar	23.5-25, 12 PR (L-2)		29.5-25, 16 PR (L-3)		35/65-33, (L-4)	
Tamaño de neumáticos optativos	23.5-25, 12 PR (L-3)		29.5-25, 16 PR (L-2)		35/65-33, (L-5)	
	23.5R25, * (XRA)		29.5-25, 16 PR (L-4)		35/65R33, * (XRDNA)	
	26.5-25, 14 PR (L-2)		29.5-25, 16 PR (L-5)			
	26.5-25, 14 PR (L-3)		29.5-25, * (XRA)			
Capacidad del tanque de combustible	462 L	122 gal	589 L	156 gal	595 L	157 gal
DIMENSIONES GENERALES:						
Altura (hasta la parte superior del ROPS)	3,565 m	11'8"	3,959 m	13'0"	4,102 m	13'5.5"
Altura (sin ninguna estructura superior)**	2,399 m	7'10.5"	2,990 m	9'10"	2,955 m	9'8"
Distancia entre ejes	3,350 m	11'	3,530 m	11'7"	3,810 m	12'6"
Largo total con hoja	6,823 m	22'5"	7,690 m	25'2"	8,716 m	28'7"
Ancho (con neumáticos estándar)	2,865 m	9'5"	3,170 m	10'5"	3,556 m	11'8"
Entrevía	2,200 m	7'3"	2,360 m	7'9"	2,591 m	8'6"
Espacio libre sobre el suelo	419 mm	16.5"	477 mm	18.8"	466 mm	18"
HOJA EMPUJADORA RECTA:						
Ancho	3,650 m	12'0"	4,192 m	13'9"	4,620 m	15'2"
Altura	1,004 m	3'4"	1,220 m	4'0"	1,448 m	4'9"
Capacidad	2,91 Lm ³	3.8 LCY	4,67 Lm ³	6.11 LCY	7,27 Lm ³	9.5 LCY***
Espacio libre sobre el suelo debajo de la hoja	731 mm	29"	992 mm	39"	956 mm	3'2"
Profundidad del corte	500 mm	20"	390 mm	15.4"	441 mm	17"
Ajuste de inclinación	747 mm	29.4"	1,12 m	3'8"	1,278 m	4'2"
Ajuste de inclinación	18°		23°		22°	
Velocidad de levantamiento	0,40 m/sec	1.3 pies/sec	0,46 m/sec	1.5 pies/sec	0,40 m/sec	1.3 pies/sec

*El peso de operación incluye la hoja recta, 75% de CaCl₂, en todos los neumáticos, lubricantes, refrigerante, cabina ROPS, tanque de combustible lleno y operador y agrega los siguientes pesos a cada modelo: 814B — 1996 kg/4 400 lb, 824C — 3881 kg/8556 lb, 834B — 5360 kg/11 816 lb.

**Altura (sin ninguna estructura superior) — sin ROPS, tubo de escape, respaldo del asiento ni otra estructura superior.

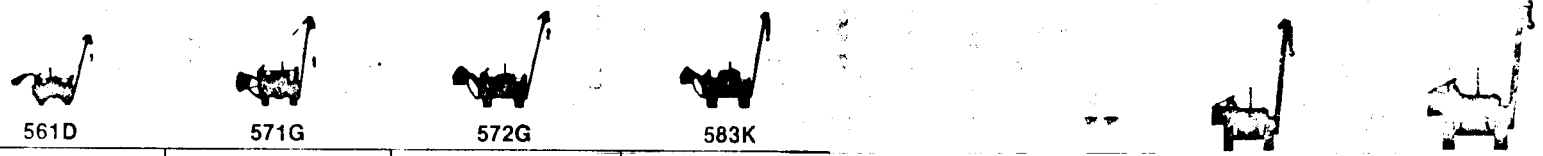
***Capacidad de la hoja U 834B — 10,48 m³s (13.7 yd³s)

MODELO	814B		824C		834B		834B	
Tipo	Recta		Recta		Recta		Hoja U	
Peso de la hoja*	3935 kg	8677 lb	5716 kg	12,604 lb	4822 kg	10,633 lb	4890 kg	10,782 lb
Dimensiones (tractor y hoja)								
Largo	6,82 m	22'4.5"	7,69 m	25'2.7"	8,72 m	28'7.3"	9,40 m	30'10"
Ancho	3,65 m	12'0"	4,19 m	13'9"	4,64 m	15'2.7"	4,86 m	15'11"
Dimensiones de la hoja:								
Ancho con cantoneras estándar	3,65 m	12'0"	4,19 m	13'9"	4,64 m	15'2.7"	4,86 m	15'11"
Altura	1,00 m	39.37"	1,22 m	4'0"	1,448 m	4'9"	1,448 m	4'9"
Capacidad**	2,89 Lm ³	3.77 LCY	4,60 Lm ³	6.00 LCY	7,18 Lm ³	9.38 LCY	10,26 Lm ³	13.4 LCY
Prof. máx. de excavación	500 mm	19.69"	390 mm	15.4"	441 mm	17.4"	441 mm	17.4"
Despejo sobre el suelo levantado completamente	731 mm	28.78"	992 mm	39"	956 mm	37.64"	956 mm	37.64"
Ajuste de inclinación desde la posición horizontal	778 mm	30.63"	1120 mm	44.1"	1278 mm	50.3"	1340 mm	53"
Ajuste máximo de incl. desde la posición vertical	+ 10°	- 6°	+ 11°	- 12°	+ 10°	- 12°	+ 10°	- 12°

*Conjunto completo de hoja.

**Capacidades de la hoja según la norma SAE J1265.

Tiendetubos Especificaciones



MODELOS	561D		571G		572G		583K		MODELOS	589		591	
Potencia en el volante	78 kW	105 HP	149 kW	200 HP	149 kW	200 HP	223 kW	300 HP	Potencia en el volante	313 kW	420 HP	388 kW	520 HP
Peso de operación (con el tanque lleno y el operador)	15 800 kg	35,000 lb	23 040 kg	50,800 lb	27 800 kg	61,300 lb	40 960 kg	90,300 lb	Peso de operación (con el tanque lleno y el operador)	64 695 kg	142,500 lb	89 360 kg	197,000 lb
Modelo del motor	3306		3306		3306		D342		Modelo del motor	3408		3412	
RPM indicadas del motor	1750		2000		2000		1330		RPM indicadas del motor	1900		1900	
Núm. de cilindros	6		6		6		6		Núm. de cilindros	8		12	
Cilindrada	10,5 L	638 pulg ³	10,5 L	638 pulg ³	10,5 L	638 pulg ³	20,4 L	1246 pulg ³	Cilindrada	18 L	1099 pulg ³	27 L	1649 pulg ³
Levant. máx. con vuelo de 1,22 m (4')	18 100 kg	40,000 lb	27 500 kg	60,600 lb	40 800 kg	90,000 lb	63 500 kg	140,000 lb	Levant. máx. con vuelo de 1,22 m (4')	104 420 kg	230,000 lb	158 760 kg	350,000 lb
Longitud estándar del aguilón	4,57 m	15'	5,50 m	18'	5,50 m	18'	6,10 m	20'	Longitud estándar del aguilón	7,60 m	24'11"	8,80 m	28'10"
Longitud optativa del aguilón	5,49 m	18'	6,10 m	20'	—	—	—	—	Longitud optativa del aguilón	8,80 m	28'10"	10,00 m	32'10"
Ancho de la zapata estándar	455 mm	18"	560 mm	22"	610 mm	24"	710 mm	28"	Ancho de la zapata estándar	810 mm	32"	914 mm	36"
Largo de cada cadena sobre el suelo	2,21 m	7'3"	2,72 m	8'11"	2,83 m	9'3"	3,28 m	10'9"	Largo de cada cadena sobre el suelo	4,29 m	14'	4,72 m	15'6"
Área de contacto en el suelo (con zapatas estándar)	2,02 m ²	3130 pulg ²	3,04 m ²	4710 pulg ²	3,45 m ²	5345 pulg ²	4,65 m ²	7220 pulg ²	Área de contacto en el suelo (con zapatas estándar)	6,95 m ²	10,752 pulg ²	8,64 m ²	13,385 pulg ²
Entrevía de las cadenas	1,88 m	6'2"	1,98 m	6'6"	2,18 m	7'2"	2,29 m	7'6"	Entrevía de las cadenas	2,9 m	9'6"	3,60 m	11'10"
Capac. de tanque (cambio de comb.)	246 L	65 gal	435 L	115 gal	435 L	115 gal	435 L	115 gal	Capac. del tanque (cambio de comb.)	776 L	205 gal	965 L	255 gal
DIMENSIONES PRINCIPALES:													
Alt. incluso tubo de escape	2,95 m	9'8"	3,35 m	11'0"	3,35 m	11'0"	3,12 m	10'3"	Alt. incluso tubo de escape	3,97 m	13'	4,60 m	15'1"
Alt. incluso el contrapeso	2,29 m*	7'6"	2,54 m	8'4"	2,62 m	8'7"	2,79 m	9'2"	Alt. incluso el contrapeso	2,88 m	9'5"	3,46 m	11'4"
Ancho con los pesos retraídos	3,20 m	10'6"	3,28 m	10'9"	3,56 m	11'8"	3,66 m	12'0"	Ancho con los pesos retraídos	4,62 m	15'2"	5,52 m	18'2"
Ancho de embarque mínimo (sin los bastidores laterales)	2,95 m**	9'8"***	2,57 m	8'5"	2,95 m	9'8"	3,07 m	10'1"	Ancho de embarque mínimo (sin los bastidores laterales)	3,66 m	12'	4,5 m	14'10"
Ancho para embarque (sin el bastidor izquierdo)	3,02 m***	9'11"***	3,02 m	9'11"	3,38 m	11'1"	3,43 m	11'3"	Ancho para embarque (sin el bastidor izquierdo)	—	—	—	—
Longitud total	3,84 m	12'7"	4,22 m	14'6"	4,93 m	16'2"	5,66 m	18'7"	Longitud total	5,94 m	19'6"	6,59 m	21'8"
Esp. libre sobre el suelo	396 mm	15.6"	399 mm	15.7"	483 mm	19"	530 mm	21"	Esp. libre sobre el suelo	600 mm	23.6"	649 mm	25.5"
TAMBORES Y CABLES:													
Capac. de los tambores de carga del aguilón	115 m	510'	108 m	355'	189 m	620'	189 m	620'	Capac. de los tambores de carga del aguilón	152 m	500'	152 m	500'
Diám. del cable de carga del aguilón	15,7 mm	.62"	19 mm	.75"	19 mm	.75"	19 mm	.75"	Diám. del cable de carga del aguilón	22 mm	.88"	25 mm	1.0"
Diám. de los tambores de carga del aguilón	216 mm	8.5"	216 mm	8.5"	260 mm	10.25"	260 mm	10.25"	Diám. de los tambores de carga del aguilón	22 mm	.88"	22 mm	.88"
PESOS: Sólo el chasis	9390 kg	20,700 lb	14 740 kg	32,500 lb	16 500 kg	36,500 lb	24 950 kg	55,000 lb	PESOS: Sólo el chasis	46 482 kg	102,383 lb	62 625 kg	144,680 lb
Equipo levantador y contrapesos	6260 kg	13,800 lb	7940 kg	17,500 lb	10 900 kg	24,000 lb	15 650 kg	34,500 lb	Equipo levantador y contrapesos	18 235 kg	40,117 lb	26 735 kg	52,230 lb
Contrapesos ajustables	—	600 lb ea	600 kg ea	5 @	600 kg ea	8 @	600 kg ea	13 @	Contrapesos ajustables	1360 kg ea	7 @	1360 kg ea	8 @
Peso total extensible	2990 kg	6600 lb	4350 kg	9600 lb	6400 kg	14,200 lb	10 280 kg	22,670 lb	Peso total extensible	12 180 kg	26,830 lb	14 633 kg	32,360 lb

*561 D — Altura incluyendo el bastidor de contrapesos.
 **561 D — Sin los contrapesos.
 ***561 D — Ancho con el contrapeso fijo.
 Los pesos del 561D son con los contrapesos ajustables únicamente.
 ea = cada

Tractores de tiro Especificaciones

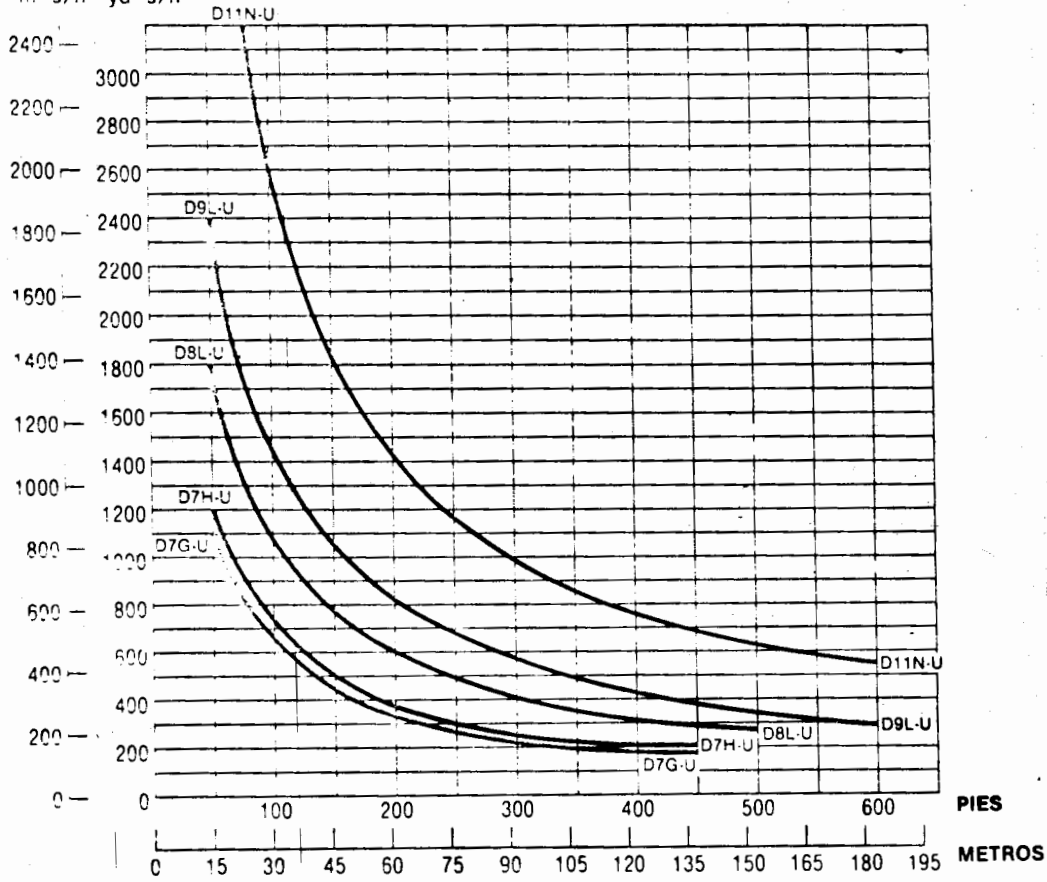


MODELOS	768C		772B		776	
Potencia en el volante	336 kW	450 HP	485 kW	650 HP	649 kW	870 HP
Peso de operación*	24 204 kg	53,360 lb	33 080 kg	72,930 lb	49 800 kg	109,800 lb
Modelo de motor	3408		3412		D348	
Núm. de cilindros	8		12		12	
Diámetro interior	137 mm	5.4"	137 mm	5.4"	137 mm	5.4"
Carrera	152 mm	6"	152 mm	6"	185 mm	6.5"
Cilindrada	18 L	1099 pulg ³	27 L	1649 pulg ³	29,3 L	1766 pulg ³
Neumáticos estándar,	18,00x33 24 telas (E-3)		24,00x35 36 telas (E-3)		27,00x49 36 telas (E-3)	
Delanteros y traseros dobles	18,00x33 24 telas (E-4)		24,00x35 36 telas (E-4)		27,00x49 36 telas (E-4)	
Delanteros y traseros optat. de banda extragruesa	18,00x33 26 telas (E-3)					
Delant. y traseros optat. de banda estándar	18,00x33 28 telas (E-4) 18,00x33 Radial		24,00x35** Radial		27,00x49 Radial	
Espac. libre para círculo de viraje del tractor	18,5 m	60'8"	23,5 m	77'0"	26,8 m	88'0"
Capac. del tanque de combust.	530 lit	140 gal	700 lit	185 gal	946 lit	250 gal
DIMENSIONES PRINCIPALES (Vacío)						
Altura incluyendo la cabina	3,58 m	11'8"	3,89 m	12'9"	4,47 m	14'8"
Distancia entre ejes	3,71 m	12'2"	4,19 m	13'9"	4,57 m	15'0"
Longitud total**	6,55 m	21'6"	7,42 m	24'4"	8,10 m	26'7"
Esp. libre sobre el suelo	533 mm	21.0"	584 mm	23.0"	782 mm	30.0"
Ancho para embarque (desarmado)	3,58 m	11'9"	3,79 m	12'5"	3,51 m	11'6"
Entrevisa de los neumát. delant.	3,10 m	10'2"	3,25 m	10'8"	4,06 m	13'4"

* El peso de operación incluye refrigerante, lubricantes, enganche, el tanque lleno de combustible y el operador.
 ** Incluye el pasaje sobre saliendo del paragolpes en el 768C y 772B.

PRODUCCION ESTIMADA • Con hoja universal y hoja recta • D7G al D11N

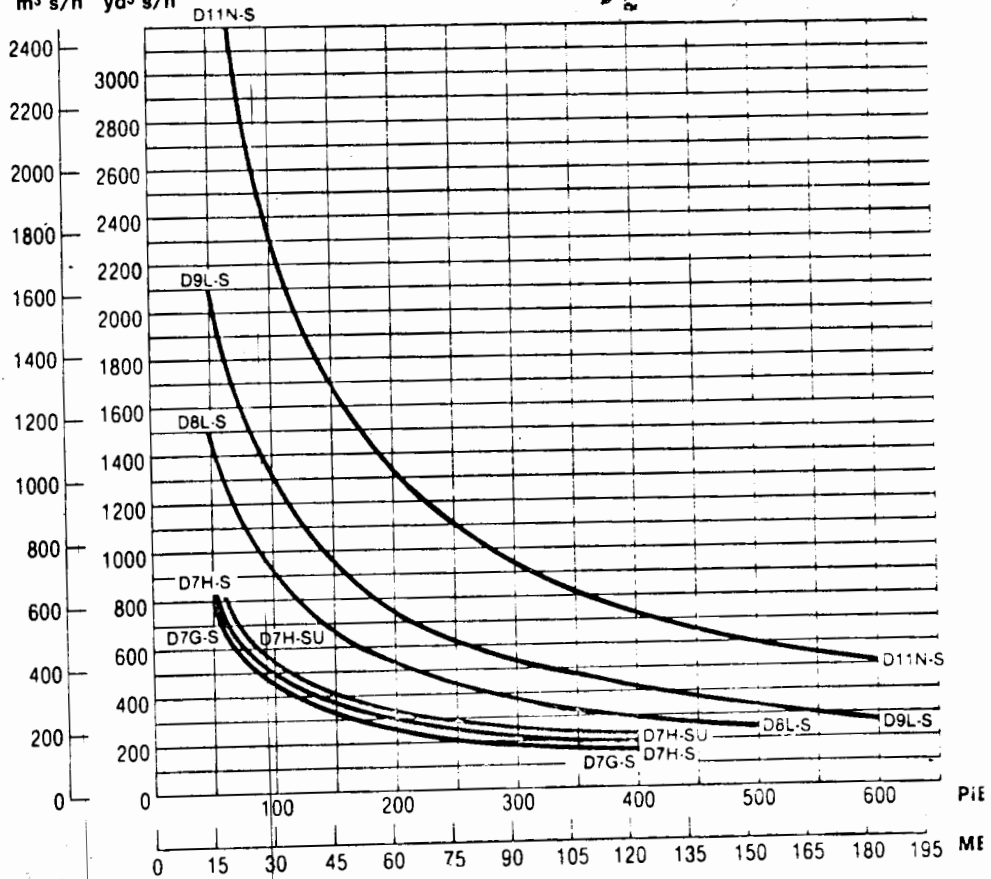
m³ s/h yd³ s/h



DISTANCIA MEDIA DE EMPUJE CON LA HOJA

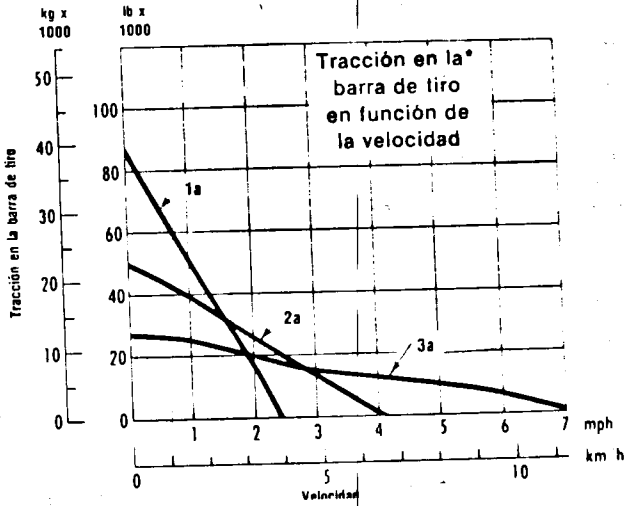
PRODUCCION ESTIMADA • Con hoja recta • D7G al D11N

m³ s/h yd³ s/h

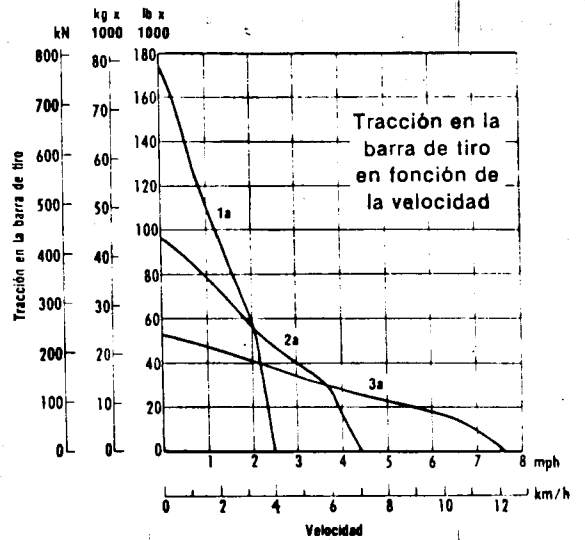


DISTANCIA MEDIA DE EMPUJE CON LA HOJA

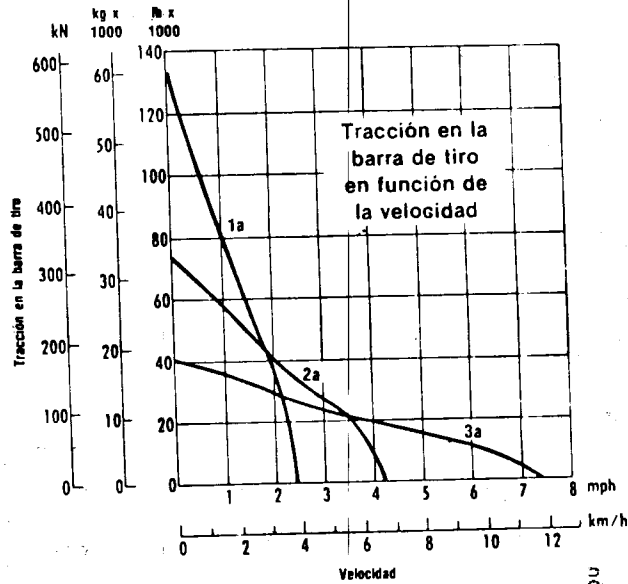
D7H y D7H B.P.S.



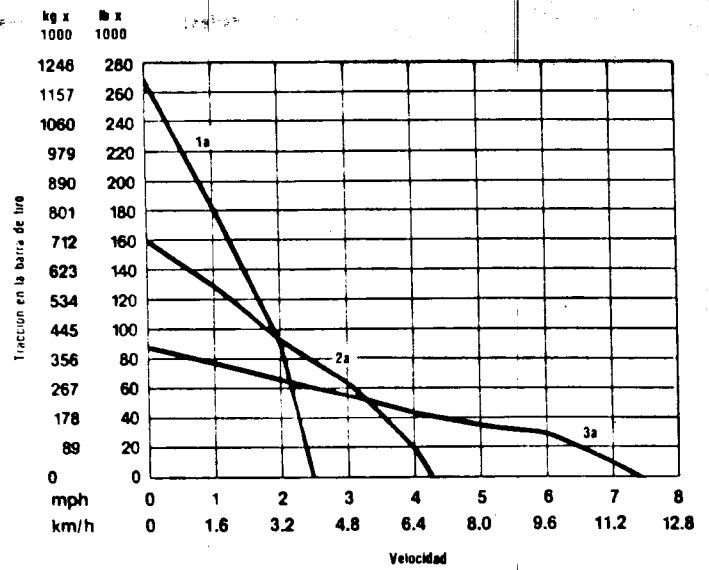
D9L



D8L



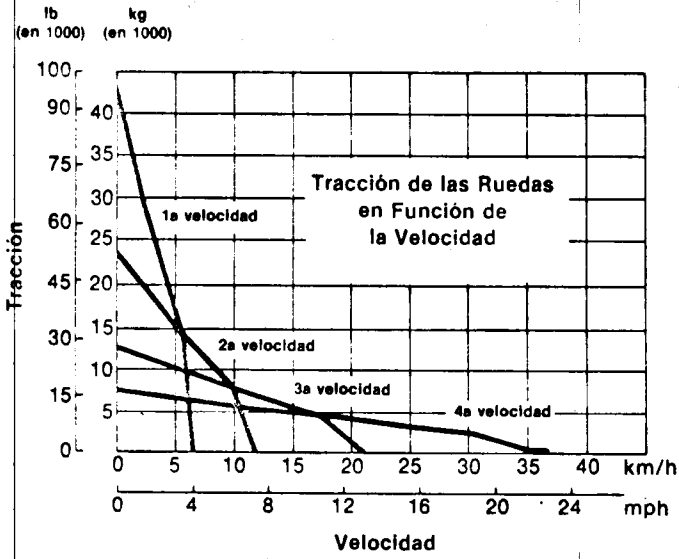
D11N



DISMINUCION DE LA POTENCIA A CAUSA DE LA ALTITUD EXPRESADA EN PORCENTAJE DE LA POTENCIA EN EL VOLANTE.

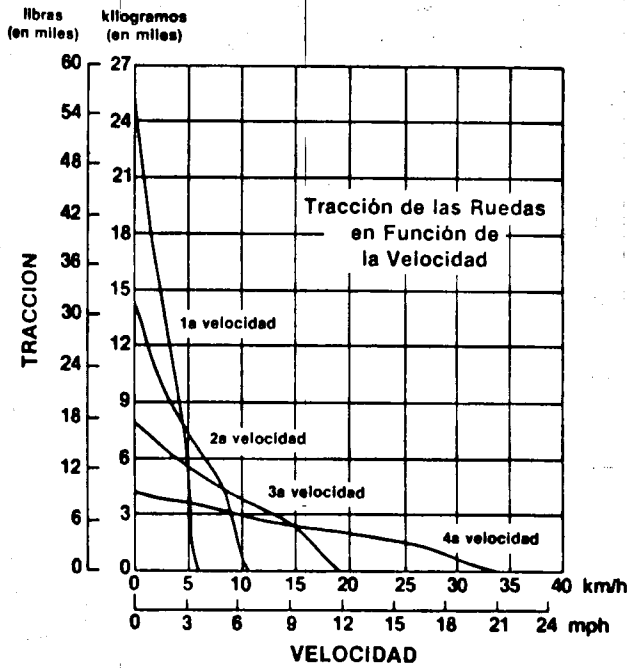
MODELO	0.760 m.	760-1500 m.	1500-2300 m.	2300-3000 m.	3000-3800 m.	3800-4600 m.
TRACTORES.						
D3B, D3B B.P.S.	100	100	100	95	88	80
D4E de A.E.	100	89	78	72	67	61
D4E B.P.S., D4E TD	100	100	87	80	73	67
D5B S-T	100	88	79	71	67	63
D5B B.P.S. D5B TD y S-T	100	100	86	76	71	67
D6D de A.E.	100	100	100	100	94	88
D6D B.P.S., D6D TD y S-T	100	100	100	100	97	93
D7G TD, S-T y B.P.S.	100	100	100	92	85	80
D8K TD y S-T	100	100	100	93	85	78
D9H	100	100	100	94	87	80
D10	100	100	100	91	84	77

834B



Engranaje	Avance		Marcha Atrás	
	km/h	MPH	km/h	MPH
1	6.3	3.9	7.9	4.9
2	11.3	7.0	14.0	8.7
3	19.8	12.3	24.5	15.2
4	34.1	21.2	41.8	26

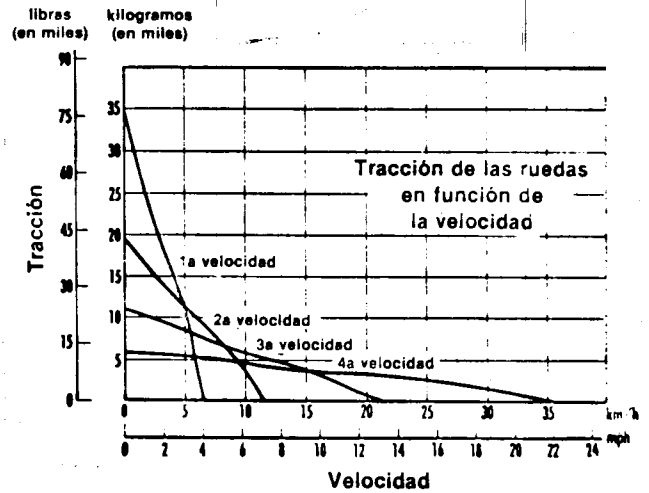
814B



La fuerza de tracción utilizable depende de las condiciones del suelo y el peso del tractor.

Velocidades:	Avance		Marcha atrás	
	km/h	MPH	km/h	MPH
1	5.6	3.5	6.3	3.9
2	9.8	6.1	11.3	7.0
3	17.2	10.7	19.6	12.2
4	29.9	18.6	34.1	21.2

824C



Velocidades:	Avance		Marcha atrás	
	km/h	MPH	km/h	MPH
1	6.0	3.7	6.8	4.2
2	10.5	6.5	12.1	7.5
3	18.7	11.6	21.1	13.2
4	33.2	20.6	37.8	23.5

HOJAS CATERPILLAR

HOJAS AEM

MODELO	S	U	SU	A	FS	LFS	P	RC	WC	CL	HU	LF	PAT	K/G	TP	VTC	RK	CU	CS	VR	WCS	
D3C							•										•					
D4C							•															
D3C BPS							•											•				
D4C BPS							•															
D3C BPS-S	•																					
D4H	•						•											•				
D4H BPS	•						•											•				
D5H	•						•			•								•			•	
D5H BPS	•						•			•								•			•	
D6H	•		•	•					•	•	•	•	•	•	•	•	•	•			•	
D6H BPS	•								•	•	•	•	•	•	•	•	•	•			•	
D6D	•			•					•	•	•	•	•	•	•	•	•	•			•	
D6D BPS	•								•	•	•	•	•	•	•	•	•	•			•	
D7H	•	•	•	•					•	•	•	•	•	•	•	•	•	•			•	
D7H BPS	•								•	•	•	•	•	•	•	•	•	•			•	
D7G	•	•		•					•	•	•	•	•	•	•	•	•	•			•	
D7G BPS	•								•	•	•	•	•	•	•	•	•	•			•	
D8N		•	•	•				•	•	•		•	•	•	•	•	•	•			•	
D9N		•	•					•	•	•		•	•	•	•	•	•	•			•	
D10N		•	•					•	•	•		•	•	•	•	•	•	•			•	
D11N		•	•					•	•	•		•	•	•	•	•	•	•			•	
814B	•								•	•	•									•		•
815B					•																	
816B						•							•									
824C	•								•	•	•									•		•
825C					•																	
826C						•							•									
834B	•	•							•	•										•		•

CATERPILLAR

- S — Recta
- U — Universal
- S-U — Semiuniversal
- A — Orientable
- C — Amortiguadora
- FS — Esparcidora de rellenos
- P o PAT — A potencia

AEM — Fabricante de equipo auxiliar

- RC — Hoja U para recuperación
- WC — Astillas de madera
- CL — Carbón
- HU — Hoja U para servicio pesado
- LF — Para rellenos sanitarios
- VR — De radio variable
- WCS — Cuchara para virutas
- PAT — Orientable e incl. a potencia
- K/G — Hoja KG

- TP — Empujadora de árboles
- VTC — Cortadora de árboles
- RK — Rastrillo
- CU — Hoja con amortiguación
- CS — Cuchara para carbón

Nota: En la tabla se sugieren hojas optativas para máquinas Caterpillar. No incluye todas las hojas disponibles. Para mayor información consulte con "Caterpillar Sales Engineering" o al fabricante de equipo auxiliar Weldco/Beales, Rome y Balderson/Fleco.

PRODUCCION

DE USO ESPECIAL

	Con cilindro de inclinación lateral		Hoja de giro horiz.	Hoja con Amortig.	Hoja de caja Balderson	Hoja "U" para materias livianas Balderson	Hoja KG Rome	Hoja "V" Fleco	Rastrillos
	S (recta)	U (universal)							
EMPUJE EN PRODUCCION									
Apilamiento liviano	G	E	G		E	E			
Materias corrientes	E	G	F	F	G	G			
Materias tenaces	G	F	F		F	F			
Apilamiento para cargadores	G	E	F			E			
Esparcim. y mezcla del relleno	E	E	E			G			
Operac. final para nivelar	E	G	E			G			
Relleno de zanjas	G	E	E			E			
Abertura de zanjas	G	G	E			G	G		
Formación de bancales	E	E	E			E			
Empuje de rocas	G	F		G	F	F			
TRABAJOS INICIALES									
Prep. de zonas para edificar	G	G	G			G	F	F	
Construc. de caminos	G	G	G			G	G		
Extracción de tocones	G	G	F			G	E	G	G
Extracción de rocas	G	F	F			F			F
CONFORMACION DEL SUELO									
Terrazas y drenaje	E	G	E			G	F		
Construc. de albercas	G	G	F			G	F		
Habitación de tierras	E	E	F		E	E	F		
EMPUJE EN LA CARGA									
Empuje temporal con plancha	G	F		E		F			
Empuje continuo	F			E					
DESMONTE DE TIERRAS									
Extirpación de matorrales	E	F	G			F		E	E
Tala de árboles	E	F	F			F	E		E
Amontonamiento	F	F	F			F	G		E

Eficiencia en el trabajo:

E = Excelente G = Buena F = Mediana

RASTRILLOS DE APLICACION MULTIPLE FLECO

Modelo de tractor y hoja topadora		D3B		D4E		D5B		D6D			D7G			D8K		D9H		
		3SBPS	4A	4S	4SBPS	5A	5S	5SBPS	6A	6S	6SBPS	7A	7S	7SBPS	8A	8S	9A	9S
Ancho del rastrillo	m (pie)	2.11 (6'11")	2.39 (7'10")	2.39 (7'10")	2.74 (9'0")	3.12 (10'3")	2.85 (9'4")	3.20 (10'6")	3.05 (10'0")	3.05 (10'0")	3.40 (11'2")	3.35 (11'0")	3.35 (11'0")	3.66 (12'0")	3.43 (11'3")	3.43 (11'3")	3.77 (12'4.5")	3.77 (12'4.5")
Abertura en punta de dientes	mm (pulg)	280 (11")	266 (10.5")	266 (10.5")	254 (10")	279 (11")	241 (9.5")	305 (12")	266 (10.5")	266 (10.5")	305 (12")	305 (12")	305 (12")	305 (12")	305 (12")	305 (12")	343 (13.5")	343 (13.5")
Penetración de los dientes	mm (pulg)	380 (15")	380 (15")	380 (15")	483 (19")	406 (16")	406 (16")	584 (23")	406 (16")	406 (16")	533 (21")	508 (20")	508 (20")	711 (28")	508 (20")	508 (20")	533 (21")	533 (21")
Peso total	kg (lb)	526 (1160)	725 (1600)	750 (1650)	764 (1685)	1420 (3135)	1315 (2900)	1395 (3095)	1515 (3345)	1749 (3860)	1393 (3070)	2060 (4550)	2673 (5900)	2052 (4525)	2939 (6480)	3084 (6800)	4180 (9185)	4766 (10,520)

RASTRILLO DE HOJA FLECO

Modelo de tractor y hoja topadora		D3B		D4E		D5B		D6D			D7G			D8K		D9H		
		3P/3S	4A	4S	4SBPS	5A	5S	5SBPS	6A	6S	6SBPS	7A	7S	7SBPS	8A	8S	9A	9S
Ancho del rastrillo	m (pie)	2.13 (7'0")	2.77 (9'1")	2.13 (7'0")		3.18 (10'5")	2.62 (8'7")	3.55 (10'8")	2.59 (8'8")		3.68 (12'1")	2.92 (9'7")		3.96 (13'0")	2.95 (9'8")			
Abertura en punta de los dientes	mm (pulg)	273 (10.75")	305 (12")	254 (10")		330 (13")	330 (13")	330 (13")	330 (13")		381 (15")	356 (14")		419 (16.5")	330 (13")			
Penetración de los dientes	mm (pulg)	330 (13")	381 (15")	381 (15")		381 (15")	406 (16")	457 (18")	457 (18")		559 (22")	533 (21")		559 (22")	559 (22")			
Peso total	kg (lb)	222 (490)	331 (730)	313 (690)		576 (1270)	526 (1160)	721 (1590)	662 (1460)		1111 (2450)	993 (2190)		1261 (2760)	1084 (2390)			

RASTRILLO DE ROCAS Y RAICES FLECO

Modelo de tractor y hoja topadora		D3B		D4E		D5B		D6D			D7G			D8K		D9H		
		3P/3S	4A	4S	4SBPS	5A	5S	5SBPS	6A	6S	6SBPS	7A	7S	7SBPS	8A	8S	9A	9S
Ancho del rastrillo	m (pie)	2.03 (6'8")	2.39 (7'10")	2.39 (7'10")		2.82 (9'3")	2.62 (8'7")	3.02 (9'11")	3.02 (9'11")		3.10 (10'2")	3.10 (10'2")		3.43 (11'3")	3.40 (11'2")			
Abertura en punta de los dientes	mm (pulg)	280 (11")	250 (10")	250 (10")		250 (10")	250 (10")	250 (10")	250 (10")		280 (11")	280 (11")		300 (12")	300 (12")			
Penetración de los dientes	mm (pulg)	381 (15")	483 (19")	483 (19")		584 (23")	584 (23")	533 (21")	533 (21")		711 (28")	711 (28")		711 (28")	711 (28")			
Altura total del rastrillo para maleza	m (pie)	1.32 (4'4")	1.37 (4'6")	1.37 (4'6")		1.47 (4'10")	1.47 (4'10")	1.45 (4'9")	1.45 (4'9")		1.63 (5'4")	1.73 (5'8")		1.91 (6'3")	1.91 (6'3")			
Peso total	kg (lb)	525 (1160)	640 (1405)	680 (1500)		1230 (2715)	1390 (3075)	1200 (2640)	1470 (3250)		1690 (3720)	1800 (3980)		2670 (5890)	6180 (2803)			

BPS = Baja presión sobre el suelo

RASTRILLOS DE APLICACION MULTIPLE ROME SERIE MA (MODELO 9 DIENTES)

Modelo de tractor	Modelo de Rastrillos	Dientes	Ancho total del rastrillo		Abertura en punta de los dientes		Peso	
			m	pie	mm	Pulg	kg	lb
D5 y D5B	MA-136-5A	—	3.43	11.25'	360	14.0"	1130	2500
	MA-136-5R	—	3.43	11.25'	360	14.0"	1580	3475
	MA-136-5S	—	3.43	11.25'	360	14.0"	1130	2700
D5BPS	MA-151-5LA	9	3.81	12.5'	360	14.0"	1180	2600
	MA-151-5LR	9	3.81	12.5'	360	14.0"	1640	3610
	MA-151-5LS	9	3.81	12.5'	360	14.0"	1270	2800
D6C y D6D	MA-136-6A	9	3.43	11.25'	360	14.0"	1320	2900
	MA-136A-6A	9	3.43	11.25'	360	14.0"	1360	3000
	MA-136-6R	9	3.43	11.25'	360	14.0"	1740	3825
	MA-136A-6R	9	3.43	11.25'	360	14.0"	1780	3925
	MA-136-6S	9	3.43	11.25'	360	14.0"	1400	3100
D6CBPS	MA-151-6LA	9	3.81	12.5'	360	14.0"	1420	3140
	MA-151-6LR	9	3.81	12.5'	360	14.0"	1870	4120
	MA-151-6LS	9	3.81	12.5'	360	14.0"	1470	3240
D7E, D7F y D7G	MA-144-7R	9	3.66	12.0'	360	14.0"	2600	5750
	MA-144-7S	9	3.66	12.0'	360	14.0"	2450	5400
D8H y D8K	MA-152-8R	9	3.87	12.7'	370	14.5"	3120	6870
	MA-152-8KS	9	3.87	12.7'	370	14.5"	2590	5700
	MA-152-8S	9	3.87	12.7'	370	14.5"	2590	5700

BPS = Baja presión sobre el suelo

Desmunte de Tierras

Taladores y Empujadores de árboles

- Fleco
- Rome

TALADORES EN "V" FLECO

Modelo del tractor	D4E		D5B		D6D		D7G		D8K			
Modelo Fleco	VT4		VT6		VT6		VT7		VT8			
Ancho de corte	2.49 m	8'2"	3.05 m	10'0"	3.05 m	10'0"	3.30 m	10'10"	3.66 m	12'0"	4.27 m	14'0"
Alto total	1.04 m	3'5"	1.12 m	3'8"	1.12 m	3'8"	1.24 m	4'1"	1.30 m	4'3"	1.30 m	4'3"
Extensión del espalón	610 mm	24"	760 mm	30"	760 mm	30"	940 mm	37"	1.22 m	4'8"	1.22 m	4'0"
Peso	1710 kg	3780 lb	2270 kg	5000 lb	2760 kg	6080 lb	3720 kg	8200 lb	5550 kg	12,260 lb	5710 kg	12,600 lb

EMPUJADORA DE ARBOLES FLECO (Ancho completo, montado en la hoja topadora)

Altura máxima	No disponible	No disponible	No disponible	4.72 m	15'6"	—	4.80 m	15'9"
Altura mínima	—	—	—	2.67 m	8'9"	—	2.49 m	8'2"
Peos	—	—	—	2380 kg	5260 lb	—	3610 kg	8000 lb

EMPUJADORA DE ARBOLES FLECO (Viga simple, montada en la hoja empujadora)

Altura máxima	3.4 m	11'2"	3.9 m	13'0"	3.9 m	13'0"	4.6 m	15'0"	—	5.5 m	18'0"
Altura mínima	1.2 m	4'0"	1.5 m	5'0"	1.5 m	5'0"	2.1 m	7'0"	—	2.7 m	9'0"
Peso	730 kg	1600 lb	950 kg	2100 lb	1300 kg	2860 lb	1502 kg	3310 lb	—	2920 kg	6460 lb

TALADORA DE ARBOLES EN "V" ROME

Modelo de tractor	D7F & D7G		D8H		D8K	
Modelo Rome	RV7		RV8H		RV8K	
Ancho de corte	3.66 m	12'0"	4.27 m	14'0"	4.27 m	14'0"
Alto total	1.25 m	4'1"	1.35 m	4'5"	1.35 m	4'5"
Peso	4330 kg	9560 lb	5680 kg	12,670 lb	5680 kg	12,670 lb

EMPUJADORA DE ARBOLES ROME (Ancho total, montada en la hoja topadora)

Modelo del tractor	D7G		D8K	
Modelo Rome	RTP-7000		RTP-8000	
Altura máxima	4.88 m	16'0"	5.18 m	17'0"
Altura mínima	2.52 m	8'3"	2.82 m	9'3"
Peso	2340 kg	5150 lb	3321 kg	7160 lb

CUCHILLAS ROME K/G

Modelo del tractor	Tractores equipados con bastidor "C" Caterpillar						Tractores equipados con bastidor "C" Rome					
	D5B	D6D	D7G	D8K	D6D BPS	D6D	D7G BPS	D7G*	D7G	D8H	D8K*	D8K
Modelo de la cuchilla	KGBA6B	KGBA6CA	KGBA7E	KGBA8	KGB8CLGP	KGB8CA	KGB7FLGP	KGB7FTCA	KGB7F	KGB8	KGB8KTC	KGB8K
Ancho total	m	3.16	3.16	3.40	3.76	3.76	3.16	3.40	3.40	3.76	3.76	3.76
Montado	pulg	(10'4.5")	(10'4.5")	(11'2")	(12'4")	(12'4")	(10'4.5")	(11'2")	(11'2")	(12'4")	(12'4")	(12'4")
Peso	kg	1520	1530	2350	3090	2700	2282	3770	3560	3420	5160	5320
	Lb	(3360)	(3380)	(5180)	(6820)	(5950)	(5030)	(8310)	(7840)	(7530)	(11,380)	(11,720)

BPS = Baja presión sobre el suelo

* Equipado con cilindro de inclinación Caterpillar

RASTRILLAS FLECO PARA CARGADORAS DE RUEDAS

Tipo de rastrillo y modelo de cargadora de ruedas	910		920		930		950		966C		980C		988B
	Rastrillo para desmonte	Rastrillo para apilar	Rastrillo para desmonte	Rastrillo para apilar	Rastrillo para desmonte	Rastrillo para apilar	Rastrillo para desmonte	Rastrillo para apilar	Rastrillo para desmonte	Rastrillo para apilar	Rastrillo para desmonte	Rastrillo para apilar	Rastrillo para desmonte
Ancho del rastrillo	m	1.85	1.85	2.08	2.08	2.67	2.67	2.67	2.67	2.82	2.82	2.85	2.85
	(pie)	(6'1")	(6'1")	(6'10")	(6'10")	(8'9")	(8'9")	(8'9")	(8'9")	(9'3")	(9'3")	(9'4")	(9'4")
Largo de diente debajo del bastidor	mm	610	610	610	787	610	787	610	787	610	864	635	889
	(pulg)	(24")	(24")	(24")	(31")	(24")	(31")	(24")	(31")	(24")	(34")	(25")	(35")
Abertura en punta de los dientes	mm	279	279	267	267	254	254	254	254	273	273	241	273
	(pulg)	(11")	(11")	(10.5")	(10.5")	(10")	(10")	(10")	(10")	(10.75")	(10.75")	(9.5")	(10.75")
Peso del rastrillo	kg	623	692	730	903	960	1120	1184	1202	1497	1615	1960	2309
	(lb)	(1375)	(1525)	(1610)	(1990)	(2160)	(2470)	(2610)	(2650)	(3300)	(3580)	(4320)	(5060)
Altura de la barra del paragolpe (máxima) en posición de empuje	m	3.26	3.26	3.56	3.61	3.76	3.76	4.01	4.12	4.27	4.17	4.12	4.06
	(pie)	(10'8")	(10'8")	(11'8")	(11'10")	(12'4")	(12'4")	(13'2")	(13'6")	(14'0")	(13'8")	(13'6")	(13'4")

RASTRILLO FLECO PARA CARGADORES DE CADENAS

Tipo de rastrillo y modelo de cargadora de ruedas	931B		941B		951C		955L		977L		963B
	Rastrillo para desmonte	Rastrillo para apilar	Rastrillo para desmonte	Rastrillo para apilar	Rastrillo para desmonte	Rastrillo para apilar	Rastrillo para desmonte	Rastrillo para apilar	Rastrillo para desmonte	Rastrillo para apilar	Rastrillo para desmonte
Ancho del rastrillo	m	1.85	1.85	2.03	2.03	2.21	2.21	2.21	2.21	2.85	2.85
	(pie)	(6'1")	(6'1")	(6'8")	(6'8")	(7'3")	(7'3")	(7'3")	(7'3")	(9'4")	(9'4")
Largo de diente debajo del bastidor	mm	610	610	610	810	610	860	610	860	635	915
	(pulg)	(24")	(32")	(24")	(32")	(24")	(34")	(24")	(34")	(25")	(36")
Abertura en punta de los dientes	mm	279	279	279	279	279	279	279	279	254	279
	(pulg)	(11")	(11")	(11")	(11")	(11")	(11")	(11")	(11")	(10")	(11")
Peso del rastrillo	kg	623	692	789	960	1148	1310	1197	1310	1920	2050
	(lb)	(1375)	(1525)	(1740)	(2107)	(2530)	(2879)	(2640)	(2889)	(4237)	(4520)
Altura de la barra del paragolpe (máxima) en posición de empuje	m	3.15	3.15	3.50	3.50	3.91	3.98	3.96	3.86	4.32	4.27
	(pie)	(10'4")	(10'4")	(11'6")	(11'6")	(12'10")	(13'0")	(13'0")	(12'6")	(14'2")	(14'0")

COMPARATIVO DE MARCAS
TRACTORES



modelo	Motor	potencia neta	tipo de transmision	max. vel. de avance	max. vel. de reversa	largo de zapata etd. (ft-in)	largo total con hoja recta (ft-in)	presión al suelo (psi)	max. tracción al gancho (lb)	peso de operación (lb)
Ayer's Cliff Industries										
AC-30	Petter P 600-2	30	hydrostatic	5	5	4	9'7"	5	5,000	5,280
Benati, USA										
BEN-8.14	Fiat 83611	144	hydrostatic	6.5	6.5	7'10"	15'1"	8.1	46,300	29,762
Ji Case										
450C Angle Tilt	Case 4-390	63	power-shift	6.3	6.9	5'9"	12'7"	5.2	18,759	11,800
450C LGP	Case 4-390	63	power-shift	6.3	6.9	7'8"	12'7"	3.22	23,108	12,795
850D Angle Tilt	Case 6-590	82	power-shift	6.3	6.9	6'4"	13'1"	5.29	36,706	16,100
850D LGP	Case 6-590	82	power-shift	6.3	6.9	8'3"	13'1"	4.12	36,602	18,700
1150D Tilt	Case A504BD	110	power-shift	6.2	7.4	8'	15'4"	5.9	48,900	23,014
1150D Angle Tilt Pitch	Case A504BD	110	power-shift	6.2	7.4	8'	15'6"	5.7	48,900	23,474
1150D LGP	Case A504BD	110	power-shift	6.2	7.4	9'	15'4"	3.72	48,900	24,550
1450B Angle	Case A504BDT	140	power-shift	5.4	6.5	8'2"	16'5"	7.1	64,600	30,370
1450B Tilt	Case A504BDT	140	power-shift	5.4	6.5	8'2"	15'11"	7	64,600	29,890
1450B Angle Tilt Pitch	Case A504BDT	140	power-shift	5.4	6.5	8'2"	16'5"	7.3	64,600	31,400
1450B LGP	Case A504BDT	140	power-shift	5.4	6.5	9'6"	16'11"	4.5	64,600	34,550
Caterpillar										
D3B	Cat 3204	65	planetary power-shift*	6.6	7.1	5'10"	12'2"	8.9	36,000	15,245
D3B Custom 75	Cat 3204	75	planetary power-shift*	6.6	7.1	5'10"	12'2"	6.2	36,000	16,250
D4E	Cat 3304	80	planetary power-shift*	5.9	7.1	6'6"	12'8"	8.7	39,000	20,040
D4H	Cat 3204	67	planetary power-shift*	6.3	7.6	6'8"	10'8"	8.7	41,000	24,700
D5B	Cat 3306	105	planetary power-shift*	6.3	7.6	7'9"	15'1"	9.2	43,000	25,615
D5H	Cat 3304	120	planetary power-shift*	6.3	7.6	7'3"	14'10"	9	53,000	26,875
D6D	Cat 3306	140	planetary power-shift*	6.6	7.9	7'9"	15'9"	10.3	51,000	34,600
D7G	Ca: 3306	200	planetary power-shift*	6.2	7	8'5"	17'4"	10.6	78,000	45,560
D7H	Cat 3306	215	planetary power-shift*	7.4	9.1	8'2"	18'3"	11	84,000	50,255
D8L	Ca: 3408	335	planetary power-shift*	7.4	9.1	9'	20'4"	14.8	133,000	82,487
D9L	Ca: 3408	460	planetary power-shift*	7.6	9.3	10'5"	22'11"	17.3	175,000	115,693
D10	Ca: D348	700	planetary power-shift*	7.4	8.9	11'12"	24'8"	20.4	271,000	175,526
Deere & Co.										
350D/6305	Deere 3-179D	48	selective sliding gear	6.5	6.5	5'2"	11'3"	5.5	11,700	10,600
450E/6405	Deere 4-276D	70	power-shift	6.5	6.2	5'8"	12'8"	6.3	18,200	14,590
550B/6405	Deere 4-276T	78	power-shift	5.73	6.8	5'8"	12'4"	6.6	40,000	15,475
750B/6505	Deere 6-414T	120	hydrostatic	6.5	6.5	7'8"	16'2"	9.6	47,500	31,300
750BLGP	Deere 6-414T	120	hydrostatic	6.5	6.5	9'	16'5"	4.5	47,500	34,000
750B narrow gauge	Deere 6-414T	120	hydrostatic	6.5	6.5	6'10"	15'6"	9.02	47,500	29,239
750B wide track	Deere 6-414T	120	hydrostatic	6.5	6.5	9'	15'6"	5.1	47,500	31,375
850B/6540 long-track	Deere 6-466A	165	hydrostatic	6.5	6.5	7'10"	17'6"	8.98	65,000	38,440

COMPARATIVO DE MARCAS
TRACTORES (CONTINUACION)



modelo	Motor	potencia neta	tipo de transmision	max. vel. de avance	max. vel. de reversa	largo de zapata etd. (ft-in)	largo total con hoja recta (ft-in)	presión al suelo (psi)	max. tracción al gancho (lb)	peso de operación (lb)
Deere & Co.										
850B/6545	Deere 6-466A	165	hydrostatic	6.5	6.5	7'10"	16'	9.55	65,000	36,285
850BLGP	Deere 6-466A	165	hydrostatic	6.5	6.5	10'6"	18'	4.81	65,000	43,500
Dresser Industries										
TD-7E	IH D-239	65	power-shift countershaft	5.8	6.7	5'7"	12'6"	6.3	28,000	13,910
TD-8E	IH DT-238	78	power-shift countershaft	5.7	6.7	5'10"	12'9"	6.9	33,000	17,150
TD-12	IH D-466	110	power-shift countershaft	6.2	7.3	7'	15'2"	9.6	50,000	28,100
TD-12LGP	IH D-466	110	power-shift countershaft	6.2	7.3	9'	17'6"	4.4	50,000	32,320
TD-12 wide track	IH D-466	110	power-shift countershaft	6.2	7.3	9'	15'5"	4.7	50,000	30,500
TD-12 long track	IH D-466	110	power-shift countershaft	6.2	7.3	7'	17'6"	8.3	50,000	29,200
TD-15C	IH DT-466C	140	power-shift countershaft	6	7	7'	16'5"	9.5	70,000	31,520
TD-15CLGP	IH DT-466C	140	power-shift countershaft	6	7	10'	23'1"	4.6	70,000	38,670
TD-20E	IH DVT-800	210	power-shift countershaft	6.3	7.3	8'	19'5"	10	132,000	48,230
TD-20E direct drive	IH DVT-800	210	power-shift countershaft	6.1	7.3	8'3"	19'5"	10.4	68,120	48,230
TD-20E drawbar	IH DVT-800	230	power-shift countershaft	6.4	7.7	8'5"	15'1"	8.1	69,340	38,800
TD-25G	Cummins KT-1150C	320	power-shift countershaft	6.4	7.7	9'	21'9"	13.3	200,000	72,500
TD-40	Cummins KTA-1150C	460	power-shift countershaft	7	8.2	10'	26'4"	14.9	230,000	114,700
Fiatallis										
FD 5	Fiat 8045	63	power-shift countershaft	6.29	7.14	5'11"	12'2"	6.2	22,000	14,330
FD 7	Fiat 8065	78	power-shift countershaft	6.52	7.37	6'5"	12'8"	6.1	35,000	17,273
FD 9	Fiat 8065T	107	power-shift countershaft	5.78	6.79	6'10"	14'5"	7.6	50,000	23,950
10-C	Fiat 8365	122	power-shift countershaft	5.1	5.5	8'	15'	7.95	45,000	28,263
14-C 6-roller	Fiat 8205	150	power-shift countershaft	5.8	7	8'3"	15'11"	9.8	70,000	36,706
14-C 7-roller	Fiat 8205	150	power-shift countershaft	5.8	7	8'3"	15'11"	7.8	70,000	37,900
FD 20	Fiat 8215	223	power-shift countershaft	5.88	6.5	8'8"	17'8"	11	105,000	53,759
FD 30	Fiat 82P5T	300	power-shift countershaft	6.9	7.8	9'	20'3"	12.4	75,000	73,910
FD 40	Cummins KTA-1150	455	power-shift countershaft	6.6	7.4	10'11"	23'9"	13.3	120,000	111,635
FD 50	Cummins VT-1710	550	power-shift countershaft	6.7	7.4	11'	24'7"	13.5	140,000	129,375
Komatsu										
D31A-17	Komatsu 4D105-5	66	hydroshift	4	4.4	7'11"	12'4"	6.16	19,200	14,530
D31P-17	Komatsu 4D105-5	66	hydroshift	4	4.4	7'5"	12'11"	3.85	19,090	15,610
D41A-3	Komatsu 6D105-1	90	hydroshift	4.7	5.8	7'1"	15'7"	9.41	26,850	25,380
D41P-3	Komatsu 6D105-1	90	planetary	4.7	5.8	8'1"	15'10"	4.48	27,560	25,540
D53A-17	Komatsu 6D125	124	torqflow	6.1	7.4	7'8"	15'3"	8.9	NA	29,970
D53P-17	Komatsu 6D125	124	torqflow	5.3	6.3	9'7"	16'9"	4.15	NA	33,920
D65E-8	Komatsu 6D125	165	torqflow	6.8	8.5	8'	18'	8.81	NA	40,220
D65P-8	Komatsu 6D125	165	torqflow	6	7.4	9'10"	18'4"	4.56	NA	42,200
D85E-18	Kom-Cum NT855	220	torqflow	6.9	8.2	8'7"	19'11"	9.71	NA	55,940
D85P-18	Cummins NT855	220	torqflow	7	8.2	10'4"	20'8"	6	NA	59,270
D150A-1	Komatsu S6D155-4	300	constant mesh	8	5.6	9'3"	21'6"	10.81	NA	59,350
D155A-1	Komatsu S6D155-4	320	torqflow	7.3	8.5	9'3"	22'11"	13.23	NA	78,770
D355A-3	Komatsu SA6D155-4A	410	torqflow	7.9	7.8	9'11"	24'2"	14.4	NA	106,620
D375A-1	Komatsu SA6D170B	508	torqflow	7.3	9.8	10'2"	25'7"	13.94	NA	100,790
D455A-1	Cummins VTA1710-C800	650	torqflow	9.1	9	11'2"	38'8"	18.9	NA	162,335

COMPARATIVO DE MARCAS
TRACTORES (CONTINUACION)



modelo

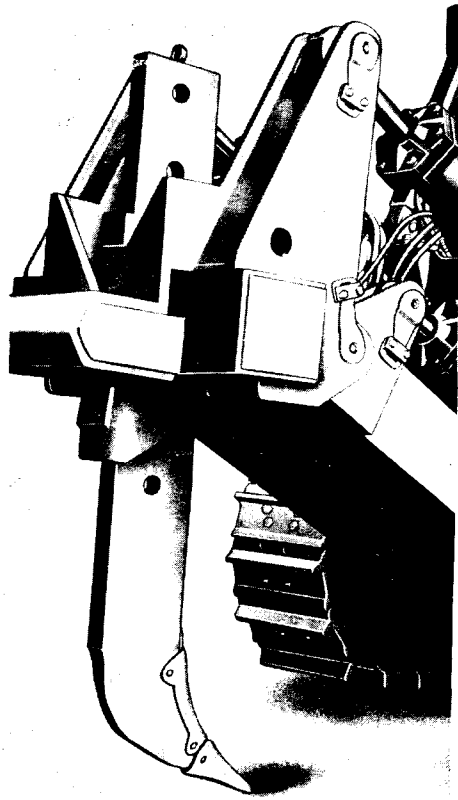
Motor	potencia neta	tipo de transmision	max. vel. de avance	max. vel. de reversa	largo de zapata etd. (ft-in)	largo total con hoja recta (ft-in)	presion al suelo (psi)	max. traccion al gancho (lb)	peso de operacion (lb)	
Liebherr-America										
PR 711	Mercedes OM352	85	hydrostatic	6	6	5'1"	14'5"	6.61	30,200	22,920
PR 721C	Mercedes OM352A	110	hydrostatic	6.2	6.2	5'4"	15'1"	6.97	35,275	27,115
PR 731C	Mercedes OM421	150	hydrostatic	6.2	6.2	8'6"	15'5"	6.82	44,200	32,045
PR 741C	Mercedes OM421A	200	hydrostatic	6.2	6.2	9'	17'4"	7.96	55,250	41,990
PR 751	Cummins KT-1150C	330	hydrostatic	6	6	10'4"	20'2"	11.5	119,050	80,730
Terex Corp.										
D700A	DD 6V-71T	205	planetary power-shift	7	7.9	8'5"	17'7"	10.2	106,000	43,503
D750	DD 8V-71T	260	planetary power-shift	7	8.4	8'4"	20'	11.3	124,000	61,872
D800	DD 12V-71T	350	planetary power-shift	7.2	8.5	9'	21'	13.7	164,000	73,500

2.6 DESGARRADORES

Existen diversos tipos de desgarradores, todos ellos hidráulicos y con puntas intercambiables.

DESGARRADOR AJUSTABLE DE UN DIENTE.-

Desgarra roca dura, morrena glacial, carbón, facilitando el empuje y disminuyendo la voladura. Un DIO puede con esta herramienta desgarrar piedra caliza en canteras. De acero de sección en caja, con recio diseño de paralelogramo absorbe las cargas de impacto y mantiene constante el ángulo de la punta. Ángulo de ataque ajustado hidráulicamente (se ofrece también ajuste manual). El desgarrador estándar para el D8 desgarr a 1204 mm - (47m4") ... D9 a 1357 mm. (53,4")...DIO a 1824 mm. (71,8") El desgarrador profundo para el D8 desgarr a 1788 (70,4").



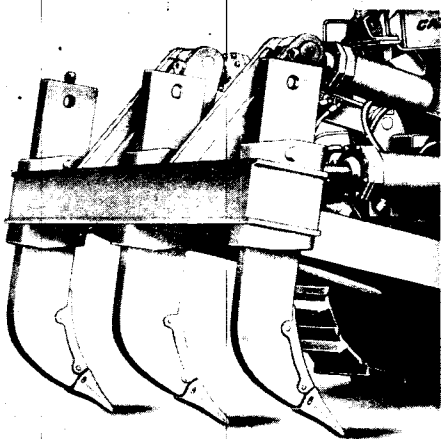
DESGARRADOR DE UN DIENTE

DESGARRADORES AJUSTABLES° TIPO PARALELOGRAMO MULTIDIENTES.

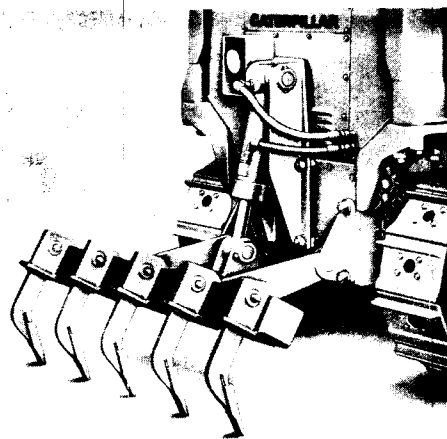
Rompen suelo duro apisonado y aflojan piedras enterradas acelerando el trabajo de empuje. El control hidráulico permite ajustar el ángulo de desgarramiento mientras el tractor se mueve. El tipo de paralelogramo mantiene constante el ángulo de penetración a cualquier profundidad reduciendo la presión vertical que el desgarrador requiere para permanecer enterrado y haciendo que el peso se distribuya en todo el bastidor de las cadenas, más tracción y potencia. (42,5"). Puede escoger uno, dos o tres dientes, lo que más convenga al trabajo. La máxima profundidad de desgarramiento que se logra con este tipo es de 1080 mm.

DESGARRADOR ESCARIFICADOR DE MONTAJE ARTICULADO.

puede utilizar hasta cinco dientes para excavar en suelo con piedras enterradas, arcilla endurecida, tierra congelada y caminos de acarreo apisonados facilitando el empuje de material. Con el bastidor ancho se puede escarificar cerca de curva, linderos y bases. Penetración máxima - 279 mm. (11")



DESGARRADOR DE
TRES DIENTES



DESGARRADOR ESCARIFICADOR
DE MONTAJE ARTICULADO.

La condición de las rocas determina su facilidad de desgarramiento. Aunque las rocas sedimentarias son las más ventajosas para utilizar el desgarrador, y las rocas volcánicas y metamórficas ofrecen más dificultades, los granitos descompuestos y otras rocas volcánicas y metamórficas sometidas a la acción de los elementos, suelen ser desgarrables a poco costo.

No existen dificultades, o muy pocas, con respecto a la capa dura de arado, las arcillas esquistosas, o la grava cementada. Asimismo, las rocas muy estratificadas o laminares son de fácil desgarramiento. Sin embargo, las formaciones de rocas en mantos de gran espesor generalmente deben fragmentarse con explosivos.

Con lo expuesto, comienzan a definirse las características físicas que favorecen el desgarramiento. Las más importantes son las siguientes:

- 1.- Fracturas, fallas, y planos que reducen la resistencia.
- 2.- La acción de los elementos, en particular los cambios de temperatura y humedad.
- 3.- Fragilidad y naturaleza cristalina.
- 4.- Alto grado de estratificación o estructura laminar.
- 5.- Grano grueso.
6. Formaciones permeables de arcilla, arcilla esquistosa y rocas diversas.

7. Poca resistencia a la compresión. La lista de condiciones desfavorables para el desgarramiento es casi tan larga como la lista de las favorables. Las siguientes características dificultan el desgarramiento:

1. Masas grandes y homogéneas.
2. De naturaleza no cristalina, o sea que no son quebradizas.
3. Sin planos de poca resistencia.
4. De grano fino y sólido agente de cementación.
5. Derivada de arcilla en que la humedad puede impedir el desgarramiento, debido a que la materia se torna plástica.

Estas indicaciones, que ayudan a determinar la desgarrabilidad, generalmente se basan tan sólo en observaciones. Los estratos, fallas y fracturas visibles suelen indicar alto grado de desgarrabilidad, pero quedan excluidas de la evaluación las condiciones que no son visibles. Las rocas que son lo suficientemente blandas para quebrarse al ser arrojadas contra una superficie sólida, serían muy desgarrables. Si al rebotar producen un sonido resonante, probablemente no son desgarrables. Estas indicaciones, que se obtienen sólo en la superficie o cerca de ella, sólo suministran una descripción parcial.

Puesto que el grado de dureza es un factor muy importante, se han hallado formas prácticas para determinar el grado de dureza, basándose en la resistencia que opone una materia a ser rayada por otra. Con tal finalidad se utilizan como materias "rayadoras" trozos de ciertas rocas,

una moneda de cobre, un cortaplumas, o la uña. Aplicando la escala de Mohs, las uñas de las manos tienen una dureza algo mayor de 2; una moneda de cobre corresponde más o menos a 3; y la hoja de un cortaplumas, a un poco más 5. Con algo de práctica se puede estimar con rapidez la dureza de las rocas basándose en la facilidad con que pueden ser rayadas.

Las siguientes materias se han dispuesto en orden decreciente de dureza y constituyen lo que se denomina la escala de dureza de Mohs.

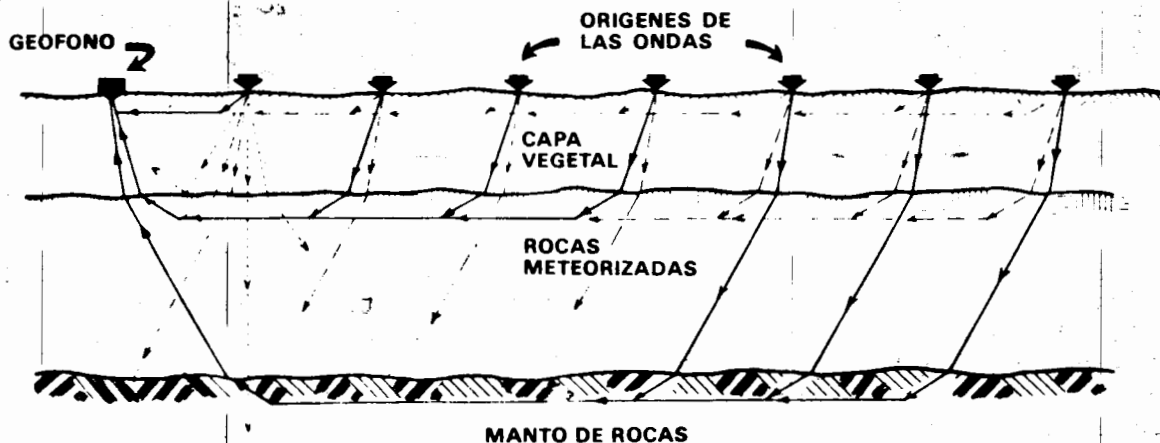
MINERAL O ROCA	INDICE DE DUREZA DE LA ESCALA DE MOHS.	KG/m3
Diamante	10,0	3495
Curazo	7,0	2645
Basalto	7,0	3000
Horsteno	6,5	2645
Feldespato	6,2	2645
Gneis	5,2	2695
Esquistos	5,0	2705
Magnetita	4,2	5210
Granito	4,2	2725
Arenisca	3,8	2420
Dolomita	3,7	2565
Piedra caliza	3,3,	2690
Pizarra	3,1	2805
Calcita	3,0	2690
Antracita	3,0	1590
Mármol	3,0	2405
Carbón bituminoso	2,5	1300
Mica	2,3	2805
YESO	2,0	2310
Talco	1,0	2710

Este método para determinar la dureza de las rocas es bueno únicamente con rocas blandas, o sea las que pueden rayarse con la uña, con una moneda de cobre, o un cortaplumas. Tales rocas generalmente se pueden desgarrar, sea cual sea su formación. Cuando se trata de rocas más duras, tales como piedra caliza o arenisca, es necesario observar el grado de consolidación de las formaciones.

Aunque lo mejor es la verificación por medio de una prueba, puede ser muy costoso, de modo que debe hallarse un método y barato.

SISMOGRAFO DE REFRACCION

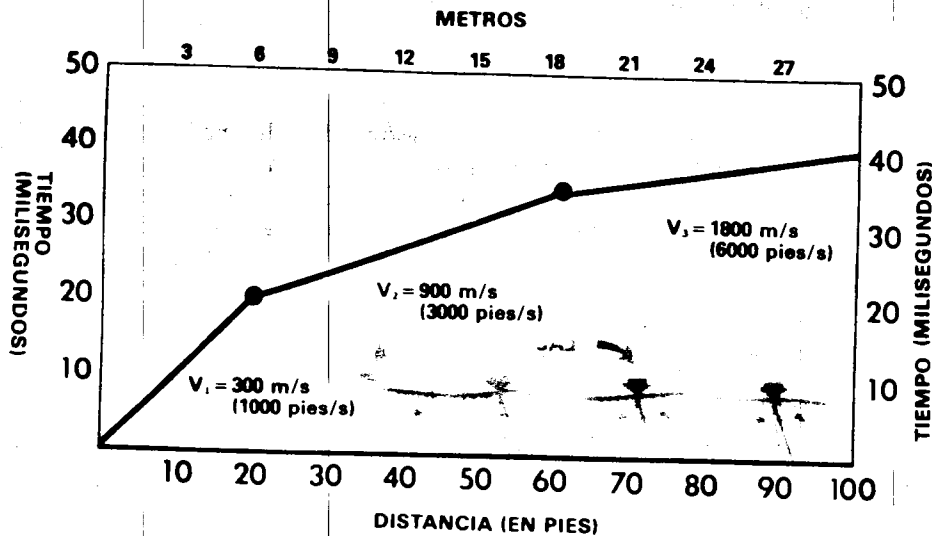
En 1958, se ideó la forma de utilizar el sismógrafo de refracción a fin de medir la desgarrabilidad de diversas materias. Indica el grado de consolidación, con inclusión de factores tales como la dureza de las rocas, su estratificación, su grado de fragmentación y su descomposición o meteorización (los estragos que producen los fenómenos atmosféricos).



El análisis sísmico se basa en el tiempo en que invierten las ondas sísmicas en su recorrido a través de diferentes clases de materias del subsuelo: grava, arcilla, esquistosa, rocas, etc. La velocidad en rocas, etc. La velocidad en rocas densas y duras alcanza hasta 6100 m/s; y en tierra floja es tan sólo de 300 m/s. Por lo tanto, puede determinarse el grado de consolidación si se mide la velocidad de las ondas sísmicas a través de varias capas de materiales. Con estos datos, se escoge debidamente el equipo y los métodos más adecuados.

Las ondas sonoras se producen golpeando con una mandarina una plancha de acero a diferentes distancias del receptor del geófono. El tiempo transcurrido entre el golpe con la mandarina y el registro de la onda sonora en el geófono se registra en el tablero del instrumento. La primera onda sísmica que llega al geófono puede ser una de mínimo recorrido, o una de mayor recorrido, pero de mayor velocidad, debido a que el material que atraviesa es más denso.

Las líneas llenas del diagrama representan los recorridos de las ondas sonoras registradas por el geófono. Suponiendo que las velocidades de las ondas sísmicas a través de la tierra vegetal, roca meteorizada, y manto de roca son de 300, 900 y 1800 m/s, respectivamente, la gráfica muestra la razón de que las ondas de recorrido más largo puedan llegar primero al geófono. Las líneas de puntos muestran los recorridos de las ondas sísmicas que han invertido más tiempo.



Para facilitar el trazado de la gráfica de tiempo en relación con la distancia, que aparece arriba, espacie los puntos de origen de las ondas a distancias de 3 metros. Las inclinaciones de los tres segmentos de la curva representan la velocidad de las ondas a través de cada capa. Para hallar la velocidad de las ondas sonoras a través de las capas se utiliza la siguiente fórmula:

$$V = \frac{D}{T}$$

En esta fórmula, la letra D es la distancia desde el punto en que se golpeó la plancha de acero hasta el géofono, y T es el tiempo transcurrido. Los puntos quedan alineados por cada tipo de material, puesto que las velocidades son iguales en consolidaciones similares. Las líneas rectas trazadas por los puntos adyacentes de la gráfica de arriba representan tres tipos de materias. Mientras menor sea la inclinación de la línea, mayor es la consolidación de la materia.

Los datos sobre la velocidad, obtenidos en una prueba, se pueden correlacionar con los de pruebas anteriores con materias similares, donde se conocía el grado de desgarrabilidad. Se ha preparado con bastante exactitud una escala de desgarrabilidad para la mayoría de materias comunes, basándose en las velocidades de las ondas sonoras. La gráfica muestra las velocidades de las materias desgarrables, así como las materias de velocidad más alta, usualmente demasiado densas para desgarrarse.

Es simple hacer en la obra un análisis de los materiales. Se invierten de 10 a 20 minutos en cada prueba y en la estimación de las velocidades de las ondas sonoras. El resultado de la comparación entre las velocidades de las ondas registradas y las obtenidas en trabajos anteriores, con materias similares, constituye una buena indicación del rendimiento del desgarrador, y la producción que debe esperarse. En los casos en que se ha hecho esto y se han observado los resultados, se ha visto que la predicción sobre la desgarrabilidad

fue muy exacta.

Además de hallar el grado de consolidación (o desgarrabilidad) de cada capa, es posible conocer el espesor de cada una. Esto es importante para el ingeniero o el contratista que necesita saber la cantidad que hay en el subsuelo de una determinada materia.

Mediante la siguiente fórmula puede calcularse la profundidad de cada cambio en la consolidación.

$$D = \frac{X}{2} \cdot \frac{V_2 - V_1}{V_2 + V_1}$$

D= Profundidad

X= Distancia a lo largo de la parte inferior de la gráfica, desde cero hasta el punto de intersección.

V1= La velocidad de la onda en la capa superior.

V2= La velocidad en la siguiente capa de abajo.

Por lo tanto, pueden hallarse el grado de consolidación y el espesor de las capas del subsuelo con ayuda del sismógrafo de refracción. Sin embargo, el sismógrafo solamente da resultados exactos cuando se intensifica gradualmente la dureza de las capas al aumentar la profundidad.

Sólo el Vástago de velocidad se utiliza en los desgarradores en paralelogramo y de tipo en paralelogramo ajustable Caterpillar. Un vástago es adecuado para el desgarrador No. 8D y también para el de un solo Vástago No. 8D y No. 9D. Los vástagos para desgarradores de varios vástagos son de diferente longitud para el No. 8D y el No. 9D, pero son intercambiables. Las profundidades máximas de penetración son las siguientes.

D9-

No. 9 de serie D,

de Varios Vástagos.....990 mm No. 9 de serie D,

de Un Vástago.....1400 mm No. 9 de un Vástago para

Desgarramiento Profundo.....1960 mm

D8-

No. 8 de serie D,

de varios vástagos.....710 mm No. 8 de serie D,

de un Vástago.....1220 mm No. 8 de serie D, de un Vástago para

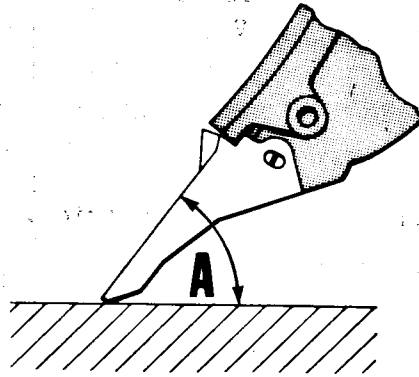
Desgarramiento Profundo 1780 mm

Protectores de Vástagos- Se requieren para todos los vástagos de Caterpillar. Los protectores reemplazables se fijan con pasadores al borde delantero del vástago, a fin de protegerlo del desgaste y de materias abrasivas, y extienden considerablemente su duración.

Hay puntas de desgarrador de muchos tamaños y formas. Deben tener tres ventajas de diseño:

1. Buena penetración.
2. Buenas características de fractura.
3. Buena duración.

Todos están de acuerdo que la penetración depende de la presión descendente, y muchos expertos opinan que también tiene gran importancia el ángulo de penetración. Es el ángulo formado por la cara delantera superior de la punta y el terreno (el ángulo "A" en la ilustración) cuando se va a iniciar la penetración. El ángulo más adecuado varía según el trabajo, pues depende de la clase de materia y de su densidad. La aptitud de elegir el mejor ángulo de penetración para una materia determinada asegura un desgarramiento óptimo.



El factor principal para determinar los efectos que tendrá un vástago y punta determinados en una formación dura es la característica de fragmentación del material. El ancho de la punta y el grado de levantamiento que se produce en el material son también factores importantes. Puesto que algunas materias se fragmentan con mucha más facilidad que otras, suele ser necesario probar diversos métodos para decidir cuáles son las mejores herramientas.

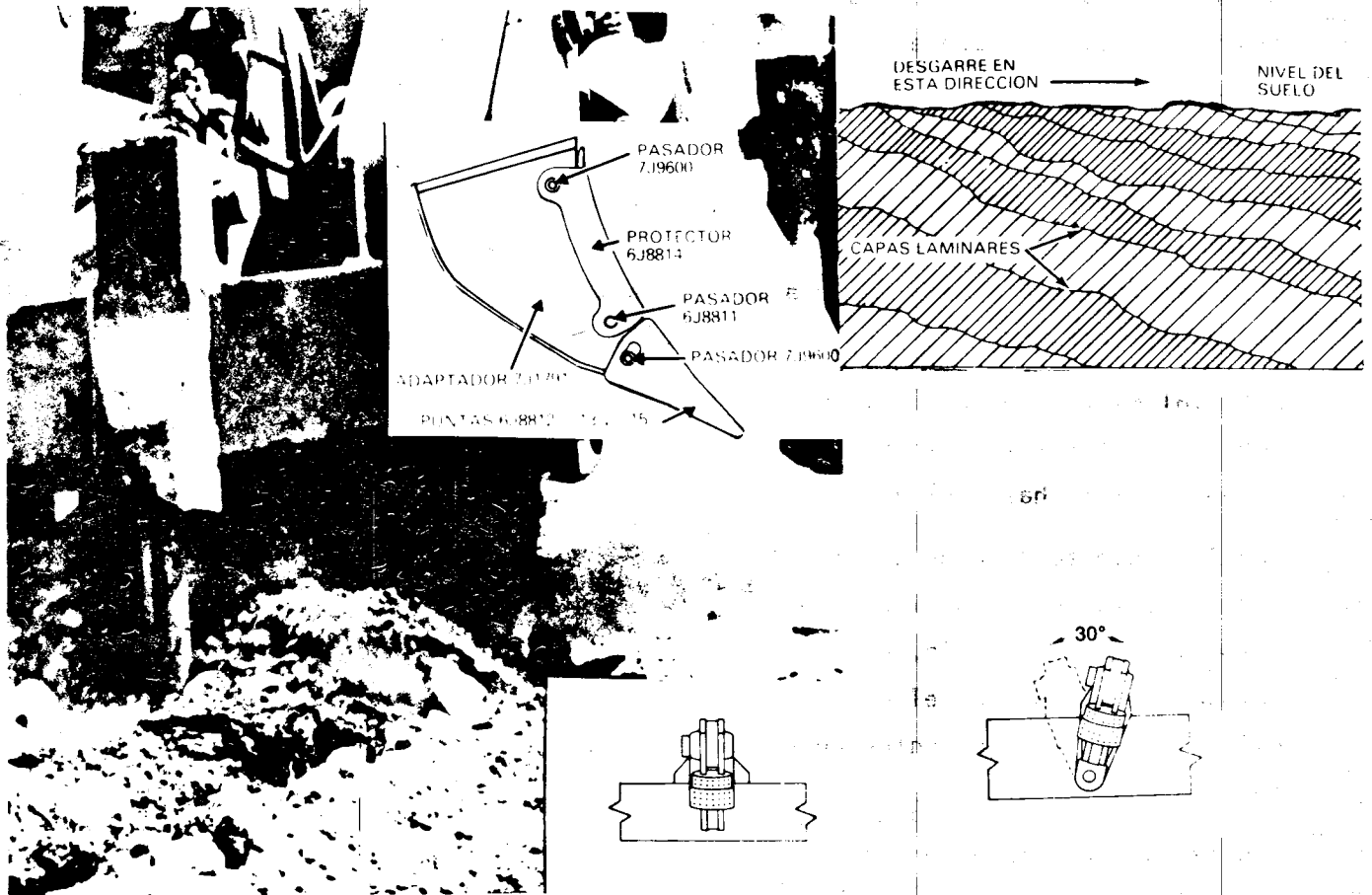
El desgaste de una punta depende de la clase de metal que se utiliza, y del tratamiento térmico. Los fabricantes de puntas para desgarrador tienen que hallar el punto medio entre la dureza para resistir el desgaste por fricción, y la tenacidad para las cargas de choque. Con ciertas materias extremadamente abrasivas, tan sólo puede esperarse que la punta dure de 20 a 30 minutos. Por otra parte, existen casos en que la duración de una punta sobrepasa las 1000 horas en trabajos con arcilla esquistosa muy compactada.

Puntas - Se ofrecen tres clases de puntas para todos los vástagos en la actualidad: cortas, medianas y largas. Son siempre autoafilables en el diseño en paralelogramo y en el de paralelogramo ajustable. La punta corta se utiliza cuando la penetración es difícil y hay impactos severos. La punta larga es para materiales muy abrasivos, y en que la fractura no constituye un factor primario. La punta mediana se recomienda para trabajos en que las materias abrasivas son suficientemente duras para producir la fractura de las puntas largas. Como todas son reversibles, gracias al diseño simétrico se mantienen bien afiladas, y duran más.

TAMAÑO DE LOS CARRILES

Los trabajos con rocas requieren zapatas de poca longitud para reducir el doblamiento si se utiliza el tractor todo el tiempo con rocas. Sin embargo, la mayoría de las máquinas para desgarramiento se emplean en una gran variedad de trabajos y clases de materiales. Teniendo en cuenta su múltiple aplicación, deben utilizarse carriles cuyo ancho sea el más adecuado para toda clase de trabajos. En vista de lo dicho, probablemente lo mejor es utilizar zapatas de largo estándar.

Considerando que en el desgarramiento se producen usualmente doblamientos o fracturas, deben utilizarse zapatas para servicio pesado similares a las Zapatas para servicio muy duro de largo estándar.



CONSIDERACIONES PRELIMINARES

Antes de aprovechar debidamente las ventajas del desgarramiento, deben considerarse con cuidado el uso final de las rocas y la forma de retirarlas.

El uso final corresponde, en la mayoría de casos, a una de las tres categorías siguientes: para clasificarse en diversos tamaños, para relleno, o material excedente. Lo que se va a clasificar por tamaños se tritura en fragmentos determinados, ya sea si es para sub-base o mezcla de hormigón. Por supuesto, los fragmentos que deban triturarse están limitados por el tamaño que la trituradora puede fragmentar.

Si en una trituradora no pueden echarse fragmentos mayores de 30 cm de diámetro, en los trabajos de voladura o desgarramiento se deben obtener todos los fragmentos de acuerdo con esa medida. Graduando la distancia entre los barrenos que se perforan, o las pasadas con el desgarrador, es posible regular el tamaño del material fragmentado. Mientras menores sean los espacios entre los agujeros o pasadas, más pequeños son los trozos de rocas.

El material para relleno debe ceñirse a las especificaciones de la obra, las cuales usualmente indican el tamaño y tipo de material. Puede usarse roca fragmentada, pero usualmente los trozos deben ajustarse a las especificaciones, y hay que mezclarlos con tierra para obtener la compactación requerida.

Material excedente es el que debe arrancarse fuera del lugar de la obra. Por supuesto, no tiene importancia el tamaño, excepto que sea adecuado para acarrearlo económicamente hasta el vaciadero.

Además, debe tenerse en cuenta el método de transporte del material. Hay varias formas, y la decisión final depende de las condiciones del trabajo y del equipo disponible. Por ejemplo, el número de metros cúbicos de material para moverse, el método más económico, el equipo disponible, las limitaciones impuestas por la inclinación de las pendientes en el camino de acarreo, y la distancia a que debe conducirse.

Indicamos a continuación los cuatro métodos principales para acarrear el material, y sus limitaciones.

1. Palas o cargadores y máquinas de acarreo. El material que se va a cargar con las mecánicas debe ser suficientemente pequeño para entrar con facilidad en el cucharón, y descargarse sin dificultad. Los fragmentos muy grandes deben hacerse a un lado con la pala o un tractor topador, y subdividirse antes de acarrear

los. Debido a que el cucharón es abierto, los cargadores por el extremo delantero pueden mover fragmentos más grandes, pero debe tenerse-- cuidado de no excederse de la carga límite de equilibrio del car-- gador. Por la misma razón, la plataforma de la máquina de acarreo-- limitará el tamaño máximo del material permisible.

2.- Hojas Topadoras. Cuando el material se va a mover con un trac-- tor topador a distancias relativamente cortas, el tamaño de los -- fragmentos sólo está limitado por la capacidad de la hoja. General-- mente, se requieren menos pasadas con el desgarrador cuando se van a utilizar tractores topadores.

3.- Motoescrepas. Aumenta constantemente el uso de motoescrepas pa-- ra mover rocas debido a que el costo de moverlas en esta forma ge-- neralmente es más bajo que con el método de pala mecánica y máqui-- nas de acarreo. A fin de que sea posible y conveniente el uso de -- motoescrepas, las rocas deben fragmentarse en trozos suficiente-- mente pequeños para la carga, y poder acarrearlos en cantidades -- grandes sin que haya muchos vacíos. Si se cargan en una motoescre-- pa fragmentos de rocas de 60 a 90 cm de diámetro, junto con mate-- rias más finas, las rocas mantendrían la compuerta parcialmente -- abierta, y se caerían los trozos pequeños en el camino de acarreo. Otro factor es la menor duración de una motoescrepa que se emplea-- con rocas. Esto incluye tanto los neumáticos como la máquina en sí. Reconociendo la tendencia hacia el mayor empleo de motoescrepas en el acarreo de rocas, y el aumento resultante en el desgaste y dete-- rioro. Las motoescrepas de Aplicación Especial tienen planchas de-- acero más gruesas y resistentes en el fondo de la caja y en los la-- dos, así como en el expulsor y en la compuerta. Se aumenta el sopor-- te de la cuchilla mediante nervaduras adicionales. La mayor fortale-- za de estos componentes contribuye a evitar la deformación en -- condiciones severas de impacto, y tienen mayor resistencia a la -- abrasión.

La fuerte construcción de las motoescrepas de aplicación Especial aumenta su peso. El peso adicional sólo es ventajoso cuando se tra-- baja con rocas, pero en condiciones normales reduce ligeramente la velocidad de la máquina en el camino de acarreo.

Puede aumentarse la duración de los neumáticos mediante la carga -

"muerta", que consiste en no utilizar la potencia del tractor de la motoescrepa durante la carga.

En muchos trabajos, esto ha doblado la vida de los neumáticos de las--ruedas propulsoras, y ha reducido los casos de fallas súbitas. Según - las condiciones, este método exigiría el aumento de potencia de empuje para compensar la fuerza de tracción no utilizada en la motoescrepa.

4.- Transportadores. Cuando se utilizan transportadores estacionarios, el material debe ser tan pequeño como sea posible a fin de prolongar - la duración de las correas, y que pueda moverse en las secciones incli- nadas. Los contratistas han hallado económico el método de prevoladura, seguida de desgarramiento, y luego empuje de los fragmentos con hoja - topadora hasta el cargador del transportador. Como las rocas están me- jor fragmentadas, las hojas topadoras rinden más.

El cargador y transportadores móviles requieren fragmentos pequeños pa- ra prolongar la duración de las correas y facilitar el tiro del carga- dor a través de las rocas. Cuando el desgarramiento hace posible el -- uso de un cargador transportador móvil, se puede aumentar mucho la pro- ducción con la de un transportador estacionario, y reducir el costo -- por metro cúbico.

METODOS TECNICOS PARA DESGARRAR

La elección del mejor método técnico en un trabajo depende de las condiciones existentes. Una forma común para determinar cual será el método que mejor fragmenta las rocas, con el menor esfuerzo es haciendo operaciones de prueba. Sin embargo, la experiencia elimina una gran parte este sistema estableciendo relaciones entre las condiciones existentes en diversos trabajos con materiales similares para utilizar los métodos que mejor hayan funcionado.

Algunos de los factores que se deben tomar en cuenta son:

1.- La velocidad.- Generalmente se utiliza la primera velocidad ya que una velocidad de 1.6 a 2.4 Km/h (la 1 1/2 MPH) determina una producción más económica.

Un pequeño aumento en la velocidad ocasiona que aumente -- con rapidez el desgaste del tren de rodaje y las puntas. Cuando se trata de rocas fáciles de desgarrar es preferible utilizar 2 o 3 dientes en vez de aumentar la velocidad.

2.- El número de dientes.- En la mayoría de los casos se recomienda comenzar con un diente y si el material es de fácil penetración y se fragmenta en trazos de buen tamaño intentar luego con dos dientes Solo en materiales, tales como la capa dura del arado o la arcilla esquistosa, que son fáciles de desgarrar, deben utilizarse tres dientes. Un diente se utiliza generalmente en materiales que se fragmentan en lajas grandes y gruesas ya que estas se fracturaron o pasan en torno al vástago. Si se utilizan dos o tres dientes, estos actúan como rastrillo y pueden retener las lajas grandes bajo la viga del desgarrador.

A menudo la producción puede aumentarse con un solo diente, a un si es posible utilizar dos dientes. Ya que se disminuyen los deslizamientos y paradas del motor bajo la carga lo que facilita el trabajo del operador y de la máquina. Cuando se utilizan dos dientes con materiales relativamente difíciles, un punto duro puede retener uno de los dientes. Cuando esto sucede se producen fuertes cargas descentradas en la liga del desgarrador, en el montaje, y en la caja de la transmisión del tractor.

En cambio cuando se utiliza un solo diente la carga se centra en la viga y en todo el conjunto de montaje, con la que se ejerce plena fuerza con el diente, pues no se divide en dos.

3.- La profundidad.- Aunque algunas veces es práctico desgarrar a la mayor profundidad posible, suele ser desventajoso cuando hay demasiados estratos. Usualmente lo mejor es desgarrar y extraer el material en sus capas naturales, en vez de tratar de hacer pasadas a plena profundidad.

La primera pasada a profundidad media suele aflojar el material por lo que la segunda pasada puede ser a mayor profundidad ahorrando esfuerzos. La profundidad a que puede mantenerse sin que se levanten sobre el suelo las ruedas dentadas es otro-

factor que debe considerarse. Si el diente no penetra a plena profundidad el extremo posterior del tractor se levanta sobre el suelo con lo que se pierde tracción y en consecuencia baja el rendimiento en el desgarramiento.

Además, se concentra la carga en los rodillos delanteros y -- las ruedas dentadas produciéndose esfuerzo y desgaste excesivos.

De lo anterior puede verse que la profundidad y el número de dientes son factores relacionados entre sí. Aunque el desgarramiento profundo con un solo diente generalmente dá óptimo rendimiento, utilizando más dientes a menos profundidad se desgarran mejor materiales dispuestos en estratos delgados. En estos casos, también deben hacerse pruebas si no se tiene la experiencia necesaria.

Si se piensa retirar las rocas fragmentadas con motoescrepas, la profundidad de desgarramiento debe ser uniforme, eliminado los puntos duros de roca que podrían ocasionar que la cuchilla de la motoescrepa se salga del suelo pues ésto disminuye la duración tanto de las motoescrepas como de las cuchillas.

Un buen método en este tipo de trabajos es no desgarrar a mayor profundidad de la que se pueda desgarrar en el sector más difícil de la zona de corte.

4.- Espacio entre las pasadas.- Un factor que determina la tasa de producción es el espaciamiento de las pasadas pues determina el tiempo requerido en un sector determinado. El espaciamiento máximo contribuye a reducir el costo por unidad de obra. Sin embargo se deben tomar en cuenta el material, el empleo final y la forma de moverlo. Mientras menor sea el espaciamiento, los fragmentos -- desgarrados serán más pequeños por lo que el tamaño máximo que pueda usarse en la trituradora, las limitaciones impuestas por el transportador o por el método de acarreo determinará la decisión sobre el espaciamiento a utilizar.

Si es posible tener una profundidad plena un espaciamiento de 90 a 1.50m es satisfactorio en muchas materiales. El espaciamiento con rocas de fractura en lajas gruesas, varía según el tamaño de éstas.

Si las lajas tienen 2.40m de ancho, o más, el espaciamiento -- debe ser igual a la distancia de centro a centro de cada laja. En el caso de rocas que se fragmentan en trozos muy pequeños, un espaciamiento de 1.80 a 2.40 m puede ser satisfactorio sobre todo si se va a cargar con motoescrepas. En una motoescrepa los fragmentos menudo son más difíciles de cargar que los gruesos.

5.- La dirección.- Depende generalmente del trazado de la obra. Sin embargo existen otros factores que deben considerarse.

Cuando se utilizan motoescrepas, es ventajoso desgarrar en la misma dirección en la que carga la motoescrepa de modo que el tractor desgarrador puede utilizarse como empujador a la vez y el tránsito será en el mismo sentido.

Existen formaciones de rocas con estratos verticales que corren en sentido paralelo al corte. Se pueden producir canales profundos al desgarrar en el sentido de los estratos. Cuando se desgarran en estas condiciones, tal vez sea necesario desgarrar a través del corte a fin de obtener la fragmentación adecuada.

Siempre que sea posible, se debe desgarrar cuesta abajo, a fin de que se aproveche al máximo la potencia y el peso del tractor. En ciertas condiciones el desgarramiento cuesta arriba se utiliza para conseguir mayor presión hacia abajo causada por la transferencia del peso, o para alcanzar la cara inferior de rocas de fractura en lajas horizontales, a fin de levantarlas. En caso de que el material sea laminar y el plano de los estratos forme ángulo con la superficie del suelo lo adecuado es comenzar a desgarrar desde el extremo donde los estratos alcanzan la superficie, y avanzar hacia el extremo profundo, lo que ayuda a que la punta se mantenga dentro del suelo. Si se desgarran en el sentido opuesto la punta tiende a deslizarse en los estratos y salir a la superficie.

6.- El desgarramiento cruzado.- El desgarramiento cruzado debe evitarse, si es posible, cuando se utilicen motoescrepas y otras herramientas de excavación para las cuales el corte escabroso que se consigue es desventajoso. Se recomienda usar este método sólo cuando no se logre una buena fragmentación en un sentido.

Sólo cuando se trata de materiales duros, el desgarramiento cruzado aumenta la carga de los tapadores a motoescrepas lo suficiente para retrasar el mayor tiempo y costo. Fragmenta el material que se desprende en lajas grandes y afloja el material en el cual una sola pasada produce tan sólo canales profundos. El desgarramiento cruzado suele separar los planos de fractura resultantes de la pasada inicial, cuando la formación es muy dura y no es posible la penetración. Aunque el empleo del desgarramiento cruzado exige hasta el doble de pasadas que en el desgarramiento en pasadas paralelas, contribuye a la utilización de desgarradores en casos en que de otro modo sería necesaria la utilización de explosivos.

7.- La manera de retirar el material.- A fin de mejorar la tracción de la máquina es recomendable mantener por lo menos varios centímetros de material desgarrado sobre la formación no desgarrada pues el coeficiente de fricción entre los fragmentos de rocas es considerablemente más alto que entre la roca y las zapatas. Por esta razón no se debe retirar con hoja topadora o motoescrepa todo el material desgarrado, antes de profundizar el desgarramiento.

8.- El desgarramiento en tandem.- Si se utiliza un tractor para empujar al que tira del desgarrador la escala de materiales desgarrables se extiende. En vez de tener que hacer perforaciones y voladuras, es más barato añadir un segundo tractor para llevar a cabo la porción del trabajo en que la formación de las rocas es demasiado dura para un solo tractor y desgarrador.

Si la producción en desgarramiento baja a menos de 115 a 150 m³ por hora, las economías en desgarramiento serán marginales. El empleo de un tractor más aunque dobla los costos, eleva la producción

3 o 4 veces más.

Si se emplea un solo vástago, debe considerarse el empleo en parte de desgarramiento en tandem para bajar costo. En estos casos, el desgarrador a utilizarse debe tener un vástago de diseño en paralelogramo, puesto que posee un bloque de empuje especial para este tipo de trabajo. Los desgarradores de varios vástagos no están equipados con bloque de empuje por estar considerados para trabajos menos serveros. Por lo que no se recomienda el desgarramiento en tandem con este tipo de desgarradores.

Si el tractor de empuje esta equipado con una hoja topadora-hidráulica y una plancha de empuje se puede ejercer mayor presión hacia abajo. Una hoja topadora con control de cable sólo aumenta el peso de la hoja y de los brazos de empuje. La hoja topadora de control hidráulico, por lo general deberá hallarse en la posición libre si no se requiere presión adicional hacia arriba o hacia -- abajo.

9.- El empleo de la máquina en diversas obras. Los tractores con desgarrador tan pronto como terminan el trabajo asignado, por lo general se utilizan en otros trabajos, en el empuje de otras-- máquinas o con hoja topadora, además se hallan disponibles para - el desgarramiento en tandem en que tal vez se les utilice.

10.- Voladura antes del desgarramiento.- Utilizando cargas -- ligeras, es posible fragmentar rocas que son difíciles de desgarrar, para luego desgarrarse sin problemas.

En este método y es necesario hacer un análisis y comparación detallada de costos.

Generalmente se recomienda y utiliza para trabajar en que la carga y acarreo del material se realiza con motoescrepas, en donde con una leve explosión, de costo relativamente pequeño, se --- aflojan las rocas muy consolidadas lo suficiente para conseguir - la penetración del desgarrador y la posibilidad de usar motoescrepas.

11.- La primera pasada. Generalmente la primera pasada es la mas difícil. Una vez hecha esta, las que la siguen son más fáciles ya que el material puede moverse al sector ya aflojado. Por - lo que la decisión de utilizar explosivos no debe basarse en el - rendimiento de la primera pasada.

18

EMPLEOS ESPECIALES DEL DESGARRADOR

La mayor parte de lo que hemos tratado en las secciones anteriores concierne al desgarramiento de rocas, yacimientos de minerales o suelos bien consolidados. Hay muchas otras utilizations del equipo para desgarrar, en las cuales es posible que el usuario ahorre dinero, o haga el trabajo con mayor rapidez y eficiencia. Tres de los empleos más usuales son carbón, hormigón y asfalto o pavimento bituminoso.

En muchas obras de construcción se necesita extraer el pavimento viejo de hormigón o asfalto. Se utilizan, con buenos resultados, desgarradores para fragmentar superficies de esa clase.

Con un desgarrador montado en tractor provisto de un solo vástago, se han fragmentado pavimentos viejos de hormigón de 15 a 20 cm (6" a 8") de espesor. En especial, el desgarrador es muy bueno para cortar las varillas o alambres de refuerzo, el cual puede crear problemas en la carga y en el traslado.

La mayoría de los pavimentos de asfalto y otros tipos de "superficies bituminosas" se fragmentan fácilmente con desgarrador. Se ha registrado, en muchos trabajos, que un desgarrador No. 4 de tres vástagos, montado en un Cargador de Carrile 955, avanza con facilidad cortando un pavimento bituminoso de 10cm (4").

Los estudios efectuados en el trabajo y los datos de producción en obras revelan que una constante de desgarramiento es difícil de obtener debido a la variada naturaleza de las obras y los materiales. Siempre que es posible desgarrar dichos materiales, es generalmente más barato que el aflojar los y fragmentarlos en otras formas.

Otra utilización es el desgarramiento de suelos congelados. Los suelos congelados paralizan muchas veces los trabajos que se hacen en la estación del invierno. En Minnesota, E.U.A., se han desgarrado con éxito terrenos totalmente congelados -- hasta una profundidad de 2,45 m.

La experiencia demuestra que hay muy pocos suelos o subsuelos congelados que no se puedan desgarrar. Generalmente si los suelos de esta clase pueden desgarrarse en tiempo caluroso, también es posible hacerlo cuando están congelados.

CONCLUSIONES

En la industria de construcción se está produciendo una revolución en la cuestión de trabajo y movimiento de materiales, tanto en rocas como en otras materias duras. Anteriormente, se fragmentaban y movían exclusivamente con perforadoras, explosivos, palas y camiones. Al presente, muchos contratistas que venían haciendo por largo tiempo trabajos de fragmentación y traslado de rocas están adaptando y utilizando nuevas herramientas para reducir los costos y aumentar la producción.

El sismógrafo indica con exactitud dónde es posible desgarrar. La opción de herramientas para desgarramiento que hay disponibles hace posible llevar a cabo -- con éxito obras de fragmentación en casi todas las formaciones de rocas, excepto las muy sólidas. A medida que se mejoran los métodos de desgarramiento, la metalurgia de los componentes, y el diseño y potencia de los tractores, es posible -- conseguir economías y extender el área de utilización del desgarrador.

A continuación, hacemos un breve resumen sobre las ventajas del desgarrador:

1. Es generalmente más barato desgarrar que usar el método de perforación y voladura.
2. Se puede conseguir mayor producción desgarrando que utilizando el método de perforación y voladura.
3. Mayor facilidad y seguridad, más adaptabilidad, y tasas más bajas en los seguros contra responsabilidad civil son algunas de las ventajas del desgarramiento sobre el método de perforación y voladura.

Los contratistas que utilizan el desgarramiento para obtener mayores ventajas -- son los licitadores más favorecidos. Los que usan el desgarramiento obtienen las obras. Están haciendo dinero mediante la utilización del equipo más moderno de movimiento de tierra, y de los métodos técnicos más avanzados que hay disponibles en la industria.

**TRACTOR Y
DESARRADOR**

D7G y No. 7

D8K y No. 8

D9L y No. 9

D10 y No. 10

Tipo de desgarrador	En paralelogramo		En paralelogramo ajustable				En paralelogramo ajustable				En paralelogramo ajustable			
			Un vástago		Multivástago		Un vástago		Multivástago		Un vástago		Multivástago	
Dimensiones (tractor con desgarrador):														
Largo (desgarr. levant.)	5.64 m	18' 6"	6.88 m	22' 7"	6.38 m	20' 11"	7.30 m	23' 11"	6.90 m	22' 7.7"	8.05 m	26' 5"	7.39 m	24' 3"
Largo (desgarr. abajo)	5.84 m	19' 2"	7.26 m	23' 10"	6.78 m	22' 3"	7.84 m	25' 8.7"	7.27 m	23' 10.3"	8.49 m	27' 10"	7.83 m	25' 8"
Ancho	2.57 m	8' 5"	2.79 m	9' 2"	2.79 m	9' 2"	3.24 m	10' 7.5"	3.24 m	10' 7.5"	3.66 m	12' 0"	3.66 m	12' 0"
Viga:														
Ancho	2.21 m	7' 3"	1.37 m	4' 6"	2.63 m	8' 7.5"	1.66 m	5' 6"	2.69 m	8' 10"	1.83 m	6' 0"	2.87 m	9' 5"
Sección (dimen. exter.)	279x343 mm 11"x13.5"		432x483 mm 17"x19"		381x457 mm 15"x18"		NA		460x485 mm 18.1"x19.1"		ND		559x559 mm 22"x22"	
Esp. entre el suelo y la viga ... levantada	1.19 m	3' 11"	1.57 m	5' 1.5"	1.65 m	5' 5"	1.91 m	6' 3"	2.02 m	6' 7.5"	1.93 m	6' 4"	1.80 m	5' 11"
... abajo	203 mm	8"	305 mm	12"	381 mm	15"	284 mm	11.18"	306 mm	12.05"	330 mm	13"	213 mm	8.4"
Vástago:														
Penetración máx.	704 mm	29"	1.22 m	4' 0"	710 mm	28"	1.366 m	4' 5.8"	1.011 m	3' 3.8"	1.77 m	5' 10"	1.14 m	3' 9"
No. de cavidades	3		1		3		1		3		1		3	
Aguj. de ajuste de prof.	2		4 y 6"		2		4 y 4"		2		4		2	
Sección	76x229 mm	3"x9"	89x356 mm	3.5"x14"	76x330 mm	3"x13"	90x355 mm	3.5"x14"	90x355 mm	3.5"x14"	100x400 mm	4"x18"	100x400 mm	4"x18"
Esp. (centro a centro)	991 mm	39"	—		1.17 m	46"	NA		1.20 m	3' 11"	ND		1.25 m	4' 1"
Largo con la punta	1.30 m	4' 3"	2.10 m	6' 10.5"	1.57 m	5' 2"	2.47 m	8' 1.3"	1.94 m	6' 4.6"	2.68 m	8' 9"	2.10 m	7' 10"
Largo de la punta	356 mm	14"	323 mm	12.7"	373 mm	14.7"	425 mm	16.7"	425 mm	16.7"	376 mm	14.8"	376 mm	14.8"
Esp. libre sobre el suelo (desgarrador levant.)	483 mm	19"	1.00 m	39.5"	787 mm	31"	1.13 m	44.7"	1.08 m	42.5"	990 mm	39"	584 mm	23"
Peso, vástago instalado: (con vástago estdr.)	2590 kg	5700 lb	4717 kg	10,400 lb	4536 kg	10,000 lb	6566 kg	14,476 lb	6624 kg	14,603 lb	9574 kg	21,106 lb	9813 kg	21,633 lb
Cada vástago adicional	191 kg	420 lb	—		318 kg	700 lb	—		490 kg	1,080 lb	—		703 kg	1,550 lb

*Vástago de desgarramiento profundo, disponible para los desgarradores de un vástago del D8 y el D9.
El extractor hidráulico de pasadores es equipo estándar con el vástago de desgarramiento profundo.
El peso del diseño para desgarramiento profundo, una vez instalado, es de 4850 kg (10 700 lb) para el D8K.
El peso del diseño para desgarramiento profundo, es de 6885 kg (15 179 lb) para el D9L.
NA = No aplicable.

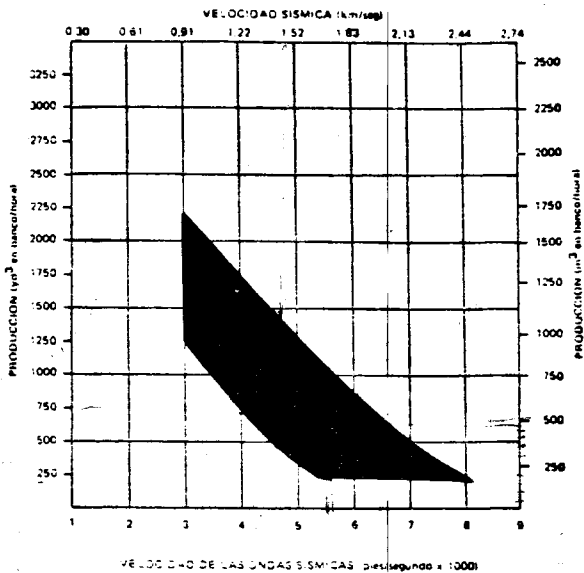
GRAFICAS PARA ESTIMAR LA PRODUCCION DE DESGARRADORES

Características de éstas gráficas:

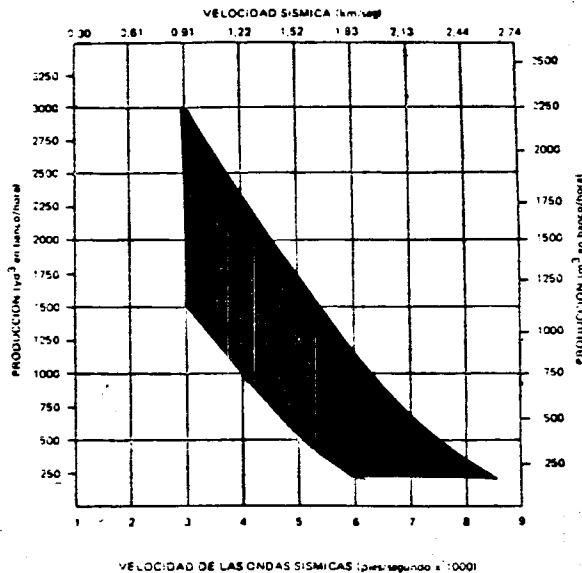
Es muy importante tomar en cuenta las condiciones de trabajo y operación que se consideraron en la concepción de las gráficas de producción, debido a que puede llegarse a estimaciones de producción erróneas.

- Se ha utilizado una eficiencia del 100% lo cual es prácticamente imposible lograr aún trabajando en las condiciones más favorables, debido a esto se deberá aplicar a la gráfica una corrección por eficiencia.
- La máquina se considera únicamente desgarrando, es decir, no esta realizando ninguna función alterna.
- Máquinas con un solo vástago en el desgarrador
- En rocas ígneas para una velocidad cerca de 2,400 mts. por segundo o más para el D10, y de 1,750 mts. por segundo o más para el D9 y el D8 se deberá reducir la producción de las gráficas en un 25%
- Deberá utilizarse un buen criterio para determinar el rango entre condiciones ideales y condiciones adversas, la línea de condiciones ideales es la línea superior, en caso de existir en el terreno características que puedan reducir la producción se tomará en consideración la línea inferior.

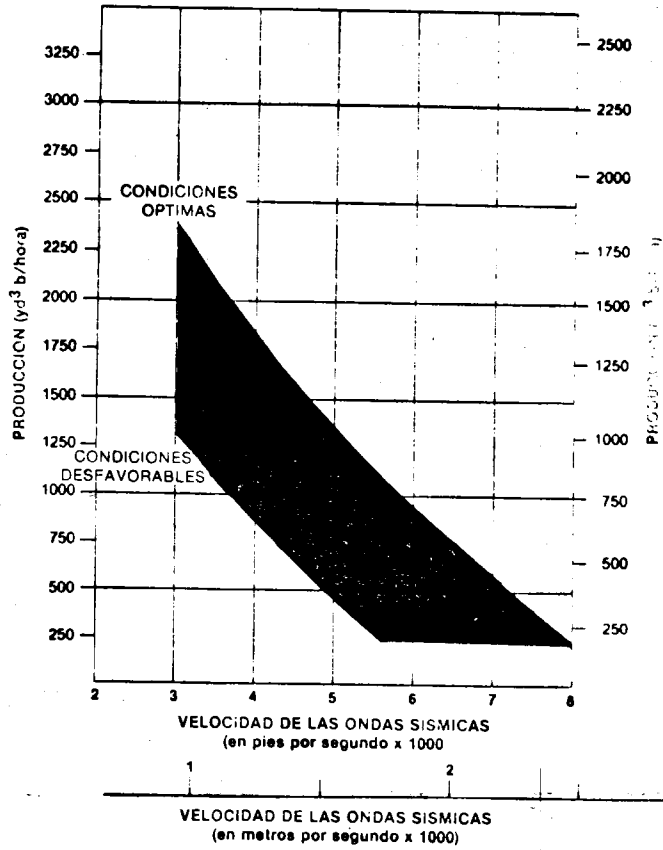
PRODUCCION ESTIMADA
DEL DESGARRADOR
8D montado en tractor D8H



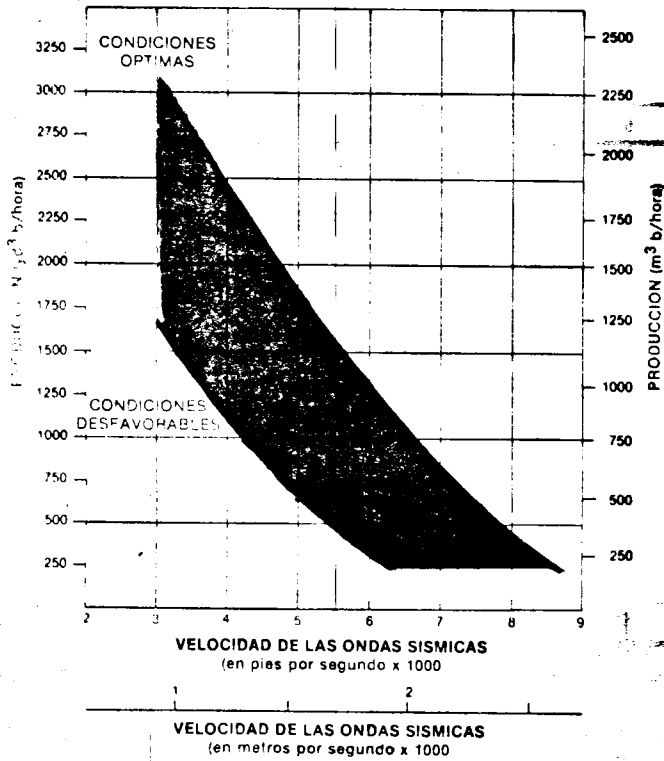
PRODUCCION ESTIMADA DE
UN DESGARRADOR
9D montado en un D9G



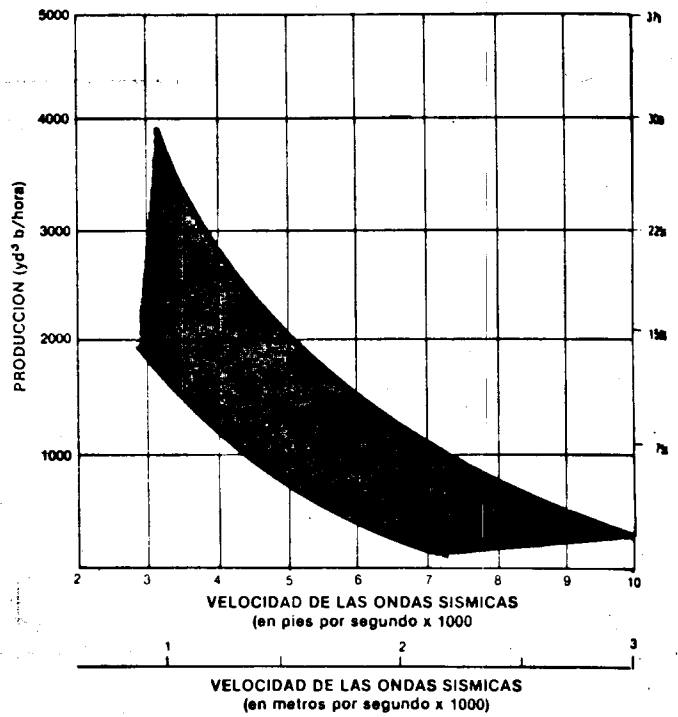
D8L CON UN VASTAGO



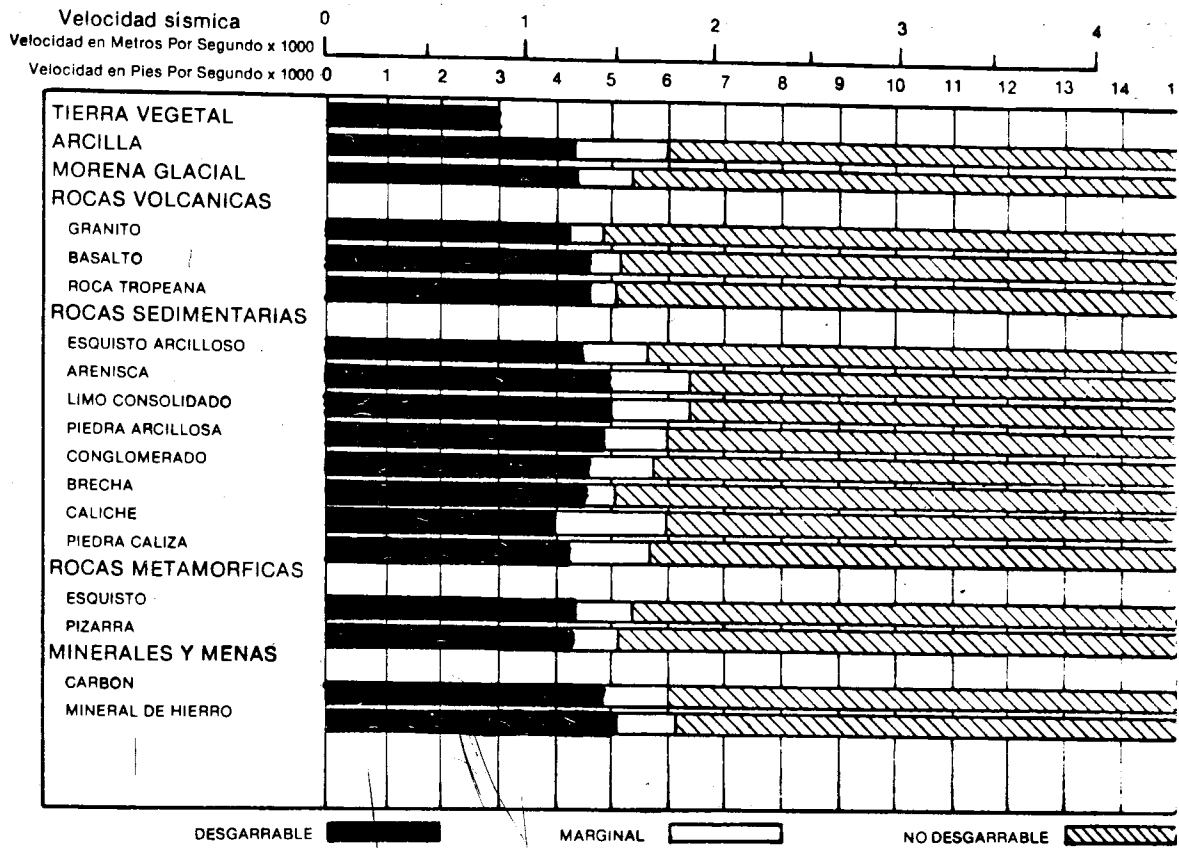
D9L CON UN VASTAGO



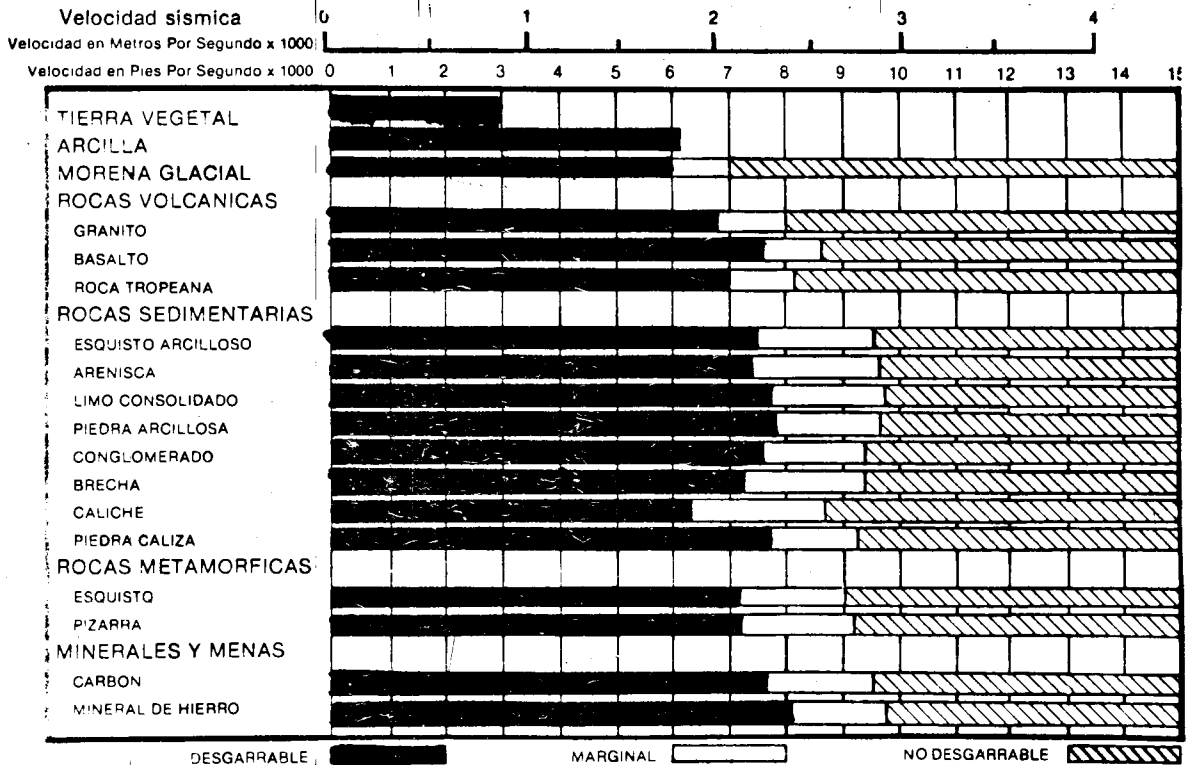
D11N CON UN VASTAGO



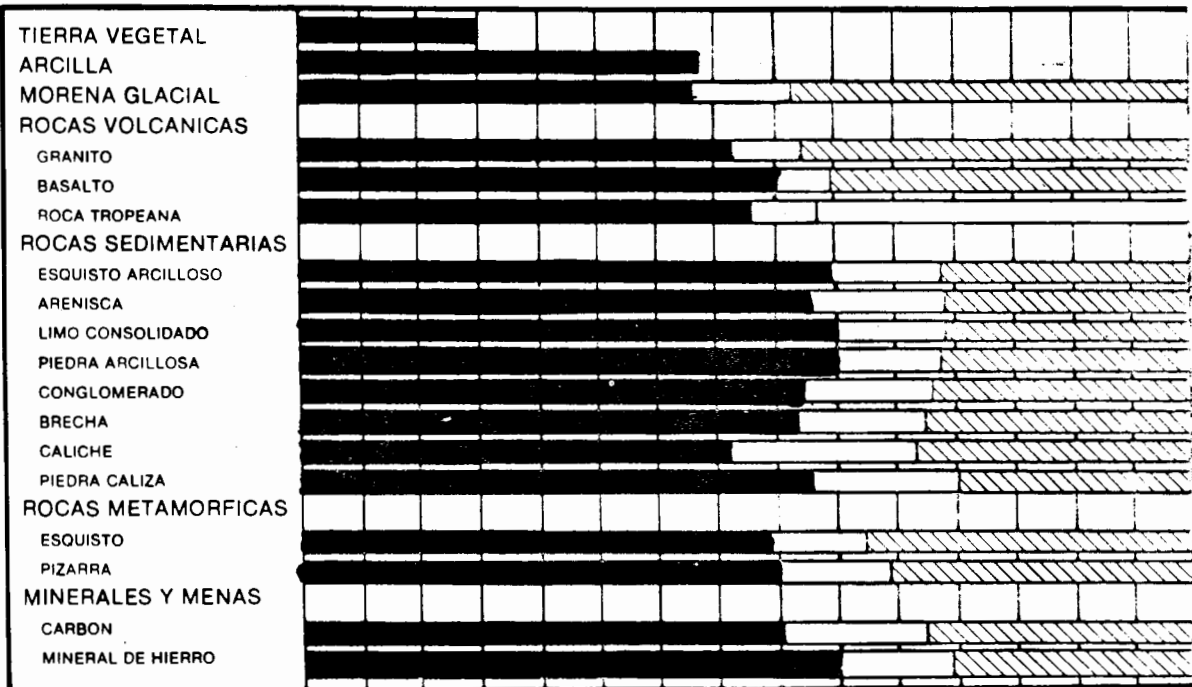
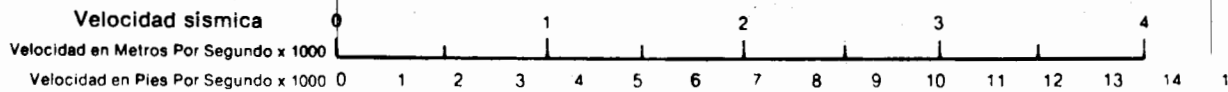
CON OBJETO DE CONOCER LA POSIBILIDAD DE DESGARRAMIENTO, LOS FABRICANTES HAN ELABORADO UNAS GRÁFICAS EN QUE RELACIONAN LA CLASE DE MATERIAL Y SU VELOCIDAD SISMICA DE LA MANERA EN QUE SE MUESTRA EN LOS SIGUIENTES CUADROS:



Rendimiento del desgarrador D7G

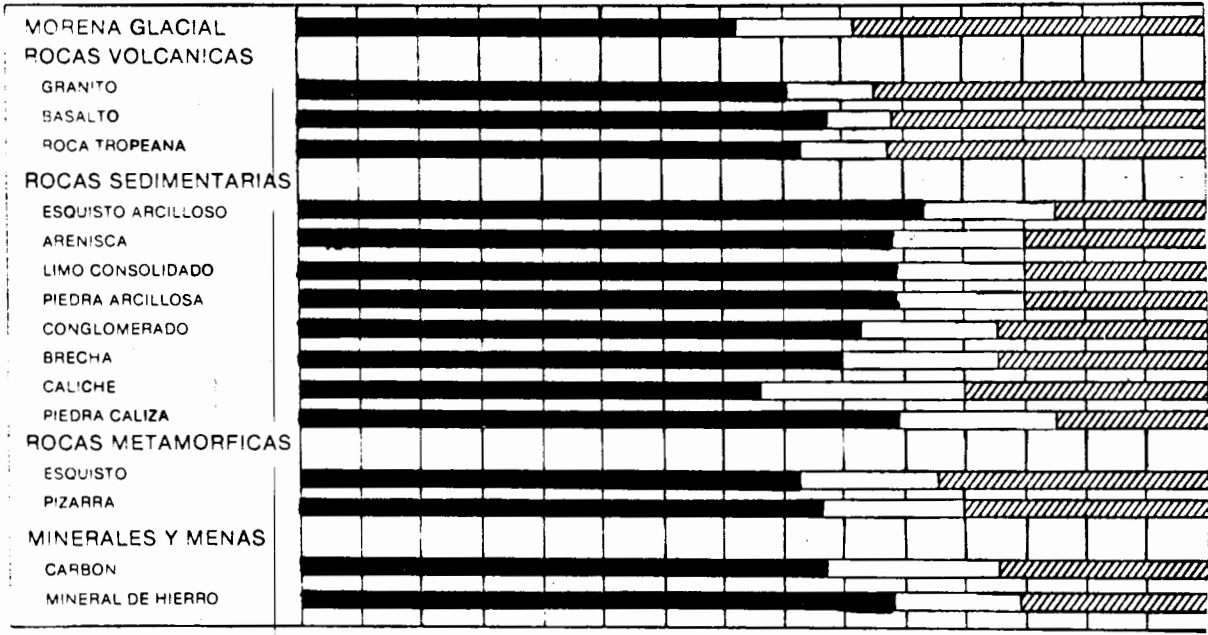
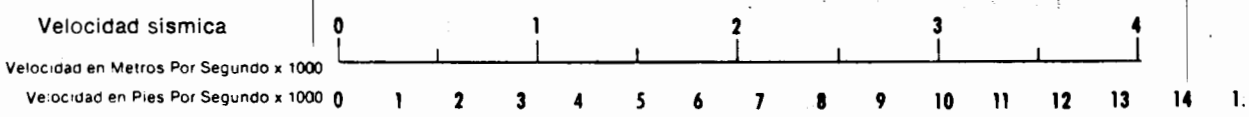


Rendimiento del Desgarrador D8L



DESGARRABLE MARGINAL NO DESGARRABLE

Rendimiento del Desgarrador D9L



DESGARRABLE MARGINAL NO DESGARRABLE

Rendimiento del desgarrador D11N

PRODUCCION CALCULADA DE UN DESGARRADOR

Supongamos que un tractor D8H equipado con desgarrador 8D, debe desgarrar roca con una velocidad sísmica de 4000 pies/seg. La penetración del diente es de 0.6 m., el tractor debe realizar una sola pasada y la distancia entre pasadas es de 0.9 m. La velocidad del tractor es 1.5 km/hora.

Considerese eficiencia de 50 min/hora y tiempos fijos de 0.25 min.

¿Cuál es la producción por hora del desgarrador?

a) Por gráfica

Producción: 550 m3 en banco/hora

Factores de corrección:

corrección por eficiencia

$$\frac{550 \text{ m3/hr} \times 50 \text{ min/hr}}{60 \text{ min./hr}} = 458 \text{ m3/hr}$$

Producción corregida = 458 m3 en banco/hora

b) Por fórmula

$$\text{Producción} = \frac{\text{capacidad} \times \text{eficiencia}}{\text{tiempo del ciclo}}$$

$$\text{Capacidad} = 100 \times 0.6 \times 0.9 = 54 \text{ m3/ciclo}$$

$$\text{Eficiencia} = 50 \text{ min/hr.}$$

$$\text{Tiempo del ciclo en tramos de 100 m.}$$

$$\text{Velocidad } 1.5 \text{ km/hr} = 1500 \text{ m/hr.}$$

$$\text{Tiempo tránsito} = \frac{100\text{m.} \times 60 \text{ min./hr.}}{1500 \text{ m/hr.}} = 4 \text{ min.}$$

$$\text{Tiempos fijos} = 0.25 \text{ min.}$$

$$\text{Tiempo del ciclo} = 4 + 0.25 = 4.25 \text{ min.}$$

$$\text{Producción} = \frac{54 \text{ m3/ciclo} \times 50 \text{ min/hr.}}{4 \text{ min/ciclo}} = 635 \text{ m3/hr}$$

Producción = 635 m3 en banco/hora

c) Otro método

$$\text{Producción} = \frac{p \times e \times v}{h} \times \text{factor de trabajo}$$

donde:

p = profundidad del desgarrador

e = espaciamento entre pasadas

v = velocidad del tractor

n = número de pasadas

asi:

p = 0.6

e = 0.9

v = 1500 m/hr.

n = 1

factor = 0.6

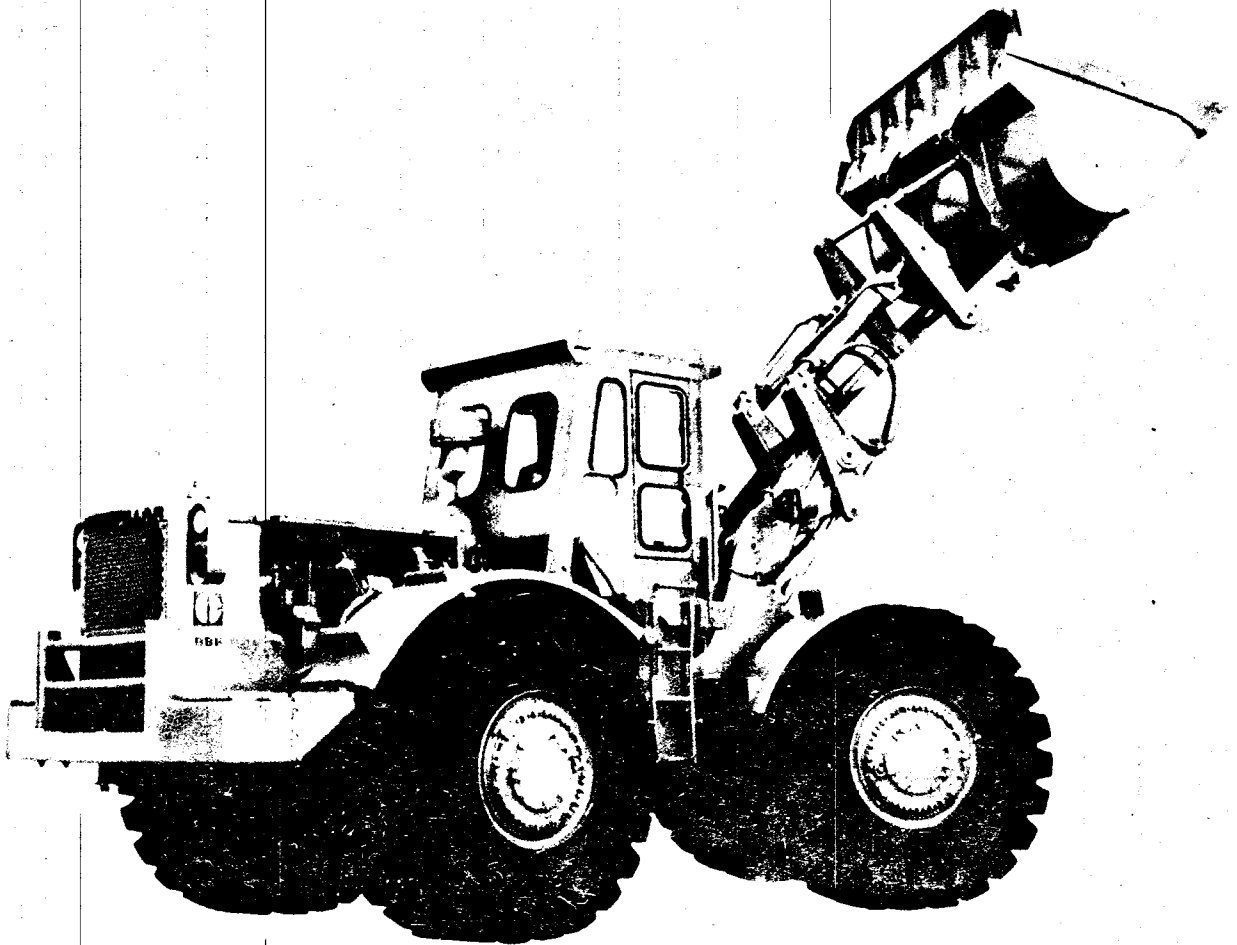
$$\text{Producción} = \frac{0.6 \times 0.9 \times 1500 \text{ m/hr}}{1} \times 0.6 = 486 \text{ m}^3/\text{hr}$$

$$\text{Producción} = 486 \text{ m}^3/\text{en banco/hora}$$

486
396

MOVIMIENTO DE TIERRAS

CARGADORES



3.1 CARGADORES

ORIGEN DE LOS CARGADORES

La evolución de tractores potentes para el movimiento de tierras y el manejo de otros materiales pesados se ha producido con tal rapidez que es imposible generalizar acerca de las mejoras adicionales que aún puedan conseguirse en este tipo de máquinas. En los pocos años transcurridos desde la segunda guerra mundial, el desarrollo de nuevos tipos de neumáticos, grupos motopropulsores, convertidores de par, transmisiones automáticas, reducciones por planetarios en las ruedas, materiales estructurales y diseño general del tractor han hecho una realidad tanto de los tractores de ruedas como de orugas que son en la actualidad adecuados virtualmente para todo tipo de trabajo intensivo realizable con tractor.

Originalmente los tractores cargadores sólo tenían movimiento de giro del bote y vertical a lo largo de un marco que le servía de guía al bote, que se colocaba en la parte delantera del tractor. Cuando el bote estaba a nivel de piso, el tractor avanzaba hacia adelante y el bote se introducía en el material para cargar; después se subía el bote a base de cables y poleas accionadas por una toma de fuerza del motor del tractor, y con el bote en esta posición, el tractor se movía hasta colocarse con el bote en la parte superior del vehículo, que se deseaba cargar y se dejaba que el bote girara por el peso del material, y del bote mismo, aflojando uno de los cables de control. De este tipo de equipo quedan muy pocos trabajando pero fueron el origen de los actuales. Estas máquinas tenían embrague de fricción y ejes de tipo usado en automoción, apenas si podían realizar trabajos de carga de materiales sueltos.

El trabajo pesado, incluyendo la excavación de material en su estado natural, estaba reservado casi por entero a las excavadoras giratorias montadas sobre orugas.

Los tractores cargadores de hoy en día nacieron principalmente de las necesidades económicas de la vida. El constructor de carre-

teras, por ejemplo, se enfrentó con el uso de maquinaria que no se adaptaba al ritmo de aumento del costo de los trabajos. Acudió pues, a los fabricantes de maquinaria para la construcción; la necesidad inmediata era conseguir una máquina que excavara y cargara, es decir, un tractor cargador que proporcionase:

- a) Mayor producción
- b) Menor costo de funcionamiento
- c) Mayor movilidad
- d) Más facilidad de servicio

Para esto fue necesario desarrollar, motores más potentes, mejores transmisiones, componentes hidráulicos más eficaces, en el caso de cargadores con llantas éstas deberían de ser más grandes y con base más ancha, diseñadas para suministrar la tracción y flotación necesaria.

Todo el concepto de mover una amplia variedad de materiales, en mayores cantidades, a menor costo gracias a la velocidad, potencia y movilidad, operando eficazmente, y con una sola máquina, pasó de ser un proyecto para convertirse en un hecho tan pronto como los ingenieros desarrollaron los nuevos componentes.

El campo de aplicación de los tractores sobre ruedas se ha popularizado al resolverse paulatinamente el problema histórico de obtener en la barra de arrastre la potencia adecuada en las más variadas condiciones, problema que ha señalado durante mucho tiempo la división entre tractores de oruga y sobre neumáticos.

En el año de 1954, Clark Equipment Company, lanzó al mercado su primer tractor Michigan con tracción en las cuatro ruedas, convertidor de par, transmisión automática y reducciones planetarias en las ruedas, bajo la denominación de cargador modelo 75 - A, el papel del tractor de ruedas en las tareas de movimientos de tierras y manejos de otros materiales pesados, se hallaba estrechamente limitado.

Al principio, en la línea de tractores cargadores, resultaba evidente que el eslabón más débil eran los organismos de transmisión de la fuerza motriz desde el motor hasta las ruedas. De hecho, para fabricar una línea de tractores cargadores que pudiese resistir las cargas de una ardua excavación y al mismo tiempo proporcionar otras características deseables, se hizo preciso proyectar piezas diseñadas exclusivamente para este tipo de máquina.

El convertidor de par reemplazó al embrague convencional. Para excavar y cargar materiales compactos el convertidor suministra un par de torsión que varía en forma continua. A diferencia del embrague de fricción corriente, el convertidor de par tiene la capacidad de multiplicar la torsión. El par de torsión suministrado se adapta automáticamente a la demanda de carga. Para aprovechar plenamente la potencia que se desarrolla mediante el conjunto motor convertidor de par, se instaló un cambio automático de cuatro velocidades. Todos los ejes se montaron sobre rodamientos de bola y rodillos, de larga duración y funcionamiento suave. Los engranajes de toda la gama de velocidades hacia adelante y hacia atrás engranan en forma constante. Los embragues hidráulicos de acción rápida que controlan el par suministrado al árbol principal de transmisión se accionan con facilidad y precisión mediante la palanca de control situada en la columna de dirección.

Los ejes motores, tanto el de dirección como el de carga y sus carcasa hubieron de fabricarse con aceros de la más alta resistencia, para que pudieran soportar las durísimas condiciones de trabajo inherentes a la utilización de las máquinas en los terrenos más accidentados.

En el eje motor de dirección la fuerza de accionamiento es transmitida por el árbol del eje al piñón planetario a través de una junta universal.

Ponemos de relieve los puntos que anteceden sencillamente porque fueron, y aún son, factores esenciales en el diseño de un tractor realmente funcional y adecuado para infinidad de aplicaciones. Gracias a esta tecnología avanzada han surgido nuevas oportunidades

para la aplicación de motores mayores y más potentes, neumáticos y otros componentes de las eficientes máquinas que constituyen los tractores cargadores.

Los cargadores son equipo de excavación, carga y acarreo y por esta causa es más conveniente en algunos casos que la pala mecánica, pues en ésta es necesario el uso de camiones para el acarreo del material aunque sea a distancias cortas.

Cuando se comparan las palas mecánicas con los cargadores, se ve que una pala mecánica tiene una duración de vida de dos a tres veces mayor que un cargador, pero hay que hacer notar que la pala mecánica impone un gasto mayor de capital, amortización e intereses del capital invertido. Por otra parte el alto costo de transportación de esta maquinaria de una obra a otra es mucho mayor.

La movilidad del cargador es superior, pues éste puede moverse fuera del área de voladura rápidamente y con seguridad; y antes de que el polvo de la explosión se disipe el cargador puede estar recogiendo la roca regada y preparándose para la entrega de material.

El uso de cargadores da soluciones modernas a un problema de acarreo y carga de materiales, con la finalidad de reducir los costos y elevar la producción.

El objeto principal de este trabajo es evaluar el cargador frontal de hoy en día con relación al trabajo que realiza para la construcción.

3.2 CLASIFICACION DE LOS CARGADORES

Por conveniencia podemos clasificar a los cargadores desde dos puntos de vista: en cuanto a su forma de descarga y en cuanto al tipo de rodamiento.

A) Por la forma de efectuar la descarga se clasifican en:

- A) Descarga frontal
- B) Descarga lateral
- C) Descarga trasera

Descarga Frontal

Los cargadores con descarga frontal son los más usuales de todos. Estos voltean el cucharón o bote hacia la parte delantera del tractor, accionándolo por medio de gatos hidráulicos.

Su acción es a base de desplazamientos cortos y se usa para excavaciones en sótanos a cielo abierto, para la manipulación de materiales suaves o fracturados, en los bancos de arena, grava, arcilla etc. También se usan con frecuencia en rellenos de zanjas y en alimentación de agregados a plantas dosificadoras o trituradoras.

Una derivación de este tipo de descarga, es cuando se usa el cucharón tipo concha de almeja al que también se le llama bote de uso múltiple. Este se puede abrir en dos para cargar o descargar además de que se puede usar como bote de descarga frontal.

El objeto de que el bote se abra, es que cuando el labio superior que es el que forma la caja del bote se separa de la parte vertical y ésta queda como cuchilla topadora, y se puede usar como tal, además de que cuando esta cargando se pueden forzar ciertos materiales a entrar dentro de él al cerrar las dos partes del bote. En la parte trasera del cucharón, un par de cilindros hidráulicos de doble acción, hacen que esta se abra o cierre.

Descarga Lateral

Los de descarga lateral tienen un gato adicional que acciona al bote volteándolo hacia uno de los costados del cargador. Estos

tienen como ventaja que el cargador no necesita hacer tantos movimientos, para colocarse en posición de cargar al camión o vehículo que se desee, sino que basta que se coloque al vehículo paralelo.

Desde luego este tipo es más caro que el de descarga frontal, y solo se justifica su uso en condiciones especiales de trabajo, por ejemplo, en sitios donde no hay muchos espacios para maniobras, como como el rezago de túneles de sección estrecha, o en cortes largos de camino, ferrocarriles o canales.

Descarga Trasera:

Los equipos de descarga trasera se diseñaron con la intención de evitar maniobras del cargador. En estos el cucharón ya cargado pasa sobre la cabeza del operador y descarga hacia atrás directamente al camión o a bandas transportadoras o a tolvas, etc.

Estos equipos resultan sumamente peligrosos y causan muchos accidentes, porque los brazos del equipo y bote cargado pasan muy cerca del operador.

Algunos de estos equipos han sido diseñados con una cabina especial de protección, pero esto resta eficiencia a la máquina, porque reducen la visibilidad, además de que añade peso al cargador.

En realidad han sido desechados para excavaciones a cielo abierto y solo se usan en la rezaga de túneles, cuya sección no es suficientemente amplia, para usar otro tipo de cargador.

A este equipo descarga trasera diseñado especialmente para excavaciones de túneles, se les llama rezagadoras y hay algunas fábricas que se han dedicado especialmente a perfeccionarlos por lo que en muchas ocasiones resulta ser el equipo adecuado para cargar el producto de la excavación dentro de túneles. Vienen montados generalmente sobre orugas, aunque algunos pequeños vienen sobre ruedas metálicas que ruedan sobre una vía previamente instalada

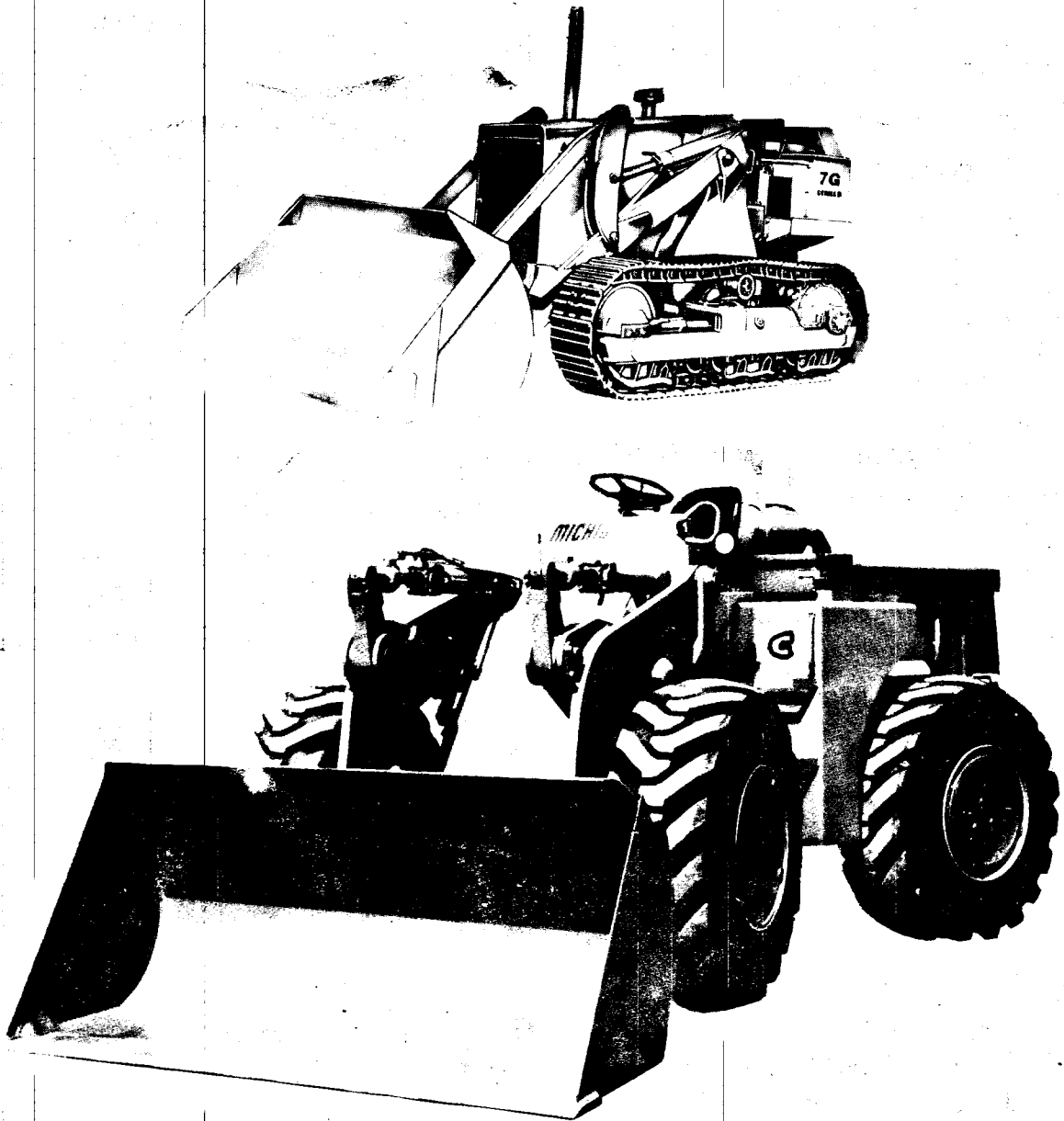
dentro del túnel. Es muy raro encontrar este equipo montado sobre llantas.

B) Clasificación por la forma de rodamiento :

A) De carriles (orugas)

B) De llantas (neumáticos)

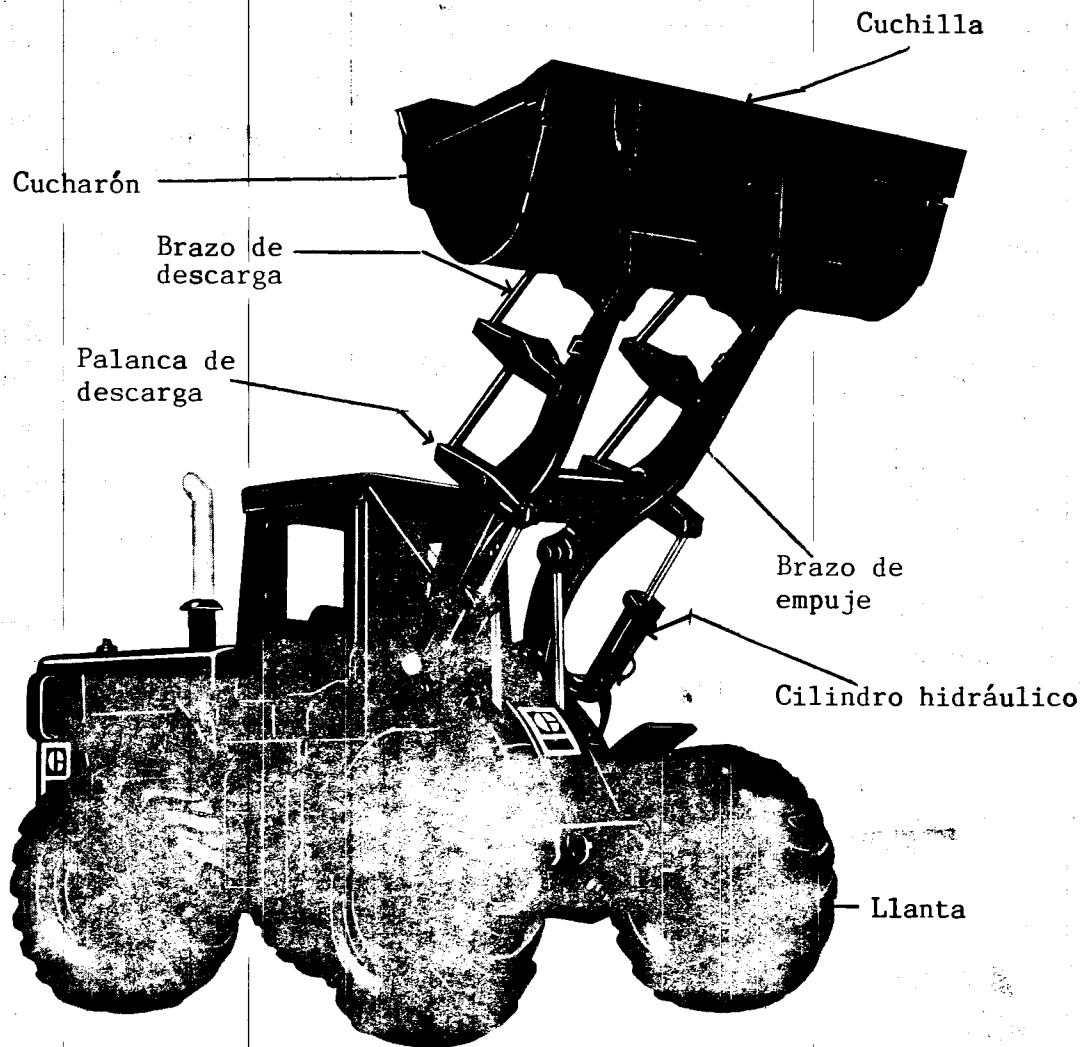
A continuación se hará una descripción de ambas enfocándose al cargador más usual.



3.3 DESCRIPCION DE LOS CARGADORES FRONTALES

3.3.1 CARGADORES FRONTALES MONTADOS SOBRE NEUMATICOS

Los cargadores frontales montados sobre neumáticos, son equipos de excavación, carga y acarreo que tienen un cucharón o bote para estos fines y que se adaptan en la parte delantera de los tractores.



Mediante la selección del convertidor de par, bombas, motores adecuados, ejes de transmisión, diferencial y reducciones planetarias perfectamente conjuntados para suministrar la máxima potencia utilizable con pérdidas por rozamientos mínimos, se pueden realizar las siguientes funciones:

1. Transmitir fuerza suficiente a las ruedas para proporcionar una acción de empuje adecuado al peso de la máquina.
2. Suministrar fuerza al sistema hidráulico que excavará, levantará y volcará las cargas adecuadas por anticipado.

Estas máquinas por tanto no son simples tractores equipados con componentes adecuados para la excavación y carga, sino que son máquinas básicamente proyectadas para excavar, elevar y cargar, cada una de ellas formada por componentes estructurales, motrices y mecánicos, plenamente integrados y concebidos para trabajar conjuntamente.

NEUMATICOS

Si los motores y trenes de transmisión han experimentado cambios lo suficientemente amplios para hacer posible la consecución del moderno cargador, para trabajos intensivos, los neumáticos también han evolucionado. Se ha demostrado mediante una gran cantidad de estudios efectuados sobre el terreno que, por ejemplo, un neumático del tipo que se utiliza en las máquinas para el movimiento de tierra, equipado con pocas lonas, suministra un área de apoyo superior.

En contra de la creencia popular de que los neumáticos de los cargadores se deterioran bajo condiciones de trabajo intensivo en proporción similar, e incluso superior a los de los neumáticos de las motoescrepas, la experiencia nos demuestra lo contrario. El armazón básico del neumático montado en un cargador se desgasta mucho más despacio, debido a que la cantidad de calor generada en el neumático es menor a la que se produce en el mismo neumático cuando este es utilizado en una motoescrepa. Esto es debido principalmente por que tanto la velocidad y distancia de acarreo de los cargadores, son menores que los de la motoescrepa.

El tractor básico del cargador se ha diseñado para permitir

modificaciones en la distribución del peso, ya sea mediante el inflado de los neumáticos con agua o adición de contrapesos, por lo que se puede adaptar con mayor precisión a las diversas condiciones de trabajo.

Existe una gran variedad de tamaños de neumáticos, número de lonas y diseño de cubiertas adecuadas para su utilización en los cargadores, por lo que por considerarlo interesante anexamos la tabla que a continuación se muestra.

Dimensión Neum.	Número de lonas	Tipo de Neumático	Precio Agosto 1988
23.5 x 25	20	L-3	880,750.00
	24	L-2	972,320.00
26.5 x 25	14	L-3	892,800.00
	16	L-3	1'080,500.00
29.5 x 25	22	L-4	1'536,100.00
29.5 x 29	22	L-3	1'592,000.00
	28	L-4	1'770,100.00
33.25 x 35	20	L-3	2'200,500.00
	25	L-3	2'580,000.00

L- 2 Tipo de Tracción

L-3 Para Roca

L-4 Para Roca (huella profunda)

A los neumáticos se les designan, generalmente por tres números visibles en la cara lateral por ejemplo, 23.5 x 25-20 indican: el primero la anchura nominal exterior en pulgadas, el segundo el diámetro de la llanta en pulgadas y el tercero el número de lonas.

Protección de los Neumáticos

Para aumentar la duración de las costosas llantas, se debe recomendar a los operadores que no acomoden las cargas mediante arrancones y frenajes bruscos, pues esta pésima costumbre, se traduce en severos impactos y frecuentemente causan la rotura del tejido de las lonas de los neumáticos.

La presión de aire apropiado, es base para la duración y el buen funcionamiento de estos equipos.

Cuando la superficie de rodamiento está compuesta de materiales -

abrasivos y fragmentos de roca que puedan dañar a los neumáticos es práctica recomendable proteger a éstos, por medio de accesorios que constan de zapatas y eslabones de acero (Fig. 7).



Fig. 7 Cargador Frontal con-
Cadenas Amortiguadas.

Para resolver el problema de las cortaduras y daños por calentamiento de los neumáticos, en los cargadores de gran producción, se usa una llanta sin ceja (beadless), que consiste en un cinturón de montaje reemplazable, que está compuesto de zapatas de acero.



Fig. 8 Beadless

Este tipo de llantas se importan actualmente de Alemania pero está en proyecto fabricarlas en México.

Las ventajas principales que se obtienen al utilizar estas llantas son: Su más larga duración y su más bajo costo de operación, para los usuarios.

MANDOS FINALES

Los cargadores montados sobre neumáticos pueden ser de dos o cuatro ruedas motrices.

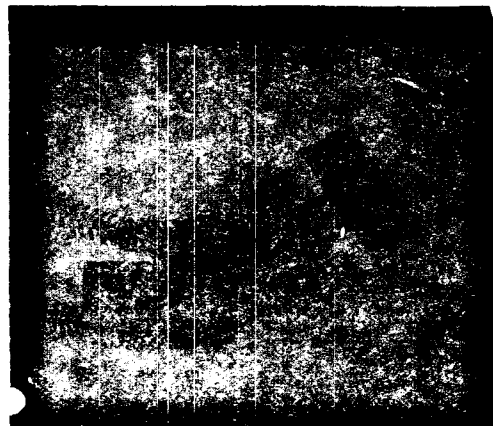
Por las duras condiciones de trabajo los cargadores de dos ruedas motrices están siendo desplazados en el movimiento de tierra y su aplicación más bien es para fines agrícolas.

Los cargadores con tracción en las cuatro ruedas, puesto que aprovechan un mayor porcentaje de peso en la máquina comparado con los de tracción en un solo eje, realizan la acción de excavado y acarreo mucho mejor.

La mayoría de los cargadores de cuatro ruedas motrices se dirigen con las ruedas traseras. Sin embargo, los hay con dirección frontal e inclusive en las cuatro ruedas.

Algunos cargadores utilizan un mecanismo de dirección que hacen girar la mitad delantera del tractor, incluyendo el sistema articulado del tractor y el cucharón, alrededor de un pivote central (Fig. 9). Esto ofrece las mismas ventajas que los de dirección en las ruedas traseras, manteniendo el peso del cargador directamente detrás del cucharón y haciendo que todas las ruedas sigan el rastro del trayecto del cucharón. Además, permite que el cucharón gire antes de que vire el tractor aumentando la facilidad de la colocación, tanto en el banco como sobre el camión, reduciendo de esta manera el tiempo consumido en la distancia de recorrido entre banco y el camión.

Fig. 9 Dirección de Bastidor.



La fuerza de empuje describe la capacidad que tiene una máquina para hacer penetrar la cuchara en el material que se excava. La fuerza de tracción útil disponible y las condiciones del terreno determinan la fuerza de empuje disponible. Si el operario de la máquina permite que patinen las ruedas, ello significa que se ha alcanzado la fuerza de empuje máximo y nada se consigue sino reducir la duración de los neumáticos. Puesto que el debido ajuste entre la unidad motriz y la máquina permite que el cargador haga patinar las ruedas en velocidad baja, cuando mejores sean las condiciones del terreno, mayor esfuerzo tractor puede ser desarrollado para incrementar la acción de empuje.

El eje delantero del cargador es el que soporta los mayores esfuerzos resultantes de la excavación y el transporte de la carga.

El eje oscilante trasero se ha perfeccionado mediante el uso del sistema de dirección de doble émbolo accionado hidráulicamente, lo que proporciona al operario un manejo eficaz de la dirección con un mínimo esfuerzo. Ello permite la obtención de máxima maniobrabilidad y perfecto control del vehículo. El eje oscilante es especialmente valioso en terrenos accidentados, debido a que asegura la permanencia de las cuatro ruedas sobre el suelo con objeto de proporcionar el máximo esfuerzo de tracción.

SISTEMA DE FRENOS

Los cargadores cuentan con frenos de servicio y para estacionamiento. Los primeros son hidráulicos, con circuitos independientes para los ejes delantero y trasero; y están dotados de un sistema de alarma con objeto de que cuando se produzca algún fallo en cualquiera de los circuitos, entre en función el freno de emergencia de modo automático y se detenga la máquina, los segundos, son de disco y se aplican manualmente.

Es importante hacer notar las ventajas que representa una adecuada conservación del sistema de frenos, ya que el costo tan elevado del equipo, nos obliga a ser muy cuidadosos en este renglón y si a eso aunamos la seguridad que representa

para el personal que de alguna forma esté laborando cerca de la zona de maniobras de la máquina, la buena conservación del sistema nos garantiza un manejo seguro y eficaz, tanto para el equipo como para el elemento humano.

CUCHARONES

Toca ahora hablar de los elementos básicos de carga, es decir, de los cucharones. Para ello, mencionaremos los diferentes tipos existentes en el mercado, concretándonos a continuación, a hacer una breve descripción de los mismos.

- a) Bote ligero
- b) Bote reforzado
- c) Bote super reforzado con dientes
- d) Bote por demolición
- e) Bote Eyector de Roca
- f) Bote de rejilla

a) Bote Ligero

Los equipos que únicamente van a cargar materiales sueltos y poco abrasivos tienen un bote ligero y en la parte extrema del labio inferior están reforzados por una cuchilla que es la que primero entra en el material que se va a mover (Fig. 10).

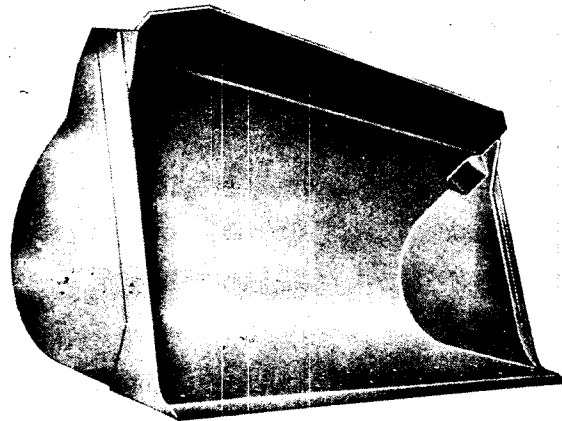


Fig. 10 Bote Ligero

b) Bote Reforzado

Cuando se necesita excavar además de cargar entonces el bote es un poco más fuerte que el anterior y viene equipado

con una serie de puntas o dientes repartidos en el mismo sitio en que el anterior lleva cuchilla. Los dientes tienen por objeto facilitar la penetración del cucharón dentro del material - (Fig. 11)

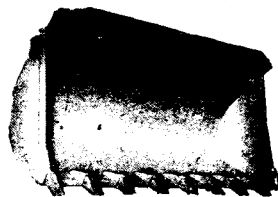


Fig. 11 Bote de Dientes para Excavar y Cargar.

Estos dientes están cubiertos por un casquillo de acero especial, resistente a la abrasión y cuando sufren desgaste considerable se cambian por nuevos con objeto de proteger a los dientes y al bote mismo.

c) Bote Super Reforzado con Dientes

Cuando el material que se va a cargar es roca fragmentada o lascas entonces se debe usar un bote especial, super reforzado, que es igual al bote de excavaciones pero más fuerte (Fig. 12). Algunos botes para roca tienen su borde inferior en forma de "V" y no llevan dientes sino cuchilla (fig.13).

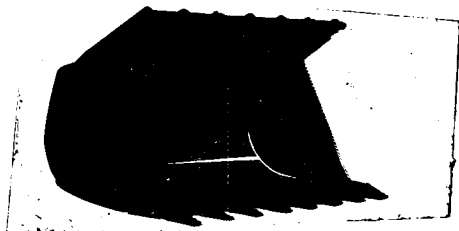


Fig. 12. Bote Super Reforzado

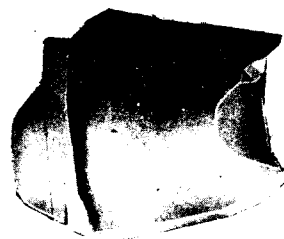


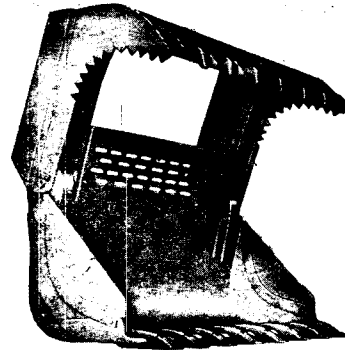
Fig. 13 Bote con Borde Inferior en "V"

d) Bote para Demolición

Este tipo sirve para cargar desechos y escombros de forma irregular, para esto cuenta con una mandíbula con fuerza hidráulica cuyos bordes son dentados (Fig. 14). Las planchas laterales

son desmontables para mejor agarre de materiales grandes.

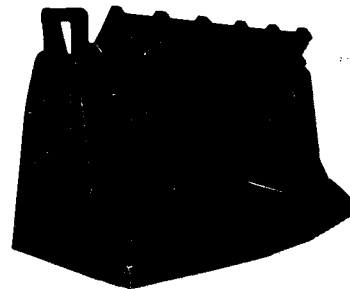
Fig. 14. Bote para Demolición



e) Bote Eyector de Rocas

El eyector es utilizado para descargar el material que se encuentra en el bote, ya que este avanza hasta el extremo delantero; por esta ~~causa~~ es posible regular la eyección del material a fin de situar bien la carga y minimizar los choques en la caja del camión. La cuchilla en "V" truncada facilita la penetración y la carga (Fig. 15).

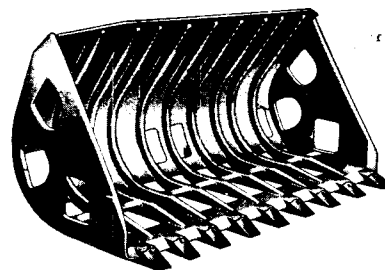
Fig. 15 Bote Eyector de Roca



f) Bote de Rejilla

Se utiliza para el manejo de roca suelta. Las aberturas del fondo permiten que el material indeseable caiga a través de éstas (Fig. 16).

Fig. 16. Bote de Rejilla



Los fabricantes además de estos tipos hacen otros según las necesidades del cliente.

Capacidades

La resistencia mecánica de toda la máquina y en particular de los componentes de los brazos y la cuchara, ha de ser suficiente para soportar las tremendas fuerzas que se desarrollan durante esta parte del ciclo de trabajo del cargador. Probablemente de ninguna otra parte del diseño básico del cargador, tienen los fabricantes tantas opiniones diferentes, como en el método de construir las piezas que componen el conjunto de brazos-cuchara, para mejor resistir las cargas de choque de excavación, elevación acarreo y volteo. Cuanto menor ~~sea~~ el número de puntos articulados, palancas acodadas y elementos de conexión, mayor será el período de tiempo que puede esperarse que el mecanismo brazo-cuchara funcione sin fallas estructurales.

Intimamente ligado a lo anterior esta la capacidad de los botes los cuales varían con la potencia del tractor, el uso al que se destine y también debe relacionarse al tamaño de las unidades de transporte. Por lo que si se desea adaptar uno de estos equipos a un tractor, es conveniente consultar los catálogos correspondientes, porque cada equipo ha sido diseñado para un tractor determinado, y lo anterior por lo general no es posible, ya que estos equipos vienen adaptados al tractor que corresponde desde la fábrica; pero vale la pena tenerlo en cuenta, pues una mala adaptación puede costar mucho dinero y ~~ser~~ infructuosa.

Las capacidades más usuales de los botes varían de 1/2 a 5 yd³, aunque actualmente hay fábricas que están haciendo equipos más grandes que pueden dar magníficos resultados en determinados trabajos, de los que más adelante se hablará.

SISTEMA HIDRAULICO

El conjunto de brazo-cuchara de los cargadores, se acciona por medio de un sistema hidráulico, que está formado por una bomba que recibe movimiento del motor del tractor, un depósito

general de aceite, una red de circulación cerrada del fluido, los correspondientes pistones y los controles instalados al alcance del operador en el puesto de mandos en el propio tractor.

Casi en todos los cargadores son dos pares de gatos los que se accionan, sirviendo uno de los pares para subir y bajar el equipo, mientras el otro hace los movimientos de excavación y volteo.

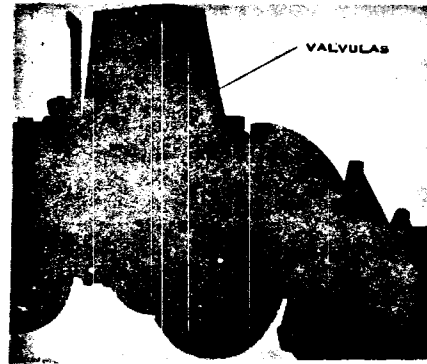


Fig. 17 Sistema Hidráulico

El tamaño de los cilindros, la presión hidráulica y la longitud de los brazos de palanca mediante los cuales se transmite la fuerza hidráulica, nos determina la fuerza de ruptura que puede ser desarrollada en el borde de ataque de la cuchara.

Los cilindros de elevación proporcionan la fuerza suficiente para elevar una carga capaz de hacer bascular la máquina sobre su eje delantero, cuando la cuchara se encuentra situada en su posición de máximo alcance hacia adelante. Esta carga se define como carga de vuelco.

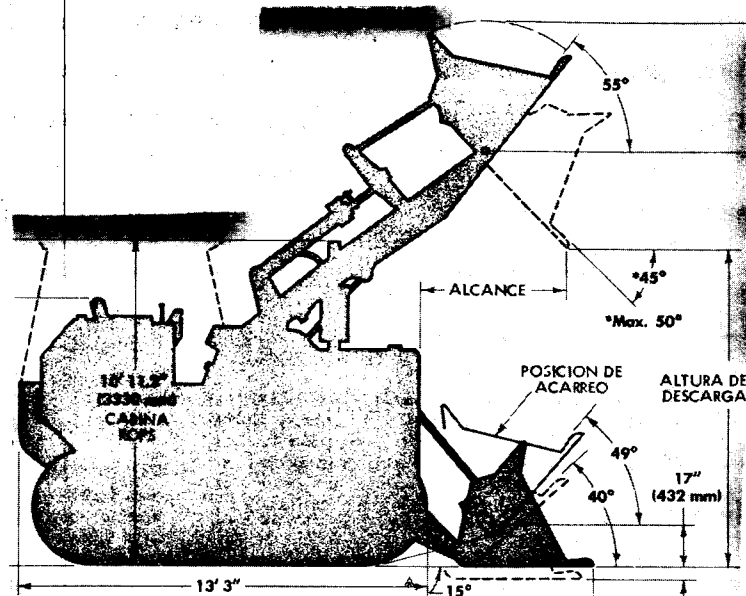
El mismo efecto se puede conseguir sujetando el borde de ataque de la cuchara, mediante algún objeto fijo haciendo que la máquina bascule sobre su eje delantero, aplicando la fuerza de ruptura disponible. Puesto que no se puede realizar prácticamente ningún trabajo con la máquina, cuando uno de los ejes está levantado sobre el suelo, la fuerza de ruptura o capacidad de elevación que exceda del punto de carga de vuelco no tiene significado práctico alguno.

Como es lógico suponer otra bomba hidráulica independiente a la del sistema de carga y descarga de material, permite en todo momento accionar la dirección del cargador. Este sistema de dos bombas proporciona rendimientos óptimas cuando la máquina se encuentra debidamente conjuntada con el convertidor de par

y con la adecuada selección de marchas.

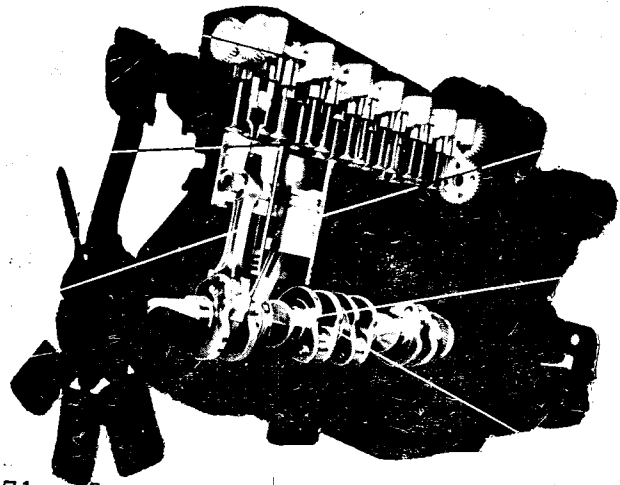
CONTROLES AUTOMATICOS

Algunos cargadores tienen el mecanismo de descarga dispuesto de tal manera, que se inclina hacia atrás.



Si no se desea esta inclinación hacia atrás, el operador puede usar el control de descarga para contrarrestarla. Además algunos tipos o marcas de cargadores están dotados de unos interruptores especiales automáticos, que se accionan con el pie, para detener la elevación a la altura máxima o en algún otro punto elegido y para regresar el cucharón al ángulo de excavación después de la descarga; teniendo como ventaja estos dispositivos que permiten al operador utilizar ambas manos sobre los controles del cargador mientras maniobra.

Fig. 19 Motor Caterpillar de Diesel D343 (988).



El puesto del operario por lo general se encuentra en la parte delantera del cargador pues ésto permite una visibilidad máxima de la zona de trabajo y mejor distribución del peso, debido al efecto contra-pesante del motor. Se dispone igualmente de mejor accesibilidad para el servicio, puesto que el motor se encuentra alejado de los mecanismos de carga.

El motor de los cargadores por lo general es de diesel, con potencias que varían de 80 a 570 H.P., de cuatro tiempos y de cuatro a ocho cilindros, todo esto dependiendo de las características de cada cargador.

Las marcas de los motores que se usan con más frecuencia son caterpillar, Cummins y General Motors.

Una de las funciones del motor de un cargador, es proporcionar la potencia necesaria para general fuerza hidráulica para el movimiento del bote y la dirección. Hasta el 35% de la potencia del motor en H.P., es recomendable para satisfacer a ésta. La otra función es transmitir fuerza suficiente a las ruedas para proporcionar una acción de empuje adecuado, para que se cumpla, nunca se debe hallar en la barra de tiro, menos del 65% restante deducida la fuerza de arrastre del vehículo; siendo esta la fuerza requerida para mover el vehículo durante el transcurso de la prueba con la transmisión en punto muerto, expresándose en libras e incluye el engranaje diferencial y otras fricciones, el esfuerzo requerido para "flexionar", los neumáticos, para compactar o desplazar el material sobre el que avanza la máquina y la tracción necesaria para remontar las irregularidades de la superficie.

3.3.2 CARGADORES FRONTALES MONTADOS SOBRE ORUGAS

Al conjunto formado por el tractor de orugas y el equipo se le llama cargador frontal, tractor pala y más comúnmente traxcavo, que es la degeneración del nombre de un modelo de una marca determinada, pero que en México se ha generalizado y se le nombra así a la de todas las marcas (Fig. 20).

En cuanto al sistema hidráulico, controles automáticos,

cucharones y motor, se rigen en forma general bajo el mismo principio que los cargadores montados sobre neumáticos ya descritos

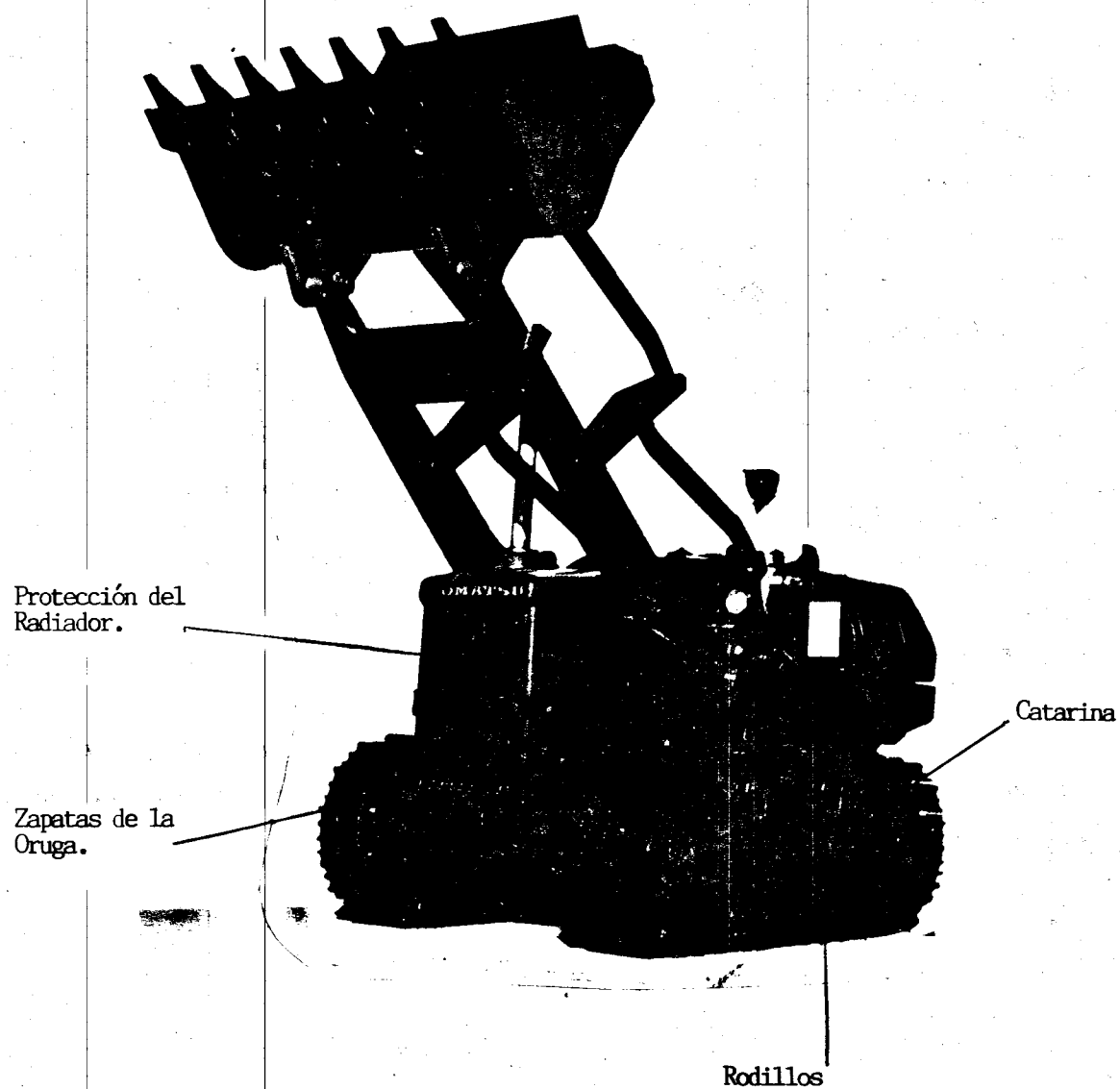


Fig. 20 Cargador Frontal sobre Orugas

anteriormente. Por esa razón en adelante se describirán solamente las diferencias más significativas.

ORUGAS.

El sistema de tránsito de estos cargadores consta de cadenas -

formadas por pernos y eslabones, a las cuales se atornillan las zapatas de apoyo. Estas cadenas se deslizan sobre rodillos, conocidos comúnmente como roles. En el extremo posterior de la cadena se encuentra la catarina que es un engranaje propulsor que transmite fuerza tractiva. (Fig. 21).

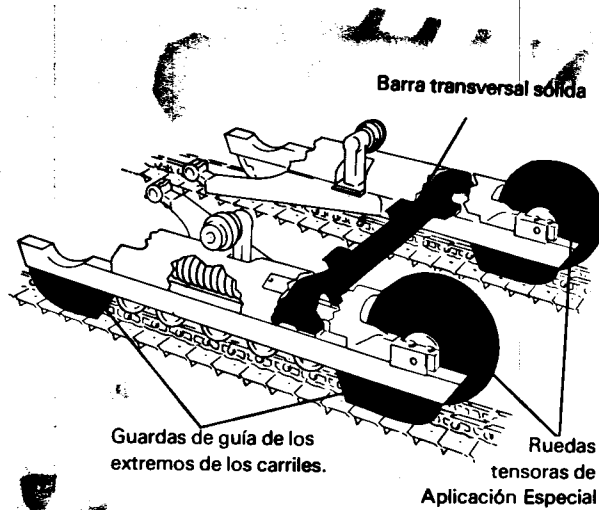


Fig. 21. Sistema de Tránsito

Un adecuado ancho y largo de las orugas es necesario para la estabilidad contra el volcamiento lateral cuando acarrear cargas pesadas.

Estos tipos de cargadores tienen una conexión rígida entre el bastidor de las orugas y el bastidor principal, pues de esta manera se mejora la estabilidad (Fig. 22).

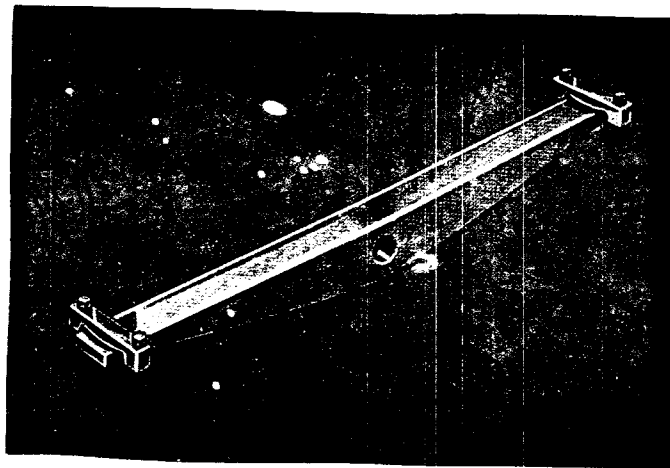


Fig. 22. Conexión Rígida entre Bastidores.

El tipo de zapatas de las orugas utilizadas, tienen una influencia considerable en la técnica de excavación.

En ocasiones se utiliza la zapata lisa para no deteriorar la superficie de trabajo, pero ésta tiene el inconveniente de que patinan bastante sobre muchos suelos e impide que toda la potencia de la máquina se aplique al trabajo.

Cuando por condiciones de trabajo se necesita que el cargador gire muy frecuentemente, se usan zapatas con garra pequeña de 1/2" a 2/4" aproximadamente. Este tipo de zapata proporcionan mejor tracción que las lisas pero aún patinarán con facilidad en condiciones resbalosas.

A medida que la zapata con semigarra se desgasta, las cabezas de los pernos de sujeción quedan expuestas y se desgastan y las orillas de las zapatas se debilitan de manera que pueden doblarse. Su vida puede prolongarse soldando una tira de aleación a lo largo de la barra central. Un cargador soldado de esta manera podrá tener buena tracción, pero puede producir una marcha molesta sobre terrenos duros.

Las zapatas lisas o de semigarra no son adecuados para trabajar en terrenos lodosos, ya que se hacen tan resbalosos que proporcionan poca tracción y no sujetan tablonces u otros objetos colocados debajo de ellas para ayudar a salir de los agujeros. También permiten que la máquina se deslice cuesta abajo cuando trabaja sobre un talud lateral.

La garra grande da muy buena tracción pero presenta dificultad en el pivoteo o giro. También hace a la máquina muy susceptible a dar tirones y somete a ésta y al cucharón a impactos y sobrecargas que pueden acortar la vida del cucharón.

Para condiciones especiales pueden sujetarse garras sobre las zapatas regulares. Las garras pueden colocarse en sólo seis u ocho zapatas de las orugas uniformemente espaciadas de cada lado para el trabajo en lodo.

DIRECCION

La dirección de los cargadores montados sobre orugas se maneja por medio de un sistema de tres pedales (Fig. 23).

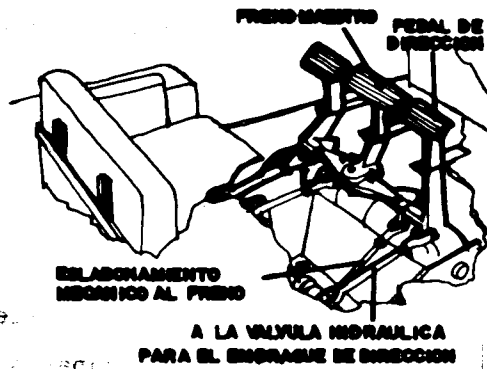
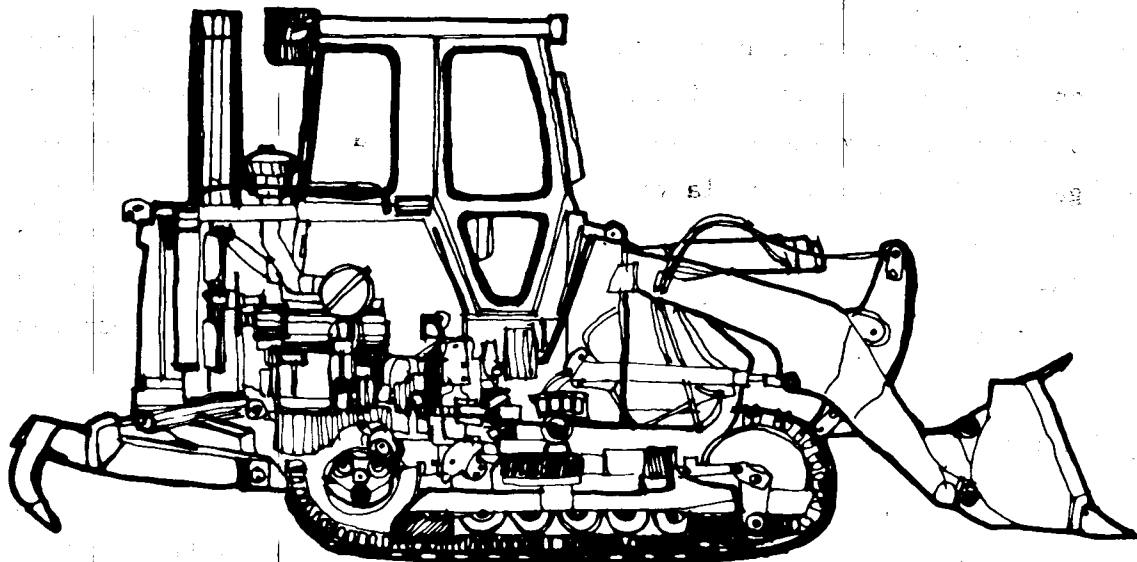


Fig. 23 Sistema de Dirección

Mediante estos se hacen todos los giros y paradas. Para soltar el embrague de la dirección, a fin de hacer un giro lento, se oprime hasta la mitad del pedal de la derecha o de la izquierda. Cuando se requiere un giro más cerrado, se oprime el pedal hasta el fondo. El pedal del centro frena también ambos carriles, pero no suelta los embragues y puede fijarse como freno de estacionamiento. Los embragues de la dirección se enfrían con aceite y tienen varios, discos para servicio pesado.

Una marca reconocida ha desarrollado un nuevo tipo de cargador frontal sobre orugas, este cargador cuenta con la innovación de que el motor se encuentra localizado en la parte posterior, lo cual eleva en buena medida la productividad al eliminar cargas innecesarias como el contrapeso.



Cargador sobre orugas con motor atrás

VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS DOS TIPOS DE CARGADORES

Los cargadores frontales montados sobre neumáticos, se pueden utilizar con ventajas en los siguientes casos:

- a) Cuando sea importante el acarreo de material en tramos cortos.
- b) Cuando los puntos de trabajo están diseminados.
- c) Cuando los materiales están sueltos y pueden atacarse fácilmente con el cucharón.
- d) Donde el uso de orugas sea perjudicial al terreno o por no ajustarse a las restricciones de tipo legal.
- e) Cuando los materiales abrasivos provoquen desgaste excesivo en las orugas, siempre que los neumáticos resistan las condiciones de trabajo.
- f) Donde el terreno es duro y seco.
- h) El radio de giro es mucho mayor que el de orugas, de manera que se requiere más espacio para maniobrar.
- i) La presión sobre el suelo es aún mucho mayor que los de orugas, pero el efecto de compactación de las llantas y las vueltas más graduales le hacen posible trabajar fácilmente en suelos arenosos que se partirían bajo las orugas causando un excesivo desgaste a éstas.
- j) En superficies, resbalosas pueden ocasionar la pérdida, tanto de la tracción como de la precisión de la dirección.

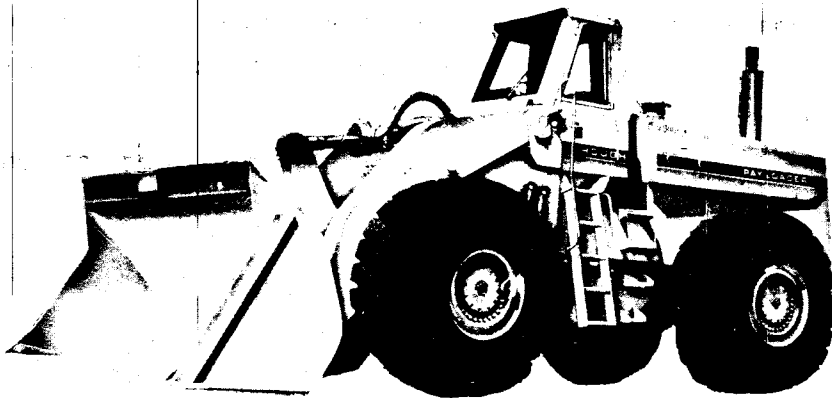
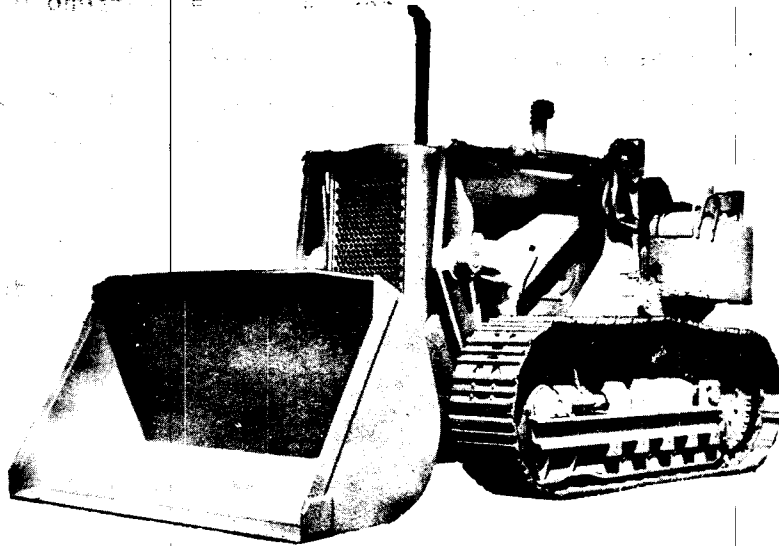
Una de las características de estos tipos de cargadores, es que dan una mayor facilidad de desplazamiento y por esto, se obtiene mayor rendimiento a distancias considerables de acarreo, en comparación con los de orugas.

Los cargadores frontales montados sobre orugas se pueden utilizar con ventajas en los siguientes casos:

- a) En terrenos flojos donde el área de apoyo de las orugas aseguran un movimiento adecuado y una estabilidad correcta.
- b) Cuando las condiciones del terreno o las pendientes exigen buena tracción y amplia superficie de apoyo.
- c) Donde no hay necesidad de hacer movimientos frecuentes y rápidos.
- d) Cuando los materiales son duros y no puede excavarlos fácilmente.

- e) En donde los fragmentos de roca pueden dañar los neumáticos.
- g) En trabajos que requieren volúmenes pequeños.

Por su diseño los cargadores sobre orugas, pueden salvar las irregularidades del terreno y su característica principal es su buena tracción, su baja velocidad y su limitación a distancias cortas de acarreo.



3.4 RENDIMIENTO DE CARGADORES

En el movimiento de tierras lo que más nos interesa es minimizar los costos de producción, es decir obtener el costo más bajo posible por unidad de material movido.

Se entenderá por rendimiento al volumen de material movido durante la unidad de tiempo. Este depende de numerosos factores como son:

- a) Capacidad del cucharón y su posibilidad de llenado.
- b) Tipo de material.
- c) Altura del terreno a excavar y la altura de descarga.
- d) La rotación necesaria entre la posición de excavación y descarga.
- e) La habilidad del conductor.
- f) La rapidez de evacuación de los materiales.
- g) Características de la organización de la empresa.
- h) Capacidad del vehículo o recipiente que se cargue.

El rendimiento aproximado de un cargador se puede valorar 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 por medio de observación directa.

La obtención de los rendimientos por observación directa es la medición física de los volúmenes de materiales movidos por el cargador, durante la unidad horaria de trabajo, cronómetro en mano.

Con este método se obtienen los rendimientos reales, sin embargo, este sistema requiere de contar con la máquina en el frente de trabajo, por esta razón no es posible usarlo para tomar una decisión de compra. Este método nos proporciona un medio objetivo de comparación entre el rendimiento real y el rendimiento teórico.

B) Cálculo de rendimiento de un cargador por medio de reglas y fórmulas.

El rendimiento aproximado de un cargador por medio de este método puede estimarse del modo 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. De esta forma se obtiene el rendimiento teórico.

$$m^3/hora = m^3/ciclo \times ciclos/hora$$

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, que depende del tipo de material que se cargue. Este factor de llenado o de carga debe tomarse muy en cuenta pues el cucharón no se puede llenar al ras más que en los terrenos ligeros en condiciones óptimas. En terrenos pesados especialmente arcilla, el cucharón sólo se **llena** parcialmente, mientras que en materiales rocosos el llenado es aún más imperfecto.

$$m^3/ciclo = \text{capacidad nominal del cucharón} \times \text{factor de carga.}$$

El factor de carga se puede determinar empíricamente para cada caso en particular o sea por medio de mediciones físicas, o tomarse de los manuales de fabricantes, por ejemplo, tenemos los siguientes valores, tomados de un fabricante:

<u>MATERIAL SUELTO</u>	<u>FACTOR DE CARGA</u>
Agregados húmedos mezclados	95 - 100 %
Agregados uniformes hasta de 1/8"	95 - 100 %
Agregados de 1/8" a 3/8"	85 - 90 %
Agregados de 1/2" - 3/4"	90 - 95 %
Agregados de 1" - o más	85 - 90 %
<u>MATERIAL DINAMITADO</u>	
Bien fragmentado	80 - 85 %
De fragmentación mediana	75 - 80 %
Mal fragmentado	60 - 65 %

Para determinar el número de ciclos/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

$$\text{ciclos/hora} = \frac{\text{Minutos efectivos por hora}}{\text{Tiempo total de un ciclo (minutos)}}$$

Tiempo total de un ciclo (minutos)

La eficiencia de la operación o sea los minutos efectivos de trabajo en una hora, depende de las condiciones del sitio de trabajo y las características de la organización de la empresa. Se puede estimar de la forma siguiente:

Condiciones del sitio del trabajo.	Características de la Organización							
	Excelente		Buenas		Regular		Malas	
	%	Min/Hr	%	Min/h	%	Min/H	%	Min/H
Excelentes	84	50.4	81	48.6	76	45.6	70	42.0
Buenas	78	46.8	75	45.0	71	42.6	65	39.0
Regular	72	43.2	69	41.4	65	39.0	60	36.0
Malas	63	37.8	61	36.6	57	34.2	52	31.2

El tiempo de un ciclo está compuesto por el tiempo del ciclo básico más el tiempo del ciclo de acarreo.

El tiempo del ciclo básico incluye, el tiempo de carga, descarga, cambios de velocidades, el ciclo completo del cucharón y el recorrido mínimo.

El ciclo básico lo podemos tomar en forma teórica de estadísticas de varias obras o de recomendaciones de fabricantes. Estos nos dicen que el tiempo del ciclo básico es del orden de 20 a 25 segundos y que se ve afectado por diversos factores que se han estimado aproximadamente como sigue;

M A T E R I A L

Segundos que deben añadirse(+) o restarse(-) del tiempo del ciclo básico.

De diversos tamaños	+ 1.2
Hasta de 1/8"	+ 1.2
De 1/8" a 3/4"	- 1.2
De 3/4" a 6"	0.0
De 6" ó más	+ 1.8 y más
En el banco o fragmentado	+ 2.4 y más

M O N T O N

Apilado con transportador o tractor 3 mts. o más	0.0
Apilado en transportador o tractor menos de 3 mts.	+ 0.6
Descargado de un camión	+ 1.2

D I V E R S O S

Segundos que deben añadirse (+) o restarse (-) del tiempo del ciclo básico.

Posesiones en común de camiones y cargador	- 2.4
Operación continua	- 2.4
Operaciones intermitentes	+ 2.4
Tolvas o camiones pequeños	+ 2.4
Tolvas o camiones endebles	+ 3.0

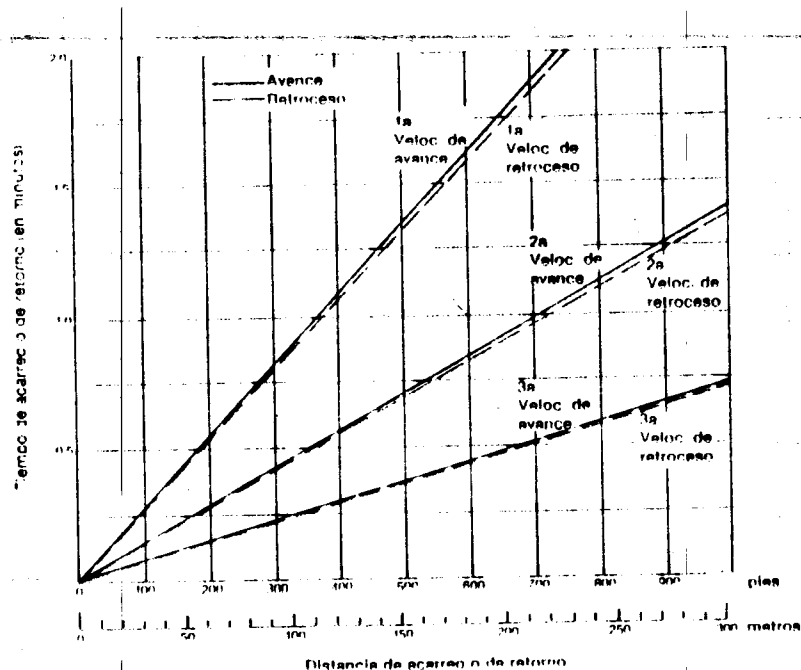
El ciclo de acarreo, es el tiempo que se requiere la máquina - en transportar el material de la salida de carga, al lugar de descarga y regresar vacío al lugar del abastecimiento.

El tiempo de este ciclo de acarreo, si se desconoce, puede tomarse de gráficas hechas por los fabricantes o prepararse con datos estadísticos medidos en la obra en forma apropiada.

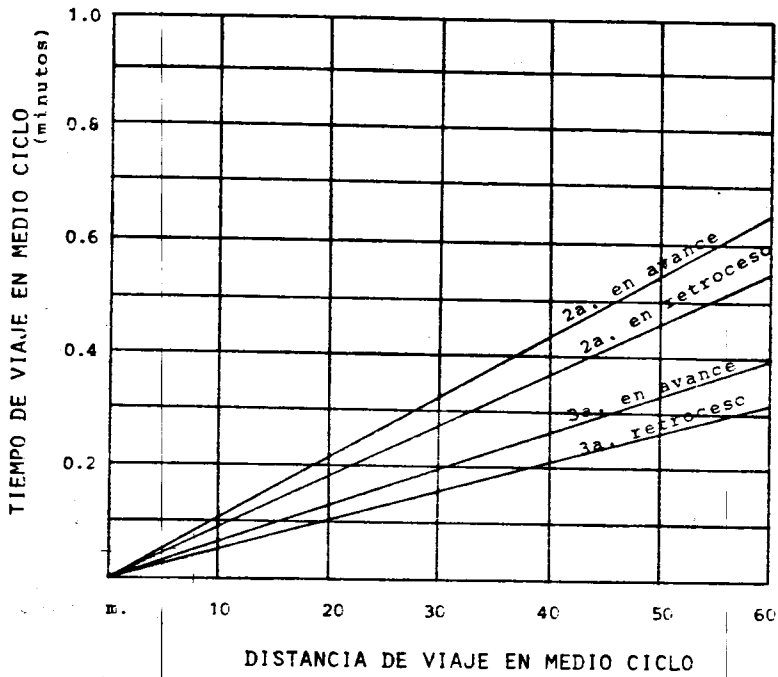
A continuación se presentan varias gráficas del tiempo estimado de acarreo o retorno para diversos cargadores, las cuales se han preparado en las siguientes condiciones:

- Sin pendiente
- Las velocidades son prácticamente las mismas con carga o sin ella.
- Se considera el tiempo de aceleración en el tiempo de maniobras.
- La posición de cucharón es constante en el recorrido.
- No se incluye el recorrido efectuado en el tiempo de maniobras.

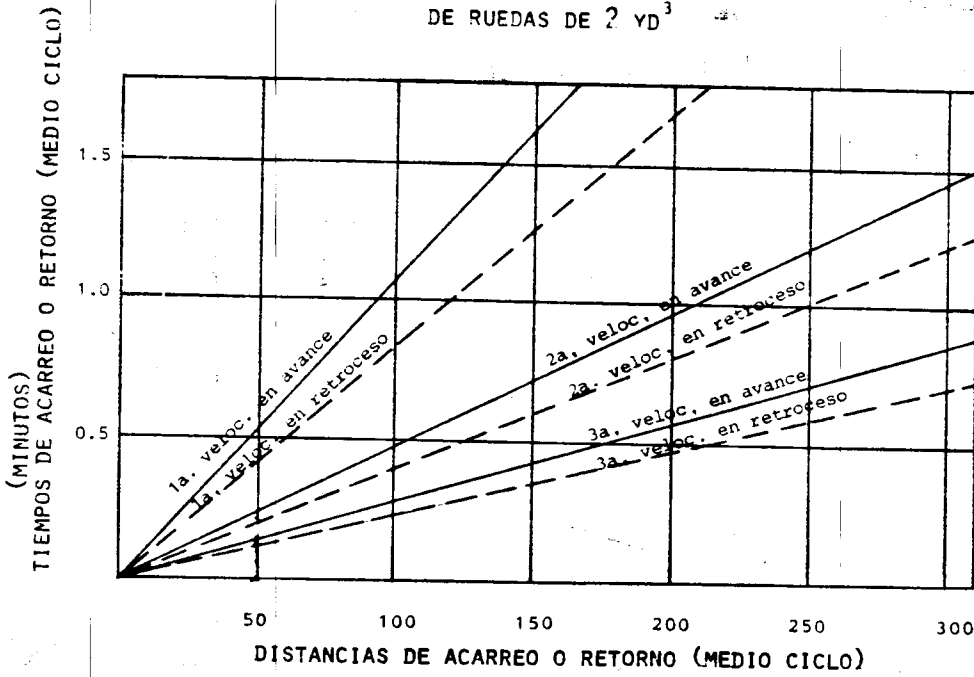
TIEMPO ESTIMADO DE VIAJE PARA UN CARGADOR DE RUEDAS DE 1.5yd³.



TIEMPO ESTIMADO DE VIAJE PARA UN CARGADOR
DE CARRILES DE 2 YD³

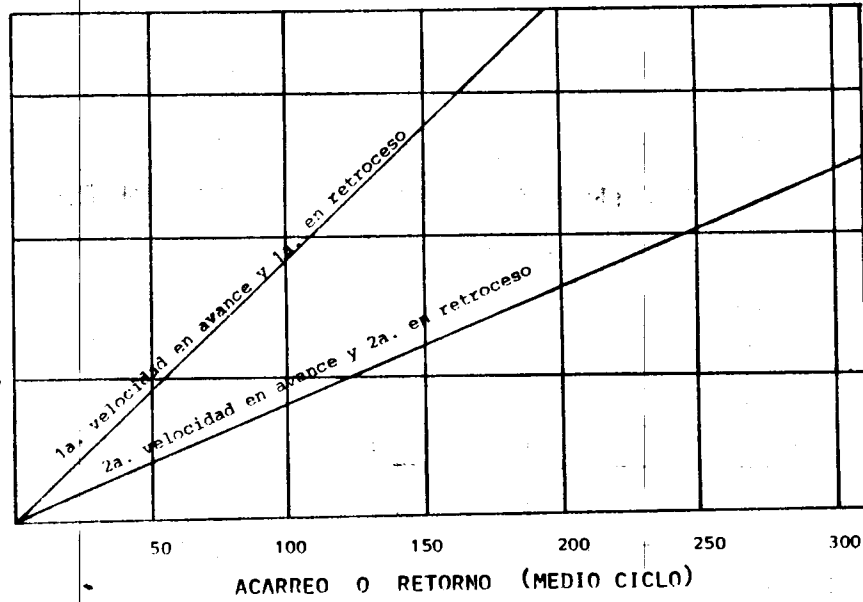


TIEMPO ESTIMADO DE ACARREO O RETORNO PARA UN CARGADOR
DE RUEDAS DE 2 YD³



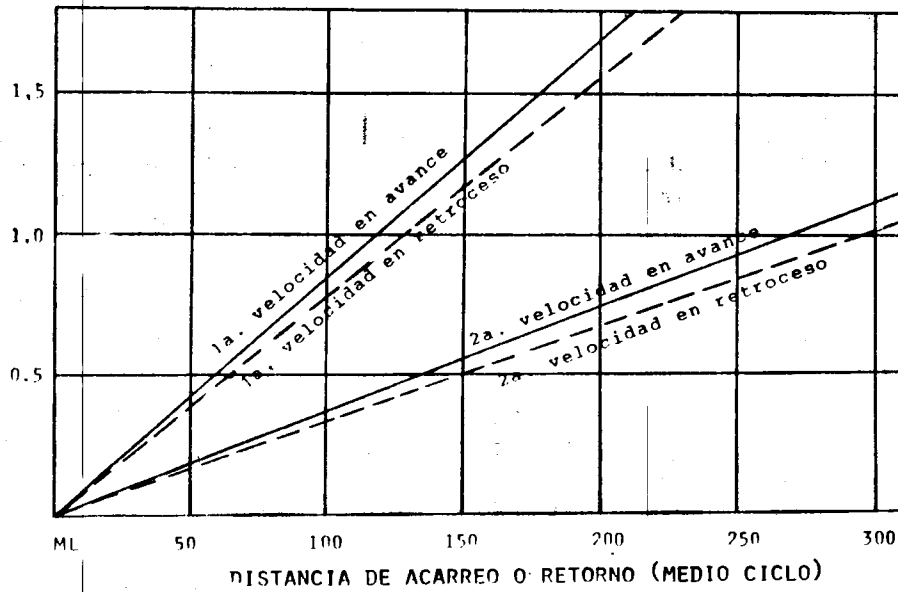
TIEMPO ESTIMADO DE ACARREO O RETORNO PARA UN CARGADOR
DE RUEDAS DE 6 YD³

ACARREO O RETORNO (MEDIO CICLO) EN MINUTOS

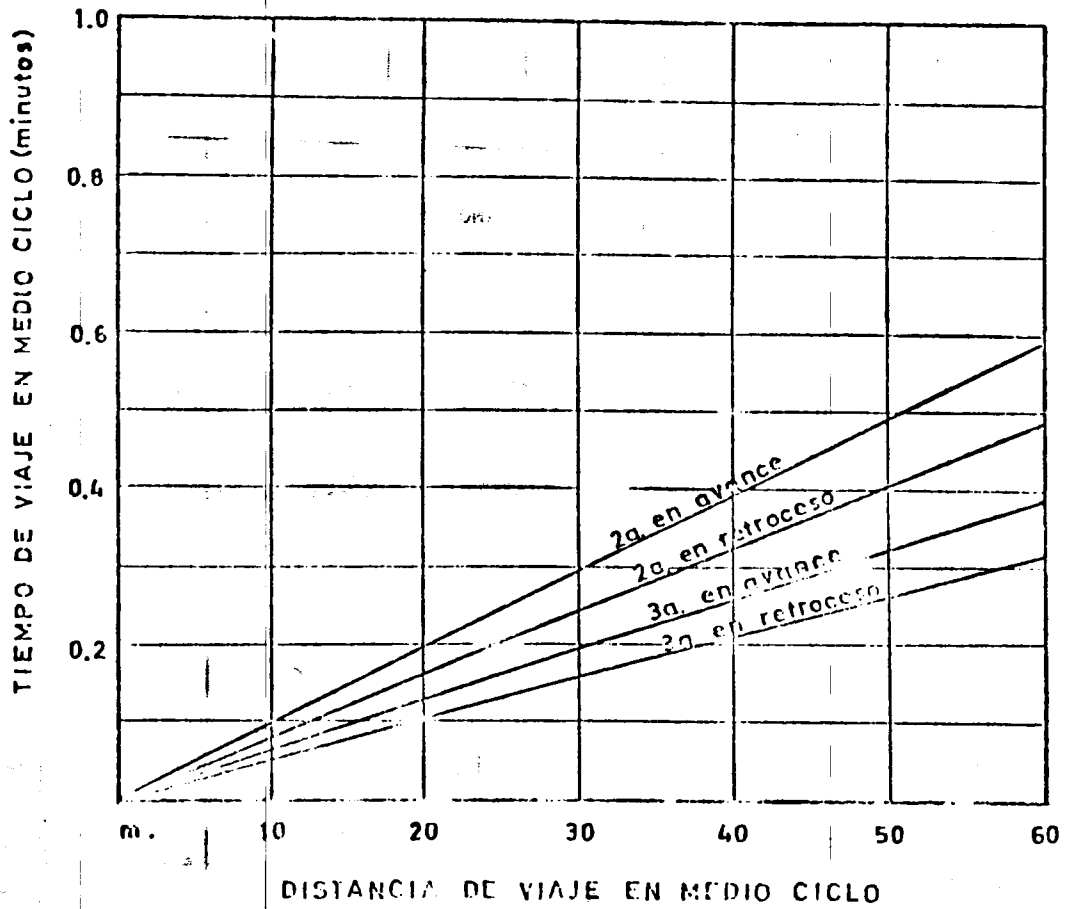


TIEMPO ESTIMADO DE ACARREO O RETORNO PARA UN CARGADOR
DE RUEDAS DE 10 YD³

TIEMPO DE ACARREO O RETORNO (MEDIO CICLO)
EN MINUTOS



TIEMPO ESTIMADO DE VIAJE PARA UN CARGADOR
DE CARRILES DE 5 Yd³.



C) Cálculo del rendimiento por medio de tablas proporcionadas por el fabricante.

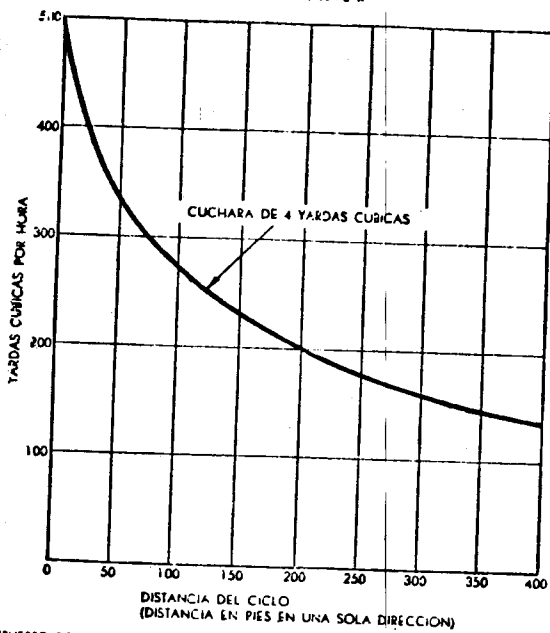
Los fabricantes de equipos cuentan con manuales donde se justifican los rendimientos teóricos de las máquinas que producen para determinadas condiciones de trabajo. Los datos se basan en pruebas de campo, análisis en computadora, investigaciones en el laboratorio, experiencia, etc. Tomando en cuenta las medidas necesarias para conseguir exactitud.

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. Esto significa, 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 otros sinnúmero de factores que pudieran reducir la producción en un determinado trabajo.

Por lo anterior mencionado se puede concluir que antes de utilizar cualquier información sobre rendimientos contenido en determinado manual, es esencial conocer detalladamente las condiciones que pueden afectar el trabajo de la máquina. Luego, el manual de rendimientos es tan sólo una ayuda que si no se compara con la experiencia y el conocimiento de las condiciones donde se desarrolla el trabajo, los rendimientos obtenidos de esta manera resultan falsos.

De las investigaciones y pruebas llevadas a cabo por los fabricantes del cargador marca Michigan, sobre el terreno, se obtuvieron gráficas de producción como las siguientes:

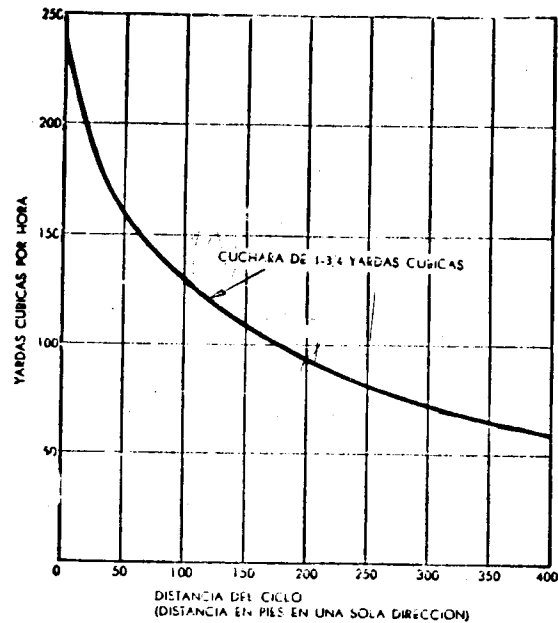
PRODUCCION EN YARDAS CUBICAS POR HORA
CARGADOR MODELO 175A, SERIE II



SUPUESTO DE PRODUCCION:
CARGA DE MONTON - TERRENO FIRME Y LLANO
HORA DE TRABAJO - 60 MINUTOS
PESO DEL MATERIAL - 2.800 LBS. POR YARDA CUBICA

PARA PENDIENTES ADVERSAS DE MAS DEL 5%, REDUZCASE LA PRODUCCION EN UN 2%, POR CADA 1%, ADICIONAL.

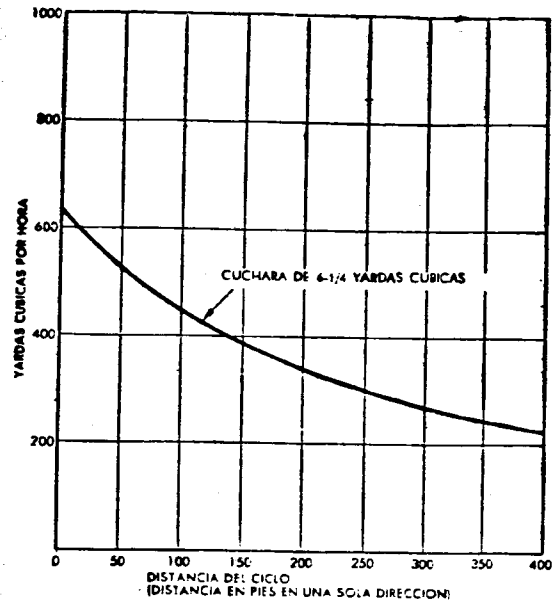
PRODUCCION EN YARDAS CUBICAS POR HORA
CARGADOR MODELO 75A, SERIE II



SUPUESTO DE PRODUCCION:
CARGA DE MONTON - TERRENO FIRME Y LLANO
HORA DE TRABAJO - 60 MINUTOS
PESO DEL MATERIAL - 2.800 LBS. POR YARDA CUBICA

PARA PENDIENTES ADVERSAS DE MAS DEL 5%, REDUZCASE LA PRODUCCION EN UN 2%, POR CADA 1%, ADICIONAL.

PRODUCCION EN YARDAS CUBICAS POR HORA
CARGADOR MODELO 375A, SERIE II



SUPUESTO DE PRODUCCION:
CARGA DE MONTON - TERRENO FIRME Y LLANO
HORA DE TRABAJO - 60 MINUTOS
PESO DEL MATERIAL - 2.800 LBS. POR YARDA CUBICA

PARA PENDIENTES ADVERSAS DE MAS DEL 5%, REDUZCASE LA PRODUCCION EN UN 2%, POR CADA 1%, ADICIONAL.

PROBLEMA

a) Datos

Calculemos la producción de un cargador de ruedas equipado con cucharón de $3 \frac{1}{2} \text{ yd}^3$ (2.67 m^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 6m. de altura en operación continua, con horas de 50 minutos efectivos.

Paso 1

Capacidad del cucharón 2.67 m^3
Factor de carga 0.85
Volumen por ciclo: $2.67 \text{ m}^3 \times 0.85 = 2.27 \text{ m}^3$

Paso 2

Cálculo del tiempo del ciclo:

ciclo básico 25.0 seg.

Correcciones:

- por el material 0.0

- por el montón 0.0

- posesión en común de cargador y camiones. 2.4

22.6

22.6 seg. = 0.38

60.0 seg.

Paso 3

Ciclos - hora = $\frac{50 \text{ min/hora}}{0.38} = 131 \text{ ciclos/hora}$

Paso 4.

$$\begin{aligned} \text{Producción} &= 2.27 \text{ m}^3/\text{ciclo} \times 131 \text{ ciclos/hora.} \\ &= 297,4 \text{ m}^3/\text{hora} \end{aligned}$$

La elección del cargador apropiado para un determinado trabajo se puede hacer en la forma inversa de la solución del problema anterior; es decir, ustedes conocen sus necesidades de producción y las condiciones de su obra, su problema es, calcular la capacidad del cucharón; y con esto efectuarán la primera parte de la elección.

CARGADOR VS. PALA MECANICA

Si recordamos la evolución habida en los trabajos de movimiento de roca y analizamos los cambios que ha habido en los últimos años, tanto en la maquinaria como en la utilización de la misma, notamos que la más significativa tendencia es que cada día más y más cargadores reemplazan a las palas mecánicas en el movimiento de rocas.

Históricamente, las palas, además de funcionar como una herramienta de carga, terminaban el trabajo que la barrenación y voladura habían iniciado. Sin embargo, con los avances tecnológicos en barrenación y explosivos, muchas de las necesidades que existían han sido eliminadas; y la utilización de cargadores en los bancos de roca se ha multiplicado rápidamente.

Es decir, las ventajas de las palas (alta inversión, poca movilidad, altos costos de transpotación, etc.) aunadas a los avances tecnológicos

en explotación de bancos de roca, han provocado la declinación. Pero esto no es todo; el desenvolvimiento de este nuevo método de movimiento de rocas lo provocaron dos causas muy poderosas para nosotros; Producción y Costo.

Un cargador de 6 yd³ ha probado que puede, por lo menos, igualar la productividad de palas de más de 5 yd³ de capacidad; y que además puede cargar material a un costo comparable al de palas de 4 y hasta 5 yd³ de capacidad. Veamos un ejemplo comparativo entre un cargador de 10 yd³ y una pala de 6 yd³, en la carga de roca caliza de una cantera, a camiones.

<u>Concepto</u>	<u>Cargador</u>	<u>Pala</u>
Tiempo de carga	0.08	0.08
giro	0.14	0.09
descarga	0.05	0.04
regreso	<u>0.13</u>	<u>0.13</u>
ciclo	0.40	0.34
arreglo de piso	0.10	0.18
espera	<u>0.20</u>	<u>0.20</u>
ciclo total	0.70	0.72
ciclos por hora	85.7	83.3
producción por hora	523.3	305.6
diferencia	71%	
costo horario	\$ 342,581.00	\$ 230,433.00
costo por m ³	654.67	754.04
diferencia	15%	

Además, el cargador ofrece otras ventajas sobre la pala:

Movilidad.- Un cargador puede moverse fuera del área de voladura rápidamente y con seguridad; y antes que el polvo de la explosión se disipe el cargador puede estar recogiendo la roca regada y preparándose para la entrega de material.

Podemos mover también el cargador hacia el taller para hacerle mantenimiento y reparaciones. Compáren esto con el tener que llevar herramienta y equipo para reparar una pala.

Versatilidad.- El cargador puede mover rápidamente de un lugar a otro el material que se requiera. Es decir, puede realizar la operación de carga y acarreo de roca, en ciertas

condiciones, que más adelante discutiremos con detalle.

Sin embargo los cargadores no están exentos de desventajas.

El problema número uno de los cargadores que trabajan en roca, es el desgaste y rotura de los neumáticos, que ha sido solucionado con el empleo de mallas metálicas y cadenas amortiguadas que protegen la llanta y alargan su vida útil, con el consiguiente abatimiento del costo de operación de la máquina.

Carga y acarreo con cargadores de llantas vs. carga con cargador a camiones de volteo.

Si un cargador realiza la carga y el acarreo del material del banco hasta la tolva de una planta que lo procesará y elimina el uso de unidades de acarreo tradicionales, se puede obtener, en ocasiones un ahorro de costo considerable.

Este trabajo se puede efectuar con cargadores chicos y grandes, dependiendo de las condiciones del trabajo y requerimientos de producción, con limitaciones económicas por el costo unitario del material movido.

Es en esta operación donde destacan, sin lugar a dudas, las ventajas del empleo de cargadores de gran capacidad, pues es precisamente su gran producción lo que abate los costos del movimiento de tierras.

Veamos un ejemplo ilustrativo de lo que hasta aquí hemos tratado.

EJEMPLO:

Movamos un volumen de material de un banco a un lugar situado a 80 m. de aquel (condición muy usual en operaciones de trituración). Nuestro problema es elegir el equipo que nos dé un costo más bajo por m³ de material movido. El volumen a mover es de un material de 3/4" a 6" apilado con tractor en montones de más de 3 m. de altura.

El trabajo se puede hacer con:

- 1.- Cargador y camiones propiedad de la empresa.
- 2.- Cargador propio y camiones de fleteros locales.
- 3.- Cargador de gran producción (propiedad de la empresa), en una operación de carga y acarreo.

Analicemos el costo unitario de cada una de estas tres alternativas:

ALTERNATIVA 1

Operación de carga a camiones:

Equipo propio:

- 1 cargador sobre llantas de 2 1/4 yd³ (1.72 m³)
- 2 camiones de 6.0 m³
- Costo horario cargador: \$ 96,808.00
- Costo horario camión: \$ 39,140.00

Cálculo de la producción:

Factor de carga (co) 0.90
Volúmen por ciclo 1.91 m³ X 0.90
1.72 m³/ciclo

Tiempo del ciclo (ciclo básico) 25.0 seg. = 0.42 min. Para cargar un camión de 6.0 m³ son necesarios 4 ciclos de operación del cargador; es decir, son necesarios 0.42 min. x 4 = 1.68 min. para cargar 6.0 m³.

$$\frac{6.0 \text{ m}^3}{1.72 \text{ m}^3} = 3.49 \text{ ciclos}$$

En una hora de 50.0 min., tenemos una producción de 179 m³

1.68 min	-	6.0 m ³
50.0 min	-	X
<hr/>		

Cálculo del costo

unitario X = 179 m³

Costo horario del equipo	\$ 135,948.00
Costo unitario	\$ 135,948.00/hora
	<hr/>
	179m ³ /hora
	\$ 759.47

ALTERNATIVA 2

Operación de carga a camiones:

Camiones de fleteros locales

Equipo: 1 cargador sobre llantas de 2 1/2 yd³ (1.91 m³)

2 camiones de 6.0 m³ de fleteros

Costo horario del cargador \$ 111,112.00

Tarifa local de fletes \$ 1,500.00 /m³-km

Cálculo de la producción:

En este caso, la producción es la misma que en alternativa 1.

Producción = 179 m³/hora

Cálculo del costo unitario

Costo horario del cargador \$111,112.00

Costo unitario de carga $\frac{\$111,112.00}{179 \text{ m}^3/\text{hora}}$ /hora

\$ 620.74 /m³

(1er. km. tarifa de fletes)

Costo unitario = \$ 2 120 /m³

ALTERNATIVA 3

Operación de carga y acarreo

Equipo: Cargador sobre llantas de 10 yd³ (7.64 m³)

Costo horario \$ 219,664.00

Cálculo de la producción:

Factor de carga 0.90

Volúmen por ciclo 7.64 X 0.90

6.88

Tiempo del ciclo básico (25.0 seg) 0.42 min.

Tiempo del ciclo de acarreo

(2a. velocidad en retroceso) 0.25 min.

Tiempo del ciclo de retorno 0.25 min.

(2a. velocidad en avance)

Tiempo total del ciclo 0.92 min.

Ciclos por hora = $\frac{50.0 \text{ min/hora}}{0.92 \text{ min/ciclo}}$

= 54.3

Producción 54.3 ciclos/hora 6.88 m³/ciclo

= 374 m³/hora

Cálculo del costo unitario:

Costo unitario = $\frac{\$ 219,664.00/\text{hora}}{374 \text{ m}^3/\text{hora}}$

\$ 587.37 /m³

RESUMEN:

Alternativa	Costo unitario
1	\$ 759.47
2	\$ 2,120.00
3	\$ 587.37

Es decir, la alternativa 3 es la que nos dá un costo más bajo por m³ de material. Hasta aquí, la elección a nivel de obra queda hecha; falta analizar, a nivel gerencia, la aceptabilidad de esta decisión, pues podría suceder que la empresa tuviera disponible un cargador de 2 1/4 yd³ al que podría dársele utilización en esta obra; o si no, revisar si la inversión de la compra de un cargador de 10 yd³ podría amortizarse en ésta u otras obras donde pudiera seguir utilizando esta máquina.

Analicemos el siguiente problema:

Una empresa adquirió una planta de trituración para procesar fuertes volúmenes de material en tiempos relativamente cortos. La gerencia decidió ya, que un cargador sobre llantas es el equipo adecuado para alimentar del banco a la planta la roca que se triturará. Se requiere decidir en la obra, el cargador de capacidad adecuada y elegir entre dos disponibles.

Cargador 1

Capacidad	10 yd ³
Costo horario	\$ 219,664.00

Cargador 2

Capacidad	6 yd ³
Costo horario	\$ 143,289.00

Trituradora

Producción	140 m ³ /hora
Costo horario	\$ 745,962.00

Operación

- carga y acarreo de roca bien fragmentada
- costo aproximado de un cambio de instalación

de la planta trituradora dentro del banco:

\$ 55'500,000.00

- Producción requerida en cada banco

200,000 m³

- Frente del banco 80.0 m. de ancho

12.5 m. de altura

Solución:

Dado que el costo horario de la trituradora es de \$ 745,962.00 es el equipo que debe operar en todo tiempo al 100% de eficiencia. Cálculo de la máxima distancia de acarreo para cada cargador, para una producción de 140 m³/hora. Consideramos un 83% de eficiencia de la operación, es decir, horas de 50.0 minutos.

Cargador 1

Factor de carga: 0.80

Volumen por ciclo 0.80 X 7.65 m³

6.12 m³

Ciclos por hora necesarios para producir
140 m³/hora.

$$C = \frac{140 \text{ m}^3/\text{hora}}{6.12 \text{ m}^3/\text{ciclo}}$$

$$C = 22.9 \text{ ciclos/hora}$$

Tiempo del ciclo total

$$T = \frac{50.00 \text{ min./hora}}{22.9 \text{ ciclos/hora}}$$

$$T = 2.18 \text{ min/ciclo}$$

Tiempo del ciclo básico:(25.0 seg.) 0.42 min.

Tiempo del ciclo de acarreo y retornos

$$T = 2.18 - 0.42 = 1.76 \text{ min.}$$

De la gráfica de tiempo estimado de acarreo o retorno para un cargador de ruedas de 10 yd³, tenemos que a 255 m. de acarreo, los tiempos del ciclo de acarreo y retorno son:

tiempo del ciclo de acarreo 0.85 min.
(2a. velocidad en retroceso)

tiempo del ciclo de retorno 0.91 min.
(2a. velocidad en avance)

SUMA: 1.76 min.

Es decir, el cargador de 10 yd³ puede acarrear a 255 m., 140 m³/hora de roca bien fragmentada.

Costo unitario = \$ $\frac{219,664.00}{140.00}$ hr. m³/hr.
= \$ 1,569/m³

Sin necesidad de hacer cambios de instalación de la planta trituradora dentro del banco.

Cargador 2

Factor de carga 0.80
volúmen por ciclo 0.80 X 4.58 m³
3.66 m³

Ciclos por hora necesarios para producir

140 m³/hora

$$C = \frac{140. \text{ m}^3/\text{hora}}{3.66 \text{ m}^3/\text{ciclo}}$$

$$C = 38.2 \text{ ciclos/hora}$$

Tiempo del ciclo total

$$T = \frac{50.0 \text{ min/hora}}{38.2 \text{ ciclos/hora}}$$

$$T = 1.31 \text{ min/ciclo}$$

Tiempo del ciclo básico: (25.0 seg.) 0.42 min.

Tiempo del ciclo de acarreo y retorno

$$T = 1.31 - 0.42 = 0.89 \text{ min.}$$

De la gráfica de tiempo estimado de acarreo o retorno para un cargador de ruedas de 6 yd³, para un tiempo de ciclo de acarreo y retorno de 0.89 min., tenemos que la distancia de acarreo es de 105 m. (2a velocidad en avance y 2a. velocidad en retroceso).

Es decir, si instalamos la planta a 30 m. de distancia del frente inicial (para protegerla de las voladuras), cada 75 m. debemos hacer un cambio de la planta dentro del banco.

Dadas las características del banco (80m. de ancho x 12.5 de altura) cada metro de avance en el banco produce 1,000 m³ de roca.

Así, son necesarios 2 cambios de instalación dentro del banco para producir los 200,000 m3 requeridos.

$$\begin{aligned} \text{Costo unitario por carga} &= \$ \frac{143,289}{140 \text{ m}^3/\text{hora}} \\ &= \$ 1,023.5 /\text{m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Costo unitario por cambio} \\ \text{de instalación dentro del} \\ \text{banco.} & \frac{2 \text{ cambios} \times 55,500,000}{200,000 \text{ m}^3} / \text{cambio} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Costo unitario:} &= \$ 555/\text{m}^3 \\ &= \$ 1,578.5 /\text{m}^3 \end{aligned}$$

Esto sin considerar el costo de los tiempos perdidos en los cambios de instalación dentro del banco.

En resumen, la elección del cargador de 10 yd3 es la que proporciona una operación económica.

PROBLEMA

Se requiere cargar 1,000,000 m3 de roca para la construcción de una cortina. El material es producto dinamitado bien fragmentado en pilas mayores de 3m. hechas por un tractor y se cargarán a camiones de 35 ton. de capacidad.

Equipo disponible:

Cargador 6 yd3 cat 988 costo-horario \$ 143,289.00
 Cargador 10 yd3 Terex 72-81 costo-horario \$ 219,664.00
 Tractor D8L Cat costo-horario \$ 255,657.00
 Tiempo de realización 15 meses

Solución:

Tiempo disponible $25 \times 15 \times 3 \times 8 = 9\,000$ horas
 producción requerida $\frac{1\,000,000}{9,000} = 111 \text{ m}^3/\text{hora}$

Cargador 10 yd3 (7.64 m3)
 factor de carga 0.75
 Volumen por ciclo $0.75 (7.64) = 5.73 \text{ m}^3$
 Tiempo del ciclo básico = 25 seg.
 Tiempo por material = + 2.4 seg.
 Tiempo por apilado = - 2.4 seg.
 Posesión del equipo = 0 seg.

ciclo = 25 seg = 0.42 min.

Número de ciclos por hora $\frac{50 \text{ min}}{0.42 \text{ min.}} = 119 \text{ ciclos/hora}$

Producción teórica = $119 \times 5.73 = 682 \text{ m}^3/\text{hora}$

Producción real = 143.2 m³/hora

Factor utilización 21%

Costo = $\frac{\$ 219,664.00}{143.2} = \$ 1,533.97/\text{m}^3$

Cargador 6 yd³ (4.98 m³)

Factor de carga 0.75

Volumen por ciclo 0.75 (4.58) = 3.44 m³

Tiempo del ciclo = 0.42 min.

Número de ciclos por hora $\frac{50}{0.42} = 119 \text{ ciclos/hora}$

Producción teórica $119 \times 3.44 = 409 \text{ m}^3/\text{hora}$

Producción real = 112.5 m³/hora

Factor utilización 27%

Costo = $\frac{\$ 143,289.00}{112.5} = 1,273.68/\text{m}^3$

AMU2

CONSTRUCTORA:	Máquina: <u>Cargador Terex</u>	Hoja No. _____
	Modelo: <u>72 - 81</u>	Calculó: _____
OBRA:	Datos adic: <u>10 yd³</u>	Revisó: _____
		Fecha: _____

DATOS GENERALES:

Precio de adquisición: \$ <u>976,360,089</u>	Fecha de cotización: _____
Equipo adicional:- 4 llantas <u>8'824,970.00</u> 33.25x35-26	Vida económica (Ve): <u>6</u> años
Valor inicial (Va): \$ <u>967'535,119</u>	Horas por año (Ha): <u>2000</u> hr/año
Valor de rescate (Vr): <u>20%</u> = \$ <u>193,507,024</u>	Motor: <u>Diesel</u> de <u>434</u> HP
Tasa de interés (i): <u>18%</u>	Factor de operación: <u>0.75</u>
Prima seguros (s) <u>2%</u>	Potencia de operación: <u>325.5</u> HP op.
	Coefficiente de almacenaje (K): <u>0.01</u>
	Factor mantenimiento (Q): <u>0.90</u>

I- CARGOS FIJOS.

a) Depreciación:	$D = \frac{Va - Vr}{Ve} = \frac{976,360,089 - 193'597,024}{12,000} =$	\$ <u>64,502.34</u>
b) Inversión:	$I = \frac{Va + Vr}{2Ha} = \frac{976,360,089 + 193'507,024}{4000} =$	\$ <u>52,246.87</u>
c) Seguros:	$S = \frac{Va - Vr}{2Ha} = \frac{976,360,089 + 502.34}{4000} =$	\$ <u>5,805.21</u>
d) Almacenaje:	$A = KD = (0.01) 64,502.34 =$	<u>645.02</u>
e) *	$M = QD = (0.90) 64,552.34 =$	<u>58,052.11</u>
SUMA DE CARGOS FIJOS POR HORA		\$ <u>181,251.58</u>

* Reservas para reparaciones (Multiplicador de uso prolongado por factor de reparación básicos.)

II- COSTOS DE OPERACION. CONSUMO.

a) Combustible:	$E = e Pc$	325.5	HP. op. x	\$ <u>445</u> /lt.	=	<u>28,969.5</u>
Diesel:	$E = 0.20 x$		HP. op. x	\$ _____ /lt.	=	
Gasolina:	$E = 0.24 x$		HP. op. x	\$ _____ /lt.	=	
b) Lubricantes, filtros, grasa:	Precio unitario	x	Consumo		=	Costo/hora.
Carter	<u>1206</u>	x	<u>1.46</u>		=	<u>1,760.76</u>
Transmisión	<u>1550</u>	x	<u>0.15</u>		=	<u>232.5</u>
Mandos finales	<u>2000</u>	x	<u>0.04</u>		=	<u>80</u>
Funciones hidráulicas	<u>2604</u>	x	<u>0.15</u>		=	<u>390.6</u>
Grasa	<u>300</u>	x	<u>0.05</u>		=	<u>15</u>
SUBTOTAL (aceites y grasa)					=	<u>2,478.86</u>
Filtros (analizar cada máquina de acuerdo al instructivo de operación)					=	<u>500.00</u>
c) Neumáticos:	Costo de reemplazo entre horas de uso.				=	<u>3,151.78</u>
d) Tren de rodaje:	(F. Impacto + F. abrasividad + Factor Z) x Factor básico				=	
e) Elementos de desgaste especial:	Costo / Duración				=	
Concepto	Costo entre	duración			=	Costo/hora
1.-					=	
2.-					=	
3.-					=	
Total.					=	
SUMA CONSUMOS POR HORA						

III- OPERACION.

Salario: \$ 11,900 (salario base)

Operador: \$ 19,873

Sal. / Turno - prom. : \$ 19,873

Horas / Turno - prom. : (H)

H = 8 horas x 0.75 (factor de rendimiento) = 6 horas.

∴ Operación = O = S / H = \$ 19,873 / 6 horas. = \$ 3,312.17

SUMA OPERACION POR HORA \$ 3,312.17

COSTO DIRECTO HORA - MAQUINA (HMD) \$ 219,664.00

FORMATO PARA EL ANALISIS DEL COSTO DIRECTO: HORA - MAQUINA .

CONSTRUCTORA:	Máquina: <u>CARGADOR</u>	Hoja No. _____
	Modelo: <u>Michigan 75-111-A</u>	Calculó: _____
OBRA:	Datos edic: <u>2.5yd³</u>	Revisó: _____
		Fecha: _____

DATOS GENERALES:

Precio de adquisición: \$ <u>439'892,000</u>	Fecha de certificación: _____
Equipo adicional - Llantas 20.5 X 25-12 <u>5'633,000</u>	Vida económica (Ve): <u>5</u> años
Valor inicial (Vi): \$ <u>434'259,000</u>	Moras por año (Ha): <u>2000</u> hr/año
Valor de rescate (Vr): <u>20</u> % = \$ <u>86'851,800</u>	Motor: <u>diesel</u> de <u>174</u> HP
Tasa de interés (i): <u>18</u> %	Factor de operación: <u>0.75</u>
Prime seguros (s) <u>2</u> %	Potencia de operación: <u>130.5</u> HP op.
	Coefficiente de almacenaje (K): <u>0.01</u>
	Factor mantenimiento (Q): <u>0.90</u>

I- CARGOS FIJOS.

a) Depreciación:	$D = \frac{V_i - V_r}{V_i} = \frac{434,259,000 - 86'851,800}{434,259,000}$	\$ <u>34,740.72</u>
b) Inversión:	$I = \frac{V_i + V_r}{2Ha} = \frac{434,259,000 + 86'851,800}{2000}$	\$ <u>23,449.99</u>
c) Seguros:	$S = \frac{V_i - V_r}{2Ha} = \frac{434,259,000 - 86'851,800}{2000}$	\$ <u>2,605.55</u>
d) Almacenaje:	$A = KD = (0.01) 34'740.72$	\$ <u>347.40</u>
e) *	$M = QD = (0.90) 34'740.72$	\$ <u>31,266.65</u>
SUMA DE CARGOS FIJOS POR HORA		\$ <u>92,410.32</u>

* Reservas para reparaciones (Multiplicador de uso prolongado por factor de reparación básicos.)

II- COSTOS DE OPERACION. CONSUMO.

a) Combustible:	$E = e P_c$	HP. op. x \$ <u>445</u> /lt.	= <u>11,614.5</u>
Diesel:	$E = 0.20 \times 130.k$	HP. op. x \$ _____ /lt.	= _____
Gasolina:	$E = 0.24 \times$	HP. op. x \$ _____ /lt.	= _____
b) Lubricantes, filtros, grasa:	Consumo		= Costo/hora.
Cartor	1,206 x 0.76		= 916.56
Transmisión	1,550 x 0.990		= 139.5
Mandos finales	2,000 x 0.051		= 102
Funciones hidráulicas	2,604 x 0.073		= 190.092
Grasa	300 x 0.033		= 9.90
SUBTOTAL (aceites y grasa)			= <u>1,358.052</u>
c) Neumáticos:	Filtros (analizar cada máquina de acuerdo al instructivo de operación) Costo de reemplazo entre horas de uso. Costo/Duración = $5'633,000 / 2800$		= <u>405</u>
d) Tren de rodaje:	$(F. impacto + F. abresividad + Factor Z) \times$ Factor básico		= <u>2,011.79</u>
e) Elementos de desgaste especial:	Costo/Duración		= Costo/hora
Concepto	Costo entre duración		= _____
1- _____	_____		= _____
2- _____	_____		= _____
3- _____	_____		= _____
Total			= _____
SUMA CONSUMOS POR HORA			<u>15,389.34</u>

III- OPERACION.

Salario: \$ <u>11,900</u>	\$ <u>19,873</u>	
Operador: _____	_____	
_____	_____	
Sal. / Turno - prom.:	\$ <u>19,873</u>	
Horas / Turno - prom. (H)	_____	
H = # horas x <u>0.75</u> (factor de rendimiento) = <u>6</u> horas.	\$ <u>3,312.17</u>	
Operación = O = S / H = \$ <u>19,873 / 6</u>	\$ <u>3,312.17</u>	
SUMA OPERACION POR HORA		\$ <u>3,312.17</u>

COSTO DIRECTO HORA MAQUINA (HMD) \$ 111,112.00

FORMATO PARA EL ANALISIS DEL COSTO DIRECTO: HORA - MAQUINA

CONSTRUCTORA: _____	Máquina: <u>Cargador Frontal</u>	Hoja No. _____
	Modelo: <u>988 B CAT</u>	Calculó: _____
OBRA: _____	Datos adic: <u>CAP 6 yd³</u>	Revisó: _____
		Fecha: _____

DATOS GENERALES:

Precio de adquisición: \$ <u>501,441,354</u>	Fecha de cotización: _____
Equipo adicional:- <u>4 Neumáticos</u> <u>7'080,400.00</u>	Vida económica (Ve): <u>5</u> años
Valor inicial (Va): \$ <u>494,360,954</u>	Horas por año (Ha): <u>2000</u> hr/año
Valor de rescate (Vr): <u>20 %</u> = \$ <u>98,872,191</u>	Motor: <u>Diesel</u> de <u>375</u> HP
Tasa de interés (i): <u>24 %</u>	Factor de operación: <u>0.75</u>
Prima seguros (s) <u>2 %</u>	Potencia de operación: <u>281.75</u> HP op.
	Coefficiente de almacenaje (K): _____
	Factor mantenimiento (Q): <u>0.8</u>

I- CARGOS FIJOS.

a) Depreciación:	$D = \frac{Va - Vr}{Ve} = \frac{494,360,954 - 98,872,191}{10,000} =$	\$ <u>39,548.88</u>
b) Inversión:	$I = \frac{Va + Vr}{2Ha} i = \frac{494,360,954 + 98,872,191 (.24)}{4000} =$	\$ <u>35,593.99</u>
c) Seguros:	$S = \frac{Va - Vr}{2Ha} s = \frac{494,360,954 - 98,872,191 (.02)}{4000} =$	\$ <u>2,966.17</u>
d) Almacenaje:	$A = KD =$	\$ _____
e) *	$M = QD = \frac{39,548.88 (0.80)}{1} =$	\$ <u>31,639.10</u>
SUMA DE CARGOS FIJOS POR HORA		\$ <u>109,748.14</u>

*.Reservas para reparaciones (Multiplicador de uso prolongado por factor de reparación básicos.)

II- COSTOS DE OPERACION. CONSUMO.

a) Combustible:	$E = e Pc$			
Diesel:	$E = 0.20 x$	<u>281.25</u>	HP. op. x \$	<u>445</u> /lt. = <u>25,031.25</u>
Gasolina:	$E = 0.24 x$		HP. op. x \$	
b) Lubricantes, filtros, grasa:	Precio unitario	x	Consumo	= Costo/hora.
Carter	<u>1,206</u>	x	<u>0.182</u>	= <u>219.49</u>
Transmisión	<u>1,550</u>	x	<u>0.066</u>	= <u>102.3</u>
Mandos finales	<u>2,000</u>	x	<u>0.102</u>	= <u>204</u>
Funciones hidráulicas	<u>2,604</u>	x	<u>0.147</u>	= <u>382.79</u>
Grasa	<u>232</u>	x	<u>0.02</u>	= <u>4.64</u>
SUBTOTAL (aceites y grasa)				= <u>913.22</u>
Filtros (analizar cada máquina de acuerdo al instructivo de operación)				= <u>504</u>
c) Neumáticos:	Costo de reemplazo entre horas de uso.			
	Costo/Duración = $\frac{7'080,400}{1872.82}$	= <u>3,780.61</u>		
d) Tren de rodaje:	(F. impacto + F. abrasividad + Factor Z) x Factor básico = _____			
e) Elementos de desgaste especial:	Costo/Duración	= Costo/hora		
Concepto	Costo entre duración	= Costo/hora		
1-	_____	= _____		
2-	_____	= _____		
3-	_____	= _____		
Total				= _____
SUMA CONSUMOS POR HORA				<u>30,229.08</u>

III- OPERACION.

Salario: \$ <u>11,900</u> (salario base)	
Operador:	\$ <u>19,873</u>
Sal./Turno - prom.:	\$ <u>19,873</u>
Horas/Turno-prom.:(H)	
H = 8 horas x $\frac{0.75}{1}$ (factor de rendimiento) = <u>6</u> horas.	
∴ Operación = O = S/H = \$ $\frac{19,873}{6}$	= \$ <u>3,312.17</u>
SUMA OPERACION POR HORA	
\$ <u>3312.17</u>	

COSTO DIRECTO HORA - MAQUINA (HMD) \$ 143,289.00

FORMATO PARA EL ANALISIS DEL COSTO DIRECTO: HORA - MAQUINA .

CONSTRUCTORA:	Máquina: <u>Cargador</u>	Hoja No. _____
	Modelo: <u>926 Cat</u>	Calculó: _____
OBRA:	Datos edic: <u>Cap 2.25 yd³</u>	Revisó: _____
		Fecha: _____

DATOS GENERALES:

Precio de adquisición: \$ <u>389'771,000</u> Equipo adicional: 4 Neumáticos. <u>3'523,000</u>	Fecha de certificación: _____ Vida económica (V _e): <u>5</u> años Horas por año (H _a): <u>2000</u> hr/año Motor: <u>Diesel</u> de <u>100</u> HP Factor de operación: <u>0.70</u> Potencia de operación: <u>70</u> HP op. Coeficiente de almacenaje (K): _____ Factor mantenimiento (Q): <u>0.8</u>
Valor inicial (V _i): \$ <u>386'248,000</u> Valor de rescate (V _r): <u>20</u> % = \$ <u>77'249,600</u> Tasa de interés (i): <u>24</u> % Prima seguros (s) <u>2</u> %	

I- CARGOS FIJOS.

a) Depreciación:	$D = \frac{V_i - V_r}{V_i}$	$\frac{386'248,000 - 77'249,600}{386'248,000 + 77'249,600(.24)}$	\$ 30,899.84
b) Inversión:	$I = \frac{V_i + V_r}{2H_a}$	$i = \frac{386'248,000 + 77'249,600(.02)}{2000}$	\$ 27,809.86
c) Seguros:	$S = \frac{V_i - V_r}{2H_a}$	$s = \frac{386'248,000 - 77'249,600}{2000}$	\$ 2,317.49
d) Almacenaje:	$A = KD$		
e) *	$M = QD$	$30'899.84 (0.80)$	\$ 24,719.87
SUMA DE CARGOS FIJOS POR HORA			\$ 85,747.06

* Reservas para reparaciones (Multiplicador de uso prolongado por factor de reparación básicos.)

II- COSTOS DE OPERACION. CONSUMO.

a) Combustible:	$E = e P_c$	70 HP. ep. x \$ <u>445</u> /lt.	= 6230
Diesel:	$E = 0.20 x$		
Gasolina:	$E = 0.24 x$		
b) Lubricantes, filtros, grasa:	Precio unitario	Consumo	Costo/hora.
Cartor	<u>1,206</u>	<u>0.090</u>	= 108.54
Transmisión	<u>1,550</u>	<u>0.038</u>	= 58.9
Mandos finales	<u>2,000</u>	<u>0.027</u>	= 54
Funciones hidráulicas	<u>2,604</u>	<u>0.038</u>	= 98.952
Grasa	<u>232</u>	<u>0.01</u>	= 2.32
SUBTOTAL (aceites y grasa)			= 322.71
			= 315
Filtros (analizar cada máquina de acuerdo al instructivo de operación)			
c) Neumáticos:	Costo de reemplazo entre horas de uso.		
	Costo/Duración = $3'523,000 / 1,872.72$		= 1,881.22
d) Tren de rodaje:	(F. impacto + F. abrasividad + Factor Z) x Factor básico		
e) Elementos de desgaste especial:	Costo/Duración		
Concepto	Costo entre duración		= Costo/hora
1-			=
2-			=
3-			=
Total			=
SUMA CONSUMOS POR HORA			8,748.93

III- OPERACION.

Salario: \$ <u>11,900</u> (salario base)	
Operador: \$ _____	
Sal./Turno - prom.: \$ _____	
Horas/Turno-prom.: (H)	
$H = 8 \text{ horas} \times 0.75$ (factor de rendimiento) = <u>6</u> horas.	
Operación = $O = S/H =$ \$ <u>19,873 / 6</u> horas. = \$ <u>3,312.17</u>	
SUMA OPERACION POR HORA \$ <u>3,312.17</u>	

COSTO DIRECTO HORA - MAQUINA (HMD) \$ 96,808.00

FORMATO PARA EL ANALISIS DEL COSTO DIRECTO: HORA - MAQUINA.

CONSTRUCTORA:	Máquina: <u>Camión</u>	Hoja No. _____
	Modelo: <u>Ford</u>	Cédula: _____
OBRA:	Detos edic: <u>6m³</u>	Revisé: _____
		Fecha: _____

DATOS GENERALES:

Precio de adquisición: \$ <u>84'770,000</u> Equipo adicional: 6 Llantas <u>4'496,870</u> 1000 X 20 - 12	Fecha de cofización: _____ Vida económica (Va): <u>5</u> años Horas por año (Ha): <u>2000</u> hr/año Motor: <u>Gasolina</u> de <u>160</u> HP Factor de operación: <u>0.75</u> Potencia de operación: <u>120</u> HP op. Coeficiente de almacenaje (K): <u>0.01</u> Factor mantenimiento (Q): <u>0.80</u>
Valor inicial (Va): \$ <u>80'273,130</u> Valor de rescate (Vr): <u>0</u> % = \$ <u>0.00</u> Tasa de interés (i): <u>18</u> % Prima seguros (s): <u>2</u> %	

I- CARGOS FIJOS.

a) Depreciación:	$D = \frac{Va - Vr}{Va}$	<u>80,273,130 - 0</u>	=	\$ <u>8,027.31</u>
b) Inversión:	$I = \frac{Va + Vr}{2Ha}$	<u>80,273,130 - 0</u>	=	\$ <u>3,612.29</u>
c) Seguros:	$S = \frac{Va - Vr}{2Ha}$	<u>80,273,130 - 0</u>	=	\$ <u>401.37</u>
d) Almacenaje:	$A = KD$	<u>(0.01) 8027.31</u>	=	<u>80.27</u>
e) *	$M = QD$	<u>(0.80) 8027.31</u>	=	<u>6,421.85</u>
SUMA DE CARGOS FIJOS POR HORA				\$ <u>18,543.09</u>

* Reservas para reparaciones (Multiplicador de uso prolongado por factor de reparación básicos.)

II- COSTOS DE OPERACION. CONSUMO.

a) Combustible:	$E = e \cdot Pc$			
Diesel:	$E = 0.20 \times$	<u>120</u> HP. op. x	\$ <u>480</u> /lt.	= <u>13,824</u>
Gasoline:	$E = 0.24 \times$	<u>120</u> HP. op. x	\$ <u>480</u> /lt.	= <u>13,824</u>
b) Lubricantes, filtros, grasa:	Precio unitario	x	Consumo	= Costo/hora.
Cartor	<u>1100</u>	x	<u>0.48</u>	= <u>528</u>
Transmisión	<u>1250</u>	x	<u>0.071</u>	= <u>88.75</u>
Mandos finales	<u>1345</u>	x	<u>0.023</u>	= <u>30.94</u>
Funciones hidráulicas	<u>1633</u>	x	<u>0.051</u>	= <u>83.28</u>
Grasa	<u>200</u>	x	<u>0.015</u>	= <u>3</u>
SUBTOTAL (aceites y grasa)				= <u>733.97</u>
c) Neumáticos:	Filtros (analizar cada máquina de acuerdo al instructivo de operación)			
	Costo de reemplazo entre horas de uso.			
	Costo/Duración = <u>4'496,870 / 1600</u>			= <u>2,810.54</u>
d) Tren de rodaje:	(F. impacto + F. abrasividad + Factor Z) x Factor básico			
e) Elementos de desgaste especial:	Costo/Duración			= Costo/hora
Concepto	Costo entre	duración		=
1-				=
2-				=
3-				=
Total				= <u>17,368.51</u>
SUMA CONSUMOS POR HORA				<u>17,368.51</u>

III- OPERACION.

Salario: \$ <u>11,600</u> (salario base)	<u>19,372</u>
Operador:	\$ _____
Sal. / Turno - prom.:	\$ <u>19,372</u>
Horas / Turno - prom. (H):	<u>6</u> horas
H = 8 horas x <u>0.75</u> (factor de rendimiento) = <u>6</u> horas	
Operación = O = S / H = \$ <u>19372 / 6</u>	= \$ <u>3,228.67</u>
SUMA OPERACION POR HORA	
\$ <u>3,228.67</u>	

COSTO DIRECTO HORA - MAQUINA (HMD) \$ 39,140.00

CONSTRUCTORA: _____	Máquina: <u>TRACTOR</u>	Hoja No. _____
	Modelo: <u>CAT D - 8L</u>	Calculó: _____
OBRA: _____	Datos adic: _____	Revisó: _____
		Fecha: _____

DATOS GENERALES:

Precio de adquisición: \$ <u>933'800,000.00</u>	Fecha de cotización: _____
Equipo adicional: _____	Vida económica (Ve): <u>5</u> años
	Horas por año (Ha): <u>2000</u> hr/año
Valor inicial (Va): \$ <u>933'800,000.00</u>	Motor: <u>Diesel</u> de <u>335</u> HP
Valor de rescate (Vr): <u>10%</u> = \$ <u>93'380,000.00</u>	Factor de operación: <u>0.8</u>
Tasa de interés (i): <u>20%</u>	Potencia de operación: <u>268</u> HP op.
Prima seguros (s) <u>3%</u>	Coficiente de almacenaje (K): _____
	Factor mantenimiento (Q): <u>0.8</u>

I- CARGOS FIJOS.

a) Depreciación: $D = \frac{Va - Vr}{Ve} = \frac{933'800,000.00 - 93'380,000.00}{10000} =$	\$ <u>84'042.00</u>
b) Inversión: $I = \frac{Va + Vr}{2Ha} = \frac{933'800,000.00 + 93'380,000.00}{4000} (20\%) =$	\$ <u>51'359.00</u>
c) Seguros: $S = \frac{Va - Vr}{2Ha} = \frac{933'800,000.00 + 93'380,000.00}{4000} (3\%) =$	\$ <u>9'244.62</u>
d) Almacenaje: $A = KD =$	_____
e) * $M = QD =$	<u>0.8 (84'042.00) = 67'233.60</u>
SUMA DE CARGOS FIJOS POR HORA	
	\$ <u>211'879.22</u>

*. Reservas para reparaciones (Multiplicador de uso prolongado por factor de reparación básicos.)

II- COSTOS DE OPERACION. CONSUMO.

a) Combustible: $E = e Pc$	
Diesel: $E = 0.20 \times 268$ HP. op. x \$ <u>420</u> /lt.	= 22,512
Gasolina: $E = 0.24 \times$ HP. op. x \$ _____ /lt.	= _____
b) Lubricantes, filtros, grasa: Precio unitario x Consumo = Costo/hora.	
Carter <u>1206</u> x <u>0.87</u>	= 1,049
Transmisión <u>1550</u> x <u>0.23</u>	= 356
Mandos finales <u>2000</u> x <u>0.01</u>	= 20
Funciones hidráulicas <u>2604</u> x <u>0.19</u>	= 494
Grasa <u>232</u> x <u>0.01</u>	= 2
SUBTOTAL (aceites y grasa)	
	= 1,921
Filtros (analizar cada máquina de acuerdo al instructivo de operación)	= 750
c) Neumáticos: Costo de reemplazo entre horas de uso.	= _____
Costo / Duración = _____	
d) Tren de rodaje: (F. impacto + F. abrasividad + Factor Z) x Factor básico	
$\frac{0.2}{0.2} + \frac{0.5}{0.5} + \frac{0.2}{0.2} = 0.9 \times 18,600 =$	16'740
e) Elementos de desgaste especial! Costo / Duración	
Concepto Costo entre duración = Costo/hora	
1- _____ = _____	
2- _____ = _____	
3- _____ = _____	
Total:	
	= _____
SUMA CONSUMOS POR HORA	
	<u>41'923</u>

III- OPERACION.

Salario: \$	
Operador: \$ _____	
Sal. / Turno - prom.: \$ _____	
Horas / Turno - prom.: (H)	
H = 8 horas x <u>0.75</u> (factor de rendimiento) = <u>6</u> horas.	
∴ Operación = O = S / H = \$ <u>11,134.00 / 6</u> horas = \$ <u>1'855</u>	
SUMA OPERACION POR HORA	
	\$ <u>1'855</u>

COSTO DIRECTO HORA - MAQUINA (HMD) \$ 255,657

3.5 TIPOS DE CARGADORES EN EL MERCADO ACTUAL

En el mercado se encuentran varios proveedores que distribuyen cargadores tanto de carriles como de neumáticos, de distintos tipos y tamaños, que pueden tener características especiales que los hacen más o menos populares entre el gremio de constructores, pero quizá los factores que más influyan para adquirir una determinada marca, sea la oportunidad, la existencia, facilidad de pago, precio, posible valor de rescate, pero muy especialmente el servicio de refacciones y mantenimiento que ofrezca la casa vendedora.

En la actualidad la incostruibilidad para la producción de maquinaria en nuestro país ha impedido que se desarrolle este tipo de industria, sin embargo, es factible obtener maquinaria a través de diversos distribuidores que tienen contacto con los fabricantes o distribuidores extranjeros. Es importante destacar que la idea de adquisición de una maquinaria en la actualidad debe someterse a un análisis de costos muy meticuloso, ya que en muchas ocasiones la compra de maquinaria solo se recomienda para construcción pesada o una empresa que tenga asegurada la contratación de varias obras.

A continuación se presentan algunos modelos de cargadores frontales que existen en el mercado actual en el mundo.

COMPARATIVO DE MARCAS
CARGADORES SOBRE NEUMATICOS



Company Model	Motor	Potencia Neta	Capacidad del bote (yd3)	Fuerza de extracción (lb)	Altura del montó (ft-in)	Mínimo radio de giro (ft-in)	Carga límite en posición recta (lb)	Distancia entre ejes (ft-in)	Longitud total	altura total (ft-in)	Máx. Velocidad de avance (mph)
TCM											
810A	Kubota VT1502-B	35	0.6	6,440	7'3"	12'4"	4,145	5'11"	12'7"	8'1"	9.3
820	Isuzu C240	51	1.05	11,245	8'	14'5"	7,450	7'2"	15'10"	9'3"	20
830	Isuzu 6BBI	82	1.6	15,210	8'10"	16'4"	12,130	8'2"	19'1"	10'2"	21.6
835	Isuzu 6BDI	108	2	20,070	9'1"	17'7"	14,680	8'10"	20'1"	10'6"	21.4
840	Isuzu 6BDIT	123	2.4	23,590	9'2"	18'8"	17,750	9'6"	21'9"	10'6"	21.6
850	Nissan PD604	158	3	30,430	9'6"	21'	21,810	10'	23'8"	11'3"	21.4
860	Nissan PE604	178	3.53	36,820	9'8"	22'3"	26,480	10'6"	25'2"	11'3"	21.4
870	Nissan PE6T04	237	4.6	45,420	10'4"	23'8"	35,060	11'2"	26'11"	11'11"	21.4
Terex											
60C	DD 4-71T	168	3.25	22,757	9'2"	20'10"	25,462	9'	21'11"	10'11"	18
70C	DD 6V-71T	247	4.5	38,355	9'9"	22'	36,653	10'	25'10"	11'6"	19.2
80C	DD 8V-71T	307	5.5	42,481	10'3"	23'6"	49,189	10'6"	27'10"	12'5"	22.5
90C	DD 12V-71T	453	7.5	97,800	13'10"	27'9"	66,500	13'5"	34'8"	14'6"	14.3
Trojan Industries											
1500Z	Deutz F5L-912	93	1.75	19,000	9'	16'11"	14,025	9'	19'10"	10'	21.7
1900Z	Deutz F6L-913	119	2.25	26,777	9'1"	17'9"	18,809	9'2"	21'6"	10'5"	22.4
2000Z	Deutz BF6L913	160	3	30,284	9'7"	18'5"	23,080	9'7"	22'	11'2"	24
3500Z	Deutz F8L-413	185	3.5	39,314	10'2"	20'4"	31,072	11'1"	24'4"	11'7"	23
4500	Cummins V-903	227	4.5	43,334	9'11"	21'5"	32,815	11'6"	25'5"	11'7"	20.5
5500	Cummins NT855	285	6	50,883	10'9"	27'2"	45,436	12'4"	28'11"	12'1"	20.8
7500	Cummins KT1150	400	7.5	59,263	11'7"	28'7"	55,836	13'	30'6"	12'9"	20
Unit Rig											
Dart-600C	Cummins KT-38C	860	16	113,700	15'8"	32'9"	134,600	16'6"	41'10"	18'6"	15
Dart-600C	DDAD 12V 149T	875	16	113,700	15'8"	32'9"	134,600	16'6"	41'10"	18'6"	15
Dart-600E	Cummins KT-38C	860	15	113,700	20'1"	33'3"	130,000	16'6"	41'10"	18'6"	15
Dart-600E	DDAD 12V-149T	860	15	113,700	20'1"	33'3"	130,000	16'6"	41'10"	18'6"	15
Waldon											
4100	Continental F-163	48	0.5	3,375	7'5"	8'6"	3,075	4'4"	11'4"	6'8"	7.4
4500	Perkins 4.154	48	0.5	5,950	7'8"	8'8"	3,000	4'4"	11'10"	6'3"	8
5100	Continental F-163	52	0.6	5,000	8'4"	9'3"	4,100	4'8"	12'4"	7'2"	7.7
6000	Deutz F3L912D	57	0.75	5,900	8'11"	9'6"	4,200	4'9"	12'10"	7'7"	14
8500B	Perkins 4.248D	80	1.5	12,300	9'3"	13'2"	10,250	5'6"	14'6"	7'10"	13

**COMPARATIVO DE MARCAS
CARGADORES SOBRE NEUMATICOS (CONTINUACION)**



Company Model	Motor	Potencia neta	Capacidad del bote (yd ³)	Fuerza de extracción (lb)	Altura del montón (ft-in)	Mínimo radio de giro (ft-in)	Carga límite en posición recta (lb)	Distancia entre ejes (ft-in)	Longitud total	Altura total (ft-in)	Máxima Velocidad de avance (mph)
Al-Jon											
990 Hydro	Detroit 8.2N	156	2	22,000	13'1"	16'4"	30,400	9'	27'4"	10'2"	8.6
1100 Hydro	Detroit 4-53	175	3	28,000	13'10"	18'6"	35,000	10'8"	27'6"	10'7"	7.5
JI Case											
W4	Mitsubishi 4DQ50	37	0.5	5,250	7'8"	11'	3,430	4'9"	12'1"	11'5"	12.7
W11B	Case 4-390	66	1	10,046	8'6"	14'9"	9,093	7'8"	17'4"	13'3"	22.3
W14B	Case A336BD	90	1.75	14,950	8'10"	16'5"	12,981	8'4"	19'3"	14'1"	21.8
W20C	Case A504BD	110	2.5	20,438	9'	17'9"	17,477	9'	20'4"	15'3"	23.3
W30	Case A504BDT	153	3.5	26,000	9'3"	19'9"	25,884	10'2"	23'4"	16'5"	25.8
W36	Case A504BDTI	194	4	27,700	9'5"	21'1"	34,877	10'7"	25'7"	17'7"	20.4
Caterpillar											
910	Cat 3204	65	1	12,870	8'	16'11"	10,024	7'8"	19'5"	13'5"	14.7
916	Cat 3204	85	1.5	17,709	8'7"	17'9"	12,685	8'10"	21'2"	14'2"	15.4
926	Cat 3204	105	2	20,508	8'9"	18'7"	15,209	9'5"	22'4"	15'2"	11.9
930	Cat 3304	100	1.7	17,100	9'2"	19'6"	16,418	9'	33'9"	20'1"	27.5
936	Cat 3304	125	2.75	28,085	8'7"	19'7"	19,564	9'11"	23'3"	16'	21.4
950B	Cat 3304	155	3.25	31,600	8'11"	23'3"	22,330	10'5"	24'7"	16'9"	22.6
966C	Cat 3306	120	4	25,578	9'8"	22'3"	27,930	10'2"	22'6"	17'9"	23.6
966D	Cat 3306	200	4.25	40,209	9'7"	24'6"	30,612	11'	26'6"	17'10"	21.3
980C	Cat 3406	270	5.5	53,746	10'1"	25'9"	41,541	11'7"	29'3"	19'	21.5
988C	Cat 3408	375	7	85,050	11'4"	28'	50,171	12'6"	34'2"	22'10"	22.5
992C	Cat 3412	690	13.5	103,725	15'7"	35'4"	105,922	15'10"	41'8"	28'5"	13
Continental Diversified Sales											
CDS 640	Perkins D4 203	57	0.75	7,000	8'7"	8'9"	5,100	5'5"	14'11"	8'	11
CDS 840 D	Mitsubishi S6E2	83	1.7	17,400	9'	15'	11,500	8'1"	19'6"	9'11"	20.2
CDS 940 D	Mitsubishi S6FT	113	2.5	22,928	9'3"	15'9"	19,146	9'1"	21'11"	10'7"	20.3
Clark Michigan											
35C	DD3-53N	85	1.25	15,210	8'7"	18'2"	11,345	8'4"	20'	10'	19.7
35C	DD3-53T	99	1.25	15,210	8'7"	18'2"	11,345	8'4"	20'	10'	19.7
L50	Volvo D45B	84	1.5	14,219	9'4"	17'4"	11,400	8'10"	20'1"	9'7"	26.1
45C	DD4-53N	110	1.5	16,030	9'2"	18'8"	12,557	8'4"	20'7"	10'	19.8
45C	DD3-53T	113	1.5	16,030	9'2"	18'8"	12,557	8'4"	20'7"	10'	19.8
L70	Volvo TD45B	110	2	17,041	9'4"	17'8"	14,840	8'10"	21'8"	9'8"	23.9
55C	DD4-53N	121	2	20,050	9'4"	19'10"	16,818	9'	21'8"	10'2"	18.2
55C	Cummins VT378-C	131	2	20,050	9'4"	19'10"	16,818	9'	21'8"	10'2"	18.2
L90	Volvo TD61	144	2.75	25,730	9'3"	19'2"	20,900	9'10"	23'4"	9'11"	24.9
75C	DD4-71T	151	3	21,700	9'	20'8"	25,340	9'5"	23'1"	10'10"	22.9
75C	Cummins V504-C	154	3	21,700	9'	20'8"	25,340	9'5"	23'1"	10'10"	22.9
L120	Volvo TD71	192	3.5	31,990	9'8"	20'5"	29,060	10'6"	25'1"	10'8"	24.9
125C	DD6V71-T	203	4	43,000	9'10"	24'5"	30,240	10'8"	25'7"	11'7"	19.2

COMPARATIVO DE MARCAS
CARGADORES SOBRE NEUMATICOS (CONTINUACION)



Company Model	Motor	Potencia neta	Capacidad del bote (yd ³)	Fuerza de extracción (lb)	Altura del montón (ft-in)	Mínimo radio de giro (ft-in)	Carga límite en posición recta (lb)	Distancia entre ejes (ft-in)	Longitud total	altura total (ft-in)	Máxima Velocidad de avance (mph)
Marathon LeTourneau											
L-800	GM 16V92-T	860	15	117,972	16'6"	32'4"	136,000	18'	43'9"	16'	15
L-800	Cummins KT2300-C	860	15	117,972	16'6"	32'4"	136,000	18'	43'9"	16'	15
L-1000	GM 12V149T	900	17	150,000	18'	30'8"	150,000	18'6"	46'4"	17'2"	12
L-1000	Cummins KT2300	900	17	150,000	18'	30'8"	150,000	18'6"	46'4"	17'2"	12
L-1200	GM 12V149-TI	1200	22	164,000	19'2"	41'6"	230,000	22'	53'8"	20'6"	12
L-1200	Cummins KTA-2300	1200	22	164,000	19'2"	41'6"	230,000	22'	53'8"	20'6"	12
Meiroe Co.											
1600	Kubota V1702	36	0.5	NA	7'6"	10'4"	4,300	4'10"	13'4"	7'1"	11
2000	Perkins 4.154/200	54	0.66	NA	8'	10'8"	4,800	4'10"	13'7"	7'9"	10
MES, Toyomenka											
713	Mitsui Deutz F5L912	85	1.7	17,400	8'10"	14'8"	11,500	8'	19'11"	9'11"	20
Mitsubishi											
WS200A	Mitsubishi S3E9	26	0.5	3,970	7'1"	10'5"	2,950	5'5"	12'2"	8'6"	9.3
WS400	Mitsubishi S4E2	50	0.75	5,580	8'2"	12'11"	4,740	7'2"	15'2"	9'5"	18.6
WS500	Mitsubishi S4E2	55	1	7,385	8'8"	13'1"	7,055	7'2"	16'5"	9'5"	18.6
New Holland											
L-600	Onán L-423	48	0.63	6,442	7'8"	20'2"	5,300	5'4"	13'8"	7'	12
Prime-Mover											
LD-50	Deere 3164D	50	0.75	5,600	8'	10'9"	4,000	5'3"	14'	7'7"	16
Taylor Machine Works											
F-935B	DDA 453	110	2	NA	9'4"	16'4"	16,000	9'	20'3"	10'4"	19
T-958B	DDA 471	142	3	NA	8'10"	19'	25,950	10'	22'9"	10'6"	19.9
T-968B	DDA 671	200	4	NA	10'	19'6"	34,570	10'10"	25'10"	11'6"	19.9
TCI											
Challenger II	Isuzu QD-60	60	0.88	3,000	10'	7'6"	2,000	4'4"	11'2"	7'9"	11

COMPARATIVOS DE MARCAS
CARGADORES SOBRE NEUMÁTICOS (CONTINUACION)



Company Model	Motor	Potencia neta	Capacidad del bote (yd ³)	Fuerza de extracción (lb)	Altura del montón (ft-in)	Mínimo radio de giro (ft-in)	Carga Límite en posición recta (lb)	Distancia entre ejes (ft-in)	Longitud total	altura total (ft-in)	Máxima velocidad de avance (mph)
Furukawa											
FL330	Mitsubishi 6D22C-T	217	4.3	37,478	9'11"	18'9"	30,578	10'6"	25'9"	11'1"	21.1
FL60-1	Mitsubishi S4E	40	0.7	5,655	8'1"	11'3"	NA	6'5"	14'7"	8'8"	14.3
FL90	Isuzu 4BB1	51	1	9,305	7'11"	12'6"	NA	7'3"	15'	9'7"	18
FL200-1	Mitsubishi 6D14CT	137	2.6	27,426	9'3"	17'5"	NA	9'8"	23'9"	10'11"	20
FL460	Mitsubishi S6A-T	300	6	57,330	10'6"	22'2"	NA	11'10"	28'9"	12'6"	21
Kawasaki Loaders											
KSS60Z	Isuzu 6BB1	94	1.8	16,200	8'10"	16'3"	12,900	8'4"	19'6"	10'	18.1
KSS65Z	Isuzu 6BD1	104	2.2	19,620	8'10"	19'8"	17,120	9'	21'3"	10'6"	21.6
KSS70	Isuzu 6BD1T	158	3	24,700	9'	19'9"	22,400	9'8"	22'3"	10'10"	24.2
KSS80Z	Cummins V504	165	3.5	33,300	9'3"	22'	23,710	9'9"	24'	10'10"	24.2
KSS85Z	Cummins LT-10	217	4	37,250	9'7"	23'6"	28,880	10'6"	25'	11'3"	22.5
KSS95Z	Cummins NTA-855	305	6	54,200	10'4"	25'4"	40,900	11'7"	27'11"	11'11"	21.1
KSS110Z	Cummins KT 1150	383	7.5	61,839	12'1"	27'6"	58,200	12'6"	30'4"	12'9"	18.6
Kobelco											
LK200	NA	57	1.05	8,800	7'11"	12'5"	7,826	7'3"	15'11"	8'11"	20
LK300A	Mitsubishi 60R5C	75	1.65	12,320	8'11"	13'10"	11,907	8'1"	18'4"	9'8"	21.5
LK400	Nissan FD614	90	2	19,000	8'11"	14'11"	15,171	8'8"	20'2"	10'	22.5
LK500	Nissan FD6T04	105	2.25	20,720	9'	15'7"	18,081	9'	20'11"	10'1"	25
LK600	Nissan PD604	157	3	24,500	9'2"	16'6"	26,240	9'8"	22'8"	10'7"	20.8
LK700	Nissan PE604	180	4	28,000	10'	17'6"	31,973	10'2"	24'	10'11"	21.4
LK900	GM 12V-71N	250	4.6	48,000	10'4"	19'4"	34,000	11'2"	27'1"	11'5"	21.5
LK1500A	NA	420	8	55,188	12'	23'6"	55,560	12'9"	30'8"	12'9"	23
Komatsu											
WA20-1	Komatsu 3D7B-1A	22	0.34	4,410	5'9"	9'7"	2,470	4'11"	10'6"	7'8"	9.3
WA30-2	Komatsu 3D84-1C	27	0.44	5,800	6'7"	11'11"	3,200	5'5"	11'9"	6'2"	9.3
WA40-1	Komatsu 4D95L-W-1	41	0.65	8,050	8'1"	13'3"	5,340	6'5"	15'8"	8'8"	12.4
WA100-1	Komatsu 6D95L	73	1.8	14,990	8'10"	16'6"	10,780	8'4"	18'10"	10'2"	21.4
WA150-1	Komatsu S6D95L	94	2.1	18,740	8'11"	17'2"	12,460	8'8"	19'4"	10'3"	20.6
WA200-1	Komatsu 6D105	108	2.2	23,480	9'2"	18'2"	18,325	9'6"	22'	10'11"	23
WA300-1	Komatsu S6D105	143	3	30,000	8'11"	19'5"	20,439	9'11"	23'4"	10'11"	22.5
WA400-1	Komatsu SA6D110	197	4.1	40,670	9'10"	21'4"	29,145	10'10"	25'4"	11'6"	20.8
WA450-1	Komatsu S6D125	237	4.6	45,410	10'1"	22'1"	34,986	11'2"	27'8"	11'5"	21.2
WA500-1	Komatsu S6D140	291	5.9	59,520	10'9"	23'6"	40,875	11'8"	28'11"	12'9"	21.3
WA600-1	Komatsu S6D170	415	7.1	100,200	12'5"	26'7"	64,620	13'3"	33'6"	14'	20.4
Liebherr-America											
L 531	Liebherr D904T	136	2.5	25,650	9'6"	15'8"	17,730	9'2"	22'5"	10'	24
L 541	Liebherr D906TB	160	3.14	30,430	9'8"	16'11"	22,470	9'10"	23'10"	10'1"	24

COMPARATIVO DE MARCAS
CARGADORES SOBRE NEUMÁTICOS (CONTINUACION)



Company Model	Motor	Potencia neta	Capacidad del bote (yd ³)	Fuerza de extracción (lb)	Altura del montó (ft-in)	Mínimo radio de giro (ft-in)	Cargas Límite en posición recta (lb)	Distancia entre ejes (ft-in)	Longitud total	altura total (ft-in)	Máxima velocidad de avance (mph)
Clark Michigan											
125C	Cummins LT-10-225	203	4	43,000	9'10"	24'5"	30,240	10'8"	25'7"	11'7"	19.2
L160	Volvo TD101G	252	4.5	36,600	10'8"	24'5"	37,040	11'8"	26'8"	11'6"	25
175C	Cummins NTA855	279	5	34,700	10'2"	24'8"	39,502	11'3"	27'5"	12'2"	20.4
275C	Cummins KT19C	360	7	55,000	12'9"	28'	56,000	12'2"	33'3"	12'8"	21.5
280C wheel dozer	Cummins NTA 855 C335	302	7.2*	—	—	23'	—	12'6"	27'7"	12'6"	19.6
280C coal dozer	Cummins NTA 855 C335	302	19.5**	—	—	25'	—	12'6"	29'1"	12'7"	19.4
L320	Cummins KTA19C	415	8	101,600	12'5"	29'7"	65,950	13'4"	34'3"	13'9"	21.1
380B wheel dozer	Cummins VT-28-C	572	13.3*	—	—	28'2"	—	15'4"	33'3"	14'10"	16.8
380B coal dozer	Cummins VT-28-C	572	39**	—	—	30'2"	—	15'4"	35'5"	14'10"	17.8
475C	Cummins VTA28C	655	12	149,000	15'9"	34'1"	106,030	15'2"	41'5"	16'	18.6
475CT	Cummins VTA28C	640	12	149,000	15'9"	34'1"	106,680	15'2"	41'5"	16'	15.8
Deere & Co.											
444D	Deere 6-329D	90	1.5	17,000	9'1"	13'10"	14,310	7'11"	19'4"	9'11"	24.6
544D	Deere 6-414T	115	2	20,520	9'6"	14'7"	14,180	8'6"	20'7"	10'1"	27.9
644D	Deere 6-466T	155	3	24,430	9'9"	16'6"	21,860	9'7"	23'	10'6"	27.3
844	Deere 8-955T	260	5	36,290	10'4"	19'5"	33,700	10'6"	26'3"	11'8"	23.4
Dresser Industries											
510B	IH DT-268	80	1.63	14,000	8'7"	14'9"	12,435	8'	18'	10'2"	20
515B	IH DT-358	100	1.88	15,655	9'4"	15'4"	15,555	8'4"	19'6"	10'3"	21.5
520B	IH DT-358	120	2.25	24,540	9'2"	16'4"	19,230	9'	21'	10'8"	21
530	IH DT-466	157	3.25	26,350	9'3"	18'9"	25,890	9'	22'1"	10'9"	22.9
540	IH DTI-466B	200	4.25	20,540	9'9"	20'2"	30,415	9'9"	24'6"	11'	19.8
550	Cummins NTA-855 Big Cam II	290	5.75	40,600	10'4"	23'	47,630	10'10"	27'9"	12'4"	24.6
560B	Cummins KT-1150C	415	7.5	66,230	11'11"	26'4"	62,350	12'11"	30'2"	14'8"	20.2
570	Cummins VT-1710C	590	12	86,420	13'8"	27'6"	108,500	15'	35'9"	16'	22.6
570 highlift	Cummins VT-1710C	590	11	89,190	16'9"	38'3"	87,390	15'	38'4"	16'	22.6
580	GM 12V-149II	1100	22	197,420	18'10"	38'3"	189,360	21'	47'	18'9"	17.8
580	Cummins KTA2300C	1100	22	197,420	18'10"	38'3"	189,360	21'	47'	18'9"	17.8
Fiatallis											
FR 7	Fiat 8041	70	1.5	14,330	8'11"	15'2"	9,460	7'9"	18'6"	9'4"	20.9
345-B	A-C 2800 Mark1	80	1.75	17,770	9'4"	14'7"	10,744	8'	18'1"	9'9"	20.7
FR 10	Fiat 8065T	110	2.25	20,704	8'8"	14'11"	18,090	9'2"	20'11"	10'8"	22.6
FR 12	Fiat 8065T	127	2.5	20,864	9'2"	14'11"	18,932	9'2"	20'11"	10'8"	20
FR 15	Fiat 8365T	164	3	28,341	8'11"	15'11"	23,176	9'8"	22'	10'11"	22.1
FR 20	Fiat 8215T	223	4	45,011	10'1"	17'9"	31,223	10'10"	25'8"	11'6"	24.2
FR 30	Cummins NTA-855 C310	275	5.25	44,820	10'7"	20'1"	47,957	12'4"	27'11"	12'11"	20
FR 35	Fiat 8285T	350	6.5	58,014	10'8"	20'3"	61,606	12'4"	29'3"	13'4"	18.3
Furukawa											
FL120A	Isuzu 6BB1	80	1.7	12,770	9'	13'9"	11,570	7'10"	18'9"	9'5"	21.6
FL150	Isuzu 6BD1	102	2	18,080	9'	15'7"	14,165	8'6"	20'3"	10'2"	21.1
FL230	Mitsubishi 6D20C	150	3	27,783	9'6"	17'	23,700	9'4"	23'2"	10'8"	21.1

COMPARATIVO DE MARCAS
CARGADORES SOBRE ORUGAS



Company Model	Motor	Potencia neta	Tipo de transmisión	Máx. velocidad de avance (mph)	Máx. velocidad de reversa (mph)	Largo de zapata estándar (ft-in)	Largo total con boja recta (ft-in)	Presión al suelo (PSI)	La capacidad estándar del bote (yd ³)	espacio libre de descarga	Peso de Operación (lb)
Benati, USA											
BEN-7.16	Perkins T6. 354.4	130	hydrostatic	6.54	6.54	6'11"	18'11"	10.3	2.25	15'7"	30,315
JI Case											
455C	Case 4-390	63	power-shift	6.3	6.9	5'7"	13'2"	7.18	1	8'2"	14,433
855D	Case 6-590	82	power-shift	6.1	6.7	6'3"	14'2"	8.43	1.5	8'6"	20,090
1155D	Case A504BD	110	power-shift	6.1	7.3	6'6"	15'9"	9.2	1.75	8'8"	25,780
1455B	Case A504BDT	140	power-shift	5.4	6.5	7'	17'3"	11.7	2.25	9'7"	35,150
Caterpillar											
931B	Cat 3204	65	planetary power-shift	6.5	7	5'10"	13'6"	8.9	1	8'7"	16,230
931B	Cat 3204	75	planetary power-shift	6.6	7.1	6'5"	13'8"	8.4	1.25	8'6"	17,500
943	Cat 3204	80	hydrostatic	5.9	5.9	6'6"	17'3"	10.5	1.5	8'8"	25,284
953	Cat 3204	110	hydrostatic	6.4	6.4	6'10"	18'8"	11.3	2	9'2"	30,480
963	Cat 3304	150	hydrostatic	6.27	6.27	7'3"	20'3"	11.6	2.5	9'11"	39,890
973	Cat 3306	210	hydrostatic	6.4	6.4	8'2"	22'9"	11.9	3.75	10'6"	53,856
Deere & Co.											
355D	Deere 3-179D	48	selective sliding gear	6.5	6.5	5'	12'1"	7.2	0.75	8'2"	12,400
455E	Deere 4-276D	70	power-shift	6.5	6.2	5'6"	13'8"	8.1	1.25	8'7"	17,170
555B	Deere 4-276T	78	power-shift	5.6	6.8	5'6"	13'11"	8.7	1.38	8'5"	18,470
655B	Deere 6-414T	120	hydrostatic	6.5	6.5	6'7"	18'7"	11.9	2	9'3"	32,400
755B	Deere 6-414T	140	hydrostatic	6.7	6.7	6'11"	18'6"	11.2	2.25	9'4"	35,450
Dresser Industries											
100E	IH D-239	65	power-shift countershaft	5.28	6.08	5'5"	12'11"	9.3	1.13	8'6"	16,065
125E	IH DT-239	78	power-shift countershaft	5.32	6.17	5'8"	13'8"	9.5	1.38	8'7"	19,944
175C	IH DT-466B	134	power-shift countershaft	5.2	6	6'10"	16'8"	11	2	8'11"	31,670
250E	Cummins LTA-10C	215	power-shift countershaft	5.1	5.7	7'10"	19'	11.9	2.75	10'8"	45,770
Fiatallis											
FL 5	Fiat 8045	63	power-shift countershaft	6.2	7.02	5'9"	13'3"	8.09	1	8'3"	16,820
FL 7	Fiat 8065	78	power-shift countershaft	6.45	7.26	6'1"	14'6"	8.55	1.3	8'7"	19,775
FL 9	Fiat OM CO3-130MT	88	power-shift countershaft	5.8	6.6	6'3"	14'9"	10.3	1.63	8'10"	24,658
FL 10-C	Fiat 8365	122	power-shift countershaft	5.9	7.1	6'9"	16'	11.9	2	9'2"	32,100
FL 14-C	Fiat 8205	150	power-shift countershaft	5.73	6.73	7'6"	17'8"	11.45	2.6	9'10"	39,639
FL 20	Fiat 8215	223	power-shift countershaft	6.13	6.77	7'7"	19'4"	13.4	3.5	9'	61,560

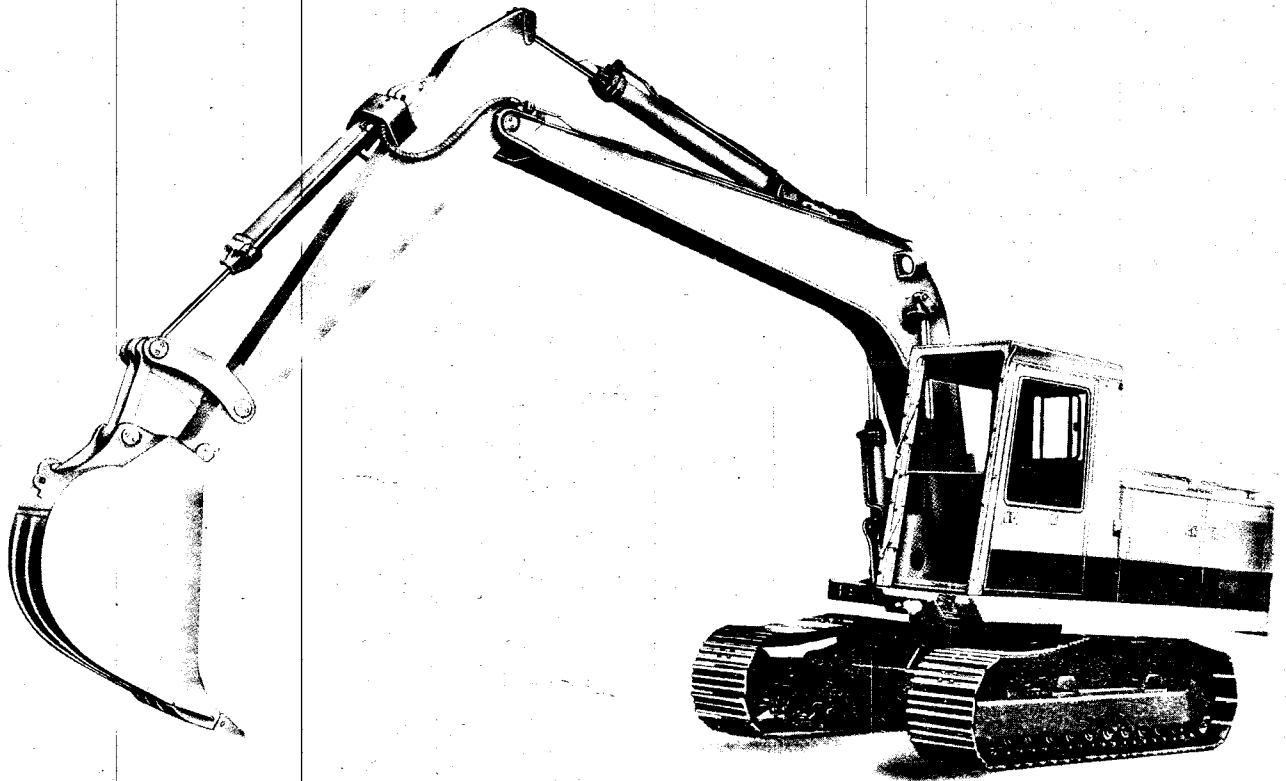
COMPARATIVO DE MARCAS
CARGADORES SOBRE ORUGAS (CONTINUACION)



Company Model	Motor	Potencia neta	Tipo de transmisión.	Máx. velocidad de AVANCE (mph)	Máx. velocidad de reversa (mph)	Largo de zapata estándar (ft-in)	Largo total con hoja recta (ft-in)	Presión al suelo (PSI)	La capacidad estándar del bote (yd ³)	espacio libre de descarga	Peso de Operación (lb)
Komatsu											
D31S-17	Komatsu 4D105-5	66	hydroshift	4	4.4	5'10"	14'4"	6.7	1.3	8'3"	15,830
D41S-3	Komatsu 6D105-1	90	hydroshift	4.7	5.8	6'4"	16'1"	10.2	1.6	8'6"	26,120
D53S-17	Komatsu 4D130-1F	110	torqflow	5.5	6.5	6'9"	17'8"	11.54	2	8'6"	31,490
D57S-1	Komatsu S4D130-1A	135	torqflow	5.9	7.1	7'2"	18'6"	10.7	2.4	9'5"	35,120
D66S-1	Komatsu SA6D110-1	160	hydrostatic	6.3	6.3	7'3"	21'8"	11.8	2.6	10'	42,295
D75S-5	Komatsu 6D125	200	torqflow	6	7.5	7'11"	20'6"	12.4	3.3	10'4"	48,160
D155S-1	Komatsu S6D155-4E	350	torqflow	6.3	7.5	9'7"	25'4"	14.65	5.9	12'1"	95,540
Liebherr-America											
LR 611	Mercedes OM352	85	hydrostatic	6	6	6'4"	17'3"	9.38	1.6	8'11"	24,910
LR 621	Mercedes OM352A	110	hydrostatic	6.2	6.2	6'8"	18'5"	10.38	2.15	9'2"	29,870
LR 631	Mercedes OM421	150	hydrostatic	6.2	6.2	7'1"	20'1"	11.3	2.6	10'1"	37,845
LR 641	Mercedes OM421A	200	hydrostatic	6.2	6.2	7'11"	22'8"	12.23	3.8	10'6"	50,700

MOVIMIENTO DE TIERRAS

EQUIPO DE EXCAVACION



4.1 ANTECEDENTES Y GENERALIDADES

ANTECEDENTES. Se iniciará el estudio de estos equipos, por el que puede considerarse como el antecedente de todos ellos. En 1836, William S. Otis obtuvo una patente por su excavadora de tipo terrestre, accionada mecánicamente. Esta se accionaba por vapor y pronto se adaptó para usarse en las vías de ferrocarril el cual estaba en expansión. Las primeras palas mecánicas montadas en plataformas de ferrocarril, podían girar de 180 a 270 grados horizontalmente. Fueron muy útiles en los trabajos iniciales de excavación del canal de Panamá. Los registros indican que en los trabajos de excavación de esa garganta se usaron más de 100 palas mecánicas movidas por ferrocarril, desde 1907 hasta su terminación, en 1914. Las excavadoras se accionaban todas por vapor, hasta que se introdujo el primer motor de gasolina en 1912. Por ese tiempo se estaban desarrollando las palas totalmente giratorias montadas en bandas de orugas. Desde entonces no han cesado de progresar.

GENERALIDADES. Las excavadoras se encuentran dentro del grupo de la maquinaria de tracción para el movimiento de tierras, constituido por unidades que representan la característica de trabajar en estación, es decir que su chasis portante sirve únicamente para los desplazamientos, sin participar en el ciclo de trabajo. Se dice de "carga estacionaria" para distinguirla de las máquinas de excavación y carga remolcada por tractor, en las que la carga se produce a medida que avanza el remolcador; en cambio estas máquinas excavan, cargan y depositan el material estando paradas. Su dispositivo de propulsión sólo sirve para su transporte y para proporcionarle una cierta movilidad en el lugar de trabajo.

Las excavadoras son máquinas diseñadas para su empleo en la ejecución de trabajos muy diversos en los que se requiere de la utilización de herramientas básicas diferentes, las cuales son intercambiables en la misma máquinas pueden ser equipadas optativamente y a voluntad, con diferentes tipos de equipo frontal, así como un sinúmero de herramientas de trabajo.

Todas las variantes de las que hablaremos posteriormente, presentan unas características muy parecidas en lo que se refiere a su estructuración, motor, mandos de accionamiento, control de trabajo y sistemas de translación o arrastre. La variedad de equipos es más evidente por las partes de operación que se encuentran al frente sujetas a la superestructura giratoria. Lo que diferencia a cada tipo es la función que tiene encomendada, para lo que se recurre al empleo de los elementos o herramientas especiales, adecuados a las necesidades que deba cumplir.

ELEMENTOS PRINCIPALES. Las excavadoras estan formadas por tres elementos principales:

a) Una plataforma o superestructura sobre la cual van montados los motores y los mecanismos fundamentales de transmisión y mando, que accionan y gobiernan todos los movimientos y operaciones de la máquina. Dicha plataforma es giratoria y esta instalada sobre el montaje de tránsito de la máquina. La parte delantera de esta estructura sirve de soporte al mecanismo de excavación, integrado por dos brazos articulados y accionables, en cuyo extremo se hallan los diversos accesorios o herramientas de trabajo.

La plataforma tiene un giro alrededor de un eje de rotación vertical al que se engrana por corona de rodillos, y que le permite dar una vuelta completa de 360 grados en ambos sentidos. Salvo pequeñas modificaciones en los tambores de accionamiento de los cables, los motores y mecanismos son los mismos, independientemente del tipo de equipo con que se utilice la máquina.

b) El montaje de tránsito de la máquina, es un dispositivo armado sobre sólidos bastidores y equipado unas veces con orugas y otras con llantas neumáticas. En algunos modelos, la máquina ha sido proyectada para su montaje sobre plataformas de camión. El montaje de tránsito es el mecanismo por medio del cual la máquina se puede trasladar de un sitio a otro y sirve adicionalmente como medio de sustentación de la plataforma de la máquina.

c) El equipo frontal de la máquina, que consiste en una pluma dotada de los diversos accesorios o herramientas de trabajo, tales como:

- cucharones.
- brazos de cucharones.
- aparejos de ganchos
- etc.

Segun sean las exigencias del trabajo a realizar. De estas variante surgen los distintos grupos de equipo de excavación, que reciben nombres particulares en cada caso.

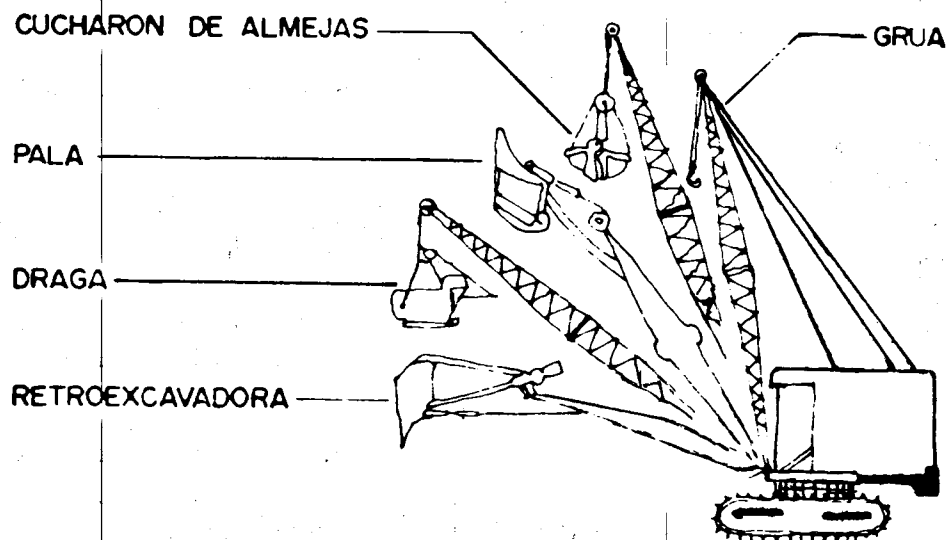
PALA EXCAVADORA FRONTAL, cuando se dedica a trabajos normales de excavación.

PALA RETROEXCAVADORA, empleada principalmente en pozos y zanjas.

DRAGA CON CUCHARON DE ALMEJA, adecuado para excavar en trayectoria vertical y en la carga-descarga de materiales.

DRAGA DE ARRASTRE, que simplemente se le adiciona una cadena o cinta de arrastre.

Y aun puede hablarse de otros equipos que describiremos posteriormente.



MONTAJE DE PROPULSION. De acuerdo al tipo de trabajo a que se destine la máquina, los fabricantes pueden suministrarla instalada sobre el tipo de montaje o sistema de propulsión mas adecuado, los que podemos dividir en:

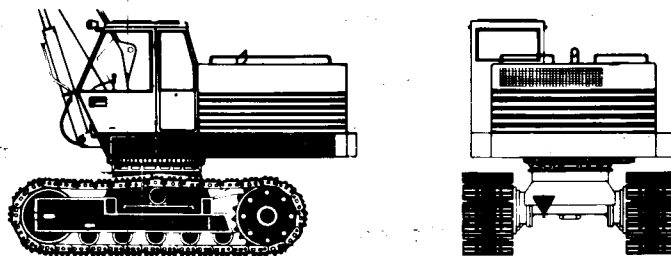
- Montajes de propulsión sobre orugas.
- Montajes de propulsión sobre llantas neumáticas.
- Montajes sobre camión.

Estando en este último caso dotada la máquina de dos unidades motrices básicas, una para la propulsión y la otra para el trabajo de la excavadora.

PROPULSION DE ORUGAS

El montaje con propulsión de orugas es el mas ampliamente usado y generalizado, debido a las ventajas que ofrece para operar en terrenos con poca capacidad de carga, y en general, en trabajos localizados fuera de zonas urbanizadas y de caminos adecuados; tiene las características básicas siguientes:

- Velocidad de translación muy baja, la que usualmente como máximos llega a ser del orden de 0.8 a 3 Km./h.
- Las orugas presentan una superficie de apoyo muy grande, con lo cual se reducen las cargas unitarias transmitidas al terreno de sustentación (cargas por unidad de superficie), por lo que su empleo es muy adecuado en terrenos flojos, húmedos y en general, en aquellos irregulares, como los que suelen presentarse en la mayoría de los frentes de trabajo en obras hidráulicas, caminos, etc. en los que las condiciones de las superficies de rodamiento y superficies de trabajo son adversos.
- Con el empleo de orugas, y en tanto que las zapatas de éstas son más anchas, se gana en estabilidad y se aumenta la resistencia de la máquina a los esfuerzos dinámicos resultantes de los trabajos de excavación en que básicamente se emplean las mismas.
- El empleo de orugas permite la construcción de máquinas muy grandes, comparativamente con los modelos que resulta práctico montar sobre llantas neumáticas.



- Como consecuencia de la baja velocidad de translación y del elevado peso de la máquina, no son aptas para realizar grandes recorridos por sus propios medios, pues ello produciría excesivo desgaste en su mecanismo de tránsito.

- Cuando es necesario trasladar la máquina a grandes distancias, se impone la necesidad de cargarla sobre plataformas especiales, lo que adicionalmente llega a tener el inconveniente de exigir el desmantelamiento parcial de la máquina, bien sea por el peso conjunto excesivo de la misma o por las limitaciones impuestas por las autoridades de tránsito, e incluso por la capacidad reducida de puentes y otras estructuras viales.

- Dotadas de montaje de orugas tienen acceso prácticamente a cualquier sitio, incluso pantános, bien sea por sus propios medios o valiéndose de elementos auxiliares tales como balsas, embarcaciones, etc.

PROPULSION SOBRE LLANTAS NEUMATICAS

Este tipo de montaje es especialmente adecuado para obras en las cuales se requiere de excavadoras con gran movilidad para trabajar en diferentes frentes de ataque esparcidos en el ámbito de la misma. Su aplicación no es recomendable en terrenos o superficies de rodamiento que presenten condiciones adversas o poca capacidad de carga. La estabilidad es relativamente menor comparada con la máquina montada sobre orugas.

Las ventajas del equipo montado sobre neumáticos se obtiene cuando:

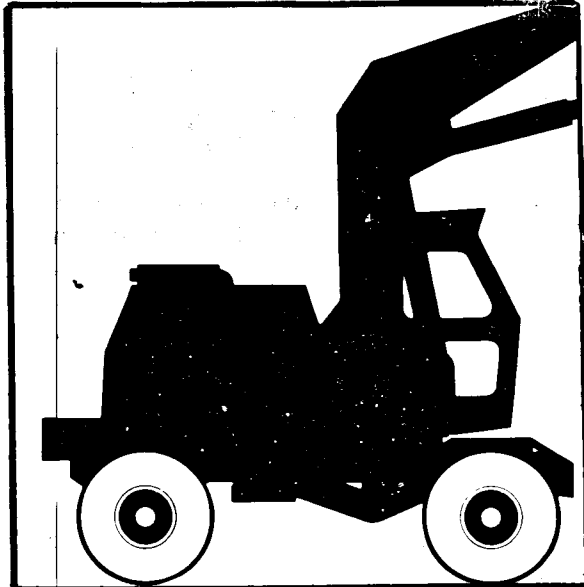
- a) El transporte rápido sea requisito importante.
- b) El terreno presenta superficies firmes y a nivel.
- c) El uso de la oruga sea perjudicial al terreno, o por no poderse ajustar a las disposiciones legales.
- d) Los materiales abrasivos provoquen desgastes excesivos en las orugas, siempre que los neumáticos resistan las condiciones del trabajo.

Estas excavadoras se designan como en tracción ferroviaria, por el número de sus ejes y de sus ruedas motrices:

- 4 X 2, indica un aparato de dos ejes, cuyo eje trasero es motor.
- 4 X 4, indica un aparato de dos ejes, ambos motores.
- 6 X 4, indica un aparato de tres ejes, cuyos dos ejes posteriores son motores.
- 6 X 6, indica un aparato de tres ejes, los tres motores.

Las excavadoras montadas sobre neumáticos son muy comunes en los modelos pequeños.

El bastidor inferior es en este caso muy distinto al de las máquinas con orugas como se muestra en la siguiente figura.



PROPULSION SOBRE LLANTAS NEUMATICAS

MONTAJE SOBRE CAMION

En este tipo, las máquinas se montan sobre el chasis de un camión convenientemente reforzado. La máquina de la excavadora es independiente de la máquina del camión. Frecuentemente, para dar mayor capacidad de trabajo a la máquina, el motor por medio de adecuados dispositivos de transmisión, suministra fuerza tractiva a dos e incluso tres ejes del camión.

Con este tipo de montaje, en el que se disponen cajas de velocidades dotadas con 4 a 10 posiciones de engrane, se alcanzan velocidades de marcha del orden de 1 a 50 Km./h. Cuando los camiones están dotados de varios ejes, y en especial cuando todos los ejes tienen propulsión, se aumenta la capacidad de la máquina para desplazarse fuera de superficies de rodamiento refinadas que corresponden a caminos de construcciones, es decir, dentro de ciertas limitaciones se pueden conducir a campo traviesa.

OTROS TIPOS DE MONTAJE

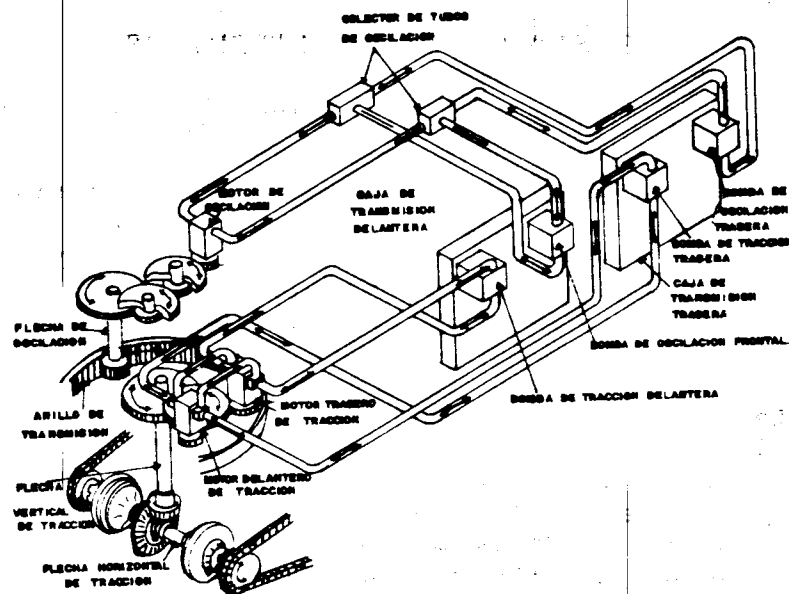
Las excavadoras montadas sobre plataformas de ferrocarril, tal como se construyeron en sus orígenes han desaparecido en la actualidad, excepto para algunos usos especiales. Adicionalmente a los tres tipos de montaje antes enumerados, se suelen fabricar en otros tipos sobre pedido especial, y generalmente para excavadoras muy grandes; ejemplo de ello son:

- El montaje fijo o de muelle.
- El de pórtico o caballete con una estructura que rueda sobre carril.
- etc.

4.2 MECANISMOS DE LA EXCAVADORA

La excavadora consta de una infraestructura o chasis que es soporte del conjunto de la máquina en ella están los mecanismos de locomoción están los mecanismos de locomoción y la corona de la rotación de la superestructura que sirve de enlace con ella. Los mecanismos de locomoción están dispuestos en cada paso de acuerdo con las necesidades de la máquina. La estabilidad de la excavadora depende de la forma de ejecución del mecanismo de locomoción.

La superestructura está enlazada con la infraestructura de manera que puede girar sobre ella. Contiene toda la cabina de máquinas con el contra peso y todos los dispositivos que representan las posibilidades de montar los diversos órganos excavadores.



En la cabina de máquinas están los dispositivos mecánicos como son; el motor de accionamiento, los engranes, los tornos y cabrestantes, los tarbo res de arrollamiento de los cables, los frenos y embragues, así como los aparatos de mando.

El motor de accionamiento puede elegirse de acuerdo con las necesidades. Al principio las excavadoras eran accionadas principalmente de éste, cuando se trata de grandes unidades y cuando hay prescripciones especiales que cumplir, se emplean también los electromotores.

Los mandos de los grupos de aparatos pueden realizarse tanto mecánicamente como con aire comprimido, hidráulicamente o con servomandos. En las grandes máquinas para vez se emplean todavía mandos mecánicos directamente conectados; por lo menos se emplean embragues o freno auxiliares. Incluso en máquinas pequeñas se recurre a medios auxiliares para la transmisión y apoyo del esfuerzo humano.

OPERACION DE UNA EXCAVADORA. Una excavadora esta preparada para operar en cinco fases:

- 1.- Hincar el cucharón.
- 2.- Arrastrar la misma para excavar el terreno o el material.
- 3.- Izar la carga.
- 4.- Girar y levantar la pluma para llevar la carga y dejarla en un equipo de transporte.
- 5.- Transladarse dentro del tajo, para acudir al punto de trabajo o rectificar la posición de la máquina, a medida que se vaya avanzando en la excavación.

APLICACIONES DE LAS EXCAVADORAS. Las excavadoras se utilizan en el movimiento de tierras para funciones muy diversas tales como:

- Arranque y esparcimiento de tierra.
- Manejo y elevación de materiales.
- Carga y descarga de los mismos en vagones o camiones.
- Apertura de trincheras.
- Levantamiento de capas de terrenos.
- Carga de rocas extraídas en explotación de canteras.
- etc.

se trata de un tipo de maquinaria especial apropiada para toda clase de terrenos, incluso duros.

La mayoría de los constructores han estudiado sus excavadoras para que puedan utilizarse como pala excavadora frontal, retroexcavadora, draga de arrastre, etc. Las transformaciones necesarias para pasar de uno a otro tipo se reducen a la sustitución del brazo, de los cables, de la herramienta excavadora y de algunos accesorios, es por eso que se les llama excavadoras convertibles.

Esta variedad de equipos sobre una misma máquina es consecuencia de la necesidad de que un aparato costoso pueda tener un rendimiento máximo en las condiciones más diversas y en cualquier circunstancia. El equipo que debe escogerse para un trabajo dado, solo puede determinarse si se conoce el modo de funcionamiento y el campo de aplicación de cada dispositivo.

Describiremos pues los distintos equipos de la excavadora convertible y daremos la información necesaria para su empleo.

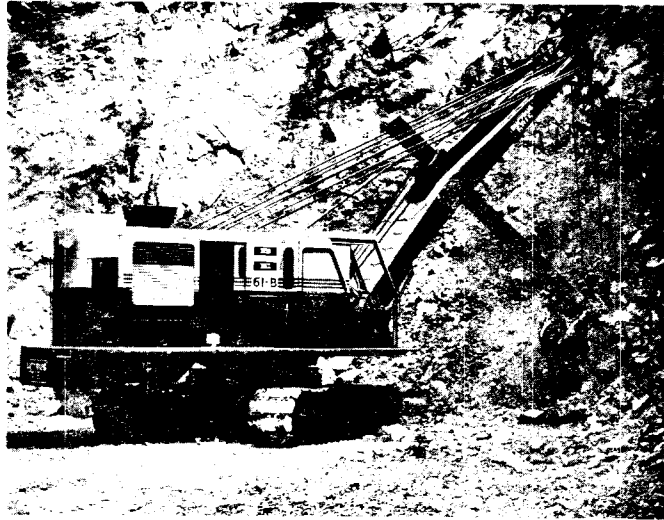


4.3 ORIGEN DE LAS RETROEXCAVADORAS

El término retroexcavadoras se aplica a una máquina del grupo de las palas mecánicas, donde se encuentran también, la pala normal, la pala niveladora, la draga o excavadora con bote de arrastre, la excavadora con cucharón de almeja, etc., antiguamente la mayoría de los constructores estudiaban sus excavadoras de modo que pudieran servir para cualquier tipo de excavación. Las operaciones necesarias para cambiar de un tipo a otro, se reducían a la sustitución de las plumas, los cables, la herramienta excavadora y algún accesorio.

Además del término de retroexcavadora a este tipo de máquina se le conoce como, excavadora de pala, retroexcavador, pala retroexcavadora o simplemente retro.

Las palas mecánicas tienen su origen en 1836, año en que William S. Otis obtuvo una patente por su excavadora de tipo terrestre, accionada mecánicamente, que fué la primera pala mecánica. Esta se accionaba por vapor y pronto se adaptó para usarse en la vías del ferrocarril, el cual estaba en expansión. Las primeras palas mecánicas montadas en plataformas de ferrocarril, podían girar de 180 a 270 grados horizontalmente. fueron muy útiles en los trabajos iniciales de excavación del canal de Panamá. Los registros indican que en los trabajos de excavación de esa garganta, se usaron más de 100 palas mecánicas movidas por ferrocarril, desde 1907 hasta su terminación en 1914. Las excavadoras se accionaban todas por vapor, hasta que se intrdujo el primer motor de gasolina en 1912. Por ese tiempo se estaban desarrollando las palas totalmente giratorias, montadas en cintas (bandas) de orugas.



La retroexcavadora aparece aproximadamente hace unos 50 años y se desarrollan a partir de un diseño básico montada sobre orugas, operadas con cables y accionadas con motor de gasolina o diesel.

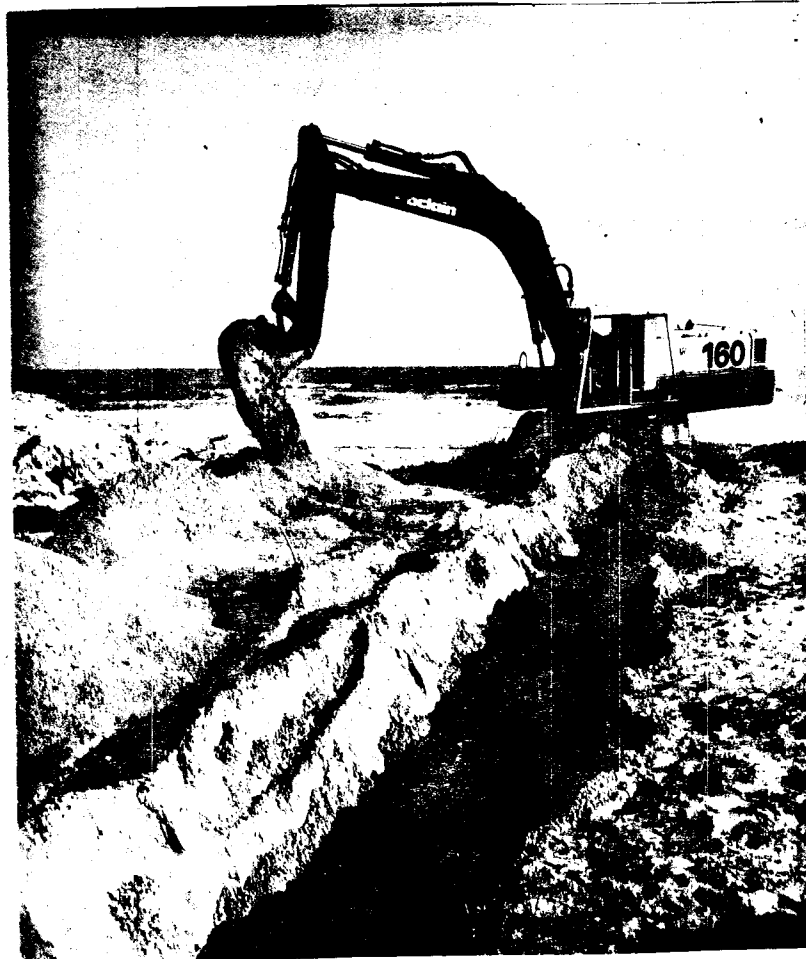


Originalmente aparecieron con capacidades de $3/8$ a $3/4$ de Yd^3 , posteriormente con el desarrollo del equipo de construcción operado hidráulicamente fueron perdiendo aplicación, pero a partir de 1951 en que se comienza a fabricar en serie retroexcavadoras operadas hidráulicamente, este equipo ha resurgido y se ha desarrollado enormemente, tanto que en la actualidad se tienen retroexcavadoras con capacidad aproximada de --- hasta $15.3 m^3$ ($20 Yd^3$).

En sus principios las retroexcavadoras hidráulicas tuvieron su mayor aplicación como excavadoras de zanja y de usos generales de desplazamiento de tierras. Las primeras eran pequeñas, montadas básicamente sobre un tractor de llantas, que también llevaba un cucharón de cargador frontal. Esta sigue siendo una combinación ideal para aplicaciones pequeñas, pero en la medida en que la obra exige un esfuerzo mayor, esta máquina disminuye su eficiencia.



Las razones principales del gran desarrollo de este equipo son: la aplicación precisa de la potencia, la flexibilidad de trabajo de la cuchara y su velocidad y la facilidad de conducción hasta entonces desconocida en los equipos convencionales.



Si los años 50 han visto nacer la retro hidráulica y durante los años 60 se ha asistido a su primera aplicación como máquina de producción en las canteras, fue necesario esperar hasta los años 70 para que la retroexcavadora hidráulica de gran producción alcanzara su madurez y encontrara grandes posibilidades de utilización en los trabajos de movimiento de tierras, actualmente las retroexcavadoras siguen fortaleciéndose en tamaño y por consecuencia en potencia. Es necesario aclarar que de aquí en adelante solo se hablará de las retroexcavadoras hidráulicas.

DESCRIPCION

Las retroexcavadoras son equipos diseñados principalmente para realizar trabajos abajo del nivel del terreno en que se sustenta, vienen -- montadas sobre llantas las pequeñas y sobre orugas las de gran tamaño, - esto debido principalmente a su propio peso, pero también al tipo de terreno en el que vayan a trabajar.

4.3.1 RETROEXCAVADORAS MONTADAS SOBRE LLANTAS

Este tipo de retroexcavadoras, son: máquinas veloces las que para - su mejor rendimiento deben trabajar sobre terrenos en buen estado y donde los caminos sean transitables, generalmente tienen estabilizadores -- que son dispositivos a base de cilindro hidráulico para elevar la máquina durante el trabajo, son accionados desde la cabina, entonces las ruedas se mantienen en posición elevada y la retro reposa sobre una plata-- forma en la que puede girar 360°.

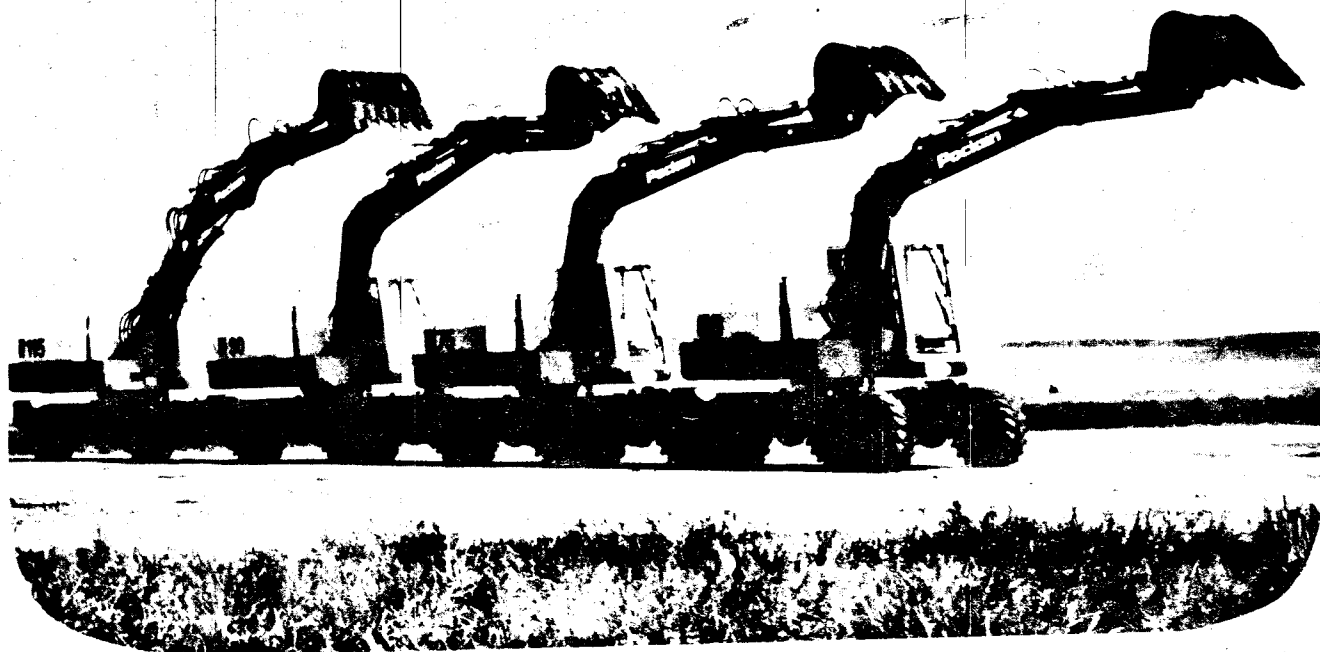
Las unidades sobre llantas pueden tener dos o más ejes, y su potencia puede ser transmitida en cuatro o más ruedas. Estas variaciones aparecen en la especificación de la unidad, y así, puede tratarse de una retro de 4 X 4 o de 6 X 4. El primer dígito indica el número - de ruedas, y el segundo se refiere a las ruedas motrices o impulsoras, para diferenciarlas de las ruedas locales, o de movimiento libre. -- Este equipo desarrolla unas velocidades máximas de 16 a 35 Km/hr.

Según la marca y el modelo, varían los sistemas de transmisión y - frenado ya que las cajas de velocidad pueden ser desde 4 velocidades hacia adelante y una hacia atrás, hasta 5 velocidades hacia ade--

lante y 4 hacia atrás. En lo que se refiere al sistema de frenado, estos equipos pueden tener hasta tres tipos: dos frenos de accionamiento manual independiente sobre las ruedas traseras, derecha o izquierda, -- freno de pié que actúa sobre las ruedas traseras y freno de estacionamiento mecánico que actúa sobre la transmisión vertical.

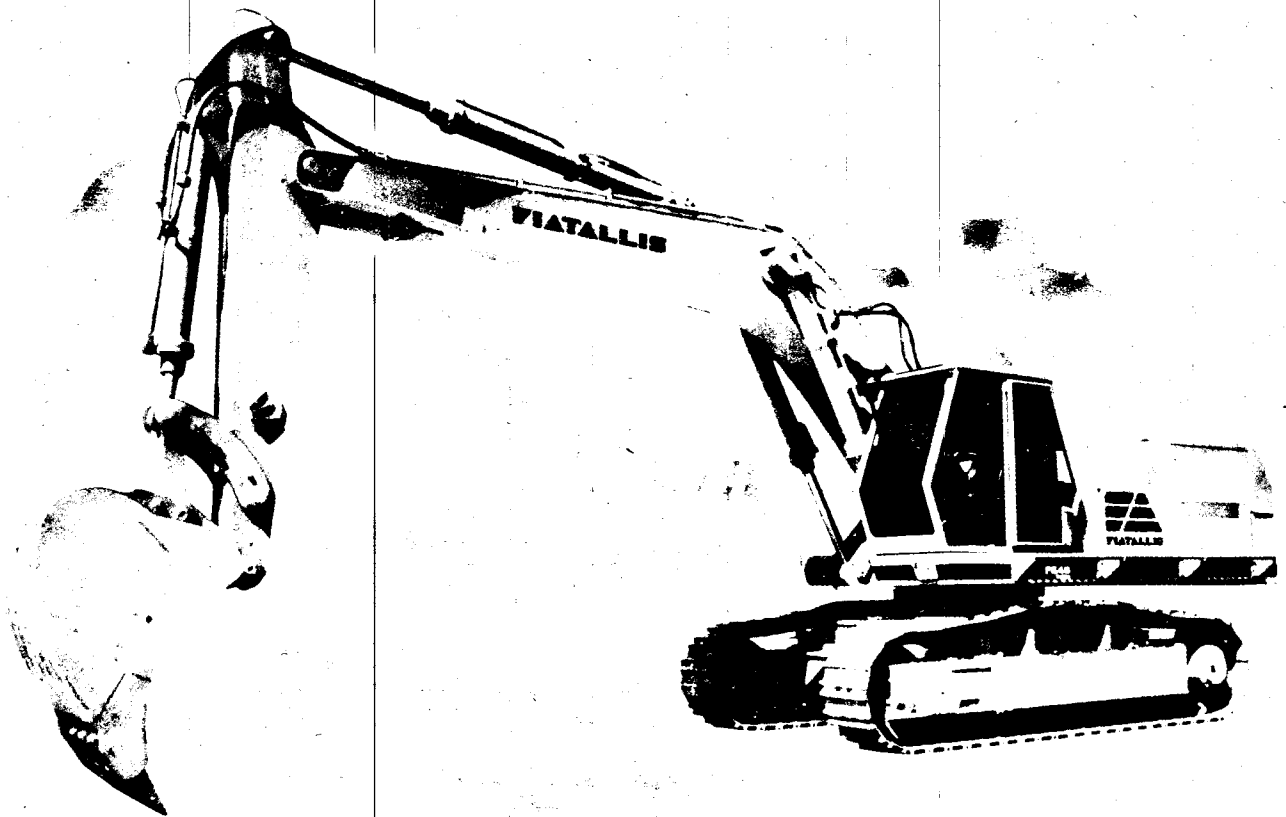
En general el mando de dirección actúa sobre el eje delantero -- por medio de un gato de servomecanismo, lo que evita todo esfuerzo al operador. Autorregulable, mediante simple maniobra desde la cabina, -- este sistema de accionamiento permite un manejo preciso de la retro en carretera y aumenta su manejabilidad en obra.

Las retroexcavadoras montadas sobre llantas son de tamaño pequeño -- lo mismo que su capacidad de cucharón, su tamaño máximo pesa 25 Ton. aproximadamente y su capacidad máxima de cucharón es de 1.15 m^3 (1 1/2 Yd³).



4.3.2 RETROEXCAVADORAS MONTADAS SOBRE ORUGAS

Un equipo móvil de construcción que deba trabajar sobre superficies de material tosco o suelto, que aportan un apoyo deficiente, debe estar - montado sobre carriles de oruga. Se recomienda lo anterior, en particular - cuando el equipo después de ser instalado en el lugar de las obras, no ne - cesita ser movido frecuentemente, usualmente este es el caso de las retro - excavadoras. El montaje de oruga aporta el máximo de área de apoyo para -- los trabajos en tierra suelta, a la vez que puede soportar el mayor abuso - de la superficie de soporte en términos ásperos y distribuye el propio pe - so de las grandes máquinas que llega a ser de 190 toneladas aproximadamen - te.



El montaje sobre orugas consta de dos cintas de oruga continuas, paralelas, que sostienen un bastidor de base. La longitud de apoyo de las cintas de oruga depende de la superficie y la profundidad de penetración en ésta. Esta longitud puede tomarse, con bastante seguridad, como la distancia entre los centros de las ruedas dentadas extremas de la oruga, o los ejes de la rueda guía, sobre las que giran las cintas.

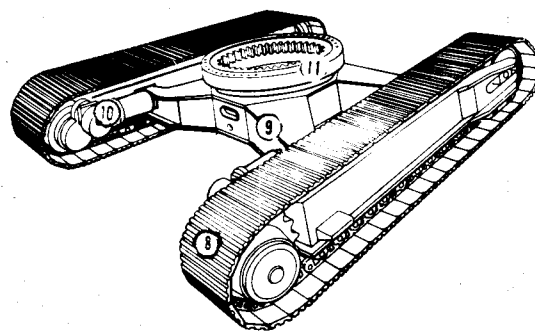
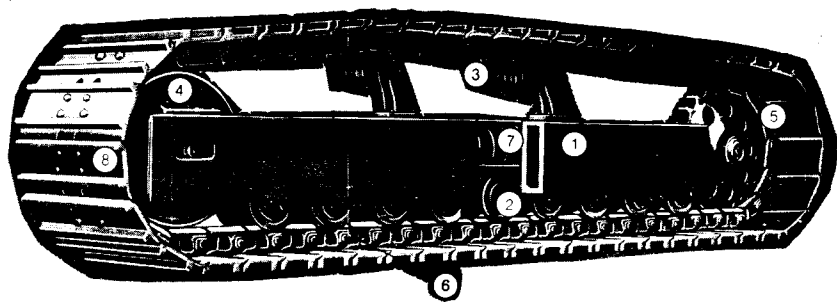
El ancho de apoyo es igual al doble del ancho de una de las cintas. Normalmente, para una excavadora motorizada, estas dimensiones -- dan origen a presiones de 0.35 a 2.70 Kg/cm².

En la mayoría de las retroexcavadoras puede aumentarse el ancho total de las cintas de oruga para proporcionar mayor estabilidad o -- bien cambiando las cintas de oruga para tener mayor área de apoyo.



Cada tren de orugas se compone de una cadena, sobre la cual están fijadas por pernos, las zapatas o tejas que pueden ser de diferentes tipos y tamaños de acuerdo al trabajo específico y al terreno en el cual se va a mover.

La tensión está asegurada por resortes y amortiguadores.



COMPONENTES PRINCIPALES DEL TREN DE RODAJE

- 1.- Bastidor de Rodillos.
- 2.- Rodillos inferiores,
- 3.- Rodillos superiores.
- 4.- Rueda guía.
- 5.- Rueda dentada.
- 6.- Carriles.
- 7.- Ajustadores Hidráulicos de carriles.
- 8.- Zapatas.
- 9.- Sección de apoyo
- 10.- Motores hidráulicos de los carriles.
- 11.- Mecanismo interno de giro.

El bastidor de base o portante, soportado por las unidades de tracción aloja a los mecanismos de propulsión y dirección, los cuales son -- accionados desde la superestructura o bastidor torreta giratoria de la -- retroexcavadora. La transmisión de propulsión puede ser de una o varias -- velocidades, el fabricante especifica las velocidades de trabajo de --- acuerdo a ciertas normas. Las retroexcavadoras montadas sobre orugas, -- avanzan normalmente a velocidades de 0.8 a 3.2 Km/hr. sobre superficies -- planas y pudiendo subir pendientes hasta del 67% en condiciones óptimas, sobre terreno fuerte, parejo, seco y sin llevar carga.

La propulsión independiente de los carriles hacen posible que éstos giren en sentido opuesto para hacer virajes en poco espacio, lo cual facilita la entrada en sectores muy reducidos, en obras apiñadas. Los motores de las cintas de oruga son idénticos e intercambiables.

Las retroexcavadoras montadas sobre carriles de oruga son de una -- gran variedad de tamaños, desde las que pesan 13 Ton. y con una capaci-- dad del cucharón de 0.4 m^3 ($1/2 \text{ yd}^3$) hasta las que pesan 190 ton. y -- una capacidad del cucharón de 15.3 m^3 (20 yd^3).

Una vez descritos los dos mecanismos de apoyo y tránsito (sobre --- orugas y enllantado) del equipo en estudio, se detallará a continua--- ción el chasis torreta que es similar para ambos tipos de retroexcavado-- ras.

4.3.3 PARTES PRINCIPALES

La superestructura o torreta está apoyada en el bastidor portante por -- medio del mecanismo giratorio, el cual esta compuesto principalmente de dos -- engranes, uno llamado corona que sirve de pista o carril para el giro y el -- otro llamado piñón, que es el que transmite su movimiento y así hacer girar -- la torreta, éste mecanismo es accionado por medio de una palanca, desde la -- cabina.

Aparté de su apoyo la superestructura esta compuesta de: una cabina de controles, el sistema hidráulico, un contrapeso para la estabilidad en los momentos de trabajo, y sirve además de apoyo para el mecanismo de excavación.

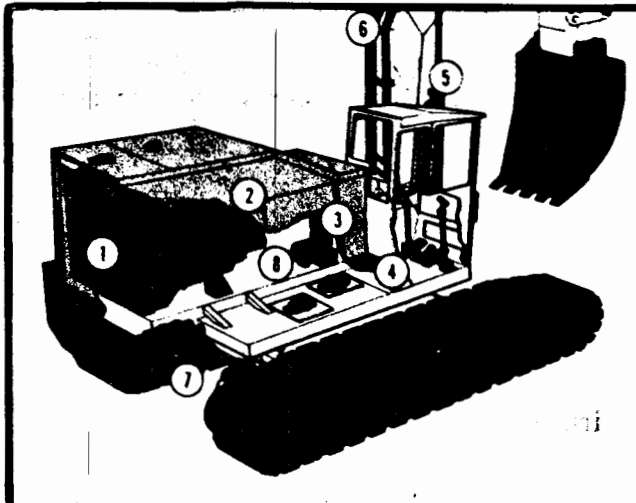
SISTEMA HIDRAULICO

El sistema hidráulico utiliza un motor diesel, bomba hidráulica (una o dos) de diseño especial como generador de potencia y un conjunto de cilindros hidráulicos situados en los puntos estratégicos para aplicar el trabajo.

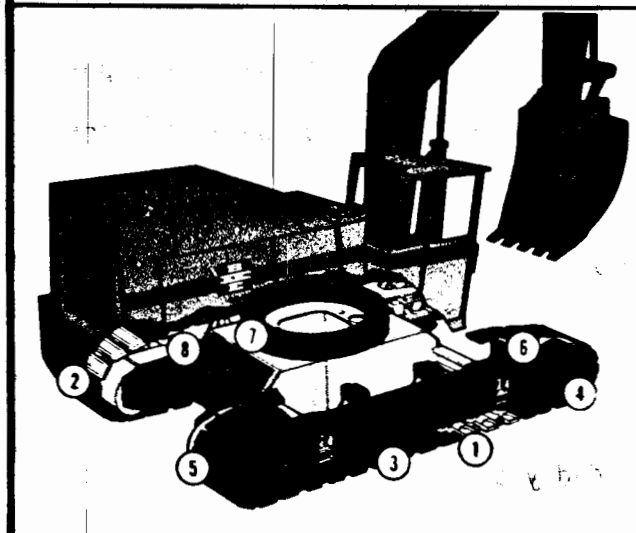
Esta potencia hidráulica se acciona mediante simples palancas de mano o interruptores eléctricos situados en la cabina al alcance del operador. Una palanca o un interruptor, correctamente accionado, hace funcionar válvulas del sistema para dirigir el fluido hidráulico a desempeñar su función en el mecanismo deseado, por ejemplo en el cilindro que hace girar el cucharón al descargar.

La sencillez del mecanismo del tipo de válvula y émbolo, es una de las principales ventajas de la potencia hidráulica, otra ventaja, es que el fluido hidráulico es autolubrificante y reduce el desgaste del sistema.

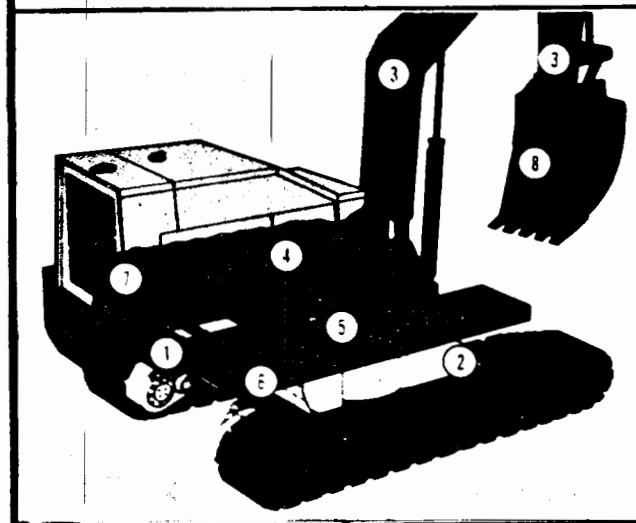
La potencia hidráulica, además de utilizarse para el mecanismo excavador, se aplica para accionar los frenos y la dirección, así como para el sistema de giro de la superestructura y el sistema de tránsito en el caso de retroexcavadora sobre carriles de oruga.



- 1.- Motor diesel.
- 2.- 4 bombas de transmisión.
- 3.- Motor y freno de giro.
- 4.- Controles del operador.
- 5.- Cilindros hidráulicos.
- 6.- Mangueras hidráulicas.
- 7.- Motores de propulsión.
- 8.- Válvulas de control hidráulico.



- 1.- Zapatas de tránsito.
- 2.- Zapatas de tránsito.
- 3.- Roles.
- 4.- Rueda guía.
- 5.- Rueda dentada motriz (Catarina)
- 6.- Marco de soporte.
- 7.- Engrane para girar.
- 8.- Cubiertas de los motores.



- 1.- Marco de soporte superior.
- 2.- Marco de soporte inferior.
- 3.- Pluma y brazo del cucharón.
- 4.- Motor o piñón de giro.
- 5.- Freno de giro.
- 6.- Tanques hidráulicos.
- 7.- Tanques hidráulicos.
- 8.- Cucharón.

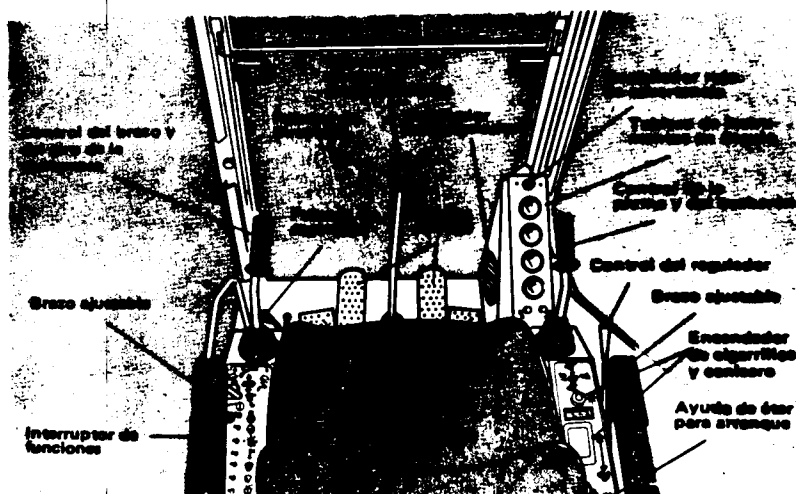
MECANISMOS DE LA EXCAVADORA

CABINA .

En cualquier lugar que el ser humano tiene que permanecer un periodo de tiempo más o menos largo cada día, tiende a estar lo mas comodo posible, por lo que una cabina de operación de una máquina donde el operador va a permanecer durante sus horas de trabajo debe de ser confortable, -- con todos los mandos al alcance de la mano o del pie, con la mejor visibilidad y si es posible hasta con clima artificial.

Para lograr todo lo anterior los fabricantes de retroexcavadoras han tratado que los controles de las máquinas sean los más sencillos posibles y así, por ejemplo, se tiene que con únicamente dos palancas se acciona -- la pluma, el brazo, el cucharón y el giro del excavador sobre sus chasis-portante. Claro es que cada marca y modelo de retro tiene diferentes controles y solo para ejemplificar se reproduce a continuación una cabina -- tipo.

Debe recordarse que la comodidad y seguridad integrales del operador dará por resultado su máxima eficiencia.

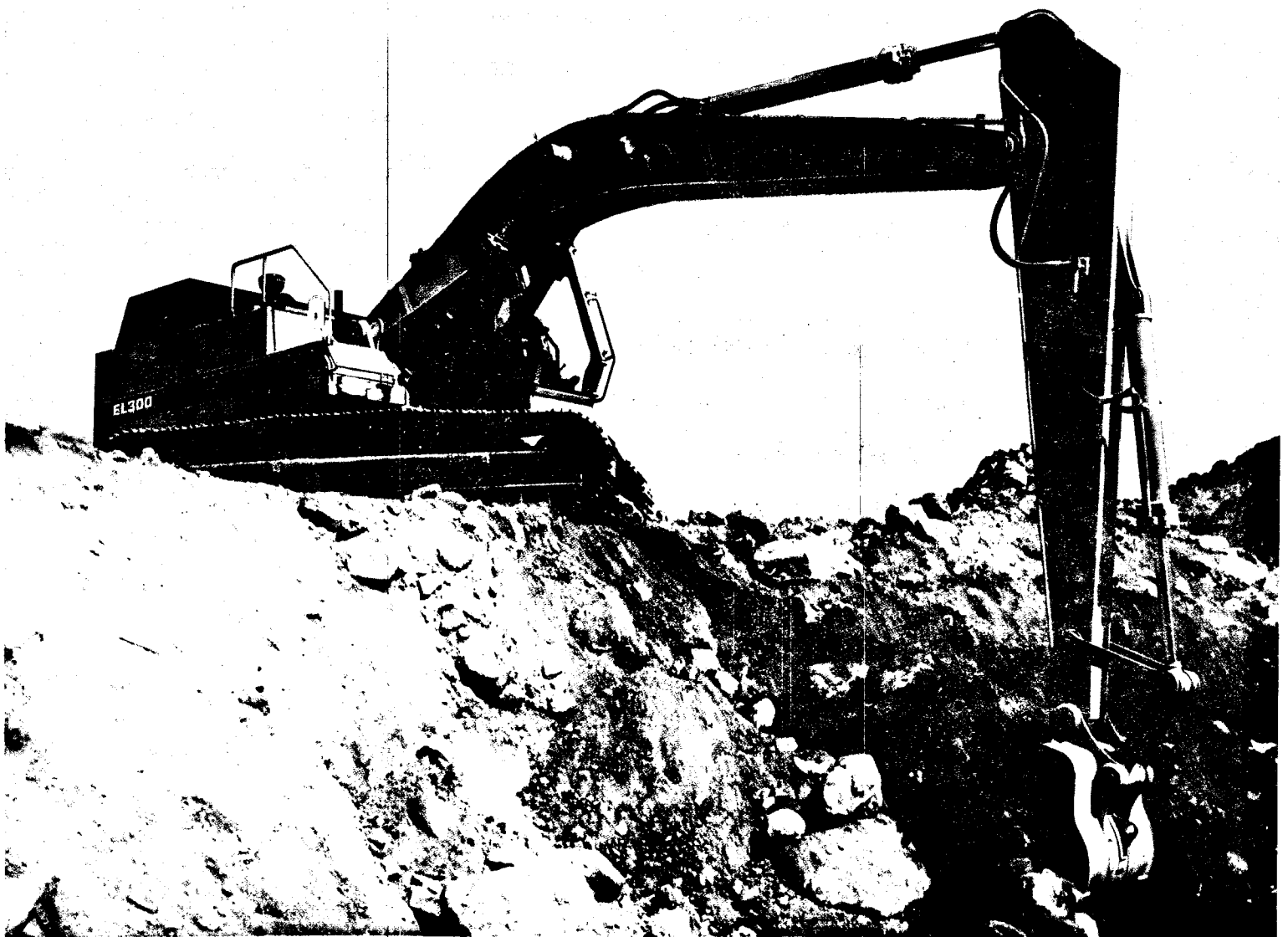


MECANISMO DE EXCAVACION

Este mecanismo está compuesto de una pluma, un brazo (miembro excavador) con el cucharón instalado en su extremo interior, y cilindros hidráulicos para controlar los movimientos. Uno de los extremos de la pluma está sujeto al equipo de soporte, y pivotea tanto vertical, como horizontalmente. El giro horizontal se efectúa por rotación de todo el chasis torreta.

El elemento excavador de la retro, está sostenido al extremo exterior de la pluma, y pivotea en torno a ese punto en el plano vertical de la misma. De igual manera está sujeto el cucharón o excavador al extremo del brazo, y también pivotea para excavar.

Con este mecanismo, la retroexcavadora tiene gran alcance tanto horizontal como verticalmente, al interior de su excavación, con la pluma, el brazo excavador y el cucharón extendidos para iniciar la excavación. Entonces se tira del cucharón para que penetre en el material en dirección a la base del equipo, hasta que se carga. Cuando está lleno, estas tres partes del equipo están en sus posiciones pivoteadas, de tal forma que los ángulos que forman entre sí son los máximos, como cuando un hombre carga un bulto con los brazos, apretándolo contra su cuerpo. Para vaciar la carga del cucharón, se eleva la pluma librando los lados de la excavación, y luego se le hace girar horizontalmente para vaciar el cucharón lejos de los bordes de la excavación. Este movimiento incluye la extensión del mecanismo de tres partes, lo ^{9b} cual lo prepara para el siguiente ciclo de excavación. Los movimientos descritos del ciclo, se repiten desde una sola posición del equipo, hasta que se extrae todo el material al alcance desde dicha posición.



LA PLUMA

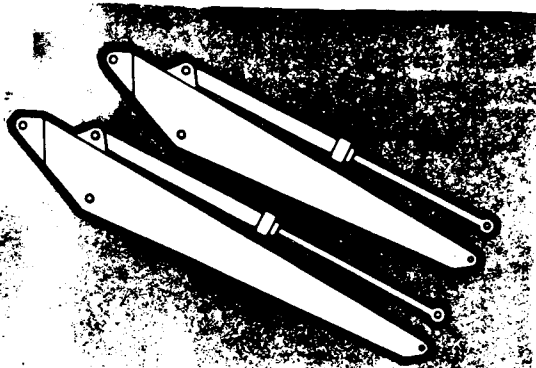
Como elemento de soporte para el brazo y cucharón excavadores, la pluma esta formada de una o dos piezas. La pluma de una pieza se elige si su trabajo usualmente requiere alcance y profundidad máximos. Es excelente para abrir zanjas, con largo alcance, profundidad y buena capacidad de levantamiento, a precio económico.



La pluma de dos piezas es mejor si su trabajo exige adaptabilidad. La pieza delantera se extiende o retrae a tres posiciones diferentes a fin de variar el alcance y la profundidad.

Se puede cambiar de la posición totalmente retraída para usarse -- con cucharón grande para mayor fuerza, hasta la posición extendida --- para máximo alcance y profundidad.

Puede ajustarse al ángulo de la pieza delantera a la posición del pasador alto o bajo, para aumentar el alcance hacia arriba, el espacio para descarga y la profundidad de excavación. Cuando está extendido al máximo y en la posición del pasador inferior, esta pluma tiene igual alcance que la de una pieza.



Dos brazos.

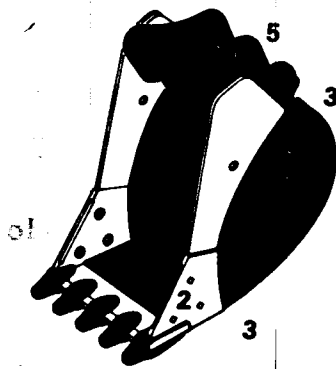
3,20 m (10' 6''): Para gran capacidad de ascenso y fuerza de palanca. Buena para suelos muy compactos.

4,42 m (14' 6''): Para máx. alcance y espacio libre sobre el suelo.

EL BRAZO

Existen en el mercado, de acuerdo a la marca y modelo diferentes-- longitudes de brazos, la elección de uno u otro tamaño está en función-- del alcance que se requiere, de la fuerza de empuje necesaria, de la capacidad de levantamiento, del tamaño del cucharón y del tipo de material por excavar. Si por ejemplo necesitamos máxima fuerza de empuje del -- brazo y capacidad de levantamiento en material duro de excavar y con un cucharón grande, optaríamos por el brazo más corto.

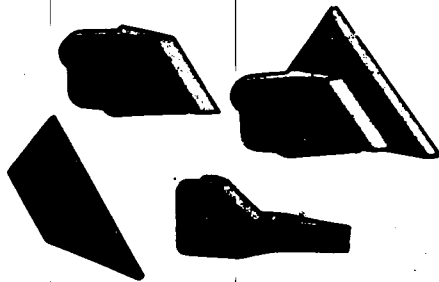
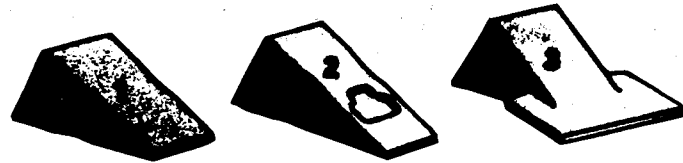
Si por el contrario tenemos un cucharón pequeño y el material por-- excavar es fácil de cargar y liviano, no necesitaremos la máxima fuerza de empuje en el brazo y por lo tanto podremos optar por un brazo largo. Si existen condiciones medias se optará por un brazo de tamaño medio.



Cucharón (1) cuchilla, (2) puntas de guía, y (3) tiras de desgaste. Las planchas laterales (4) son de ángulo entrante para facilitar la penetración del cucharón y contribuir a la autolimpieza. Es estándar el gancho del cucharón (5).

Dientes de cucharón de 3 diseños.

1. Cortos . . . para excavación difícil.
2. Largos . . . para la mayoría de excavaciones.
3. Anchos . . . para menos derrames y menos surcos en el suelo.



Orejetas.

1. Hoja de una pieza, eficaz en condiciones medias de excavación.
2. Hoja con extensión, para excavación de liviana a moderada.
3. Tipo de diente . . . para trabajos severos de excavación.
4. Enrasadora. Reduce el desgaste de las esquinas del cucharón.

EL CÚCHARON

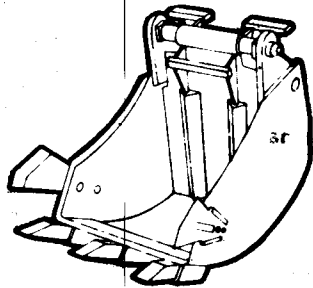
La pieza del mecanismo de excavación que está en contacto, carga y descarga el material de excavación es el cucharón, actualmente existe una gran variedad de éstos según la máquina de que se trate, por ejemplo tenemos cucharones en forma trapecoidal para canales, limpiadores de zanjas, con eyector, para el fondo de las excavaciones, etc., de distintos tamaños, anchos y radios de giro con respecto a su pivote.

Para seleccionar el cucharón adecuado al trabajo por -- realizar existen dos factores muy importantes, el ancho de corte y su radio de giro. Una regla general es que se use un cucharón ancho cuando el material sea fácilmente removible y un cucharón con un ancho de corte pequeño en materiales difíciles. En suelos difíciles el radio de giro también ha de considerarse

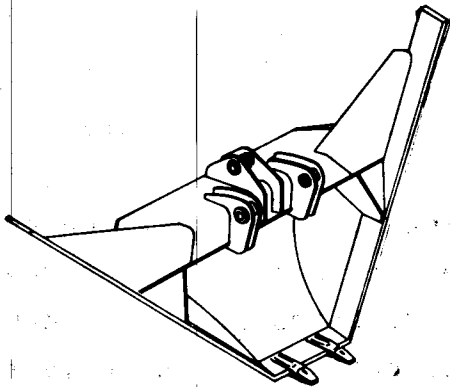
TIPOS DE CUCHARONES



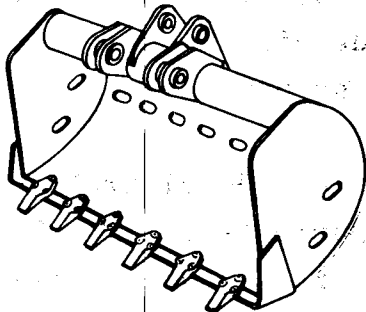
Cucharón normal, para todo uso.



Cucharón con eyector, para suelos muy cohesivos.



Cucharón trapezoidal, para excavación de canales.



Cucharón de limpieza, como lo indica su nombre, para cualquier tipo de limpieza.

N O T A: Existen en el mercado gran variedad de tamaños en todos los tipos de cucharones.

en la selección del cucharón, porque un radio de giro corta una fuerza total de corte mayor que un radio de giro largo. Una buena recomendación cuando se trata de seleccionar un cucharón para materiales difíciles es elegir el cucharón con ancho de corte y radio de giro pequeños.

Otro factor en la selección, es el caso del ancho de las zanjas, en las cuales muchas veces el tipo de cucharón y en tamaño va a estar condicionado por dicho ancho de zanja.

A D I T A M E N T O S.

La versatilidad de un equipo de construcción es una gran ventaja, ya que permite al constructor sacar el máximo provecho de sus máquinas. La retroexcavadora es un equipo muy versátil gracias a la gran variedad de mecanismos opcionales o aditamentos que los fabricantes han elaborado.

Entre estos tenemos las bivalvas o almejas para excavaciones verticales, si se requiere mayor profundidad, se le puede montar el batilón directamente en la punta del equipo de bivalva, estas últimas pueden ser cuadradas, rectangulares o redondas. También se le puede adoptar diferentes tipos de pinzas ya sean para madera, chatarra ó piedras; ganchos-grúa, pluma-grúa, electroimanes, dientes escarificadores, barrena etc.

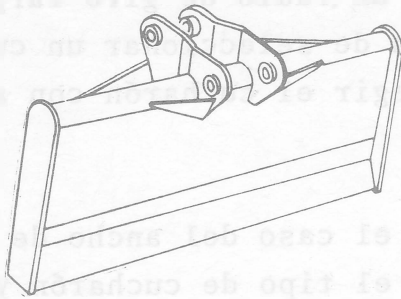
Pero quizá el mecanismo opcional más importante es el cargador.

EQUIPO CARGADOR

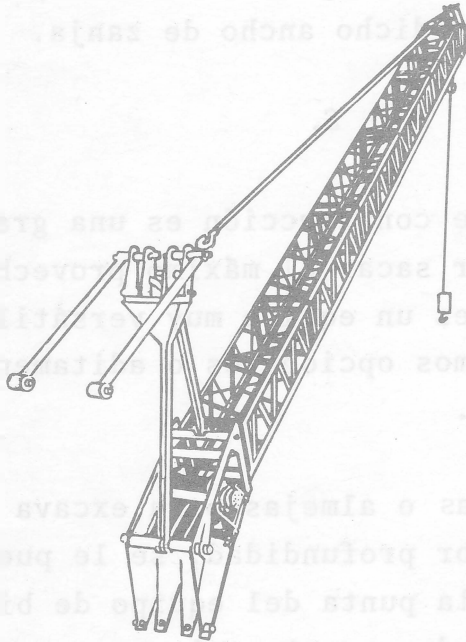
Una opción reciente, para utilizar la retroexcavadora, es el cambio del mecanismo de excavación de retro a cargador.

El mecanismo del cargador consiste en una pluma corta (en comparación con la pluma retro) en cuyo extremo se articula un brazo y a este se articula el cucharón.

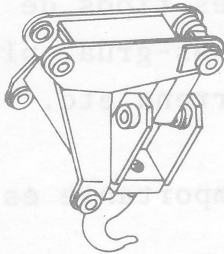
ADITAMENTOS PARA LAS RETROEXCAVADORAS



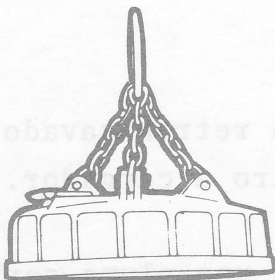
Cuchilla, para relleno.



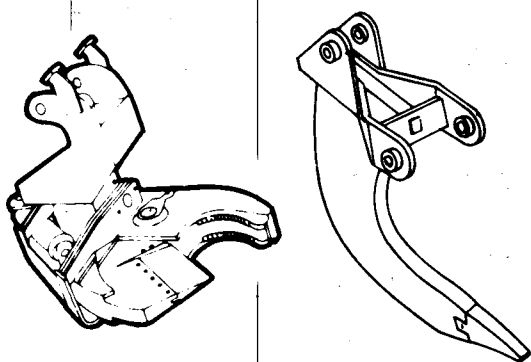
Grúa, para grandes cargas.



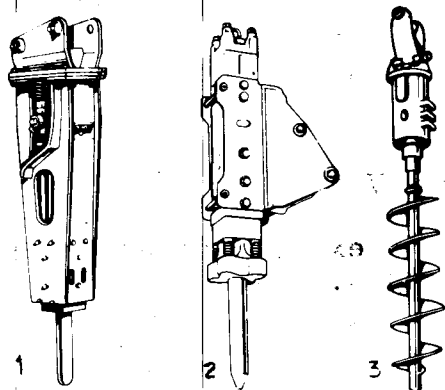
Gancho grúa, para cargas - medianas.



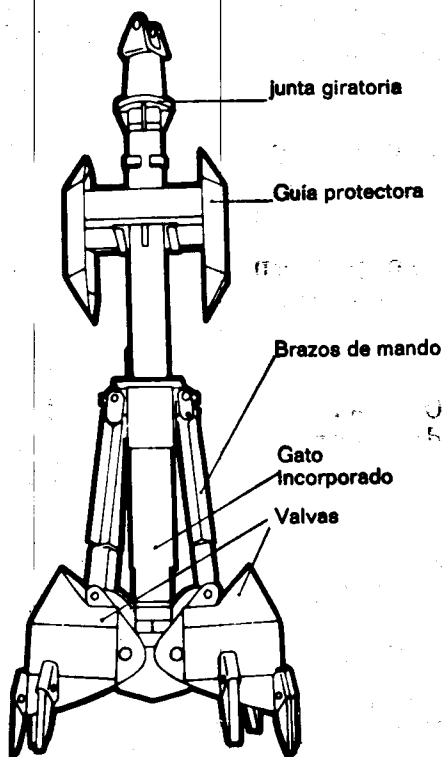
Electroimán, para movimiento de metales.



1. Cizalla hidráulica para corte.
2. Diente escarificador.

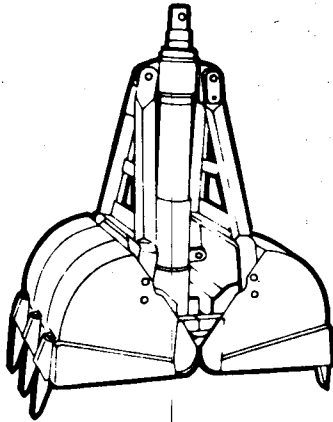


1. Martillo hidráulico.
2. Martillo neumático.
3. Taladro.



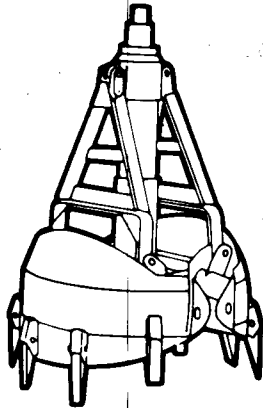
Batilón, para excavaciones profundas entre entibados, perforación de pozos con alargaderas.

BIVALVAS O ALMEJAS



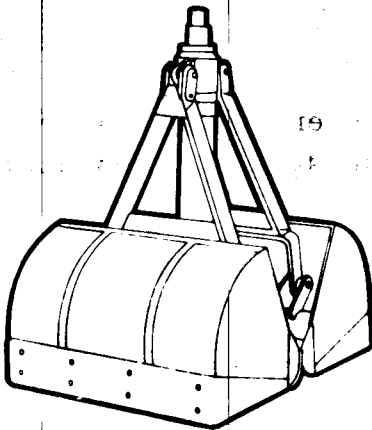
B I V A L V A

Para excavaciones y terraplenados (rectangulares).



B I V A L V A

Para excavación de hoyos re-dondos.



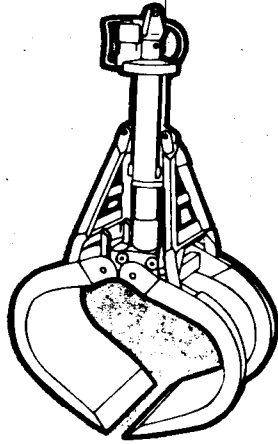
B I V A L V A

Para recogida de materia.

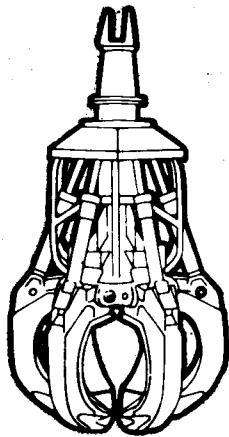
Se le pueden montar dientes-para excavación.

N O T A: Existen en el mer-cado gran variedad de tamaños en todos los tipos de bivalvas.

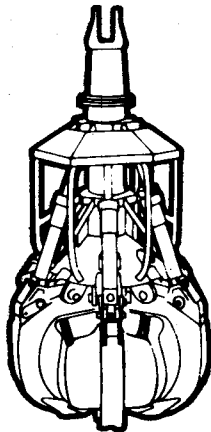
EQUIPOS PARA MANIPULACION



Para madera, este equipo está provisto de un motor hidráulico de orientación.



Para piedra, consta de 6 garras *



Para chatarra, consta de 6 garras *

* Este equipo está provisto de gatos independientes en cada una de las garras.

Como en el caso de la retro, para el equipo cargador se tiene diferentes tipos de cucharón, de brazos y plumas de acuerdo al modelo y marca.

Este tipo de cargador con capacidad de hasta 15.3 m^3 (20 Yd³) se empieza a imponer como equipo de carga principalmente en minas a cielo abierto.



Las excavadoras-cargadoras modernas disponen de bombas de pistones multicuerpos, que soportan presiones hasta de 320 bares, lo cual proporciona una eficacia óptima dando una mayor potencia a los gatos hidráulicos donde dicha potencia es utilizada.

Las posibilidades de utilización de las excavadoras hidráulicas no finalizan aquí, ya que pueden igualmente utilizarse diverso equipo de-

dragado, bivalvas, equipo de demolición, etc. como los mostrados en las figuras anteriores.

Comparación entre un cargador frontal y una excavadora-cargadora.

El cargador frontal sobre ruedas se caracterizó por su alcance reducido y su gran anchura de cuchara necesaria para proteger las ruedas delanteras durante la penetración en el material.

Esta falta de alcance del cargador está compensada por su movilidad, lo cual le genera una gran aceptación como máquina ideal para materiales blandos y semiblandos.

Pero en materiales duros esta movilidad es la causa principal de sus limitaciones. El esfuerzo de tracción al nivel de las ruedas se traduce en una fuerza de empuje que está limitada por la adherencia al suelo.

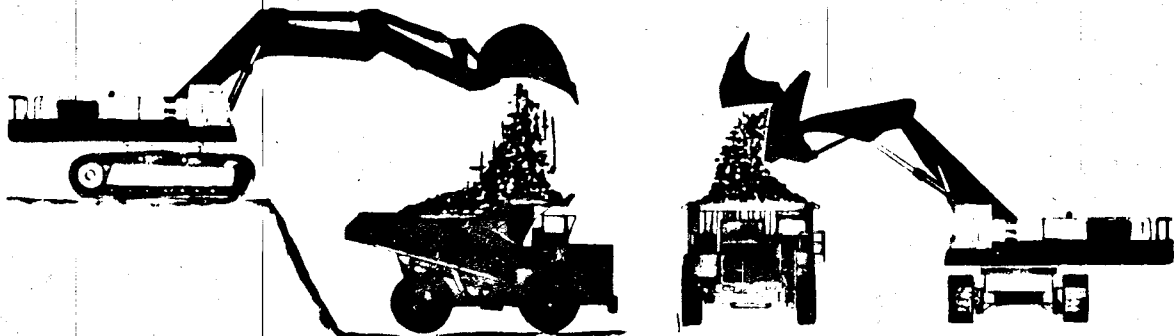
Dependiendo de la naturaleza del terreno y el peso de la máquina el esfuerzo es más o menos importante.

El tiempo del ciclo de un cargador que no efectuó el transporte de la carga fluctúa entre 35 y 38 segundos frente a los 25 a 28 segundos del correspondiente a una excavadora hidráulica con equipo cargador.

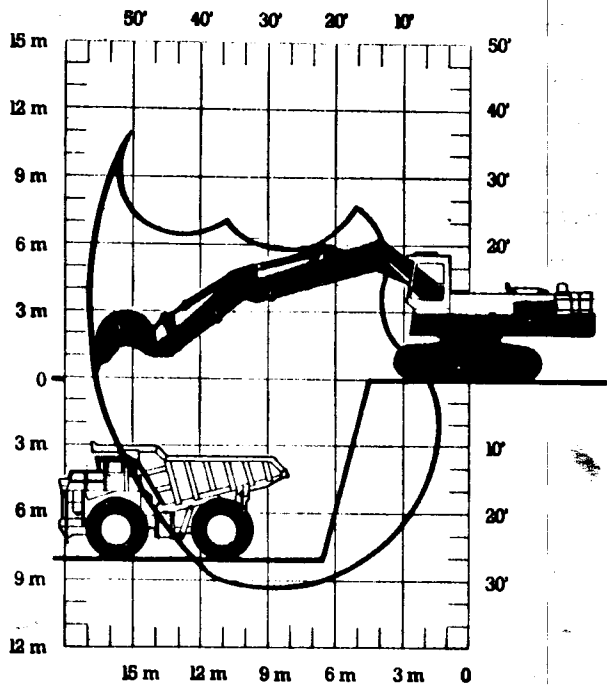
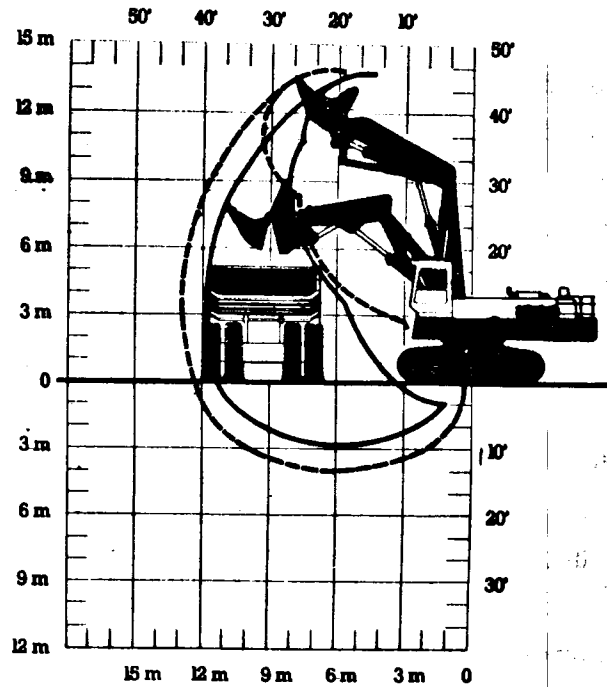
Por otro lado la excavadora-cargadora posee gran manejabilidad y fuerza de penetración de su cuchara, ya que puede ejercer esfuerzos en numerosas direcciones, puesto que las tres articulaciones de los equipos permiten tres grados de libertad.

Por lo cual se puede ver que este tipo de palas hidráulicas tienen gran campo de acción en materiales duros y terrenos donde es difícil un desgarre previo.

A continuación se presentan las diferencias de operación de una retroexcavadora y una excavadora con equipo cargador.



Actualmente los modelos de retroexcavadoras y palas hidráulicas de mayor dimensión tienen capacidad de mover hasta 15.3 m³ (20 yd³) por ciclo, además de contar con gran potencia de penetración y alcance como se muestra en las siguientes gráficas.



SELECCION DE RETROEXCAVADORAS

Escoger la excavadora correcta para un trabajo específico de remoción de tierras es tanto una ciencia como un arte -una mezcla de experiencia práctica, evaluación sistemática y sentido común-.

Antes de que un Constructor pueda adquirir de manera razonable una excavadora hidráulica debe determinar sus necesidades; lo que debe hacer el equipo; cómo se puede usar adecuadamente, con eficiencia y con economía, y cómo encajará a largo plazo en sus operaciones de remoción de tierras.

En el proceso de selección nada puede sustituir al conocimiento de las características y limitaciones de operación de la máquina adquirida de primera mano, a través de la experiencia práctica.

Igualmente importante para la selección correcta, es un estudio minucioso de las especificaciones de los fabricantes del equipo. Sin embargo, las hojas con tales especificaciones, suelen presentar a menudo tantos problemas de interpretación al constructor como la selección subsecuente de la máquina en sí. Por tal razón en seguida se mencionan algunas reglas que pueden ser de gran utilidad en la evaluación de esos datos de equipo para determinar que máquina conviene más a sus necesidades.

ZONA DE TRABAJO

Cada tipo de máquina para mover tierras tiene una área limitada donde puede excavar y cargar material de manera económica y eficiente.

Antes de hacer la elección de una máquina específica se debe determinar la zona de trabajo más económica en el lugar de la obra. Y eso solamente se puede hacer comparando -- las zonas de trabajo una por una.

Los parámetros que determinan la zona de trabajo de una excavadora son la profundidad de excavación, el alcance y la altura de descarga.

PROFUNDIDAD Y ALCANCE.

La extensión de la pluma, el brazo excavador y el cucharón, determinan el alcance de excavación y la profundidad de la misma. Es necesario verificar los datos para asegurar que la excavadora que se desea tiene la extensión y el alcance de descarga que se requiere.

La extensión se mide desde la línea central de rotación (con la pluma y el brazo excavador extendido) hasta la punta del cucharón. La distancia a la cual una excavadora -- puede vaciar su carga desde el lugar donde trabaja, sin mover sus carriles o ruedas (girando 360° completos) define el alcance de descarga de la máquina.

CAPACIDAD DEL CUCHARON.

Al determinar la capacidad del cucharón de una máquina, debe cerciorarse de que el fabricante identifica el volumen del cubo - nivel rasado o copeteado-. Si se agregan cortadores laterales se aumentará la capacidad de carga en 1/4 de -- yarda según las condiciones del suelo y el área superior del cubo. También se debe asegurar que el diseño del cucharón elegido, sea el adecuado para el tipo de trabajo por realizar. Los fabricantes ofrecen muchas opciones en los cucharones -trabajo ligero, mediano o pesado- para cada tamaño de excavado-

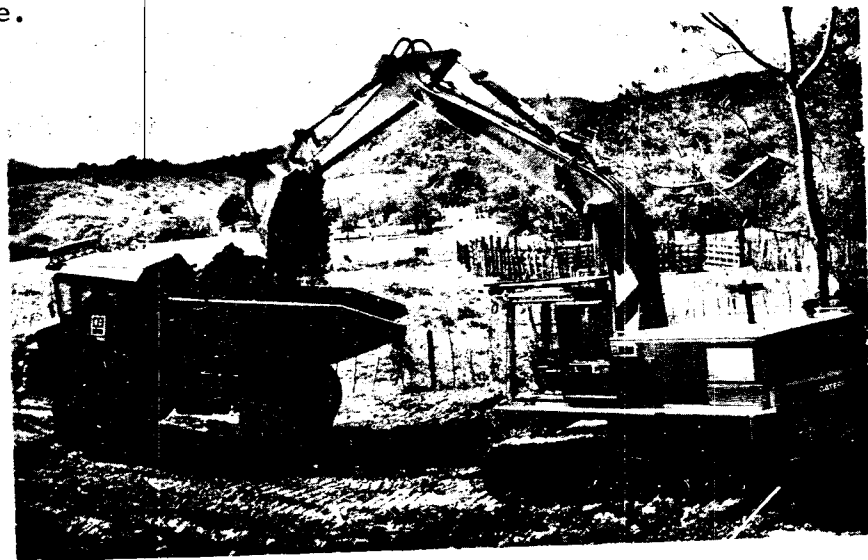
ras. La selección del cucharón depende de muchos factores: el tamaño (volumen) y lo ancho del cubo que se requiere para una aplicación específica, más el tipo y el peso del material con el que se va a trabajar.

Hay que determinar si un cucharón de borde recto sería mejor que un cucharón con dientes. Y si se necesitan dientes escoger el tipo y número necesario. Para determinar la penetración del cubo, se debe verificar los tamaños de los cilindros de excavación y descarga. Hay que recordar que la penetración del diente del cucharón está determinado por la fuerza del brazo del cucharón y el cilindro de excavación y por la rotación del cucharón y el cilindro de descarga.

ALTURA DE DESCARGA

La altura necesaria para la descarga del cubo depende de: el espacio libre bajo el cubo mientras el brazo del cucharón gira en su radio de alcance cuando está extendido; el espacio libre del borde mientras el cubo gira en el radio de alcance del cucharón en tanto que descarga; y la extensión cuando el cubo alcanzó la altura de descarga requerida.

Algunas máquinas tienen extensiones opcionales de cilindros para levantar que permiten poner los carros más cerca de la línea central de rotación de la excavadora a diferentes alturas de espacio libre.



4.3.4 RENDIMIENTO

En esta parte del presente estudio nos interesa saber la forma de determinar la cantidad de material que maneja este equipo en cierto período. La determinación usual, consiste en conocer el número de metros cúbicos (yardas cúbicas) movidos por hora, a esto último se le denomina rendimiento ó producción.

Para conocer el rendimiento necesitamos principalmente de dos valores: el tiempo de ciclo y la capacidad útil del cucharón.

El ciclo de excavación de una retroexcavadora se compone de cuatro partes:

- 1.- Carga de Cucharón.
- 2.- Oscilación con carga.
- 3.- Descarga del Cucharón.
- 4.- Oscilación sin Carga.

Este tiempo depende del tamaño de la máquina (el de una pequeña es más corto que el de una grande), del tipo de terreno en que se excave (un terreno duro presenta más dificultad a la penetración y por lo tanto más tiempo que un terreno suave), de las condiciones de trabajo (excavaciones más profundas, con más obstáculos) y por último de la habilidad del operador.

A continuación se presenta una ⁹ gráfica para estimar tiempos de ciclos de máquinas marca Caterpillar. Incluye toda la escala de tiempos de ciclo total que se esperan al cambiar las condiciones del trabajo de excelentes a muy malas. Debido a las muchas variables que afectan la velocidad de trabajo de las retroexcavadoras, es difícil determinar cuál será su tiempo de ciclo. Sin embargo, la tabla es para definir la escala de tiempos de ciclo que corresponden a una máquina, y servir además de guía sobre lo que es un "trabajo fácil", y en que consiste un "trabajo duro".

GRAFICA PARA ESTIMAR TIEMPOS DE CICLO					
TIEMPO DE CICLO	CATEGORIA SEGUN EL TAMAÑO				TIEMPO DE CICLO
	215B y 215B SA	225B, 225BLC y 225 SA Custom 180	235B	245	
10 SEG.					10 SEG.
15	■				15
20 SEG.	■		■		20 SEG.
25		■			25
30 SEG.	■		■		30 SEG.
35		■		■	35
40 SEG.			■		40 SEG.
45				■	45
50 SEG.				■	50 SEG.
55					55
60 SEG.					60 SEG.

Mayor rapidez posible

Mayor rapidez práctica

Zona típica

Lento



TIEMPO DEL CICLO según las CONDICIONES DEL TRABAJO

- Excavación fácil (tierra no compactada, arena, grava; limpieza de zanjas, etc). Excavar a menos del 40% de la profundidad máx. de la capac. de la máquina. Ang. de oscilación menor de 30°. Descarga en un montón de desechos. Sin obstrucciones. Buen operador.
- Excavación media (tierra compactada, arcilla seca y tenaz, suelo con menos del 25% de rocas). Profundidad del 50% de la capac. máx. de la máquina. Angulo de giro de 60°. Lugar amplio para descarga. Pocos obstáculos.
- Excavación de mediana a dura (suelo duro compactado y hasta 50% de rocas). Profundidad hasta del 70% de la capac. máx. de la máquina. Ang. de oscilación hasta de 90°. Carga de camiones cerca de la excavadora.
- Excavación dura (rocas de voladura o suelo difícil - hasta con 75% de rocas). Profundidad hasta del 90% de la capac. máx. de las máquinas. Ang. de oscilación hasta de 120°. Zanja entibada. Area pequeña de descarga. Trabajo por encima de los que tienden la tubería.
- Excavación muy difícil (arenisca, caliche, esquisto arcilloso, ciertas piedras calizas, tierra congelada dura). Más del 90% de la capac. de excavación a la profundidad máxima. Oscila más de 120°. Cargan el cucharón en la caja de protección, al fondo de la zanja. Lugar pequeño para descarga y que requiere el alcance máximo de las excavadoras. Personas y obstáculos -- en la zona de trabajo.

La capacidad útil del cucharón depende del tamaño de la máquina (a una máquina grande se le puede adaptar un cucharón mayor que a una pequeña), del tipo de terreno (del ángulo de reposo) y de la facilidad de llenar el cucharón.

EVALUACION DE LA CAPACIDAD DE CUCHARONES

CAPACIDAD AL RAS: Es el volumen que corresponde al espacio encerrado dentro de los límites de las planchas laterales, la del frente y la de atrás, sin considerar la cantidad de material que retenga o conduzca la plancha para evitar derrames, o los dientes del cucharón.

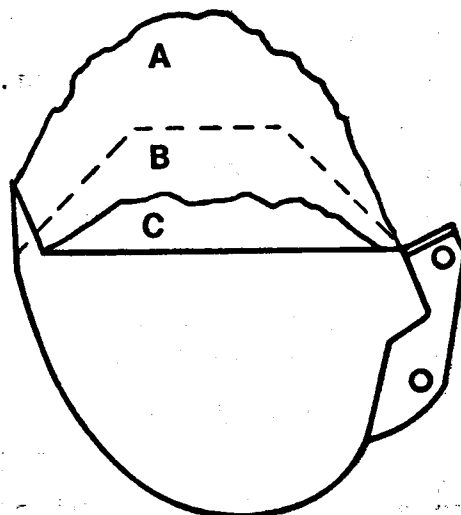
CAPACIDAD COLMADA: Es el volumen del cucharón por debajo del plano de enrasamiento, más la cantidad de material amontonado, a un ángulo de reposo de 1:1*, por encima de dicho plano sin tomar en cuenta la cantidad de material que pudiera retener o conducir la plancha para evitar derrames o los dientes del cucharón, (según norma No. 3 PCSA y norma 296 SAE).

A continuación se presenta la tabla de factores promedio para evaluar la cantidad de material que carga un cucharón en cada ciclo de acuerdo a las características de dicho material.

* El Comité del Equipo Europeo de Construcción (CECE) fija la capacidad de la carga útil colmada del cucharón a un ángulo de reposo 2:1 del material acumulado sobre el plano de enrasamiento.

CARGA UTIL MEDIA DEL CUCHARON = (CAPACIDAD COLMADA) (FACTOR-PROMEDIO)

M A T E R I A L	FACTOR PROMEDIO (Porcentaje de la Capacidad Colmada).			
MARGA MOJADA O ARCILLA ARENOSA.	100	al	110%	A
ARENA Y GRAVA.	95	al	100%	B
ARCILLA DURA Y CORREOSA.	80	al	90%	C
ROCA DE VOLADURA BIEN FRAGMENTADA.	60	al	75%	
ROCA DE VOLADURA MAL FRAGMENTADA.	40	al	50%	



Después de haber visto la forma de conocer el tiempo de ciclo y la capacidad útil del cucharón, a continuación veremos las formas de obtener el rendimiento.

El rendimiento aproximado de una retroexcavadora se puede valorar de las siguientes formas:

Por observación directa.

Por medio de reglas y fórmulas (teórico)

Por medio de tablas proporcionadas por el fabricante.

CALCULO DEL RENDIMIENTO DE UNA RETROEXCAVADORA POR OBSERVACION DIRECTA.

Esta forma de cálculo consiste en la medición de los volúmenes de material movidos por la retroexcavadora durante las horas de trabajo, cronómetro en mano.

Este método nos proporciona los rendimientos reales, sin embargo requeriría contar con la máquina en el frente de trabajo, por lo tanto no es posible utilizar este método para tomar una decisión de compra.

Debemos por otro lado hacer notar que una sola observación no es representativa del rendimiento por lo que es recomendable llevar a cabo varias observaciones cuyo promedio nos dará el rendimiento por observación directa.

Por último el presente método nos proporciona un medio objetivo de comparación entre el rendimiento real y el rendimiento teórico.

CALCULO DEL RENDIMIENTO DE UNA RETROEXCAVADORA POR MEDIO DE REGLAS Y FORMULAS.

El Rendimiento aproximado del equipo en estudio por medio de este método puede estimarse de la forma siguiente:

- 1.- Se calcula el tiempo de ciclo (lo que ya se vió con anterioridad) y los ciclos por hora, que es igual al cociente del tiempo efectivo trabajado en una hora entre el tiempo que dura un ciclo, es decir:

$$\text{CICLOS/HORA} = \frac{\text{TIEMPO EFECTIVO EN UNA HORA}}{\text{TIEMPO DE DURACION DEL CICLO}}$$

2.- Se calcula la cantidad de material que mueve el cucharón en cada ciclo (también ya se presentó la -- forma de cálculo).

3.- Con los datos anteriores se calcula el rendimiento:

$$\text{m}^3/\text{HORA} = \text{m}^3/\text{CICLO} \quad \times \quad \text{CICLOS/HORA}$$

$$(\text{RENDIMIENTO} = \text{PASO 2} \quad \times \quad \text{PASO 1})$$

CALCULO DEL RENDIMIENTO POR MEDIO DE TABLAS PROPORCIONADAS POR- EL FABRICANTE.

Todos los fabricantes editan manuales donde aparecen tablas de los rendimientos obtenidos de las máquinas que producen, de acuerdo a ciertas condiciones de trabajo. Los datos incluidos en las tablas están basados en pruebas de campo, análisis estadísticos en computadora, investigación en laboratorio, etc., pero a pesar del empeño que se ponga en todo lo anterior, debetomarse en cuenta, primeramente, que todos los datos se basan en un 100% de eficiencia, lo cual no ocurre ni en el mejor de los casos y en segundo lugar, que cada obra presenta condiciones diferentes o especiales por lo que no es posible que los datos del fabricante sean correctos.

Sin embargo haciendo los ajustes necesarios en cada caso, por medio de 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 sinúmero de factores que pudieran reducir la producción, es posible tener una idea aproximada del rendimiento que se presentará en la realidad.

A continuación se presentan unas tablas que nos señalan la forma de obtener rendimiento de acuerdo al material por excavar así como a la capacidad del cucharón.

PRODUCCION HORARIA APROXIMADA EN (Yd ³) M ³											
Capacidad Cucharón m ³	0.76	1.0	1.4	1.9	2.3	2.55	3	3.2	4	5.5	8.7
Capacidad Cucharón Yd ³	1	1.25	2.875	2.5	3	3.5	4	4.25	5.25	7.25	11.5
Marga húmeda o arcilla arenosa	(76) 100	(100) 130	(145) 190	(195) 255	(245) 320	(295) 385	(340) 445	(345) 454	(415) 546	(556) 732	(867) 1140
Arena y grava	(72) 95	(90) 120	(138) 180	(180) 240	(230) 300	(280) 365	(325) 425	(328) 432	(394) 518	(529) 696	(824) 1084
Tierra Común	(65) 85	(82) 110	(125) 165	(170) 220	(210) 275	(250) 330	(295) 385	(294) 386	(352) 463	(473) 622	(737) 970
Arcilla dura, densa	(57) 75	(76) 100	(110) 145	(150) 195	(188) 245	(225) 295	(265) 345	(260) 342	(312) 410	(417) 549	(650) 855
Roca de voladura bien fragmen- tada.	(53) 70	(68) 90	(105) 140	(140) 188	(180) 235	(215) 280	(248) 326	(242) 320	(290) 382	(390) 513	(607) 799
Excavación, común c/rocas	(50) 65	(65) 85	(100) 130	(130) 175	(168) 220	(200) 265	(230) 300	(224) 295	(270) 355	(362) 476	(564) 742
Arcilla mojada, pegajosa	(45) 60	(60) 80	(95) 125	(125) 165	(160) 210	(195) 255	(225) 296	(207) 272	(249) 328	(334) 439	(520) 648
Roca de voladura mal fragmen- tada.			(80) 105	(105) 140	(138) 180	(165) 215	(190) 250	(193) 254	(232) 306	(311) 410	(485) 639

258

Volúmen medido en banco, horas de 50 minutos (83% de eficiencia en el trabajo), profundidad de corte 4.5m.
(15 pies) ángulo de giro 60°

Producción Horaria Ajustada = Producción Horaria aproximada x I x II x III x IV.

FACTORES DE AJUSTE

FACTOR POR EFICIENCIA DE TRABAJO I			
EFICIENCIA	Minutos Trabajados por hora	Eficiencia % de 60 Min.	Factor
EXCELENTE	55	92%	1.10
PROMEDIO	50	83%	1.00
ABAJO DEL PROMEDIO	45	75%	0.90
DESFAVORABLE	40	67%	0.807

FACTOR POR PROFUNDIDAD DE CORTE II				
PROF. MAXIMA		PROF. PROM.		FACTOR
PIES	MTROS.	PIES	MTROS.	
5	1.5	2.5	0.75	0.97
10	3.0	5.	1.5	1.15
15	4.5	7.5	2.2	1.00
20	6.0	10	3.0	0.95
25	7.6	12.5	3.8	0.85
30	9.1	15	4.5	0.75

FACTOR POR ANGULO DE GIRO III	
GIRO EN GRADOS	FACTOR
45	1.05
60	1.00
75	0.93
90	0.86
120	0.76
180	0.61

CARGABILIDAD DEL MATERIAL IV	
CARGA DEL CUCHARON	F A C T O R
CARGA FACIL	0.90 - 1.00
CARGA MEDIA	0.80 - 0.90
CARGA DIFICIL	0.65 - 0.80
CARGA MUY DIFICIL	0.40 - 0.65

Para ilustrar lo antes expuesto es conveniente hacerlo mediante la -- solución de un ejemplo práctico, que consiste en obtener el rendimiento de una retroexcavadora por medio de los tres métodos expuestos y comparar los resultados.

Las características son las siguientes:

RETROEXCAVADORA MARCA "CATERPILLAR"

Modelo 235

Capacidad del Cucharón 1.43 m^3

($1 \frac{7}{8} \text{ yd}^3$)

CONDICIONES DE TRABAJO:

Profundidad Media de Excavación	1.5 m.
Angulo de Giro.	60°
Material de excavación	grava - arena
El material es cargado en Camiones.	

PRIMER METODO: Observación directa.
El rendimiento que se obtuvo fué de $208 \text{ m}^3/\text{hr}$.

SEGUNDO METODO: Reglas y fórmulas.

Con los datos que tenemos y viendo la carta de estimación de tiempos de ciclo tenemos que se puede tomar un ciclo de 20 segundos.

La capacidad útil del cucharón es de:
 1.43 m^3 ya que se trata de grava-arena.

Entonces obtengamos

el número de ciclos : $\frac{3600 \text{ Seg/hr.}}{20 \text{ Seg/ ciclo}} = 180 \text{ Ciclos/hr.}$
por hora.

y la producción horaria = $180 \times 1.43 = 213.6 \text{ m}^3/\text{hr}$.

TERCER METODO: Tablas proporcionadas por el fabricante, usando la tabla - del fabricante presentada anteriormente, entrando con la capacidad del cucharón y el tipo de material vemos que:

Producción horaria aproximada = 180 m^3

Ajustando la producción por medio de los 4 factores tenemos:

Eficiencia de trabajo	Factor	=	1.00
Profundidad de corte	"	=	1.15
Angulo de giro	"	=	1.00
Cargabilidad del material	"	=	1.00

Producción horaria ajustada = $180 \text{ m}^3 \times 1 \times 1.15 \times 1 \times 1 = 207 \text{ m}^3 / \text{hr}$.

Si vemos los tres rendimientos:

METODO	RENDIMIENTO M ³ / hr.
Observación directa	208
Reglas y fórmulas	213.6
Tablas del fabricante	207

Se puede observar que son sumamente parecidos por lo que podemos concluir que estimar el rendimiento de una retroexcavadora por medio de reglas y fórmulas o de acuerdo a las tablas de fabricantes nos dan una buena idea del rendimiento real que se obtendrá en campo.

A continuación se presentan tres ejemplos en los que el rendimiento es un factor muy importante:

- 1.- Se requiere una producción mensual de 15,000 m³ en un terreno de suelo arcilloso y difícil de cargar a una profundidad máxima de excavación de 8 m con un ángulo de giro de 90°. Determinar qué capacidad debe tener la retroexcavadora apropiada para este trabajo.

Se trabajará un turno, con una eficiencia de 50 min./hora.

S O L U C I O N:

Horas disponibles por mes = 25 días X 8 h/día.

$$= 200 \text{ horas.}$$

Rendimiento aproximado necesario por hora = $\frac{15\,000 \text{ m}^3 / \text{mes.}}{200 \text{ Horas/mes.}}$

$$= 75 \text{ m}^3 / \text{hora}$$

Rendimiento ajustado = $\frac{\text{Rendimiento aproximado necesario por hrs.}}{\text{Factor de carga, eficiencia, giro, profundidad de corte.}}$
necesario por hora
segun tablas.

$$= \frac{75 \text{ m}^3 / \text{hora.}}{0.70 \times 1.0 \times 0.86 \times 0.80}$$

$$= 155.7 \text{ m}^3 / \text{hr.}$$

De la tabla del fabricante se considera apropiado un equipo con cucharón de 1.4 a 1.9 m³.

2.- Se requiere cargar 2,650,000 m³ de grava - arena para la construcción de una cortina, el material se extrae del cauce del río a una profundidad promedio de 3 m y un giro de 90° cargándose a camiones de 6 m³.

Equipo disponible:

Retroexcavadora Caterpillar 235.

Cap. 1.43 m³ (1.7/8 Yd³) H.M.D. \$ 254,650.00

Retroexcavadora Poclain LY - 2 P.

Cap. 1 m³ (1.3 YD³) H.M.D. \$ 196,967.00

Draga Link - Belt I.S. - 408

Cap. 2.28 m³ (3 YD³) H.M.D. \$ 334,370.00

Tiempo de realización 15 meses.

S O L U C I O N:

Tiempo disponible $25 \times 15 \times 3 \times 8 = 9000$ horas.

Producción requerida $\frac{2650\ 000\ m^3}{9,000} = 294.5\ m^3 /hr.$

Obtengamos el rendimiento de las retroexcavadoras Caterpillar 235.

Según tabla del fabricante para un cucharón de $1.4\ m^3$ y material grava - arena se tendría una producción de : $180\ m^3 / hr.$ ajustando - de acuerdo a la profundidad de corte al ángulo de giro y suponiendo que se trabajen 50 minutos cada hora y que la carga es fácil tendremos:

Producción horaria ajustada = $180 \times 1.0 \times 0.95 \times 0.86 \times 0.95$
= $139\ m^3 /hr.$

De igual forma para la POCLAIN LY - 2P tenemos $120\ m^3 / hr.$

Producción horaria ajustada = $120 \times 1.0 \times 0.95 \times 0.86 \times 0.95$
= $93\ m^3 /hr.$

Por último de la operación de la draga se obtuvo el siguiente rendimiento: $70\ m^3 /hr.$

SI VENOS LOS COSTOS:

Retroexcavadora $1.43\ m^3$ $\frac{254\ 650}{139} = \$ 1\ 832/m^3$

Retroexcavadora $1.0\ m^3$ $\frac{196\ 907}{93} = \$ 2,117/m^3$

Draga

2.28 m³

$$\frac{334\ 370}{70} = \$ 4\ 777/\text{m}^3$$

Como puede observarse el costo más bajo lo dá la retroexcavadora de 1.43 m³.

Ahora veamos cuantas retroexcavadoras necesitamos para cubrir la -- producción requerida.

$$\begin{aligned} \text{NUMERO DE RETROEXCAVADORAS} &= \frac{\text{Producción requerida}}{\text{Producción retroexcavadora}} \\ &= \frac{294.5 \text{ m}^3/\text{hr.}}{139 \text{ m}^3/\text{hr.}} = 2.11 \end{aligned}$$

Del anterior resultado vemos que de acuerdo a las condiciones del problema, dos retroexcavadoras no son suficientes y tres serían demasiado por lo que se hace necesario hacer un análisis más extenso sobre las combinaciones que se pueden hacer utilizando la máquina de 1 m³ o bien, ver la posibilidad de usar un cucharón mayor o tratar de mejorar las --- condiciones de trabajo.

3.- Calcular el costo por metro cúbico de material excavado y colocado a un lado de una zanja para alojar unas tuberías para drenaje. Se utiliza una retroexcavadora de 1.0 m^3 (1.3 yd^3), la zanja tiene una profundidad máxima de 7.0 m y el giro para descargar es de 90° . La zanja se hará en un suelo arcilloso de muy dura extracción. Se considera una eficiencia de la obra de 0.90.

S O L U C I O N

De la tabla de producciones.

Producción Horaria Aproximada $76 \text{ m}^3 / \text{hr.}$

AJUSTANDO LA PRODUCCION DE ACUERDO A LAS CONDICIONES DE TRABAJO ---

TENEMOS:

Eficiencia de trabajo	Factor	0.90
Profundidad de Corte	"	0.90
Angulo de Giro	"	0.86
Cargabilidad del Material	"	0.53

Producción Horaria Ajustada = $76 \text{ m}^3 \times 0.9 \times 0.9 \times 0.86 \times 0.53 =$
 $28 \text{ m}^3 / \text{hr.}$

$$\begin{aligned} \text{COSTO UNITARIO} &= \frac{\text{Costo Horario de la Retroexcavadora}}{\text{Producción Horaria Ajustada}} \\ &= \frac{\$ 196\ 907}{28 \text{ m}^3 / \text{hr}} = \$ 7\ 032 / \text{m}^3 \end{aligned}$$

4.3.5 APLICACION DE LAS RETROEXCAVADORAS

En este capítulo se pretende exponer de una forma sencilla y clara la gran variedad de usos que se le puede dar a las retroexcavadoras, tanto con su equipo convencional de carga y/o excavación es decir, con un cucharón, así como con equipos opcionales de carga, excavación, barrenado, manipulación, etc.

Así pues, los trabajos que puede desempeñar esta máquina con su equipo convencional y con la mayor eficiencia son:

Alimentación de equipos de trituración y cribado.

Carga a camiones u otro equipo de acarreo.

Colocación de tubos.

Desmontes y demoliciones.

- Excavación de zanjas.

Excavación y afinamiento de canales.

Trabajos de cantera.

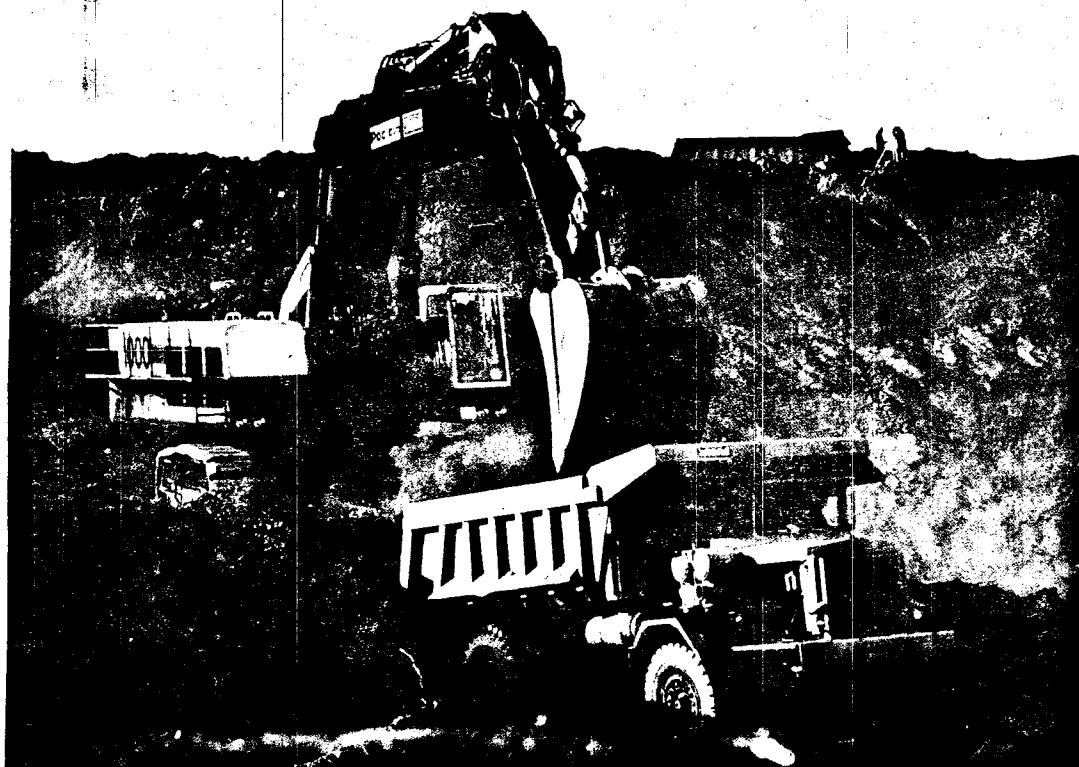
Excavaciones bajo el agua y dragados.

ALIMENTACION DE EQUIPOS DE TRITURACION Y CRIBADO

Este trabajo lo puede desempeñar satisfactoriamente una retroexcavadora, sobre todo si el material por triturar se encuentra a un nivel bajo con respecto al equipo de trituración, su funcionamiento sería el tradicional de esta máquina es decir, cargar el cucharón, girar con la carga hasta el punto de descarga, descargar y girar nuevamente para iniciar otro ciclo, se debe advertir que en los trabajos en conjunto (retro - trituradora) se deben analizar perfectamente las capacidades de ambas.

CARGA A CAMIONES U OTRO EQUIPO DE ACARREO

Quizá es esta una de las aplicaciones más comunes del equipo en estudio, generalmente el material de carga proviene de un nivel inferior en el cual se encuentre la retroexcavadora, en cambio los camiones pueden estacionarse para la carga, en el nivel de la retro ó en el nivel al que se este excavando, este último caso representa un ahorro en el tiempo del ciclo ya que la retro no tendrá que alzar la carga por arriba de su nivel, su funcionamiento es similar al del punto anterior y como se dijo se debe tener especial cuidado en el análisis de las capacidades del equipo de carga y de acarreo.



COLOCACION DE TUBOS

Este trabajo lo puede desempeñar perfectamente bien una retroexcavadora ya que generalmente el cucharón tiene en su parte exterior un gancho en el que se puede fijar un cable para así poder tomar el tubo y deposi-

tarlo dentro de una zanja que con anterioridad pudo haber excavado ella misma.



DESMONTES Y DEMOLICIONES

Debido a la gran precisión que se alcanza con el equipo operado hidráulicamente es fácil hacer trabajos de desmonte y demolición, en el primer caso quizá no es necesario aplicar toda la potencia pero en el segundo aparte de la precisión se necesita gran potencia por lo que la retroexcavadora es un excelente equipo para este tipo de trabajo.

EXCAVACION DE ZANJAS

Quizá uno de los trabajos más encomendados a las retroexcavadoras hidráulicas pequeñas y medianas es la excavación de zanjas ya sea para servicios municipales (alcantarillado ó agua potable) o para cualquier otro tipo de conducto, este trabajo consiste al igual que los trabajos de carga y alimentación en carga, giro con carga, descarga y giro sin carga, pero además al ir avanzando en la excavación de la zanja, la máquina se va moviendo hacia atrás con lo cual queda en posición de

seguir atacando.



EXCAVACION Y AFINAMIENTO DE CANALES

En la construcción de canales la retroexcavadora es un equipo eficiente ya que adaptándole un cucharón afinador o bien un cucharón trapezoidal el canal queda prácticamente terminado, este es un trabajo que se ha venido haciendo cada vez más frecuente con lo que la retro ha venido desplazando a otros equipos como la draga, en este mismo sentido tenemos los trabajos de excavación por debajo del agua en los cuales la retroexcavadora ha aumentado una posibilidad de aplicación.

TRABAJOS DE CANTERA

Estos trabajos que tradicionalmente habían sido para las palas mecánicas, se han visto invadidas por la retroexcavadora ya sea como tal o con--

equipo cargador, en estos trabajos se utilizan las grandes máquinas como los mostrada en la fotografía que tienen capacidades de hasta 15 m^3 (20 yd^3) con equipo cargador.



Además de los anteriores trabajos la retroexcavadora puede aplicarse

en:

Limpieza de terrenos.

Terraplenes.

Rellenos.

Levantar pavimentos asfálticos deteriorados.

Desazolve de canales.



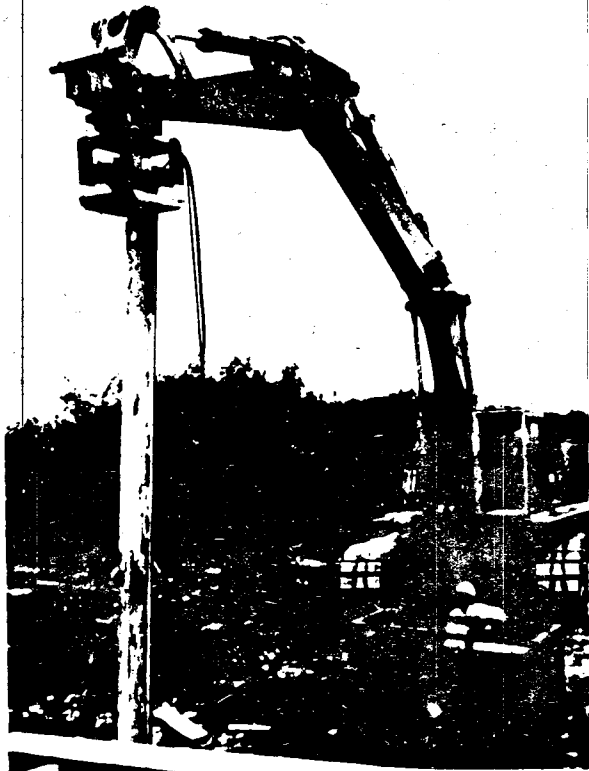
La retroexcavadora tiene también una gran aplicabilidad gracias a los aditamentos con que cuenta, a continuación se presentan algunos ejemplos de estas aplicaciones.

Como grúa para cargas medianas y grandes ya sea con pluma - grúa o con un gancho - grúa.

Como Martillo, neumático o hidráulico.



Como Piloteadora, en este caso la fuerza hidráulica de la retroexcavadora se aplica verticalmente sobre el pilote para incarlo.



Como Electroimán, para manipular metales o chatarra ferrosos.



Como manipulador, ya sea de roca, madera o chatarra con equipo a base de garras.

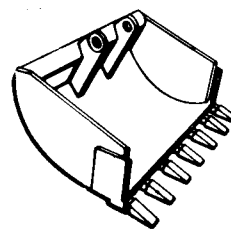


Como Excavadora de almeja, con bivalva para hoyos redondos o rectangulares.



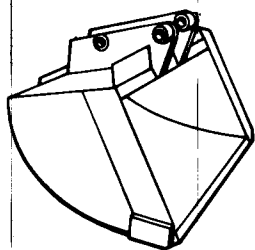
Como Escarificador, para remover terrenos muy duros por medio de un diente de acero especialmente tratado.

CUCHARONES RETROEXCAVADORES PARA TODAS LAS APLICACIONES



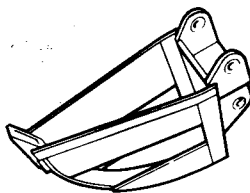
Para fosos

Utilizado en la excavación de paredes verticales planas y esquinas en escuadra.



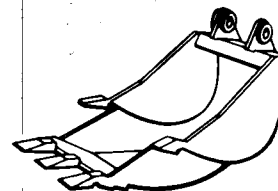
Para limpieza de zanjas

De bordes lisos y diseño ancho y poco profundo, facilita la limpieza de zanjas.



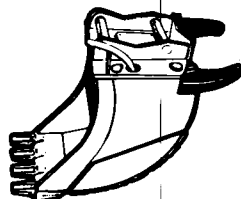
Cucharón con drenaje

El cucharón de diseño en V con costados calados (abiertos) permite que el agua drene rápidamente.



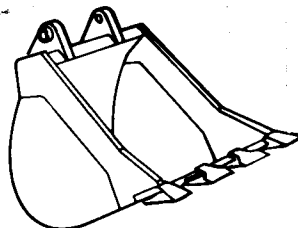
Corte en T

Por los costados rebajados, la sección central del cucharón excava una zanja del ancho exacto de los tubos. Reduce la necesidad de material de asiento.



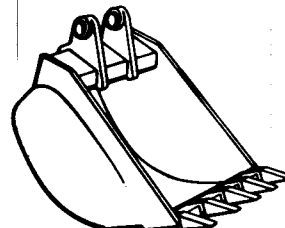
Con garras

Movidas con fuerza hidráulica, las garras montadas atrás sirven para agarrar materiales de difícil manejo. Acepta también dientes de desgarrador, cortador de asfalto, hoja niveladora, etc.



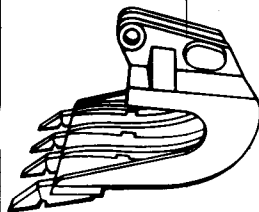
Para trabajo pesado

Con material de desgaste y refuerzos adicionales, se usa para excavar en materiales consolidados, compactos o en suelos abrasivos.



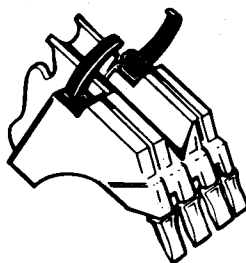
De gran capacidad

Más capacidad para materiales livianos y voluminosos.



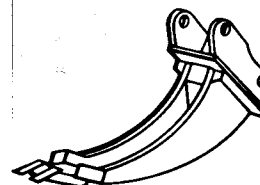
Para remover pavimento

Sin paredes laterales, este cucharón se desliza bajo las lajas de hormigón o asfalto para levantarlas con facilidad.



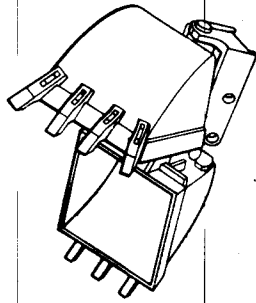
Para plantar postes

Parte posterior del cucharón cóncava. Las garras pueden asir y sujetar los postes firmemente al sacarlos o plantarlos.



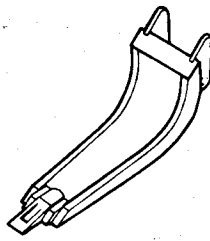
Para vías férreas

Cucharón angosto para excavar entre durmientes de ferrocarril.



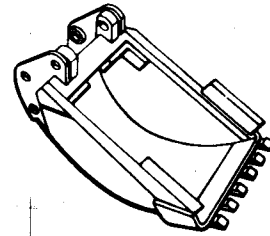
Almeja

Se usa para excavar verticalmente o en material acuoso de fácil fluir. Se usa también para agarrar y levantar.



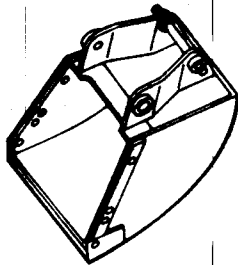
Para arcilla

Usada para cavar en arcilla mojada o en otros materiales pegajosos. Los costados bajos facilitan la descarga.



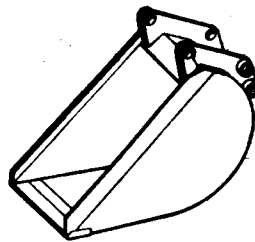
Para coral

Tiene dientes cortos y orejetas inclinadas hacia afuera para materiales apretados y abrasivos.



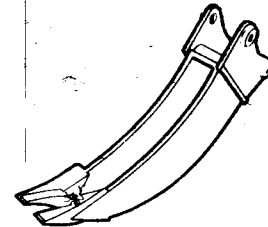
Expulsor

La plancha inferior trasera del cucharón avanza durante la descarga forzando la descarga de material pegajoso.



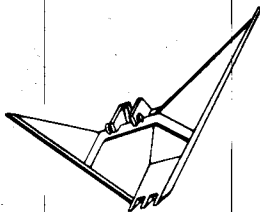
Uso general

Cucharón de tamaño y empleo estándar utilizado en condiciones y materiales normales.



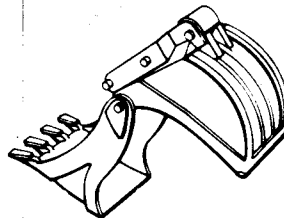
En G

Con ancho de 18 a 23 cm (7 a 9 pulg), este cucharón excava zanjas angostas para tuberías de gas o electricidad.



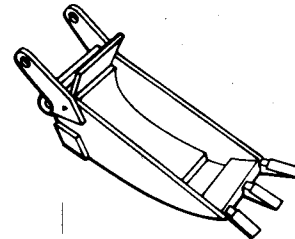
Trapezoidal/Irrigación

Diseño en V para conformar los lados y fondo de la zanja. Excelente para el riego.



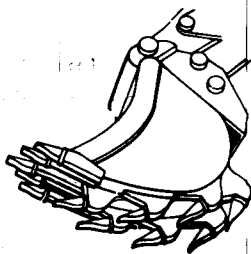
De mandíbula

El cucharón se abre como quijada para atenuar y cargar fácilmente lascas de hormigón, ramas de árboles u otros objetos de difícil manejo.



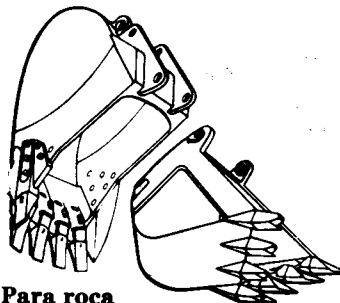
Para fango

Para excavar materiales cohesivos húmedos y pegajosos.



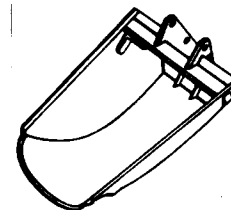
Desgarrador (Suelo rocoso congelado)

Se montan dientes en la parte inferior del cucharón estándar para poder excavar suelos congelados y rocosos.



Para roca

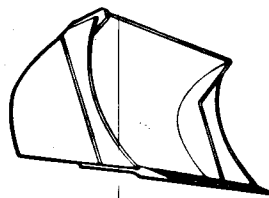
Con fortaleza, refuerzos y material de desgaste adicionales para excavar terrenos rocosos. Algunos tienen el agresivo diseño en V.



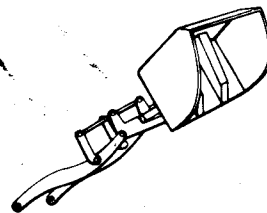
Para arena

Las paredes laterales abiertas hacia afuera cortan los costados de la zanja en declive en terrenos arenosos, menos cohesivos. El fondo redondeado conforma el lecho para tuberías.

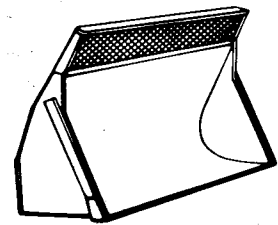
CUCHARONES CARGADORES DE ALTA PRODUCCION



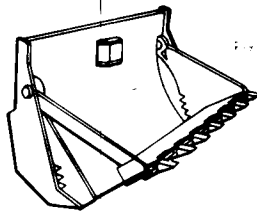
Uso general
Cucharón de tamaño y empleo estándar utilizado en condiciones y materiales normales.



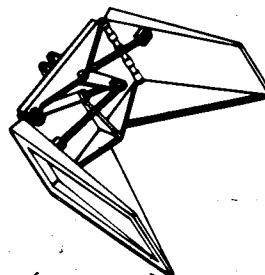
Descarga alta
Aumenta la descarga y el alcance. Punto pivote del cucharón cerca de la cuchilla.



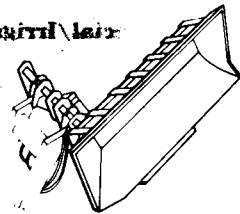
Material liviano/nieve
Más capacidad para aplicaciones en materiales ligeros y voluminosos.



Uso múltiple
De mayor versatilidad – carga, empuja y agarra objetos de manejo difícil.

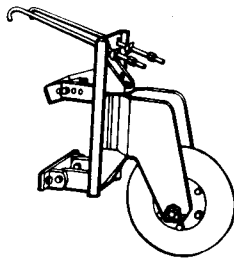


Cucharón recogedor
Las dos semicajas, al cerrarse hidráulicamente, cargan materiales sueltos de fácil derrame.

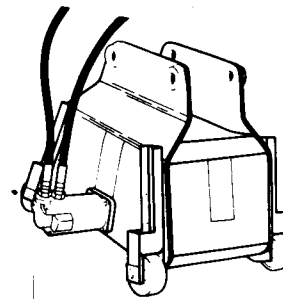


Descarga lateral
Descarga hacia adelante o hacia el costado en espacios reducidos donde es difícil maniobrar.

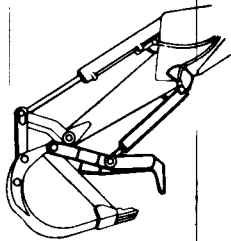
HERRAMIENTAS PARA APLICACIONES ESPECIALIZADAS



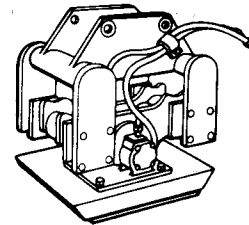
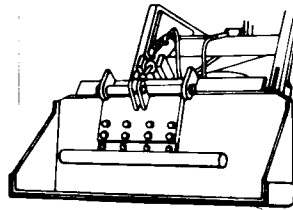
Cortador de asfalto
Cuchilla circular para cortar asfalto. Se emperna o sujeta con cepo al cucharón retroexcavador o cargador.



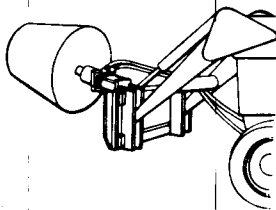
Cortador hidráulico de asfalto
Cuchilla circular a fuerza hidráulica. Reemplaza al cucharón retroexcavador.



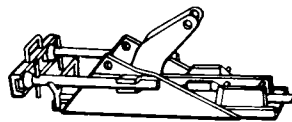
Pulgar prensil para retroexcavador o cargador
Se monta en el cucharón o en el brazo de retroexcavadora o en la parte superior del cucharón del cargador. Se usa para sujetar y levantar objetos de difícil manejo como lajas de hormigón o materiales de construcción.



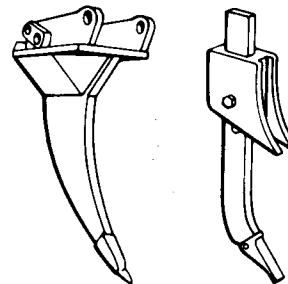
Compactador vibratorio
Reemplaza al cucharón retroexcavador. Se utiliza para compactar suelos o hincar postes.



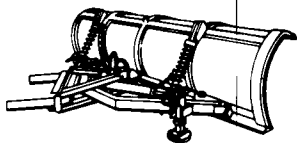
Mezcladora tipo tambor
Tambor para mezcla de hormigón y otros materiales. Reemplaza al cucharón retroexcavador o del cargador.



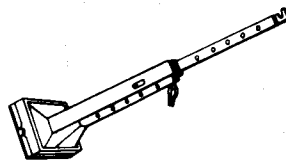
Empujador/extractor (topo)
Reemplaza al cucharón retroexcavador o se monta independiente del retroexcavador. Se usa para horadar y empujar líneas de servicios públicos (gas, electricidad, teléfono) bajo calzadas.



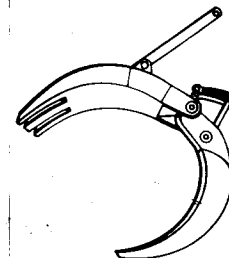
Diente de desgarrador
Reemplaza o se monta en el cucharón retroexcavador para terrenos congelados o rocosos.



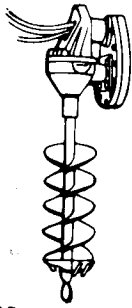
Hoja para nieve
Reemplaza o se sujeta al cucharón del cargador para remover la nieve.



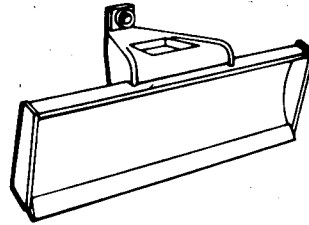
Aguilón
Reemplaza al cucharón retroexcavador o del cargador. Generalmente montado en acoplador rápido. Para levantar cuando se necesita más alcance. De largo fijo o extensible.



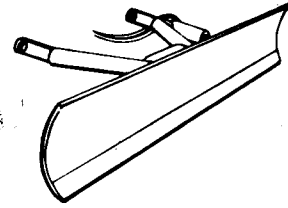
Garra
Reemplaza al cucharón retroexcavador. Para la chatarra u otro material de difícil manejo. Puede ser fija o giratoria.



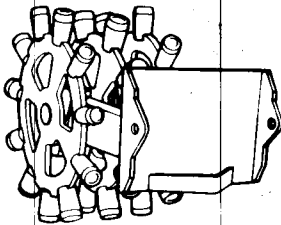
Barrenas (perforación para poste)
Hidráulicas, usadas para horadar la tierra. Montadas en el retroexcavador, el cargador o los brazos del cargador.



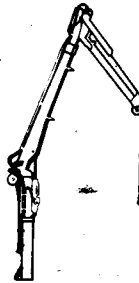
Hoja para rellenos
Para reemplazar o instalar en cucharón retroexcavador o del cargador. Rellena zanjas y nivela.



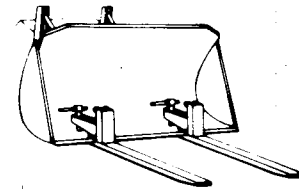
Hoja para nivelación
Se monta en el bastidor, entre el eje delantero y el trasero. Para trabajo de nivelado fino.



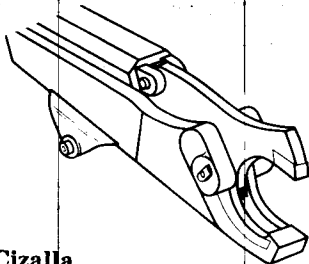
Rueda compactadora
Usada generalmente para compactar zanjas. Reemplaza o se sujeta al cucharón de retroexcavador o del cargador.



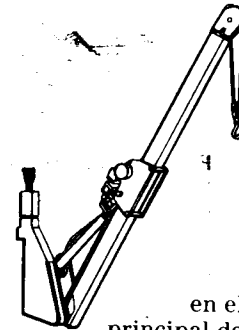
Grúa
Reemplaza a la pluma y el brazo de retroexcavadora. Utiliza un brazo extensible y malacate de cable para levantar y ubicar materiales de construcción.



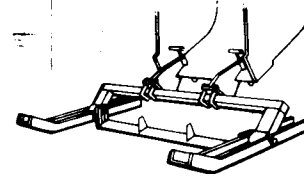
Horquillas
Reemplazan o se montan en el cucharón del cargador. Se utilizan para manejar material en paletas, tubos, madera, etc.



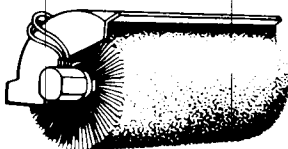
Cizalla
Reemplaza al cucharón retroexcavador. Se usa en trabajo de demolición para cortar planchas de metal, tubos, vigas, etc. en trozos más pequeños, más fáciles de manejar.



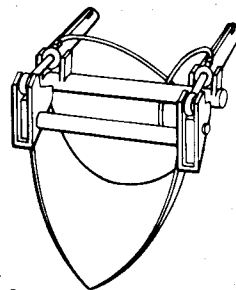
Pluma lateral
Montada en el bastidor principal de la máquina, se usa para levantar, cargar y bajar tubos. Controles del cable con circuitos hidráulicos auxiliares.



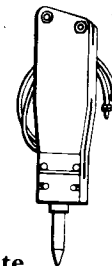
Cortador de tepe
Se monta en el cucharón retroexcavador o del cargador para cortar el tepe. Con profundidad de corte regulable.



Barredor (cepillo giratorio)
Reemplaza al cucharón del cargador. Impulsado por circuito hidráulico auxiliar. Para barrer calles, playas de estacionamiento, etc.



Transplantador
Reemplaza al cucharón. Cava alrededor y debajo de las raíces del árbol para levantarlo y transportarlo.



Martinete hidráulico/neumático
Reemplaza o va montado en cucharón retroexcavador. Empleado para fracturar hormigón y otros trabajos de demolición.

4.3.6 ESPECIFICACIONES

ESPECIFICACIONES RETROEXCAVADORAS

SOBRE LLANTAS

CATERPILLAR



224



214



212



206

	224		214		212		206		
Potencia en el volante									
— Perkins	92,5 kW	124 HP	76 kW	102 HP	70 kW	94 HP	53 kW	71 HP	
— Deutz	107 kW	143 HP	75 kW	101 HP	63 kW	84 HP	50 kW	67 HP	
Peso de operación*	19 000 kg	41,900 lb	15 600 kg	34,175 lb	13 700 kg	30,423 lb	12 145 kg	26,600 lb	
Cucharones — capacidad colmada; litros y yd ³	355-1200 L	.46-1.57 yd ³	245-855 L	.32-1.12 yd ³	245-855 L	.32-1.12 yd ³	245-725 L	.32-.95 yd ³	
Modelos de motor y RPM indicadas del motor									
— Perkins	T6,354,4	2150	6,354,4P	2150	T4,236	2150	4,236	2150	
— Deutz	BF6L 913	2150	F6L 912	2150	F5L 912	2150	F4L 912	2150	
Núm. de cilindros	6		6		Perkins 4, Deutz 5		4		
Diámetro interior	— Perkins	98,4 mm	3.9"	98,4 mm	3.9"	98,4 mm	3.9"	98,4 mm	3.9"
— Deutz	102 mm	4.0"	100 mm	4.0"	100 mm	4.0"	100 mm	4.0"	
Carrera	— Perkins	127 mm	5.0"	127 mm	5.0"	127 mm	5.0"	127 mm	5.0"
— Deutz	125 mm	4.9"	120 mm	4.7"	120 mm	4.7"	120 mm	4.7"	
Cilindrada	— Perkins	353,8 L	5.8 pulg ³	353,8 L	5.8 pulg ³	3,86 L	235 pulg ³	3,86 L	235 pulg ³
— Deutz	6,13 L	374 pulg ³	5,65 L	345 pulg ³	4,71 L	287 pulg ³	3,77 L	230 pulg ³	
Caudal máx de bomba hidr. a las RPM indicadas	2x162 L/min	2x42.8 GPM	2x135 L/min	2x35.6 GPM	2x108 L/min	2x26.5 GPM	2x93 L/min	2x24.5 GPM	
Ajustes de válv. de seguridad:	30 000 kPa	4350 psi	30 000 kPa	4350 psi	30 000 kPa	4350 psi	30 000 kPa	4350 psi	
Neumáticos — estándar	Dual 10.00-20		Dual 10.00-20		Dual 10.00-20		Dual 9.00-20		
— optativo	Dual 11.00-20		Dual 9.00-20		Dual 9.00-20		Dual 10.00-20		
	Single 18-19.5		Dual 11.00-20		Dual 10.00-20 (solid)		Dual 10.00-20 (solid)		
			Single 18-19.5		Single 18-19.5		Single 18-19.5		
Ancho de rodadura***	2225 mm	7'3.6"	2216 mm	7'3"	2216 mm	7'3"	2216 mm	7'3"	
Distancia entre ejes	2650 mm	8'8"	2500 mm	8'2"	2500 mm	8'2"	2400 mm	7'10.5"	
Ancho con los neumáticos**	2478 mm	8'2"	2468 mm	8'1"	2472 mm	8'1"	2472 mm	8'1"	
							2410 mm***	7'11.5"***	
Espacio libre sobre el suelo***	350 mm	13.8"	340 mm	13.3"	365 mm	14.4"	330 mm	13"	
Capac. de llenado del tanque de comb.	230 L	60.7 gal	200 L	52.8 gal	245 L	64.7 gal	185 L	48.8 gal	
Sistema hidráulico (con tanque)	350 L	92.4 gal	320 L	84.5 gal	330 L	87.2 gal	240 L	63.4 gal	

* El peso en orden de trabajo incluye el tanque lleno de combustible, operador, agullón de dos piezas, brazo mediano, cucharón mediano, estabilizadores y motor Deutz.

** Con neumáticos estándar.

*** Con neumáticos 9,00-20.

ESPECIFICACIONES RETROEXCAVADORAS

SOBRE ORUGAS

CATERPILLAR



245



235B



215B

	245		235B		215B	
Potencia en el volante	242 kW	325 HP	160 kW	215 HP	78 kW	105 HP
Peso de operación*	65 745 kg	144,941 lb	41 686 kg	91,900 lb	18 960 kg	41,800 lb
Cucharones — capacidad colmada; litros y yd ³	1530-3012	2-3.75	880-2100	1.13-2.75	380-960	.50-1.25
Modelos de motor	3406		3306		3304	
RPM indicadas del motor	2100		2000		1600	
Núm. de cilindros	6		6		4	
Diámetro interior	137 mm	5.4"	121 mm	4.75"	121 mm	4.75"
Carrera	165 mm	6.5"	152 mm	6"	152 mm	6"
Cilindrada	14,6 L	839 pulg ³	10,5 L	638 pulg ³	7 L	425 pulg ³
Caudal máx. de bomba hidr. a las RPM indicadas	2 x 439 L/min	2 x 116 GPM	2 x 359 L/min	2 x 95 GPM	2 x 166 L/min	2 x 43.9 GPM
Ajustes de válv. de seguridad:						
Circuitos de implementos	31 000 kPa	4500 psi	27 560 kPa	4000 psi	27 560 kPa	4000 psi
Circuitos para recorrido	34 450 kPa	5000 psi	31 000 kPa	4500 psi	31 000 kPa	4500 psi
Levantamiento pesado (optativo en la 245)	31 000 kPa	4500 psi	31 000 kPa	4500 psi	31 000 kPa	4500 psi
Circuitos para giro	24 115 kPa	3500 psi	16 190 kPa	2350 psi	17 600 kPa	2550 psi
Circuitos de válv. auxiliares	2300 kPa	335 psi	2300 kPa	335 psi	2300 kPa	335 psi
Tracción máx. en B. de T.	410 kN	92,211 lb	293 kN	65,870 lb	138 kN	31,000 lb
Velocidad máx. de recorrido a las RPM indicadas	3,2 km/h	2.0 mph	3,6 km/h	2.2 mph	3,6 km/h	2.2 mph
Largo de las zapatas estándar	760 mm	30"	760 mm	30"	500 mm	19.7"
Longitud total de cada cadena***	5,620 m	18'5"	5,03 m	16'6"	4,14 m	13'7"
Area sobre el suelo con zapatas y tren de rodaje estdr.***	7,3 m ²	11,384 pulg ²	6,6 m ²	10,290 pulg ²	3,64 m ²	5639 pulg ²
Entrevía de las cadenas	2,84 m	9'4"	2,69 m	8'10"	1,92 m	6'3.5"
Entrevía ensanchada	3,25 m	10'8"	—	—	2,22 m	7'3.5"
Capac. de llenado del tanque	598 L	158 gal	397 L	105 gal	270 L	70 gal

ESPECIFICACIONES RETROEXCAVADORAS

SOBRE ORUGAS

CATERPILLAR



213 & 213 LC



211 & 211 LC



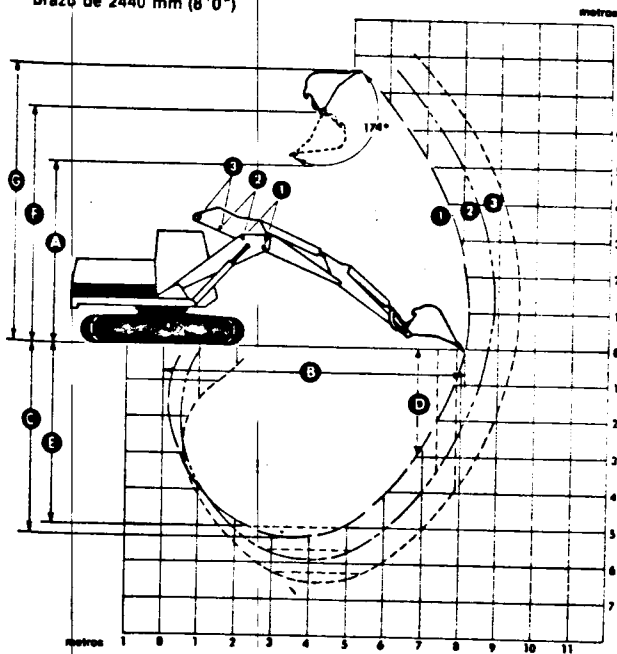
205 LC

	213 & 213 LC		211 & 211 LC		205 LC	
Potencia en el volante — Perkins	76 kW	102 HP	70 kW	94 HP	53 kW	71 HP
— Deutz	75 kW	101 HP	63 kW	84 HP	50 kW	67 HP
Peso de operación,* Standard	16 250 kg	35,825 lb	14 800 kg	32,630 lb	—	—
LC	17 300 kg	38,139 lb	15 500 kg	34,171 lb	13 135 kg	28,957 lb
Cucharones — capacidad colmada; litros y yd ³	245-855 L	.32-1.12 yd ³	245-855 L	.32-1.12 yd ³	245-725 L	.32-.95 yd ³
Modelos de motor y RPM indicadas del motor — Perkins	6,354 P	2150	T4,236	2150	4,236	2150
— Deutz	F6L 912	2150	F5L 912	2150	F4L 912	2150
Núm. de cilindros	6		Perkins 4, Deutz 5		4	
Diám. int. — Perkins	98,4 mm	3.9"	98,4 mm	3.9"	98,4 mm	3.9"
— Deutz	100 mm	4.0"	100 mm	4.0"	100 mm	4.0"
Carrera — Perkins	127 mm	5.0"	127 mm	5.0"	127 mm	5.0"
— Deutz	120 mm	4.7"	120 mm	4.7"	120 mm	4.7"
Cilindrada — Perkins	5,8 L	354 pulg ³	3,86 L	235 pulg ³	3,86 L	235 pulg ³
— Deutz	5,65 L	344 pulg ³	4,71 L	287 pulg ³	3,77 L	230 pulg ³
Caudal máx. de bomba hidr. a las RPM indicadas	2x135 L/min	2x35.6 GPM	2x108 L/min	2x28.5 GPM	2x93 L/min	2x24.5 GPM
Ajustes de válv. de seguridad:	30 000 kPa	4350 psi	30 000 kPa	4350 psi	30 000 kPa	4350 psi
Tren de rodaje estándar:						
Tracción máx. en B. de T.	118,5/119,6 kN	26,887/29,885 lb	120,61/119,75 kN	27,137/26,944 lb	121,1 kN	27,245 lb
Velocidad máx. de recorrido a las RPM indicadas	2,8 km/h	1.7 mph	4,0 km/h	2.5 mph	4,0 km/h	2.5 mph
Ancho de las zapatas estándar	500 mm	19.7"	500 mm	19.7"	500 mm	19.7"
Longitud total de cada cadena estándar tren de rodaje largo	3400/4170 mm	11'2"/13'8"	3800/4160 mm	12'6"/13'7.5"	—/3800 mm	—/12'6"
Area sobre el suelo tren de rodaje estándar (zapata estándar.)	3,12 m ²	4836 pulg ²	3,31 m ²	5130 pulg ²	—	—
tren de rodaje largo (zapata estándar.)	4,05 m ²	6278 pulg ²	3,67 m ²	5689 pulg ²	3,31 m ²	5130 pulg ²
Entrevía de las cadenas estándar	1,895 m	6'2.5"	1,895 m	6'2.5"	—	—
tren de rodaje largo	2,08 m	6'9.9"	2,08 m	6'9.9"	1,895 m	6'2.5"
Capac. de llenado del tanque de comb.	200 L	52.8 gal	245 L	64.7 gal	185 L	48.8 gal
Sistema hidr. (con tanque)	320 L	84.5 gal	330 L	87.2 gal	240 L	63.4 gal

* El peso de operación incluye el tanque lleno de combustible, operador, agullón de dos piezas, brazo mediano, cucharón mediano y tren de rodaje estándar y motor Deutz.

R E T R O E X C A V A D O R A

La 225 con
brazo de 2440 mm (8'0")

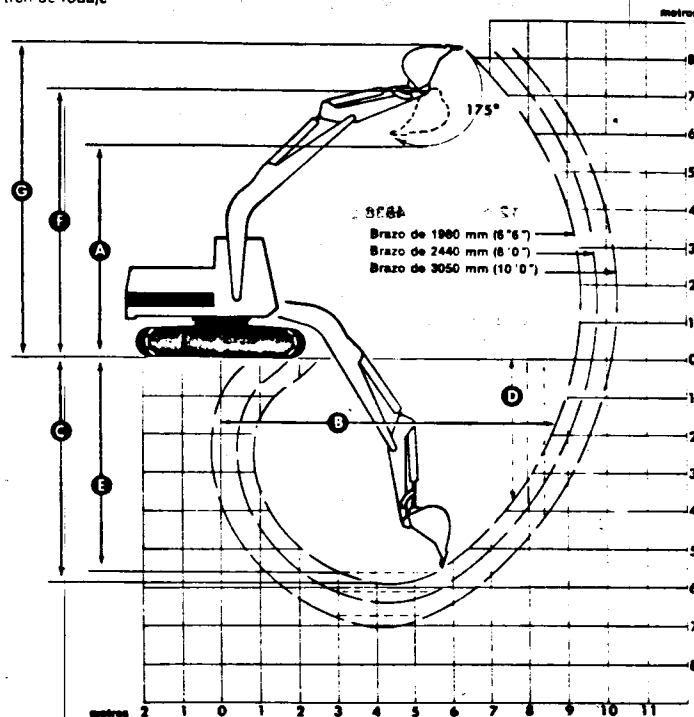


CLAVE:

- A Altura máxima de carga de cucharón con dientes
- B Alcance max. al nivel del suelo
- C Profundidad máx. de excavación
- D Pared vertical máxima
- E Profundidad máx. de corte para el fondo plano de 2.44 m (8 pies)
- F Altura máxima del pasador de giro del cucharón
- G Altura max. hasta los dientes del cucharón en la cima del arco
- 1 Aguilón retraído
- 2 Aguilón en posición intermedia
- 3 Aguilón extendido

225B, 225B LC y 225 A.E. Área de alcance en excavación

Aguilón de una pieza, y zapatas y tren de rodaje estándar.



**CARGADORA RETROEXCAVADORA
CATERPILLAR**

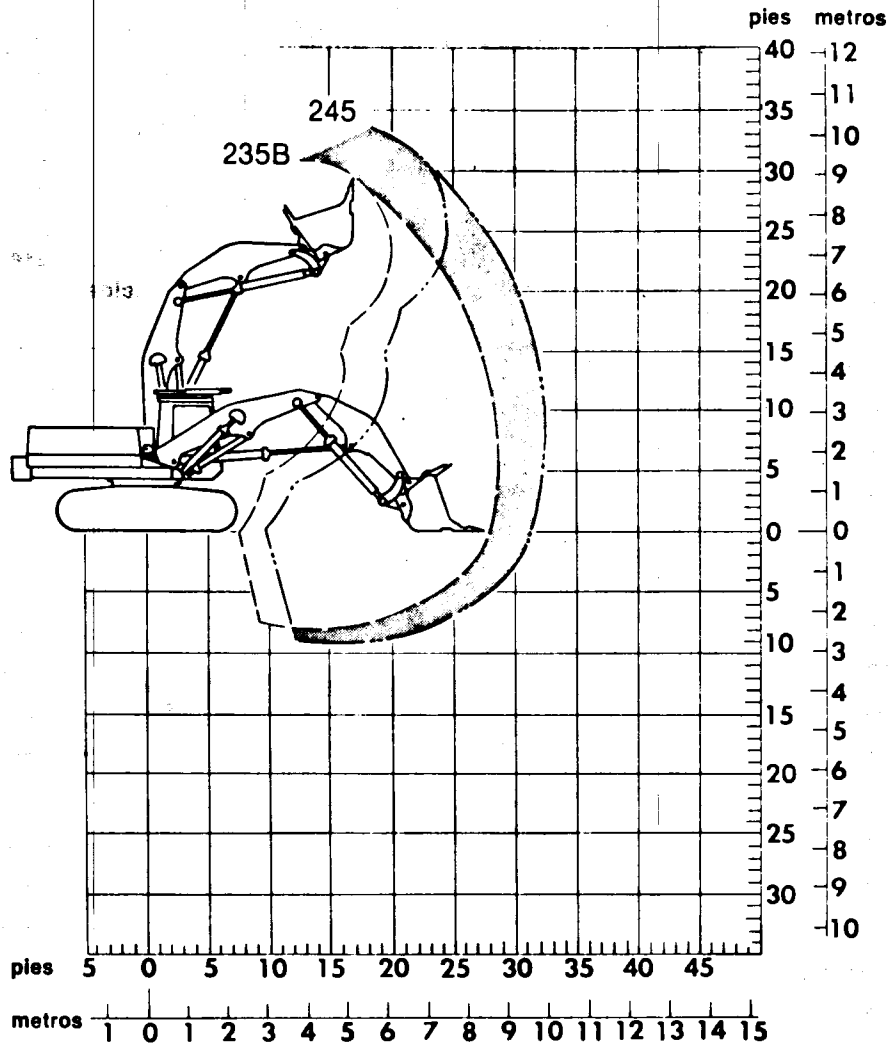
M O D E L O	416	426	428
Potencia en el volante (Neta)	62 HP	70 HP	70 HP
Potencia en el volante (Bruta)	67 HP	75.5 HP	75.5 HP
Peso en orden de operación	6,091 Kg.	6,466 Kg.	6,885 Kg.
RPM Indicadas del motor	2,400	2,400	2,400
Nº de Cilindros	4	4	4
Velocidades - Avance	Km/h	Km/h	Km/h
1ª	5,3	5,3	5,2
2ª	10,0	10,0	9,8
3ª	17,9	17,9	19,0
4ª	32,2	32,2	29,7
Velocidades - Marcha atrás	Km/h	Km/h	Km/h
1ª	5,3	5,3	5,2
2ª	10,0	10,0	9,9
3ª	18,0	18,0	19,1
4ª	32,2	32,2	29,8
Radio de Giro: tracción en 2 ruedas	3,950 mm	3,950 mm	3,950 mm
NEUMATICOS ESTANDAR			
Delantero tracción en 2 ruedas	11L-16, 10PR	11L-16, 12PR	9.0-16, 10PR
Trasero, tracción en 2 ruedas	16.9-24, 8PR	16.9-24, 8PR	16.9-28, 10PR
NEUMATICOS (Optativo)			
Trasero, tracción 2 ruedas	16.9-24, 10PR 19.5L-24, 8PR	16.9-24, 10PR 19.5L-24, 8PR	16.9-28, 12PR 16.5/85-28, 10PR - 13 (R1)
	19.5L-24, 10PR	19.5L-24, 10PR	16.5/85-28, 10PR - 13 (R1)
NEUMATICOS TRACCION EN 4 RUEDAS			
Delantero	10.5-20, 8PR	10.5-20, 10PR	10.5-20, 8PR
Trasero	19.5L-24, 8PR 19.5L-24, 10PR	19.5L-24, 8PR 19.5L-24, 10PR	16.9-28, 10PR
SISTEMA HIDRAULICO DE CENTRO CERRADO, CAPACIDAD DE LA BOMBA			
	108 L/min a 2,400 rpm a 18,600 kPa	137 L/min. a 2,400 rpm a 18,600 kPa	108 L/min. a 2,400 rpm a 18,600 kPa

PR = Nº de telas

**EXCAVADORAS
PALAS FRONTALES
CATERPILLAR**

M O D E L O	235 B	245
Potencia en el volante	195 HP	325 HP
PESO DE OPERACION		
Con cucharón de desc. por delante	41,340 Kg.	65,360 Kg.
Con cucharón por desc. por debajo	42,740 Kg.	67,530 Kg.
CAPACIDAD DEL CUCHARON		
Desc. por delante	2,3 m3	3,8 m3
Desc. por debajo	1,8 m3	3,1 m3
RPM Indic. del motor	2,000	2,100
Núm. de cilindros	6	6
Veloc. máx. de recorrido a RPM indic.	3,5 Km/h	3,2 Km/h
Ancho de zapatas estándar de cadenas	457 mm	610 mm
Longitud total de las cadenas	5,054 m	5,613 m
Area de las zapatas estdr. sobre el suelo	3,98 m2	5,90 m2
Entrevía de las cadenas	2,791 m	3,25 m
Capac. de llenado del tanque de combust.	397 L.	598 L.

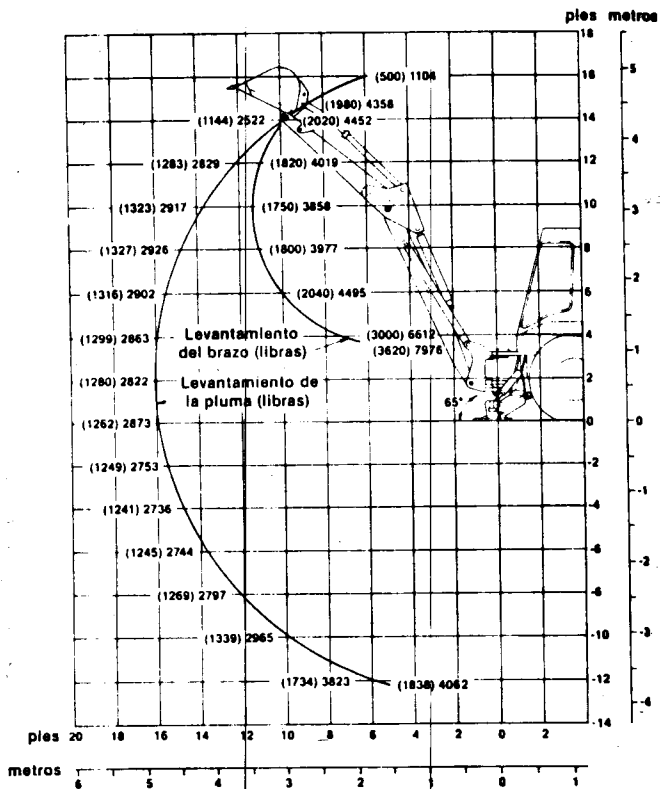
PALAS FRONTALES



CARGADORA RETROEXCAVADORA

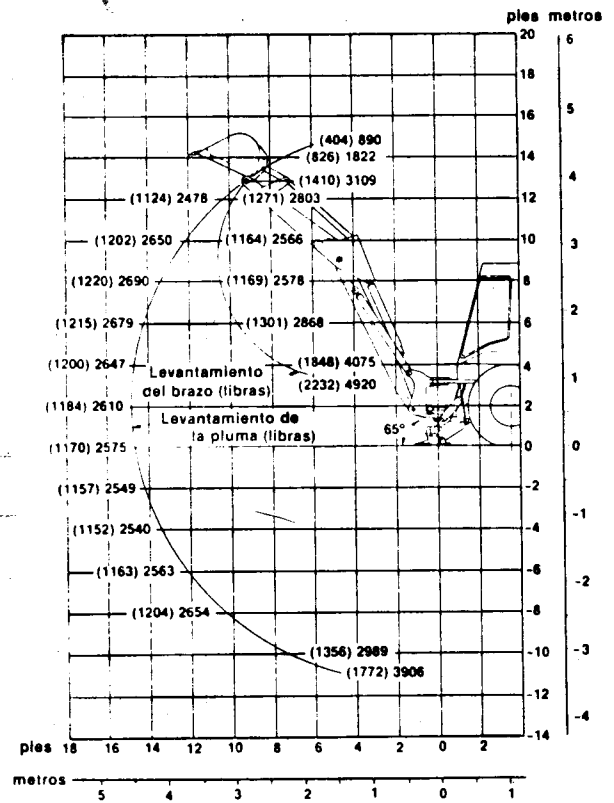
425

Capacidad de levantamiento




416

Capacidad de levantamiento




COMPARATIVO DE EXCAVADORAS HIDRAULICAS

El desarrollo que han tenido ultimamente las excavadoras hidráulicas, ha incrementado su aceptación y su demanda en el mercado mundial, las retroexcavadoras y excavadoras con equipo carga conforman ya un importante equipo de movimiento de tierras. Por lo cual se anexa el comparativo de marcas en el mercado mundial.



Modelo	Motor	Potencia Neta	Presión del Sistema Hidráulico	T (oruga) W rueda	Medidas		Peso Operativo	Tamaño Bote (yd 3)	Excavador		
					Ancho	Largo			máximo alcance	máxima altura	máxima profundidad
Priestman Gerbus											
VC15	Perkins	110	3.000	T	10'8"	14'7"	46.650	0.88	50'	28'	19'8"
VC20'50	Perkins	131	4.000	T	12'	15'9"	63.400	1.5/2	50'	28'	19'8"
VC20'66	Perkins	131	4.000	T	12'	15'9"	64.500	1	65'7"	39'4"	27'3"
Schwing Gerbus											
444 LC	Deutz	145	4.000	T	10'6"	14'5"	55.000	0.88	50'	36'7"	30'8"
Smalley Excavators											
5T	Lister	20	NA	T	4'5"	5'2"	6.160	0.25	14'6"	11'6"	8'10"
8T	Lister	45	NA	T	6'	7'3"	8.800	0.33	17'3"	12'	11'8"
808LGP	Lister	45	NA	T	8'	12'	10.000	0.33	19'	16'	10'8"
Takeuchi Mfg.											
TB-10S	Yanmar	13	2.130	T	3'2"	3'4"	2.420	0.08	10'11"	6'3"	5'6"
TB-800	Yanmar	17	1.960	T	4'1"	5'6"	4.356	0.1	12'7"	7'2"	7'5"
TB-35S	Yanmar	26	2.400	T	4'8"	5'	7.282	0.16	15'5"	8'7"	10'1"
TB-45	Isuzu	40	2.485	T	5'10"	7'7"	9.934	0.21	18'2"	10'3"	12'4"
TB-68S	Nissan	53	2.982	T	6'11"	8'5"	14.960	0.51	21'2"	12'7"	14'

COMPARATIVO DE MARCAS DE RETROEXCAVADORAS SOBRE ORUGAS (CONTINUACION)



Modelo	Motor	Potencia Neta	Presión del Sistema Hidráulico	T (oruga) W rueda	Medidas		Peso Operativo	Tamaño Bote (yd 3)	Excavador		
					Ancho	Largo			máximo alcance	máxima altura	máxima profundidad
Mannesmann Demag											
H-85	Cummins	440	4,350	T	13'9"	19'10"	185,600	4.3/7.5	40'	35'	23'
H-85	Cat	440	4,350	T	13'9"	19'10"	185,600	4.3/7.5	40'	35'	23'
H-85 shovel	Cummins	440	4,350	T	13'9"	19'10"	181,300	5.5/10	33'	23'	8'
H-85 shovel	Cat	440	4,350	T	13'9"	19'10"	181,300	5.5/10	33'	23'	8'
H-121	Cummins	660	4,350	T	15'1"	20'8"	260,000	7.5/15	45'	38'	26'11"
H-121	Cat	664	4,350	T	15'1"	20'8"	260,000	7.5/15	45'	38'	26'11"
H-121 shovel	Cummins	660	4,350	T	15'1"	20'8"	255,000	7.5/14	38'	26'	12'6"
H-121 shovel	Cat	664	4,350	T	15'1"	20'8"	255,000	7.5/14	38'	26'	12'6"
H-185	Cummins	1,000	4,350	T	17'9"	25'	415,000	10/21.5	50'	40'	25'11"
H-185	Cat	1,000	4,350	T	17'9"	25'	415,000	10/21.5	50'	40'	25'11"
H-185 shovel	Cummins	1,000	4,350	T	17'9"	25'	400,000	10.5/21	44'	33'	12'
H-185 shovel	Cat	1,000	4,350	T	17'9"	25'	400,000	10.5/21	44'	33'	12'
H-241	Cummins	1,290	4,350	T	21'7"	28'6"	609,000	20/31	60'	52'	25'7"
H-241 shovel	Cummins	1,290	4,350	T	21'7"	28'6"	586,500	12/28	52'	37'	13'
Mitsubishi											
MS070-2	Mitsubishi	51	2,490	T	6'9"	8'9"	14,300	0.13/0.37	20'1"	12'6"	13'1"
MS090	Mitsubishi	53	2,980	T	7'5"	10'	17,800	0.25/0.63	23'4"	14'8"	15'5"
MS090WD	Mitsubishi	65	2,840	W	—	—	18,400	0.25/0.63	22'1"	15'1"	13'1"
MS120-8	Mitsubishi	81	3,550	T	8'10"	11'4"	27,900	0.25/0.88	26'9"	18'3"	18'1"
MS180LC-8	Mitsubishi	115	4,000	T	10'3"	14'4"	43,600	0.88/1.5	31'9"	21'7"	21'6"
MS240LC-8	Mitsubishi	142	4,000	T	11'1"	14'10"	51,900	1.13/1.88	32'10"	21'9"	22'
MS300LC-8	Mitsubishi	181	3,500	T	11'2"	15'10"	71,900	1.5/2.13	35'10"	22'9"	23'7"
MS380-2	Mitsubishi	234	4,000	T	11'4"	15'9"	95,680	1.13/2.75	38'1"	24'2"	25'
MS450-8	Mitsubishi	271	4,000	T	10'11"	16'10"	104,500	1.5/3.13	38'3"	24'4"	25'4"
MS580†	Mitsubishi	344	3,560	T	11'2"	17'9"	141,500	2.38/3.88	42'2"	26'2"	27'8"
MS1600†	Cummins (2)	440 (2)	3,560	T	17'5"	24'2"	363,000	10.25/15.75	51'6"	29'10"	29'10"
Nissan Kizai											
N-06	Mitsubishi	14	2,200	T	3'3"	5'	2,720	0.08	10'4"	6'4"	6'3"
N-11	Mitsubishi	19	1,990	T	4'5"	5'10"	4,686	0.12	12'9"	7'1"	8'3"
N-21	Mitsubishi	25	2,200	T	4'7"	6'6"	6,270	0.16	14'8"	8'6"	9'2"
S&B 15	Isuzu	20	2,200	T	4'11"	6'8"	6,725	0.16	12'8"	11'3"	9'2"
N-31	Nissan	30	2,485	T	5'1"	7'1"	7,450	0.19	15'11"	8'8"	10'6"
N-41	Nissan	43	2,485	T	5'11"	7'10"	9,820	0.27	17'5"	10'7"	12'
S&B 25	Isuzu	38	2,707	T	6'7"	8'2"	11,398	0.33	17'11"	14'10"	12'6"
O&K											
RH4	Deutz	63	4,359	T	7'4"	11'1"	31,615	0.38/1.25	32'9"	NA	24'3"
RH5	Deutz	76	4,359	T	7'4"	11'1"	36,850	0.38/1.25	36'5"	NA	27'6"
RH6	Deutz	95	4,359	T	7'6"	11'1"	44,330	0.5/1.38	38'	NA	29'2"
RH8	Deutz	95	5,230	T	7'11"	12'1"	54,575	0.5/1.38	38'	NA	29'2"
RH9	Deutz	135	4,359	T	7'11"	12'1"	63,100	0.63/1.63	41'3"	NA	31'1"
RH11	Deutz	135	5,230	T	7'9"	13'1"	69,460	0.63/1.63	41'3"	NA	31'1"
RH12	Deutz	170	4,359	T	8'7"	13'1"	71,775	1/2.5	43'7"	NA	32'4"
RH18	Deutz	237	4,359	T	9'3"	14'4"	92,875	1/2.5	41'3"	NA	30'2"



Modelo


Modelo	Motor	Potencia Neta	Presión del Sistema Hidráulico.	T (oruga) W rueda	Medidas		Peso Operativo	Tamaño bote (yd3)	Excavador		
					Ancho	Largo			máximo alcance	máxima altura	máxima profundidad
Koehring Cranes and Excavators											
6605	Isuzu	46	2,986	T	6'1"	8'2"	11,750	0.1/0.24	19'10"	10'11"	12'2"
6608	Isuzu	64	2,844	T	7'1"	8'10"	16,250	0.16/0.42	21'10"	13'3"	13'2"
6611	Isuzu	74	3,555	T	8'	10'5"	24,450	0.22/0.65	25'3"	17'	16'6"
6614	Isuzu	93	3,555	T	8'2"	11'8"	31,000	0.33/0.92	27'9"	18'	17'11"
6620	Isuzu	115	3,982	T	9'1"	12'10"	42,000	0.65/1.57	32'1"	21'2"	21'3"
6625	DD	162	4,000	T	10'2"	14'5"	55,000	0.71/1.72	33'9"	22'4"	22'10"
6625	Isuzu	162	4,000	T	10'2"	14'5"	55,000	0.71/1.72	33'9"	22'4"	22'10"
6633	Isuzu	185	3,982	T	11'6"	16'4"	73,066	1.13/1.83	37'1"	22'6"	23'11"
6644	DD	257	4,000	T	11'5"	16'10"	95,380	1.09/2.97	41'6"	23'8"	27'
6644	Isuzu	253	4,000	T	11'5"	16'10"	95,380	1.09/2.97	41'6"	23'8"	27'
866	DD	272	3,000	T	13'8"	18'5"	133,500	2.12/4	47'3"	21'2"	30'2"
1066	DD	420	3,000	T	13'10"	20'7"	168,000	1.62/5	52'1"	21'10"	35'1"
1066	Cummins	415	3,000	T	13'10"	20'7"	168,000	1.62/5	52'1"	21'10"	35'1"
1166 long front	DD	464	3,000	T	14'8"	20'11"	192,000	1.62/5	53'5"	36'2"	37'7"
1166 long front	Cummins	445	3,000	T	14'8"	20'11"	192,000	1.62/5	53'5"	36'2"	37'7"
1166 short front	DD	464	3,000	T	14'8"	20'11"	189,400	3/6.5	42'11"	34'5"	25'
1166 short front	Cummins	445	3,000	T	14'8"	20'11"	189,400	3/6.5	42'11"	34'5"	25'
1266	DD (2)	358 (2)	3,000	T	16'8"	22'	266,200	4.5/9	60'5"	27'6"	39'
1466 long front	DD (2)	449 (2)	3,000	T	16'8"	22'6"	288,500	4.5/9	60'5"	27'10"	38'8"
1466 long front	Cummins (2)	415 (2)	3,000	T	16'8"	22'6"	288,500	4.5/9	60'5"	27'10"	38'8"
1466 short front	DD (2)	449 (2)	3,000	T	16'8"	22'6"	290,000	8/16	50'2"	24'7"	28'8"
1466 short front	Cummins (2)	415 (2)	3,000	T	16'8"	22'6"	290,000	8/16	50'2"	24'7"	28'8"
1166 shovel	DD	464	3,000	T	14'	20'11"	196,000	6/8.5	34'5"	27'4"	10'1"
1166 shovel	Cummins	445	3,000	T	14'	20'11"	196,000	6/8.5	34'5"	27'4"	10'1"
1466 shovel	DD (2)	449 (2)	3,000	T	16'	22'6"	308,000	11/18	38'11"	30'6"	11'7"
1466 shovel	Cummins (2)	415 (2)	3,000	T	16'	22'6"	308,000	11/18	38'11"	30'6"	11'7"
4460 Teleskoop	DD	140	2,500	W*	—	—	39,000	0.31/0.75	28'2"	15'7"	20'8"
4460 Teleskoop	Isuzu	119	2,500	W*	—	—	39,000	0.31/0.75	28'2"	15'7"	20'8"
4465 Teleskoop	DD	140	2,500	W*	—	—	41,900	0.31/0.75	28'2"	15'7"	20'8"
4465 Teleskoop	Isuzu	119	2,500	W*	—	—	41,900	0.31/0.75	28'2"	15'7"	20'8"
4470 Teleskoop	DD	140	3,000	W*	—	—	42,000	0.31/0.75	30'	16'5"	22'6"
4470 Teleskoop	Isuzu	135	3,000	W*	—	—	42,000	0.31/0.75	30'	16'5"	22'6"
4470 Teleskoop	DD	145	3,000	W*	—	—	42,000	0.31/0.75	30'	16'5"	22'6"
4475 Teleskoop	Isuzu	135	3,000	W*	—	—	43,000	0.31/0.75	30'	16'5"	22'6"
4475 Teleskoop	DD	145	3,000	W*	—	—	43,000	0.31/0.75	30'	16'5"	22'6"
4470 Teleskoop	DD	145	3,000	T	7'11"	12'3"	40,300	0.31/0.75	30'4"	15'2"	23'9"
4470 Teleskoop	Isuzu	135	3,000	T	7'11"	12'3"	40,300	0.31/0.75	30'4"	15'2"	23'9"
Komatsu America											
PC05-5	Komatsu	13	2,500	T	3'3"	3'4"	2,430	0.03/0.06	11'	6'7"	5'7"
PC20-5	Komatsu	25	2,500	T	5'	5'2"	6,060	0.04/0.13	14'10"	9'4"	8'10"
PC30-5	Komatsu	30	2,500	T	5'	5'2"	6,930	0.08/0.17	16'4"	9'9"	10'
PC40-3	Komatsu	35	2,490	T	6'	6'1"	9,520	0.08/0.22	18'1"	10'	11'6"
PC120-3	Komatsu	82	3,980	T	8'1"	8'11"	25,570	0.24/0.8	26'6"	18'	18'1"
PC150-3	Komatsu	99	3,560	T	8'2"	9'4"	32,165	0.5/0.98	28'10"	19'6"	19'10"
PC200LC-3	Komatsu	118	4,550	T	10'2"	11'11"	42,200	0.5/1.53	31'8"	20'6"	21'6"
PC220LC-3	Komatsu	148	4,550	T	10'10"	12'7"	51,120	0.69/1.65	32'10"	20'10"	22'
PC300LC-3	Komatsu	197	4,978	T	10'10"	13'3"	67,900	1/2.04	35'10"	23'4"	24'

COMPARATIVO DE MARCAS DE RETROEXCAVADORAS SOBRE ORUGAS (CONTINUACIÓN)



Modelo	Motor	Potencia Neta	Presión del Sistema hidráulico	T (oruga) rueda	medidas		Peso Operativo	Tamaño Bote (yd 3)	excavador		
					Ancho	Largo			máximo alcance	máxima altura	máxima profundidad
Komatsu America											
PC400LC-3	Komatsu	266	3,556	T	10'2"	14'7"	93,145	1.25/2.93	38'9"	24'8"	25'4"
PC650-1	Komatsu	410	4,000	T	12'10"	14'9"	143,300	3/4.8	46'	28'9"	28'3"
PC650-1 shovel	Komatsu	410	4,000	T	12'10"	14'9"	151,020	5	31'1"	24'6"	11'6"
PC1500-1	Komatsu (2)	410 (2)	4,000	T	16'11"	19'	346,330	5.2/13.2	51'	30'10"	28'8"
PC1500-1 shovel	Komatsu (2)	410 (2)	4,000	T	16'11"	19'	352,740	9.2/18.3	39'5"	33'2"	13'7"
PC1500-1 shovel	Cummins (2)	410 (2)	4,000	T	16'11"	19'	352,740	9.2/18.3	39'5"	33'2"	13'7"
Kubota Tractor											
KH35	Kubota	14	2,770	T	3'2"	3'3"	2,700	0.08	10'11"	9'8"	6'1"
KH90	Kubota	35	2,489	T	4'11"	5'3"	7,260	0.2	16'2"	13'3"	10'2"
KH170	Kubota	48	2,702	T	7'1"	8'7"	12,481	0.3	19'6"	16'7"	12'3"
Liebherr-America											
A 902	Liebherr	86	4,350	W	—	—	34,000	0.63	27'1"	17'11"	17'8"
A 902	Deutz	83	4,350	W	—	—	34,000	0.63	27'1"	17'11"	17'8"
R 902	Liebherr	86	4,350	T	9'	12'9"	35,700	0.63	27'7"	16'1"	18'1"
R 902	Deutz	83	4,350	T	9'	12'9"	35,700	0.63	27'7"	16'1"	18'1"
A 912	Liebherr	101	4,350	W	—	—	40,000	0.75	29'3"	19'9"	19'2"
A 912	Deutz	99	4,350	W	—	—	40,000	0.75	29'3"	19'9"	19'2"
R 912	Liebherr	101	4,350	T	9'10"	14'7"	43,000	0.75	29'4"	19'	19'11"
R 912	Deutz	99	4,350	T	9'10"	14'7"	43,000	0.75	29'4"	19'	19'11"
A 922	Liebherr	143	4,350	W	—	—	46,000	1.13	30'9"	15'5"	20'2"
A 922	Deutz	142	4,350	W	—	—	46,000	1.13	30'9"	15'5"	20'2"
R 922	Liebherr	143	4,350	T	9'10"	14'7"	47,300	1.13	30'10"	18'8"	20'11"
R 922	Deutz	142	4,350	T	9'10"	14'7"	47,300	1.13	30'10"	18'8"	20'11"
R 932 HD-SL	Liebherr	161	4,350	T	10'4"	15'10"	57,000	1.25	30'10"	19'1"	20'10"
R 932 HD-SL	Deutz	158	4,350	T	10'4"	15'10"	57,000	1.25	30'10"	19'1"	20'10"
A 942	Liebherr	189	4,350	W	—	—	65,600	1.5	32'6"	24'7"	19'
A 942	Deutz	179	4,350	W	—	—	65,600	1.5	32'6"	24'7"	19'
R 942	Liebherr	189	4,350	T	10'4"	15'10"	66,500	1.5	32'6"	22'7"	21'
R 942	Deutz	179	4,350	T	10'4"	15'10"	66,500	1.5	32'6"	22'7"	21'
R 952	Cummins	225	4,350	T	11'7"	16'8"	92,000	2.25	36'1"	22'8"	23'3"
R 962	Cummins	280	4,350	T	12'3"	17'6"	125,000	2.63	36'6"	20'6"	23'3"
R 972	Cummins	335	4,350	T	13'5"	18'	132,000	2.6	39'	24'6"	25'
R 982	Cummins	360	4,350	T	15'2"	19'10"	184,000	4.1	45'	30'	29'2"
R 994	Cummins	1,050	4,350	T	18'	27'7"	391,000	10.5	51'	36'6"	28'2"
Link-Belt											
LS-1600	Isuzu	60	2,700	T	7'	8'10"	14,550	0.21/0.44	20'1"	12'3"	13'2"
LS-2650	Isuzu	86	3,000	T	8'6"	11'5"	26,460	0.25/0.63	26'3"	17'11"	17'8"
LS-2800B	Isuzu	122	4,000	T	9'11"	13'2"	43,218	0.63/1.75	31'8"	20'8"	21'4"
LS-3400	GM	139	3,550	T	10'4"	14'6"	55,000	1/1.38	32'4"	20'6"	21'4"
LS-4300	Isuzu	195	4,000	T	11'2"	15'10"	68,766	1.5/2.25	36'1"	23'3"	24'7"
LS-5800A	Isuzu	263	4,000	T	12'	17'3"	101,545	1.88/2.63	40'10"	26'4"	28'1"
LS-6400	GM	380	4,000	T	13'2"	17'11"	140,500	2/3.75	44'1"	25'2"	29'
LS-7400A	GM	415	4,000	T	13'6"	20'4"	173,000	3.25/6	49'10"	30'10"	32'

COMPARATIVO DE MARCAS DE RETROEXCAVADORAS SOBRE ORUGAS (CONTINUACION)



Modelo	Motor	Potencia Neta	Presión del Sistema Hidráulico	T (Oruga) W rueda	Medidas		Peso Operativo	Tamaño Bote (yd3)	Excavador		
					Ancho	Largo			máximo alcance	máxima altura	máxima profundidad
Insley Div., Badger Construction Equipment Co.											
Insley 1000C	GM	175	3,000	T	10'5"	13'10"	52,540	1.25	34'6"	21'7"	23'
Insley 1500C	GM	255	3,000	T	11'5"	15'6"	78,300	1.75	38'3"	23'11"	25'8"
Insley 2500C	GM	300	3,500	T	12'	16'3"	95,500	2.5	41'8"	25'9"	28'4"
Insley 3500C	GM	400	3,500	T	12'6"	18'	140,000	3.75	45'5"	26'10"	30'6"
JCB											
811	Perkins	84	3,300	T	8'	11'	27,720	0.65	29'6"	18'2"	20'8"
812	Perkins	107	3,300	T	8'	11'	28,160	0.65	29'6"	18'2"	20'8"
814	Perkins	107	3,300	T	9'1"	12'2"	30,360	0.78	29'6"	18'2"	20'8"
817	Perkins	107	3,988	T	9'1"	12'2"	40,700	0.98	32'	19'5"	22'10"
818	Perkins	107	3,988	T	9'1"	14'1"	42,460	1.25	32'	19'5"	22'10"
820	Perkins	107	3,988	T	9'3"	13'9"	44,880	1.25	32'	19'11"	22'3"
JSW, Toyomenka											
BH30	Mitsui-Deutz	55	2,630	T	6'10"	8'5"	13,700	0.39	18'10"	11'5"	12'6"
BH45E	Mitsui-Deutz	76	3,550	T	8'	10'5"	23,400	0.61	23'6"	16'4"	15'2"
BH50III	Mitsui-Deutz	95	2,850	T	8'2"	10'11"	26,500	0.68	25'5"	17'1"	16'5"
BH65	Mitsui-Deutz	100	3,550	T	8'2"	11'8"	30,900	0.85	27'2"	18'	17'11"
BH80E	Mitsui-Deutz	113	3,980	T	9'2"	12'10"	41,950	1.06	32'1"	21'2"	21'3"
BH80ELC	Mitsui-Deutz	113	3,980	T	9'6"	14'2"	43,200	1.06	32'1"	21'2"	21'3"
BH100E	Hino	130	3,980	T	9'4"	13'7"	49,000	1.37	31'10"	20'9"	21'6"
BH110II	Mitsui-Deutz	180	3,980	T	9'10"	14'1"	59,500	1.5	33'6"	21'5"	23'7"
BH140E	Hino	180	3,980	T	10'4"	14'7"	68,100	1.78	37'2"	23'	23'8"
Kato											
HD450SE	Mitsubishi	92	2,990	T	8'2"	11'3"	26,400	0.38/0.75	26'7"	18'2"	18'1"
HD550SEII	Mitsubishi	92	3,560	T	8'2"	11'8"	32,600	0.5/1	28'2"	19'5"	18'11"
HD770SEII	Mitsubishi	134	3,770	T	9'4"	13'4"	44,100	0.75/1.5	32'5"	20'7"	22'
HD1220SEII	Mitsubishi	175	3,560	T	10'6"	14'8"	61,700	0.88/2.13	34'2"	20'10"	23'
HD1880SEII	Mitsubishi	265	3,560	T	11'1"	15'7"	93,500	1.25/3	38'10"	25'7"	26'5"
Kobelco America											
K903B	Isuzu	45	3,700	T	7'3"	8'9"	15,000	0.14/0.52	21'6"	13'7"	14'6"
K904D	Isuzu	75	3,700	T	8'2"	10'7"	24,000	0.22/0.67	26'7"	18'6"	17'9"
K905LC	Isuzu	85	3,700	T	8'2"	12'2"	30,000	0.3/1	28'7"	19'2"	19'10"
K907C/LC	Mitsubishi	115	3,700	T	9'2"	14'	45,000	0.65/1.7	36'2"	22'7"	26'3"
K909A/LC	Mitsubishi	161	3,700	T	9'10"	15'3"	56,000	0.6/1.83	35'4"	22'1"	24'3"
K912A	Mitsubishi	190	3,700	T	10'6"	14'8"	68,000	1.46/2.4	38'2"	32'10"	27'8"
K914	Mitsubishi	216	3,700	T	11'10"	15'3"	89,000	1.48/2.75	42'3"	26'3"	29'6"
K916	Mitsubishi	255	3,700	T	11'10"	16'1"	100,000	2.5	45'6"	36'6"	31'2"
K935	Mitsubishi	315	3,700	T	12'6"	17'1"	135,000	2.03/3.5	48'7"	29'	33'2"
K975 shovel	Mitsubishi	696	3,700	T	15'7"	21'5"	285,000	10	—	34'10"	—
KW904D	Mitsubishi	85	3,700	W	—	—	25,900	0.22/0.67	26'4"	19'7"	16'4"

COMPARATIVO DE MARCAS DE RETROEXCAVADORAS SOBRE ORUGAS (CONTINUACION)



Modelo	Motor	Potencia Neta	Presión del Sistema Hidráulico	T (oruga) W. rueda	Medidas		Peso Operativo	Tamaño Bote (yd 3)	Excavador		
					Ancho	Largo			máximo alcance	máxima altura	máxima profundidad
Caterpillar											
224	Perkins	124	4,350	W	—	—	41,900	0.46/1.57	36'8"	19'2"	25'3"
215BLC	Cat	105	4,000	T	7'11"	13'7"	39,700	0.5/1.25	30'6"	19'	20'7"
215SA	Cat	105	4,000	T	8'11"	12'6"	42,700	0.5/1.25	30'5"	19'1"	20'6"
225LC	Cat	135	3,800	T	9'10"	14'6"	52,700	0.75/1.62	33'4"	19'8"	23'1"
225SA	Cat	135	3,800	T	11'	14'10"	59,800	0.75/1.62	33'2"	20'4"	22'5"
225SA 180	Cat	180	3,800	T	11'	14'10"	69,000	0.75/1.62	33'2"	20'4"	22'5"
235B	Cat	215	3,800	T	11'4"	16'6"	86,700	1.13/2.75	39'1"	22'1"	26'7"
245	Cat	325	4,500	T	11'10"	18'5"	137,900	2/3.75	46'	26'1"	31'10"
Deere & Co.											
490	Deere	75	3,560	T	8'2"	11'4"	25,450	0.83	26'8"	17'11"	18'
690C	Deere	125	2,500	T	9'5"	12'6"	39,935	0.88	30'	15'	21'
790	Deere	155	3,770	T	9'10"	13'8"	49,660	1.38	33'2"	21'7"	22'
792	Deere	180	3,770	T	10'6"	14'8"	62,900	1.75	35'8"	23'2"	23'11"
990	Deere	269	2,800	T	11'5"	15'10"	90,212	1.88	39'11"	21'5"	27'8"
Fiatallis											
FE18	Fiat	86	4,061	T	8'	11'8"	36,965	0.4/1.3	27'3"	18'4"	16'5"
FE20LC	Fiat	105	4,061	T	9'8"	14'5"	43,100	0.4/1.3	28'9"	19'9"	17'11"
FE28LC	Fiat	152	4,061	T	9'10"	15'2"	61,230	0.5/2	31'8"	22'3"	20'6"
FE40L	Fiat	243	4,205	T	12'11"	16'10"	99,385	1.3/2.6	36'	24'2"	24'3"
Gradall											
G3WD	Cummins	143	2,800	W	—	—	33,500	0.5/0.75	30'4"	18'4"	21'8"
G660C	GM	145	2,750	W	—	—	43,250	0.14/1.25	29'6"	16'3"	22'5"
G660C	GM	145	2,750	T	9'2"	12'	45,850	0.14/1.25	29'6"	15'5"	23'3"
G880C	GM	145	2,400	W	—	—	53,500	0.33/1.5	33'	18'6"	25'4"
G880C	GM	145	2,400	T	9'2"	12'	55,000	0.33/1.5	33'1"	17'10"	26'
Hitachi											
UH083LC	Isuzu	115	3,770	T	9'6"	13'1"	40,800	0.63/1.5	32'4"	21'7"	21'6"
UH123	Hino	157	3,770	T	10'6"	14'8"	57,300	1.38/2.38	37'2"	24'1"	25'9"
UH181	Isuzu	247	3,560	T	11'1"	16'6"	90,400	1.75/3	43'7"	26'1"	30'2"
UH261	Isuzu (2)	346	3,560	T	12'2"	17'9"	132,000	2.13/4.5	50'9"	28'11"	34'10"
UH501	Isuzu (2)	493	3,580	T	15'1"	19'11"	198,000	5.25/8.5	56'1"	30'11"	37'9"
UH801	Cummins (2)	788	3,800	T	17'11"	23'	346,000	10.25/15.5	70'4"	43'6"	46'1"
Inley Div., Badger Construction Equipment Co.											
Inley 800C	Cummins	135	3,000	T	9'4"	12'3"	39,500	0.88	29'4"	19'4"	20'
Inley 800C	GM	180	3,000	T	9'5"	13'10"	44,000	1	31'5"	19'4"	21'3"



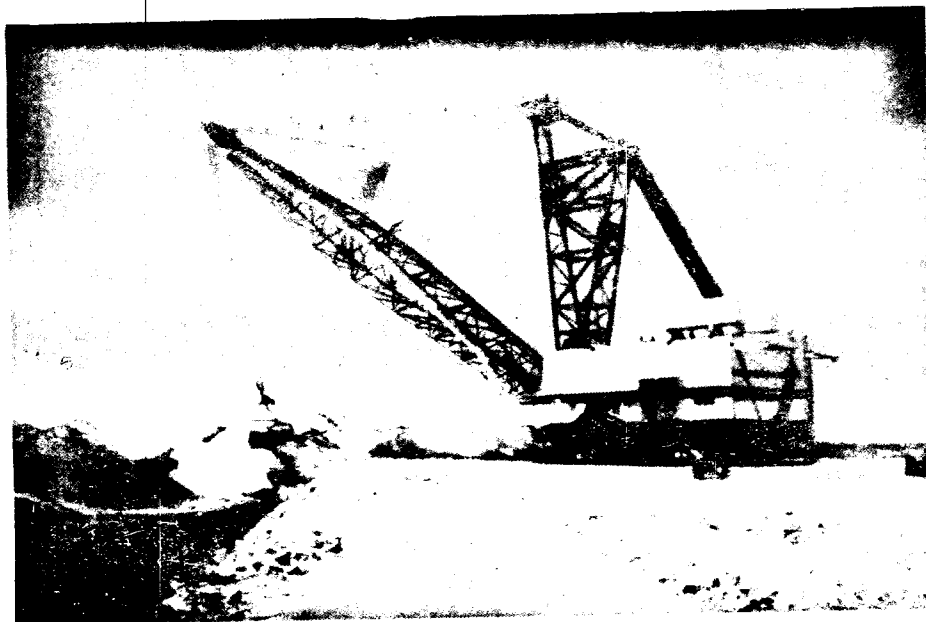
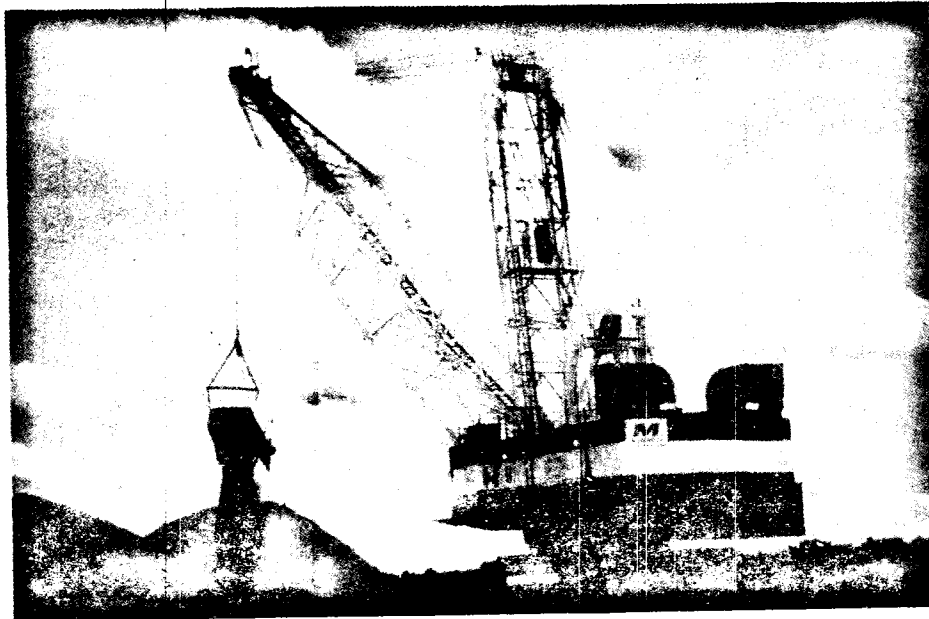
Modelo

Modelo	Motor	Potencia Neta	Presión del Sistema hidráulico.	T (oruga) N.º ruedas	Medidas		Peso operación	Tamaño bote normal yd ³	Excavador		
					Ancho	Largo			Presión máximo alcance	máxima altura	máxima profundidad
H.W. Akerman											
H-3	Volvo Penta	67	2,986	T	7'6"	9'1"	16,975	0.5	22'7"	9'10"	12'6"
H-7C	Volvo Penta	132	3,550	T	9'6"	13'1"	33,950	0.9	29'2"	10'2"	19'
H-7MC	Volvo Penta	132	3,550	W	—	—	31,085	0.9	28'10"	11'2"	18'5"
H-10B	Volvo Penta	153	3,556	T	9'8"	13'	46,076	1.2	31'6"	11'5"	21'4"
H-10MB	Volvo Penta	153	3,556	W	—	—	41,005	1.2	31'6"	13'1"	19'8"
H-14B	Volvo Penta	194	3,560	T	10'2"	14'5"	59,083	1.6	36'1"	13'5"	23'4"
H-16D	Volvo Penta	262	3,700	T	10'2"	15'2"	87,300	2.75	41'4"	13'9"	28'3"
H-25C	Volvo Penta	326	3,700	T	10'8"	15'11"	124,120	3.4	43'4"	15'9"	29'6"
Badger Constuction Equipment											
Hopto 211	GM	145	2,500	T	10'5"	13'7"	53,385	1.25	31'7"	17'	22'
Hopto 311	GM	210	2,750	T	11'11"	15'6"	75,915	1.88	38'4"	21'7"	24'7"
Hopto 900 B	GM	277	2,500	T	11'2"	15'9"	102,255	2.5	40'7"	20'4"	27'10"
Hopto 411	GM	325	3,300	T	11'5"	17'2"	115,000	3.25	43'2"	22'1"	27'
Hopto 1900	GM (2)	325 (2)	2,750	T	13'10"	20'	201,500	5	48'10"	25'6"	35'7"
300 Hydro-Scopic	GM	74	1,900	W*	—	—	32,360	0.63	26'6"	15'10"	13'8"
300 Hydro-Scopic	GM	113	2,500	T	10'5"	12'	38,050	0.63	26'7"	15'6"	13'11"
300 Hydro-Cruiser	GM	113	2,500	W	—	—	30,000	0.63	26'4"	16'4"	13'4"
460 Hydro-Scopic	GM	74	1,900	W	—	—	35,365	0.75	28'10"	15'10"	16'7"
460 Hydro-Scopic	GM	113	2,500	T	10'5"	12'	38,400	0.75	28'11"	15'6"	16'10"
460 Hydro-Cruiser	GM	113	2,500	W	—	—	32,100	0.75	28'8"	16'4"	16'3"
666 Hydro-Scopic	GM	125	3,000	W*	—	—	42,800	1	29'9"	15'8"	22'
666 Hydro-Scopic	GM	125	3,000	T	10'5"	12'	43,200	1	29'8"	15'4"	22'3"
888 Hydro-Scopic	GM	145	2,500	W*	—	—	53,600	1.25	33'3"	17'8"	25'
888 Hydro-Scopic	GM	145	2,500	T	10'5"	13'7"	51,800	1.25	33'4"	16'8"	26'
111 Hydro-Cruiser	GM	110	2,500	W	—	—	36,620	0.75	30'2"	21'6"	18'11"
111 Hydro-Cruiser	GM	110	2,500	W	—	—	36,880	0.75	29'10"	16'9"	19'8"
Hopto 111	GM	110	2,500	W	—	—	39,620	0.75	30'4"	21'	19'3"
Hopto 111	GM	110	2,500	W	—	—	39,880	0.75	30'	16'3"	20'
JI Case											
880D	Case	114	2,500	T	8'	12'2"	32,100	0.75	27'9"	18'5"	19'5"
1080B	Case	153	3,000	T	9'5"	12'6"	44,070	1	31'9"	21'7"	22'5"
1085B	Case	128	2,600	W	—	—	38,875	0.88	30'1"	27'2"	18'10"
125B	Deutz	134	4,650	T	10'4"	14'7"	53,322	1.5	33'3"	30'5"	20'2"
170B	Deutz	157	4,650	T	11'4"	15'4"	70,021	1.63	37'	34'5"	25'1"
220B	Deutz	238	4,930	T	11'11"	17'2"	95,200	2	41'1"	37'10"	27'8"
Caterpillar											
205LC	Perkins	71	4,350	T	7'10"	12'6"	28,737	0.32/0.95	26'10"	14'8"	17'10"
206	Perkins	71	4,350	W	—	—	26,600	0.32/0.95	26'7"	15'1"	18'1"
211LC	Perkins	94	4,350	T	7'10"	13'8"	33,951	0.32/1.12	32'6"	15'11"	23'4"
212	Perkins	94	4,350	W	—	—	30,423	0.32/1.12	32'6"	16'7"	22'8"
213LC	Perkins	102	4,350	T	7'10"	14'5"	37,919	0.32/1.12	33'10"	17'10"	23'8"
214	Perkins	102	4,350	W	—	—	34,175	0.32/1.12	33'10"	18'4"	23'8"

4.4 DRAGAS DE ARRASTRE

4.4.1 GENERALIDADES

Las excavadoras provistas de draga para el trabajo con cucharón de --- arrastre son de interés en las obras de movimiento de tierras. Son excava-
doras convertibles equipadas con pluma de grúa, un balde de arrastre que -
acciona como cucharón excavador, un cable adicional que es el que ejerce -
la fuerza tractora sobre el balde y un dispositivo de guiado del cable de -
arrastre; adicionalmente a los tarbores o cabrestantes necesarios para to-
dos los movimientos de equipo frontal de la máquina. La draga está diseñ-
da especialmente para excavación de materiales relativamente suaves o de -
materiales sueltos como grava, e incluso roca muy bien fragmentada.





DRAGA DE ARRASTRE EN OPERACION

Su utilidad reside en el hecho de que pueden situar el material extraído a bastante altura del punto en donde lo tomó. El trabajo lo realiza -- siempre en excavaciones que se hallen por debajo del nivel de la propia -- unidad estacionada. Pueden actuar igualmente sobre terreno seco, como en -- suelos encharcados y por debajo del agua.

La draga opera de una manera muy sencilla. El cucharón es lanzado sobre el borde de la excavación, por medio del giro de la pluma. Seguidamente es arrastrado hacia el punto donde está la base de la máquina, por el -- esfuerzo de un cabrestante y un cable de arrastre. Durante su recorrido y por la acción del propio peso, el borde dentado del cucharón va excavando -- el terreno y los materiales quedan depositados en el interior. La pluma -- efectúa la rotación precisa para situar el cucharón ya cargado encima del -- punto de descarga, la cual se produce en el momento de soltar el cable de -- arrastre, lo que provoca que el cucharón adopte la posición vertical y que -- deje caer su contenido.

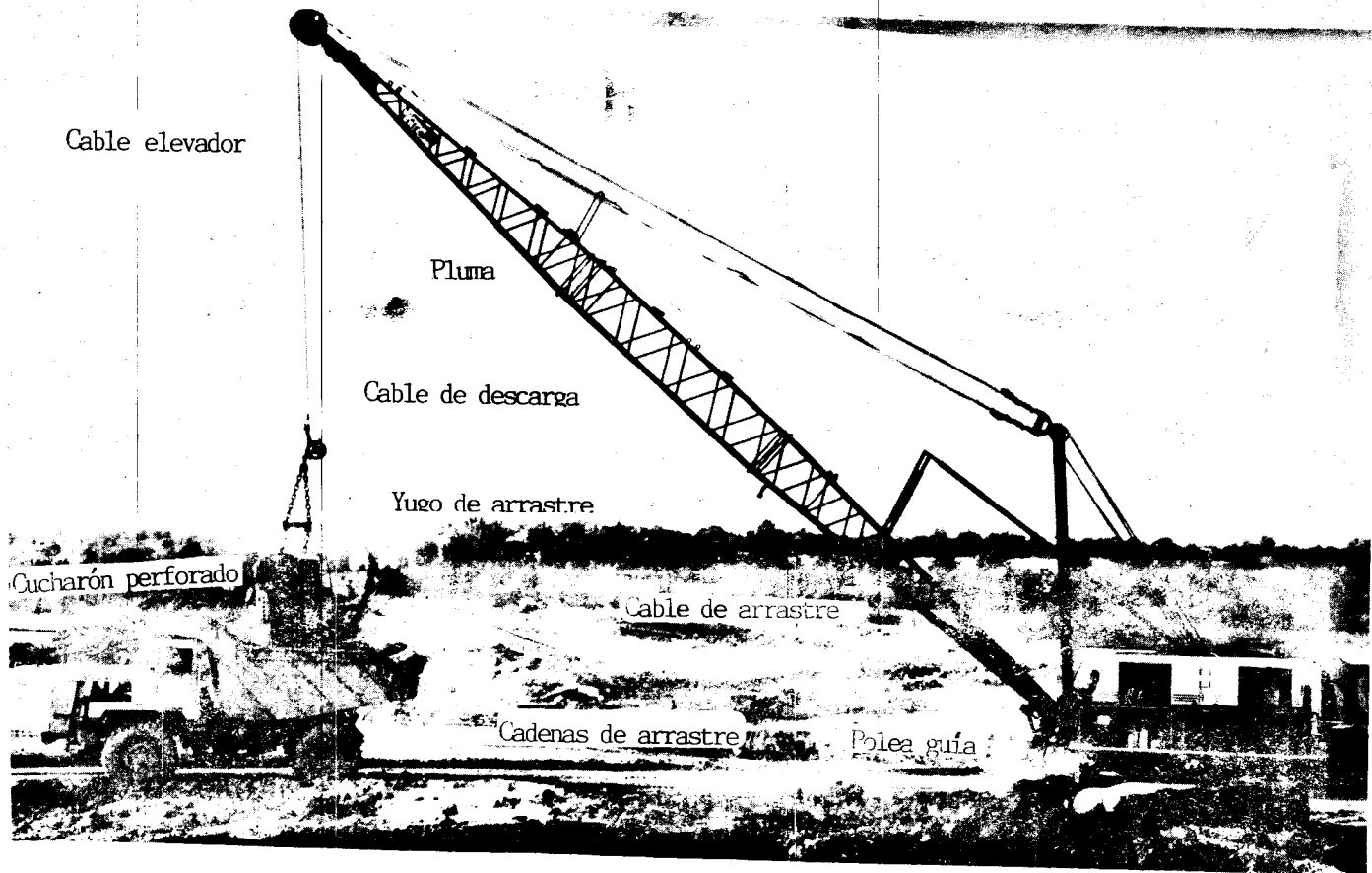
4.4.2 CLASIFICACION

Las dragas pueden ser divididas de acuerdo con su montaje de tránsito -- en:

- a) Montaje sobre orugas.
- b) Montaje sobre llantas neumáticas (autopropulsadas).
- c) Montaje sobre camión (motores independientes)
- d) Dexplazantes por medio de dispositivos especiales.

De los tres primeros tipos de unidad de tránsito ya se a hablado en ea -- pítulos anteriores, sobre el último solamente diremos que se fabrican en ta -- maños muy grandes y sobre pedido pues su utilización rara vez se presenta.

En la siguiente figura se ilustra esquemáticamente una draga de arrastre, mostrando sus accesorios fundamentales.



4.4.3 ELEMENTOS ESENCIALES

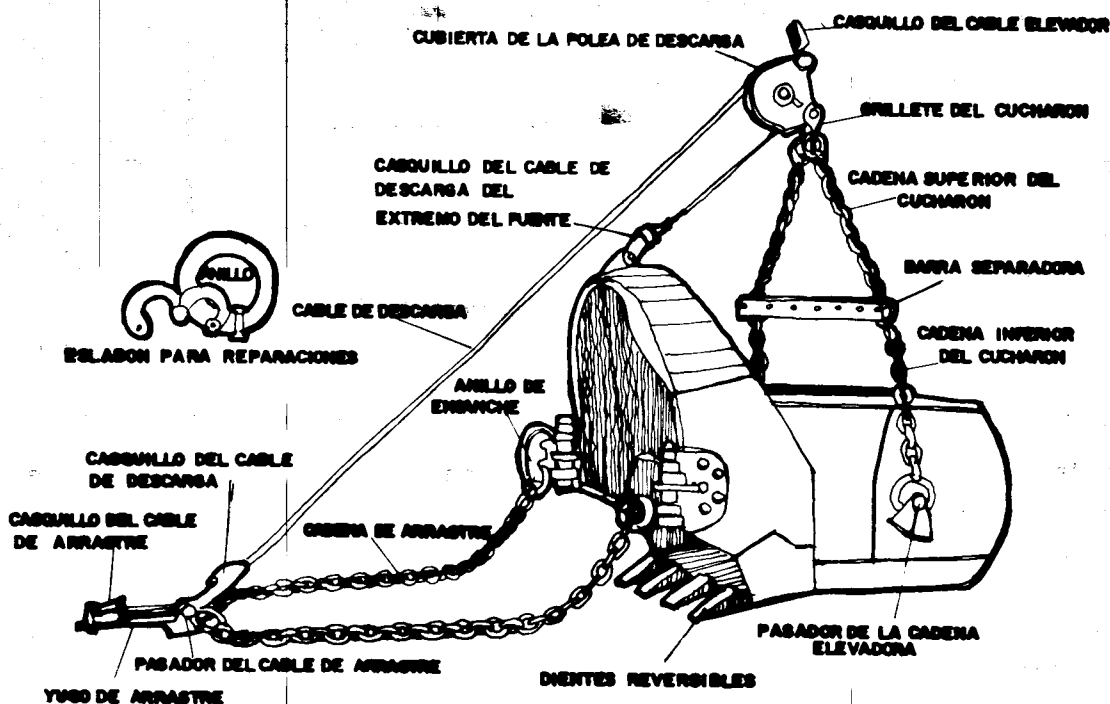
La draga de arrastre se compone de los siguientes elementos:

LA PLUMA, que es una viga en celosía o tubular, de longitud variable, constituida por dos elementos de base (inferior y superior) a los que puede acoplarse elementos intermedios intercambiables acoplados entre ellos. Esta pluma puede pivotar en el plano vertical sobre un sector de amplitud máxima comprendida entre $+25^\circ$ y $+60^\circ$, alrededor de un eje horizontal, fijo en la parte delantera de la plataforma. La pluma está sostenida por un juego de tirantes de cable metálico, fijos en la cabeza de la pluma y unidos por un sistema de poleas en un caballete metálico sobre la cabina del operador. El cable de elevación de la pluma es maniobrado por un cabrestante independiente o por un tambor desconectado del cabrestante principal de la excavadora. En ciertos casos, el elemento de base de la pluma está unido a la plataforma por un juego de tirantes regulables. Para las grandes longitudes de pluma, se dispone una sujeción con vientos fijos en uno o varios puntos de los elementos intermedios.

UN CUCHARON de forma especial, de fuerte plancha de acero, reforzado en la parte delantera por un arco en acero moldeado y, en la pared inferior, por dos perfiles de protección contra la abrasión. El borde inferior del cucharón está provisto de un borde de ataque de cuchilla (cepilladura), o de una hilera de dientes intercambiables (escarificación); y las caras laterales provistas de cuchillas llamadas "dientes laterales".

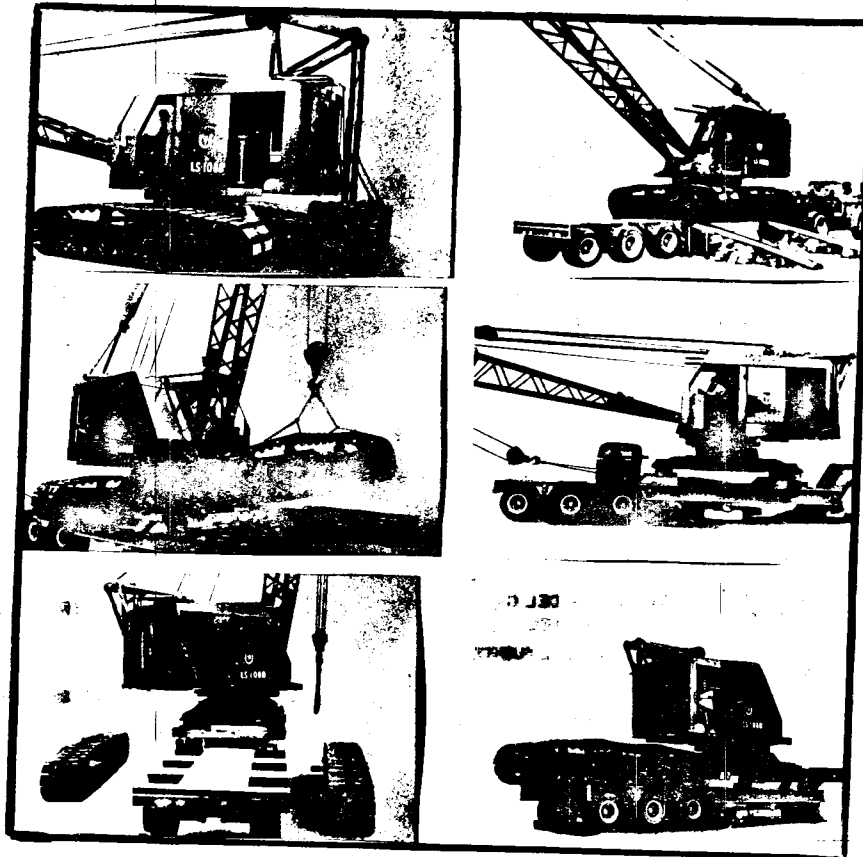
EL CUCHARON ESTA UNIDO POR:

- Unas cadenas laterales a la extremidad de un cable de suspensión que pasa sobre la polea de cabeza de pluma y va a enrollarse sobre un tambor de cabrestante.
- Una cadena frontal a la extremidad de un cable de tiro que pasa por una guía de cable oscilante, situado al pie de la pluma y que va a enrollarse sobre un tambor de cabrestante.
- Un cable de equilibrio del cucharón, de longitud constante, unido a la vez al centro superior del arco y al cable de tiro, pasando por una polea sostenida, por un eslabón de cadena, en la extremidad del cable de suspensión del cucharón.



Los equipos de draga de arrastre suelen disponer de un juego de cucharones de arrastre, para ser aplicados de acuerdo con las condiciones del terreno o de los materiales.

En el dragado de terrenos encharcados y operando por debajo del nivel del agua, los cucharones están provistos en su fondo, de unas ranuras o perforaciones que sirven para evacuar el agua y reducir así el peso de los materiales arrastrados.



Las dragas modernas tienen la característica de poder auto desarmarse para ser trasladadas.

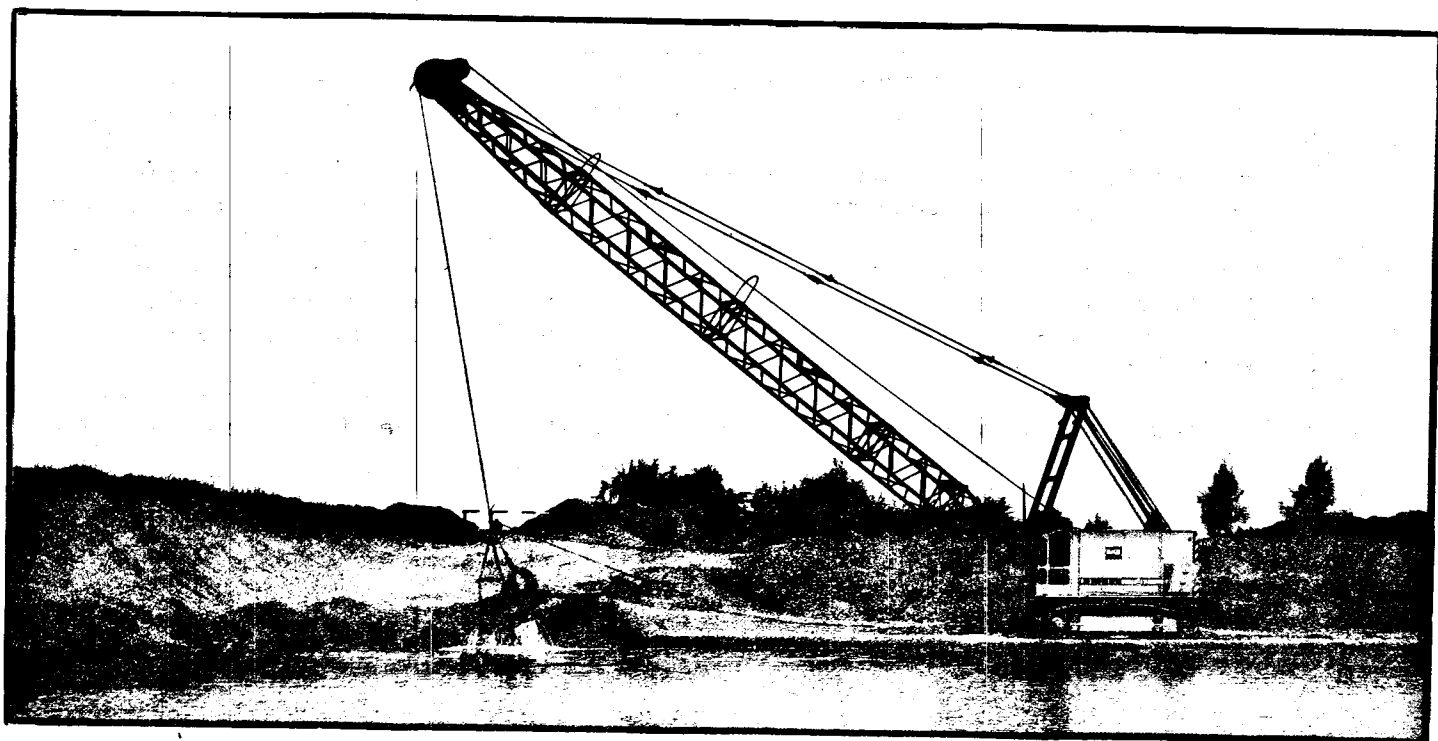
DIMENSIONES DE TRABAJO. La draga de arrastre es una máquina versátil que puede cubrir con su alcance una amplia área de excavación con altura considerable. Este excavador trabaja generalmente con su pluma a un ángulo de 40° con respecto a la horizontal.

Las dimensiones de las dragas de arrastre son aproximadamente 50% mayores que las de las palas excavadoras frontales. Además el alcance de excavación de la draga de arrastre, puede aumentar usando una extensión de la pluma.

CAPACIDADES. La capacidad de carga de trabajo de una draga de arrastre depende en gran parte del material que se excava, del cucharón que se emplea y del ángulo de la pluma. La pluma de la draga de arrastre se ajusta generalmente para un ángulo comprendido entre 25° y 40°

con la horizontal. Como en el caso de cualquier equipo del tipo de grúa, la capacidad de carga de la draga aumenta al utilizar un ángulo mayor.

La capacidad máxima de levantamiento de una draga está limitada por el peso, y si se rebasa esto hará que se voltee la máquina, es necesario por tanto reducir el tamaño del cucharón cuando se emplea una pluma larga o cuando el material tiene un alto peso volumétrico.



En la práctica, el peso combinado del cucharón cargado debe producir una fuerza no mayor del 75% de la fuerza requerida para voltear la máquina. Cuando sea necesario aumentar el alcance de dragado o el radio de descarga, deberá utilizarse una pluma más larga y un cucharón más pequeño.

Si el material es difícil de excavar, el empleo de un cucharón más pequeño, que reduzca la resistencia a la excavación puede permitir un aumento en el rendimiento de la draga.

Además de los diversos diseños básicos de los cucharones para dragado, cada fabricante tiene su propia variante para hacer su equipo más eficiente. Tal variedad se basa en el hecho de que el cucharón es la clave de la capacidad de excavación de la draga de arrastre

Se ofrecen tres tipos de cucharones para dragado, los cuales se clasifican por su peso y se identifican como:

- a) Cucharones ligeros.
- b) Cucharones medianos.
- c) Cucharones pesados.

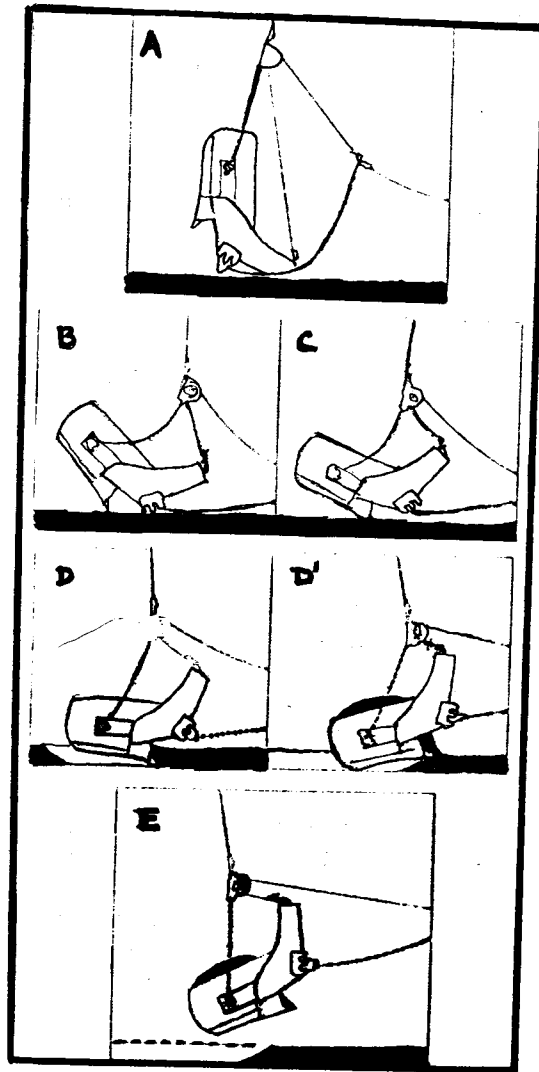
Los cucharones ligeros para dragado están diseñados para excavar material suelto, suelo seco o material granular, de fácil excavación.

Los cucharones de peso mediano, que son de uso general, se utilizan para arcillas, arenas y gravas compactadas o cualquier material de grano, pequeño, en el que el cucharón tiene más dificultad para cargarse. Este es un material más denso que forma copete. Consecuentemente el cucharón pesado tiene placas metálicas reforzadas para permitir el manejo de roca triturada o de otros materiales abrasivos.

OPERACION. La excavación se comienza columpiando el cucharón vacío hasta la posición requerida, aflojando al mismo tiempo los cables de arrastre y levante. Hay malacates independientes en la unidad básica para cada uno de estos cables, que pueden coordinarse en una operación armónica. La excavación se lleva a cabo tirando el cucharón hacia la máquina mientras se regula la profundidad de excavación por medio de la tensión que se mantiene en el cable de levante.

Cualquiera que sean los trabajos, el ciclo de funcionamiento comprende las mismas cinco operaciones siguientes:

- 1.- En un primer tiempo se coloca el cucharón por inclinación de la pluma y su orientación, en la vertical (posición A) del punto a excavar, y se le deja descender por gravedad hasta entrar en contacto con el suelo (posición B).
- 2.- En este momento por tracción del cable de tiro, el cucharón se pone en posición de ataque (posición C), y después en posición de excavación y de llenado (posición D), no debiendo rozar contra el suelo la parte inferior del cucharón.
- 3.- Una vez que el cucharón está lleno, se desembraga y frena el tambor de tiro, después se embraga el tambor de suspensión y el cucharón se eleva.
- 4.- Durante la elevación, se da una cierta flecha al cable de tiro: El cucharón toma entonces la posición de transporte (posición E). con la parte delantera más alta que el fondo. Simultáneamente se orienta la plataforma hacia el punto de descarga. Para acelerar la elevación se puede elevar la pluma.
- 5.- Llegando el cucharón a la vertical y a la altura del punto de descarga, se desembraga y se frena el tambor de suspensión. Aflojando entonces el freno del tambor de tiro, se provoca el balanceo y la descarga del cucharón.



El cucharón está construido de tal manera que no puede derramar su contenido sino hasta que se desee hacerlo. El levantamiento, columpiando, y descarga del cucharón sigue en ese orden; y después se vuelve a repetir el ciclo. La descarga se lleva a cabo soltando el cable de arrastre. Un operador experimentado puede arrojar el material excavado más allá del extremo de la pluma.

Como es más difícil controlar la precisión de la descarga con una draga, en comparación con una pala excavadora frontal, es aconsejable utilizar unidades de acarreo más grandes con una draga, a fin de que se pueda reducir el derramamiento de material excavado. Se recomienda una relación de tamaño igual a cuando menos cinco o seis veces la capacidad del cucharón.

En la siguiente página se muestran las zonas de excavación de una draga. El trabajo deberá planificarse para permitir que la mayor parte de la excavación se haga en las zonas que permitan la menor excavación, utilizando lo menos posible la zona en donde la excavación es mala.

La profundidad de corte en el curso de la excavación esta determinada por la longitud del cable de suspensión entre el cucharón y la polea de cabeza de pluma; se regula por medio del tambor de este cable. Una draga producirá su mayor rendimiento si se planifica la obra para permitir la excavación de la tierra a la profundidad óptima en donde sea posible.

4.4.4 APLICACIONES

En la actualidad el equipo de draga está siendo desplazado poco a poco por el uso de las grandes retroexcavadoras, esto se debe principalmente a la escasa movilidad de la draga y las grandes dificultades que presenta para su transportación, debido a éstas características el costo de la draga con respecto a una retroexcavadora de grandes dimensiones es mayor, sin embargo, debemos tener en conocimiento las principales actividades que tienen capacidad de realizar las dragas.

La excavación con draga es especialmente interesante para la extracción en canteras de balasto, yacimientos de gravas y arenas, para nivelación de terrenos vírgenes y para la descubierta de las minas y canteras de una cierta importancia; pero no puede extraer más que materiales blandos, tierras, guijarros, arenas o rocas disgregadas.

El equipo con draga tiene la ventaja de poder excavar a distancias muy superiores a las permitidas por los equipos de palas o retroexcavadoras pequeñas y de descargar el material excavado a radios de acción y a alturas notables, pero en perjuicio de la precisión.

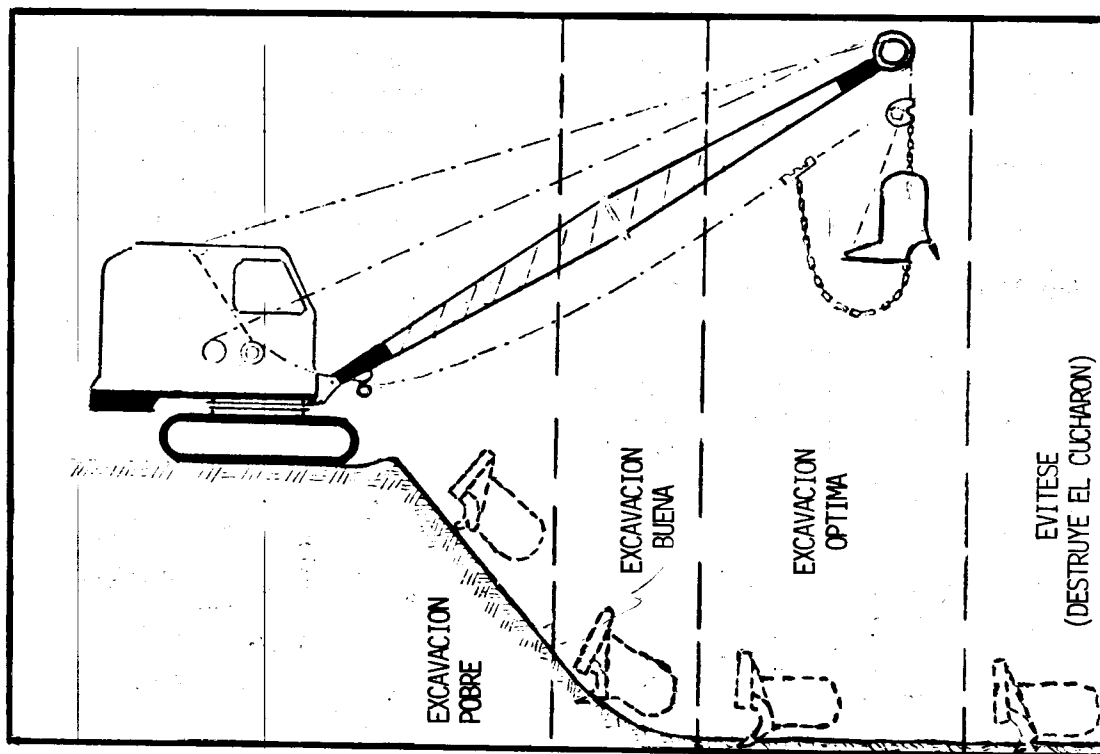
La extracción de material bajo la base de apoyo de la excavadora no ofrece ninguna dificultad especial. Puede efectuarse normalmente a una profundidad del orden de 50 a 60% de la longitud de la pluma, y a un alcance que puede sobrepasar en algo (con lanzamiento del cucharón) la longitud de la pluma.

La draga es muy utilizada para la excavación de canales en terrenos pantanosos en los cuales el empleo de bulldozers ofrece demasiadas dificultades. Por el contrario, se utiliza poco para la ejecución de zanjas estrechas a causa de la imprecisión de la caída del cucharón lo que da bordes irregulares.

La formación de taludes y de diques se efectúa rápidamente dragando la tierra según un eje paralelo al del talud o del dique y a una distancia que permita verter el cucharón en cordón sobre el emplazamiento previsto.

El perfil se dará con bulldozer o con niveladora. La draga permite construir en un solo recorrido un talud o un dique sobre los lados de la excavación por derrame alternativo del cucharón sobre uno y otro lado.

La formación de pilas en el suelo se efectúa muy a menudo descargando el material excavado directamente en el montón o tomando un material depositado previamente en el suelo, y dentro de su radio de acción por un medio de transporte cualquiera para verterlo a la altura deseada.



ZONAS DE EXCAVACION

La carga con draga de arrastre sobre un medio de transporte no se justifica sino en el caso de camiones de gran capacidad, ya que de lo contrario, las oscilaciones del cucharón al bascular no permiten obtener buenos rendimientos debido al derramamiento de una parte del material que cae fuera de la caja del vehículo.

La carga en tolva exige, por los mismos motivos, una tolva de gran abertura. Para que la tolva pueda seguir a la excavadora en el curso de sus desplazamientos, se utiliza generalmente una tolva móvil con una cinta transportadora ripable.

RECOMENDACIONES PARA HACER BUEN USO DE LA DRAGA.

- No lanzar nunca el cucharón, aunque no se obtenga un llenado completo desde el principio del trabajo; el lanzamiento puede provocar deformaciones o roturas del arco.

- Elevar el cucharón inmediatamente después de llenarse.
 - Excavar más bien en capas delgadas y uniformes en vez de surcos profundos.
 - Evitar el dejar arrastrar el cable de dragado o el hacerle cortar el talud.
- Prohibirle al maquinista que apisona un terraplén dejando caer el cucharón bien plano, desde cierta altura, y que barra el suelo con el cucharón para frenarlo más rápidamente antes del paro del movimiento de giro: son prácticas nocivas que deterioran la mayoría de las veces el cucharón y lo ponen prematuramente fuera de servicio.
 - En tiempos muy fríos, calentar el cucharón antes de ponerlo en servicio, para evitar grietas y roturas del acero.
 - Verificar cuidadosamente la longitud de las cadenas y del cable de descarga y controlar el equilibrio del cucharón.
 - Mantener los dientes en buen estado, para el corte; afilarlos a tiempo o, según las necesidades, aportar mediante soldadura eléctrica puntas nuevas sobre las antiguas.

En resumen, la draga presenta las principales ventajas siguientes:

- Facultad de excavar muy por debajo del nivel de la máquina y en una distancia considerable por ejemplo, el dragado bajo el agua, en zanja inundada, realizada desde un suelo seco; es verdad que, en estas condiciones, el cucharón sólo se llena en sus dos tercias partes o hasta la mitad cuando se trata de arena, ya que el agua al derramarse arrastra gran parte de la carga.
- Posibilidad de excavar y de depositar el material extraído a una distancia apreciable.
- Facultad de depositar en montón el material excavado, más alto que cualquier otro equipo.

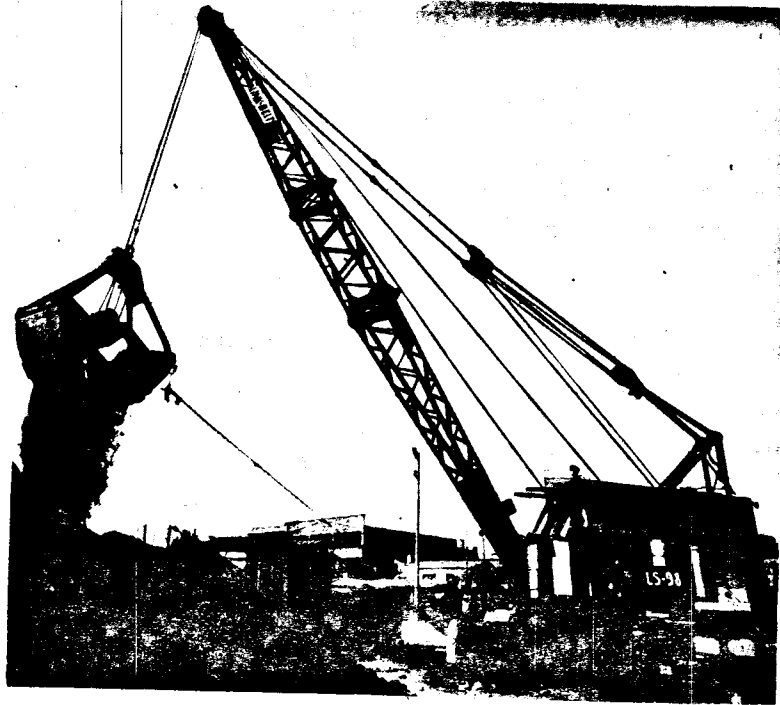
4.4.5 DRAGA EQUIPADA CON UN CUCHARON DE ALMEJA

El cucharón de almeja es una herramienta de gran utilidad para llevar a cabo movimientos de tierra que presenten problemas de poco espacio para la maniobra, y sobre todo, de alcanzar profundidades mayores que las obtenidas normalmente por otro. Tales como por ejemplo; pozos, zanjas para cimentaciones tradicionales, excavaciones abiertas, pilotes, ect.

La operación de adaptar este tipo de cuchara a la excavadora, no requiere la intervención de operarios especializados pudiéndola efectuar el mismo conductor de la máquina en un corto espacio de tiempo.

Las dos mandíbulas se articulan entre sí y son accionables por medio de un juego de bielas, por corona, engranable, o bien por gatos hidráulicos, es decir, un dispositivo mecánico encargado de cerrar la cuchara para la recogida de materiales y de abrirla para su vaciado interior.

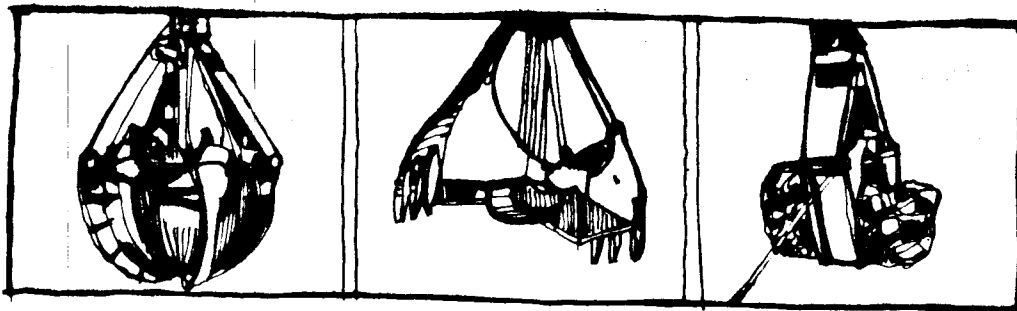
El equipo se completa con uno o más cables guiados por cabrestantes o tambores, que tienen la misión de mandar las operaciones del descenso de la cuchara abierta, en posición de ataque, así como de elevarla cuando se haya cerrado. La cuchara asciende y desciende en trayectoria vertical, como en una grúa, controlada por sus dichos cables.



La profundidad que puede alcanzar este elemento depende del tamaño del cabrestante, puesto que el cable debe poder enrollarse alrededor de su eje. Se consideran longitudes normales a este respecto, las comprendidas entre 15 y 20 metros. Las cucharones de almeja de borde liso son adecuados para excavar terrenos sueltos o sin gran cohesión. En los demás casos se deberán utilizar mandíbulas de dientes. La draga de cucharón de almeja se compone de:

ELEMENTOS ESENCIALES. El cucharón de almeja se compone de:

a) Una cuchara prensora; formada por dos valvas que están en contacto por los bordes, pudiendo abrirse y cerrarse como mandíbula y que tiene unas veces bordes cortantes, y otras dientes intercambiables.



b) Eventualmente llevan un dispositivo antigiratorio, de los que existen numerosos tipos. El más simple consiste en unir la cuchara a la pluma mediante una cadena situada en el extremo de un cable que se enrolla sobre el tambor de la pluma.

Existe una gran variedad de cucharas prensoras según las utilidades y los constructores, que se diferencian tanto por la forma de las valvas y de las garras, como por su sistema de ataque y su mando de abertura y de cierre. Se encuentra así:

La cuchara de mando de un cable, de dos cables, (la más utilizada, en la que un cable sirve para la suspensión de la cuchara y el otro para el mando de las valvas), de 4 y de 6 cables, de poleas, de tambor diferencial, de mando mecánico, neumático, hidráulico, eléctrico, hidroeléctrico etc., de trinquete, de palanca, de funcionamiento automático, etc.

Los cucharones de almeja pueden encontrarse en el mercado en tres tipos diferentes:

- Los tipos pesados; sirven para excavación de material fijo
- Los tipos de peso mediano; para usos generales.
- Los tipos ligeros para el manejo de materiales ligeros.

Los fabricantes proporcionan los cucharones con dientes que pueden quitarse fácilmente, o sin dientes. Los dientes se utilizan para la excavación de materiales duros, que no se requieren para el manejo de materiales simples.

CAPACIDADES. Los cucharones se fabrican en diferentes tamaños o capacidades nominales, desde 0.2 hasta 3 m³. La capacidad volumétrica de los cucharones se designa en metros cúbicos pudiendo ser la designación de acuerdo con cualquiera de las tres convenciones siguientes:

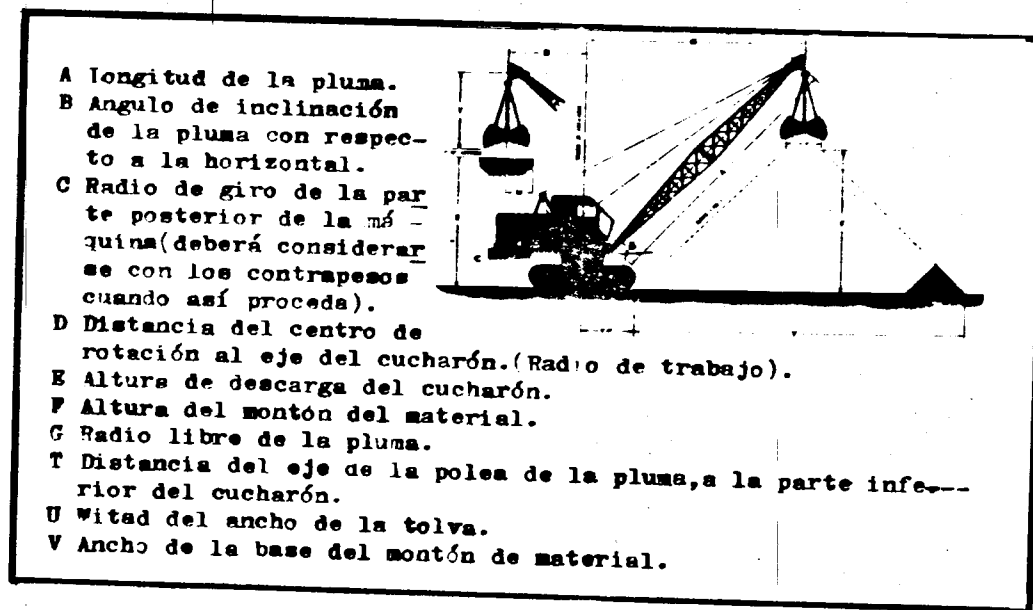
- a) Capacidad copeteada, que es la máxima capacidad volumétrica que podrá ocupar el material excavado cuando llene totalmente el cucharón y adicionalmente, forme el máximo "copete", el que dependerá del ángulo natural de reposo del material, así como de su cohesión. Las especificaciones de los fabricantes generalmente se refieren a un ángulo de reposo de 45°, por lo que se deben consultar cuidadosamente las mismas para no incurrir en errores.
- b) Capacidad al ras del borde; que es el volumen determinado por las paredes del cucharón hasta dejarlo totalmente lleno al borde superior de las mismas.
- c) Capacidad en agua; que es el volumen capaz de ser contenido en el cucharón totalmente lleno, bajo el supuesto de que fuera estanco e impermeable.

Puesto que la draga con cucharón de almeja trabaja fundamentalmente bajo los mismos principios que un grúa, al igual que ésta, su capacidad está limitada por una carga máxima de trabajo correspon-

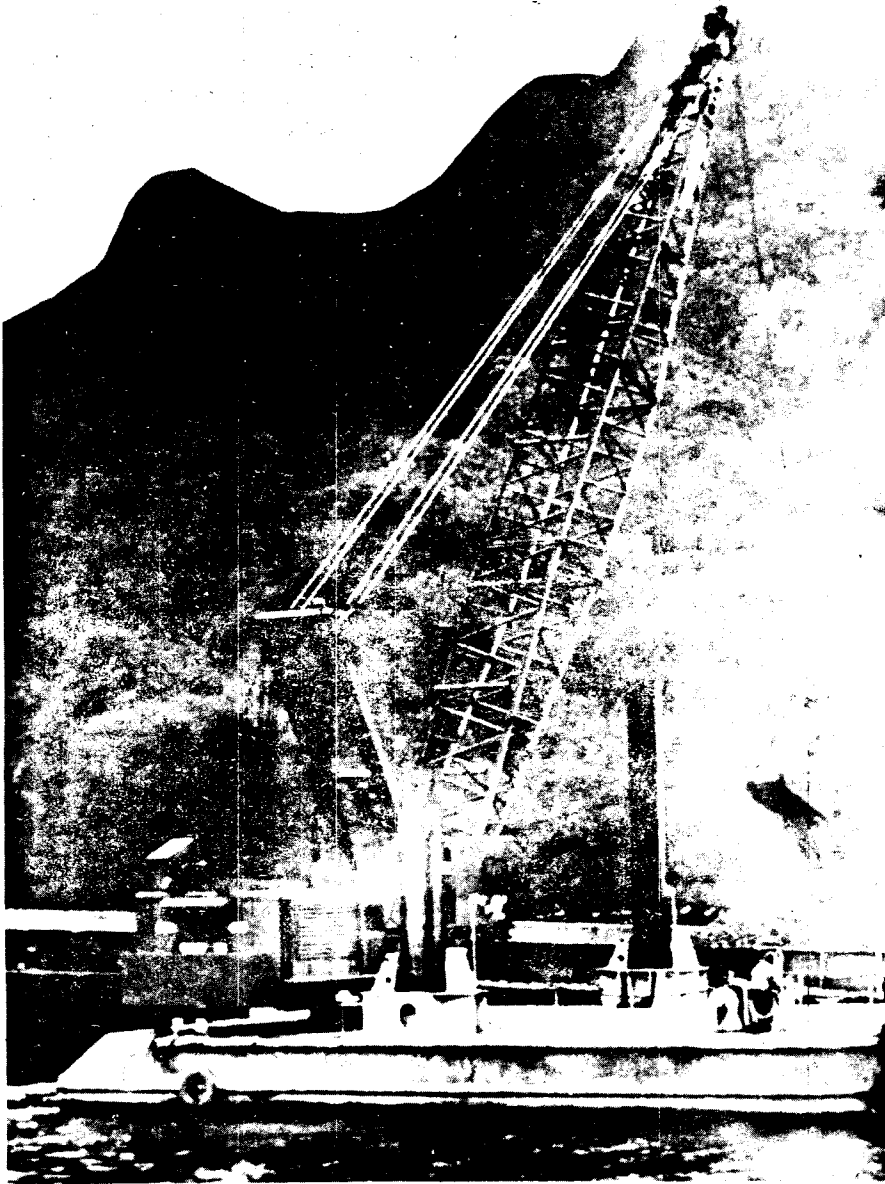
diente a cada radio de acción. Los fabricantes en sus respectivas especificaciones consignan las cargas límites de seguridad a que podrá trabajar la máquina para cada radio de operación y en ningún caso deberán excederse.

DIMENSIONES Y ALCANCES. Para juzgar sobre los alcances de trabajo y la capacidad de carga de una draga equipada con accesorios frontales de cucharón de almeja, generalmente es necesario conocer los diagramas de alcances y espacios libres que publican los fabricantes para sus diversas máquinas. En la siguiente figura se ilustra un diagrama típico.

Las acotaciones de la figura se definen de acuerdo con la nomenclatura siguiente:



OPERACION. Una draga con cucharón de almeja, logra su carga por la fuerza dinámica y el peso del cucharón abierto al caer verticalmente sobre el material. Cuando el cucharón ha abarcado suficiente material, el operador utiliza su cable de cierre para completar la carga. En ese momento, la draga levanta verticalmente el cucharón cargado, utilizando el cable de cierre, al que esta enganchado el cable de elevación, y lo gira al punto de vaciado.



El ciclo operativo de la draga comprende:

- Orientación de la pluma y presentación del cucharón con las mandíbulas o garras abiertas en la vertical del punto de extracción.
- Puesta en contacto con el material; por gravedad para la excavadora de cables, por descenso de la pluma, para la excavadora hidráulica.



En el caso del cucharón de suspensión por cables las válvulas o las garras no "muerden" el material más que bajo el peso del cucharón y de su equipo. Para aumentar la penetración se deja caer el cucharón desde una cierta altura.

En el caso de la excavadora hidráulica el cucharón se pone en contacto del material y las valvas o las garras penetran bajo presión por descenso de la pluma.

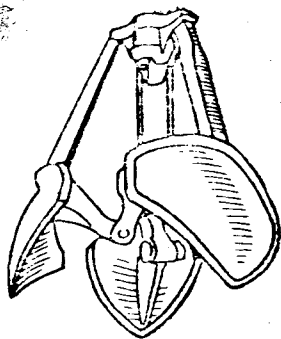
- Llenado del cucharón por cierre de las valvas o las garras.
- Elevación del cucharón lleno hasta la altura de descarga.
- Orientación de la pluma sobre el punto de descarga.
- Abertura y vaciado del cucharón.

OTROS ACCESORIOS PARA LA DRAGA.- El cucharón de almeja da origen a una variante, muy indicada para trabajar en terrenos rocosos, denominado cucharón de gajos, éste en posición cerrado tiene la forma semiesférica; al abrirse, se descompone el mismo en tres mandíbulas supuestamente parecidas a los de gajos de una naranja, de donde toman el nombre por el que se conocen. En realidad, son semejantes a escudos triangulares, de superficies esféricas, cuya punta de acero al manganeso, actúa a manera de garra. Es apto para cargar roca suelta de cantera, así como para trabajar sobre suelos de arcillas compactas.

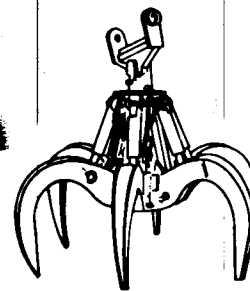
Derivado del cucharón de gajos está una variante que se conoce con el nombre de cucharón de garras. Pertenece a un tipo especial proyectado como cucharón de gran potencia de arrastre y elevación. Este elemento está integrado por seis mandíbulas prensoras, que presentan la particularidad de que pueden accionarse con independencia la una de las otras. Tal característica permite una adaptación prensora del conjunto a las necesidades de la carga.

El cucharón de garras trabaja como si fuera una mano dúctil cada brazo, al contraerse, queda detenido en el momento que encuentra resistencia, continuando su movimiento de cierre los restantes. El sistema resulta particularmente indicado para agarrar y transportar materiales pesados de gran volumen y de superficie irregular.

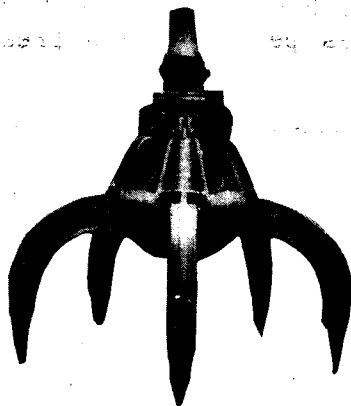
Otra variante derivada también del cucharón de gajos, es el llamado cucharón de piel de naranja. Consta de cinco garras o brazos, con mando neumático. De acción potente, tiene sin embargo su utilización limitada a operaciones que exijan un pequeño desplazamiento del cucharón entre los puntos de carga y descarga. Esto ocurre, por ejemplo en perforaciones de pozos de minas; en acarreo y movimiento de chatarra de oxicorte y cuerpos irregulares; en manipulación de hierros, maquinaria, etc.



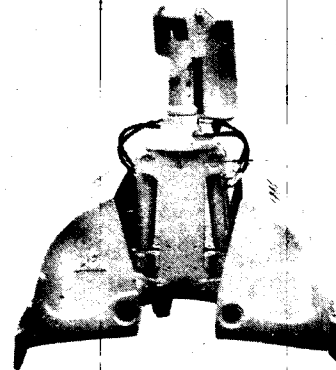
CUCHARONES DE GAJOS



CUCHARONES DE GARRAS



CUCHARON DE PIEL DE NARANJA



CUCHARON PRENSORA

Para la carga y descarga de troncos de madera, tablones, puntales de entibación, postes, etc., se suelen recurrir a la horquilla para troncos, también conocida con el nombre de cucharón de tenazas o, simplemente tenazas. Esta compuesto por un doble juego de mordazas, las dos superiores accionables por cable, y las dos inferiores fijas. Este elemento recoge directamente la carga tomándola del suelo. Y una vez atrapada y sujeta con firmeza, el brazo de la pluma procede a su elevación y traslado. Las pinzas se abren en el momento de haber depositado los materiales en el punto de descarga.

APLICACION Y UTILIZACION DEL CUCHARON DE ALMEJA. Es empleado más particularmente en los trabajos siguientes:

- Excavación de pozos y zanjas para cimientos de pilares y de muros.
- Excavación de trincheras profundas, canalizaciones, tuberías (cuando la profundidad sobrepasa los límites del trabajo de la pala retroexcavadora o de la draga de arrastre).
- Excavación en bancos de arena y de grava disgregadas.
- Recogidas del montón, de arena, grava, piedras trituradas, para la carga de vagones de ferrocarril y de barcazas.
- Descarga de estos mismos aparatos de transporte y puesta en montón.
- Carga de silos, tolvas de carga y tolvas dosificadoras.
- Construcción de pilas y cimientos de puentes.
- Excavación para acueductos.
- Excavación submarina.

Para todos estos trabajos, la excavadora de cucharón de almejas es -- más ventajosa que la retroexcavadora y que la draga de arrastre, especialmente cuando la zanja es estrecha y comporta un entibado con travesaños. - El cucharón de almeja puede pasar fácilmente para ir a trabajar al fondo - de la zanja.

Existe otro sistema que es conocido como la almeja guiada, el cual -- consiste en la inclusión de un cable de maniobras que tiene la finalidad - de impedir que la almeja vaya girando en el aire.

Este cable puede mantenerse sujeto en una corredera de la pluma y --- normalmente se sujeta a dos esquinas del cucharón por medio de cadenas. La fuerza de tensión necesaria del cable es lo bastante ligera que puede ser aplicada por un hombre, esto es, en muchas ocasiones se designa un hombre fuera de la máquina con la misión de guiar el cucharón, para así lograr -- una mayor precisión.

RECOMENDACIONES PARA UN USO ADECUADO.

Los cucharones ligeros no deben ser sometidos a golpes violentos que podrían deteriorar las valvas o garras y romper los dientes.

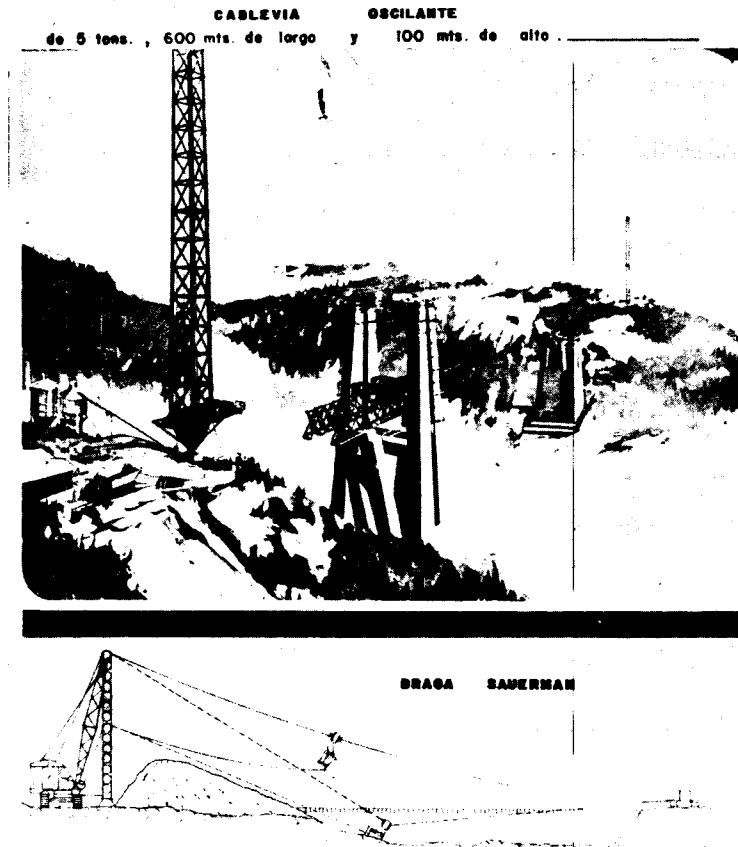
- Para la carga de camión, vagón, chalán , se utiliza un cucharón sin dientes a fin de no deteriorar las partes de los equipos de transporte.
- Para la carga de productos pulverizados, se abren las valvas o las garras sólo cuando están a la altura del montón, para limitar la formación de polvaderas.
- La perforación de pozos de cimientos de pilotes, etc. se ejecuta con un cucharón especial de cierre automático de la valvas, con el cucharón en -- "gajo de naranja" modelo pesado, o con el cucharón de valvas reforzado y - dientes intercambiables de acero especial.
- La excavación de zanjas o de canales se efectúa con cucharón de almeja - cuando sea necesario alcanzar una profundidad superior a la permitida por la retroexcavadora o la draga de arrastre. El trabajo se ejecuta como con retroexcavadora, con una precisión equivalente y superior a la de excava-- ción con draga de arrastre.

4.5 EXCAVADORA TIPO CABLEVIA

4.5.1 GENERALIDADES

El nombre de excavadora de tipo cablevía es un término general que comprende cualquier máquina operada por cable que utiliza un cucharón para excavar, moviéndose entre una estructura principal es un mástil con retenidas, pero puede ser una torre de estabilidad propia o un caballete. El ancla -- terminal generalmente se proyecta para moverse a lo largo de un arco, cuyo radio lo determina la longitud de los cables de operación.

Se usan torres viajeras en arcos extremos en la construcción de bordos y trabajos semejantes, en los cortes que deben ser paralelos en vez de radiales. La torre principal y la secundaria en estas obras se cambian al mismo tiempo. Generalmente a éste tipo de excavadoras se les da el nombre de Ddragas Sauerman y la excavación puede ser simple o con transporte aéreo. A continuación describiremos los dos tipos de excavadoras tipo cablevía.



DRAGAS SAUERMAN DE EXCAVACION SIMPLE

FUNCIONAMIENTO. Una draga sauerman de excavación simple comprende en principio, un torno que acciona dos tarbores, un cable y una polea de retorno.- En uno de los rraales del cable va intercalado un cucharón sin fundo cuyo borde inferior está inclinado según un ángulo que favorece la penetración en el suelo. El torno hace posible imprimir al cucharón un movimiento de vaivén; atrás hacia él, el cucharón por efecto, de su propio peso, el cucharón excava, pero empuja el material extraído arrastrándose sobre el suelo.- Se vacía encima de las tolvas o sobre un plano inclinado.

Se invierte el sentido de la marcha para devolver el cucharón al punto de excavación y el ciclo vuelve a empezar. Se puede cargar directamente en vagón, remolque, etc., o en un transportador. Para extender el área de excavación, es suficiente desplazar de modo conveniente ya sea la polea de retorno, ya sea el torno.

4.5.2 ELEMENTOS ESENCIALES

Basicamente los elementos más importantes de este tipo de excavadora son:



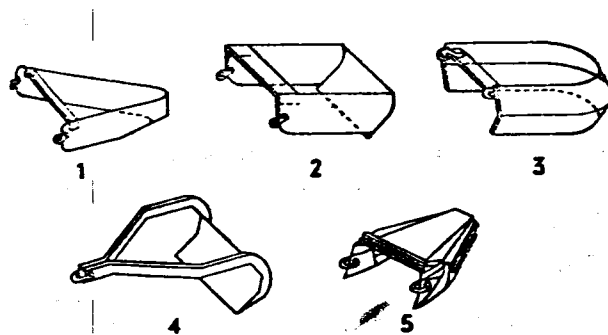
EL SISTEMA ELEVADOR. Puede tener dos o tres tarbores, controlados por separado por embragues y frenos. El tambor para el movimiento hacia adelante, de arraste o tambor para acercar el cucharón al mástil, se conecta para excavar mientras que el tambor del retroceso, que hace retroceder el cucharón va cío, es dos o tres veces más rápido. Estos dos tarbores giran en dirección opuesta, uno enrolla mientras que el otro desenrolla. Cuando se añade un tercer tambor, generalmente se utiliza para cambiar y mantener la posición de la garrucha terminal.

El embrague y el freno están interconectados, de manera que el freno se suelta automáticamente cuando se conecta el embrague. El freno de arrastre evita que el cable que se está desenrollando quede exclusivamente flojo.

EL CUCHARON. El rendimiento de una instalación de excavación depende en gran parte de la construcción del cucharón. Este puede ser de varios modelos distintos. Los más utilizados son:

- 1) Tipo de caja en V.
- 2) Tipo "full box".
- 3) Tipo "crescent".
- 4) Tipo Hoe.
- 5) Tipo "power blow".

El tipo HOE se emplea sobre todo para la roca disgregada, el tipo FULL BOX para la arena y materiales finos. El cucharón CRESCENT se emplea sobre todo para la excavación en la "arena y grava" compactas, en grandes distancias.



DIVERSOS TIPOS DE CUCARONES PARA DRAGAS
SAUNERMAN DE EXCAVACION SIMPLE

Las cualidades de un cucharón en movimiento, en la fase de excavación y de empuje dependen de los factores siguientes:

- a) El ángulo de penetración.
- b) El peso del cucharón.
- c) La forma dada a la parte superior trasera.
- d) El equilibrio del cucharón.
- e) La pendiente en la que se efectúa el trabajo.

LA TOLVA.- Se coloca abajo y cerca del mástil o caballete donde la tensión que obra sobre el cucharón queda lo suficientemente elevada para evitar que corte y se atore en el borde de la tolva. También es un buen sistema proteger la tolva con una rampa con láminas metálicas o rieles. La tolva está equipada con barras colocadas en dirección paralela a la de excavación, que permiten que el cucharón se descargue y que sirven

de apoyo al mismo. Estas barras también pueden servir de rejilla, porque las piedras de tamaño excedente pueden quedarse arriba, donde las cargas posteriores las empujan fuera de la abertura.

Si se requiere una tolva elevada, el cucharón se lleva a ella sobre una canaleta inclinada. La tolva se puede descargar por medio de una banda transportadora, un transportador de cangilones, un bulldozer o por camiones.

Si el material se va a desperdiciar o almacenarse en montones, se usa un mástil alto y el montón se forma enfrente de él. Se pueden cargar grandes cantidades desde un mástil si otra máquina empuja a los lados el material conforme va llegando.

LOS CABLES. Sólo pueden utilizarse para el trabajo de excavación, cables especiales, debido a la gran importancia del desgaste a que están sometidos. Los cables preformados han dado excelentes resultados en el servicio de excavar. El cable "Lang" presenta también una mejor resistencia al desgaste. La rapidez con que se desgasta el cable depende en gran parte de la naturaleza del suelo excavado; además, la mayor parte de las veces el cable queda inutilizado, por causa del desgaste de los hilos exteriores más que por efecto de una carga excesiva.

EL MASTIL O CABALLETE. Puede ser de acero tubular, o de celosía, de diseño semejante a la pluma de una grúa. Si es un mástil, deberá sujetarse con cables, cuyo número variará de cuatro a ocho que partirán de la punta del mástil a las anclas en el terreno que pueden ser troncos fuertes enterrados.

EL ANCLAJE. Es evidente que pueden usarse un árbol o cualquier otro punto de apoyo robusto, que se encuentre a proximidad del lugar donde se quiere colocar la polea de retorno. Se puede emplear un viejo cable tensándolo entre dos anclajes, perpendicularmente a la línea de operación y disponiendo un cierto número de nudos o de rizos. La polea de retorno que está colgada de él puede desplazarse de un nudo a otro a voluntad, según la línea de operación escogida. La polea puede colgarse del cable de anclaje que se apoya en un caballete. Se puede entonces desplazar según sea necesario el caballete y el punto de unión al cable.

OPERACION. Las dragas sauerman de excavación simple generalmente tienen un mástil o caballete en la parte baja del banco y un ancla en el otro extremo que pueden moverse a lo largo del costado alto. El cucharón sin fondo se arrastra con un cable que se hace pasar por una polea montada en el mástil a un tambor del malacate. Se hace retroceder con un cable del malacate que se hace pasar por una polea de anclaje.

El cucharón se lleva a la posición de excavar conectando el embrague de retroceso, que automáticamente suelta el freno de retroceso. El respaldo del cucharón tiene una forma tal que camina sobre la superficie sin clavarse.

Para excavar, se conecta, el embrague de arrastre, el cucharón se llena, luego automáticamente se levanta sobre, su carga, de manera que corta un poco más. Si continua cortando y ofrece mucha resistencia probablemente está mal diseñado para el material y debe alterarse o cambiarse.

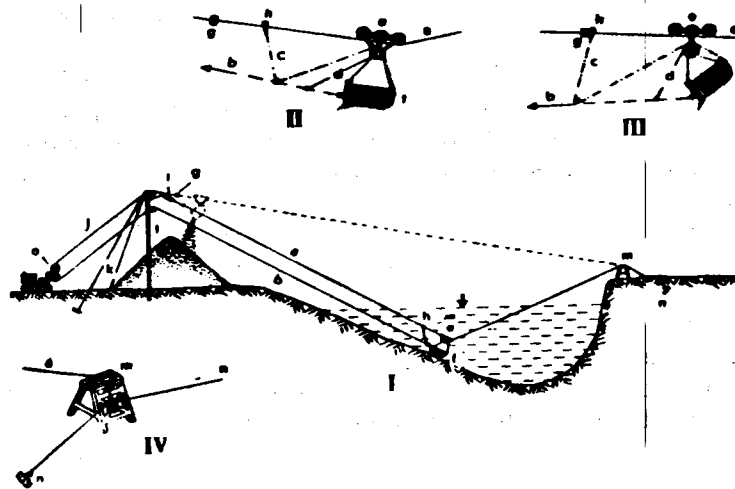
4.6 DRAGAS SAUERMAN DE EXCAVACION CON TRANSPORTE AEREO

4.6.1 FUNCIONAMIENTO

Este tipo de instalación tiene aproximadamente las mismas funciones que la draga sauerman de excavación simple, es decir, la excavación en lugares inaccesibles al tractor y luego el transporte y descarga de los materiales. Con la diferencia que el cucharón de esta excavadora es una cubeta provista de un fondo que recoge el material excavado y lo eleva a una altura determinada, por encima del suelo.

Este cucharón va colgado de un cable portador por medio de un tren de poleas. Excava los materiales, generalmente por debajo de una capa líquida y su desplazamiento viene garantizado por un cable tractor.

Una vez cargada la cuchara, es elevada mediante tensión del cable portador. Por medio del cable tractor, se hace rodar a lo largo del cable portador hasta que el tren móvil choca con un tope, colocado de tal forma que hace voltear la cuchara hacia delante, en el punto de descarga. Una vez terminada la operación, el cucharón rueda por gravedad a lo largo del cable -- portador tensado, hasta el punto de excavación.



Esquema del funcionamiento de una draga sauerman de excavación con transporte aéreo.

I Disposición general.

II Posición del cucharón durante las fases de excavación y transporte.

III Vaciado del cucharón, en el momento en que el tren delante encuentra el tope situado en el cable portador.

IV Tipo de anclaje del cable portador.

a cablevía

b cable tractor

c cable de vaciado

d cadenas de suspensión

e tren de ruedas

f cucharón

g tope

h tren delantero volcador

i polea del cable portador

j cable de tensión del cable portador.

k vientos del mástil

i mástil

m caballete

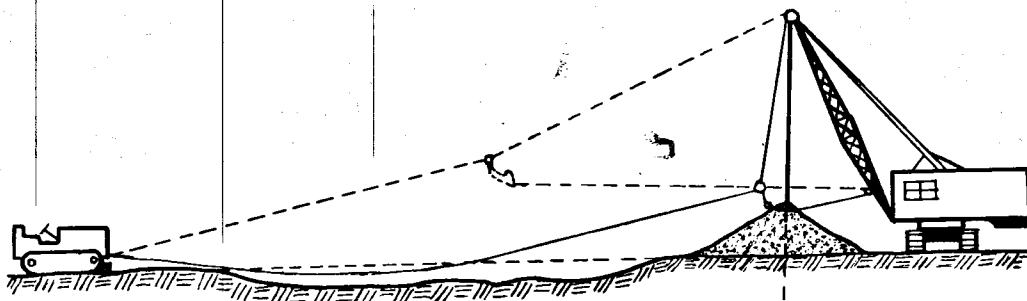
anclaje

cabrestante

Estas instalaciones no son tan sencillas como las de las dragas sauerman de excavación simple, pero permiten una solución adecuada de muchos problemas.

Se concen casos de constructores que han convertido una draga de arrastre en una draga sauerman de excavación con transporte aéreo, para aumentar su campo de aplicación.

La siguiente figura ilustra una instalación de éste tipo. Se ha provisto de un puntal la pluma de la draga. El tambor en el que se enrolla el cable portador tiene siempre una capacidad del tambor de la draga limita la distancia de operación.



4.6.2 ELEMENTOS ESENCIALES.

Los elementos que distinguen a éste tipo de excavadora de cablevía son:

- El cucharón
- El torno (sistema elevador)
- El tren circulante
- La suspensión
- El tope
- El mástil o poste
- El anclaje y vientos
- El cable portador

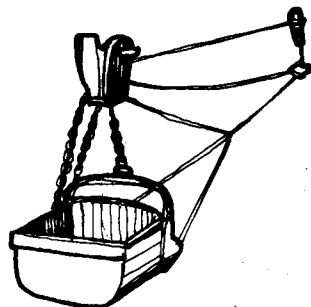
EL CUCHARON. Debe ser ligero y rígido. Su forma y las condiciones de su equilibrio deben ser tales que la tracción ejercida por el cable tractor tienda a hacerla penetrar en el material. Para ello, el punto de ataque y la tracción deben estar sabiamente escogidos en relación al punto de suspensión. Por otra parte, el equilibrio de las fuerzas a la que está sometido el cucharón debe ser tal que en el momento de la descarga, el fondo tome una posición casi vertical, para garantizar una descarga total.

TORNO (sistema elevador). El torno de doble tambor no se diferencia en nada en cuanto al principio de su construcción al torno utilizado para la excavación simple. Se notará sin embargo, que no hay cable de retorno y que, por consiguiente uno de los tarbores enrolla el cable tractor.

mientras que el otro sirve para tensar y destensar el cable portador.

TREN CIRCULANTE. Se compone de dos o tres poleas bastante espaciadas para evitar una flexión demasiado fuerte del cable portador. La carga debe estar uniformemente repartida entre todas las poleas.

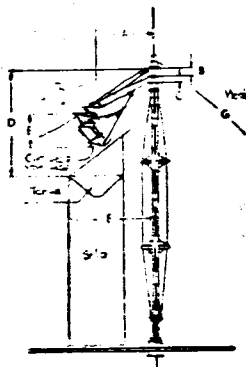
SUSPENSION El cucharón va suspendido al tren circulante por cadenas que permiten cierta libertad de movimiento, independientemente de la posición y de la tensión del cable portador.



TOPE. El tope puede fijarse en cualquier punto del cable portador. Provoca la descarga del cucharón sin pérdida apreciable de tiempo. Según la velocidad del cable de tracción, se puede proceder a una descarga brusca o lenta.

MASTIL O POSTE. En las instalaciones pequeñas, el mástil puede confeccionarse in situ, mediante un árbol derribado, de dimensiones apropiadas e hincado al suelo. Las instalaciones más importantes están provistas, generalmente, de un poste metálico, especialmente cuando se efectúa la descarga en una tolva o en un silo. Las dimensiones de este poste están en proporción a la instalación escogida.

ANCLAJE Y VIENTOS. Se utiliza generalmente, para los anclajes, secciones de postes que se entierran a una profundidad respetable y a los que se fijan vientos. La distancia entre el anclaje de los vientos y el poste es, generalmente, igual a la altura del poste multiplicado por 1.75.



CABLE PORTADOR. Su calidad y características están especialmente escogidas para este tipo de servicio. Para obtener una tensión suficiente, se intercala un conjunto de poleas entre el punto de fijación y el tambor del torno.

Los demas elementos de la draga sauerman de excavación por transporte aéreo son iguales a los de las instalaciones de la draga sauerman de excavación simple.

OPERACION. Las instalaciones típicas de la draga sauerman de excavación por transporte aéreo, consisten en una torre conectada a una ancla inferior por medio de un cablevía grueso, que puede apretarse o aflojarse por medio de un malacate con un cable mas delgado (cable tensor) y poleas. Los cucharones del tipo de draga se suspenden del cablevía. Pueden acercarse a la torre por medio de un malacate de dos velocidades, y hacia el ancla por medio de la gravedad. Cuando se arriman mucho a la torre se descargan automáticamente a una tolva o en un montón.

Para empezar el ciclo de excavación, se suelta el freno de arrastre y se deja descender el cucharón hasta el punto de excavación. La máxima velocidad se obtiene dando al cablevía una tensión que el cucharón apenas libre el terreno o el agua al llegar al punto de excavación. Para lo que puede ser necesario un cable muy tirante para una excavación lejana o uno flojo para trabajar cerca del mástil.

Cuando el cucharón llega al lugar de excavación se detiene con el freno de arrastre y se suelta el freno de tensión, permitiendo que el cable haga una honda y que el cucharón se apoye en el terreno. Si el banco esta bajo el agua, el operador tendrá que acostumbrarse al tacto de los controles y al ángulo en el que el cablevía entre al agua cuando el cucharón está haciendo el contacto adecuado.

Se conecta el embrague de baja velocidad o de arrastre y se acerca al mástil el cucharón. Cuando la excavación es buena se llenará en un tramo con la longitud de unos cucharones. Se conecta luego el embrague de la tensión para que el cablevía se estire y levante del suelo el cucharón. Luego se utiliza el embrague del arrastre de alta velocidad para llevar el cucharón al mecanismo automático de vaciar sobre la tolva.

La carga máxima del ciclo ocurre cuando el cucharón se está elevando y acercando al mástil al mismo tiempo. Por esta razón no se debe conectar el arrastre de alta velocidad hasta que se haya terminado la elevación.

4.6.3 APLICACIONES DE LAS DRAGAS SAUERMAN

Tanto las dragas sauerman de excavación simple como las de transporte aéreo, dan mejores resultados cuando se excavan áreas grandes de material uniforme. Estas condiciones se encuentran a menudo en la explotación de bancos de arena, grava, arcilla, o de terrenos de minas. Se pueden utilizar con eficiencia unidades grandes para atacar roca tronada, si se ha quebrado bien y si el cucharón se puede mantener paralelo al frente de ataque.

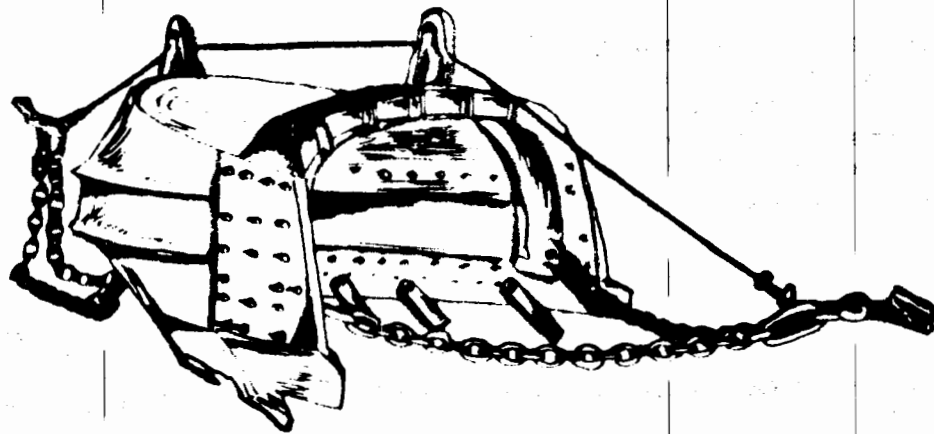
El material puede vaciarse en transportadores, en planta dosificadora o de tratamiento, camiones, o para formar montones. En algunos tipos de obras en las que se hacen corte y terraplenes, pueden resolverse con el uso de un mástil y una torre terminal móviles trabajando en trayectorias paralelas.

Tienen una aplicación importante para el traspaleo de material de los montones. El material que se apila en un lote de almacenamiento en camiones o por ferrocarril puede formar montones altos y alimentarse a las tolvas conforme sea necesario. Se pueden voltear los cucharones en los cables de arrastre para invertir las funciones llevándolo primero al montón y después tomándolo del mismo.

Estas máquinas no se adaptan a la mayor parte de excavaciones del tipo selectivo, para trabajar en tierra que contenga boleo tan grande que no quepa en el cucharón, ni para las obras en las que no se tenga que mover un volumen suficiente de material que justifique el costo de la instalación. En general, no es una buena inversión su compra, a menos que se asegure suficiente trabajo para que se paguen, porque es difícil adaptarlas a otros trabajos.

Cuando la obra permite su uso correcto son muy eficientes por ser pocas y ligeras las partes en movimiento.

La instalación de una draga sauerman de excavación simple es menos costosa que la de excavación por transporte aéreo y es igualmente satisfactoria en muchos trabajos pero cuando el acarreo es largo, y la excavación es profunda y bajo el agua, la elevada velocidad de la draga sauerman de excavación por transporte aéreo la hace más adecuada.



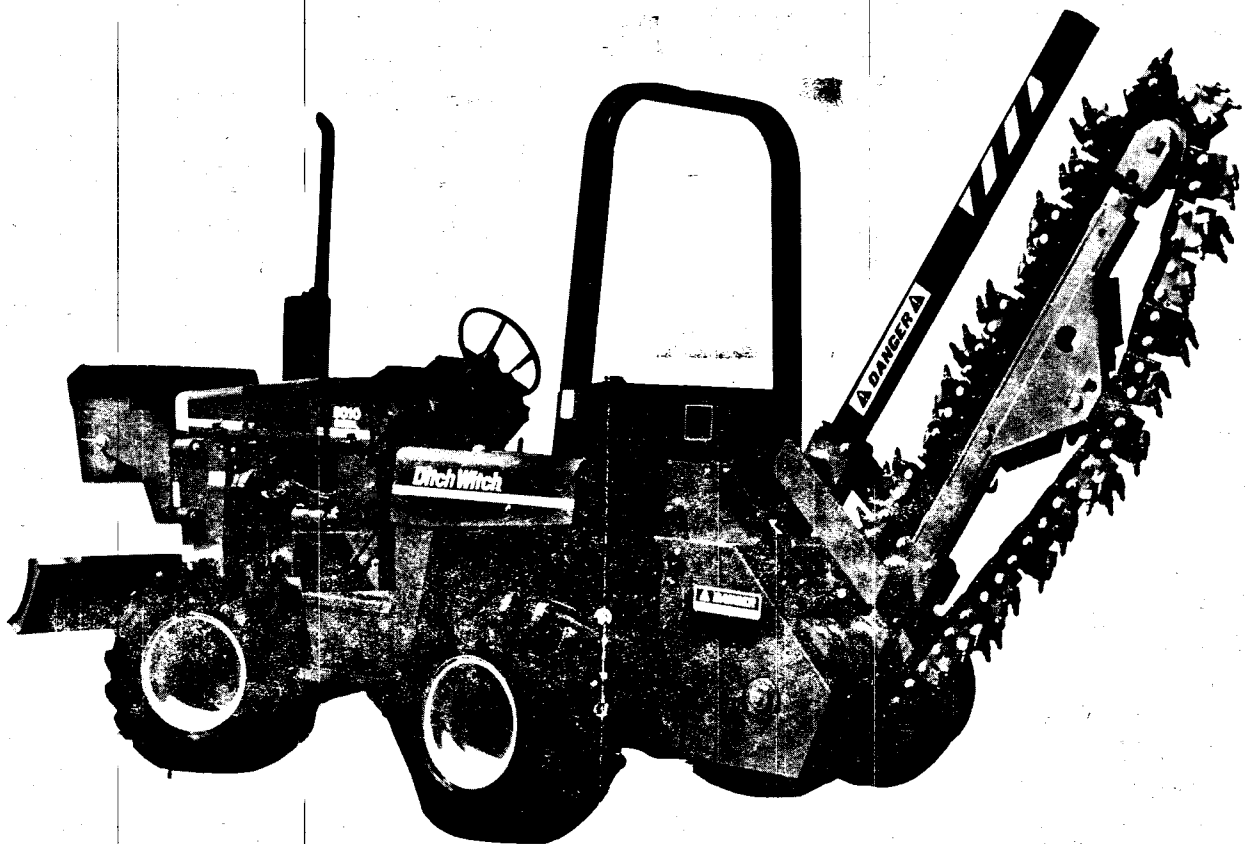
4.7 ZANJADORAS

4.711 GENERALIDADES

Las zanjadoras son unas máquinas especialmente diseñadas para la apertura rápida de zanjas continuas en campo abierto. Esencialmente son retroexcavadoras que excavan la tierra de manera regular, por debajo del nivel de la unidad trabajando, para abrir una zanja del ancho deseado y de una cierta longitud. Estas zanjas quedan perfectamente acabadas con el fondo plano y los bordes limpios, aptas para instalar en ellas conducciones de agua y tuberías para desagües, instalaciones eléctricas o de gas, cables telefónicos, drenajes, agujeros de registro, etc.



Estas máquinas tienen una rueda ó un brazo extensible, a menudo de tipo telescópico, que hace trabajar a una serie de cangilones en hilera encargados de la excavación. El material excavado se deposita, mediante la correa transportadora, en el punto de descarga que suele ser por la parte posterior ó lateral de la máquina.



Las zanjadoras pueden actuar en cualquier terreno, excepto, cuando se trate de rocas. La excavación por medio de estas unidades presenta unas características propias; el material queda finamente dividido, lo cual facilita la operación de la descarga y contribuye a una mayor eficacia y rendimiento del trabajo.

Las velocidades de excavación puede variarse, según el tamaño de la zanja y la clase del terreno. Por otra parte, existe la posibilidad de adaptar diversos elementos cortantes o cuchillas adicionales, para aumentar la anchura de las zanjas. En el caso de la zanjadora de brazo extensible, éste puede descentrarse hacia cada lado, permitiendo la excavación en una posición cercana a una pared ó adyacente a una fila de postes.

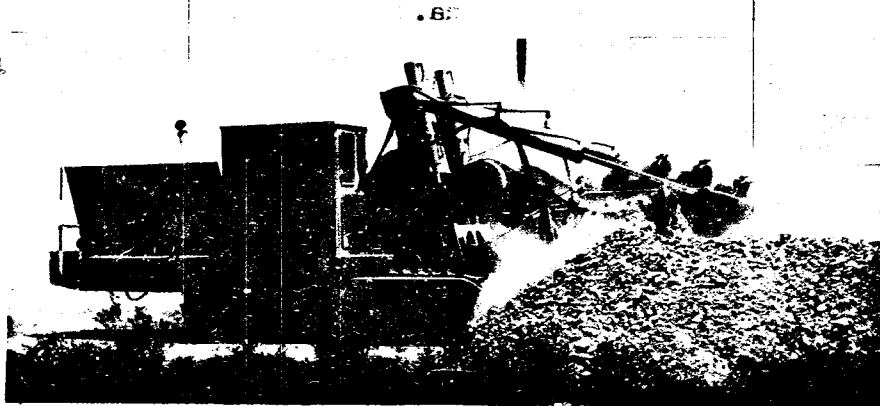
CLASIFICACION DE LAS ZANJADORAS.

Las zanjadoras se dividen en:

- Zanjadoras de cangilones.
- Zanjadoras de ruedas.
- Zanjadoras de brazo vertical

4.7.2 ZANJADORA DE CANGILONES

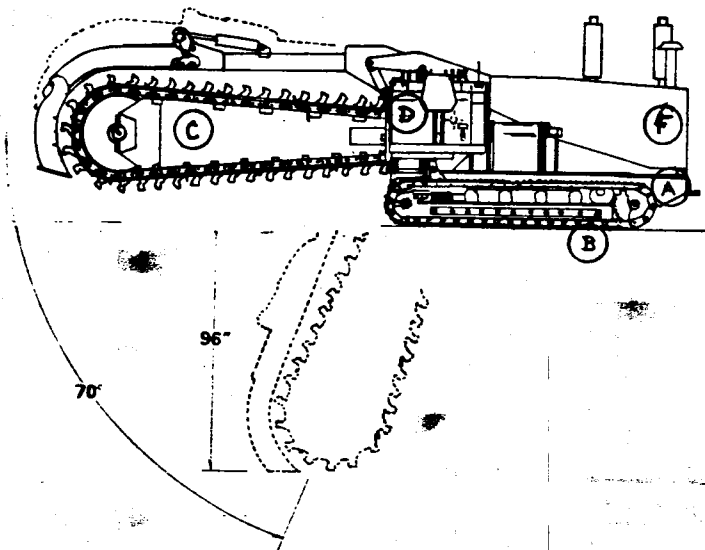
Es el tipo más común de las excavadoras de zanjas y un elevado número de constructores de maquinaria fabrican este modelo. Es parecido, en principio, a una draga de cangilones que excava siguiendo el eje de avance y que vierte el material excavado sobre una cinta en dirección transversal.



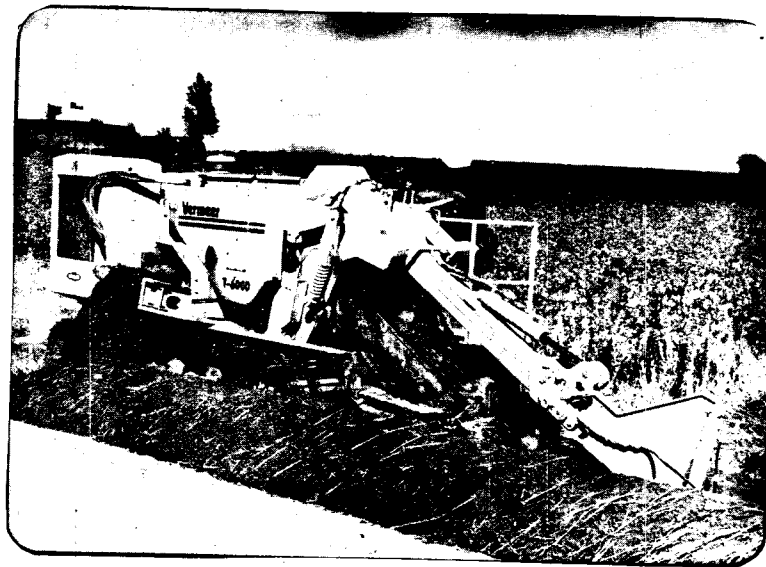
ELEMENTOS ESENCIALES.

- A - El bastidor.
- B - El sistema de propulsión.
- C - El brazo móvil y su cadena de cangilones.

- D - Los sistemas de accionamiento para el movimiento del brazo y para el arrastre de la cadena.
- E - El transportador de descarga lateral y su sistema de accionamiento.
- F - El motor y sus transmisiones.



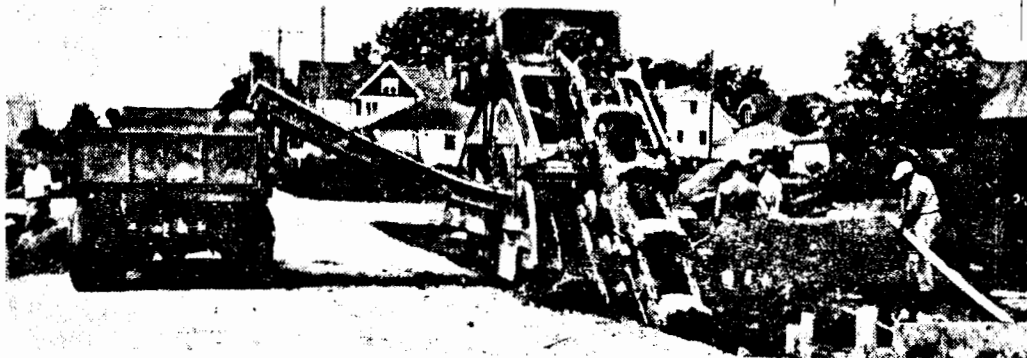
OPERACION. Un solo hombre es suficiente para maniobrar la excavadora. Esta sentado en un asiento, dispuesto en el lado de la máquina y puede ver desde el mismo las partes de enfrente y de atrás del camino que debe recorrer. Todas las palancas de mando están situadas al alcance de su mano.



La excavadora se lleva al lugar de trabajo sobre un remolque especial o por sus propios medios. Al operarla, se coloca una línea de estacas paralelamente al eje de la zanja y a una distancia tal que el conductor sólo tenga que hacer que ésta línea sea seguida por el borde exterior de la cadena sobre la que esta sentado.

La máquina empieza excavando sin moverse, para hundir el brazo de cangilones a la profundidad deseada, luego arranca y se mantiene a la velocidad máxima compatible con la naturaleza del terreno. La velocidad de los cangilones está regulada eventualmente de la misma manera.

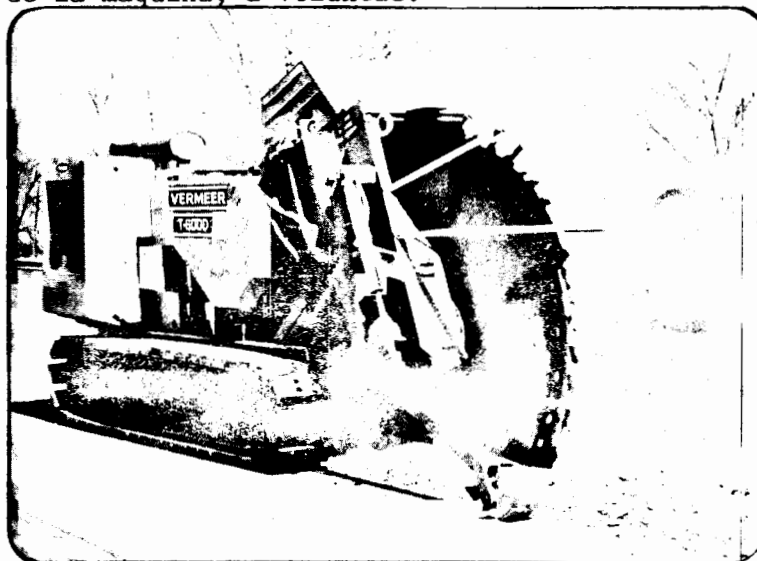
La tierra excavada se deposita en cordón lateral, o se carga en los aparatos de transporte, que se sitúan debajo del extremo de salida del transportador y marchan a la misma velocidad que la excavadora, hasta que se llena su cubeta. El conductor de la excavadora para el transportador solo, o toda la máquina durante el tiempo, muy corto, necesario para la sustitución del aparato cargado por el aparato vacío. La inclinación del brazo respecto a la horizontal no sobrepasa generalmente los 55°.



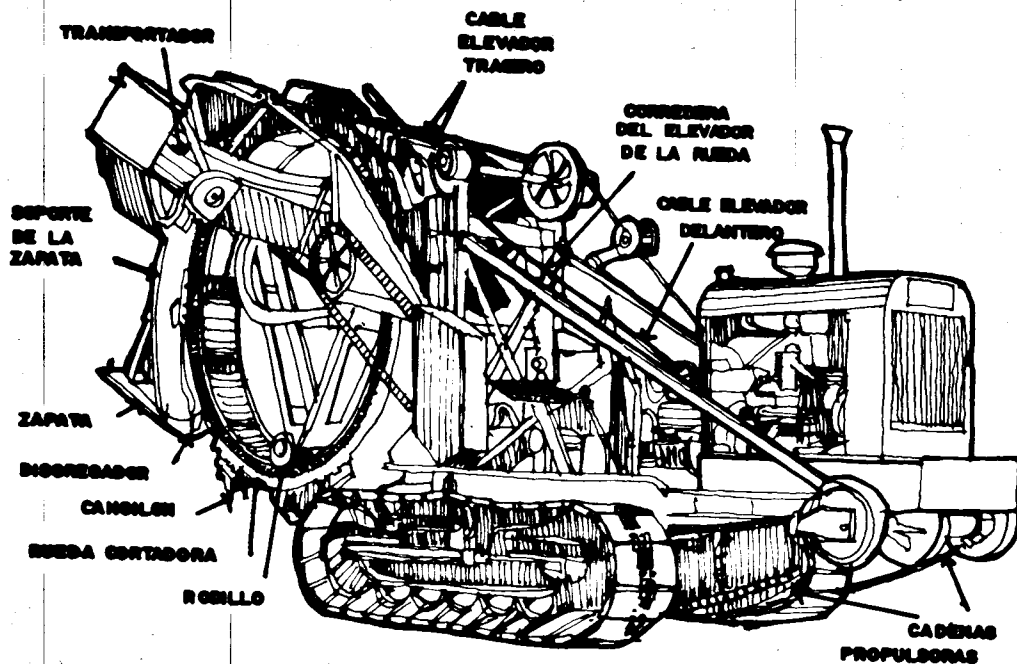
De los tres tipos de zanjadoras, ésta es la que permite cavar la zanja más ancha. Para las zanjas estrechas ésta máquina parece ser menos apreciada que los otros dos modelos.

4.7.3 ZANJADORA DE RUEDAS

Este sistema consiste en montar cangilones sin fondo en una rueda, desde lo alto de la cual vierten sobre un transportador. El conjunto de la rueda y del transportador pueden bajarse o elevarse según la profundidad de la excavación. La rueda, situada en la parte trasera de la máquina, gira sobre unos rodillos de guía, de manera que los cangilones excavan subiendo. Después de la excavación, en la parte inferior de la rueda, deslizan por un canal fijo, que sólo se interrumpe en la parte superior de la rueda cuando el cangilón ha tomado la posición de descarga. El transportador descarga el material a la derecha o la izquierda de la máquina, a voluntad.



ELEMENTOS ESENCIALES.



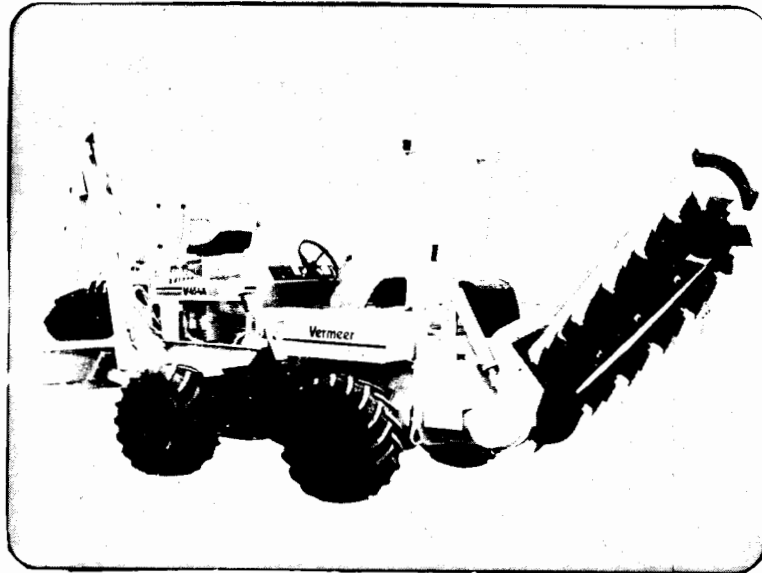
OPERACION. La iniciación y la conducción del aparato durante la excavación son parecidas a las de la zanjadora de cangilones. Este tipo de máquina de buenos rendimientos para zanjas relativamente anchas. Suprime los problemas causados por la cadena de cangilones. Pero tiene la desventaja de sólo poder hacer zanjas en curva con radios muy grandes. Las profundidades alcanzadas, limitadas por el diámetro de la rueda y la posición del transportador de descarga, no son por otra parte muy grandes debido al peso elevado del aparato. La máquina no es ni muy móvil ni muy manejable y es poco apropiada para la excavación en terrenos variados o que presenten obstáculos.

4.7.4 ZANJADORAS DE BRAZO VERTICAL

Este tipo existe en modelos montados sobre orugas y sobre neumáticos. Este último es un modelo ligero, para profundidades reducidas y anchos pequeños, en buen terreno.

El brazo está suspendido entre las orugas ó neumáticos y en la parte trasera del bastidor, lo que hace al aparato muy compacto.

El empleo de máquinas sobre neumáticos presenta sobre todo la ventaja de una gran movilidad, o sea de un desplazamiento rápido de una obra a otra.



ELEMENTOS ESENCIALES. Los elementos de los que se compone el aparato, si bien difieren en la forma, son los mismos que los de la máquina zanjadora de cangilones. Solo indicaremos los que tienen una diferencia digna de mención:

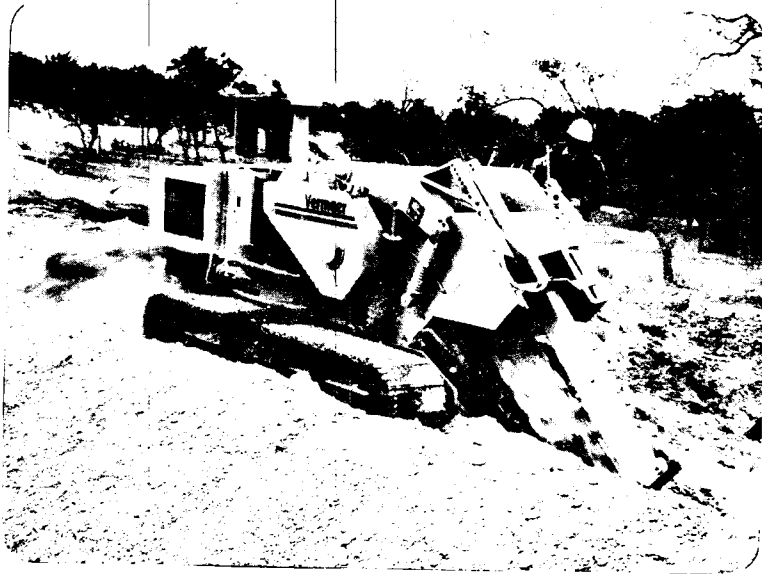
- Brazo principal.
- Cadena de cangilones.
- Dispositivo de descarga.

OPERACION. La iniciación se realiza con la máquina parada. Se hunde el brazo hasta la profundidad deseada. Luego se pone en marcha el sistema de propulsión, a la velocidad que corresponde al terreno.

Si la cadena encuentra un obstáculo, el dispositivo de seguridad para el movimiento se acciona. Se puede entonces levantar el brazo a la altura deseada y bajarlo inmediatamente después de pasar el obstáculo.

El radio de las curvas que pueden darse a la zanja, es inferior al de las zanjas realizadas con máquinas de brazo inclinable o de cangilones. El ancho de las zanjas es mas bien reducido.

Unos dispositivos especiales permiten el tendido simultáneo de un cable, de secciones de tuberías, etc. a medida que se va avanzando. Otros dispositivos (banda en el eje de la máquina) permiten rellenar la zanja detrás de la excavación simultánea con el tendido del cable o de la tubería.



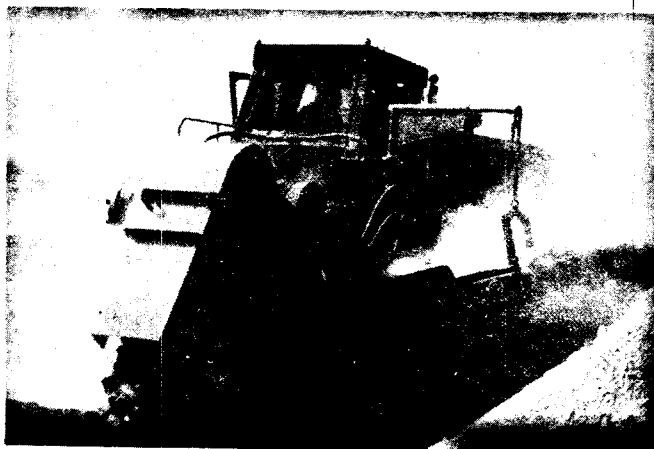
En terrenos duros esta máquina es más ventajosa que las máquinas de arado para el tendido de cables, cuya utilización se generaliza más.

Cuando la cadena de cangilones es demasiado estrecha para establecer una zanja de ancho dado, es frecuentemente ventajoso ensanchar a mano, operación relativamente fácil. Se emplea por otra parte este procedimiento cada vez que debe ensancharse en una longitud limitada, para la construcción de pozos de visita, la colocación de juntas de canalizaciones, etc. Se puede evidentemente obtener la anchura deseada realizando pasadas adyacentes, pero, para ser económico este método solo puede emplearse si el terreno no requiere ademe.

4.7.5 APLICACIONES DE ZANJADORAS

En general, puede decirse que las zanjadoras presentan una ventaja marcada para zanjas largas en pleno campo, en terrenos llenos o poco accidentados. Además, la cadena de cangilones divide la tierra en trozos pequeños directamente utilizables en el relleno, mientras que en ciertos suelos de gran cohesión otro tipo de máquinas, dan bloques de grandes dimensiones que es necesario romper.

La cadena de cangilones establece una zanja con el suelo nivelado y los bordes francos, lista para ser utilizada. Esta última ventaja es particularmente apreciable para el tendido de tuberías, de drenajes, canalizaciones, etc. y es precisamente para este tipo de trabajo que se emplea esta máquina.



Prácticamente, la máquina zanjadora sólo podrá tomarse seriamente en consideración para zanjas estrechas, para profundidades relativamente reducidas y para longitudes importantes en alineación recta o con curvas o puntos angulosos en número reducido relativamente a la longitud, finalmente para terrenos homogéneos y bien conocidos.



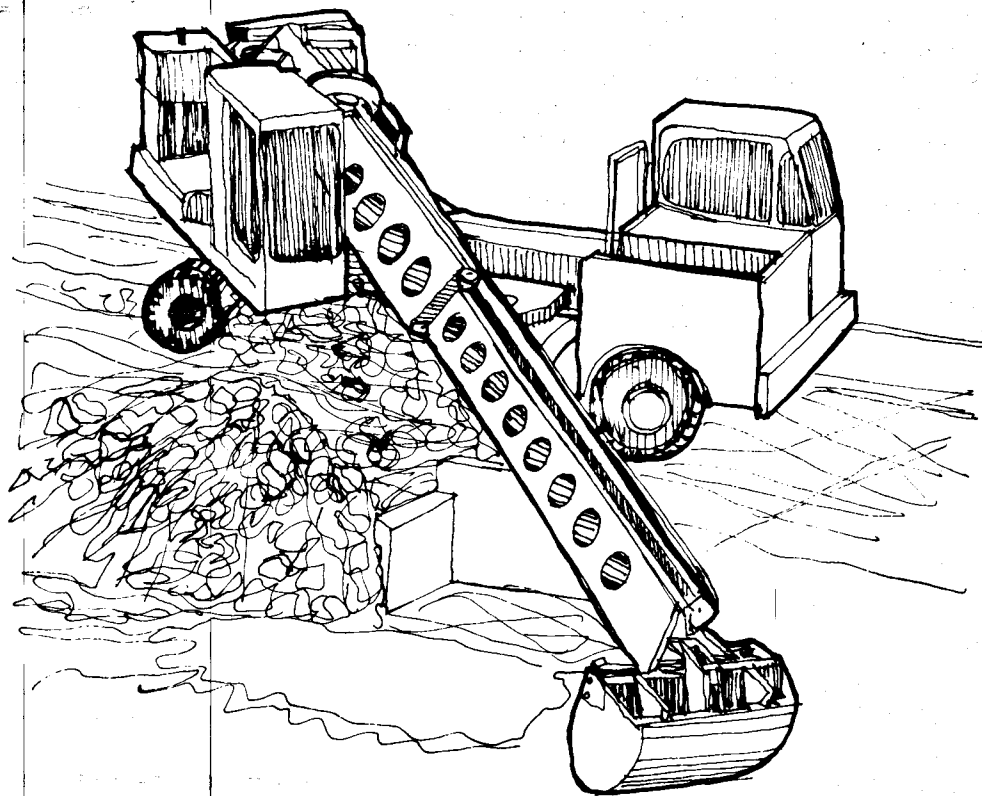
Cuando se encuentran condiciones tan favorables, las zanjas para canalizaciones de agua, de gas, de electricidad, etc. se excavan a una velocidad tal que los equipos de montaje, por bien organizados que estén, tienen dificultades en seguir. En ciertos casos, puede trabajarse lo bastante aprisa para que se eviten las infiltraciones de agua, la inundación con agua de escurrido o el corrimiento de las paredes.

Señalaremos finalmente una gran ventaja de estas máquinas; excavar zanjas muy estrechas (aprox. 30 cm.) y profundas, trabajo imposible de realizar por el hombre a mano. Esta ventaja es considerable para las zanjas sobre carreteras.

4.8 TALUDADORAS

4.8.1 GENERALIDADES

Esta excavadora, también conocida como pala Giradall se parece a la pala convencional solamente en la construcción de la mesa giratoria, en los rodillos del movimiento de oscilación, y en que lleva el motor montado en la parte trasera de la cubierta. El motor mueve una bomba tándem de tres unidades que proporciona la presión necesaria a través de las válvulas de control que se operan por medio de tres palancas de mano y de pedales, a los cilindros hidráulicos que dan energía a todas las funciones de operación.



Su sistema de propulsión depende de un chasis de camión, aunque también se fabrican con montaduras de orugas o de neumáticos. La pluma es una viga hueca en la que una sección queda colocada en forma telescópica dentro de la otra. Está montada en una cuna de acero gruesa, que sirve de soporte, control y contrapeso.

4.8.2 DESCRIPCIÓN DE SUS MECANISMOS

El mecanismo de oscilación y los circuitos elevadores tienen válvulas de circulación que amortiguan los golpes de las paradas al hacer movimientos de oscilación y los producidos al invertir la dirección también gobiernan la velocidad al bajar la pluma.

Los controles, como ya se dijo, constan de tres palancas y cuatro pedales; la palanca de la izquierda levanta la pluma cuando se acerca, y la baja cuando se alarga. Por lo que es este el control utilizado para escavar principalmente. La palanca central hace girar la pluma y el cucharón es el sentido de las manecillas del reloj cuando se mueve hacia atrás, y en el sentido contrario cuando se mueve hacia adelante. El cucharón se mantiene en posición horizontal para hacer la mayor parte de las excavaciones, de manera que éste es el control que se usa principalmente para afinar excavaciones, y ocasionalmente para quitar obstáculos.

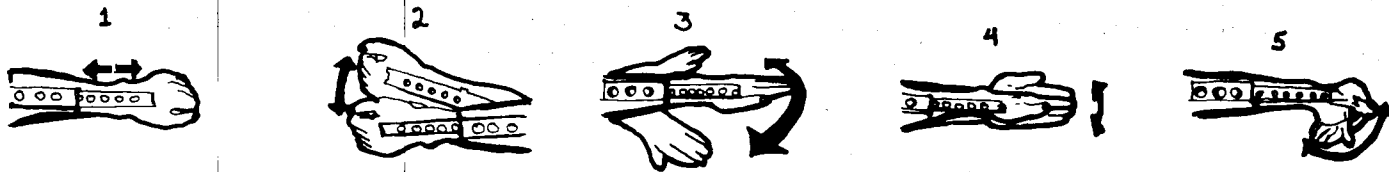
La palanca de la derecha se acciona hacia adelante para alargar la pluma y hacia atrás para acortar la longitud de la misma. El par de pedales de la izquierda controla el ángulo que el cucharón forma con la pluma, apretando el pedal de la izquierda se mueve el cucharón a la posición de excavar con los dientes hacia afuera, el pedal de la derecha los cierra o recoge.

Los pedales del lado derecho controlan la oscilación, el izquierdo hacia la izquierda y el derecho hacia la derecha. Todas las válvulas hidráulicas llevan resortes que las regresan a la posición neutra de fijar al soltarse. Las partes afectadas permanecen fijas en su posición hasta que se vuelve a mover los controles.

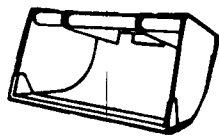
El operador no tiene que usar embragues ni frenos. No tiene que tener cuidado al hacer cambios del embrague de arrastre al freno de fijar los movimientos, ni para invertir la dirección de los mismos, porque los cilindros arrastran y sostienen. Las válvulas de control se pueden dejar en cualquier posición intermedia entre abiertas y cerradas para regular la velocidad.

MOVIMIENTOS BÁSICOS. La pala posee cinco movimientos básicos duplicando un brazo humano.

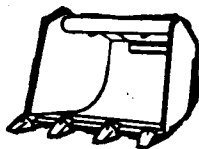
- 1) Pluma telescópica para alargarse o encogerse; la longitud de la pluma varía de 3.2 a 4.6 m.
- 2) La cuna y la pluma se levantan y se bajan por medio de dos cilindros de doble acción apoyados en la plataforma; pueden elevarse de 22 a 32 grados y bajarse de 50 a 90 grados; el arco total varía de 72 a 122 grados.
- 3) La oscilación puede ser de 360 grados, pero se termina en un punto frente a la cabina. A este punto se puede llegar por cualquiera de los dos lados, pero no pueden pasar de él.
- 4) La pluma gira, junto con el cucharón sobre su eje largo; el ángulo de giro es de 180 grados (90 en un sentido y 90 en el otro).
- 5) El arco que describe el pivoteo del cucharón varía de 120 a 175 grados.



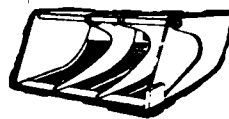
MOVIMIENTOS BASICOS



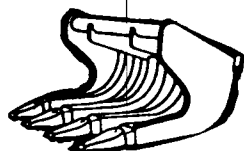
BOTE PARA APINAR



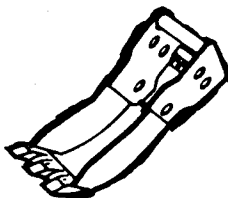
BOTE PARA EXCAVACIONES



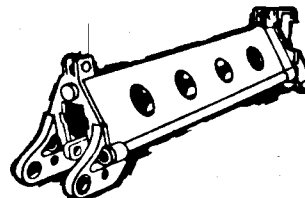
BOTE CON MALLA



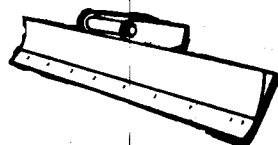
BOTE PARA REMOVER PAVIMENTOS



BOTE PARA ZANJAS



EXTENSION DE PLUMA



CUCHILLA NIVELADORA



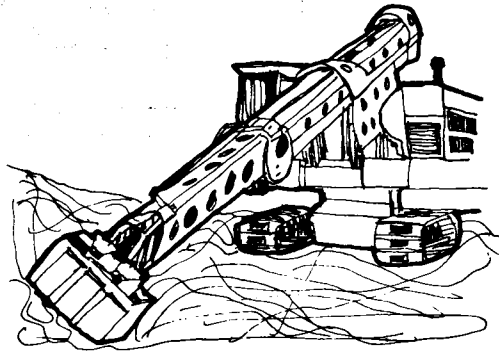
ESCARIFICADOR

ADITAMENTOS PARA LA TALUDADORA

ALCANCES Y ADITAMENTOS. Los rangos en que varían los alcances son los siguientes:

- profundidad de excavación, de 5.6 a 7.7 m.
- alcance horizontal, de 7.3 a 10.5 m.
- altura de carga, de 4.7 a 5.8 m.
- máxima carga de elevación, de 2,771 kg. a 6,298 kg.

Se tienen cucharones para excavación de 61 a 152 cm.; para zanjas de 38 a 53 cm.; para afine de 152 a 240 cm.; para remoción de pavimentos de 76 a 137 cm.; para nivelación o conformación de 2.4 a 2.7 m.; y extensiones de pluma de 1.2 a 4.9 m.; además de diente escarificador disponible para todos los modelos y cucharón de almeja.

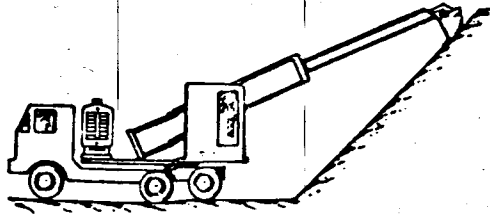


OPERACION. El procedimiento normal de excavación consiste en hacer oscilar la máquina y extender la pluma hasta que el cucharón quede sobre el lugar en el que debe comenzar la excavación; se baja el cucharón en la posición de excavar, se hace retroceder el cucharón hasta que se llena, se hace girar cerrado, luego se levanta la pluma y se hace girar, alargando o acortando la pluma, según sea necesario para colocar el cucharón en el lugar de la descarga. Luego se abre el cucharón para descargarlo, haciendo girar luego la pluma a la excavación.

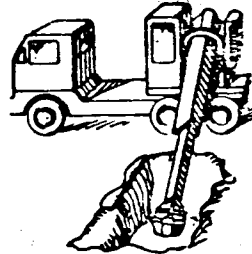


El fondo de la zanja se afina dando una pasada final con el cucharón a nivel, usando la presión hidráulica hacia abajo de la pluma. Con lo que se hace la limpia de la excavación, empareja las irregularidades y las marcas de los dientes, y deja una superficie excelente para tubos o materiales granulares.

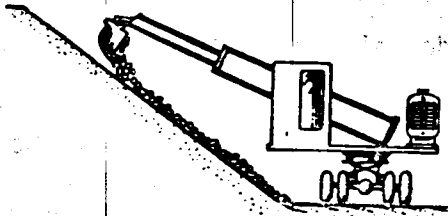
Si se encuentra una roca o raíces gruesas, puede no resultar práctico quitarla con el tirón directo del sistema de acortamiento de la pluma. Se puede aplicar una fuerza mucho mayor colocando el cucharón a nivel o inclinándolo hacia abajo, colocando los dientes bajo el obstáculo y cerrando el cucharón. El suelo actúa como punto de apoyo para ayudar a los dientes a arrancar el objeto, produciendo una gran fuerza sin arrastrar ni inclinar la máquina. Este sistema es el que se usa para la remoción de pavimentos.



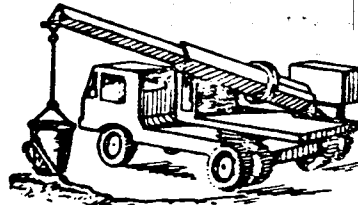
RECTIFICACION DE TALUDES



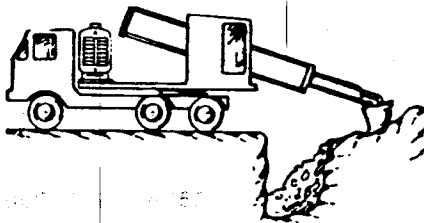
CIMENTACION EN UN MURO



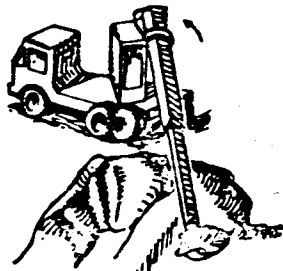
REVESTIMIENTO DE UN TALUD CON PIEDRA DE PEQUENAS DIMENSIONES



COLOCACION DE CONCRETO



RELLENO DE ZANJAS



LIMPIEZA (rotación del brazo para regular el ángulo de ataque del cucharón).

4.8.3 APLICACIONES

Para trabajos de conformación, ésta máquina se presta admirablemente, - pues la pluma retráctil hace correr la cuchara niveladora en una línea pa- reja que no se altera por efecto de articulaciones de la pluma o por el -- efecto de irregularidades del terreno sobre las ruedas u orugas. Permite- afinar superficies extensas que pueden ser muy blandas o estar situadas - en taludes muy empinados para llevar maquinaria. El cucharón se puede in- clinar para seguir un contorno irregular o para formar un contorno regular desde un ángulo lateral.

El control hidráulico permite mantener el cucharón en su ángulo de mayor eficiencia de excavación en cualquier punto dentro de su radio de acción, y vaciar en el lugar que se desee. Con la inclinación de cucharón se obtiene un control preciso, que permite el corte exacto de pisos y de paredes inclinadas o verticales en sótanos y cepas. Es la máquina que se prefiere para afinar y conformar los taludes del camino aun en condiciones difíciles, y puede colocarse con seguridad en el camino mientras trabaja.

Puede empujar lo mismo que arrastrar y tiene la ventaja de caber -- dentro de las estructuras, aún por puertas y ventanas puede recoger objetos y transportarlos horizontalmente.

En general podemos decir que los trabajos que se pueden efectuar -- con esta máquina son:

- ejecución de trincheras o zanjas con carga sobre máquinas de transporte.
- Limpieza superficial.
- rectificación de taludes.
- rellenos.
- conformación.
- colocación de escolleras: revestimiento de taludes con piedra de pequeñas dimensiones.
- colocación de concreto.
- movimientos diversos de materiales como colocación de tubería o trabajo ordinario como grúa.
- remoción de pavimentos.
- escarificación.

4.9 EQUIPO DE DRAGADO HIDRAULICO

4.9.1 GENERALIDADES

Los objetivos de la extracción de tierras bajo el agua, pueden resumirse principalmente en los siguientes:

- profundizar o mantener la profundidad de ríos, lagunas, canales o puertos marítimos;
- elevar el nivel de áreas bajas de terrenos para mejorar sus condiciones;
- construir diques y otras obras de control de corrientes y de línea de costa;
- explotación de depósitos subacuáticos con valor comercial tales como: minerales, plantas para productos alimenticios, coral, esponjas, grava, arena, fertilizantes, etc.;
- el relleno de áreas ganadas al mar, que sin ser necesariamente bajas, se requieren para determinado fin.

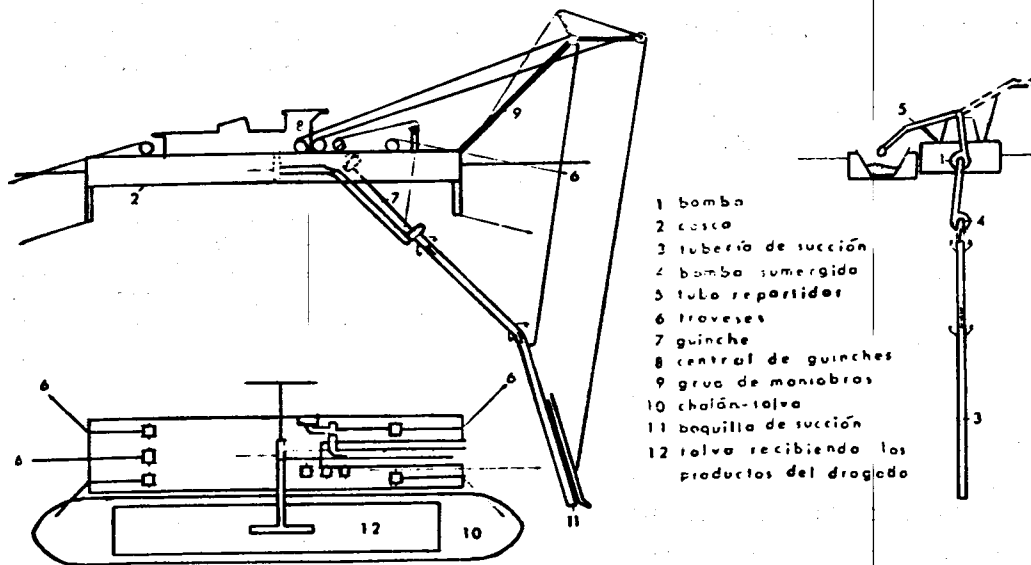
En todos los casos, la máquina que realiza el trabajo, se llama draga, y las operaciones que lleva a cabo dragado.

La vinculación que tiene este proceso de construcción pesada con la Ingeniería Civil hace concebir su integración a la rama de movimiento de tierras, pues con lleva la misma tecnología y conceptos.

Una draga se compone, fundamentalmente, de un equipo flotante de forma adecuada, en el que se dispone un sistema extractor de tierras y fangos del fondo del agua, así como de un motor encargado del accionamiento de dicho sistema. Este equipo flotante puede ser fijo o navegable.

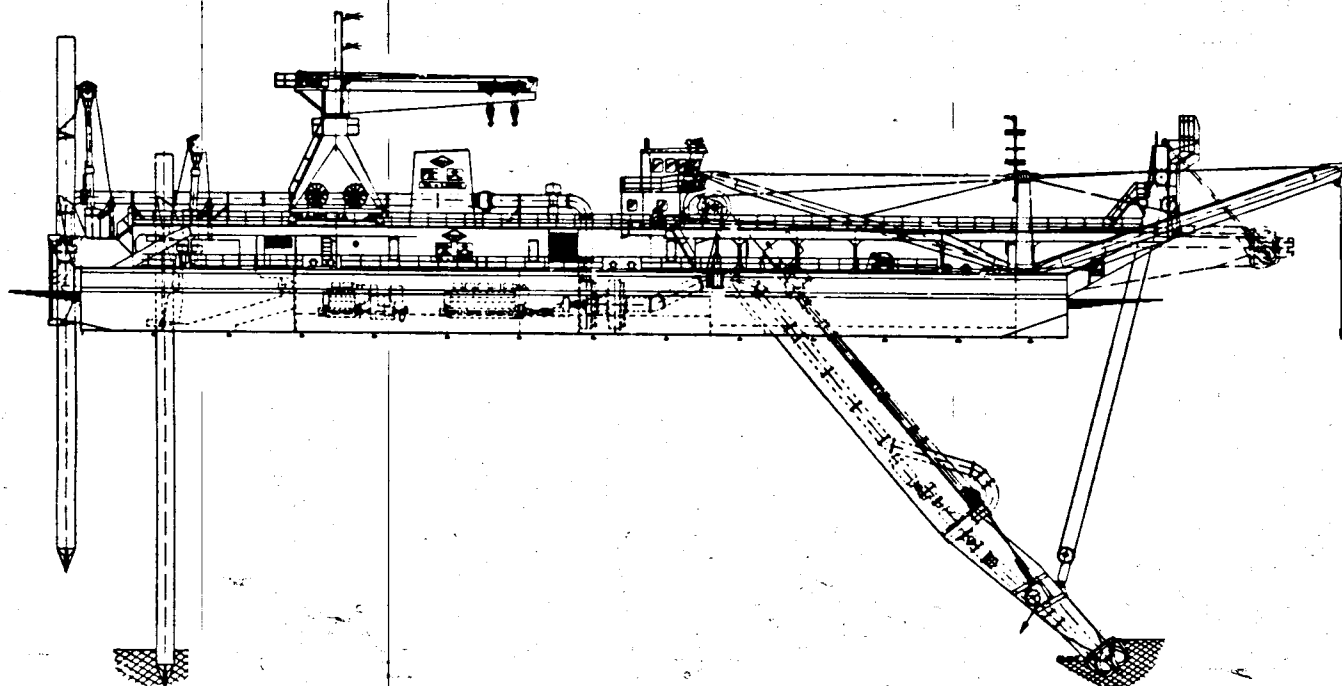
MANIOBRABILIDAD.- La movilización de las dragas con equipo flotante fijo, puede ser ejecutada de diferentes formas. Las principales son:

- Con traveses; los movimientos de oscilación y avance son ejecutados por medio de cables o traveses. Este sistema es solo aplicable para obras rectas y continuas, porque proporciona escasa precisión.



- 1 bomba
- 2 casco
- 3 tubería de succión
- 4 bomba sumergida
- 5 tubo repartidor
- 6 traveses
- 7 guinche
- 8 central de guinches
- 9 grúa de maniobras
- 10 chafón-tolva
- 11 boquilla de succión
- 12 tolva recibiendo los productos del dragado

- Con zancos; este sistema proporciona máxima producción y al mismo tiempo óptimo perfil del fondo. En la mayoría de las embarcaciones de este tipo, el movimiento es efectuado por la oscilación de la draga con respecto a un zanco de trabajo; el avance es ejecutado con la ayuda del zanco de paso. La draga es oscilada por medio de traveses. Este diseño puede operar en aguas tranquilas con altura máxima de ola de 0.5 m. En general tienen tubería flotante.



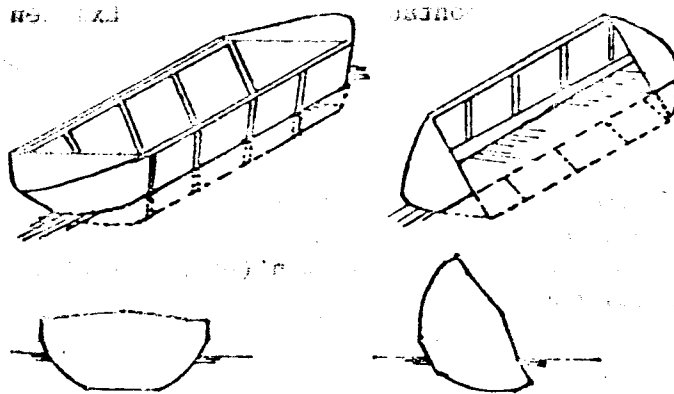
Las dragas autopropulsadas, moviéndose lentamente, permiten dragar con el barco en marcha, en condiciones de oleaje importante y sin causar estorbo alguno al tráfico marítimo (por poseer en general una tolva). Tienen un alto grado de maniobrabilidad debido a sus propulsores y timones dobles y/o por el uso de un impulsor transversal colocado en la popa.

MÉTODOS DE DISPOSICIÓN DEL MATERIAL DRAGADO.

Son tres los métodos en que una draga puede descargar el material: -Tolva; es un depósito interconstruido en el casco de la draga con una capacidad de 500 hasta 12,000 metros cúbicos, cargándose en un lapso de 20 a 60 minutos, dependiendo del tipo de material dragado. El material se distribuye mediante canales repartidores con válvulas o compuertas de control. Generalmente en cada extremo de la tolva se colocan vertederos por encima del nivel teórico de decantación. El uso de tolvas, reduce el costo por unidad de volumen de material dragado, transportado y tirado.

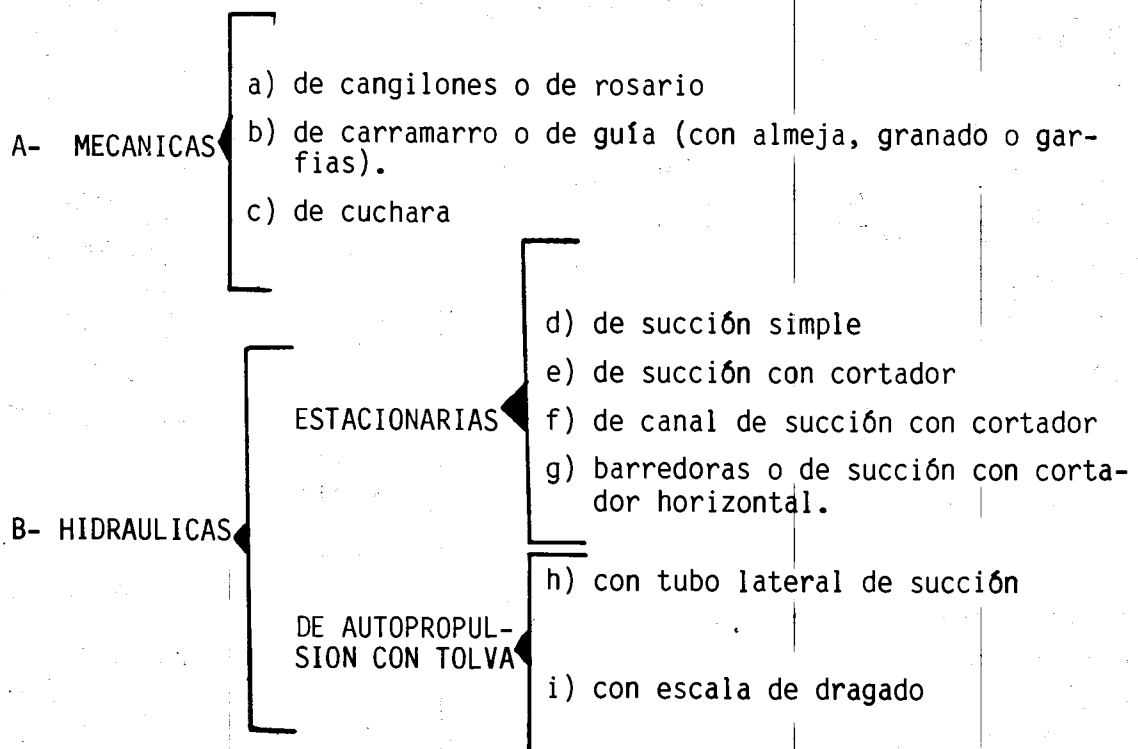
- Gánguiles y tolvas con remolcador. Los gánguiles son embarcaciones con -- tolvas interconstruídas, las que no tienen autopropulsión en general se les llama tolvas y requieren de un remolcador. En ambos casos se abarloan al -- costado de la draga, (fig. siguiente), para recibir los productos excavados.

- Tubería de descarga, se diferencian tres secciones: la tubería sobre la - draga, que es la única en el caso del uso de gánguiles, la tubería flotante, montada sobre pontones o bien una tubería sumergida y finalmente la tubería terrestre, que llevará al lugar de descarga.



4.9.2 CLASIFICACION

Se clasifican en dos grandes grupos: mecánicas e hidráulicas.



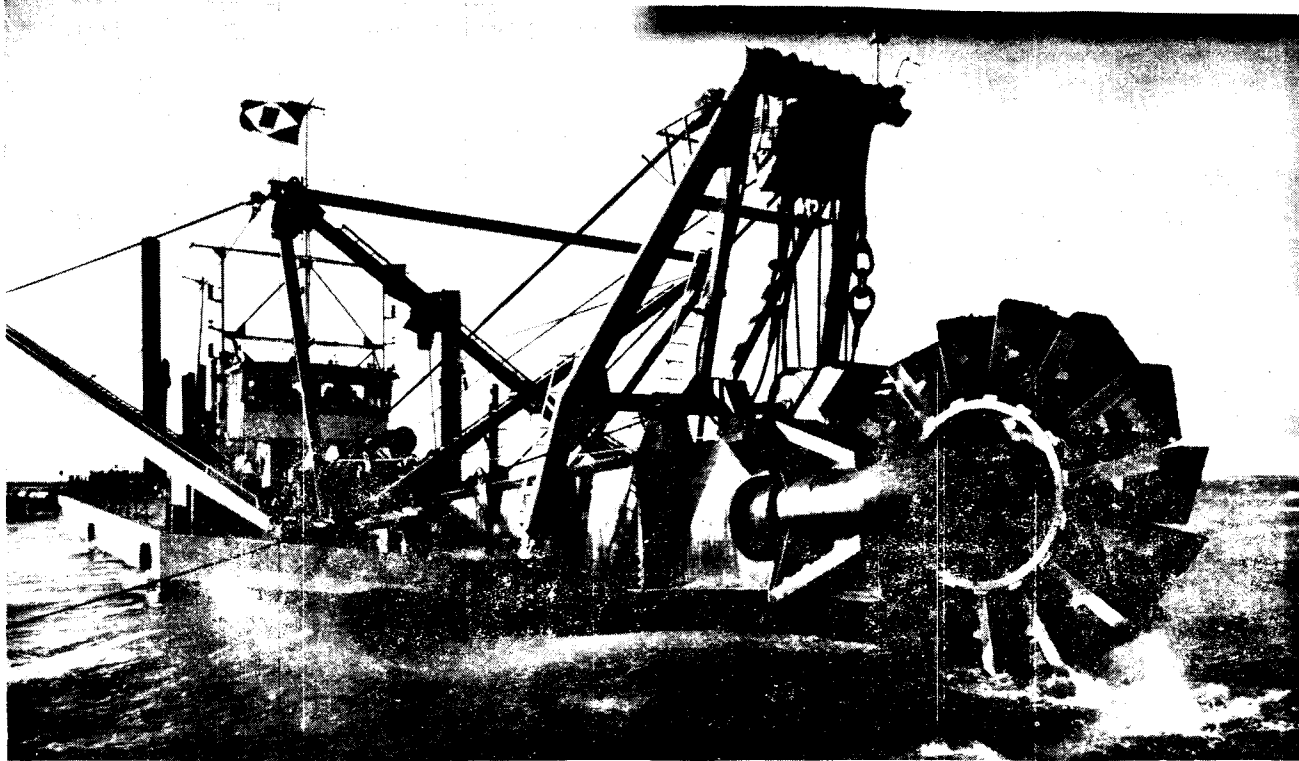
A- Dragas Mecánicas.

a) Draga de cangilones o de rosario.

Este es el sistema de dragado más antiguo y del que derivan todos los demás. Puede aplicarse para la limpieza de todo tipo de fondos. Llevan un pozo en el plano de crujía del casco, por el cual se haría la esclá para efectuar el dragado. La esclá es una estructura de acero, que sirve de apoyo y guía a la cadena de cangilones o rosario, que en el lado de la carga descansa sobre una serie de **rodillos** para facilitar su movimiento.

Los cangilones se llenan de material al pasar por la parte inferior de la esclá y al llegar a la parte superior de su recorrido, son vertidos en unos canales transversales que descargan en gánguiles abarloados a la draga, en general; en este caso van montadas en pontones. Existen también autopropulsadas con tolva.

El sistema puede trabajar a profundidades de 20 m. La capacidad de los cangilones varía de 0.085 a 0.60 m³ cúbicos, y pueden haber hasta de 0.90; la velocidad de rotación de los cangilones varía de 20 a 24 por minuto. La capacidad que del material extraído por unidad de tiempo, puede calcularse del siguiente modo: $Q=C \times N \times P$; donde C es la capacidad del cangilón, P es el porcentaje de llenado del cangilón (en la práctica de 60 a 70%) y N es la velocidad del cucharón.



b) Draga de carramarro o de guía.

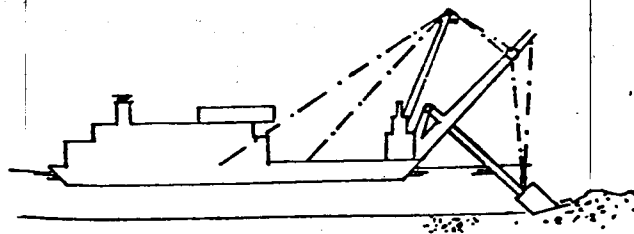
Este tipo de draga consta de un elemento excavador muy semejante a la

cuchara bivalva, pero montada sobre un equipo flotante, que puede ser un ponton estacionario y gánguil o una embarcación autopropulsable con tolva propia. Su empleo es recomendable para fondos blandos, por tal motivo, suele aplicarse en la limpieza de fondos y extracción de tierras en zonas portuarias.

c) Draga de Cucharón.

También llamada draga de pala y de cuchara-pala, no es otra cosa que una máquina de pala mecánica, emplazada sobre una embarcación o un equipo -- flotante fijo. Se diferencia de la pala terrestre en la máquina, debido a los enclajes, tiene un radio de giro menor, aproximadamente la mitad de aquélla, es decir, del orden de los 180° grados.

Van provistas de dos zancos a proa que sujetan el casco a fin de formar una plataforma estable de trabajo y otro a popa que sirve de punto de giro, para mantener la draga en posición adecuada para el dragado. Con esta draga se pueden extraer trozos grandes de conglomerados o rocas hasta de 36 toneladas por los productos dragados no han de recorrer ningún-paso estrecho.



B.) Dragado Hidráulico.

Las dragas hidráulicas se distinguen por la instalación de una bomba centrífuga de diseño especial, para elevar y transportar el material dragado como una mezcla de suelo y agua a través de succión, descargándolo ya sean en el interior de la misma draga, engánguiles, o en tierra firme a través de las diversas tuberías ya descritas.

La velocidad del impulsor de la bomba varía de 900 r0m en bombas de 203-mm (8") a 300 r0m en las de 900 14 mm (36"), con velocidades en la periferia 2700 m/1000. El eje varía en 350 y 450 mm. La potencia absorbida es aproximadamente de 600 HP en las dragas de 254 mm (10") a 1000 HP en las de 914 mm (36"); el rendimiento varía del 60 a 70%.

El tubo de succión aspira la mezcla material-agua por una boquilla colocada en su extremo inferior; y permite ajustar el dragado a la profundidad deseada, dentro de los límites que tolere su longitud. La tubería - está acoplada a la bomba por medio de una conexión flexible, que permite

ajustar el dragado a la profundidad deseada, dentro de los límites que tolere su longitud. La tubería está acoplada a la bomba por medio de una conexión flexible, que permite el libre movimiento de la misma; su maniobra se efectúa por medio de winches.

- Dragas Hidráulicas de tipo Estacionario.

d) Draga de succión simple.

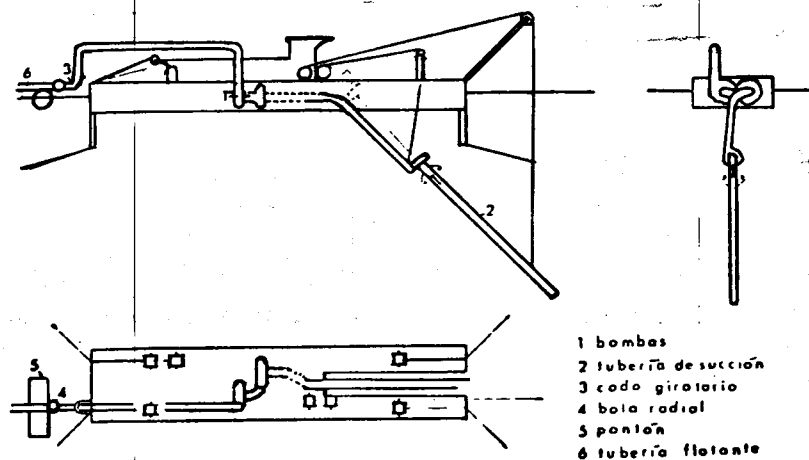
Esta clase de draga es la más sencilla de las hidráulicas. El tubo de succión aspira la mezcla por una boquilla colocada en su extremo inferior a la que a veces se le instala un sistema de chiflones, donde agua a altas presiones es inyectada para remover el material; el suministro de agua para los chiflones lo proporciona la bomba de cebar, la de servicio general o por una especial de alta presión.

La conexión flexible entre la tubería de succión fija y la móvil que se arría hasta el fondo para el dragado, se hace mediante un manguito de hule armado; éste permite el libre movimiento del tubo de succión. Puede usar cualquiera de los tres métodos de disposición del material dragado, ya mencionados.

La maniobrabilidad es por medio de zancos o/y traveses.

Estando fijos, pueden dragar un hoyo, dentro del cual la arena, fango y materiales sueltos o de fácil flujo pueden caer.

Con dificultad pueden dragar conglomerados de arena con arcilla y arcilla con barro. Los estratos duros y compactos, no son posibles de extraer con este tipo de dragas, así como cualquier otro material que no pueda ser removido con facilidad.



DRAGA DE SUCCION SIMPLE

c) Dragas de succión con cortador.

La maniobrabilidad de este tipo de dragas se efectúa por medio de zancos.

Poseen una escla de dragado, cuya función más importante es la de permitir ajustar el dragado a la profundidad que se desee, dentro de los límites que tolere su longitud: se construye de acero estructural y soporta la tubería de succión, protegiendola de los golpes. También sirve de soporte a las chumaceras que mantienen en alineamiento al eje del cortador.

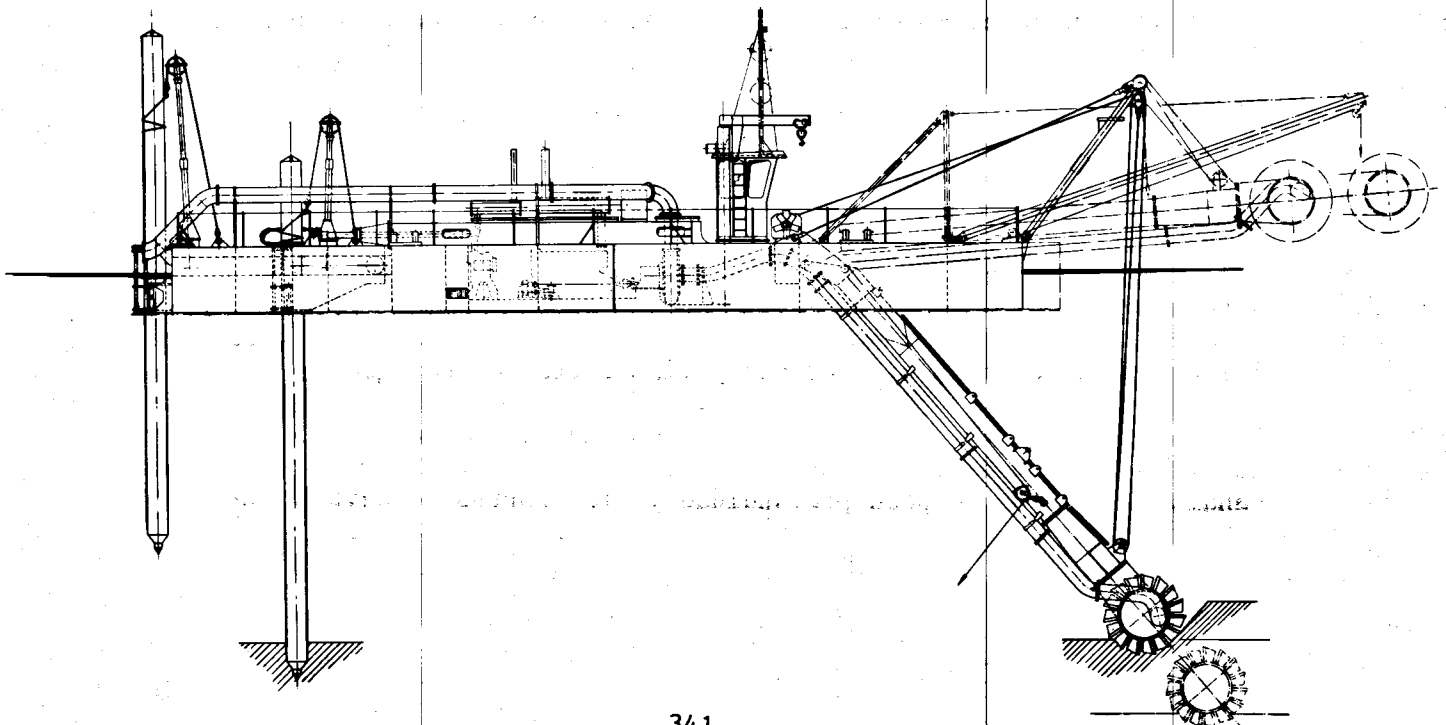
El ángulo de inclinación de la escla, durante su operación, no debe sobrepasar de 45 grados pues una arfada (cuando un buque levanta la proa debido al aleaje o marejada), puede atorarla en el fondo y sufrir averías de consideración, lo que es difícil que ocurra si el ángulo de ésta es menor de los 45 grados. La longitud de la escla varía de 7 a 68 metros.

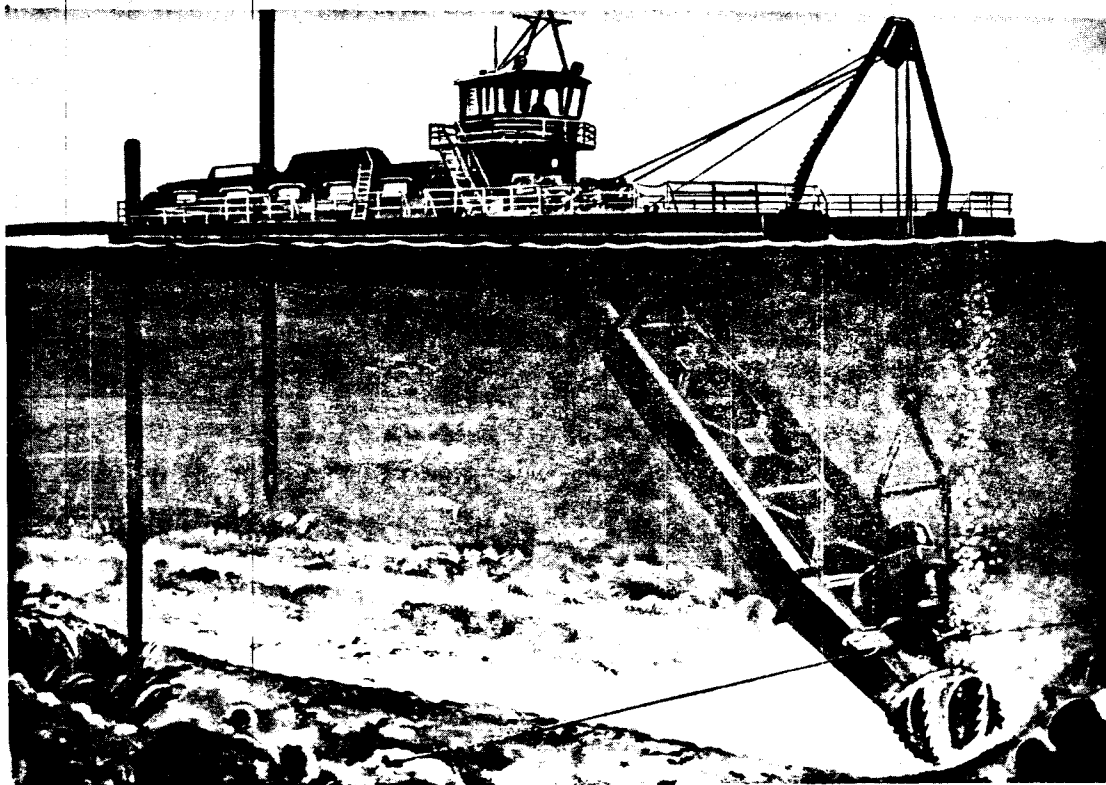
Con una escla de 68m de longitud y un ángulo de inclinación de 45 grados, se puede dragar a 48 m de profundidad.

La maniobra de la escla se efectúa mediante winches o por medio de un pistón hidráulico, pero esto solo es aplicable en dragas pequeñas o medianas, y en este caso, la escla se construye tubular, para aligerarla.

El cortador, es un dispositivo giratorio, instalado en el extremo inferior de la escla de dragado, que sirve para cortar, disgregar y remover el material a fin de que la bomba de dragado pueda succionarlo fácilmente. Esto hace posible el dragado de terrenos duros o compactos (arena, grava, arcilla, areniscas y roca ligera), y aumenta en forma apreciable la eficiencia, ya que asegura el suministro continuo de material suelto a la boquilla de succión donde es aspirado y descargado por tubería hasta el lugar de depósito.

El número de palas o aspas de los cortadores varía de tres a siete y las cuchillas o dientes se encuentran colocados de tal forma que puedan sustituir cuando estén gastados.





DRAGA DE SUCCIÓN CON CORTADOR

La dirección de la rotación, número de aspas, potencia necesaria, diámetro y longitud del cortador, dependen fundamentalmente de las características de la draga y de las circunstancias propias del dragado de determinado material. La velocidad del cortador varía entre 12 y 36 rpm, la que se regula de acuerdo con la clase de material que se drague, y por lo tanto, el motor tiene los medios necesarios para variarla según convenga.

El eje del cortador es de acero y su diámetro varía entre 12 y 45 cm o más. La potencia desarrollada por el motor del cortador está comprendida entre 200 y 400 HP para dragas de 250 mm (10") y mayores, de entre 1,500 a 2,500 HP y aún más en dragas de 700 mm (30").

Las dragas de succión con cortador, debido a su producción continua, alta eficiencia y posibilidad de dar un buen perfil de dragado, se emplean para construir canales y dársenas, ampliar vías navegables y canales estrechos de poca profundidad y vías cortas de navegación.

F) Draga de canal de succión con cortador, anteriormente descritas, la diferencia radica en que están diseñadas especialmente para dragar canales estrechos de poca profundidad y vías cortas de navegación.

Operar en canales, con un margen apenas más amplio que su manga y de muy poca profundidad debido a su reducido calado.

Pueden dragar su propia flotación; la superestructura es muy baja, lo que le permite pasar por debajo de puentes por lo que otras dragas no podrían.

El cortador montado en la escla de dragado, se mueve junto con ésta, independientemente del casco de la draga. La disposición de los cuatro zancos controlados hidráulicamente, permiten que la draga se desplace hacia adelante en línea recta o hacia los lados, no necesitando las traveses. Los zancos de proa sostienen la draga en posición fija durante el dragado; los zancos de popa son los que dan la movilidad, pudiendo operar solo con estos últimos como lo hacen las dragas anteriormente descritas.

g) Dragas barredora o de succión con cortador horizontal.

Este tipo de dragas se caracterizan por tener una cabeza cortadora horizontal accionada por una pluma hidráulica; dicha cabeza está equipada con cuchillas de corte que fraccionan el material; la barrena espiral del cortador conduce el material hacia la boca de la bomba de succión. El ancho de la cabeza es casi igual a la manga del pontón, que es en general de pequeñas dimensiones y pueden funcionar en aguas con una profundidad de hasta 60 cm.

Tiene un escudo contra-lodos de ajuste hidráulico que protege al cabezal, captando los lodos en suspensión y disminuyendo la turbiedad; los dientes al frente del escudo aumentan la capacidad de corte cuando el material sobresale de la superficie del agua.

Algunos cabezales horizontales pueden inclinarse 45 grados para cortes de talud.

Algunos modelos están equipados con bombas sumergidas para poder trabajar con un mayor porcentaje de sólidos y especialmente con materiales muy viscosos.

Estas dragas son propulsadas con un cable anclado a la orilla que es activado por un winche; al arriarse la cabeza de succión y al hacerla avanzar lentamente sin tener que abanicar como las demás dragas de tipo estacionario de succión con cortador, va haciendo un canal cuyo ancho es más o menos a la manga de ésta.

Se aplican en la eliminación de lodos, sedimentos, arenas vegetación acuática y desperdicios industriales.

h) Dragas de autopropulsión con tolva.

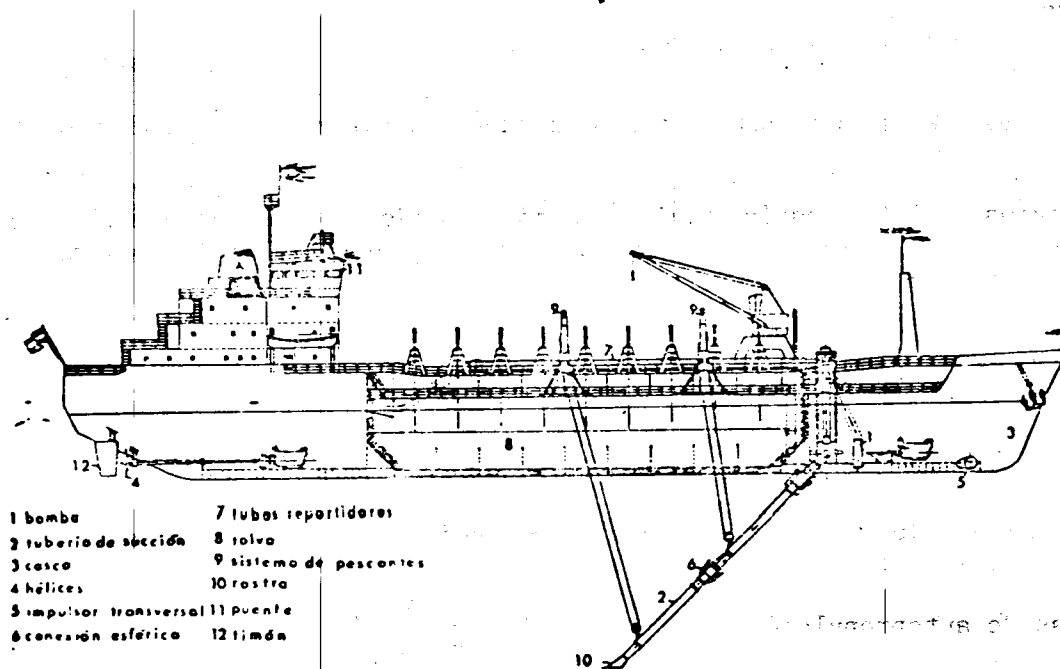
La draga de succión simple a menudo emplea una cabeza especial llamada rastra, acoplada en el extremo de la succión. Las dragas que emplean este aditamento son generalmente barcos con tolva, con bomba de succión instaladas en los tubos y/o a bordo; y con equipo de autopropulsión; pero ocasionalmente pueden bombear el material en gánguiles abarloados, o botándolo a los lados de la zona de trabajo.

La mayor parte de las dragas modernas, llevan "tubos laterales de succión" en lugar de las pesadas "esclas" construídas de acero estructural. Los tubos son más flexibles y se ajustan para dragar a la profundidad requerida mediante los pescantes correspondientes.

Este tipo de dragas no es adecuado para dragar material duro o muy compacto, excepto, si se emplean dragas mixtas que pueden operar como estacionarias cuando se les monta el cortador.

Estas dragas se utilizan para Profundizar, las vías navegables en alta mar y en las dársenas portuarias, así como de su mantenimiento; y en abastecimiento de grava. Los materiales que pueden ser extraídos son: fango, arena, arcilla y grava.

Son buques provistos de la maquinaria e instrumental necesarios para la navegación; también se encuentran los especiales que se precisan para el dragado, tales como registrador de material dragado, indicador de la posición del tubo de succión, indicador de calado y los tradicionales del control del dragado que se disponen en consolas colocadas a babor y estribor y que comprenden mandos de los tambores elevadores de maniobra de los tubos de succión, indicadores de vacío de la aspiración y presión de descarga de las bombas de dragado, válvulas de regulación del aire del amortiguador oleoneumático del tubo lateral de succión y manómetro de control, mando de las válvulas de descarga al costado, amperímetros de control de los motores de los tambores elevadores para la maniobra del conducto de aspiración y mediante luminosas de seguridad, control de la bomba de disgregación, etc.



DRAGA DE AUTO PROPULSION CON TOLVA

Después de la bomba de dragado, la rastra de succión es la que más influye en el volúmen de sólidos aspirados; los principales factores que afectan su rendimiento son:

- el área total de los cloros de la rejilla y las dimensiones de éstos,
- el contacto y presión de la rastra sobre el fondo,
- los medios de que está provista la rastra para disgregar el material con el fin de incrementar la densidad.

Por experiencias realizadas se ha juzgado conveniente que el número de rejillas sea de tres a una, por ser de mayor eficiencia en el dragado; las aberturas de las rejillas de las rastras de succión son generalmente cuadradas o rectangulares o impiden el paso de rocas que pudieran alojarse en la tubería de succión o en los conductos de las tolvas.

Las rastras de succión más conocidas y más solicitadas son el cabezal IHC y el cabezal California que pueden suministrarse en ejecución estandar para diámetros tubulares de 450 hasta 1,200 mm.

La rastra que tiene principalmente una función excavadora mecánica es el llamado cabezal activo y que corta el material del fondo mediante una jaula rotativa con cuchillas; este cabezal es especialmente apropiado para la arcilla compacta.

La capacidad de la draga depende del volúmen que puede almacenar en la tolva; evidentemente que esto no indica el rendimiento por hora o por día, ya que está supeditado al tiempo que se necesita para llenar la tolva, la velocidad de la draga y la distancia al punto de descarga. A su vez estos factores están sujetos a la clase de material por extraer y a la potencia de la bomba de dragado y de las máquinas propulsoras.

La capacidad de la tolva de las dragas varía desde 300 hasta 8,000 metros cúbicos.

El tiempo de bombeo económico para una carga y su transporte del lugar de dragado al de vaciado de la tolva depende de los siguientes factores:

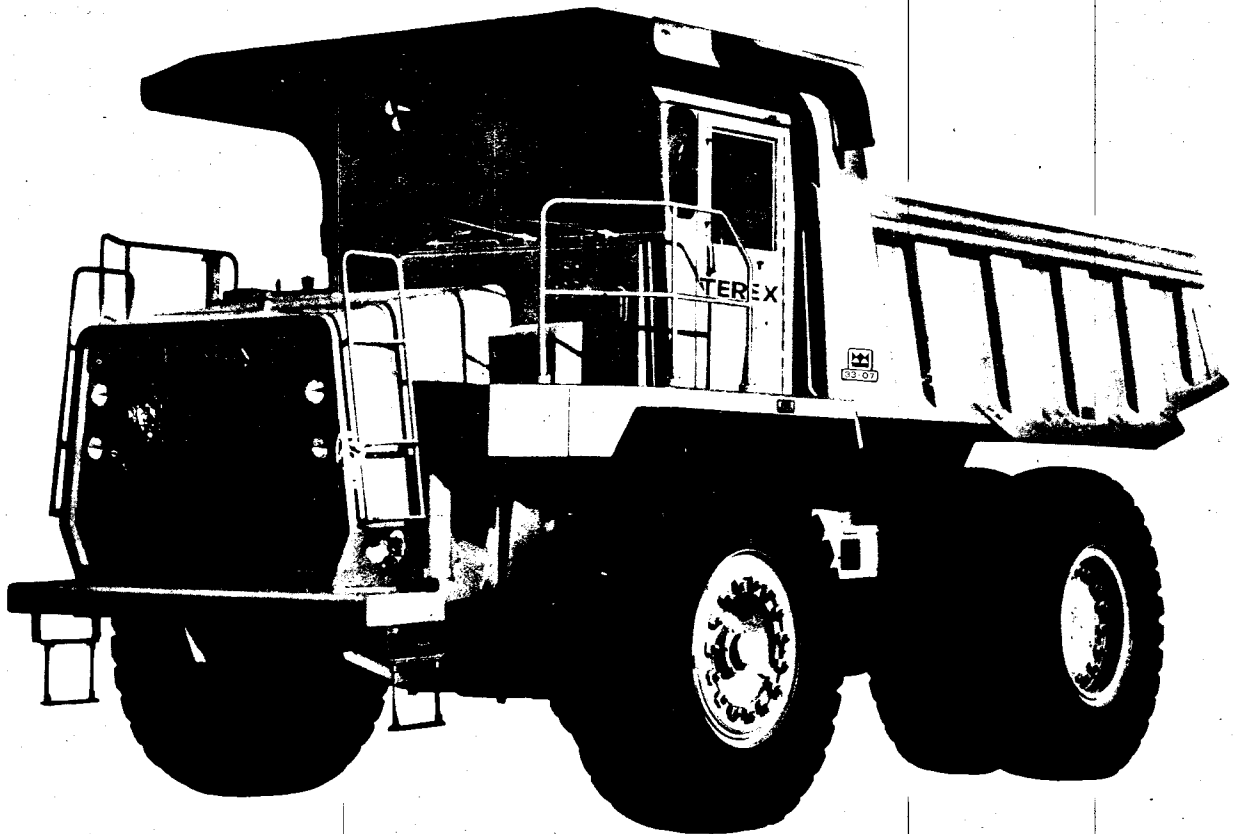
- La cantidad de sólidos que se depositan en la tolva,
- La velocidad de bombeo,
- la velocidad de la draga,
- las características del material para dragar,
- la distancia al lugar de vaciado y
- del tiempo empleado en maniobras y otros factores menores.

El tiempo del ciclo de operación es la suma de los siguientes tiempos:

- de bombeo para llenar la tolva,
- de maniobra (desde la suspensión del bombeo hasta que se toma de nuevo el corte al terminar cada pase)
- de navegación con carga hasta el lugar de vaciado,
- de descarga de la tolva y
- el tiempo de navegación en vacío de regreso al corte o zona de dragado.

MOVIMIENTO DE TIERRAS

EQUIPO PESADO DE ACARREO

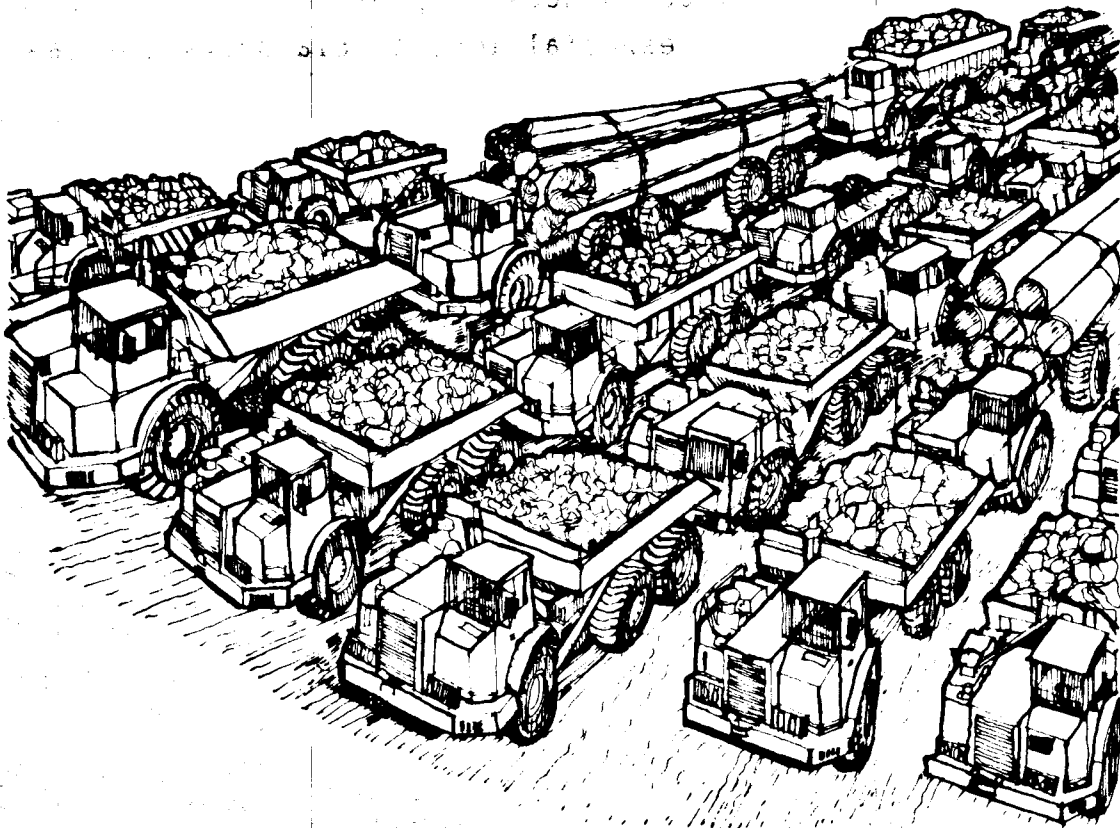


5:1 GENERALIDADES

La maquinaria utilizada en el acarreo de materiales está compuesta por una caja para contenerlos; una unidad motora que los transporta y un elemento de unión o enganche y éstas partes pueden estar separadas o formar una unidad. Se puede clasificar en general la maquinaria de acarreo como:

- a) Maquinaria con caja y unidad motora separadas.
- b) Maquinaria con caja y unidad motora en una unidad.

Sin embargo, la forma y el funcionamiento de la caja, la unidad motora y el elemento de unión, obligan a manejar la clasificación con mas cuidado.



Además cabe señalar que existen otros medios de transportación como son los de banda, los de tubo, los acuáticos y los de canastilla sobre cables aéreos.

Todo movimiento de tierras debe considerarse como un problema de optimización de las operaciones involucradas, tales como extracción, acarreo y colocación, de acuerdo con las condiciones locales y la disponibilidad de los elementos necesarios.

El equilibrio económico que se logre depende de las dificultades relativas de las operaciones citadas.

En el caso de un camino cuyo material base debe sustituirse en tramos considerables, con bancos de préstamo muy alejados, el concepto acarreo cobra especial importancia sobre los demás.

En la construcción de presas, es tan importante que en ocasiones ha sido necesario dotarlas de una serie de obras accesorias, tales como caminos y hasta puentes, por donde se pudieran efectuar los acarreos.



La experiencia obtenida, hace aconsejable considerar un detallado análisis en cualquier estudio de optimización para acarreos de grandes volúmenes de tierra en la construcción de aeropuertos, presas y rellenos en general.

Si en principio aceptamos que el acarreo de materiales se debe realizar colocándolos primero en un recipiente y posteriormente trasladándolos al sitio previamente escogido, podemos definir como equipo de acarreo a la máquina o combinación de máquinas, que contando con un sistema adecuado de carga y un dispositivo de descarga, se utilizan para transportar materiales de un lugar a otro.

-air and a ...



5.2 DESCRIPCION

UNIDAD MOTORA

Cualquiera que sea la disposición de la caja y su elemento de unión con la unidad motora, el funcionamiento se logra a base de elementos móviles que requieren de la intervención de una fuerza que es proporcionada por un tractor o unidad motora que convierte la energía de un motor en energía de tracción. Su principal objetivo es el de jalar o empujar cargas, aunque a veces pueden utilizarse también para otros fines.

Su sistema de rodamiento puede ser sobre neumáticos, de dos o cuatro ruedas, o bien sobre orugas.

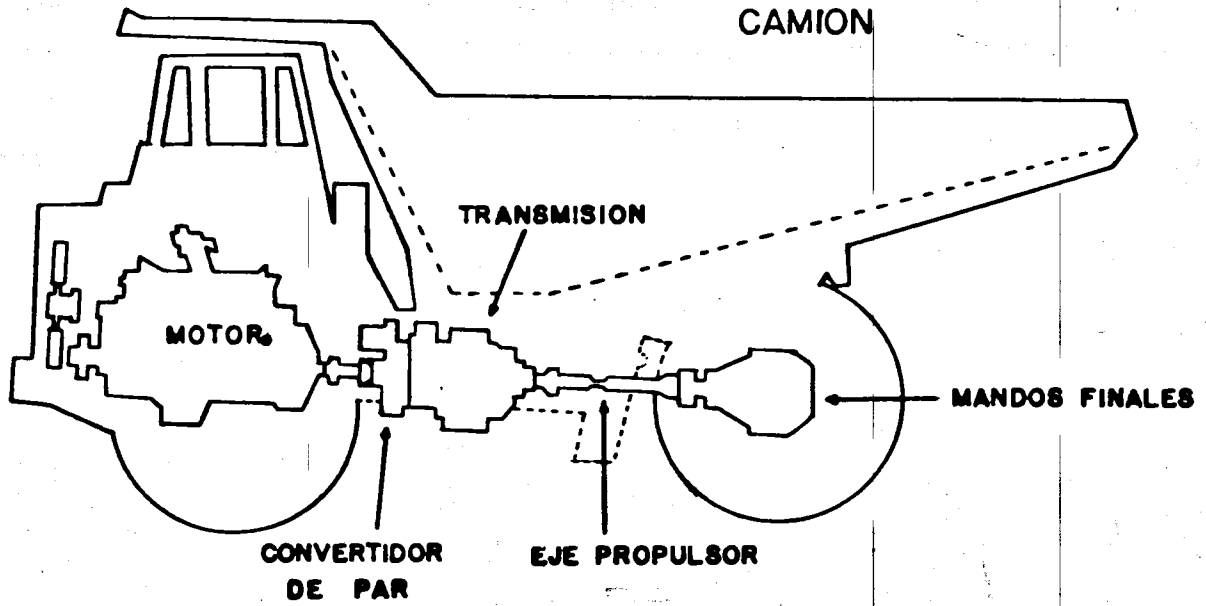
Su potencia depende del fabricante, pero resulta conveniente distinguir entre las potencias del motor, de la polea y de la barra. Esta última es la principal, puesto que es la efectiva y de la que se puede disponer.

El conjunto de elementos que nos permiten obtener una energía de tracción, es conocido como tren de potencia y consta básicamente de:

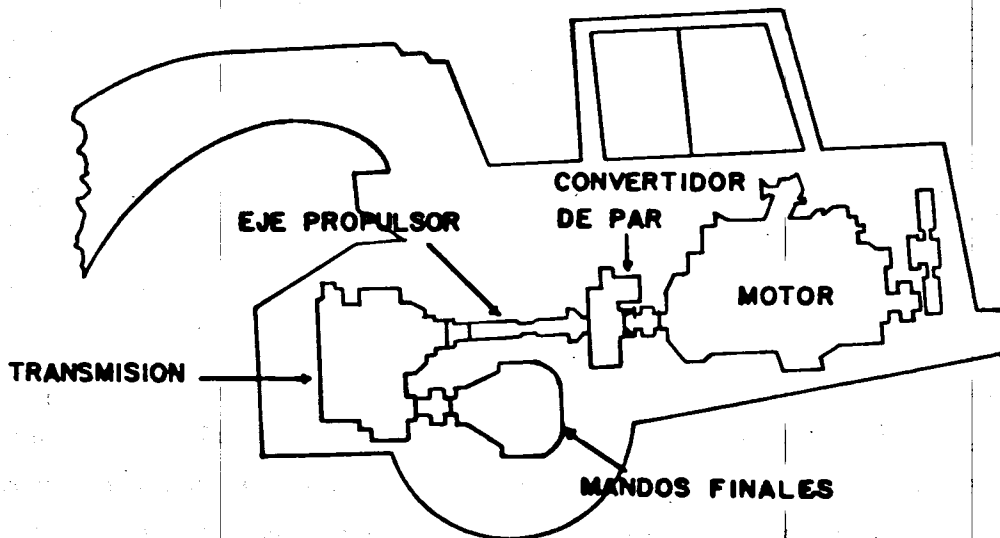
- * Un motor, generalmente diesel turboalimentado y posenfriado para lograr la máxima potencia y mayor eficacia. La potencia al volante varía de acuerdo a las características de la máquina.
- * Un convertidor de par de capacidad variable, que permite distribuir la potencia adecuadamente y con ello reduce el patinaje de las ruedas y la distancia de carga.
- * Una transmisión semiautomática que combina los cambios automáticos con la transmisión directa y la mas eficiente utilización del convertidor de par.

Mandos finales de diseño planetario y ejes semiflotantes.

TREN DE POTENCIA



MOTOESCREPA

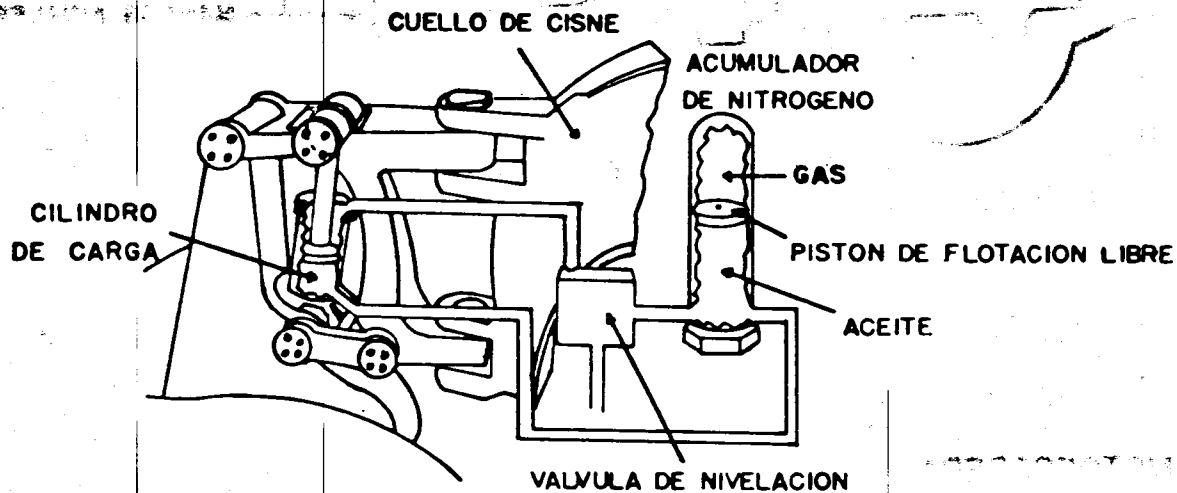


ELEMENTO DE UNION

Al hablar de éste componente, necesariamente debemos referirnos al dispositivo que sostiene tanto a la caja como a la unidad motora. Este dispositivo es conocido como chasis o bastidor y a él también van unidos los sistemas de suspensión y rodamiento.

Así, si el elemento de unión es articulado la caja y la unidad motora tendrán, cada una, su propio chasis, y si el elemento de unión es rígido, la caja y la unidad motora estarán unidas por un bastidor común

ELEMENTOS DE UNION



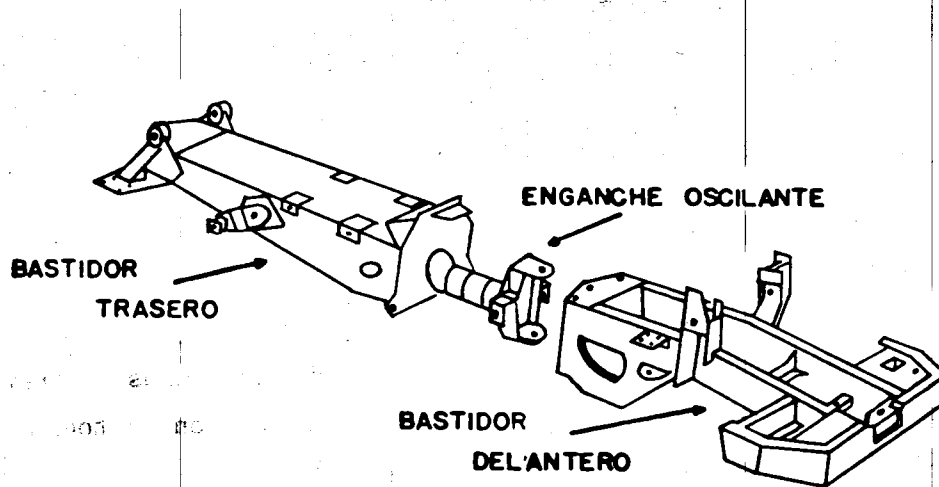
ENGANCHE ARTICULADO AMORTIGUADOR

Esta formado por dos piezas conectadas mediante un dispositivo en paralelogramo. Un cilindro hidráulico montado verticalmente transmite las cargas de choque de las ruedas a dos acumuladores de nitrógeno. El flujo así regulado del aceite amortigua las oscilaciones causadas por los rebotes. Una válvula de nivelación permite centrar automáticamente la posición del pistón en el cilindro sean cuales fueren las cargas de operación.

ENGANCHE ARTICULADO OSCILANTE

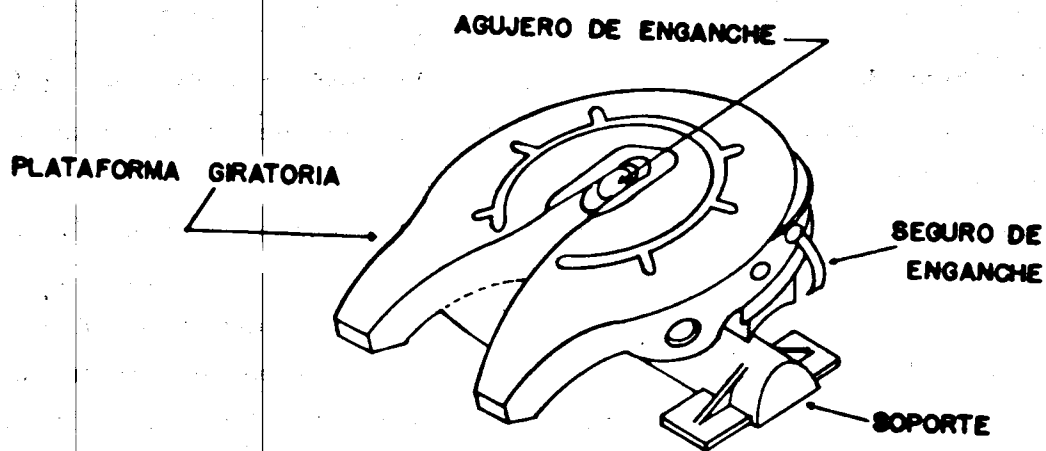
Este tipo de enganche está provisto de cojinetes de gran diámetro, con amplia separación entre sí, para los ejes de articulación y oscilación. Tiene cuatro cojinetes que asegura una perfecta alineación.

El bastidor delantero es achaflanado y de sección en caja. Va provisto en la parte posterior de apoyos para el eje de giro que sirven de unión con el acoplamiento central y el bastidor trasero y un dispositivo que absorbe y amortigua las cargas transmitidas por el sistema de suspensión. El bastidor trasero está formado por largueros de sección doble "T" decreciente.



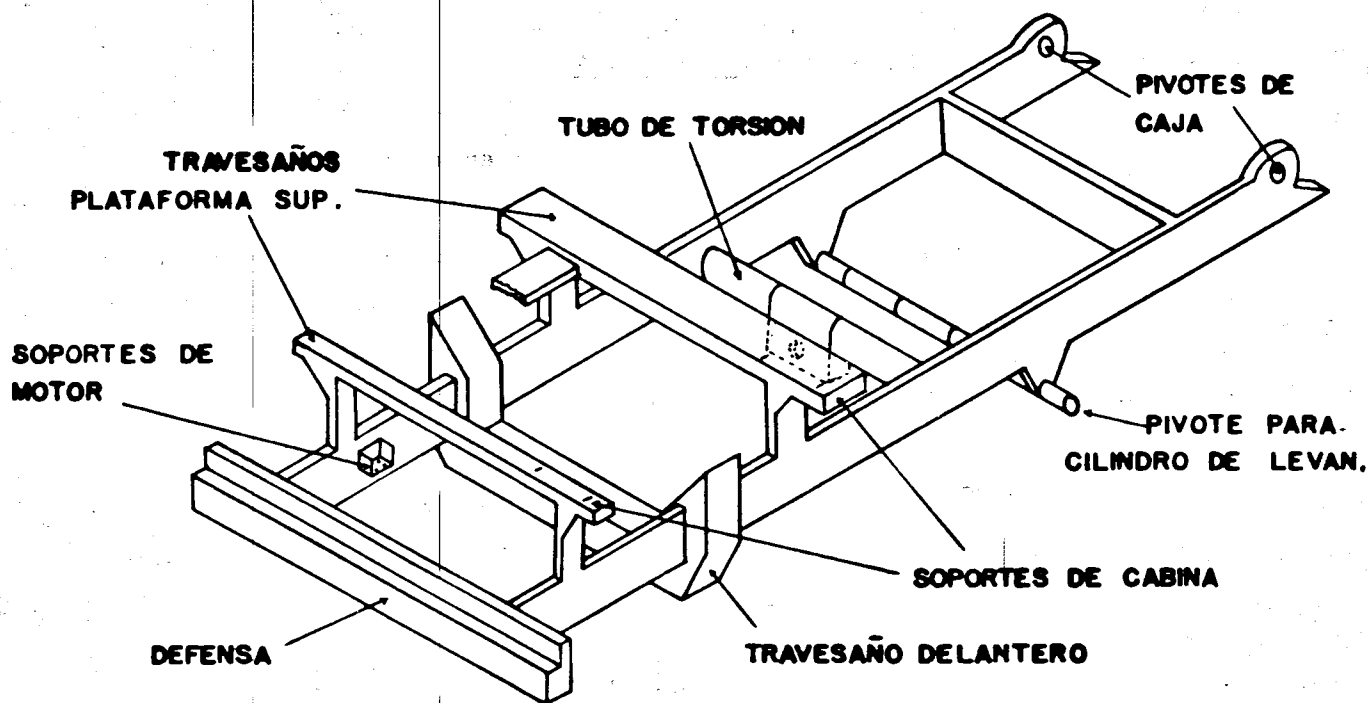
ENGANCHE ARTICULADO O PLATAFORMA GIRATORIA

Es el utilizado por el equipo para circular en carreteras. Para unir la caja mediante éste mecanismo se sostiene a la altura adecuada por medio de puntales hidráulicos o de soportes montados en ruedas. La plataforma giratoria de la caja choca contra la del tractor en el que se acuña y levanta ligeramente hasta que su clavija entra en el agujero. La clavija y el agujero resisten el tiro y los esfuerzos de arrastre y los que se producen para detener la marcha, mientras que la plataforma giratoria soporta el peso.



BASTIDOR COMUN RIGIDO

Esta estructura que soporta enormes esfuerzos de torsión, doblamiento e impacto de interminables ciclos de carga, acarreo y descarga. Debe ser lo suficientemente fuerte para soportarlos y asegurar el éxito de su cometido. Esta construido a base de largueros y travesaños de sección en caja y fundiciones de acero de transición en todas las juntas sujetas a altos esfuerzos.



CAJA

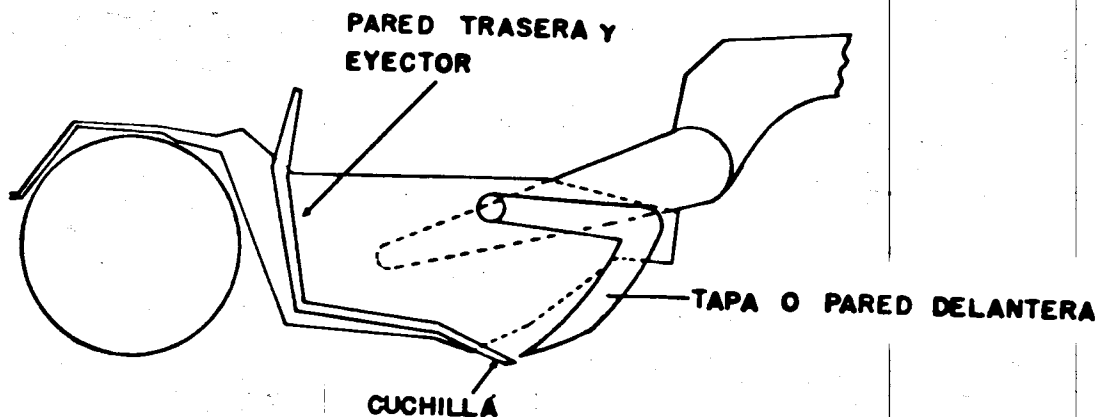
Es la parte de la maquinaria que transporta la carga, y está equipada con dispositivos de carga y/o descarga. Se construyen con aceros de alta resistencia a los impactos. Esta provista de revestimientos especiales que le dan una protección adicional contra materiales abrasivos y cargas de altos impactos.

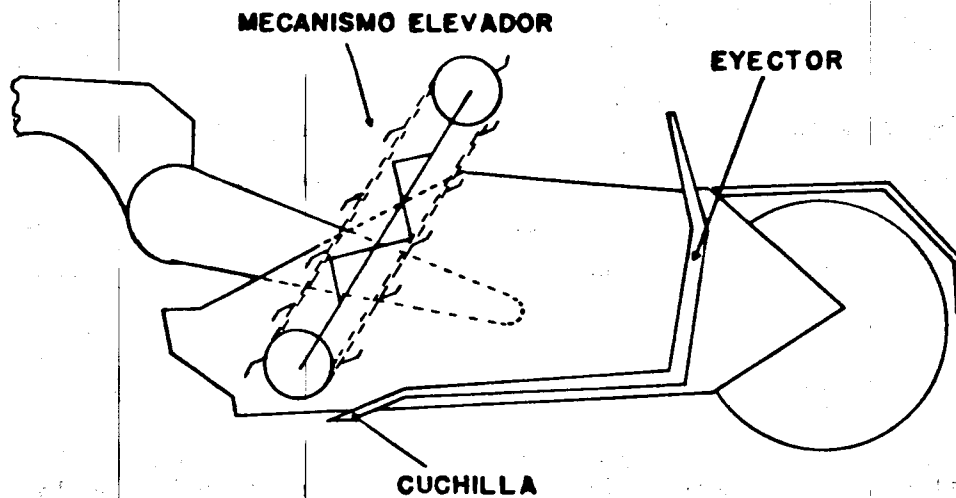
CON DISPOSITIVOS DE CARGA Y DESCARGA

Conocida con el nombre de escrepa. Esta equipada con una cuchilla en la parte delantera del fondo. La tapa delantera es la pared delantera de la caja y puede levantarse o bajarse independientemente de ella. El eyector puede constituir la pared trasera, que se mueve hacia atrás para dejar espacio a la carga y hacia adelante para descargarla. En algunos modelos, el eyector, está constituido por el piso y la pared trasera de la caja, que se inclina hacia arriba y adelante para vaciar.

Utilizan sistemas hidráulicos para ser diversos movimientos y algunos modelos van equipados en la parte delantera con elevadores que llevan la caja.

DISPOSITIVOS DE CARGA Y DESCARGA

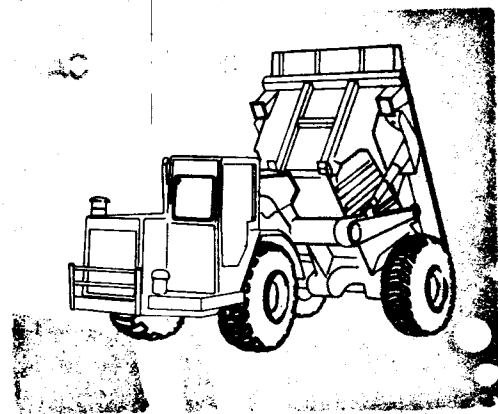
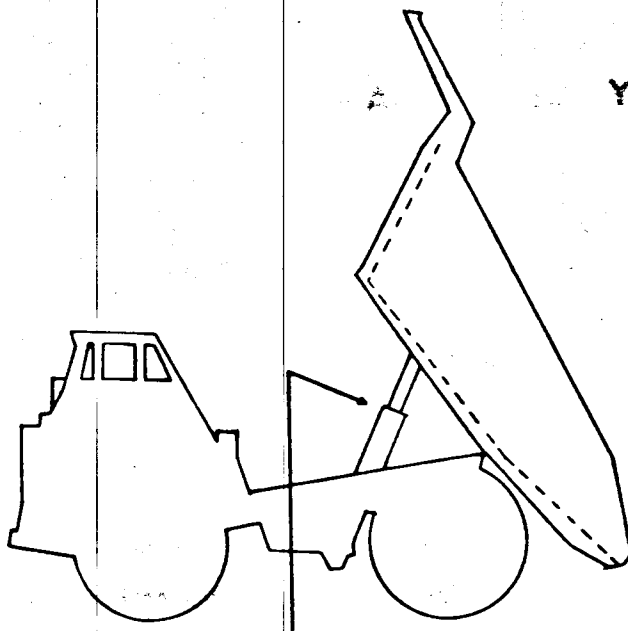




* CON DISPOSITIVO DE DESCARGA

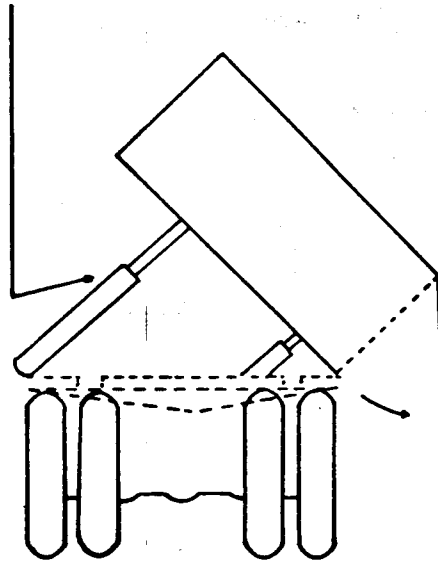
Son cajas equipadas con mecanismos de volteo de funcionamiento hidráulico. La descarga se puede efectuar hacia atrás, hacia los lados, o bien por el fondo.

La construcción de estas cajas se hace con refuerzos ó costillas de acero para darle mayor protección así como en doble declive, lo cual facilita tanto la retención de la carga como la rápida descarga de los materiales.

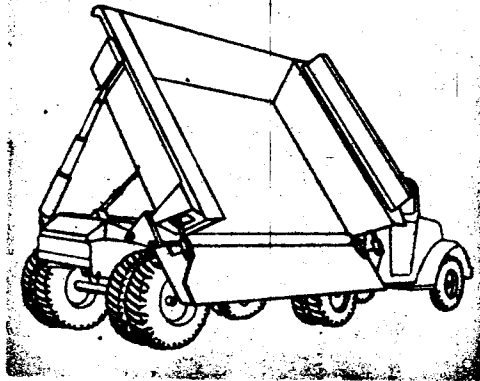


HACIA ATRAS

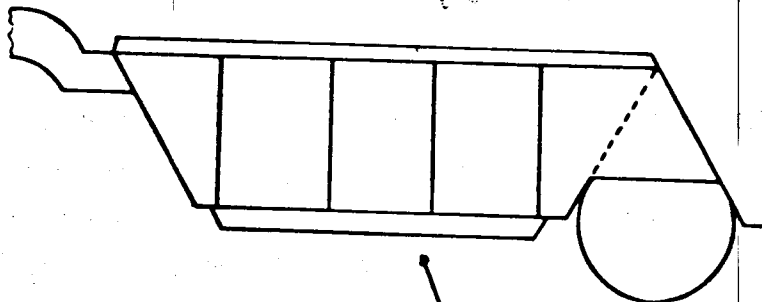
MECANISMO HIDRAULICO



LATERAL



POR EL FONDO



CARGA. - Dentro del equipo pesado de acarreo, existen equipos con dispositivos propios de carga, otros requieren del auxilio de otras maquinarias para ser cargados.

Entre los equipos más representativos que no cuentan con dispositivos de carga se encuentran los camiones, los volquetes, los dumpers, y las vagonetas, cuyo equipo de carga aplicado a éstos, deberá ser analizado correctamente para un buen rendimiento y funcionamiento del equipo. Por ejemplo, Si se dispone de un equipo cargador suficientemente potente, se puede pensar en el uso de grandes camiones, ya que estos constituyen un blanco mayor para cargarlos y así poder aumentar su producción y funcionamiento, reduciendo el material que se tira y consecuentemente los ciclos de duración.

Las escrepas de arrastre, originalmente dependían del tractor para su carga. La introducción de un tractor propulsor dió origen a la Motoescropa, sin embargo, ésta aún requiere de la ayuda de un tractor utilizado como empujador para mayores rendimientos. La utilización de Motoescrapas de 2 motores y Motoescrapas de Tiro y Empuje, permiten rescindir de los empujadores.

Esta primera etapa, de cargado, se observa como baja la caja presentando la cuchilla contra el terreno para realizar el corte. De acuerdo con la profundidad del corte y el ancho de la cuchilla será la longitud de corte para el llenado total de la caja. Una vez llenada la caja, se levanta, se cierra la compuerta delantera y se ejecuta el acarreo.

ACARREO. - Las motoescrapas son las que mayor demanda han tenido últimamente, sobre todo donde se requiere acarrear terracerías a distancias que oscilan entre 200 a 300 mts., debido a que compiten en costo con los sistemas tradicionales de cargador -camión o también cargador- vagoneta, independientemente de otras ventajas, tales como la colocación del material en capas de espesores deseados y no la utilización de otro equipo como la motoconformadora para éste fin.

A medida que la distancia de acarreo aumenta, el rendimiento de las motoescrepas disminuye debido al decremento de ciclo por hora.

En lo referente a la longitud del trayecto, se debe suponer que un camión grande debe mover material a un costo menor que uno pequeño a la misma velocidad. Sin embargo, no debe pensarse que la exclusiva aplicación de los camiones grandes resolverá los problemas del acarreo, ya que éstos requieren, sustancialmente, de mayor espacio y de no contarse con él, se puede desperdiciar mucho tiempo para colocarlos, cargarlos y hasta vaciarlos, de tal manera que su producción resultaría menor y más costosa que la de un camión pequeño. Para trayectos cortos, enteramente fuera de carretera, la aplicación de los volquetes, presenta algunas ventajas como son: su aceleración es superior, el vaciado es más rápido, la solidez de toda la máquina permite trabajar en cualquier terreno y el dispositivo de cambio de velocidades, de construcción especial, tienen en cuenta las condiciones desfavorables del terreno.

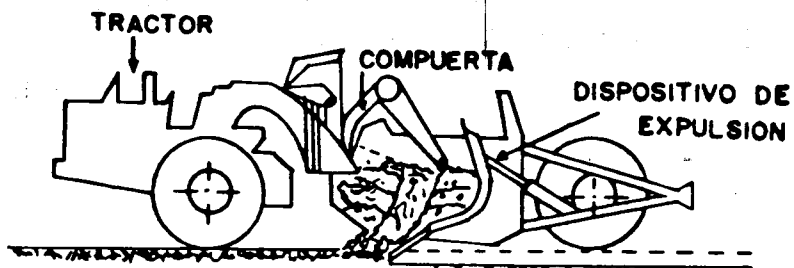
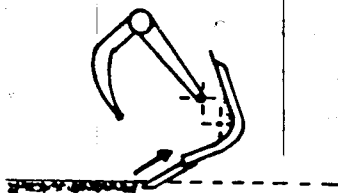
DESCARGA .- Entre los dispositivos más representativos con dispositivos sólo de descarga se encuentran los camiones, los volquetes, los dumpers y las vagonetas, elementos que solo difieren en su forma de descargar ya que su cometido es común: transportar los materiales excavados.

En el ciclo CARGA - ACARREO - DESCARGA, ésta maquinaria desarrolla su máximo esfuerzo solamente durante el acarreo, etapa en la cual debe vencer la fuerza de gravedad y el esfuerzo de rodamiento, ya que el efecto de cortadura y el esfuerzo de rozamiento por presión del material sobre sí mismo (coeficiente de rozamiento interno) los desarrolla la máquina cargadora.

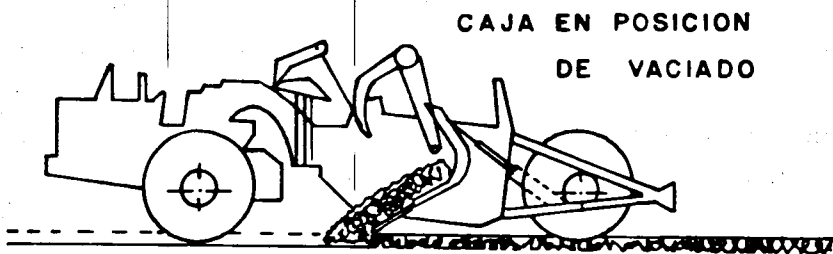
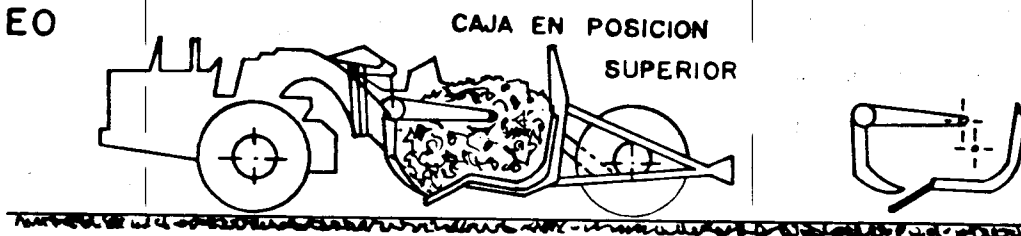
La etapa de descarga de la Motoescrepa consiste en: Llegada al sitio de operación, bajar la caja, levantar la compuerta delantera y expulsar el material mediante la acción de la placa trasera hacia adelante. Esta actividad se realiza en movimiento y se irá extendiendo el material en un longitud y con un espesor de acuerdo a la abertura de descarga.

OPERACION DE UNA MOTOESCREPA

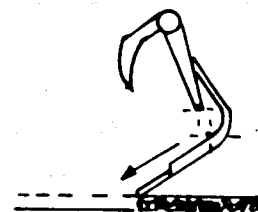
CARGA



ACARREO



DESCARGA



5.3.1 OPERACION DE ESCREPAS Y MOTOESCROPAS

Las antiguas escrepas del tipo de arrastre eran movidas por tractores de orugas. Estas máquinas disponían de la tracción suficiente para cargar las escrepas bajo la mayor parte de las condiciones del suelo. La pasada en la que la escropa cargaba, era la que requería de mayor potencia, resultando más económico aplicarla con la ayuda de otro tractor, que incrementa la de diseño. Posteriormente se cambiaron los tractores de orugas por los de ruedas neumáticas que son más veloces.



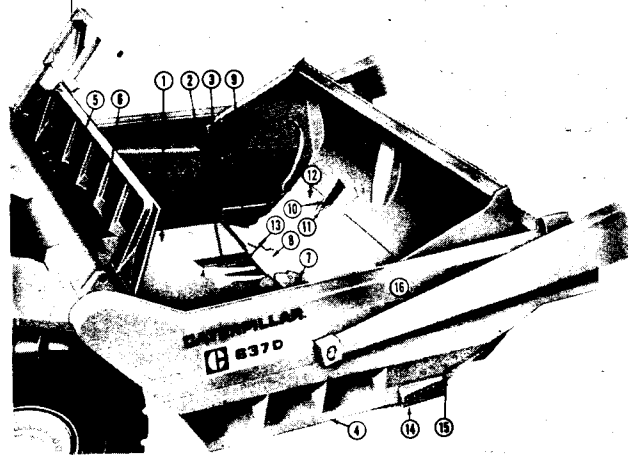
Las operaciones básicas de esta máquina se pueden describir mediante el ciclo: CARGA-ACARREO-DESCARGA.

CARGA. Una motoscrepa se carga bajando la extremidad frontal de la caja hasta que la cuchilla penetre en el suelo y al mismo tiempo levantando la tapa para proporcionar una abertura a través de la cual pueda subir el material. A medida que avanza la motoscrepa y el material entra en la caja, la unidad motora deberá desarrollar su máximo esfuerzo para vencer la fuerza de gravedad, el efecto de cortadura y el esfuerzo de

rozamiento por la presión del material sobre sí mismo a lo largo de todo el cono de ascenso, es por ello que es muy conveniente y prácticamente necesario el uso de tractores de oruga como empujadores auxiliares en la etapa. De no ser así aún las motoescrepas autocargables requerirán de mucho tiempo para lograr su carga.



Para trabajos con rocas, hay disponible la Trailla de Aplicación Especial. Toda la caja es de construcción cerrada para óptima fortaleza. Se utiliza acero de gran resistencia a la tensión en los sectores sujetos a grandes esfuerzos y acción de desgaste. Se tratan térmicamente las planchas del fondo de la caja, los rieles laterales de abajo, el soporte de la cuchilla, el soporte de las puntas de guía y la lámina delantera y borde de la compuerta.



Reforzada para trabajos con rocas:

CAJA

1. Plancha superior del fondo*
2. Plancha inferior del fondo*
3. Planchas laterales
4. Rieles laterales del fondo*
7. Cuchillas*
8. Soporte de la cuchilla*
9. Soporte de la punta de guía*
13. Más nervaduras de soporte para la cuchilla
14. Puntas de guía
15. Refuerzo del soporte de cada punta direccional
16. Plancha de refuerzo lateral

EXPULSOR

5. Plancha delantera
6. Riel inferior

COMPUERTA

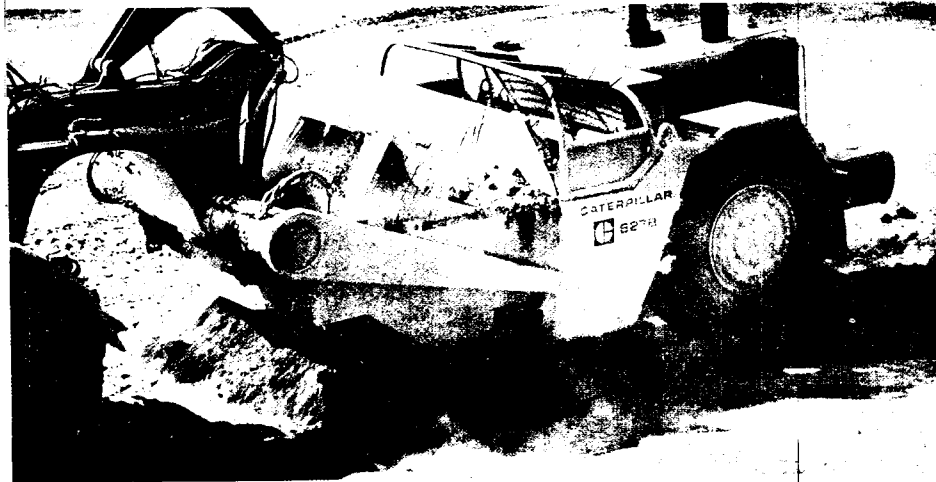
10. Borde: vigas en U*
11. Borde: plancha grande*
12. Plancha delantera de la compuerta*

* Tratamiento térmico

ACARREO. - Cuando la caja está llena, se levanta y al mismo tiempo se baja la tapa para evitar el desplazamiento del material durante el viaje. Es en esta etapa del ciclo en la cual la unidad motora solo debe vencer los esfuerzos de rodamiento y pendiente del terreno.



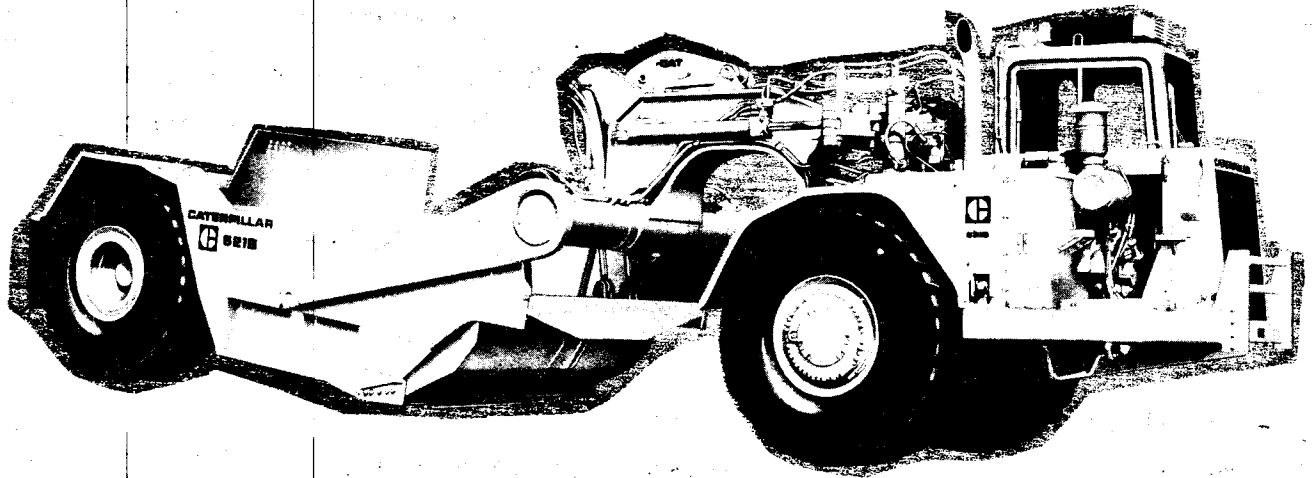
DESCARGA. En el sitio de vaciado se baja la caja según la altura a la que se desee repartir el material deslizando la pared eyectora o basculando hacia arriba y hacia atrás la caja.



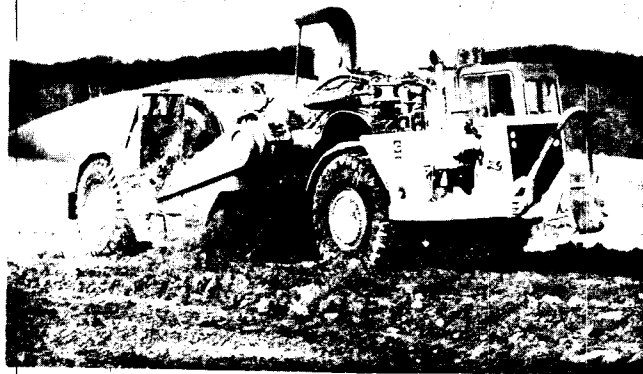
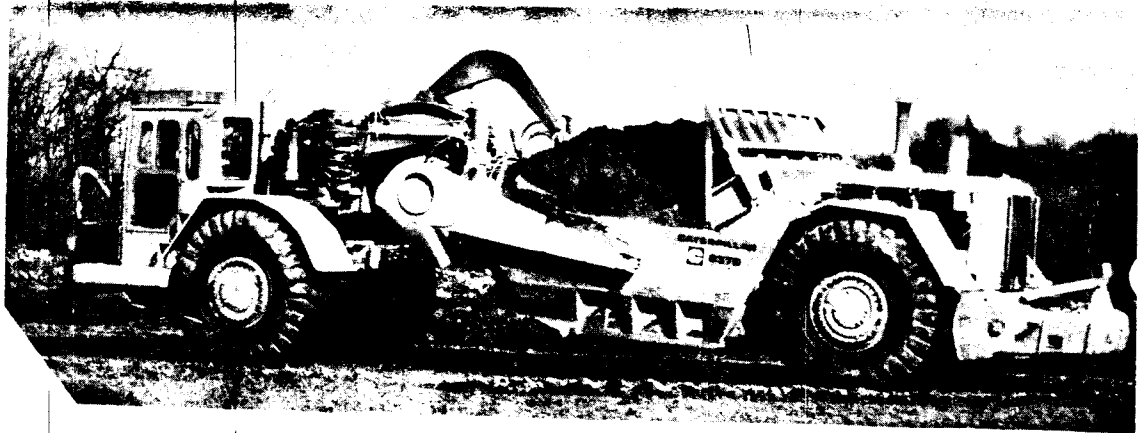
La tendencia a aumentar la potencia de las motoescrepas ha dado como resultado una gran variedad de equipo y modos de operación. Así, en el mercado actual podemos encontrar equipo de hasta 49 metros cúbicos de capacidad de acarreo, operando en forma standard, en tandem, en tiro y empuje (push-pull) y con mecanismos repletadores.

Las motoescrepas standard tienen un solo motor en el tractor que puede ser de uno o dos ejes con neumáticos; para ser cargados requieren de la ayuda de un tractor de orugas que se utiliza como empujador

Estas unidades se utilizan tanto en distancias intermedias o largas con bajas pendientes y caminos de acarreos en buenas condiciones. Trabajan generalmente en grupo de 2, 3 ó 4 unidades en combinación con el tractor empujador de acuerdo con las necesidades de la obra.



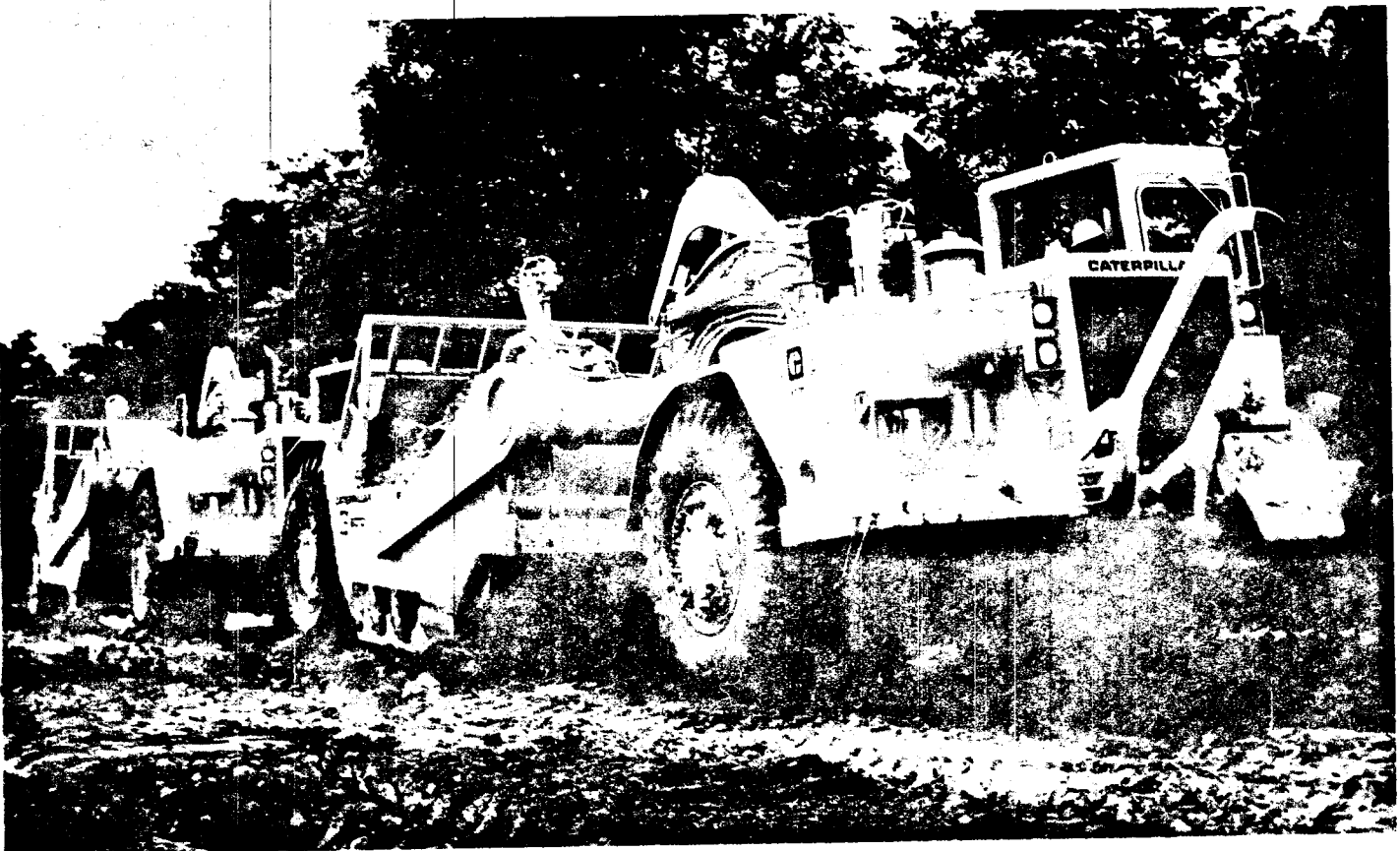
Las motoescrepas de doble tracción se utilizan al igual que - las motoescrepas estandard en distancias intermedias o largas pero debido a su mayor potencia se adaptan para fuertes pen-- dientes y disminuyen el tiempo de la carga siendo recomenda-- ble de todos modos el uso del tractor empujador. Sin embargo en materiales suaves se pueden cargar solas.

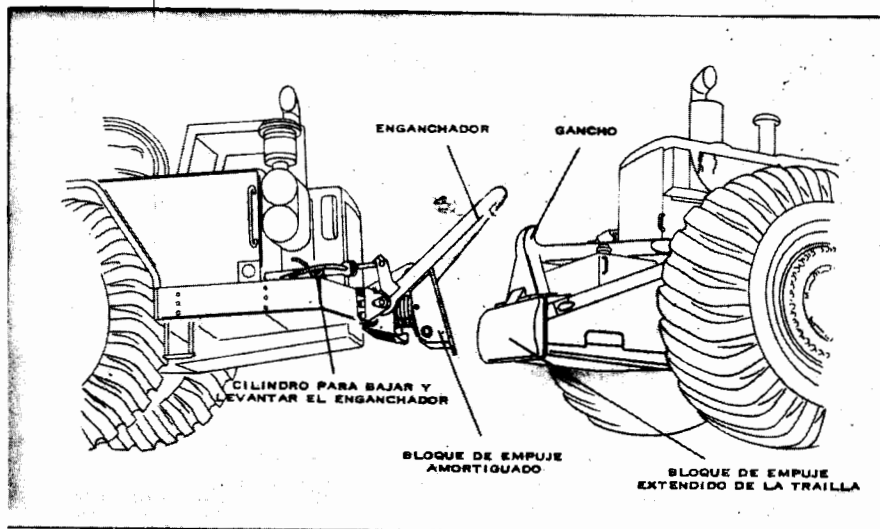


5:3.2 MOTOESCREPAS DE TIRO Y EMPUJE (PUSH-PULL)

Las motoescrepas de tiro y empuje (Push-Pull) Este nuevo concepto ha agregado versatilidad a las escrepas de dos motores, abarcando la extensión de su aplicación a los demás tipos de motoescrepas. Sus ventajas se apoyan principalmente en lo siguiente:

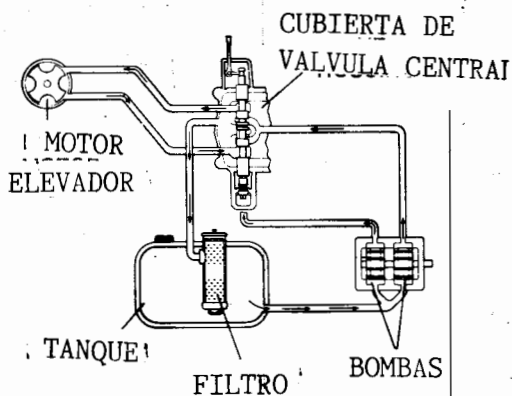
- Se elimina el tractor empujador.
- Se elimina el problema de desproporción posible entre el número de escrepas convencionales y el empujador.
- No se carga al costo el tiempo perdido del empujador.
- Debido a que estas máquinas trabajan en parejas no tienen que esperar por el empujador, no se tiene amontonamiento de máquinas como en las convencionales.
- Es un equipo balanceado con menor inversión.
- El costo por el arreglo consistente en un refuerzo 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 de 2 motores.



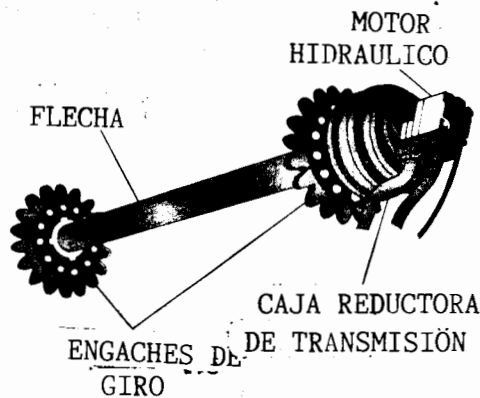


TRAILLAS DE EMPUJE Y TIRO

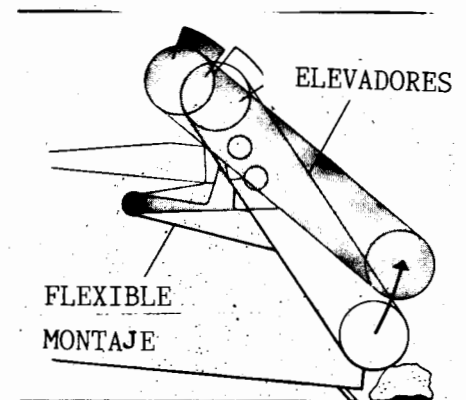
Mediante la disposición de Empuje y Tiro, dos motoescrepas se ayudan mutuamente en la operación de carga, sin el empleo de un tractor empujador. El equipo incluye un bloque de empuje amortiguador y una pieza de agarrar para el tractor, y un bloque de empuje extendido y un gancho para la motoescrepa.



SISTEMA HIDRAULICO MOTOR.— Las partículas de desgaste de las bombas o motores son inmediatamente atrapadas por el filtro. El circuito tiene un ventilador que no permite la entrada de suciedades al circuito que cause reparaciones prematuras.



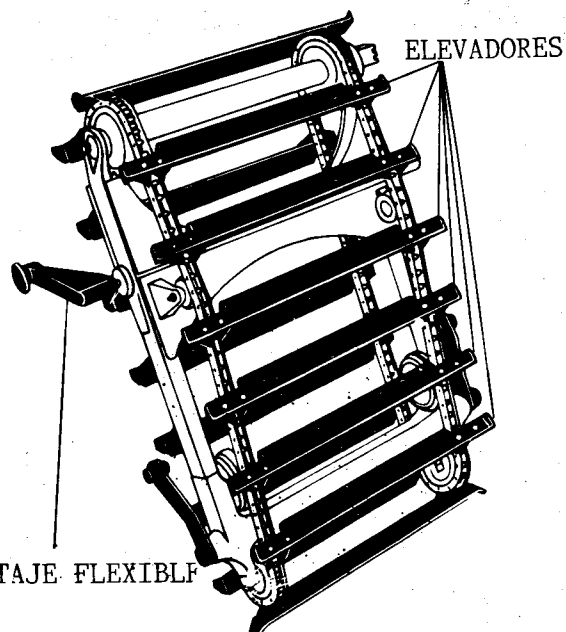
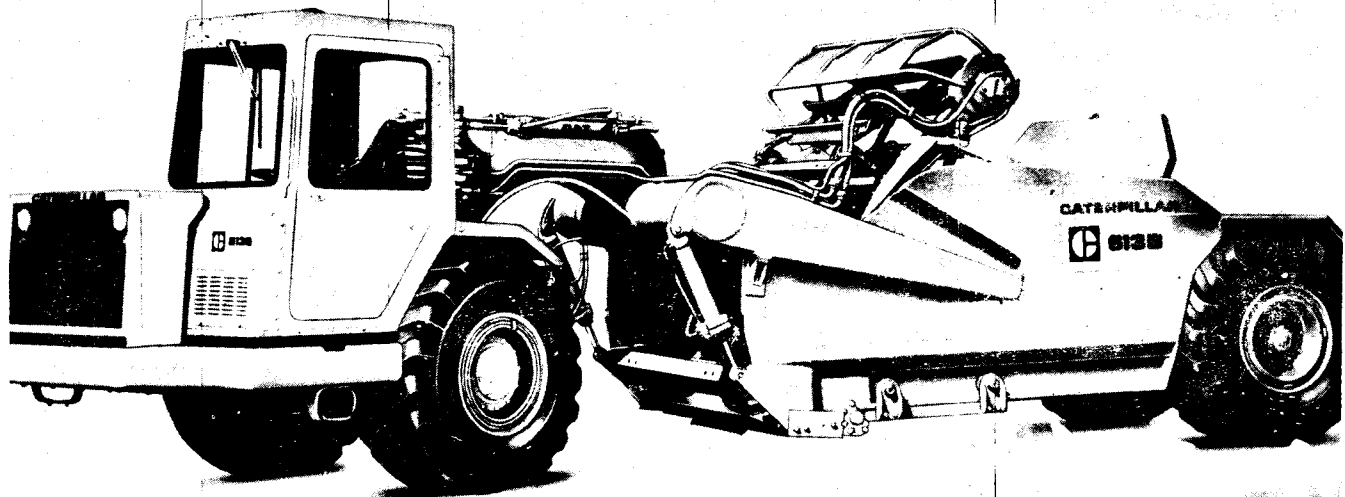
MOTOR HIDRAULICO DE ALTO TORQUE
Gira el elevador hasta alcanzar un nivel de velocidad constante bajo la acción de una carga pesada. Esto permite al operador seleccionar la mejor profundidad para cargar sin un ajuste continuo. Permite cortar el enraze fácilmente, con mayor eficiencia al estar cargando en la siguiente pasada.



MONTAJE FLEXIBLE.— Protege al elevador de los golpes que pueden producirse por la acción de piedras o fragmentos de rocas, al estar cargando. Retorna a su posición inicial luego de haber cargado el objeto.

5.3.3 MOTOESCREPAS AUTOCARGABLES

Con mecanismo elevador. Funcionan mediante un sistema de paletas elevadoras las cuales van cargando el material dentro de la caja. Este tipo de máquinas no requieren del tractor empujador, se usan para materiales suaves. Son muy útiles para excavaren 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.



5.4 CAMIONES FUERA DE CARRETERA

5.4.1 GENERALIDADES

Son vehículos que se desplazan a grandes distancias por medio de llantas, que se diseñan para transportar a (altas velocidades) tanto equipos de maquinaria, como cargas y volúmenes de gran tamaño. Emplean llantas dobles de propulsión y constituyen en sí el equipo representativo de estas máquinas.

Los camiones que se proyectan para fuera de las carreteras, no se sujetan a ninguna restricción legal respecto al peso o tamaño, que pueden ser de una anchura de 2.50 a 4.50 mts. alcanzando velocidades máximas de 70 Km/h aunque su potencia y las pendientes permiten velocidades mayores. Para éstos, el número de velocidades sobrepasa al de los vehículos ordinarios, llegando a ser en ocasiones hasta de diez o más en marcha hacia adelante y de una a tres en reversa.



5.4.2 CLASIFICACION

Los camiones para fuera de carreteras se dividen en:

- a. Volteos
- b. Volquetes
- c. Vagonetas
- d. Dumpsters

a. VOLTEOS

Equipo exclusivo para transporte o acarreo del material extraído, diseñado para circular dentro y fuera de las carreteras tanto por los camiones de tipo ligero como pesado. Estas máquinas constan de una caja metálica ó volteo, que es de accionamiento hidráulico y descarga trasera, puede ser de tipo ordinario o del que se usa para rocas, aunque también las hay con equipos desmontables, donde la caja o recipiente que se deposita sobre el suelo para la carga, es levantada dentro del camión y devuelta a éste mediante un sistema elevador hidráulico ó mecánico, donde un solo camión es capaz de trabajar con varios recipientes a la vez acomodándolos uno encima del otro.

En la actualidad podemos encontrar en el mercado camiones para fuera de carretera con capacidades y potencias muy altas, como se puede apreciar en la siguiente relación:

MODELO	CAPACIDAD	POTENCIA
769 C	31.8 TON.	450 HP
773 B	45.4 TON.	650 HP
777	77 TON.	870 HP



b. Volquetes

Se emplean en las obras de movimiento de tierra por su gran movilidad y rapidéz, así como la gran adaptabilidad para trabajos fuera de las carreteras y en suelos vírgenes, aunque a veces llegan a transitar por los caminos y por buenas pistas. Se clasifican a menudo en la categoría de los camiones, pero en realidad se encuentran entre el grupo del tractor-remolque y del camión, aunque de todas maneras es considerado como equipo del tipo pesado. En la actualidad se construyen modelos aún más pequeños que los normales que funcionan a base de gasolina y como carretillas motorizadas.



c. Vagonetas

Son unidades diseñadas exclusivamente para efectuar grandes movimientos de tierra, soportadas sobre uno o dos ejes de llantas y articuladas a un tractor o camión para su desplazamiento. Estas máquinas que básicamente constan de una caja montada sobre el bastidor y de un vehículo propulsor que se mueve a base de diesel, se clasifican en semirremolques y remolques.

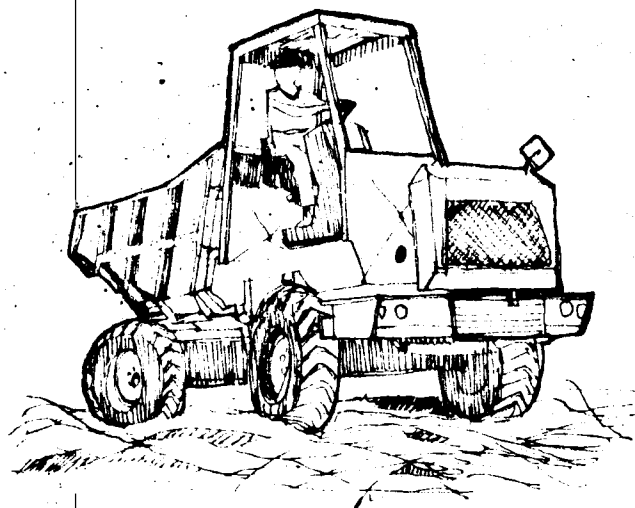
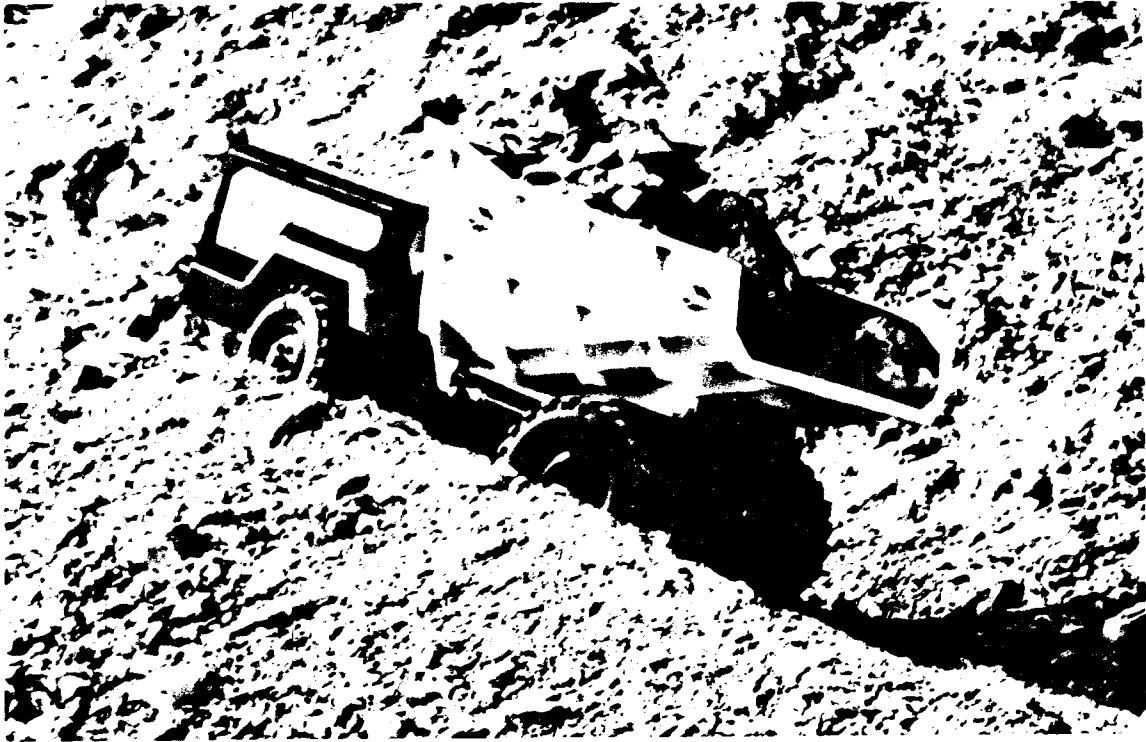


CAPACIDAD 100 TONS. (60 MTS 3.)

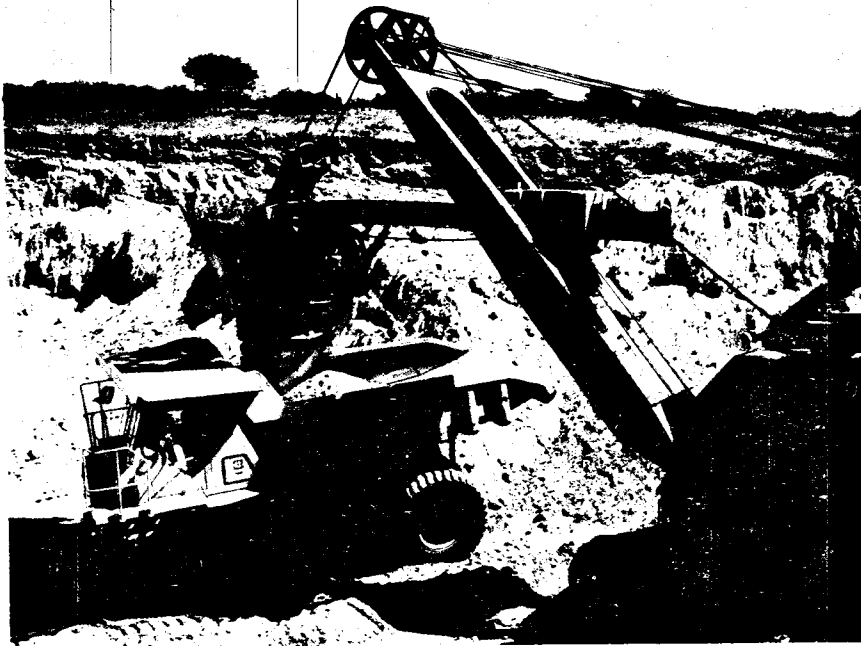
d. Dumptors

Son volquetes, compuestos por un motor, una caja y un bastidor, formado por una sola unidad para efectuar acarreos cortos. Presentan además un chasis semejante al de los tractores de llantas y tienen la particularidad de ser operados en ambos sentidos mediante dos tableros de control que se encuentran en el interior de la cabina, accionando uno u otro según sea la dirección en que se camina. Generalmente son de tracción propia y se mueven a base de diesel; van sostenidos so-

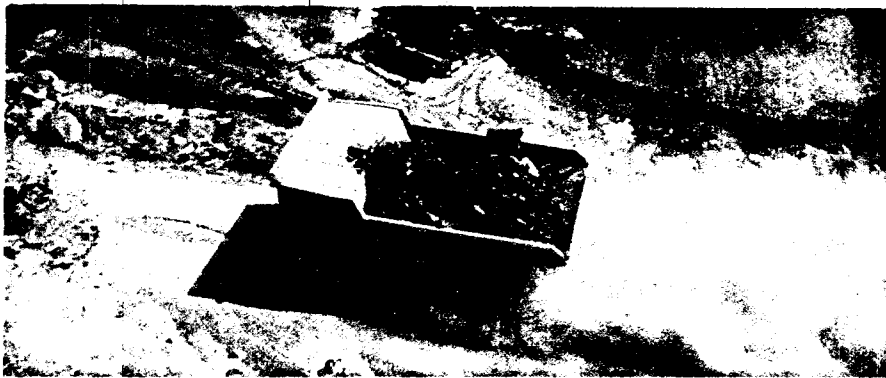
bre dos llantas de propulsión en su parte trasera y dos ruedas directrices en la delantera, a veces las llantas delanteras también son de tracción propia.



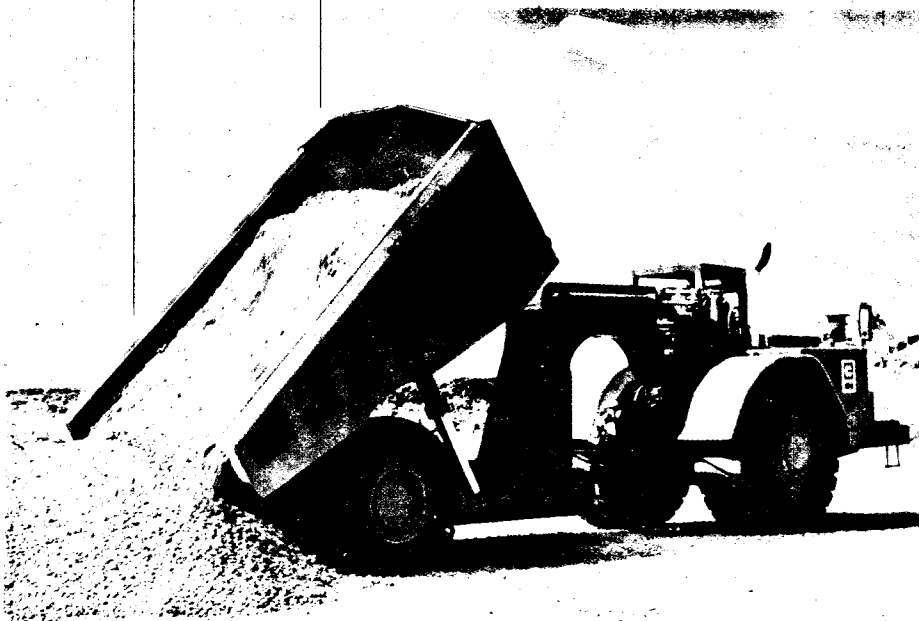
OPERACION DE UN CAMION



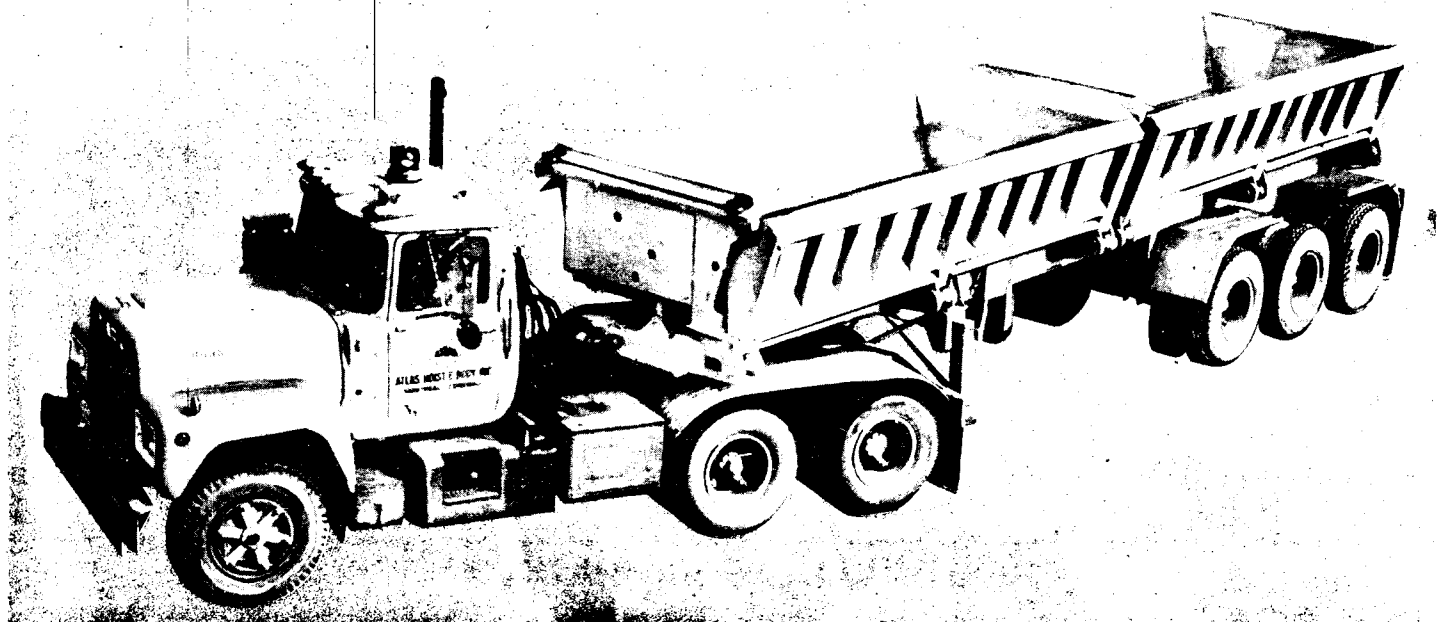
CARGA



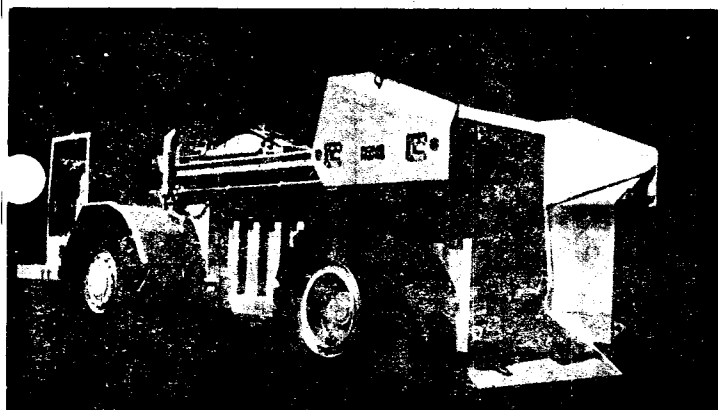
ACARREO



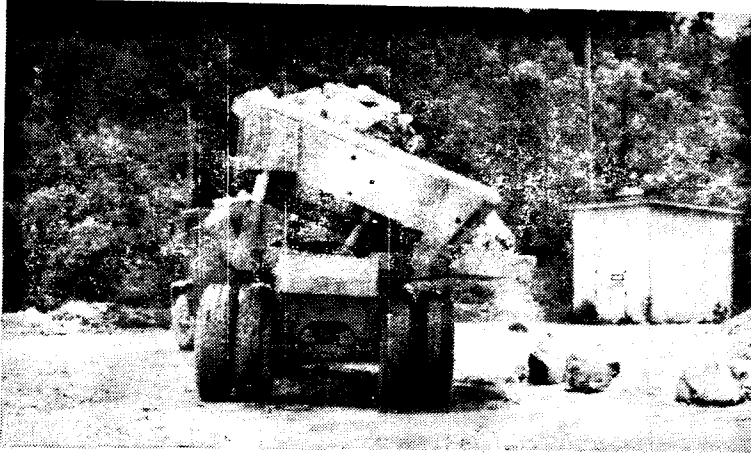
DESCARGA



CAMION CON DOBLE CAJA Y DESCARGA LATERAL



CAMION CON EYECTOR TRASERO PARA DESALOJAR LA CARGA



MANIOBRAS DE UN CAMION CON TRANSPORTE DE MATERIAL EN DOBLE CAJA Y DESCARGA LATERAL



5.5 RENDIMIENTO DEL EQUIPO PESADO DE ACARREO

A. MAQUINARIA CON DISPOSITIVO DE CARGA Y/O DESCARGA

El cálculo del rendimiento para el equipo de acarreo en construcción pesada consiste, básicamente, en determinar la fuerza de tracción necesaria - que debe proporcionarse a la maquinaria, en cada una de las fases del ciclo CARGA-ACARREO-DESCARGA, en un terreno determinado, para lograr una velocidad de avance que venza las fuerzas que se opongan a su movimiento.

La determinación de esta velocidad de avance es de suma importancia ya que de ella depende el tiempo en que la máquina completa el ciclo antes mencionado y el rendimiento directamente del número de ciclos que ejecute la máquina en la unidad de tiempo.

El tiempo requerido para completar un ciclo consta de los siguientes puntos:

1. Carga
2. Viaje hasta el terraplén o relleno
3. Descarga y maniobras
4. Regreso al banco
5. Maniobras y descargas.

Los puntos 1, 3 y 5 la mayoría de las veces se combinan en un solo valor llamado tiempo fijo, ya que son razonablemente constantes para una obra dada.

Los puntos 2 y 4 se incluyen en los tiempos variables que comprenden los viajes de ida y vuelta entre el banco y el terraplén o relleno.

La determinación de estos tiempos y por ende la del rendimiento teórico de la maquinaria de acarreo se obtiene mediante los siguientes métodos:

POR OBSERVACION DIRECTA.- Mediante este método el rendimiento se obtiene de la medida directa de los volúmenes de materiales movidos por la maquinaria durante la unidad horaria de trabajo. Esta forma presenta el inconveniente de poder medir solo aquellos volúmenes que se mueven al instante de la medición.

POR FORMULAS.- Se debe calcular la capacidad nominal, que es la cantidad de material que se mueve en la unidad de tiempo afectada por factores de corrección expresados en porcentajes.

POR GRAFICAS O NOMOGRAMAS.- Es el método más adecuado para calcular el rendimiento de los equipos pesados de transporte. Se utilizan las gráficas VRT (velocidad-resistencia-fuerza) y OF (optimización de frenaje) proporcionadas por los fabricantes del equipo.

Para utilizar éstas gráficas conviene definir los siguientes conceptos:

RIMPULL O FUERZA DE TRACCION EN LAS LLANTAS.- Este concepto se refiere a la fuerza de tracción que por especificación de construcción tiene disponible, en libras o kilogramos, una máquina en las llantas a diversas velocidades. Esta fuerza es la que le permite, al rodar, jalar una carga pesada y se ve afectada por el coeficiente de tracción que se desarrolla entre llantas y suelo.

PESO DE LA MAQUINA.- Se refiere al peso total y comprende los conceptos: Vacía, por especificación del fabricante y cargada de acuerdo al abudamiento y peso específico del material que transporta.

RESISTENCIA TOTAL.- Para que una máquina se mueva debe vencer dos clases de resistencias; la que se conoce como resistencia al rodamiento y la que debe superar para vencer ciertas inclinaciones del camino que se manejan en porcentaje de pendiente. La primera se da en kilogramos por tonelada de peso, pero puede transformarse en porcentaje de pendiente adversa, con lo cual ambas quedan expresadas en las mismas unidades. Dicha transformación se efectúa considerando cada 10 kg/ton. de resistencia al rodamiento igual a un 1% de pendiente. Es decir, existe una pendiente real topográfica y una pendiente virtual por resistencia al rodamiento que la máquina debe vencer.

Cada uno de los conceptos anteriores se puede calcular mediante las expresiones siguientes:

LA PENDIENTE EFECTIVA. (Pe)

$$Pe = Pr + Pv, \quad \text{en donde:}$$

Pr = Pendiente real. % ó Kg/Ton.

Pv = Pendiente virtual. % ó Kg/Ton.

LA RESISTENCIA TOTAL. (Rt)

$$Rt = Pm Pe (1 + Fa) , \quad \text{en donde:}$$

Pm = Peso de la máquina. (Ton)

Pe = Pendiente efectiva. (Kg/Ton)

Fa = Pérdidas por altitud. (1% por cada 100 metros después
de los 1500 m.s.n.m.)

LA FUERZA DE TRACCIÓN UTILIZABLE. (Ft)

$$Ft = Pm C N (1 - Fa) , \quad \text{en donde:}$$

Pm = Peso de la máquina.

C = Coeficiente de tracción.

N = Factor de distribución sobre ruedas motrices.

Fa = Pérdidas por altitud.

TIEMPOS FIJOS USUALES.

a) MOTOESCREPAS

MODELO	TIPO DE CARGA	TIEMPO DE CARGA (min.)	MANIOBRAS Y DESCARGA
613B	Autocargadora	0.9	0.7
621B	Tractor D8K	0.7	0.7
623B	Autocargadora	0.9	0.7
627B	Tractor D8K	0.6	0.6
627B/E	Autocargadora	0.8'	0.7
631D	Tractor D9H	0.7	0.7
633D	Autocargadora	0.9	0.7
637D	Tractor D9H	0.6	0.6
637D/E	Autocargadora	0.9'	0.7
639D	Autocargadora	1.0	0.7
641B	Dos tractores D9H	0.7	0.7
651B	Dos tractores D9H	0.7	0.7
657B	Dos tractores D9H	0.5	0.6
657B/E	Autocargadora	1.0'	0.7

Tiempo de carga del par de máquinas, incluso tiempo de transferencia.

b) CAMIONES.

Los tiempos reales variarán según el trabajo y las condiciones. Para fines de aplicación utilizar:

TIEMPO FIJO = Tiempo de reemplazo de camiones en el frente + Tiempo en maniobrar y descargar

Tiempo de reemplazo de camiones en el frente. 0.6. a 0.8 min.
 Tiempo en maniobrar y descargar 1.0 min.

COEFICIENTES DE FRICCIÓN

MATERIAL	0	COEFICIENTE DE FRICCIÓN PARA LLANTAS.
Concreto		0.90
Arcilla seca	7.0	0.55
Arcilla húmeda	6.0	0.45
Arcilla seca con rodadas	A 0	0.40
Arena seca		0.20
Arena húmeda		0.40
Rezaga		0.65
Tierra firme		0.55
Tierra suelta		0.45

La fuerza de tracción utilizable se distribuye sobre las llantas motrices, de las siguientes maneras:

Para las motoescrepas se aplica el 54% del peso total si va cargada y 60% del peso total si va vacía.

Para camiones se aplica el 50% del peso total.

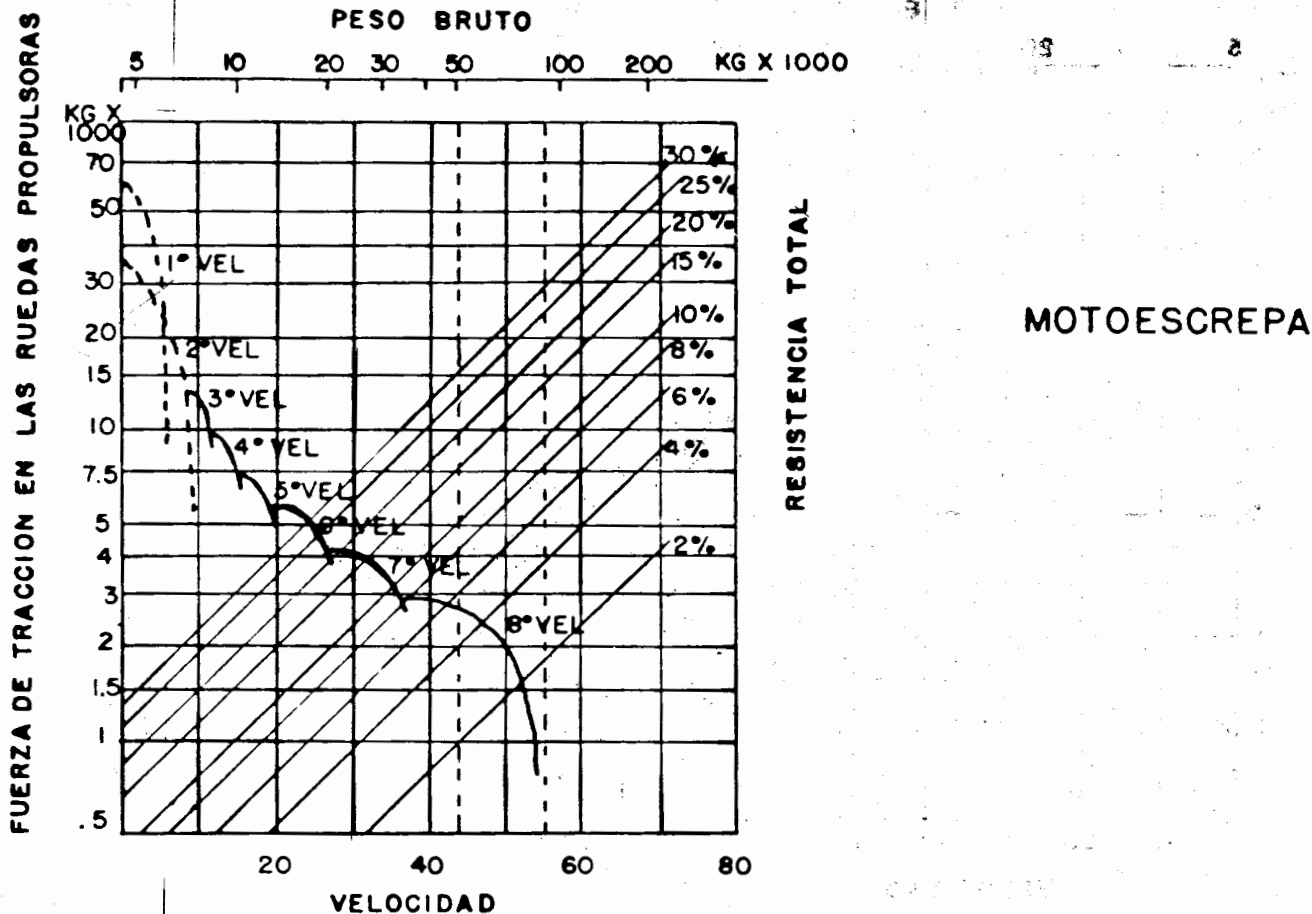
DENSIDADES APROXIMADAS DE ALGUNOS MATERIALES

MATERIAL	Kg/m ³ EN BANCO	% DE EXPANSION	Kg/m ³ DE MATERIAL SUELTO	FACTOR VOLUMETRICO DE CONVERSION
Basalto	2970	49	1960	0.67
Bauxita	1900	33	1420	.75
Caliche	2260	01	1250	.55
Carnotita, mineral de uranio	2200	35	1630	.74
Ceniza	860	55	560	.66
Arcilla: Lecho natural	2020	22	1660	.82
Seca	1840	23	1480	.81
Mojada	2080	25	1660	.80
Arcilla y grava: Secas	1660	18	1420	.85
Mojadas	1840	18	1540	.85
Carbón : antracita en bruto	1600	35	1190	.74
Ceniza, carbón bituminoso	890	07	650	.93
Roca compuesta:				
75% roca; 25% tierra	2790	43	1950	.70
50% roca; 50% tierra	2280	33	1720	.75
25% roca; 75% tierra	1960	25	1570	.80
Tierra: apisonada y seca	1900	25	1510	.80
excavada y mojada	2020	26	1700	.79
marga	1540	25	1250	.80
Granito fragmentado	2730	64	1660	.61
Grava: de cantera	2170	12	1930	.89
seca	1690	12	1510	.89
Yeso: fragmentado	3170	75	1810	.57
triturado	2790	75	1600	.57
Piedra caliza: fragmentada	2610	69	1540	.59
Arena: seca y suelta	1600	12	1420	.89
húmeda	1900	12	1690	.89
mojada	2080	12	1840	.89
Arena y arcilla suelta	2020	27	1600	.79
Arena y grava: seca	1930	12	1720	.89
mojada	2230	10	2020	.91
Arenisca	2520	67	1510	.60
Esquisto	1660	33	1250	.75
Escoria fragmentada	2940	67	1750	.60
Piedra Triturada	2670	67	1600	.60
Tierra Vegetal	1370	43	950	.70
Roca trapeana fragmentada	2610	49	1750	.67

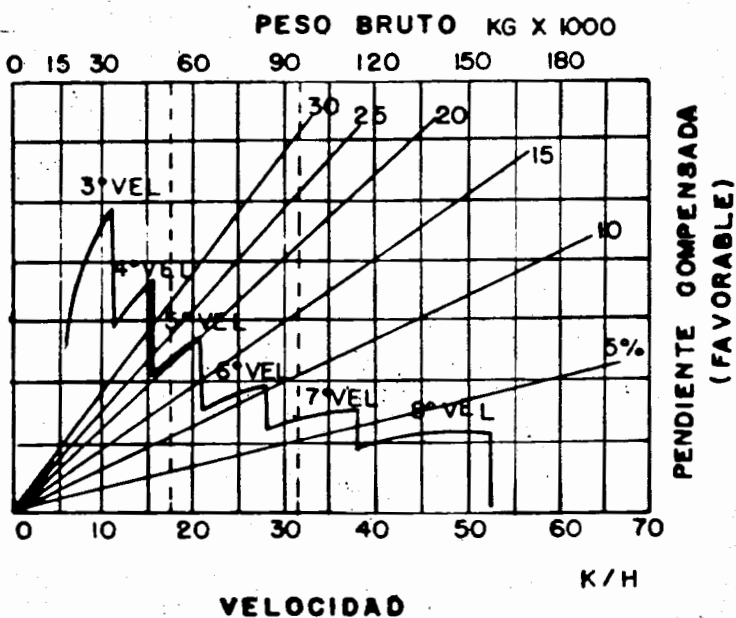
RESISTENCIA AL RODAMIENTO

TIPO DE CAMINO	RESISTENCIA	
	Kg/Ton	%
Superficie dura, liza estabilizada con humedad y mantenimiento. Sin penetración interior de las llantas.	20	2
Superficie firme, lisa sin estabilizar con polvo, que se flexiona ligeramente bajo la cara o está ondulada. Mantenimiento regular y algo humedecida.	30	3
Superficie lodosa, con carriles de las rodadas sin mantenimiento ni estabilización, con penetración:		
a) Entre 1 y 2 pulgadas	50	5
b) Entre 4 y 6 pulgadas	75	7.5
Arena suelta o grava.	100	10
Camino en pésimas condiciones de mantenimiento (blando, fangoso con rodadas)	200	20
Camino pavimentado	35	3.5
Camino revestido	50	5
Camino sin revestir	65	6.5

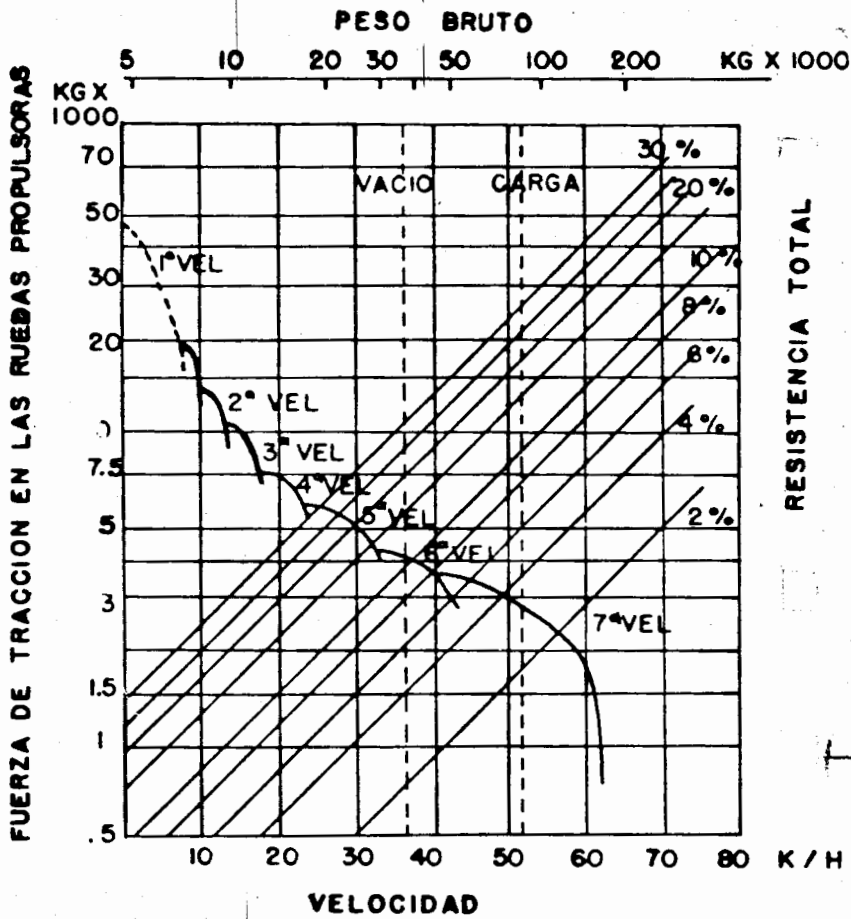
GRAFICAS : VRT-OF



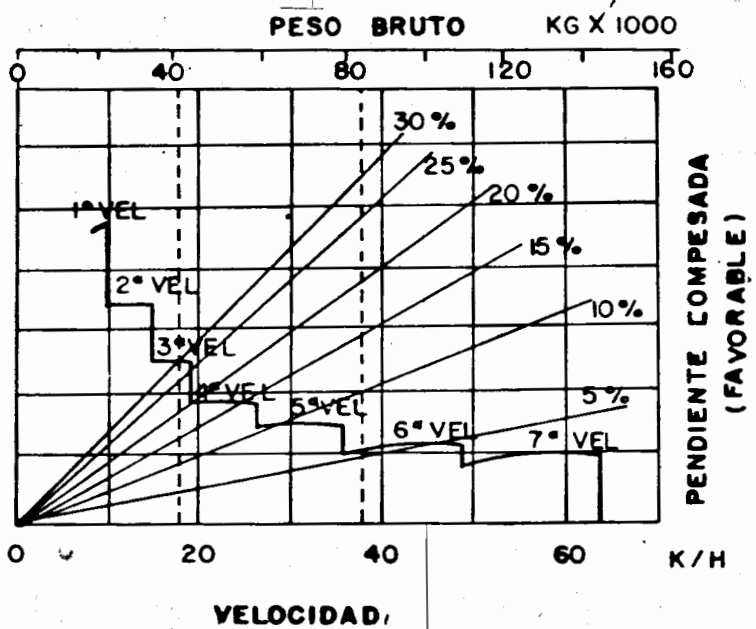
LOS VALORES DE ESTAS GRAFICAS
VARIAN SEGUN EL MODELO



GRAFICAS VRT-OF



CAMIONES.

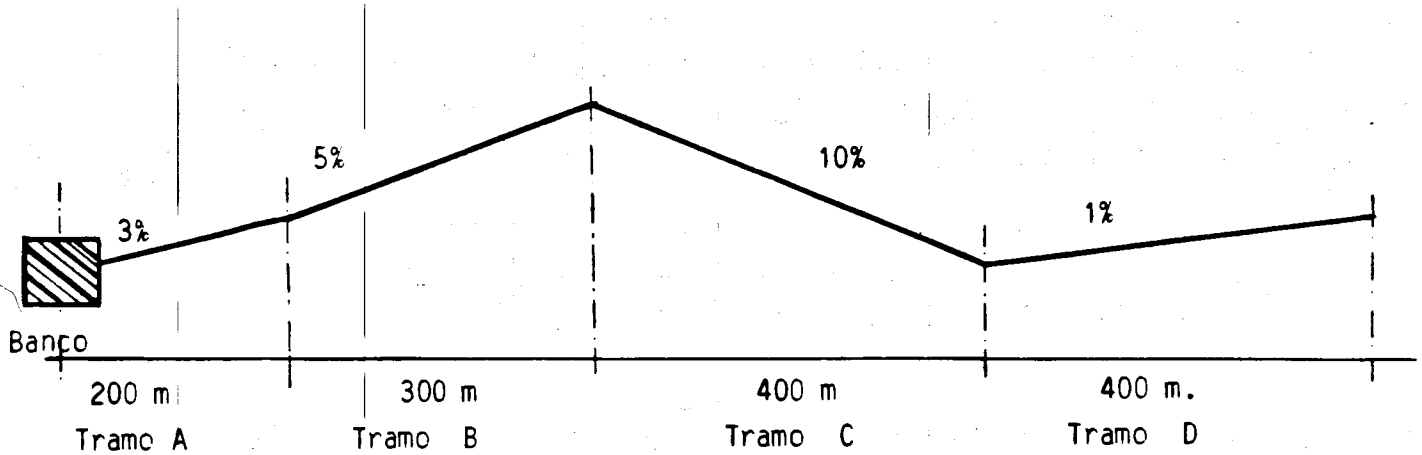


LOS VALORES DE ESTAS GRAFICAS VARIAN SEGUN EL MODELO

PROBLEMA

Se requiere realizar el movimiento con motoescrepas de 16 yd³ de 200,000 M³ mensuales (medidos en banco) de un material arcillo-arenosa con abundamiento del 20% y con un peso específico de 1,780 Kg./m³. (3,000 Ibs/yd³). Se trabajan dos turnos de 12 horas 25 días al mes.

La capacidad de las escrepas es de 16 yd³ (12.22 M³) y su peso vacía es de 29,120 Kg. La superficie de rodamiento es del tipo dos (Firme, lisa sin estabilizar con flexionamiento regular). El trabajo se encuentra a 3,000 m.s.n.m. Calcular el número de Motoescrepas necesarias si la eficiencia del trabajo es del 75% (45 minutos efectivos por hora) y el perfil del camino es el siguiente.



ANALISIS DE LA RESISTENCIA TOTAL

Rodamiento

(30 kg/ton)

Pendiente

(10 kg/ton)

RESISTENCIA TOTAL EN KG/TON

TRAMO	R	P	TOTAL	TRAMO	R	P	TOTAL
A	30	30	60	D	30	-10	20
B	30	50	80	C	30	+100	130
C	30	-100	-70	B	30	-50	-20
D	30	10	40	A	30	-30	0

RESISTENCIA TOTAL EN EQUIVALENTE A % DE PENDIENTE

TRAMO	IDA	TRAMO	REGRESO
A	6%	D	2%
B	8%	C	13%
C	-7%	B	-2%
D	4%	A	0%

RESISTENCIA TOTAL EN KGS. INCLUYENDO LA PERDIDA DE POTENCIA POR ALTITUD (15%)

TRAMO	I D A	TRAMO	REGRESO
A	60 X 50.9 X 1.15 = 3,512 Kg.	D	20X29.1 X 1.15 = 669kg
B	80 X 50.9 X 1.15 = 4,682 kg.	C	130X29.1 X 1.15 = 4,350kg
C	-70 X 50.9 X 1.15 = 4,097 kg.	B	-20X29.1 X 1.15 = 669 Kg
D	40 X 50.9 X 1.15 = 2,341 Kg.	A	0X29.1 X 1.15 = 0Kg.

PESOS DE LA MAQUINA

VACIA		29,120 Kg.
CARGADA	29,120 + 1,780 X 12,22	50,872 Kg.

FUERZA DE TRACCION UTILIZABLE

Coefficiente de Fricción = 0.45

Pérdida de potencia por altitud (1% 100 mts. después de 1,500)

$$\frac{3,000 - 1,500}{100} \times 1\% = 15\%$$

Máquina vacía 29,120 X 0.60 X 0.45 X 0.85 = 6,683 Kg.

Máquina cargada 50,872 X 0.54 X 0.45 X 0.85 = 10,508 Kg.

N O T A: Si pierde el 15% de potencia, queda el 85% que es la misma pérdida de tracción.

Comparando la fuerza de tracción utilizable contra la máquina resistencia observamos que el viaje de ida cargada de 10,508 Kg y la resistencia máxima es de 4,682 Kg. y de regreso disponemos de 6,683 Kg. y la máxima resistencia es de 4,350 Kg. Esto quiere decir que la máquina puede transitar sin patinar. Esta revisión no necesita hacerse cuando la máquina

transita sobre caminos de operación en buenas condiciones de mantenimiento.

Cálculo de las velocidades de traslado. De la curva VRT tomamos las resistencias en por ciento (solamente las positivas).

En los tramos cuya pendiente es favorable, usamos la curva OF (*).

TRAMO	RESIS TENCIA	IDA VELOCIDAD	(+) V M	TRAMO	RESIS TENCIA	REGRESO VELOCIDAD	(+) V M
A	6	6ª=25 K/H	20 K/H	D	2	8ª=50 K/H	40.0 K/H
B	8	5ª=18 K/H	14 K/H	C	13	4ª=10.5K/H	8.4 K/H
C (*)	7	6ª=27 K/H	22 K/H	B (*)	2	8ª=49 K/H	38.4 K/H
D	4	7ª=35 K/H	28 K/H	A	0	8ª=48 K/H	38.4 K/H

(*) Como estas son velocidades máximas sin considerar variaciones por aceleraciones y desaceleraciones, conviene multiplicarlas por 0.80.

CALCULO DEL CICLO

$$V = \frac{d}{t} \Rightarrow t = \frac{d}{v}$$

TRAMO	IDA	TRAMO	REGRESO
A	0.200 X 60/20 = 0.6 min.	D	0.400 X 60/40 = 0.60 min.
B	0.300 X 60/14 = 1.29 min.	C	0.400 X 60/8.4 = 2.85 min.
C	0.400 X 60/22 = 1.09 min.	B	0.300 X 60/38.4 = 0.47 min.
D	0.400 X 60/28 = 0.85 min.	A	0.200 X 60/38.4 = 0.31 min.
TIEMPOS 3.83 min.		4.23 min.	

CICLO TOTAL = Tiempos fijos + Tiempo de ida y Tiempo de regreso
 = 1.4 min. + 3.83 min. + 4.23 min. = 9.46 min.

Número de viajes por turno de 12 horas.

$$N = \frac{12 \times 60}{9.46} = 76 \text{ viajes}$$

Por razón de eficiencia (75%)

$$N = 76 \times 0.75 = 57 \text{ viajes}$$

Producción mensual medida en la motoescrepa

$$P = 57 \text{ viajes/turno} \times 2 \text{ turnos} \times 25 \text{ días} \times 12.22 \text{ m}^3 \text{ capacidad} \\ = 34,877 \text{ m}^3 \text{ sueltos.}$$

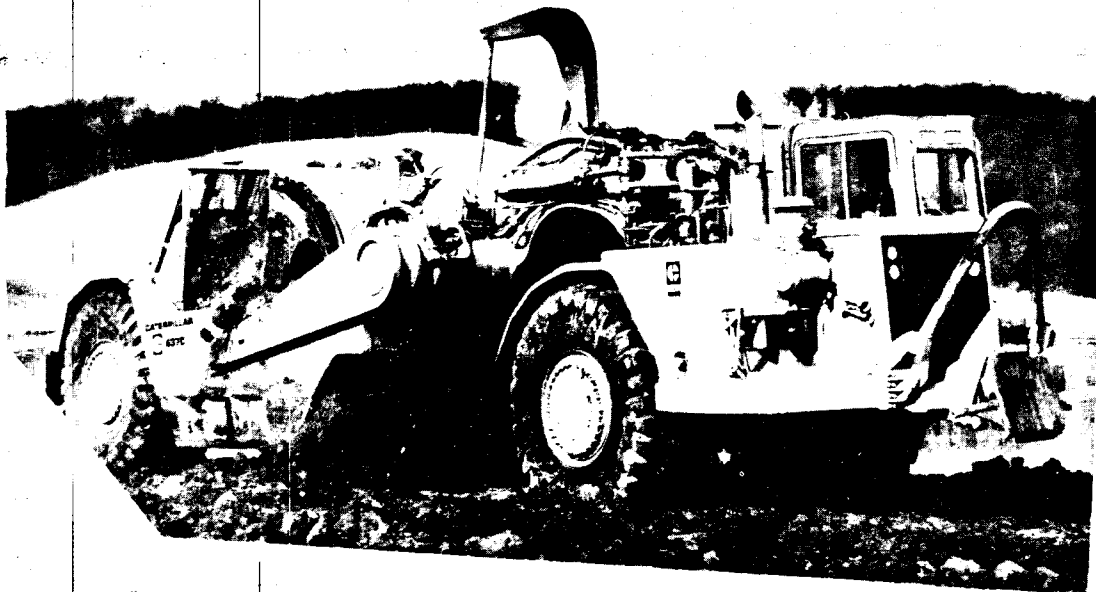
como el problema se refiere a material medido en banco y este se abunda en 20%, el volumen que nos interesa será:

$$P = \frac{34,877}{1.20} = 29,064 \text{ M}^3 \text{ medidos en banco}$$

Finalmente el número de motoescrepas requeridas para este trabajo será:

$$\frac{200,000}{29,064} = 6.88 = \underline{7 \text{ motoescrepas}}$$

NOTA: Camiones y Vagonetas se tratan igual, y cada máquina tiene sus curvas como se muestra en el anexo.



5.6 ESPECIFICACIONES

MOTOESCREPAS DE RUEDAS
ESCREPAS AUTOCORROADORAS

623 E

Potencia en el volante	330 HP
Peso de operación (vacía) *	33,612 Kg.
Capacidad de la escrepa colmada	16,8 m ³
Carga indicada	22,680 Kg.
RPM Indicadas del motor	1,900
Velocidad máxima (cargada)	48 Km/h
Círculo de viraje sin paradas	11,4 m
Ancho de corte	3,15 m
Profundidad máxima de corte	330 mm
Espaciam. de la paletas del elevador	530 mm
Número de paletas	15
Cap. de llenado del tanque de comb.	530 L.
DIMENSIONES PRINCIPALES:	
Altura total de la escrepa	3,81 m
Distancia entre ejes	7,97 m
Longitud Total	12,61 m
Ancho Total	3,55 m

POTENCIA EN TANDEM

EMPUJE Y TIRO

637 E

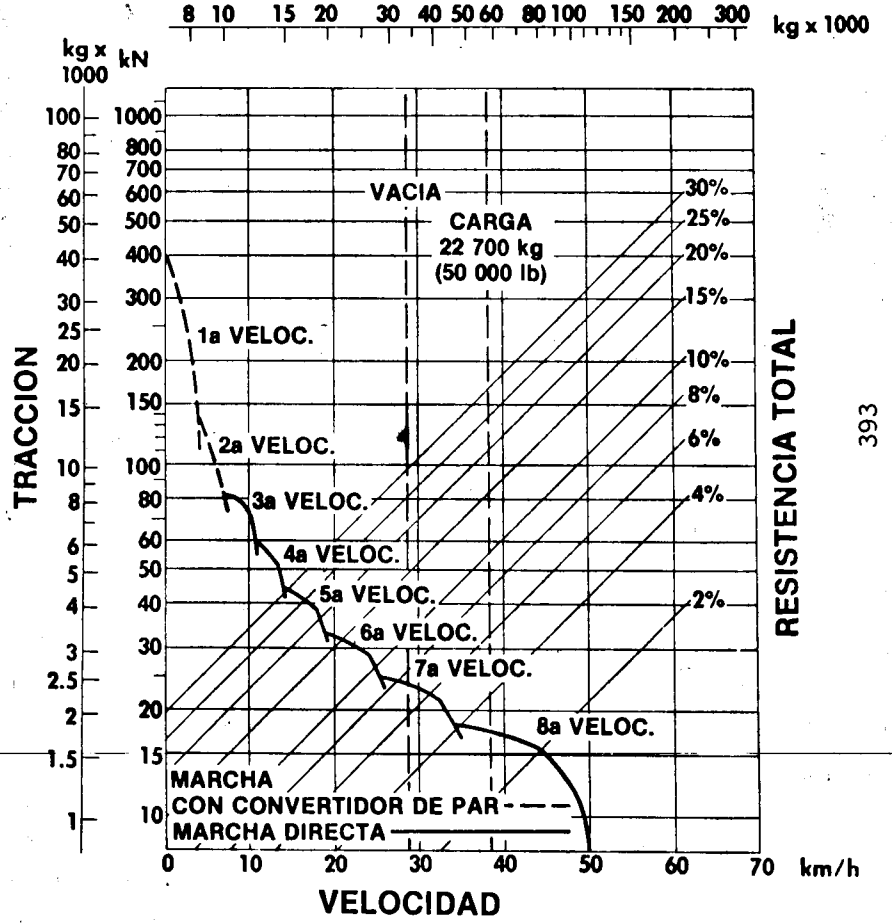
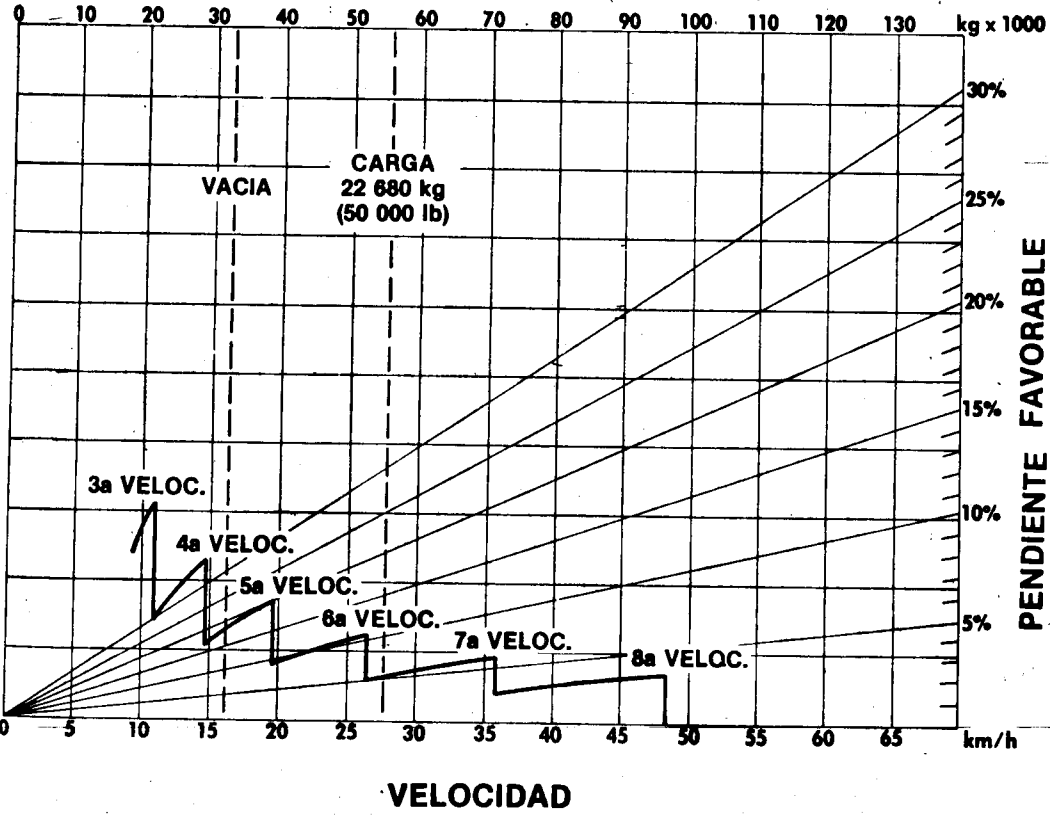
Potencia en el volante: Tractor	450 HP
Escrepa	250 HP
Peso de operación (A vacía)	50,843 Kg.
Capacidad de la escrepa: A ras	16,1 m3
Escrepa colmada	23,7 m3
Carga clasificada	34,000 Kg.
RPM Indicadas del motor: Tractor	1,900
Escrepas	2,200
Velocidad máxima (cargada)	51 Km/h
Círculo de viraje sin paradas	12,2 m
Limitado por cabina o techo ROPS	-
Ancho de corte	3,49 m
Profundidad máxima de corte	437 mm
Espesor máximo al esparcir	480 mm
Capacidad de llenado del tanque: Tractor	- L
Escrepa	1,220 L.
DIMENSIONES PRINCIPALES: Altura total de la escrepa	4,29 m
Distancia entre ejes	8,77 m
Longitud Total	15,6 m
Ancho Total	3,94 m



623E

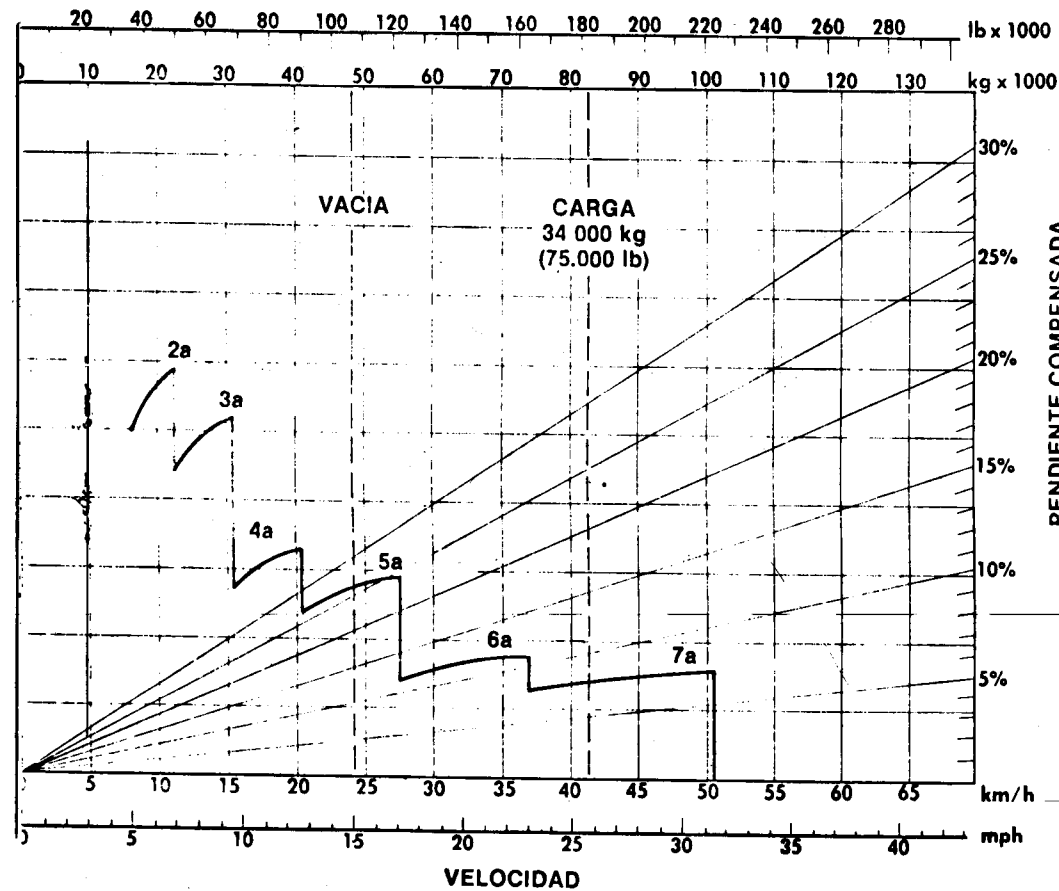
PESO

PESO

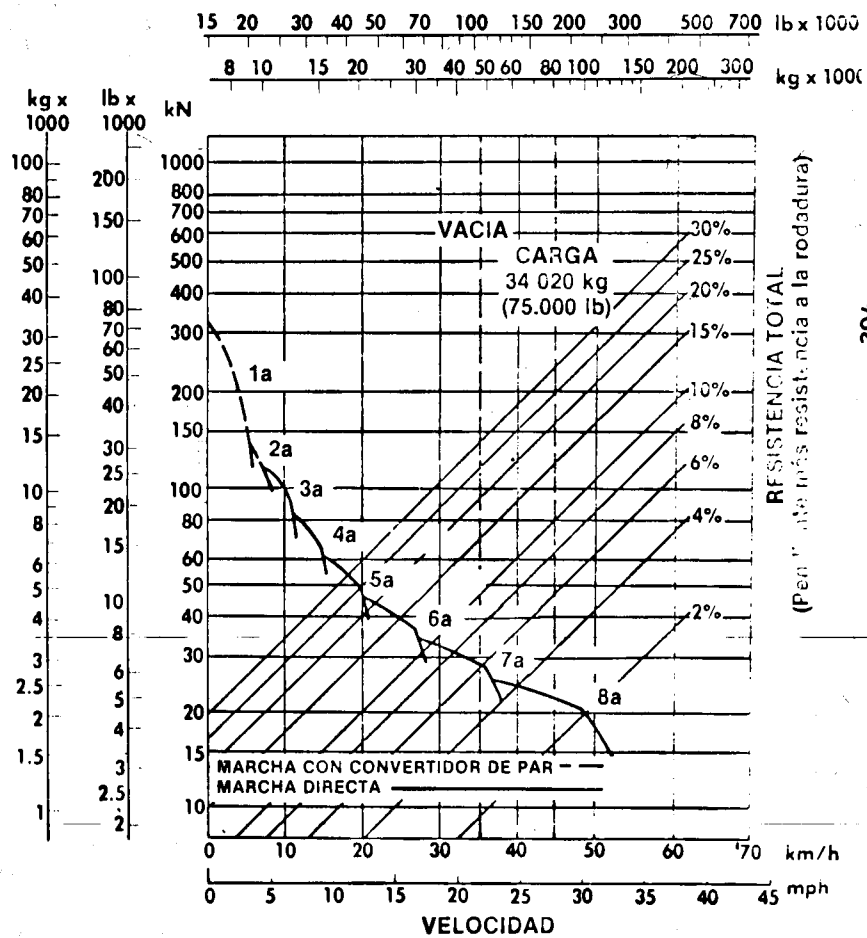




PESO BRUTO



PESO BRUTO



MOTOESCREPAS ESTANDAR

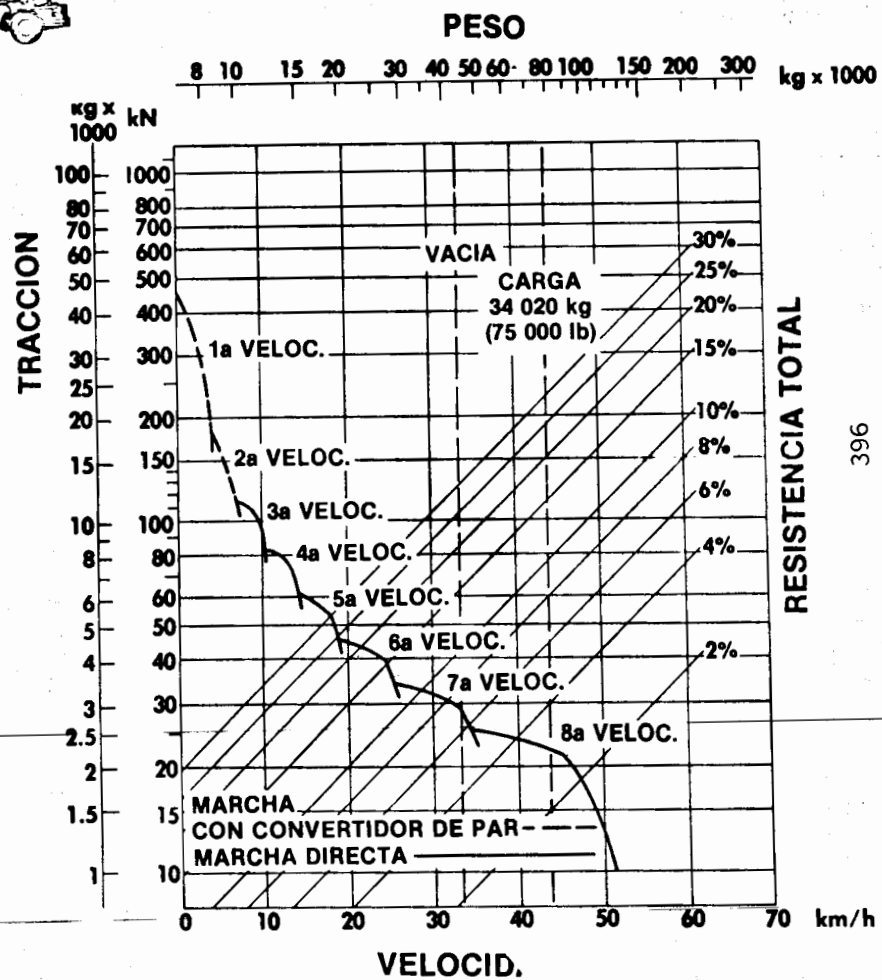
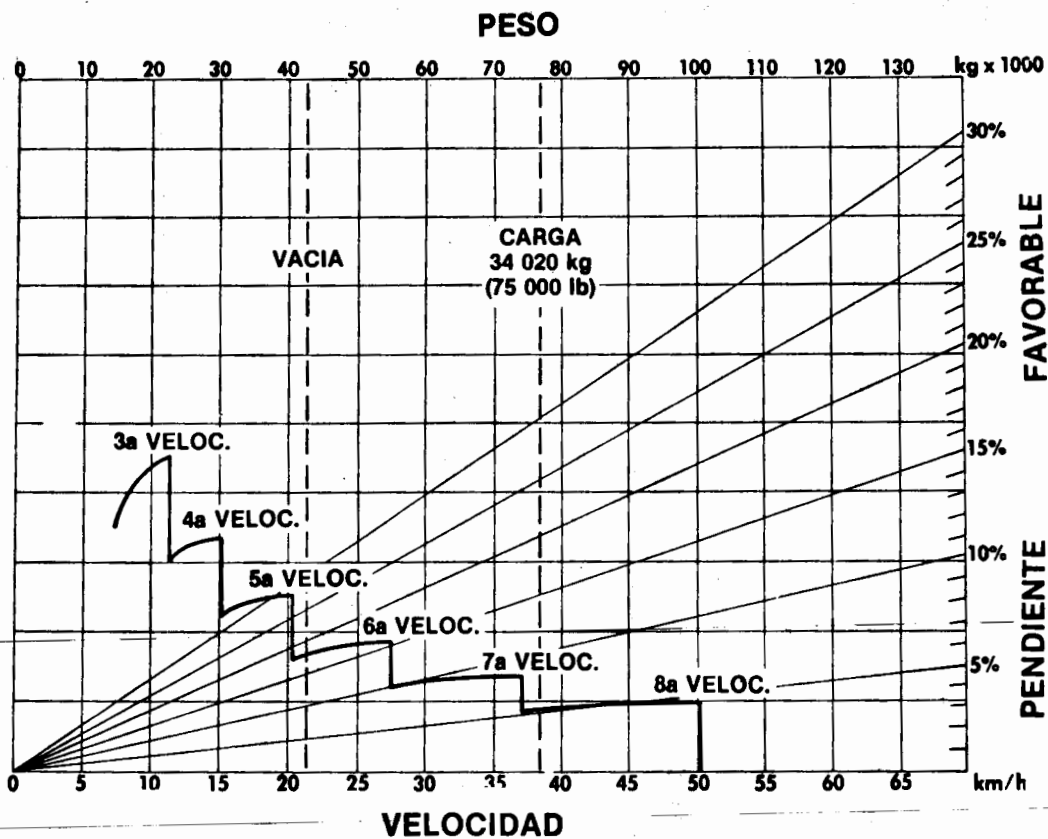
M O D E L O	621 E	631 E	651 E
Potencia en el volante	330 HP	450 HP	550 HP
Peso de operación (vacía)	20,379 Kg	43,945 Kg	59,420 Kg
Capacidad de la Escrepa:			
A ras	10,7 m ³	16 m ³	24,5 m ³
Colmada	15,3 m ³	23,7 m ³	33,6 m ³
Carga especificada	21,770 Kg	34,000 Kg	47,170 Kg
RPM indicadas del motor	1 900	2 000	1 900
Velocidad Máx. (cargada)	8 km/h	50 km/h	50 km/h
Círculo de viraje sin parada	11,1 m	12,2 m	13,6 m
Restringido por ROPS	-	-	14,5 m
Ancho de corte	3,02 m	3,50 m	3,68 m
Profundidad máx. de corte	333 mm	437 mm	440 mm
Espesor máx. al esparcir	522 mm	480 mm	660 mm
Cap. de llenado del tanque	545 Lit	745 Lit	1,083 Lit.

DIMENSIONES GENERALES:

Altura de la escrepa	3,63 m	4,29 m	4,70 m
Distancia entre ejes	7,72 m	8,76 m	9,96 m
Longitud total	12,93 m	14,28 m	16,13 m
Ancho total	3,47 m	3,94 m	4,34 m

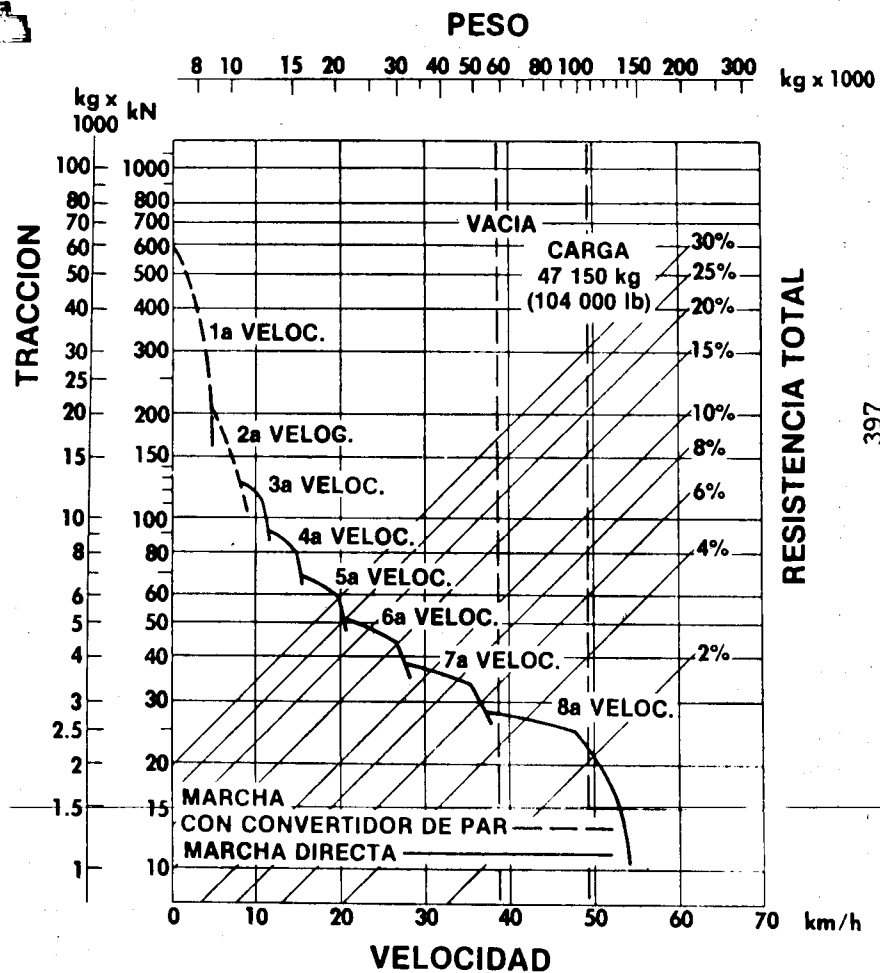
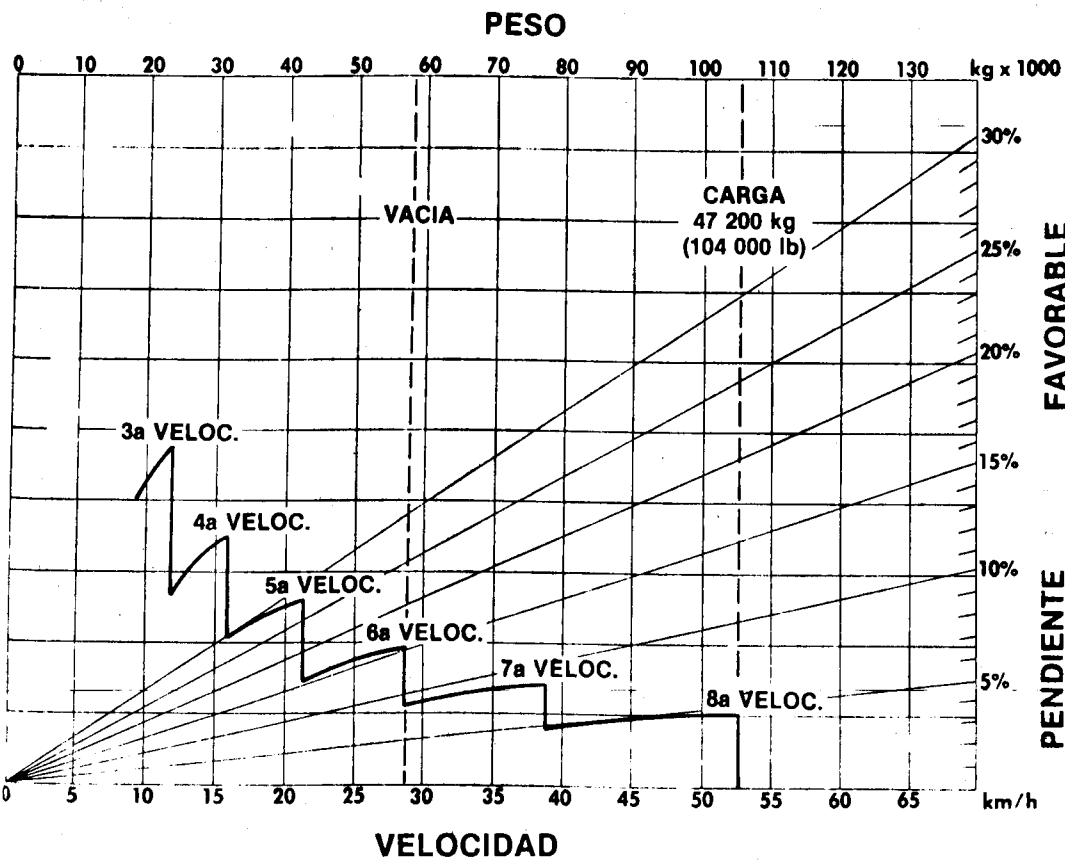


631E



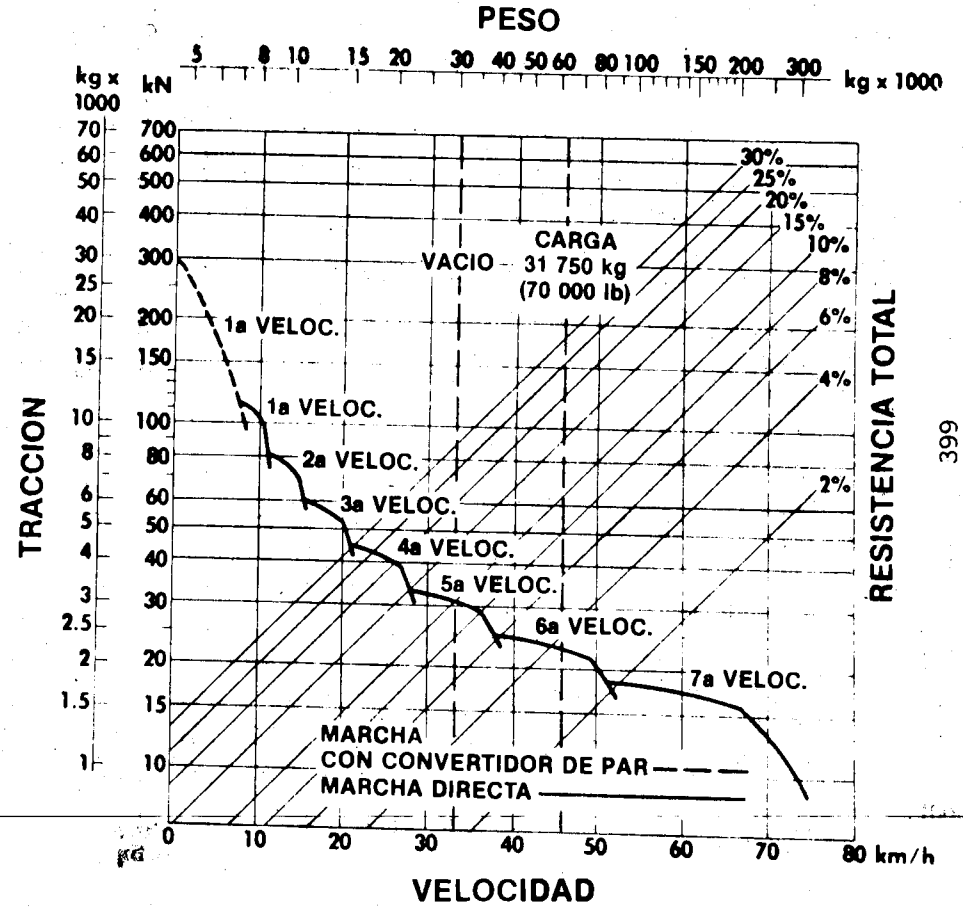
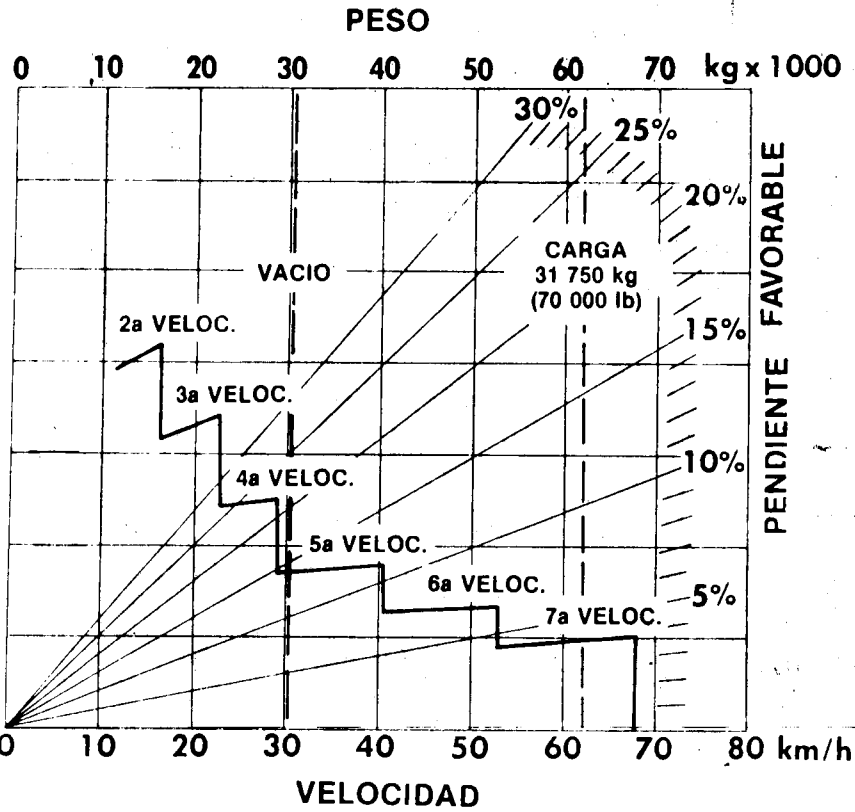


651E



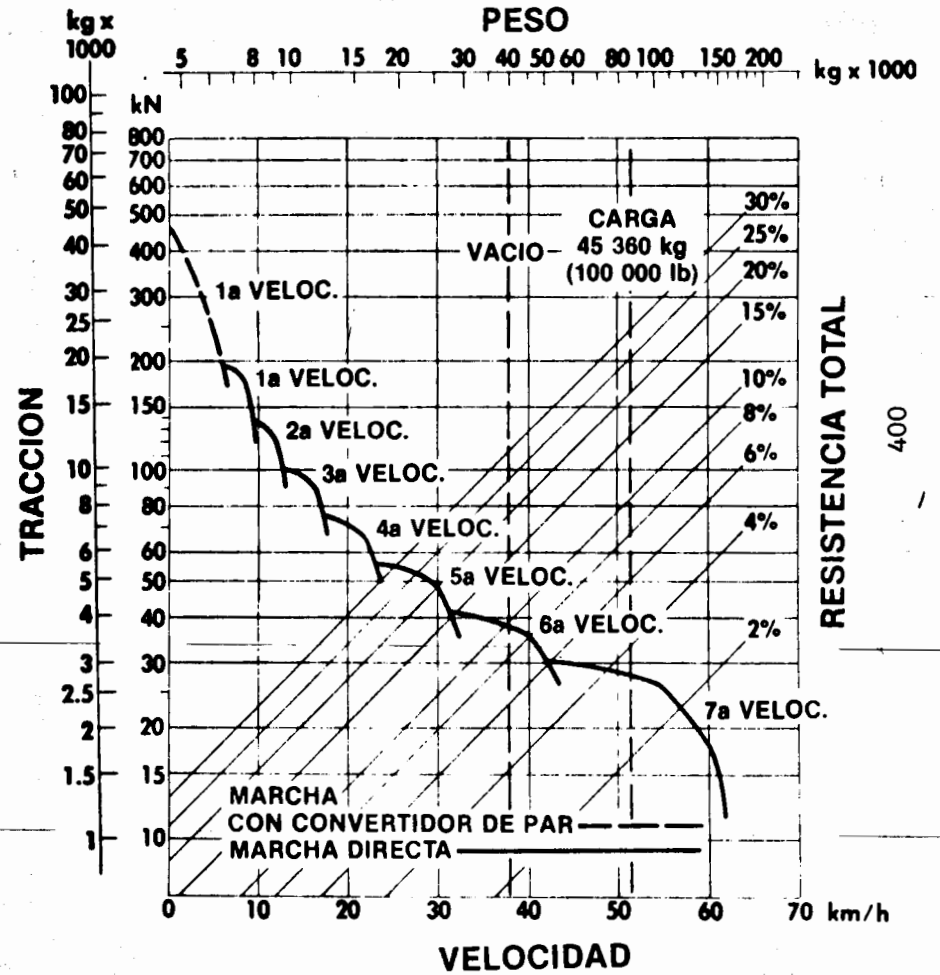
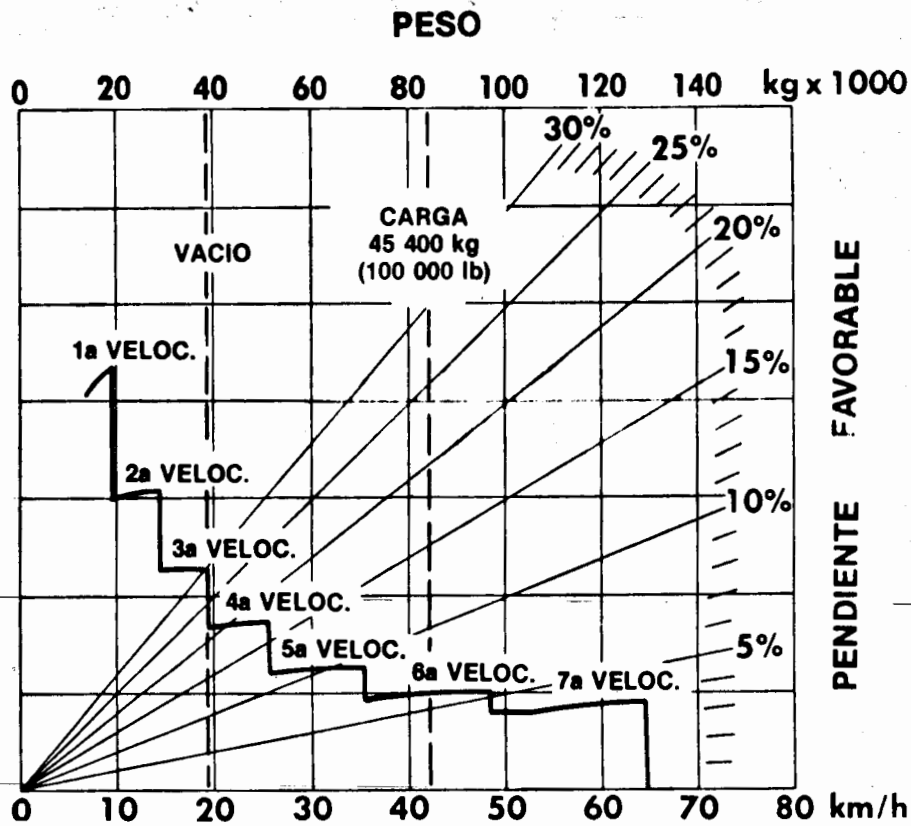
CAMIONES FUERA DE CARRETERA

MODELO	769 C	773 B	777 B
Potencia en el volante	450 HP	650 HP	870 HP
Peso de operación vacía	31,343 Kg.	39,295 Kg.	48,514 Kg.
Peso bruto de la máquina	63,095 Kg.	84,665 Kg.	135,626 Kg.
Cap. en Ton. (caja stand.) m ³ y yd ³	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
Colmada (3 a 1)	21,6 m ³	31,4 m ³	46,4 m ³
Colmada (2 a 1) (S.A.E.)	23,5 m ³	34,1 m ³	51,3 m ³
Colmada (1 a 1)	29,4 m ³	41,7 m ³	65,4 m ³
Número de cilindros	8	12	8
Diámetro Interior	137 mm	137 mm	170 mm
Carrera	152 mm	152 mm	190 mm
Cilindrada	18 Lit.	27 Lit.	34,5 Lit.
Neum. estdr. delantero y trasero dobles	18.00.33,28 PR (E.3)	21.00.35,32 PR (E.3)	24.00.49,48 PR (E.3)
Circulo de espacio libre para viraje	18,5 m	23,5 m	25,8 m
Capac. del tanque de combustible	530 Lit.	700 Lit.	946 Lit.
DIMENSIONES PRINCIPALES (CAMION VACIO):			
Alt. al borde del protector de la cabina, para las rocas	3.94 m. 12'11"	4.23 m 13'10.5"	4.90 m 16'1"
Longitud Total	8.19 m 26'10"	9.27 m 30'5"	9.8 m 32'1"
Altura de carga (vacío)	3.22 m	3.69 m	4.14 m
Altura a pleno volteo	7.70 m 25'3"	8.66 m 21'1"	9.3 m 30'8"
Longitud de la caja	51.3 m 17'5"	6.43 m 21'1"	6.86 m 22'6"



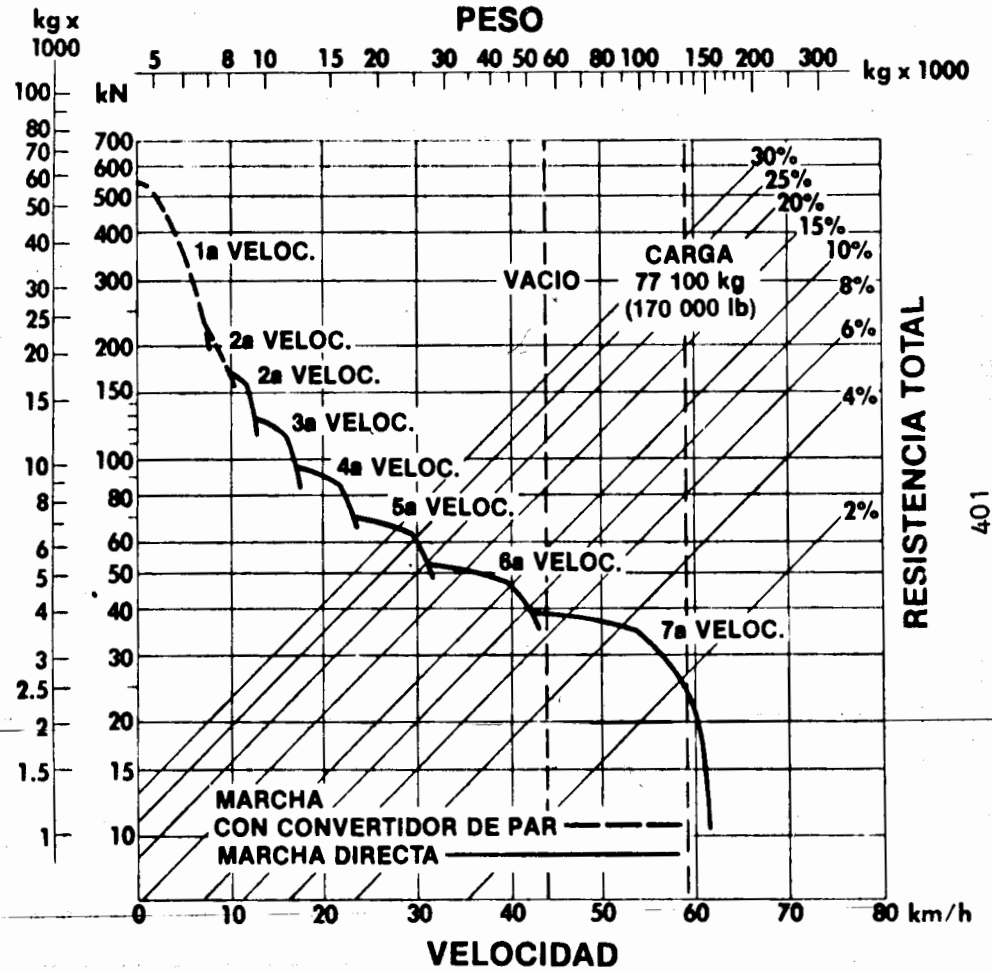
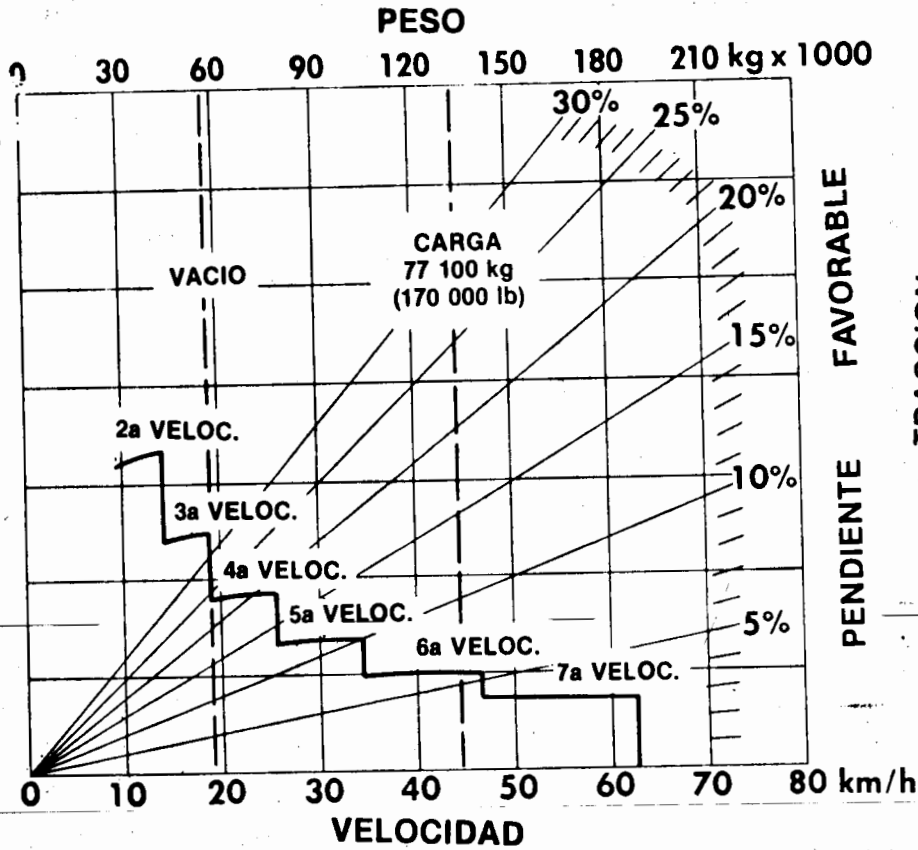


773B





777 B



VOLTEOS, VOLQUETES Y VAGONETAS.



modelo	tipo	peso (lb)	capacidad al ras (yd ³)	capacidad colmada (yd ³)	carga máx. (lb)	Motor	PWHP	sistema	velocidades	max. vel. de avance (mph)
Caterpillar										
769C	S	139.100	22.8	30.8	35	Cat 3408	450	M	7/1	NA
773B	S	186.630	34	44.6	50	Cat 3412	650	M	7/1	NA
777B	S	299.000	47.5	67.1	95	Cat 3508	870	M	7/1	NA
785	S	460.185	74	102	150	Cat 3512	1290	M	6/1	33.5
D250B	A	89.600	15	19	25	Cat 3306	218	M	5/2	32
D25C	A	92.400	13	18	25	Cat 3306	260	M	6/1	33
D35C	A	122.800	18.6	26.4	35	Cat 3406	260	M	6/1	35
D35HP	A	124.800	18.6	26.4	35	Cat 3406	385	M	4/1	41
D350C	A	121.400	20.7	26.8	35	Cat 3306	260	M	6/1	33
D44	A	156.400	22.6	31.1	44	Cat 3408	460	M	4/4	30
D400	A	136.800	23.2	29.4	40	Cat 3406	385	M	4/4	38
D550	A	193.400	31.4	42.1	55	Cat 3408	460	M	4/4	30
Clark Michigan										
Euclid R25	S	89.200	14.7	19.5	25	DD 6-71N	214	M	5/1	33.6
Euclid R25	S	89.200	14.7	19.5	25	Cummins N-855C	220	M	5/1	33.6
Euclid R35	S	136.750	22.2	30.5	35	DD 12V-71TT	NA	M	6/1	34.7
Euclid R35	S	136.750	22.2	30.5	35	Cummins KT19C	433	M	6/1	34.7
Euclid R50	S	181.025	29.3	41.2	50	DD 16V-71N	NA	M	6/1	33.6
Euclid R50	S	181.025	29.3	41.2	50	Cummins VTA28C	641	M	6/1	33.6
Euclid R85	S	287.100	49	66.5	85	DD 16V-92T	818	M	6/1	31.9
Euclid R85	S	287.100	49	66.5	85	Cummins VTA28C	755	M	6/1	31.9
Euclid R100	S	348.900	46.5	71.9	100	DD 12V-149T	1.000	M	6/1	34
Euclid R100	S	348.900	46.5	71.9	100	Cummins KTA38C	1.000	M	6/1	34
Euclid R120E	S	420.000	55.6	85.5	120	DD 12V-149TI	1.050	E	—	36
Euclid R120E	S	420.000	55.6	85.5	120	Cummins KTA38C	1.050	E	—	36
Euclid R130E	S	NA	65.8	94	130	DD 12V-149TI	1.200	E	—	NA
Euclid R130E	S	NA	65.8	94	130	Cummins KTA38C	NA	E	—	NA
Euclid R-130M	S	434.935	65.8	94	130	DD 12V-149TI	1.200	M	6/1	37.2
Euclid R-130M	S	434.935	65.8	94	130	Cummins KTTA38C	1.200	M	6/1	37.2
Euclid R170 (GE)	S	568.900	89.5	126.9	170	DD 16V-149TIB	1.492	E	—	34.4
Euclid R170 (GE)	S	568.900	89.5	126.9	170	Cummins KTA50C	1.519	E	—	34.4
Euclid R170 (Reliance)	S	572.500	89.5	126.9	170	DD 16V-149TIB	1.492	E	—	34
Euclid R170 (Reliance)	S	572.500	89.5	126.9	170	Cummins KTA50C	1.519	E	—	34
Euclid B30 Bottom	T	NA	NA	NA	30	DD 8V-71N	NA	M	NA	NA
Euclid B70 Bottom	T	230.870	47	54	70	DD 12V-71N	423	M	6/1	37.3
Euclid B110	T	NA	NA	NA	110	DD 16V-71N	NA	M	NA	NA
CH-120 Bottom	T	385.100	136.2	159	120	DD 16V-92T	818	M	6/1	37.7
CH-120 Bottom	T	385.100	136.2	159	120	Cummins VTA28C	755	M	6/1	37.7
CH-150 Bottom	T	505.600	178.6	218	150	DD 12V-149T	1.000	M	6/1	40.6
CH-150 Bottom	T	505.600	178.6	218	150	Cummins KTA38C	1.000	M	6/1	40.6
Volvo BM 5350 B 4x4	A	83.333	13.2	17	25	Volvo TD71GA	210	M	5/1	31.7
Volvo BM 5350 B 6x6	A	87.522	13.6	17	25	Volvo TD71GA	210	M	5/1	31.7
Komatsu America										
HD325-5	S	130.630	23.5	31.4	35	Komatsu SA6D140	463	M	7/1	43.5
HD465-5	S	184.800	31.4	44.7	51	Komatsu SA6D170	702	M	7/1	40.4

VOLTEOS, VOLQUETES Y VAGNETAS. (CONT.).



modelo

modelo	tipo	peso (lb)	capacidad al ras (yd ³)	capacidad colmada (yd ³)	carga máx. (lb)	Motor	FWHP	sistema	velocidades	max. vel. de avance (mph)
Komatsu America										
HD785-2	S	300,470	48.4	68	86	Komatsu SA8V170	890	M	7/1	40.4
HD1200M-1	S	453,820	60.2	91.6	132	Komatsu SA12V170	1,177	M	8/1	37.3
HD1600M-1	S	589,850	79.8	117.7	176	Cummins KTA3067-C	1,496	M	8/1	38.5
Marathon LeTourneau										
Titan 33-15C	S	580,000	85	116	170	DD 16V-149TI	1,600	E	—	36
Titan 33-15C	S	580,000	85	116	170	Cummins KTA-3067C	1,600	E	—	36
Titan 33-15D	S	630,000	95	130	190	DD 16V-149TIB	1,800	E	—	36
Titan 33-15D	S	630,000	95	130	190	Cummins KTTA-50C	1,800	E	—	36
Moxy/Gerbus										
6200 S	A	33,200	14.4	17.8	27.5	Scania DSI 8	242	M	6/3	30
6227 S	A	34,850	15.4	18.8	30	Scania DSI 8	242	M	6/3	35
7235 S	A	42,500	21.5	27.5	40	Scania DS 14	412	M	8/4	38
Payhauler										
350C	S	177,000	31.1	41.8	50	Cummins VT1710C	607	M	6/1	42
350C	S	177,000	31.1	41.8	50	DD 16V71N-65	580	M	6/1	42
350C	S	177,000	31.1	41.8	50	Cat 3412	622	M	6/1	42
Rimpull										
CW 120	T	378,000	130	160	120	Cummins VTA1710	725	E	—	36
CW 130	T	402,500	143	174	130	Cummins VTA1710	800	E	—	36
CW 160	T	479,500	180	222	160	Cummins KTA2300	1,050	E	—	33
CW 180	T	558,500	210	261	180	Cummins KTA2300	1,050	E	—	37
CW 200	T	598,500	235	292	200	Cummins KTA2300	1,200	E	—	32
BD 130	T	390,000	74	92	130	Cummins VTA1710	800	E	—	36
BD 160	T	472,500	91	113	160	Cummins KTA2300	1,050	E	—	33
BD 200	T	599,500	110	141	200	Cummins KTA2300	1,200	E	—	32
Terex										
33-03B	S	82,247	11.2	18.3	22	Cummins NT-855C	237	M	5/1	29.4
33-05B	S	109,500	19.1	22.9	30	DDA 8V-71T	321	M	5/1	34
33-07	S	151,600	25.3	31.9	40	DDA 12V-71T	493	M	6/1	40.9
33-09	S	206,580	36.7	47.5	55	DDA 10V-71T	624	M	6/1	42.4
33-11C	S	286,800	51.4	64.8	85	DDA 16V-92TA	840	M	6/1	37.2
33-11C Phil Coal Body	S	291,700	107.7	132.3	90	DDA 16V-92TA	840	M	6/1	37.2
33-11D	S	297,400	51.4	64.8	85	DDA 16V-92VA	840	M	6/1	38.6
33-14	S	417,000	65	88.8	120	DDA 12V-149TI	1,092	M	6/1	34.6

VOLTEOS, VOLQUETES Y VAGONETAS (CONT).



modelo	tipo	Peso (lb)	capacidad al ras (yd ³)	capacidad colmada (yd ³)	carga máx. (lb)	Motor	FWHP	sistema	velocidades	max. vel. de avance (mph)
Terex										
34-12C D	T	544.250	180	217	160	Cummins KTA 38C	1,050	M	6:1	38.6
2366	A	87.740	17	20.3	25	Deutz BF6L413FR	212	M	6:3	33.1
Trojan Industries										
K25.2	S	88,000	14.4	19.6	25	Deutz F8L 413F	232	M	5:1	30.6
K35.5	S	121,000	20	27.6	35	Deutz F12L 413F	378	M	5:1	34.2
K40.5	S	142,400	24.5	32.7	42	Cummins KT19C	450	M	6:5	39
K55.6	S	195,800	32.8	44.6	55	Cummins VT28C	635	M	6:6	41.3
K85.8	S	291,700	47	67.1	85	Cummins VTA28C	800	M	6:6	31.4
K100	S	340,000	NA	76.7	100	Cummins KTB38	1,050	M	6:6	36.7
Unit Rig										
Lectra Hau' Mark-24	S	305,700	45	63	85	Cummins KT-38	900	E	—	30
Lectra Hau' Mark-27	S	338,900	54	72	100	Cummins KTA-38	1,050	E	—	38
Lectra Hau' Mark-30	S	410,750	68	91	120	DDAD 12V-149TIB	1,200	E	—	35
Lectra Hau' Mark-33	S	503,000	82	112	150	DDAD 12V-149TIB	1,220	E	—	34
Lectra Hau' Mark-36	S	560,276	92	123	170	DDAD 12V-149TIB	1,600	E	—	34
Lectra Hau' MT-1900	S	627,900	94	132	190	Cummins KTTA-50	1,800	E	—	32
Lectra Hau' BD-30	T	546,000	180	206	160	Cummins KTA-38	1,200	E	—	31
Lectra Hau' BD-180	T	596,300	204	246	180	Cummins KTA-38	1,200	E	—	31
Lectra Hau' BD-240	T	877,000	306	376	240	DDAD 16V-149TIB	1,460	E	—	34
Dart 2085	S	293,000	77	100	85	Cummins VTA-28C	800	M	6:1	36
Dart 3100	S	348,375	51	75	100	Cummins KTA-38C	1,050	M	6:1	33
Dart 3120	S	415,000	60	90	120	Cummins KTA-38C	1,200	M	6:1	31
Dart 4120	T	391,330	132	163	120	Cummins VTA-28C	725	M	6:1	40
Dart 4160	T	533,100	181	221	160	Cummins KTA-38C	1,050	M	6:1	37
Wabco/Dresser										
35D	S	131,140	22	29	35	Cummins KT-19	435	M	6:1	41.5
50E	S	177,240	30.8	40	50	Cummins KTTA-19	619	M	6:1	40.3
60E	S	205,000	34	48	60	Cummins VTA-28	644	M	6:1	38
75C	S	241,500	44	57	75	Cummins VTA-26	694	M	6:1	43.2
85D	S	294,300	47	67	85	Cummins KT-38	858	M	6:1	41
100	S	360,600	47	76.6	110	Cummins KTA-38	962	M	6:1	34.7
120D	S	426,600	54	83	120	Cummins KTA-38	1,072	E	—	32
140DM	S	480,500	71	100	140	Cummins KTA-38	1,242	M	8:1	30.2
170D	S	571,465	71	110	170	Cummins KTA-50	1,470	E	—	32
190	S	630,000	82	120	190	Cummins KTTA-50C	1,800	E	—	32.7
120CT	T	368,800	133	150	120	Cummins VTA-28C	725	M	6:1	43.2
150CT	T	503,500	170	194	150	Cummins KTA-38C	1,050	M	6:1	38.1

rigido S

Tractor-Trailer T

Mecánico M

articulado A

Eléctrico E

MOTOESCREPAS.

Modelo	Motor	potencia (Hp)	Tipo	radio de giro (ft-in)	prof. de corte (in)	ancho de corte. (ft-in)	capacidad colmada	carga maxima (lb)	vel. máx. (mph)	peso de operacion (lb)
Caterpillar										
613C	Cat 3208	175	E	29' 4"	6	7' 9"	11	26.400	24	32.340
615	Cat 3306	250	E	31' 7"	16	9' 6"	16	38.400	29	51.590
621B	Cat 3406	330	O	36' 6"	13	9' 11"	20	48.000	30	66.590
623B	Cat 3406	330	E	37' 4"	13	10' 4"	22	50.000	30	72.370
627B	Cat 3306 3306	225 225	O	36' 6"	13	9' 11"	20	48.000	34	76.300
627B Auger	Cat 3306 3306	225 225	—	36' 6"	13	9' 11"	20	48.000	34	88.900
631E	Cat 3408	450	O	40' 1"	19	11' 6"	31	75.000	31	93.410
637E	Cat 3406 3306	450 250	O	40' 1"	19	11' 6"	31	75.000	32	106.180
637E Auger	Cat 3406 3306	450 250	—	40' 1"	15	11' 6"	31	75.000	32	114.325
651E	Cat 3412	550	O	44' 7"	17	12' 1"	44	104.000	31	131.000
657E	Cat 3412 3408	550 400	O	44' 7"	17	12' 1"	44	104.000	31	151.500
657E Auger	Cat 3412 3408	550 400	—	44' 7"	17	12' 11"	44	104.000	31	167.270
Deere & Co.										
762A	JD 6-466A	175	E	15'	NA	7' 6"	11	27.500	28	35.500
862	JD 6-619A	250	E	16' 5"	12	8' 10"	16	40.000	30	49.189
Dresser Industries										
412B	IH DT-466E	168	E	27' 10"	9	8'	11	26.200	26	33.450
Fiatallis										
161	Cummins V-903-C265	229	E	31' 9"	12	8' 9"	15	37.500	32	44.810
260-B	Cummins NTA 855C	330	O	33' 6"	12	10' 3"	21	50.400	34	58.400
261-B	Cummins NTA 855C	330	E	34' 8"	11	10' 6"	23	53.000	34	62.900
262-B	A C 25000 11000	325 171	O	33' 6"	13	10' 3"	21	50.400	34	67.450
263-B	A C 25000 11000	325 171	E	35' 10"	10	10' 7"	23	53.000	34	74.200
Komatsu										
WS23-1	Kom-Cum NTA 855C (2)	364 364	O	43' 8"	20	11' 5"	31	76.060	34	104.060
M-R-S Manufacturing										
I-92 95ES	DD 6-71T	262	E	20	10	9' 4"	16	38.400	26	51.400
I-100 S100	DD 6V-92T	322	O	25	9	10' 11"	21	46.500	29	65.320
I-100 100ES	Cummins NT-855	310	E	25	11	11' 2"	22	52.800	30	76.270
I-105 S105	Cummins KT-1150	422	O	27	9	10' 11"	28	63.000	32	83.660
I-105 105ES	Cummins KT-1150	422	E	22	11	11' 2"	27	64.800	32	90.990
I-110 S105	Cummins KT-1150	482	O	28	9	10' 11"	28	63.000	33	93.500
I-110 110ES	Cummins KT-1150	482	E	28	11	11' 4"	32	76.000	33	103.500
I-110 CS200*	Cummins KT-1150	482	O	28	16	11' 4"	—	—	33	112.500
I-115 S110	Cummins KT-1150	550	O	28	20	11' 4"	32	75.000	32	110.800

MOTOESCREPAS (CONT.).

Modelo	Motor	potencia (hp)	Tipo	radio de giro (ft-in)	prof. de corte (in)	ancho de corte (ft-in)	capacidad colmada	Carga maxima (lb)	vel. máx. (mph)	Peso de operacion (lb)
M-R-S Manufacturing										
I-115 110ES	Cummins KT-1150	550	E	28	11	11'4"	32	76.000	32	107.000
I-115 S120	Cummins KT-1150	550	O	28	20	11'4"	38	90.000	32	123.500
I-115 S105	Cummins KT-450	550	O	28	9	10'11"	27	63.000	32	100.000
I-115 CS200	Cummins KT-1150	550	O	28	16	11'4"	—	—	32	119.000
I-120 S120	DD 12V-92T	615	O	29	20	11'4"	38	90.000	31	127.500
I-120 CH250	DD 12V-92T	615	O	28	16	14	—	—	31	122.000
Terex										
TS-14B	DDA 4-71N (2)	144 144	O	33	14	9'10"	20	47.000	23	54.000
TS-24	DDA 12V-71N 6V-71N	394 225	O	39	12	10'4"	32	80.000	30	95.935
TS-24C	DDA 12V-71TA 8V-71T	480 260	O	45	19	11'2"	34	81.500	32	111.900
S-24C	DDA 12V-71TA	480	O	45	19	11'2"	34	81.500	32	111.155
TS-36	DDA 12V-71N 6V-71N	394 225	O	41	12	10'4"	46	80.000	30	99.735
TS-38C	DDA 12V-71TA 8V-71T	394 260	O	45	19	11'2"	46	81.500	32	113.600
TS-46C	DDA 12V-71TA 8V-71T	394 260	O	45	19	11'2"	56	81.500	32	115.950

estandar O
autocargadora E

PUBLICACIONES

TITULO	AUTOR
INTRODUCCION AL PROCESO CONSTRUCTIVO	ING. ERNESTO R. MENDOZA SANCHEZ
FACTORES DE CONSISTENCIA DE COSTOS Y PRECIOS UNITARIOS	ING. JORGE H. DE ALBA CANSTAÑEDA ING. ERNESTO R. MENDOZA SANCHEZ
MOVIMIENTO DE TIERRAS.	ING. RAFAEL ABURTO VALDES ING. CARLOS M. CHAVARRI MALDONADO
PRINCIPALES MATERIALES SU FABRICACION Y EMPLEO EN LA CONSTRUCCION	ING. ERNESTO BERNAL VELAZCO
TECNICAS MODERNAS EN LA PRODUCCION DE AGREGADOS	ING. PEDRO L. BENITEZ ESPARZA
ACERO DE REFUERZO DISEÑO DE CIMBRAS DE MADERA	ING. JORGE H. DE ALBA CASTAÑEDA ING. FEDERICO ALCARAZ LOZANO
PROGRAMACION Y COTROL DE OBRAS	ING. FERNANDO FAVELA LOZOYA ING. EMILIO GIL VALDIVIA
ADMINISTRACION EN INGENIERIA	ING. FRANCISCO CANOVAS CORRAL ING. FERNANDO FAVELA LOZOYA ING. EMILIO GIL VALDIVIA
CONTABILIDAD: ANEXOS Y EJERCICIOS	ING. FRANCISCO CANOVAS CORRAL ING. FERNANDO FAVELA LOZOYA ING. EMILIO GIL VALDIVIA
LOS COSTOS EN LA CONSTRUCCION	ING. RAFAEL ABURTO VALDES
MAQUINARIA PARA CONSTRUCCION	ING. RAFAEL ABURTO VALDES
CONSTRUCCION DE ESTRUCTURAS	ING. RAFAEL ABURTO VALDES
LOS EXPLOSIVOS EN LA CONSTRUCCION	ING. FEDERICO ALCARAZ LOZANO

LOS AUTORES SON PROFESORES DEL DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCION DE LA FACULTAD DE INGENIERIA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO.

ESTA EDICION SE IMPRIMIO BAJO LA SUPERVISION DEL ING. ALEJANDRO PONCE SERRANO, DIRECTOR GENERAL DE FUNDEC, A.C. Y SECRETARIO ACADEMICO DE LA D. I. C. T. y G., DE LA FACULTAD DE INGENIERIA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO.