



Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE INGENIERIA

TRACTORES

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO CIVIL

PRESENTA

JOSE AARON CAMPOS RAMOS





Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

I N D I C E

	Pág.
1. INTRODUCCION	1
2. ANTECEDENTES HISTORICOS	5
3. DESCRIPCION DE LA MAQUINA	13
3.1 TRACTORES DE ORUGAS	15
3.1.1 MOTOR	22
3.1.1.1 Turbo alimentador	29
3.1.2 BASTIDOR	30
3.1.3 EMBRAGUE PRINCIPAL	30
3.1.3.1 Embrague de disco	31
3.1.3.2 Convertidor de par	34
3.1.3.2.1 Rueda Libre	39
3.1.4 TRANSMISION	40
3.1.4.1 Transmisión de engranaje des	
lizante	40
3.1.4.2 Transmisión de engranaje --	
constante	43
3.1.4.3 Transmisión de engranaje pla	
netario	44
3.1.5 SISTEMA DE DIRECCION	60
3.1.5.1 Embragues y Frenos de Direc	
ción	61
3.1.6 MANDO EXTREMO O FINAL	63
3.1.7 SISTEMA DE RODAMIENTO (ORUGAS)	64
3.1.8 ELEMENTOS COMPLEMENTARIOS	68
3.1.8.1 Barra de Tiro	68
3.1.8.2 Gancho delantero	68
3.1.8.3 Eje Muerto	69
3.1.8.4 Toma de Fuerza	69
3.1.8.5 Controles	70

	Pág.
3.1.8.6 Asiento y Cabina	70
3.1.8.7 Tanque de Combustible . . .	70
3.1.9 ADITAMENTOS DE TRABAJO	71
3.1.9.1 Hoja Topadora (Bulldozer).	71
3.1.9.1.1 Hoja Recta . . .	74
3.1.9.1.2 Hoja en "U" . . .	75
3.1.9.1.3 Hoja Amortiguada	75
3.1.9.2 Hoja inclinable (Tiltadozer)	76
3.1.9.3 Hoja angulable (angledozer)	78
3.1.9.4 Desgarrador	79
3.1.9.5 Tiendetubos	84
3.2 TRACTOR DE RUEDAS NEUMATICAS	86
3.2.1 TRACTOR DE DOS RUEDAS	86
3.2.2 TRACTOR DE CUATRO RUEDAS	88
3.2.2.1 Sistema Diferencial	90
4. RENDIMIENTOS	94
4.1 RENDIMIENTO DE TRACTOR EQUIPADO CON HOJA -- FRONTAL	96
4.1.1 CALCULO DEL RENDIMIENTO POR REGLAS Y FORMULAS	96
4.1.1.1 Capacidad de la hoja	96
4.1.1.2 Tiempo de ciclo	100
4.1.1.2.1 Fuerza Tractiva.	101
4.1.1.2.2 Resistencia al - Rodamiento	103
4.1.1.2.3 Resistencia por Pendiente	104
4.1.1.2.4 Resistencia de la carga	105
4.1.2 RENDIMIENTO POR GRAFICAS DEL FABRICAN TE	108

	Pág.
4.1.3 RENDIMIENTO POR OBSERVACION DIRECTA	113
4.1.4 EJERCICIO DE CALCULO	114
4.2 RENDIMIENTO DE TRACTOR EQUIPADO CON DESGARRADOR	118
4.2.1 GRAFICAS DE PRODUCCION ESTIMADA	122
4.2.2 CALCULO DEL RENDIMIENTO	125
4.2.3 EJERCICIO DE CALCULO	127
4.3 OPERACION DEL TRACTOR	129
4.4 ESPECIFICACIONES DE ALGUNOS MODELOS DE TRACTORES	132
5. CONCLUSIONES	148
6. GUION DEL AUDIOVISUAL	152
BIBLIOGRAFIA	162

1. INTRODUCCION

1.- INTRODUCCION

La vida moderna comprende un sinnúmero de actividades a desarrollar por el ser humano actual, quien requiere de gran cantidad de servicios para llevarlas a cabo.

Nuestros antepasados no alcanzaron siquiera a imaginarse las comodidades de que ahora disfrutamos para nuestro desenvolvimiento. Al alcance de nuestra mano, sin mayor esfuerzo, conseguimos el agua necesaria para nuestro consumo, aseo y preparación de alimentos. Con sólo accionar un interruptor o girar una perilla, obtenemos la energía para iluminar nuestra habitación o encender el fuego empleado en la cocina.

Qué decir del transporte. Basta muy poco tiempo para trasladarnos cómodamente a nuestro hogar, nuestro lugar de trabajo ó a cualquier ciudad del mundo, sin sufrir el desgaste físico, así como pérdida de tiempo, de los habitantes de hace tan sólo algunos años.

El ser humano va requiriendo de cada vez más factores que le hagan la vida más sencilla. Y si a esto agregamos el alto índice de natalidad, veremos la gran cantidad de servicios que se les debe proporcionar.

Pero, no se conciben estos servicios sin la construcción de grandes obras de infraestructura como presas, carreteras, aeropuertos, etc., que dirijan los beneficios de la naturaleza hacia el bienestar del hombre.

La magnitud de las obras que construye una nación determina su grado de desarrollo. De tal forma, que un país -

que no construye no progresa.

En la construcción de dichas obras, es necesario considerar el movimiento de grandes volúmenes de tierra que debe realizarse con gran rapidez y eficiencia, por lo que es de vital importancia el uso racional de maquinaria, que incide directamente en el costo de las obras.

Existe una amplia gama de máquinas que pueden ser - empleadas en esta actividad: retroexcavadoras, motoescrapas, cargadores, etc. Pero hay una que por la gran diversidad de trabajos que puede desarrollar, está siempre presente en el movimiento de tierras: el TRACTOR.

El tractor es la máquina de avanzada que allana el camino de los demás equipos de construcción y es una de las últimas en abandonar el sitio de labores.

Este trabajo pretende englobar un estudio generalizado sobre los tractores, su descripción y aplicaciones en la - construcción. Así también, servir de complemento académico a la impartición de las materias de construcción, ya que cuenta con material audiovisual.

Se inicia con un capítulo de antecedentes históricos que comprende una somera descripción de la evolución histórica de la máquina, hasta llegar a su desarrollo actual. Va complementado con una breve serie de efemérides de acontecimientos importantes en el desarrollo de este tipo de máquinas.

El capítulo tercero habla sobre la Descripción de la máquina y proporciona una visión general de los elementos más

importantes del tractor y su funcionamiento, así como algunas aplicaciones en el movimiento de tierras.

El cuarto capítulo nos introduce al estudio de rendimientos de la máquina, haciendo énfasis en los procedimientos de cálculo.

Finalmente, se presenta un capítulo de conclusiones sobre este trabajo y el guión de un audiovisual elaborado en colaboración con el Departamento de Construcción de la Facultad de Ingeniería, que resume los puntos básicos.

Dicho audiovisual se encuentra a disposición de profesores y alumnos en el propio Departamento, con el fin de funcionar como un apoyo a la impartición de clases en las asignaturas de Construcción y, en particular de Construcción III.

2. ANTECEDENTES HISTORICOS

2.- ANTECEDENTES HISTORICOS

El ser humano, debido a su propia constitución física, está limitado a un rendimiento energético continuo muy bajo, por consiguiente, tiene un valor casi nulo como fuente primaria de potencia.

Desde sus orígenes, el hombre ha conocido estas limitaciones y ha suplido sus deficiencias mediante el desarrollo de su inteligencia. Ha fabricado herramientas y utensilios y empleado la fuerza de los animales en los trabajos pesados.

Los babilonios trabajaron en las orillas de los ríos Tigris y Eufrates y los Egipcios hicieron obras de movimiento de tierras, excavando canales de riego para desviar las aguas del río Nilo. A estos trabajos les siguieron históricamente los acueductos y caminos construidos por los romanos, para los que también fueron necesarios grandes movimientos de tierras. Todos estos trabajos se efectuaron, utilizando herramientas de mano y dispositivos acarreados a lomo de bestia o tirados por animales. Los indios de América, en los primeros siglos de vida del Hemisferio Occidental, usaron como instrumentos de excavación las manos y, como transporte, canastos.

La potencia del vapor de agua fué la primera forma de transmitir fuerza mecánicamente para accionar equipo de construcción, sin utilizar animales. El desarrollo de esta forma de potencia fué promovido por James Watt en la máquina de vapor en la segunda mitad del siglo XVIII. Watt obtuvo su primera patente en 1769, aunque la primera máquina de vapor la construyó Thomas Newcomen en Inglaterra en 1705. Durante principios del siglo XIX progresó rápidamente la máquina de vapor.

Esta máquina transmitía su potencia por medio del movimiento lineal de avance y retroceso de émbolos, sobre los que actuaba la presión variable del vapor alimentando a los cilindros. Los émbolos movían a los vástagos motores, conectados excéntricamente a las ruedas motrices, semejantes a las de las locomotoras de vapor.

El arado, primer dispositivo real para movimiento de tierra, fué introducido en 1819, por los ingleses Metcalf y --Telford en las Islas Británicas.

A finales del siglo XIX, el aumento de la población exigió más alimentos y fibras textiles de los que se producían con el empleo de la "Fuerza de las mulas" como fuerza motriz. Por tal motivo, se tuvo que introducir el uso de maquinaria - para aumentar la producción.

La palabra TRACTOR se usa por primera vez en 1856 en Inglaterra como sinónimo de "motor de tracción". El término -TRACTOR aparece hacia 1890 en una patente norteamericana para un motor de tracción a vapor montado sobre orugas.

El inicio del desarrollo del tractor se dió en la --agricultura. Las primeras máquinas de vapor suministraban potencia por bandas pero tenían que ser transportadas de un lugar a otro por caballos ó bueyes. El siguiente paso en la evolución de la potencia fué la conversión del motor de vapor a -un motor de tracción autopropulsado. Los primeros arados de -vapor funcionales fueron desarrollados en la década de 1850, a lo que siguió un continuo desarrollo hasta 1900.

La tracción inadecuada atormentó a los inventores de

tractores grandes y pesados quienes trataron de resolver el problema haciendo las ruedas de transmisión más y más anchas. Uno de los tractores de grandes ruedas construido en 1900 para su uso en California tenía dos ruedas de transmisión cubiertas de madera, cada una de 15 pies de ancho y 9 de diámetro. El tractor pesaba 41 toneladas. Otros intentos para resolver el problema de tracción dieron por resultado el desarrollo de tractores agrícolas tipo oruga, alrededor de 1900.

Los primeros intentos para desarrollar tractores de gasolina fueron estimulados por la necesidad de reducir el número de trabajadores requeridos para atender los tractores de vapor, tanto para arar como para operar las máquinas trilladoras. Los primeros tractores de gasolina se parecían a los tractores de vapor. Fué necesario lograr un desarrollo considerable antes de que hubiera un motor de combustión interna disponible para tractores. El motor de combustión interna no tomó mucha importancia hasta después de la expiración de las patentes de Otto en 1890.

La primera demostración norteamericana de tractores tuvo lugar en Omaha, Nebraska en 1911 y fué llevada a cabo -- como una exhibición y no como una competencia entre máquinas.

La ley de pruebas de tractores del Estado de Nebraska, aprobada en 1919, especifica que cada tractor vendido en el Estado de Nebraska debería ser probado y los resultados publicados. Además se le exigía al fabricante que mantuviera un adecuado abastecimiento de partes para reparación. Las pruebas, que alcanzaron un reconocimiento mundial, proporcionaron normas para la clasificación de los tractores, aceleraron las mejoras y eliminaron muchos tipos que eran inferiores en dise-

ño y rendimiento.

El advenimiento de la primera Guerra mundial ocasionó que el tractor sufriera algunas modificaciones para adaptarlo a los campos de batalla.

En 1931 caterpillar introdujo su primer tractor impulsado por motor diesel. El motor diesel proporcionó el aumento de fuerza y economía de combustible que se necesitaban durante esos años de la depresión.

A partir de la segunda Guerra mundial, el tractor, recibió su mayor impulso, debido principalmente a la demanda de alimentos y fibras, conjuntamente con la falta de disponibilidad de mano de obra.

Algunos logros importantes en el desarrollo del tractor son:

- 1858 - El arado con motor a vapor de J. W. Fawkes arrastró 8 arados a 48 km/h.
- 1873 - La máquina de vapor de Parvins fué probablemente el primer intento norteamericano de un aparato sobre orugas, aunque la oficina de patentes de los Estados Unidos muestra en sus registros un lento desarrollo del tractor oruga al principio de la década de 1850.
- 1876 - Las patentes de Otto para un motor de combustión interna fueron emitidas.
- 1889 - Por lo menos una compañía construyó un tractor con motor de combustión interna.

- 1910 - 1914 - La primera demostración de tractores se realizó en Omaha, Nebraska en 1911.
- Tractores menores y más ligeros fueron presentados.
 - Se presentaron los tractores de tipo sin -- bastidor.
- 1915 - 1919 - La toma de fuerzas fué introducida.
- La ley de prueba de tractores del Estado de Nebraska se aprobó.
- 1920 - 1924 - Es desarrollado un tractor agrícola para -- todo uso.
- 1925 - 1929 - La toma de fuerzas es gradualmente adoptada.
- 1930 - 1937 - El motor diesel es aplicado a los grandes - tractores.
- Los neumáticos inflables son introducidos, así como velocidades mayores.
 - Equipos eléctricos completos son adoptados.
 - Aumenta el interés en los motores de alta -- compresión.
- 1937 - 1941 - Los sistemas de enfriamiento presurizados -- son introducidos.
- El llenado de las llantas con líquido es ampliamente utilizado para agregar lastre a la tracción.
 - Implementos de enganche de tres puntos y eslabonados son introducidos.
 - Controles automáticos hidráulicos son introducidos.

- 1941 - 1949 - La toma de fuerza viva es introducida.
- Controles hidráulicos para jalar implementos son adoptados.
 - Tractores para quemar gases licuados de petróleo son introducidos.
- 1950 - 1960 - La potencia de los tractores aumenta rápidamente.
- Aumenta el porcentaje de tractores Diesel.
 - Refinamientos como direcciones de poder, -- transmisiones automáticas y transmisiones con una mayor selección de velocidades se encuentran disponibles.
- 1961 - 1970 - La potencia de los tractores continúa en aumento.
- Excepto los tractores de menor tamaño, en los Estados Unidos todos los tractores tienen ahora motores Diesel.
 - Se da mayor énfasis a la seguridad y comodidad del operador.
 - Se dispone de transmisiones con cambio de potencia.
 - Se dispone de neumáticos con capas radiales para tractor.
- 1970 - 1978 - Turbocargadores y enfriadores internos se agregan a los motores Diesel.
- Los tractores más grandes son equipados con cabinas.
 - Las pruebas Nebraska para tractores incluyen mediciones de niveles de ruido.
 - La Potencia continúa en aumento.

El motor de pistón, en especial el Diesel, parece -- estar bien establecido y no es probable que pueda ser replaza do inmediatamente. Los fabricantes de motores y tractores, -- sin embargo, continúan estudiando nuevos tipos de fuentes de - energía, así como nuevos tipos de mecanismos para su conversión.

3. DESCRIPCION DE LA MAQUINA

3.- DESCRIPCION DE LA MAQUINA

El tractor es la máquina diseñada fundamentalmente para convertir, con eficiencia, la energía de su motor en fuerza tractiva de utilización práctica en muy diversas operaciones de construcción, tales como: empujar ó remolcar vehículos, portar herramientas y equipo destinado al desmonte, limpiar, roturación, nivelación, compactación de terracerías, etc.

En la Industria de la Construcción Pesada el tractor constituye la máquina fundamental y de mayor versatilidad, -- siendo muy pocos los trabajos en los que su empleo no resulta necesario ó conveniente, ya sea en operaciones directas, o indirectas de construcción.

Podemos dividir los tractores, por su medio de locomoción, en dos tipos principales:

- TRACTORES DE ORUGAS
- TRACTORES DE RUEDAS NEUMATICAS
 - . Dos Ruedas
 - . Cuatro Ruedas

Los tractores de orugas se utilizan generalmente en aquellos casos en que se requiere máxima potencia, en lugar de altas velocidades; o bien, cuando deben operar sobre superficies muy accidentadas ó en terrenos con poca capacidad de carga.

Los tractores de ruedas neumáticas se utilizan para trabajos en los que se dispone de superficies de rodamiento -

resistentes y bien conservadas, ya que este tipo de máquinas logran desarrollar altas velocidades en acarreo muy largos, en tanto que su potencia y fuerza tractiva son muy inferiores en comparación con las correspondientes a tractores de orugas, para capacidad similar.

Para seleccionar el tipo y capacidad del tractor a utilizar, debemos tomar en cuenta diversos factores, como son:

- 1) El tamaño adecuado para la obra en que será utilizado.
- 2) La clase de trabajo en que se empleará.
- 3) El tipo de terreno sobre el que operará, identificando si requerirá alta o baja eficiencia en la tracción.
- 4) La firmeza o capacidad de carga de los caminos de acarreo.
- 5) La calidad del acabado o rugosidad de la superficie de rodamiento.
- 6) La pendiente del camino de acarreo
- 7) La longitud de acarreo
- 8) Los tipos de trabajo en que podrá ser utilizado, una vez terminada la obra para la cual es adquirido.

3.1 TRACTORES DE ORUGAS

El tractor de orugas es el de mayor utilización en la construcción, ya que tiene la gran ventaja de poder transitar y trabajar aún en sitios en los que no existen caminos, - puesto que el tractor se labra sus propias superficies de tránsito aún en condiciones topográficas muy adversas por las pen

dientes de las laderas, en las cuales sería imposible operar - tractores con llantas neumáticas.

El tractor de orugas forma siempre la avanzada de - toda fuerza de construcción, puesto que es capaz, cuando se en cuenta convenientemente equipado, de realizar los primeros -- trabajos preliminares de cualquier obra, los que generalmente son los caminos de acceso y de construcción, el desmonte y lim pia de las superficies en que se harán posteriores trabajos, - etc. Por otra parte, se utiliza en trabajos más refinados que forman ya parte de las obras en sí, como: empuje y nivelación de terracerías, formación de bordos, escarificación de terra-- plenes, compactación, etc., siendo así mismo, por lo general, la máquina que más se utiliza en la conservación de gran' parte de los caminos de construcción y como auxiliar de muchas otras máquinas a las cuales puede remolcar, empujar, prepararles las superficies de sus sitios de trabajo, etc.

La potencia de este tipo de tractores, así como el - peso de los mismos, es muy variable debido a la gran cantidad y diversidad de usos que tienen en las obras de movimiento de tierras. En la figura 3-1 se muestran las potencias de los di ferentes modelos de los fabricantes más conocidos en el merca- do nacional.

Marca	Modelo	Kw	H. P.	Ton.
KOMATSU	D20A-5	29	(39)	3.5
	D20P-5	29	(39)	3.7
	D20PL-5	29	(39)	3.8
	D21A-5	29	(39)	3.6
	D21P-5	29	(39)	3.8
	D21PL-5	28	(38)	3.9
	D31A-17	49	(66)	6.1
	D31P-17	49	(66)	6.7
	D40A-3	67	(90)	9.6
	D40P-3	67	(90)	10.5
	D41A-3	67	(90)	9.8
	D41P-3	67	(90)	10.5
	D50A-16	82	(110)	11.8
	D50P-16	88	(118)	13.6
	D50PL-16	88	(118)	13.0
	D53A-16	82	(110)	12.1
	D53P-16	88	(118)	13.6
	D60A-7	116	(155)	15.6
	D60P-7	123	(165)	17.5
	D60PL-7	123	(165)	16.2
	D60E-7	123	(165)	16.5
	D65A-7	116	(155)	15.0
	D65P-7	123	(165)	18.2
	D65E-7	123	(165)	16.7
	D80A-18	164	(220)	23.2
	D80P-18	184	(250)	25.4
	D80E-18	164	(220)	23.6
	D85A-18	164	(220)	23.6
	D85P-18	164	(220)	25.7
	D85E-18	164	(220)	23.9
	D150A-1	224	(300)	33.8
	D155A-1	239	(320)	33.0
	D355A-3	306	(410)	45.3
D455A-1	485	(625)	71.5	
CATERPILLAR	D3B	48	(65)	7.4
	D4E	60	(80)	10.0
	D5B	78	(105)	13.0
	D6D	104	(140)	16.4
	D7G	140	(200)	22.7
	D8L	190	(250)	33.0
	D9L	250	(330)	43.3
D11D	520	(700)	87.1	

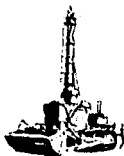
Fig. 3-1

Las tendencias actuales nos indican que cada vez se requieren tractores de mayor potencia. Así, Caterpillar ha desarrollado su modelo D-11N de 770 H.P. de potencia al volante y KOMATSU el modelo D555A con una potencia al volante de 1000 H.P.



Fig. 3-2 Tractor Caterpillar modelo D-11N

También se construyen tractores con aditamentos especiales para usos específicos. Tal es el caso del tractor anfibia de Komatsu, modelo D155W que puede realizar labores de excavación bajo el agua a pocas profundidades. Es operado a control remoto auxiliado por un par de cámaras colocadas - bajo los faros, al frente y en la parte posterior (fig. 3-3).



D155W

Fig. 3-3. Tractor anfibio

El tractor de orugas se compone fundamentalmente de las siguientes partes:

- MOTOR
- BASTIDOR
- EMBRAGUE PRINCIPAL
- TRANSMISION
- SISTEMA DE DIRECCION
- MANDO EXTREMO O FINAL
- SISTEMA DE RODAMIENTO (ORUGAS)
- ELEMENTOS COMPLEMENTARIOS
- ADITAMENTOS DE TRABAJO

La fuerza del motor se acopla a la transmisión por medio de un embrague ó un convertidor de par. De la transmi--

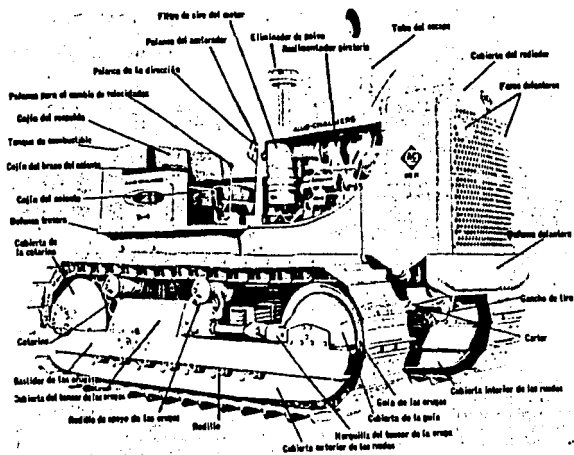


Fig. 3-4 Tractor de Orugas

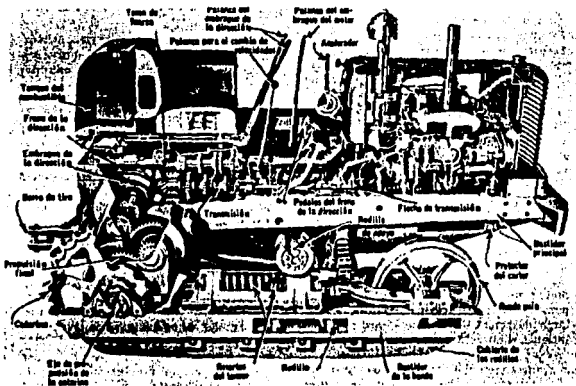


Fig. 3-5 Tractor de orugas, vista en corte

sión, la fuerza se transmite a la corona y al eje de la corona. En cada extremo del eje de la corona se encuentra un embrague de dirección y un freno donde se puede interrumpir y detener el flujo de fuerza y el movimiento de los carriles. El mando final proporciona la reducción final de velocidad y el aumento de par necesario para impulsar la máquina.

3.1.1 MOTOR

El motor es generalmente diesel (nombre del Ingeniero alemán que lo ideó) de cuatro tiempos, aunque los modelos más pequeños son de gasolina. Su potencia se especifica primero en potencia neta, que significa la potencia en el volante -- con el motor moviendo todos los accesorios normales para la operación del tractor y está dada bajo determinadas características de temperatura, presión barométrica y revoluciones por minuto.

Pero, a qué se debe que la potencia de un tractor se exprese a cierto número de revoluciones por minuto (r.p.m.). Para aclarar esto, cabe hacer algunas observaciones:

La potencia se define como la capacidad de realizar un trabajo por unidad de tiempo. Una de sus unidades es el caballo de fuerza o H.P., que equivale a 76 Kgm/seg.

La fuerza, producto de la explosión en la cámara de combustión, se transmite por la biela y actúa sobre la orilla del eje de un motor de combustión en operación (fig. 3-6).

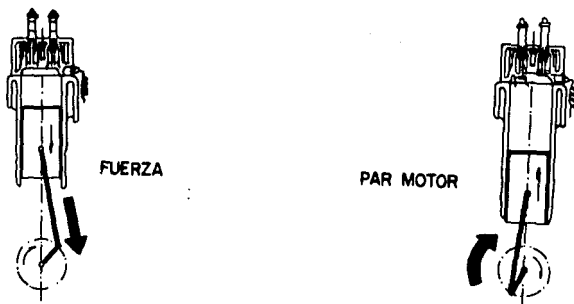


Fig. 3-6

Esto produce lo que se conoce como par motor. El -- par motor se define como la fuerza que tiene un eje para girar.

El trabajo que produce el par motor será igual a:

$$T = \pi d f$$

Para calcular la potencia tendremos que hacer intervenir la velocidad con que se realiza este trabajo, por ejemplo revoluciones por minuto (n).

$$P = \pi d f n$$

Para calcularla en caballos de fuerza (H.P.):

$$p = \frac{\pi d f n}{60 \times 76} = \frac{\pi d f n}{4560}$$

En la formula anterior la única variable es "n". En

tonces, podemos concluir que la potencia de la máquina depende de la velocidad de rotación (n), la cual se logra aumentar inyectando progresivamente mayores cantidades de combustible.

El segundo patrón de medida es la potencia de la barra de tiro. Es una cifra menor que representa la potencia - útil en la barra de tiro bajo cierto grupo de condiciones, después de deducir las pérdidas por rozamientos y deslizamientos.

La organización de los elementos de un motor diesel es la misma que en los de explosión (que queman gasolina); pero en los de combustión (que queman diesel) hay diferencias sensibles de funcionamiento. En los motores de explosión, la gasolina es pulverizada y mezclada con aire en el carburador, y -- luego toda esa mezcla se inflama en el cilindro por medio de la chispa proporcionada por el sistema de encendido. La relación de compresión es relativamente baja (de 4.5 a 7 atmósferas) porque su aumento provoca la detonación, dadas las características del combustible.

En los diesel no hay carburador que prepare la mezcla ni sistema de encendido que la inflame: el motor aspira -- aire puro, que en el segundo tiempo del ciclo se reduce a tan alta compresión (de 12 a 20 atmósferas) que se calienta lo bastante para que al inyectarle el combustible diesel se inflame por sí solo y se vaya quemando (diferencia entre la explosión de toda la mezcla introducida durante la admisión, y combustión del combustible que arde a medida que entra); la expansión de los gases produce la carrera motriz de los cilindros, realizándose luego el escape en la misma forma conocida.

El funcionamiento comparado de ambos tipos de motor es el siguiente:

DE EXPLOSIONDIESEL1er Tiempo: Admisión

Aspiración de la mezcla aire-gasolina, en cantidad graduada por el acelerador.

Aspiración y llenado completo del cilindro con aire puro.

2º Tiempo: Compresión

(De la mezcla).
Moderada: de 4.5 a 7 Atm.

(De aire puro).
Elevada: de 12 a 20 Atm.

3er. Tiempo: Combustión

Encendido por una chispa en la bujía; explosión de toda la mezcla.

Inyección del diesel, en cantidad graduada por el acelerador. Auto-inflamación por el calor de la compresión. Combustión a medida que entra.

4º Tiempo: Escape

Idéntico en los dos sistemas.

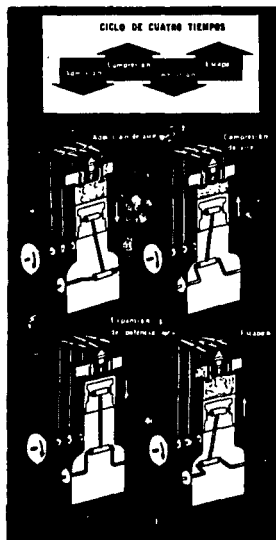


Fig. 3-7 Ciclo motor Diesel de cuatro tiempos

Para que el diesel entre en el cilindro, inyectado en el aire tan fuertemente comprimido y caliente, es necesario que a su vez se envíe a muy elevada presión, en forma de un -- pequeño chorro para cada carrera de combustión, cosa que se -- consigue con un equipo de inyección compuesto por una bomba -- que dosifica, da presión y envía el combustible a los cilindros y, en cada cilindro, un inyector que le dé entrada a la cámara de combustión.

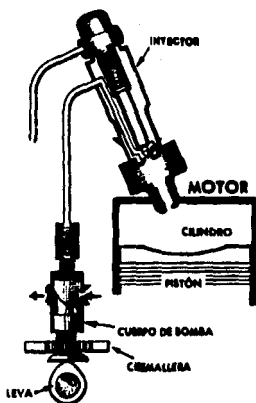


Fig. 3-8 Inyección de diesel en el cilindro

El motor diesel es más económico que el de gasolina debido principalmente a las siguientes características:

- El combustible que emplea es más denso, más barato y tiene algo más de poder calorífico para el mismo volumen.
- La más alta compresión lo hace más eficiente.
- Para una misma potencia, el consumo en litros de combustible es menor hasta en más del 25%.

Además, gracias al exceso de aire en que se realiza la combustión, los gases no contienen prácticamente el veneno so óxido de carbono que producen los motores de gasolina y no produce vapores inflamables a la temperatura ambiente, por lo que se elimina el peligro de incendio en caso de accidente.

Sin embargo, un motor diesel debe estar construido en forma más robusta y fina, debido a los esfuerzos impuestos por la alta compresión y temperatura. Por esta razón, un motor diesel cuesta aproximadamente el doble que los de gasolina, aunque la diferencia disminuye al aumentar el tamaño.

Así mismo, estos motores requieren de mano de obra especializada, y por tanto cara, en su reparación y mantenimiento.

3.1.1.1 Turbo alimentador.

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 combustible y producir una presión media efectiva más alta. Los turboalimentadores centrífugos son movidos generalmente por una turbina accionada por los gases de escape.

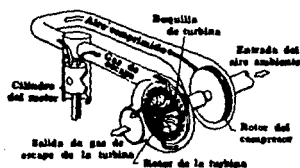


Fig. 3-9 Turbo alimentador

Mediante la turboalimentación se aumenta la potencia en un 50% de la obtenida sin ella, sin cambiar el rendimiento térmico. Además, el trabajo de admisión y de escape no es realizado por el cilindro; este trabajo aparece como una porción de las pérdidas de fricción en los motores con aspiración natural. Por otra parte las presiones pueden mantenerse constantes y el motor desarrolla a grandes alturas la misma potencia que al nivel del mar.

3.1.2 BASTIDOR

El bastidor es el elemento robusto y rígido en que se hayan fijadas las demás partes del tractor. Puede estar -- formado por una única pieza fundida o bien puede componerse de varios elementos soldados. Su forma es muy variable, depende del tipo del tractor.

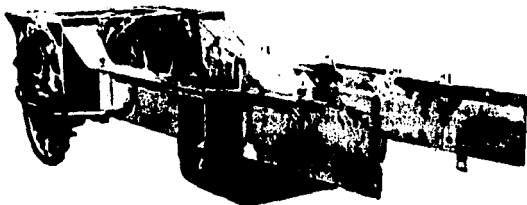


Fig. 3-10 Bastidor

3.1.3 EMBRAGUE PRINCIPAL

El embrague principal es el elemento que se encuentra intercalado entre el motor y la transmisión (caja de velocidades) con el fin de cortar la transmisión de potencia -- cuando se para la máquina o se cambian las velocidades. Del embrague depende que el giro y por lo tanto la potencia del motor, llegue o no a las ruedas motrices, en el primer caso -- se dice que el motor está embragado, es decir, acoplado o enlazado a la transmisión; en el segundo caso, el motor y la --

transmisión están desembragados o sea no enlazados y por lo -- tanto el giro y la potencia del motor no se transmiten a los -- restantes elementos del sistema.

El embrague, generalmente, se controla con una palan-- ca de mano, a la izquierda del operador. Se mueve hacia ade-- lante para desconectarlo y hacia atrás para conectarlo. Lleva un mecanismo de seguridad para mantenerlo conectado.

Las máquinas grandes pueden tener un reforzador hi-- dráulico para reducir el esfuerzo del operador y para obtener una presión suficiente que asegure su conexión.

3.1.3.1 Embrague de disco

Los modelos pequeños y medianos utilizan un embrague de disco. El mecanismo consiste, en esencia, en disponer de -- dos superficies circulares enfrentadas una a la otra (fig. -- 3-11): una de esas superficies es la superficie posterior del volante del motor; la otra, es la superficie anterior del pla-- to conductor que lleva el giro del motor al resto de la trans-- misión cuando está acoplada presionando sobre la superficie -- antes dicha, del volante.

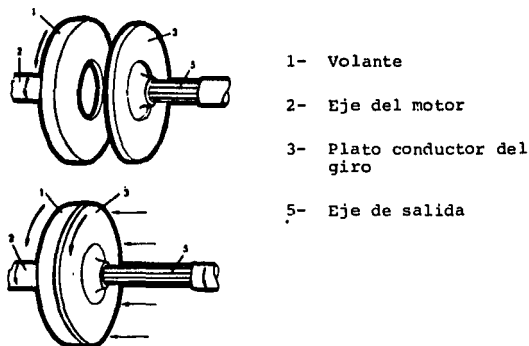


Fig. 3-11 Fundamento de cómo funciona un embrague

El acoplamiento entre ambas superficies no se realiza directamente, sino por medio del disco del embrague - - - (fig. 3-12), que como su nombre lo indica, consiste en un disco forrado por ambas caras de una sustancia sumamente adherente y de gran resistencia mecánica. Esta sustancia, consiste en un tejido a base de amianto, sustancia mineral muy resistente y casi incombustible, reforzada con un tejido a base de hilos de cobre.

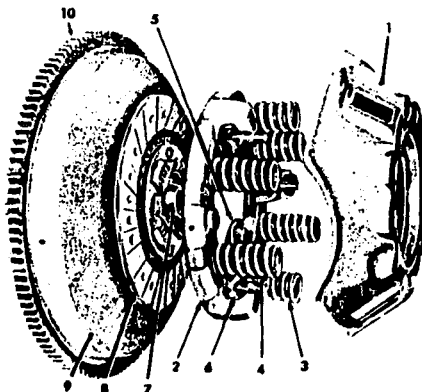


Fig. 3-12 Partes de un embrague: 1. Tapa del embrague; 2. Plato presor; 3. Muelles; 4. Pernos de apoyo de las palancas; 5. Palancas o dedos de desembrague; 6. Enlace de las palancas con el plato de presión; 7. Cubo del disco de embrague; 8. Disco; 9. Volante; 10. Corona de arranque.

El plato conductor de presión (fig. 3-12), antes citado, no está unido al resto del sistema de transmisión, pero se acopla al volante del motor cuando está embragado presionnando entre ambas superficies (volante y plato conductor) al disco del embrague, por medio de unos resortes situados en la periferia del plato conductor y que presionan a éste sobre el volante mientras no se compriman estos muelles por la acción de la palanca del embrague que al comprimirlos, retra o suprime la presión del plato sobre el volante.

El disco del embrague, está unido al eje que lleva el giro al resto de la transmisión, por medio de unas estrias (fig. 3-13), que le permiten desplazarse longitudinalmente en

este eje, pero que ha de girar siempre con él, de manera que cuando este disco está presionando sobre la superficie del volante del motor, el giro y la potencia de éste, se transmiten al resto del sistema de transmisión. Cuando el disco no está presionando sobre la superficie del volante, el giro del motor no se transmite al resto del sistema.

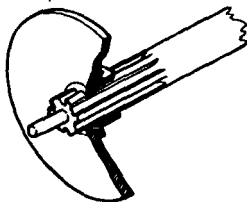


Fig. 3-13

3.1.3.2 Convertidor de par

Los convertidores de par, son dispositivos que, como su nombre indica, convierten el par procedente del motor, aumentándolo en su eje de salida, al mismo tiempo que reducen su velocidad de giro. En resumen, la misión es análoga a la de las cajas de cambio, con la importante diferencia de así como en éstas, las reducciones han de adoptar unos valores fijos - para cada tipo de cambio, los convertidores de par pueden adoptar una gama continua de reducciones dentro de los límites que permite su funcionamiento.

Este mecanismo basa su funcionamiento en el principio del embrague hidráulico o turbo embrague. Consiste en que

la transmisión del esfuerzo del motor no se realiza por un elemento sólido, como es el caso de los embragues de disco, sino que se realiza por medio de un líquido, que suele ser aceite. Si colocamos un ventilador eléctrico capaz de girar por acción de la corriente y enfrente de él colocamos otro análogo de forma que pueda girar libremente sobre su eje, si el primero empieza a girar, el aire puesto en movimiento chocará con las aletas del ventilador colocado enfrente y éste girará también obligado por el primero (fig. 3-14).

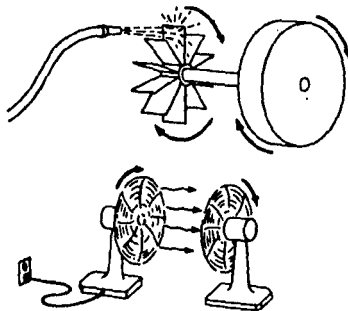


Fig. 3-14 Principio básico del embrague hidráulico

En el caso del embrague hidráulico, existen dos ruedas provistas de paletas en su interior (fig. 3-15): una de ellas (bomba) unida rígidamente al volante del motor e incluso formando parte del mismo; la otra (turbina), que será obligada a girar por la primera, está también unida rígidamente,

al eje que lleva el giro a la transmisión. Existe por último, una campana ajustada herméticamente a la rueda primeramente -- citada y atravesada por el eje de la rueda conducida.

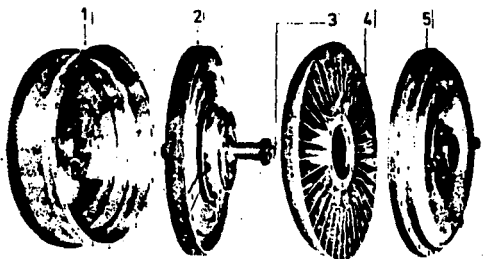


Fig. 3-15 Partes del embrague hidráulico: (1) Tambor del volante (2) Rotor (3) Eje de salida de movimiento de giro (4) Turbina del embrague hidráulico (5) Bomba del embrague hidráulico, que actúa también como ta pa.

Si hemos visto que en el caso de los dos ventiladores, aún siendo al aire libre el elemento transmisor, existe desde luego esa transmisión del giro, en el caso del embrague hidráulico que comentamos, esta transmisión se realizará de una manera más completa, pues el elemento transmisor es un líquido y además el cierre es hermético.

Ya dijimos que el convertidor de par se fundamenta en el embrague hidráulico. Sin embargo, existe una diferencia entre ambos: el embrague hidráulico está previsto solamente para hacer más suave el embrague y al poco tiempo de efectuado el acoplamiento, el plato conductor y el conducido --

están girando a la misma velocidad. En cambio, en los convertidores de par existen diversas circunstancias en las cuales, en forma continuada, el eje conducido está girando a velocidad inferior a la del conductor, con el consiguiente aumento del par motor. Podemos decir que el convertidor de par no es otra cosa que un embrague hidráulico perfeccionado.

Este perfeccionamiento consiste en intercalar entre el plato impulsor y el conducido, una tercera corona de paletas llamada estator (3) (fig. 3-16) que permanece fija mientras la velocidad del plato conductor es superior a la del -- conducido en cuyo caso las paletas de este estator, canalizan la corriente del líquido para que actúe con un mayor aprovechamiento del choque sobre las paletas del eje conducido, realizándose así el aumento del par motor en éste mientras su velocidad de rotación sea inferior. Cuando las velocidades de ambos se van igualando, el estator comienza a girar a la misma velocidad que ambos platos, lo cual se consigue por un mecanismo de rueda libre que más adelante describiremos.

El conjunto del dispositivo consiste (fig. 3-16) en un plato o corona impulsora (1) enlazada rígidamente al volante del motor e incluso formando parte de él; este plato constituye al mismo tiempo el cárter del conjunto. Dentro de él y enfrente del plato conductor, también llamado bomba, se encuentra el plato conducido o turbina (2) enlazado al eje de salida por medio de estrías; entre ambos se encuentra el estator (3) acoplado por el mecanismo de rueda libre.

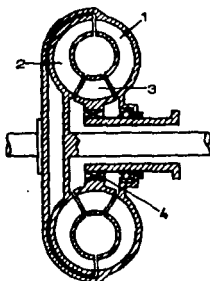


Fig. 3-16 Esquema de un convertidor de par

Cuando el motor comienza a girar, los álabes de la bomba, impulsan el aceite contra el estator que canaliza esta corriente para que vaya a chocar contra los álabes de la turbina, realizándose así la conversión del par que será un aumento del mismo. Cuando la velocidad de giro de la bomba es superior a la de la turbina, la corriente de aceite adopta preferentemente la forma indicada por la flecha 1 (fig. 3-17) llamada corriente rotatoria, y en menor grado otra corriente llamada de torbellino, indicada por la flecha 4. A medida que se van igualando las velocidades de giro de bomba y turbina, va disminuyendo la corriente rotatoria y va aumentando la corriente de torbellino, hasta que cuando llegan a igualarse o casi igualarse las velocidades de bomba y turbina, solamente existe la corriente de torbellino, girando como un todo rígido, la bomba, la turbina y el estator; no existe reducción de velocidad, ni variación del par; estamos en velocidad equivalente a la directa de las cajas de cambio comunes.

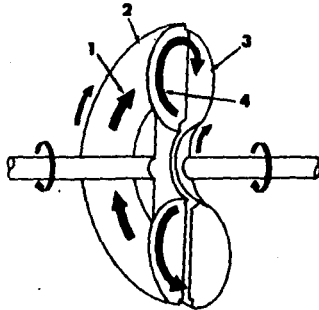


Fig. 3-17 Corriente rotatoria y torbellinos que se establecen en un convertidor de par. 1. Corriente rotatoria del aceite 2. Miembro activo (bomba) 3. Miembro pasivo (turbina) 4. Corriente de torbellino.

Ya se ha dicho que el convertidor de par puede adoptar una gama continua de reducciones, lo cual no permite el empleo de un tipo de caja de cambios común, sino que requiere un tipo de caja epicicloidal o planetaria que más adelante será descrito.

3.1.3.2.1 Rueda Libre

Este mecanismo tiene por objeto conseguir que la transmisión del giro entre uno y otro de dos ejes concéntricos, se efectúe solamente en un sentido. El dispositivo más sencillo se representa en la (fig. 3-18).

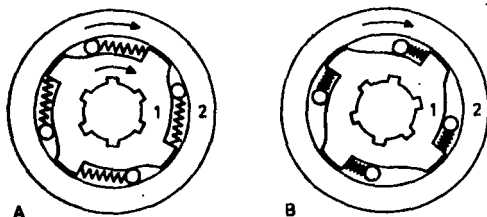


Fig. 3-18 Funcionamiento de un mecanismo de rueda libre. A. El núcleo 1 transmite su movimiento de giro al anillo 2, a través de los rodillos acunados; B. El anillo 2 puede seguir girando en el mismo sentido, aun cuando el núcleo 1 disminuya su velocidad o incluso se pare, al desacuñarse los rodillos.

3.1.4 TRANSMISION

La transmisión es un grupo de engranes y flechas -- que proporcionan un cambio o cambios en la relación velocidad-potencia de la flecha impulsada por el motor. Está generalmente situada atrás del embrague del motor.

El número de velocidades varía en los diferentes modelos y marcas de dos a ocho hacia adelante y de una a seis en reversa.

3.1.4.1 Transmisión de engranaje deslizante

En los modelos pequeños se utilizan engranajes deslizantes cónicos (dientes paralelos al eje), que engranan sólo

cuando transfieren potencia, es decir, se deslizan para el acoplamiento o desacoplamiento mediante horquillas (figs. 3-19 y 3-20).

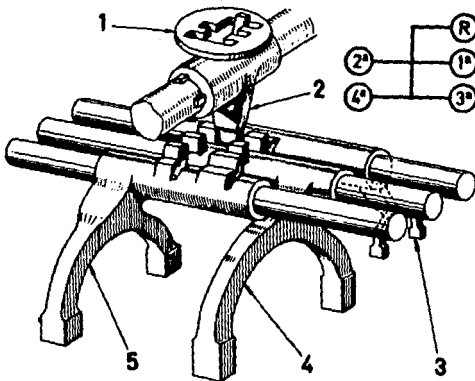


Fig. 3-19 Disposición de las horquillas de mando de un cambio de velocidades de cuatro marchas y marcha atrás. 1. Parrilla de bloque; 2. Dedo de mando de las horquillas; 3. Horquilla de marcha atrás; 4. Horquilla de 1° y 2° marchas; 5. Horquilla de 3° y 4° (directa) marchas. En el gráfico de la parte superior derecha se muestra el esquema de movimientos de la palanca de mando; R. Marcha atrás.

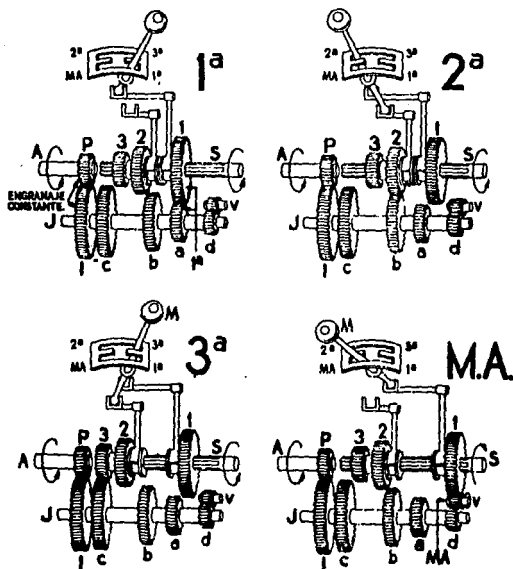


Fig. 3-20 Funcionamiento del cambio de velocidades. A-Eje de entrada del giro del motor. P-Piñon transmisor del giro S-Eje de salida. J-Eje intermediario o contra eje. 1, 2, 3-Engranajes desplazables.

En la fig. 3-20 se observa que el engrane *v*, que -- proporciona el cambio en el sentido de giro, es más pequeño -- que los demás engranes del eje intermediario. Esto ocasiona una mayor velocidad de giro del engrane 1, por lo que la marcha atrás de un tractor es más rápida que hacia adelante.

3.1.4.2 Transmisión de engranaje constante

Este tipo de transmisión consiste de un contra eje intermedio, que es un cambio de velocidades mecánico de engranajes helicoidales (dientes en ángulo al eje) con toma o engranaje constante, en que cada desplazable mecánico de engranes está sustituido por un desplazable de discos múltiples. Los discos se hacen solidarios por acción de un pistón hidráulico. Este pistón está mandado por una palanca y el desplazable de disco puede deslizarse sin desembragar.

La transmisión de engranaje constante se emplea en tractores de mediana potencia.

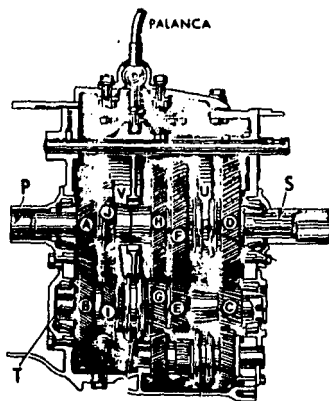


Fig. 3-21 Transmisión de engranaje constante. P-Eje de entrada S-Eje de salida. T-Contraeje intermedio.

3.1.4.3 Transmisión de engranaje planetario

El mayor perfeccionamiento logrado hasta ahora en los dispositivos de las cajas de cambio mecánicas, son los engranajes planetarios o epicicloidaes (Fig. 3-22), en los cuales todos los engranajes se encuentran en toma constante no precisándose desplazamiento alguno para acoplar unos u otros; se consigue un mayor número de combiraciones de velocidad y los cambios pueden realizarse siempre sin tener que interrumpir la transmisión de fuerza procedente del motor, es decir, pueden realizarse a plena marcha de éste. Además, la transmisión de esfuerzos se encuentra más repartida entre los distintos piñones que componen el sistema, evitándose el que un solo par de dientes engranados transmitan a cada instante todo el esfuerzo motriz, lo que supone un mayor trabajo para los engranajes y por consiguiente un mayor desgaste.

El nombre de epicicloidaes que se da a estos engranajes se debe a que la curva descrita por un punto de una circunferencia que gira apoyada en otra, recibe el nombre de --epicicloide. La denominación planetarios es debida a que existen unos piñones alrededor de los cuales giran los satélites, como sucede por ejemplo en los satélites tales como la luna, que giran a través del planeta, tal como la tierra. Rodeando a ambos, existe la corona dentada interiormente y entre ésta y el planeta, giran los satélites engranados en una y en otro.

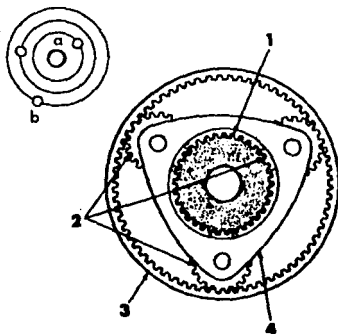


Fig. 3-22 Piezas de la transmisión planetaria. a. Planeta; b. satélites; 1. Piñón planetario; 2. Engranajes satélites; 3. Corona; 4. Porta-satélites.

Se verá como funciona un conjunto de estos tres elementos: corona, planeta y satélites.

Ha de disponerse además de frenos y embragues que puedan fijar la corona, el planeta o el conjunto de satélites, (tres por lo general) cuyos ejes de giro se fijan a una armadura o caja de satélites. Se cumplen las siguientes condiciones:

- a) Si de estos tres elementos (corona, planetario y armadura de satélites) se fija uno de ellos, la transmisión del giro se efectuará a través de los otros dos, pudiendo actuar uno de ellos como

eje conducido o de salida con la reducción o -- multiplicación de giro que corresponda a cada -- caso como enseguida se observará.

- b) Si se fijan dos de ellos entre sí, es como si -- se fijasen los tres, pues uno de ellos no podrá actuar si los otros dos están fijos; entonces -- la transmisión de giro se efectuará como si los tres formaran un bloque rígido (así es realmente) y el eje de salida girará a la misma velocidad que el de entrada, o lo que es lo mismo, se tendrá la transmisión directa.
- c) Si no se fija ninguno de los tres elementos, no habrá transmisión de giro ni esfuerzo y estaremos en posición de punto muerto.
- d) La marcha atrás, se consigue en la forma que se explicará.

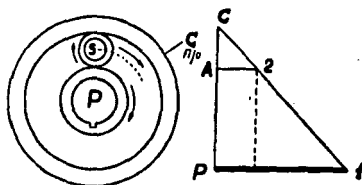
Se verán ahora las distintas condiciones de trabajo -- que pueden presentarse en este tipo de engranajes. Para ello se recurrirá a esquemas en los que son representados por tres -- círculos de diferente diámetro la corona C., el planeta P. y los satélites A. (solamente se representa uno aun cuando sean tres). La velocidad de giro del eje conductor se representa -- por una línea horizontal gruesa y la velocidad de giro del -- eje conducido, por una línea horizontal fina; el elemento que permanece fijo, se representa por un vértice del triángulo -- (no el vértice de la base). Se verán los casos que pueden pre-- sentarse:

1°. Supongamos que la corona C. está fija (Fig. -- 3-23) y que el planeta P. actúa como elemento conductor por medio de su eje de giro. Entonces los satélites serán obligados a girar por el planeta, pero como la corona se encuentra inmovilizada, los satélites tendrán además que rodar interiormente sobre la corona en el mismo sentido de giro del planeta, obligando a girar a la armadura que los enlaza, pero con una velocidad muy reducida con respecto a la del planeta, reducción que dependerá de la relación entre el número de dientes de cada elemento. Se tendrá:

Velocidad de giro del Planeta = P.1.

Velocidad de giro de la Armadura de satélites = A.2.

Velocidad de giro de la Corona = 0.



Corona: Fija.
Planeta: Conductor
Armadura: Conducida

Fig. 3-23 La línea de trazo grueso expresa la magnitud del giro del elemento conductor.

2°. Si fuese conductora la Corona (Fig. 3-24) y permaneciese fijo el Planeta, se tendría que los satélites girarían rodando entre corona y planeta, y su Armadura y eje correspondiente girarían a una velocidad también reducida, aunque con distinta reducción que en el caso anterior. Se tendría:

Velocidad de giro de la corona = C. 1.

Velocidad de la armadura de satélites = A. 2.

Velocidad del planeta = 0.

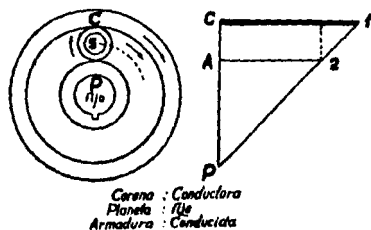


Fig. 3-24 La línea de trazo grueso expresa la magnitud del giro del elemento conductor.

3°. Si se supone fija la Corona (Fig. 3-25) y la Armadura de satélites es conductora, entonces se tendrá:

Velocidad de giro de la Armadura = A. 1.

Velocidad del Planeta = P. 2.

Velocidad de la Corona = 0.

O sea que se ha producido un aumento en la velocidad de giro del planeta conducido con respecto a la Armadura conductora.

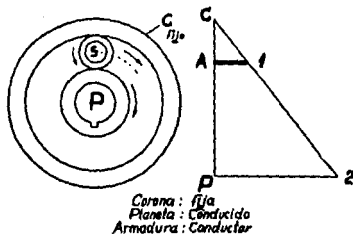


Fig. 3-25 La línea de trazo grueso expresa la magnitud del giro del elemento conductor.

4°. Si el Planeta permanece fijo y la Armadura actúa como conductora (Fig. 3-26) se tendrá:

Velocidad de giro de la Corona = C. 2.

Velocidad de la Armadura = A. 1.

Velocidad del Planeta = 0.

Ha existido también un aumento o multiplicación en la velocidad de giro de la Corona conducida, con respecto a la Armadura conductora, aunque de distinta magnitud que en el caso anterior.

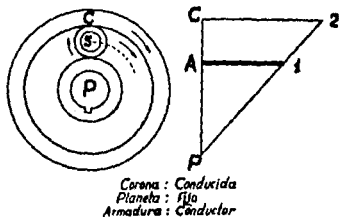


Fig. 3-26 La línea de trazo grueso expresa la magnitud del giro del elemento conductor.

5°. Si se supone fija la Armadura de satélites (Fig. 3-27) y la Corona conductora, entonces los satélites no podrán desplazarse, pero girarán sobre sus ejes y comunicarán al Planeta un giro en sentido inverso al de la Corona. Se tendrá:

Velocidad de giro de la Corona = C. 1.

Velocidad de la Armadura = 0.

Velocidad del Planeta = 2. P,

O sea que ha existido una inversión y una reducción del giro.

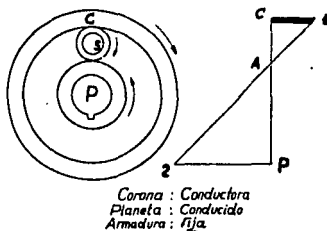


Fig. 3-27 La línea de trazo grueso expresa la magnitud del giro del elemento conductor.

6°. Si permaneciera también fija la Armadura (Fig. 3-28) y fuese conductor el Planeta, se tendrfa:

Velocidad de giro del Planeta = P. 1.

Velocidad de la Armadura = 0.

Velocidad de la Corona = 0. C,

Es decir, también ha existido una inversión del giro y una reducción de la velocidad, aunque de distinto grado que en el caso anterior.

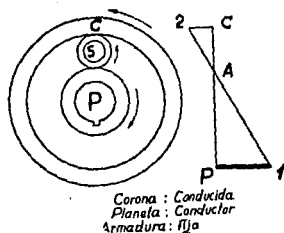


Fig. 3-28 La línea de trazo grueso expresa la magnitud del giro del elemento conductor.

7°. Si se fijan entre sí Corona y Armadura o Armadura y Planeta (Fig. 3-29), el otro elemento quedará incapacitado para girar con respecto a los otros dos y en ese caso cualquiera de los tres elementos que actúe como conductor, obligará a girar a la misma velocidad de rotación a todo el conjunto, y se tendría:

Velocidad de giro de la Corona = C. 1.

Velocidad de la Armadura = A. 2.

Velocidad del Planeta = P. 3.

Es decir, se tendría la velocidad directa, cualquiera que fuese el elemento conductor:

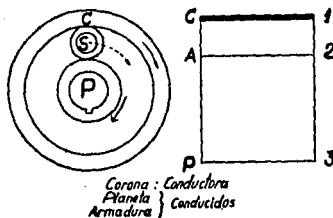


Fig. 3-29 La línea de trazo grueso expresa la magnitud del giro del elemento conductor.

8°. Por último si no se fijase ninguno de los tres elementos, sino que todos pudiesen girar libremente, no podría existir transmisión alguna de fuerza y tendríamos el punto -- muerto.

Como habrá podido observarse, las posibilidades de reducción, multiplicación, inversión del giro, velocidad directa y punto muerto son variadísimas en este sistema de engranajes. Por lo general la corona no suele actuar ni como eje conductor ni como conducido, limitándose su acción al hecho de estar o no frenada, encomendándose la misión conductora o conducida al eje del planeta y al de la armadura de satélites.

Para fijar los distintos elementos de que consta el sistema se emplean embragues y frenos mandados hidráulicamente. En la figura 3-30 se aprecia el freno que fija la corona y el embrague que fija entre sí el planeta a la armadura de satélites. En este caso, la velocidad obtenida será la directa, de acuerdo con lo anteriormente expuesto. Si por medio de los --

frenos se fija la posición de la corona, se obtendrá una velocidad reducida en el eje de salida.

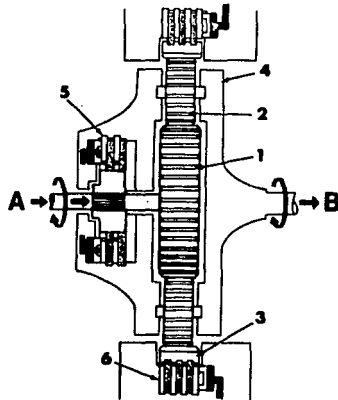


Fig. 3-30 Sistema epicicloidal sencillo. Velocidad alta o directa. A. eje de entrada; B. eje de salida; 1. Piñón planetario; 2. satélite; 3. Corona; 4. Porta-satélites; 5. Embrague para la velocidad directa (embragado); 6. Freno para la reducción (desembragado).

3.1.4.3.1 Engranajes planetarios múltiples

Pueden acoplarse entre sí varios juegos de engranajes epicicloidales análogos a los descritos y obtener una variadísima gama de velocidades. A título de ejemplo se va a describir el sistema empleado en algunos tipos de tractores en

los cuales pueden conseguirse ocho velocidades adelante y cuatro atrás:

En la figura 3-31 se representan las dos primeras - velocidades: el sistema consta de un piñón planeta con doble juego de satélites y dos coronas, cada una de las cuales dis pone de su freno de inmovilización. Cuando se actúa el freno B_1 , los satélites de menor diámetro son obligados por el - planeta a girar sobre la corona. Los satélites arrastran a la armadura que gira con velocidad reducida con respecto a - la del eje de entrada.

Si actúa el freno B_2 , son los satélites de mayor - diámetro los que se obligan a girar sobre su corona por el - planeta, por lo cual la armadura sufre una reducción de velocidad con respecto al eje de entrada, esta reducción es inferior a la obtenida en el caso anterior. Se tienen pues dos ve locidades. Si no se actúa ninguno de los dos embragues el - sistema queda en punto muerto, pues todos sus elementos gi- ran libremente y no existe transmisión de fuerza.

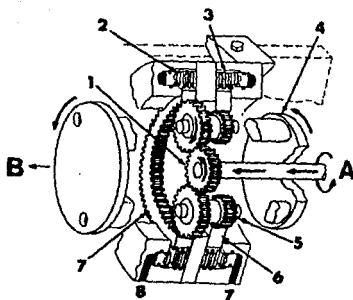


Fig. 3-31 Reducción epicloidal múltiple (reducciones 1 y 2); A. Eje de entrada; B. Eje de salida; 1. Piñón sol; 2. Freno B₂; 3. Freno B₁ (embragado); 4. Porta-planetarios; 5. Planetarios; 6. Corona B₁ (frenado); 7. Entrada de aceite; 8. Salida de aceite; 9. Corona B₂.

En la figura 3-32 se aprecia un segundo planeta de mayor diámetro enclavado en un eje concéntrico con el anterior y engranado con satélites de menor diámetro que en el caso anterior. Accionando los frenos B₁ o B₂ se obtendrán otras dos reducciones que serán menores que las obtenidas anteriormente, aunque desde luego serán reducciones, toda vez que la armadura gira siempre a menor velocidad que los planetas cuando es conducida por éstos.

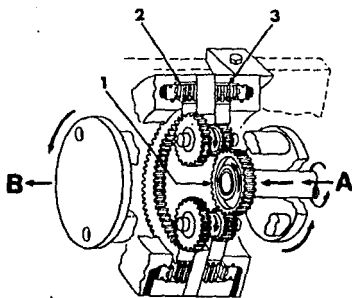


Fig. 3-32 Reducción epicicloidal múltiple (velocidades 3 y 4). A. Entrada; B. Salida; 1. Piñón sol de mayor diámetro engranado con los planetarios de menor diámetro; 2. Freno B2; 3. Freno B1.

Para obtener la quinta velocidad o directa, se accionan ambos planetarios dejando sin actuar los embragues de ambas coronas (Fig. 3-33). Entonces el conjunto actúa como un todo rígido, toda vez que al existir dos planetas de diferente diámetro engranados a dos sistemas de satélites también de diámetro distinto, el conjunto queda bloqueado.

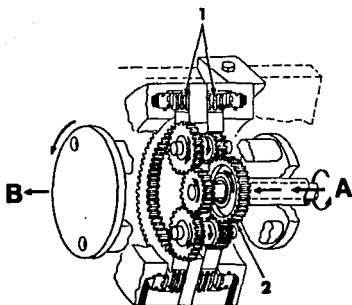


Fig. 3-33 5° velocidad (directa) en un sistema epicicloidal múltiple. A. Entrada; B. Velocidad de salida igual a la de entrada; 1. Ambos frenos sin aplicar; 2. Accionamiento de ambos piñones sol.

El sistema se completa con el acoplamiento de un segundo sistema enlazado al anterior, de forma que las dos armaduras de satélites están unidas rígidamente y el eje de salida de una de ellas actúa como eje de entrada de la siguiente (Fig. 3-34). Con esto se obliga a los satélites a girar en órbita alrededor del eje de reducción siempre que la fuerza se transmite a través del primer sistema. La marcha atrás se obtiene como indica la figura 3-34 por la intercalación de piñones entre la corona y satélites del segundo sistema, con el que se obtiene además de la inversión de marcha, una directa multiplicada o superdirecta y una directa.

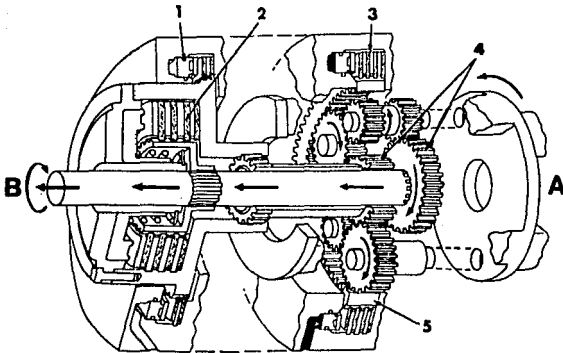


Fig. 3-34 Reducción epicicloidal múltiple con un segundo sistema acoplado al primero (se ha ilustrado la inversión del sentido de giro). A. Entrada; B. Sentido del giro invertido; 1. Freno B4; 2. Embrague C3; - 3. Freno B3 (aplicado); 4. Piñones sol; 5. Corona de B3 (inmovilizada).

Con los dos sistemas se podrían obtener diez velocidades adelante y cinco hacia atrás, pero sin embargo solamente se obtienen ocho adelante y cuatro atrás debido a que existe coincidencia en la desmultiplicación de dos tipos de reducción en cada uno de los sistemas.

En la fig. 3-35 se muestra el aspecto de un cambio planetario múltiple. Asimismo, se observa un convertidor de par. La unión de ambos sistemas es a lo que se conoce como --

SERVOTRANSMISION.

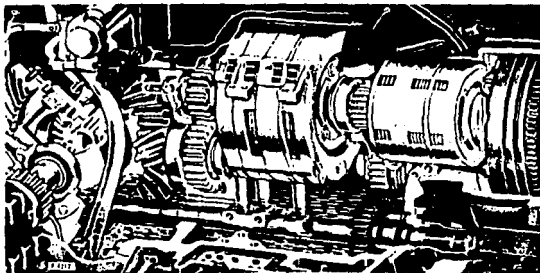


Fig. 3-35 Servotransmisión

3.1.5 SISTEMA DE DIRECCION

Si la corona a la que hace girar el piñón de ataque (al final de la flecha de la transmisión), está unida a un eje en cuyos extremos se encuentran las ruedas motrices de las orugas, el mismo número de vueltas dará la rueda de la derecha -- que la de la izquierda. Pero en una curva, la oruga exterior realiza un recorrido mayor que la interior (Fig. 3-36).

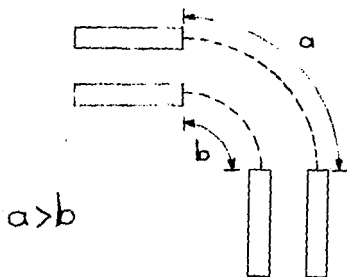


Fig. 3-36

Para compensar ésto, se requiere un sistema de dirección que permita las maniobras de viraje.

3.1.5.1 Embragues y Frenos de Dirección.

En este sistema, la dirección se comunica al tractor mediante dos embragues y dos frenos, correspondiendo un embrague y un freno a cada oruga. En posición normal, ambas orugas se encuentran embragadas y su velocidad es la misma. Dos palancas, que el conductor tiene a la mano, permiten desembragar una u otra de las dos orugas. De este modo el conductor tiene la posibilidad de hacer girar el tractor según la curva deseada con una de las dos orugas, ya que la oruga desembragada no contribuye ya a la tracción. Por otra parte, - frenando la oruga desembragada por presión sobre el pedal co

respondiente, se llega a parar completamente su movimiento, provocando así cambios de dirección bruscos, de cualquier ángulo, maniobra que permite, si es necesario, casi hacer girar el tractor sobre sí mismo.

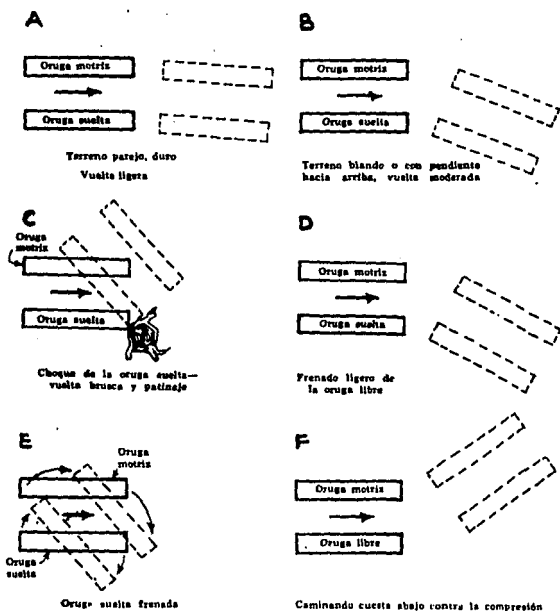


Fig. 3-37 Conducción de un tractor de orugas mediante embragues y frenos.

En los grandes modelos de tractores, los constructores aplican un dispositivo de mando hidráulico de los embragues de dirección. Este dispositivo evita fatiga al conductor.

3.1.6 MANDO EXTREMO O FINAL

A partir de los embragues de dirección, la potencia se comunica a las ruedas de mando de las orugas por una transmisión llamada mando extremo o final, que proporciona la reducción final de velocidad y el aumento del par motor correspondiente.

Uno de los tipos de mando final consiste de un piñón al extremo de cada semieje y una rueda de mayor diámetro. El piñón engrana con la rueda transmitiéndole el giro; la rueda, a su vez, disminuye la velocidad y comunica un aumento de par a la rueda motriz.

En las máquinas pequeñas se utilizan mandos finales de una sola reducción. Las intermedias utilizan unidades de doble reducción.

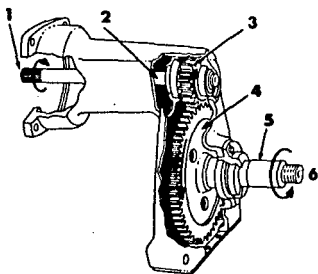


Fig. 3-38 Mando extremo de una sola reducción.
 1. Del sistema de dirección. 2. Semieje. 3. Piñón de la reducción. 4. Engranaje de propulsión final. 5. Eje - rueda motriz. 6. A la rueda motriz.

Las máquinas más grandes utilizan mandos finales planetarios, que proporcionan una entrega extremadamente alta de par en una unidad muy compacta.

3.1.7 SISTEMA DE RODAMIENTO (ORUGAS)

La oruga puede considerarse como un carril que se desliza ante la rueda del vehículo, a medida que éste va avanzando. La superficie de contacto es mucho mayor y la tracción más eficaz. La oruga se adhiere al suelo y permite desarrollar esfuerzos de tracción ampliamente superiores a los que pueden proporcionar las ruedas solas.

Este sistema de rodamiento está compuesto por una rueda grande dentada llamada catarina que proporciona el movi

miento, una rueda gufa con ceja, del tamaño de la catarina, un bastidor con rodillos inferiores y superiores que giran sobre su propio eje y una cadena (carril) con zapatas atornilladas que forman la oruga, propiamente dicha. La oruga se encuentra sellada y lubricada con el fin de evitar la entrada de polvo y lodo. Las ruedas y rodillos se protegen de las cargas de impacto del suelo y de materiales abrasivos.

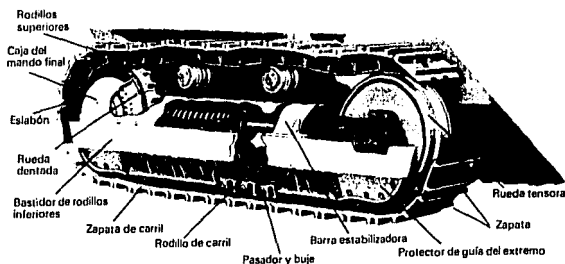


Fig. 3-39 Oruga

El eje vivo, proveniente del mando final, hace girar la catarina que se encuentra en la parte posterior del bastidor de la oruga.

El bastidor es el elemento que da rigidez al sistema de rodamiento, se apoya en rodillos pequeños que ayudan a la alineación con el carril o cadena. Cuenta además con uno o dos rodillos de apoyo en su parte superior, excepto en las máquinas muy pequeñas, con el fin de evitar que cuelguen excesivamente los tramos superiores de la oruga.

La rueda guía se encuentra en la parte delantera del bastidor conservando la tensión y alineación de la oruga, así como amortiguando los impactos ya que se monta mediante una horquilla con resorte.

La oruga consta de una verdadera cadena de rodillos y zapatas atornilladas a sus eslabones. Cada par de eslabones está unido con un buje en un extremo. Se introduce un pasador en el buje que sostiene los extremos sobre puestos del siguiente par de eslabones. La oruga se arma en una prensa hidráulica, que permite introducir los pasadores que son de tamaño ligeramente superior y los bujes en los eslabones que quedan tan apretados, que rara vez se separan al trabajar. El pasador da vuelta fácilmente en el buje, produciendo el efecto necesario de articulación.

La oruga puede abrirse sacando uno de los pasadores llamado pasador maestro, que queda menos apretado que los demás con el fin de poderlo sacar en el campo con marro y punzón.

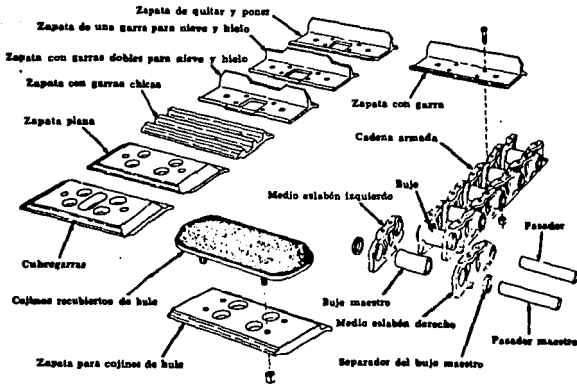


Fig. 3-40 Eslabones de las orugas y zapatas

La acción de la catarina sobre el carril o cadena de la oruga es similar al de la rueda dentada sobre la cadena de una bicicleta. En nuestro caso, los dientes de la catarina hacen contacto con los bujes del carril y mueven la máquina hacia adelante sobre el riel formado por los eslabones. Generalmente, la catarina tiene un número non de dientes y la oruga un número par de bujes, o viceversa, con el fin de que el mismo buje no caiga en el mismo espacio entre dos dientes a cada vuelta distribuyéndose mejor el desgaste.

A los eslabones de la cadena van atornilladas las zapatas

patas, que constituyen la superficie de rodamiento del tractor.

Dada la diversidad de terrenos por los que transita el tractor de orugas, existe gran variedad de zapatas para cada tipo de superficie.

La zapata más utilizada consiste en una placa plana con un solo borde o garra que la atraviesa. Esta proporciona una buena tracción y protección contra el resbalamiento lateral en la mayor parte de las condiciones.

3.1.8 ELEMENTOS COMPLEMENTARIOS

3.1.8.1 Barra de Tiro

La barra de tiro es una barra gruesa de arrastre -- que sobresale en la parte trasera del tractor. Se prolonga -- hacia atrás a través de un brazo de apoyo. Esta situada muy baja para garantizar la estabilidad del tractor y evitar el -- balanceo al remolcar. Puede oscilar horizontalmente y se sujeta en la posición deseada mediante un pasador o cerrojo.

En los tractores mayores se utiliza una barra fija rígidamente conectada al bastidor.

3.1.8.2 Gancho delantero

En la parte delantera el tractor cuenta con un gancho para remolcarlo, para trabajo en tándem fijándolo a otro tractor o para algún otro trabajo que se requiera en la obra.

3.1.8.3 Eje Muerto

El eje muerto es un pasador que atraviesa la parte trasera del tractor y que une los bastidores de las orugas con la sección central, permitiendo que oscilen verticalmente. Este eje, generalmente, sirve como eje para la catarina. Puede ser la flecha continua, o dos en línea, con sus extremos interiores anclados a la caja de transmisión.

El pivoteo vertical, conseguido por el eje muerto en la parte posterior de la máquina, es compensado en la parte de lantera mediante la colocación de una barra. Este arreglo permite que la parte delantera del tractor se mueva hacia arriba o hacia abajo, aumentando la estabilidad de la máquina, además de proporcionar a cada oruga el área máxima de contacto con el suelo.

Cabe señalar, que en los tractores tiendetubos no se permite esta oscilación vertical, sino que los bastidores de las orugas permanecen unidos por una barra sólida.

3.1.8.4 Toma de Fuerza

La toma de fuerza ordinaria es una conexión que hace girar una flecha que atraviesa la parte posterior de la caja de engranes. Se utiliza para mover accesorios como las unidades de control de cable, un malacate o una bomba hidráulica.

Generalmente, la toma de fuerza gira más despacio que el motor. Opera en neutral o en cualquier velocidad, pero no cuando está desconectado el embrague.

3.1.8.5 Controles

Los controles ordinarios de operación de un tractor son primordialmente: la palanca de embrague principal del motor, la palanca para cambio de velocidades, la palanca del acelerador, dos palancas de desembrague de las orugas y los pedales de frenos de dirección generalmente con seguros.

La disposición de los controles es distinta en cada máquina. Los tractores grandes pueden tener reforzadores hidráulicos para disminuir el esfuerzo del operador.

3.1.8.6 Asiento y Cabina

El asiento del conductor está colocado de tal forma que permite la mayor visibilidad y al mismo tiempo gran comodidad, con el fin de procurar la máxima eficiencia del operador.

Se debe procurar también la mayor seguridad del conductor, para lo que los fabricantes actuales dotan a los tractores de cabinas cada vez más resistentes, sobre todo en modelos grandes.

3.1.8.7 Tanque de Combustible

Este depósito se localiza delante o detrás del asiento del operador. Tiene capacidad para almacenar combustible suficiente para trabajar ocho horas, a plena carga. Contiene filtros de aspiración con decantación y purga y un indicador de nivel.

3.1.9 ADITAMENTOS DE TRABAJO

Hasta ahora, se ha descrito lo que es el tractor en sí. Pero, éste no puede desarrollar su amplia gama de trabajos sin la utilización de aditamentos especiales, que además le vienen a dar nombre.

3.1.9.1 Hoja Topadora (Bulldozer)

La Hoja Topadora o Bulldozer es esencialmente una -- hoja de empuje frontal, que se coloca en la parte delantera -- del tractor, perpendicular al eje longitudinal de la máquina. Puede levantarse o bajarse mediante controles hidráulicos.

Se fija al tractor por medio de dos largueros o brazos de empuje, que van desde unas conexiones articuladas en los -- bastidores de las orugas, a la parte inferior de la hoja.

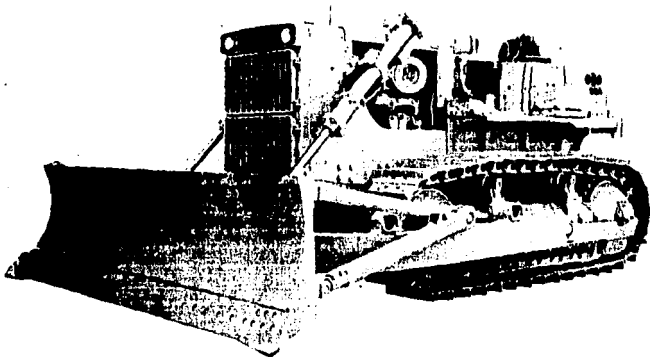


Fig. 3-41 Hoja Topadora

La hoja es una estructura maciza que tiene un respaldo y una base rectangulares, con un filo delantero en la base llamado cuchilla, que es de acero tenaz, duro, y que protege - por delante y por debajo el resto de la hoja. El frente de la hoja se llama vertedera y es cóncava e inclinada hacia atrás.

La cuchilla se compone generalmente de tres piezas, una central ancha y dos esquinas o gavilanes. Estas partes -- son sometidas a gran desgaste, por lo que van atornilladas a la hoja con el fin de poderlas cambiar.

Al empujar, la cuchilla penetra en el terreno, corta y rompe la tierra empujándola hacia arriba siguiendo la curva de la vertedera de la hoja hasta que cae hacia adelante. El material que se empuja hacia adelante de la hoja se mantiene - así más o menos en movimiento rotatorio, lo que tiende a emparejar la carga por producirse menos rozamientos; por lo cual, puede soportar una carga mayor que con una vertedera plana vertical. El peso de la tierra, al principio, ayuda a la penetración, pero luego, al completarse la carga, la empuja a la curva superior de la hoja quitándole peso a la cuchilla, de manera que corta menos.

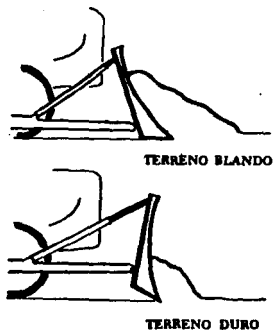


Fig. 3-42 Inclinación de la hoja

Los controles hidráulicos han ido desplazando paulatinamente a los de cable, al grado de que estos últimos han caído casi en el desuso. Aunque los de cable tenían algunas ventajas sobre los hidráulicos, sobre todo de mantenimiento, los hidráulicos pueden aplicar mayor fuerza a la hoja, obteniendo mejor penetración, además de que han simplificado su mantenimiento.

El trabajo más común de la hoja topadora es el de excavación y acarreo en distancias cortas. En este aspecto, lo ideal sería que el tractor no realizara acarreos, pero como éste es difícil que ocurra, se recomienda que la distancia máxima de acarreo no exceda los 100 metros, ya que, dada la baja velocidad de la máquina, aumenta mucho el tiempo de ciclo y disminuye el rendimiento, resultando anti-económico. La distancia media de acarreo es entre 30 y 50 metros.

El tractor equipado con hoja frontal también es apro

piado para empujar, para el amontonamiento y para recoger la materia excavada. Puede depositarla por capas que consolida por su propia acción de ir y venir. Es útil en el relleno de zanjas, empujando más allá de la arista del talud la materia depositada por otros aparatos.

Además, como puede pasar por los sitios más difíciles, por pendientes abruptas y por terrenos rocosos, abre caminos de acceso a otras máquinas de excavación como motoescrepas y motoconformadoras. Asimismo, participa en labores de limpieza, desmante y despirme y auxilia a la tracción de equipos como motoescrepas, que al empujarlas mejoran su eficiencia.

Como se ve, es muy amplia la cantidad de trabajos que puede desempeñar la hoja topadora, pero para cumplir con todos ellos es necesario el uso de hojas de diversas características:

3.1.9.1.1 Hoja Recta.- Es la de uso más general, se utiliza para excavar acarreando el material hacia adelante.

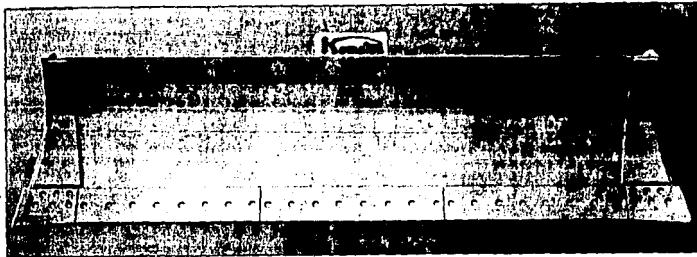


Fig. 3-43 Hoja Recta

3.1.9.1.2 Hoja en "U".- La hoja en "U", tiene sus costados alargados más adelante que en el centro, lo que permite transportar una carga mayor al reducirse el escurrimiento lateral. Las esquinas con puntas ayudan a la penetración en terreno duro y bajo los tocones y rocas. Funciona bien para abrir caminos provisionales y es ideal para amontonar materiales sueltos.

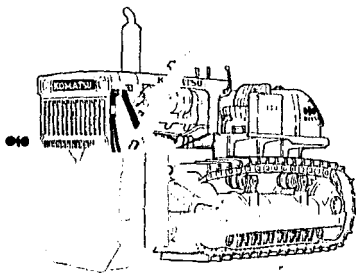


Fig. 3-44 Hoja en "U" (universal)

3.1.9.1.3 Hoja Amortiguada.- Esta hoja se utiliza para empujar otros equipos como las escarpas. Tiene resortes que amortiguan el impacto al hacer contacto con la otra máquina. Como los resortes se encuentran en la parte superior de la hoja, no afectan la acción de excavación y acarreo del Bulldozer, ya que la fuerza necesaria para esta labor se ejerce en el borde inferior.

La acción de empuje de escrepas también se puede realizar con hoja recta reforzada al centro con una placa o bien, mediante topes o placas más pequeños que una hoja y que no lesionan los neumáticos de las escrepas. A éstos últimos se les conoce como Pushdozer o empujadores.

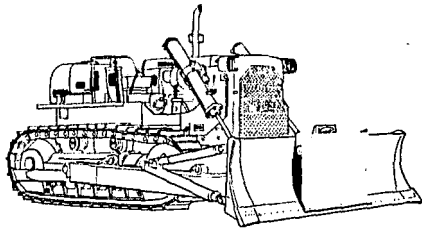


Fig. 3-45 Hoja empujadora

3.1.9.2 Hoja inclinable (Tiltadozer)

La hoja inclinable o Tiltadozer, es una hoja cuya cuchilla puede pivotar sobre su plano. Permite un ataque en cuña del terreno que debe excavarse, procedimiento ventajoso en terrenos duros o helados o para la construcción de fosos. El plano de la cuchilla permanece siempre perpendicular a la dirección del desplazamiento, pero uno de sus extremos puede colocarse más bajo que el otro.

Para lograr esta inclinación se utilizan dos cilindros hidráulicos colocados sobre los brazos de empuje de la hoja.

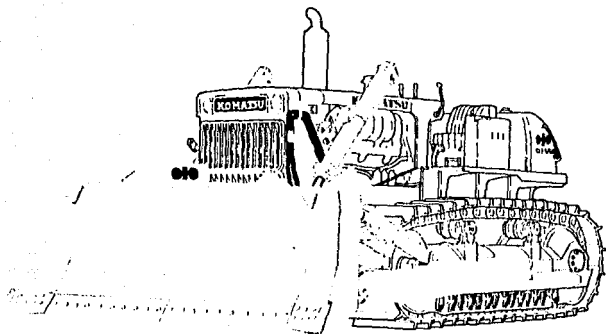
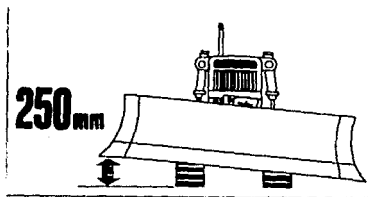


Fig. 3-46 Hoja Inclinable (Tiltadozer)

3.1.9.3 Hoja angulable (angledozer)

La hoja angulable o angledozer, es una hoja frontal que puede inclinarse a la izquierda o a la derecha, además de poderse colocar en una posición recta central. La hoja es -- más ancha que la topadora ordinaria, para permitirle cortar -- una trayectoria de todo el ancho cuando se inclina.

El Angledozer consta de dos brazos de empuje y una conexión delantera en forma de "V" o "U" entre ellos, a la -- que se sujeta la hoja por medio de un pasador vertical central.

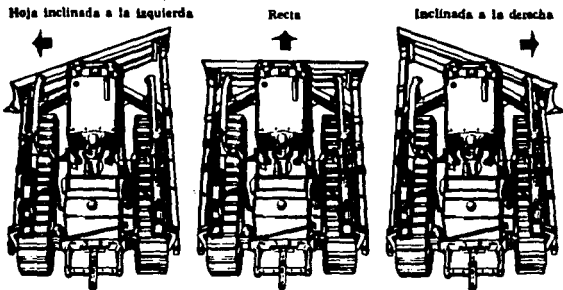


Fig. 3-47 Angledozer

Los extremos exteriores de la hoja están articulados a los brazos que dan inclinación lateral. La contracción de uno y la extensión del otro dan la inclinación necesaria.

La cuchilla forma un ángulo que da a la carga un movimiento lateral aparte del movimiento hacia adelante. Esto es útil para abrir caminos en terreno accidentado o para relleno de zanjas pequeñas, además de otros trabajos.

Algunas de sus desventajas son: mayor peso, costo de adquisición y de conservación; resulta estorbo en lugares reducidos, dificultad para dar vuelta con carga y que se aflojan sus articulaciones.

3.1.9.4 Desgarrador

El desgarrador, también llamado arado o ripper, es un aditamento de construcción robusta que se fija en la parte posterior del tractor. Consta de una viga horizontal unida a uno o varios (hasta 5) vástagos verticales o dientes que terminan en una punta o casquillo intercambiable.

El fin primordial de este implemento es romper y desgarrar los suelos, fragmentándolos hasta el grado de que el material pueda ser removido por bulldozer o motoescrepas.

El ripper es accionado por medio de un sistema hidráulico. Su rendimiento se basa en el peso y potencia del tractor, ya que estos factores proporcionan la penetración y el desplazamiento necesarios para el afloje del suelo.

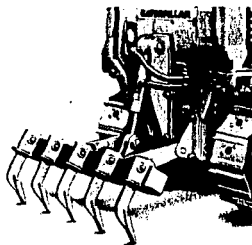
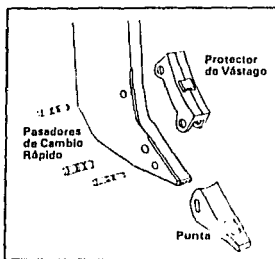
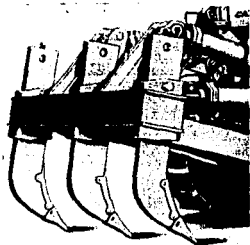
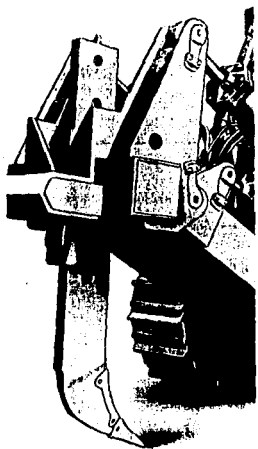


Fig. 3-48 Desgarrador

Existen tres tipos fundamentales de desgarradores: - el de gozne, en paralelogramo y en paralelogramo ajustable.

En el tipo de gozne o de montaje articulado, la viga y el vástago se encuentran unidos sin permitir articulación entre ellos. A su vez, la viga está unida a un punto fijo que permite oscilación para el ascenso y descenso del vástago.

El arco resultante de esta oscilación produce hasta 30° de diferencia en el ángulo de ataque de la punta. Por lo tanto, el ángulo del diente cambia a medida que penetra hasta la profundidad de desgarramiento. En muchos materiales ésto crea un problema en la penetración.

Este tipo de desgarrador permite también una oscilación lateral con la que el vástago puede hacer un rodeo de los puntos muy duros, en busca del curso de menor resistencia. Se ha probado que esta característica sólo es ventajosa en ciertos materiales.

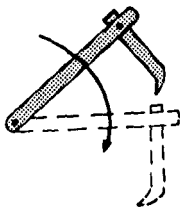


Fig. 3-49 Desgarrador de gozne

El tipo en paralelogramo consta de un varillaje que soporta la viga y el vástago manteniendo el mismo ángulo con el suelo, a cualquier profundidad del diente, lo cual asegura el ángulo constante de éste, con el resultado de que las características de penetración son excelentes con la mayoría de los materiales.

Pruebas de campo han demostrado que el arado en paralelogramo con vástago rígido da mejores resultados que el de montaje articulado. La punta no puede oscilar en torno de rocas y tiene que removerlas.

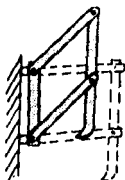


Fig. 3-50 Desgarrador en paralelogramo

El desgarrador en paralelogramo ajustable combina las ventajas de los desgarradores de gozne y en paralelogramo. Posee la ventaja adicional de ser capaz de cambiar la inclinación de la punta al ángulo óptimo de penetración. Además, -- también se ajusta mientras se mueve para obtener el ángulo óptimo de desgarramiento con cualquier material.

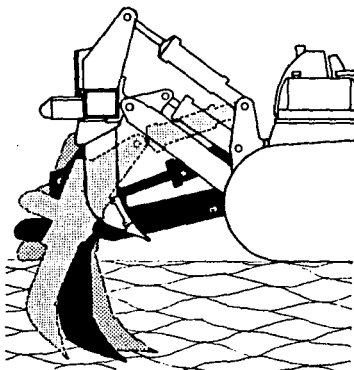
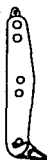


Fig. 3-51 Desgarrador en paralelogramo ajustable

En lo que respecta a los vástagos, existen tres tipos: curvos, rectos y de curva modificada. Cada uno posee ventajas específicas con ciertos tipos de suelos. El de curva mo dificada combina las características de los otros dos, pues -- confiere la acción de levantamiento de los vástagos curvos, ne cesaria con materiales densos y de tipo laminar, y además la - capacidad para desgarrar de los vástagos rectos con materiales de fractura en bloques o lajas.

VASTAGO RECTO



VASTAGO CURVO

VASTAGO DE VELOCIDAD
DE PERFIL SUAVE

Fig. 3-52 Tipos de vástagos

Actualmente, los tractores son cada vez más potentes y al ser adicionados con ripper pueden atacar algunos tipos de roca, de ciertas características geológicas, en forma más práctica y económica que con uso de explosivos.

3.1.9.5 Tiendetubos

El tiendetubos consiste de una pluma o aguilón lateral que se apoya en el bastidor de la oruga. Está dotado además, en el lado opuesto del tractor, de un malacate y un contrapeso. El malacate se encuentra articulado al contrapeso y controla la altura del aguilón. El contrapeso tiene la característica de poderse extender mediante cilindros hidráulicos, con el fin de conservar el equilibrio de la máquina cuando -- trabaja con cargas pesadas.

Por último, en el extremo de la pluma, se localiza una polea por la cual pasa el cable de carga que, a su vez, -

pasa por una polea de elevación de cables múltiples.



Fig. 3-53 Tiendetubos

El uso fundamental del tiendetubos es el de elevación y acarreo de cargas, particularmente en el trabajo de tuberías. Es usual utilizar varios tiendetubos en serie para el tendido de oleoductos y gasoductos.

3.2 TRACTOR DE RUEDAS NEUMATICAS

El tractor de ruedas neumáticas puede desempeñar -- casi todos los trabajos destinados a los tractores de carriles. Puede operar a más altas velocidades aunque desarrolla una -- fuerza tractiva muy inferior, dado que el factor de tracción - correspondiente a las llantas es menor que el de las orugas.

Sin embargo, desde el punto de vista económico, es - más propio el uso del tractor de neumáticos para remolcar gran des volúmenes a distancias largas, como es el caso de los que remolcan escrepas o grandes cajas que transportan terracerfas, siempre que se cuente con buenas superficies de rodamiento.

Podemos subdividir los tractores de ruedas en dos - grandes grupos:

- Tractores de dos ruedas o de silla
- Tractores de cuatro ruedas

3.2.1 TRACTOR DE DOS RUEDAS

Este tipo de tractor es muy maniobrable, sobre todo en operaciones realizadas con limitaciones de espacio. Su fuerza de tracción es mayor comparada con la del tractor de - cuatro ruedas, debido a que al contar con un solo eje es mayor el porcentaje del peso de la unidad y del remolque que recae sobre las ruedas motrices.

La resistencia al rodamiento es menor, gracias a la eliminación de ejes y ruedas adicionales, que a su vez también

implican erogaciones mayores por su uso y mantenimiento.

Prácticamente, el tractor de dos ruedas se utiliza sólo como unidad tractora de escrepas o cajas remolque para acarreo de terracerías.

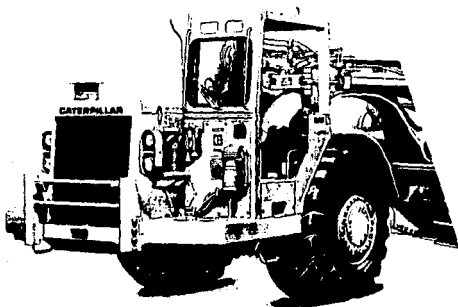


Fig. 3-54 Tractor de dos ruedas con escropa
(moto escropa)

3.2.2 TRACTOR DE CUATRO RUEDAS

El tractor de cuatro ruedas neumáticas presenta mayor estabilidad y una dirección más firme y digna de confianza, así como menor balanceo cuando transita por superficies de rodamiento muy accidentadas.

Todo ésto permite operar este tipo de tractores a mayores velocidades.

El tractor de cuatro neumáticos se usa como unidad tractora de escepas y remolques, pero también puede ser utilizado en forma independiente en otras operaciones de construcción.

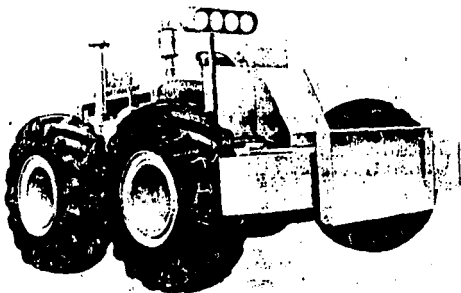


Fig. 3-55 Tractor de cuatro neumáticos

Al igual que los tractores de orugas, los equipados con neumáticos son catalogados de acuerdo con su tamaño y con su potencia, ya que de su potencia depende la fuerza tractiva que podrá desarrollar la máquina; en tanto que el tamaño, que va asociado al peso, conjugado con el correspondiente factor de tracción, determina la fuerza tractiva máxima que puede desarrollarse entre las llantas y la superficie de rodamiento.

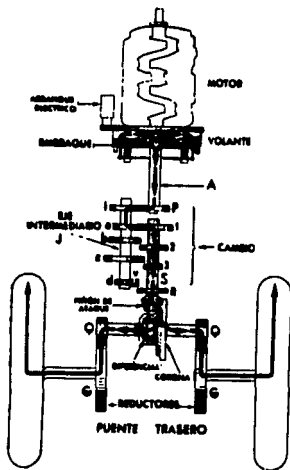


Fig. 3-56 Transmisión de fuerza de un tractor de ruedas neumáticas.

3.2.2.1 Sistema Diferencial.

El diferencial es el mecanismo de dirección empleado en el eje trasero de los tractores de neumáticos para proporcionar mayor velocidad a la rueda que en la curva le corresponde recorrer la parte exterior y disminuye la de la parte interior, ajustándolas automáticamente a los recorridos que hagan.

El dispositivo consiste en esencia de lo siguiente:

La corona lleva fija la llamada "caja de satélites", que se reduce a dos cojinetes diametralmente opuestos en los que gira el eje de dichos "satélites", que pueden ser dos o más, los cuales se hayan constantemente engranados con los piñones planetarios (dos precisamente) en los que se fijan los semiejes (Fig. 3-57).

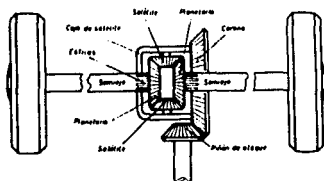


Fig. 3-57 Mecanismo Diferencial

Mientras el tractor marcha en recta y sobre terreno sensiblemente plano, la corona recibe el giro procedente del motor por medio del piñón de ataque; la caja de satélites voltea y éstos, acunados sobre los planetarios, les producen el giro a la misma velocidad de rotación que la corona, pero sin que exista desplazamiento relativo entre satélites y planetarios, es decir, los satélites voltean y los planetarios giran con la corona.

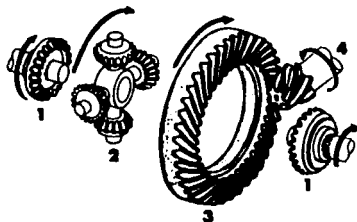


Fig. 3-58 Diferencial (ambas ruedas giran libremente).
 1. Planetario y semieje. 2. Satélites. 3. Corona. 4. Piñón del eje de la transmisión.

Cuando el tractor describe una curva, por ejemplo hacia la derecha, la rueda del lado izquierdo tenderá a girar más rápidamente y la del lado derecho más despacio; entonces entran en acción los satélites, que girando sobre sus ejes, al mismo tiempo que comunican su giro a los planetarios

como cuando el tractor marcha en recta, aumentan la velocidad de giro del planetario del lado izquierdo que resultará con una velocidad que será la suma de la corona cuando el tractor marcha en recta más la comunicada por el giro de los satélites; en cambio, la oruga del lado derecho resultará -- con una velocidad igual a la comunicada por la corona cuando el tractor marcha en recta menos la comunicada por el giro de los satélites sobre sus ejes. Es decir, la oruga del lado interno, resultará con una velocidad disminuida en la misma magnitud que el aumento experimentado por la velocidad de la oruga exterior.

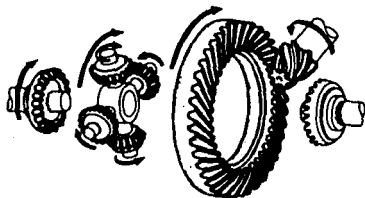


Fig. 3-59 Diferencial (una rueda gira libremente).

Las ventajas del dispositivo diferencial son las siguientes: en las curvas, la potencia necesaria es menor y la máquina oscila menos; en las operaciones en laderas de co

linas, es más fácil dar la vuelta en bajada, porque la acción de la rueda exterior (que está en parte descargada y que se adhiere mal) está sostenida por la de la rueda interior.

4. RENDIMIENTOS

4. RENDIMIENTOS

Se puede definir el Rendimiento o Producción de un tractor como el volumen de material que puede desplazar por -- unidad de tiempo. Se expresa en m³/h.

Ya se ha dicho que el tractor desempeña múltiples -- trabajos en el movimiento de tierras, con gran variedad de aditamentos. Esto motiva que la determinación de los Rendimientos sea un problema especialmente difícil, dadas las variadas condiciones de trabajo que nos impiden obtener resultados exactos.

Sin embargo, es necesario calcular la producción con el fin de seleccionar el equipo adecuado y para elaborar los -- precios unitarios correspondientes.

No es motivo de este estudio el abundar sobre el cálculo de Rendimientos para toda la gama de aditamentos que -- puede utilizar un tractor. Se abordará, únicamente, el análisis de los procedimientos de cálculo para determinar el Rendimiento de tractores equipados con hoja frontal y con desgarrador.

Ambos implementos son los que realizan las labores -- más usuales de la máquina, como son excavación, empuje y afloje de material.

4.1 RENDIMIENTO DE TRACTOR EQUIPADO CON HOJA FRONTAL

Se puede evaluar este rendimiento mediante los siguientes métodos:

- Por reglas y fórmulas
- Por gráficas del fabricante
- Por observación directa.

4.1.1 CALCULO DEL RENDIMIENTO POR REGLAS Y FORMULAS

El rendimiento está dado por la expresión:

$$R = \frac{E \times \text{Capacidad de la hoja en m}^3 \text{ sueltos}}{\text{Tiempo de ciclo en minutos}}$$

en donde:

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

$$E = \text{minutos por hora de trabajo}$$

(generalmente de 45 a 50 minutos)

4.1.1.1 Capacidad de la hoja

Este término se refiere a la cantidad de material, - en m³ sueltos, que es capaz de desplazar la hoja frontal.

La capacidad de la hoja se determina suponiendo que el material a mover forma un prisma triangular al frente de la

hoja, de acuerdo a como se muestra en la figura:

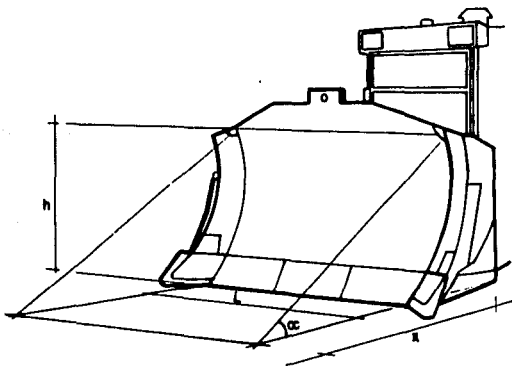


Fig. 4-1

α = ángulo de reposo del material

Calculando el volumen del prisma tenemos:

$$\operatorname{tga} = \frac{h}{x} ; x = \frac{h}{\operatorname{tga}}$$

V = Area triángulo Rectángulo x Longitud de la hoja

$$V = \frac{\left[\frac{h}{\operatorname{tga}}\right] \cdot h}{2} \cdot L$$

CARACTERISTICAS PRINCIPALES DE LAS HOJAS EMPUJADORAS CAT.

MODELO	CAPACIDAD	PESO KG.		DIMENSIONES PRINCIPALES	
		I.	S. H.	LARGO (M)	ALTURA (M)
7A	2.55	3,106	2,490	4.27	0.96
7S	4.2	3,476	2,952	3.66	1.27
7U	5.89	3,818	3,316	3.81	1.27
8A	4.1	5,257	4,539	4.62	1.12
8S	7.63	5,479	4,760	4.04	1.52
8U	9.24	6,037	5,318	4.24	1.52
9A	5.87	6,883	5,440	4.88	1.30
9S	11	7,852	6,317	4.39	1.80
9U	14.5	8,610	7,156	4.80	1.80
9C	-	5,745	4,337	3.07	1.24
10S	21.6	12,669	11,521	5.49	2.24
10U	28.7	13,073	11,925	6.05	2.24
10C	-	8,961	6,997	3.81	1.53

I. Instalada pero sin controles hidráulicos. S.H. Sólo la Hoja.

Tabla No. 1

ANGULO NATURAL DE REPOSO
DE VARIOS MATEPIALES

El ángulo natural de reposo (llamado también ángulo de fricción, o talud natural) está formado por la horizontal y la línea de declive en un material apilado.

MATERIAL	Relación	Grados
Carbón Industrial	1.4:1-1.3:1	35-38
Tierra común seca	2.8:1-1.0:1	20-45
húmeda	2.1:1-1.0:1	25-45
mojada	2.1:1-1.7:1	25-30
Grava, redonda a angular	1.7:1-0.9:1	30-50
arena y arcilla	2.8:1-1.4:1	20-35
Arena seca	2.8:1-1.7:1	20-30
húmeda	1.8:1-1.0:1	30-45
mojada	2.8:1-1.0:1	20-45

Tabla No. 2

$$v = \frac{h^2 L}{2 \operatorname{tga}}$$

Si el talud del material es 2:1, tenemos que:

$$\operatorname{tga} = \frac{1}{2}$$

por lo tanto:

$$v = h^2 L$$

4.1.1.2 Tiempo de ciclo

El ciclo es el conjunto de movimientos que realiza el tractor, de manera reiterativa, para llevar a cabo el desplazamiento de material. Consiste en forma general, de cuatro acciones:

- a) Excavación y viaje de ida con carga
- b) Maniobras y cambio de marcha hacia atrás
- c) Viaje de regreso, marcha atrás
- d) Cambio a marcha hacia adelante.

El tiempo de ciclo se compone de tiempos fijos y -- tiempos variables, correspondiendo los primeros a las maniobras y cambios de marcha. Dependen del operador y su rango es de 0.15 a 0.25 min.

Por su parte, los tiempos variables dependen de la velocidad que puede desarrollar el tractor en su viaje de ida

con carga y de regreso marcha atrás.

Para determinar esta velocidad se debe conocer la Fuerza Tractiva en la Barra de Tiro de que se dispone y la Resistencia al Rodamiento, la Resistencia por pendiente y la Resistencia de la Carga, que se oponen al movimiento.

4.1.1.2.1 Fuerza Tractiva

La Fuerza Tractiva es la fuerza disponible en un tractor para mover cierta carga. Se expresa por la ecuación:

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

en donde:

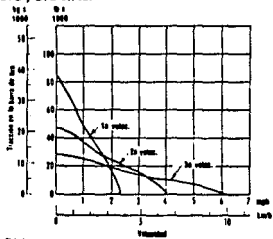
F.T. = Fuerza Tractiva en libras
 H.P. = Potencia Nominal en H.P.
 V = Velocidad en millas por hora

Las especificaciones dadas por el fabricante muestran las gráficas con la relación entre la velocidad y tracción en la barra.

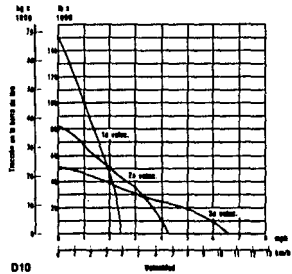
La Fuerza Tractiva máxima esta dada por:

F.T. máx = Peso del Tractor x Coef. de Tracción

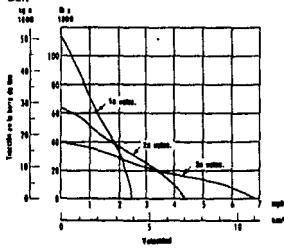
D7G y D7G 8.P.S.



D9H



D8K



D10

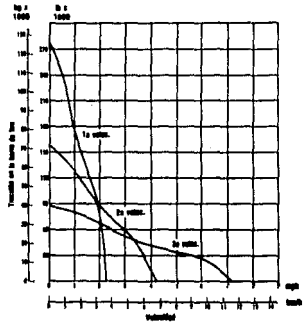


Fig. 4-2 Gráficas de tracción en la barra de tiro en función de la velocidad.

Tabla No. 3

Coeficientes de Tracción en el suelo para Tractores		
SUPERFICIE	C.T. Orugas	C.T. Neumáticos
Concreto Rugoso, seco	0.45	0.80-1.00
Lama arcillosa seca	0.90	0.50-0.70
Lama arcillosa mojada	0.70	0.40-0.50
Arena y grava mojada	0.35	0.30-0.40
Arena seca y suelta	0.30	0.20-0.30
Nieve seca	0.15-0.35	0.20
Hielo	0.10-0.25	0.10
Tierra firme	0.90	0.55
Tierra floja	0.60	0.45

4.1.1.2.2 Resistencia al Rodamiento

La Resistencia al Rodamiento es la fuerza que se opone al movimiento de una máquina sobre una determinada superficie a velocidad uniforme. Se calcula mediante el producto del peso de la máquina por el Coeficiente de Resistencia al Rodamiento.

$$R.R. = \text{Peso de la Máquina} \times \text{Coeficiente de R.R.}$$

Dicho coeficiente depende del tipo y estado del terreno por el que se transite.

Tabla No. 4

Coeficientes de Resistencia al Rodamiento de Tractores sobre Orugas	
SUPERFICIE	Coeficiente de R.R.
Tierra compacta, buen mantenimiento.	60-80 lb/Ton
Tierra mantenimiento malo, baches.	80-110 lb/Ton
Tierra, baches, lodoso, ningún mantenimiento.	140-180 lb/Ton
Arena suelta, grava	160-200 lb/Ton
Tierra, muy lodoso, baches, suave.	200-240 lb/Ton

4.1.1.2.3 Resistencia por Pendiente

La Resistencia por Pendiente es la componente del peso de la máquina, paralela al plano inclinado por el que se circula. Se determina en función del peso de la máquina y de la pendiente.

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

La pendiente puede considerarse positiva (cuesta -- arriba) o negativa (cuesta abajo).

4.1.1.2.4 Resistencia de la Carga

La carga a desplazar también ofrece resistencia al movimiento, la cual se calcula mediante la siguiente expresión:

$$R.C. = \text{Peso de la Carga} + \left\{ \text{Peso de la Carga} \times \left(\frac{\% \text{ Pendiente}}{100} \right) \right\}$$

en donde:

Peso de la Carga = Capacidad de la hoja x Densidad del material
suelto.

Tabla No. 5

DENSIDADES APROXIMADAS DE VARIOS MATERIALES			
M A T E R I A L	Kg/m ³ s	Kg/m ³ b	Factores Volumét.
Basalto	1960	2970	.67
Bauxita	1420	1900	.75
Caliche	1250	2260	.55
Carnotita, mineral de uranio.	1630	2200	.74
Ceniza	560	860	.66
Arcilla: en lecho natural....	1660	2020	.82
seca	1480	1840	.81
mojada	1660	2080	.80
Arcilla y grava: secas	1420	1660	.85
mojadas	1540	1840	.85
Carbón: antracita en bruto ..	1190	1600	.74
lavada .	1100		.74
ceniza, carbón bitumi			
noso	530-650	590-890	.93
bituminoso en bruto .	950	1280	.74
lavado.	830		.74
Roca descompuesta:			
75% roca; 25% tierra	1960	2790	.70
50% roca; 50% tierra	1720	2280	.75
25% roca; 75% tierra	1570	1960	.80
Tierra: Apisonada y seca	1510	1900	.80
Excavada y mojada	1600	2020	.79
Marga	1250	1540	.81
Granito fragmentado	1660	2730	.61
Grava: Como sale de cantera .	1930	2170	.89
Seca	1510	1690	.89
Seca, de ¼" a 2" (6 a			
51 mm.)	1690	1900	.89
Mojada de ¼" a 2" (6 a			
51 mm.)	2020	2260	.89
Yeso: Fragmentado	1810	3170	.57
Triturado	1600	2790	.57
Hematita, mineral de hierro.	1810-2450	2130-2900	.85
Piedra caliza: fragmentada ..	1540	2610	.59
Triturado	1540	-	-
Magnetita, mineral de hierro.	2790	3260	.85
Pirita, mineral de hierro ...	2580	3030	.85
Arena: Seca y suelta	1420	1600	.89
Húmeda	1690	1900	.89
Mojada	1840	2080	.89
Arena y Arcilla: suelta	1600	2020	.79
compactada .	2400		
Arena y grava: seca	1720	1930	.89
mojada	2020	2230	.91
Arenisca	1510	2520	.60
Esquisto	1250	1660	.75
Escorias fragmentadas	1750	2940	.60
Nieve - seca	130		
mojada	520		
Piedra triturada	1600	2670	.60
Taconita	1630-1900	2360-2700	.58
Tierra vegetal	950	1370	.70
Roca trapeana fragmentada ...	1750	2610	.67

Las resistencias al rodamiento, por pendiente y por la carga, se restan a la Fuerza Tractiva disponible. La suma de estas tres Resistencias no debe rebasar el valor de la Fuerza Tractiva Máxima porque, de otra manera, no se produciría el movimiento.

$$F.T. \text{ máx} > R.R. + R.P. + R.C.$$

Por otra parte, la Potencia Útil de los motores se ve afectada por la altitud sobre el nivel del mar. Esto debido a que disminuye la densidad del aire.

La mayoría de las máquinas se diseñan para funcionar hasta a 1500 metros sin perder potencia a causa de la altitud. Pero, a partir de esta altura, sufren una disminución del orden del 1% por cada 100 metros que se rebase esta cota.

Sin embargo, la instalación de turbocargadores ha venido a compensar esta disminución en la potencia, hasta el grado de no sufrir cambios hasta más arriba de los 3000 metros.

Finalmente, se deben tomar en cuenta algunos factores de corrección, debido a las condiciones de trabajo, que modifican la producción calculada mediante fórmula.

Tabla No. 6

<u>FACTORES DE CORRECIÓN DEL RENDIMIENTO POR CONDICIONES DE TRABAJO</u>	
Operador	
Excelente experiencia 10 años	1.00
Buena experiencia 3-10 años	0.75
Regular experiencia menos 3 años	0.60
Material	
Suelto y apilado	1.20
Difícil de extraer; cortado con gavilán	0.80
Difícil de extraer; sin usar gavilán	0.70
Difícil de empujar (seco, no cohesivo)	0.80
Roca desgarrada	0.70
Roca mal tronada	0.60

4.1.2 RENDIMIENTO POR GRAFICAS DEL FABRICANTE

Esta forma de obtener el rendimiento de tractores - equipados con hoja frontal, se basa en la consulta de curvas de producción estimada, proporcionadas por el fabricante.

La producción se obtiene con la lectura de las curvas, modificada por una serie de Factores de corrección.

$$\text{Producción Real} = \left(\begin{array}{l} \text{Producción máxima} \\ \text{marcada en la curva} \end{array} \right) \times \left(\begin{array}{l} \text{Factores de} \\ \text{corrección} \end{array} \right)$$

Estas curvas muestran la Producción teórica máxima - para cuchillas rectas (s) y universales (u). Se basan 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. y de ahí sigue con la cuchilla llena acarrearlo.
4. El peso específico del material es de 1,300 Kg/m³ suelto o bien 1,790 Kg/m³ de material en banco.
5. Coeficiente de tracción.
 - a) Máquinas de oruga = 0.5 como mínimo
 - b) Máquinas de neumáticos = 0.4 como mínimo

Cuando exista poco coeficiente de tracción, las máquinas de ruedas resultan seriamente - afectadas y su producción decrece rápidamente. Como no existen reglas fijas que puedan predecir esta pérdida de producción, se utiliza una regla que dice que la producción - decrece 4% por cada 1% que decrece el coeficiente de tracción abajo de 0.40.

Si por ejemplo:

El coeficiente de tracción es 0.30 de diferencia es de un 10% y la producción decrece al 60% (10 X 4% = 40% de decremento).

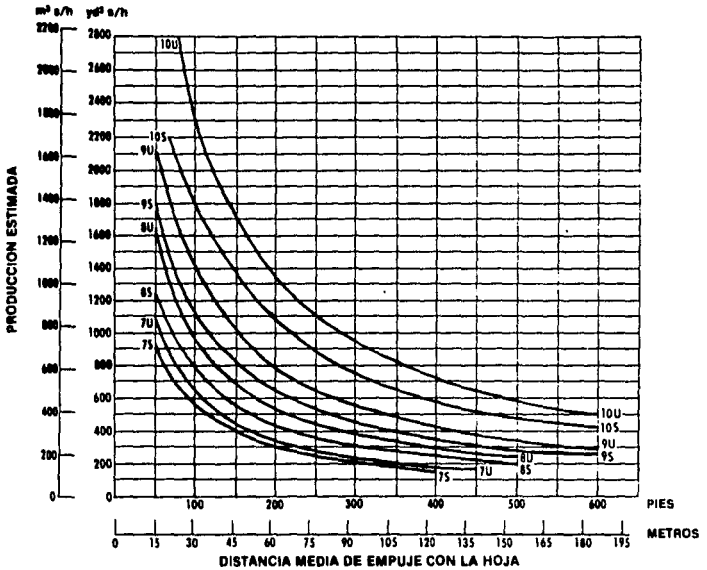


Fig. 4-3 Gráfica de Producción estimada para tractores Caterpillar D7, D8, D9 y D10 equipados con hoja recta (S) y universal (U).

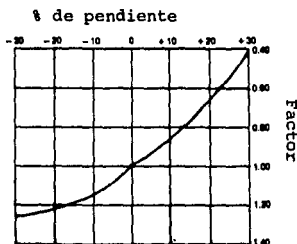
Tabla No. 7

FACTORES DE CORRECCION

	Tractor de Orugas	Tractor de Neumáticos
OPERADOR		
Excelente experiencia 10 años	1.00	1.00
Buena experiencia 3-10 años	0.75	0.60
Regular experiencia menos de 3 años.	0.60	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-
Difícil de empujar (seco, material 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 estos pesos entre el real (la producción debe decrecer).		
EFICIENCIA DE TRABAJO		
50 minutos/hr.	0.84	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
*NOTA: La cuchilla angulable y la cuchilla amortiguadora no se consideran como elementos de producción en los empujadores. Dependiendo de las condiciones de trabajo, -- estas cuchillas producen de un 50% hasta un 75% de la producción que se consigue con las cuchillas rectas.		

A estos factores de corrección se debe agregar otro debido a la pendiente, que también afecta a la Producción.

El Factor de corrección por pendiente se determina con la siguiente gráfica:



NOTA: (-) Favorable
(+) Desfavorable

Fig. 4-4 Gráfica del Factor de corrección por pendiente.

Se debe hacer notar que, en lo posible, debe aprovecharse la pendiente a favor del Rendimiento.

4.1.3 RENDIMIENTO POR OBSERVACION DIRECTA

Esta forma de cálculo consiste en realizar la medición, durante las horas de trabajo, de los volúmenes de material desplazado por el tractor, mediante un cronómetro.

Debemos considerar que una sola medición no es representativa, por lo que se deben realizar varios registros cuyo promedio es el Rendimiento por observación directa.

Los resultados obtenidos por este procedimiento pueden ser comparados con el rendimiento teórico obtenido por los métodos anteriores. Esto con el fin de corregir fallas en busca de la máxima eficiencia en la producción de la máquina.

Sin embargo, este método no puede ser utilizado para tomar una decisión de compra o realizar un precio unitario, -- dado que requiere que el tractor se encuentre trabajando ya, - en el frente de trabajo.

4.1.4 EJERCICIO DE CALCULO

Calcular el rendimiento de un tractor D8L equipado con hoja frontal recta 8S que excava tierra firme y la acarrea hasta una distancia de 75 m., con una pendiente positiva del 3%. El operador, con cinco años de experiencia, trabaja 50 minutos por cada hora.

a) Reglas y Fórmulas:

Se parte de la expresión general

$$R = \frac{E \times C}{t_c}$$

1. Eficiencia horaria = 50 min.
2. Capacidad de la hoja

$$C = \frac{h^2 L}{2 \operatorname{tg} \alpha}$$

De tabla No. 1

$$L = 4.04 \text{ m}$$

$$h = 1.52 \text{ m}$$

De tabla No. 2

$$\alpha = 30^\circ ; \operatorname{tg} 30^\circ = 0.5774$$

$$C = \frac{(1.52)^2 4.04}{2 (0.5774)} = 8.08 \text{ m}^3$$

3. Tiempo de ciclo

F.T. máx = Peso Tractor X C.T.

de catálogo del fabricante

Peso = 37,305 Kg

de Tabla No. 3

C.T. = 0.90

F.T. máx = 37,305 x 0.90 = 33,575 Kg.

Resistencia al rodamiento = 37,305 Kg x 80 lb/ton. x 1000 Kg/ton.

R.R. = 2984.4 lb. = 1,355 Kg.

Resistencia por pendiente = 37,305 Kg x $\frac{3}{100}$

R.P. = 1,119 Kg.

Resistencia de la carga = Peso Carga +
[Peso carga x ($\frac{3}{100}$)]

Peso de la carga = 8.08m³ x 1510 Kg/m³s = 12,201 Kg

R.C. = 12,201 + [12,201 x $\frac{3}{100}$] = 12,567 Kg

R.T. = R.R. + R.P. + R.C.

R.T. = 1,355 + 1,119 + 12,567 = 15,041 Kg.

Se verifica que F.T. máx > R.T.

$$33,575 \text{ Kg} > 15,041 \text{ Kg.}$$

Con lo que sí existe movimiento

De la expresión de Fuerza Tractiva obtenemos la velocidad de ida.

$$v = \frac{375 \times \text{H.P.} \times 0.8}{\text{F.T.}}$$

$$v = \frac{375 \times 335 \text{ F.P.} \times 0.8}{15,041 \times 2.2 \text{ lb/kg.}} = 3.04 \text{ mph} = 4.89 \text{ Kph.}$$

$$V_{\text{media}} = 4.89 \times 0.8 = 3.91 \text{ Km/h.}$$

La velocidad de regreso marcha atrás, recomienda - el fabricante sea en 2a. velocidad a 8.4 Km/h.

Tiempos variables:

$$\text{de ida} = \frac{75 \text{ m}}{3910 \text{ m/h}} \times 60 \text{ min.} = 1.15 \text{ min.}$$

$$\text{de regreso} = \frac{75 \text{ m}}{8400 \text{ m/h}} \times 60 \text{ min.} = 0.54 \text{ min.}$$

$$\text{tiempos fijos} = 0.15 \text{ min.}$$

$$\text{Tiempo de ciclo} = 1.15 + 0.54 + 0.15 = 1.84 \text{ min.}$$

4. Regresando a la ecuación inicial

$$R = \frac{8.08 \text{ m}^3 \times 50 \text{ min/hr.}}{1.84 \text{ min}} = 220 \text{ m}^3/\text{h.}$$

Factores de corrección:

Operador bueno = 0.75

Material difícil de extraer = 0.80

$$R = 220 \times 0.75 \times 0.80$$

Producción = 132 m³/h.

b) Gráficas del fabricante

Producción máxima de gráfica = 275 m³/h.

Factores de corrección.

Operador bueno = 0.75

Material difícil de extraer = 0.80

Material pesado = $\frac{1300}{1510} = 0.86$

Eficiencia de trabajo = 50 min/hora = 0.84

Producción Real = 275 x 0.75 x 0.80 x 0.86 x 0.95

Producción Real = 134.8 m³/h

4.2 RENDIMIENTO DE TRACTOR EQUIPADO CON DESGARRADOR

El Rendimiento de Tractor equipado con desgarrador - se define como el volumen de material en banco que es aflojado por unidad de tiempo. Se expresa en m^3 en banco/hora.

El cálculo del rendimiento con este aditamento es un problema especialmente difícil. La veracidad de dicho cálculo depende en gran medida, de poder identificar, con la mayor pre cisión, las características geológicas del material a desgarrar.

Así, podemos definir como características físicas im portantes que favorecen el desgarramiento, 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 lamina-
nar.
5. Grano grueso
6. Formaciones permeables de arcilla, arcilla esquis-
tosa y rocas diversas.
7. Poca resistencia a la compresión.

También, podemos identificar como características -- que dificultan el desgarramiento, las siguientes:

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 ayudan a determinar la desgarrabilidad, pero se basan sólo en observaciones. Entonces, ¿cómo determinar estas características con precisión?

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

En la actualidad, se utiliza el sistema de refracción sísmográfica, que requiere tener bien definido el proyecto y localizados los sitios que pretenden explotarse.

Este método consiste en la determinación de la velocidad de ondas sonoras o sísmicas, que viajan a través del material a desgarrar. La velocidad en rocas densas y duras alcanza hasta 6100 m/s y en tierra floja es tan sólo de 300 m/s.

El procedimiento para obtener la velocidad de dichas ondas es el siguiente:

Las ondas son producidas mediante un golpe de mandrill sobre una plancha de acero a varias distancias de un receptor llamado geófono. El tiempo que transcurre entre el golpe de la mandrill y el registro de la onda sonora en el geófono se registra en el tablero del instrumento. Conociendo el tiempo y la distancia se obtiene la velocidad.

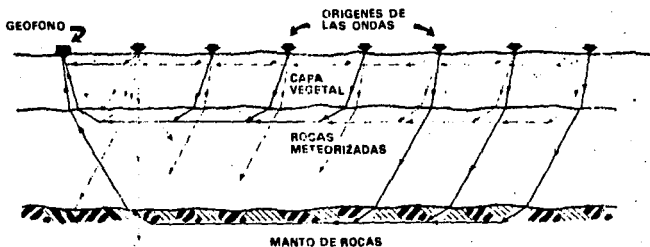


Fig. 4-5 Refracción Sísmográfica

La velocidad de onda, obtenida en una prueba, se puede comparar con la obtenida en pruebas anteriores con materiales similares, donde se conocía el grado de arabilidad. Los fabricantes han elaborado gráficas de arabilidad para la mayoría de materiales comunes, basándose en las velocidades de ondas sísmicas.

Fig. 4-6 GRAFICAS DEL GRADO DE ARABILIDAD EN BASE AL TIPO DE MATERIAL Y SU VELOCIDAD SISMICA

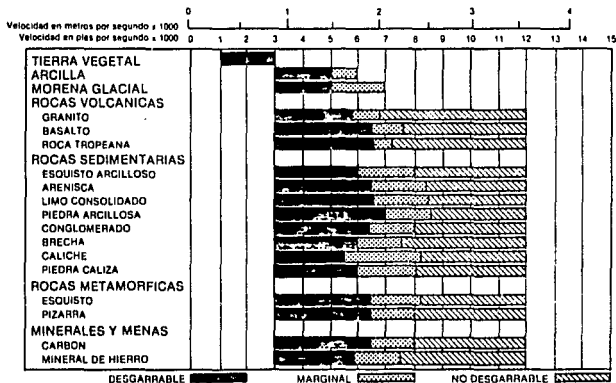


Fig. 4-6a Tractor Caterpillar Modelo D-8K

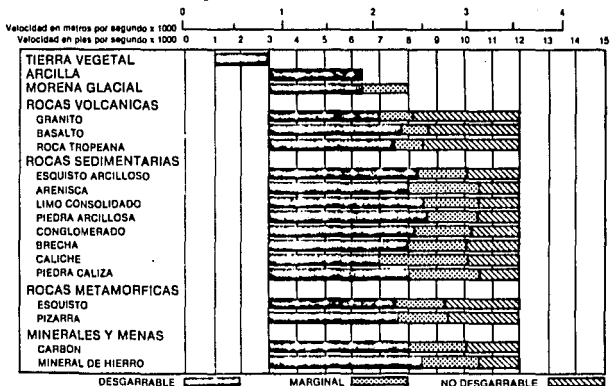


Fig. 4-6b Tractor Caterpillar Modelo D-9H

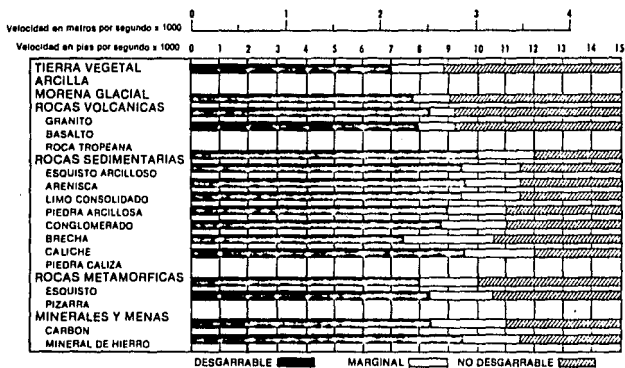


Fig. 4-6c Tractor Caterpillar Modelo D-10

4.2.1 GRAFICAS DE PRODUCCION ESTIMADA

Para estimar la producción de un tractor equipado -- con desgarrador, los fabricantes han elaborado gráficas basadas en estudios de campo, en las cuales se relaciona la producción de un desgarrador con las velocidades de las ondas sísmicas en una amplia escala de condiciones.

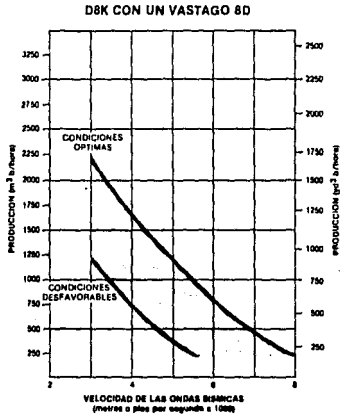


Fig. 4-7a

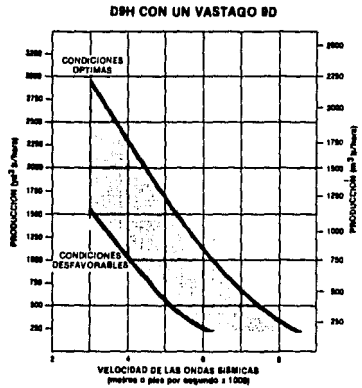


Fig. 4-7b

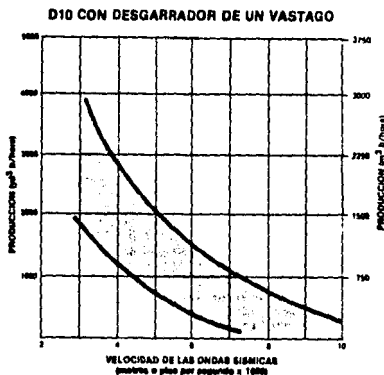


Fig. 4-7c

Para el uso de estas gráficas, deben tomarse en cuenta las siguientes condiciones:

- La máquina desgarrar en toda la jornada, sin utilizar la hoja.
- Máquinas de los últimos modelos con un sólo diente en el desgarrador.
- 100% de eficiencia 60 min/n (debe considerarse -- eficiencia real).
- Las gráficas son para toda clase de materiales.
- En rocas ígneas para una velocidad de 2400 m/s o más para el D10, y de 1750 m/s o más para el D9 y el D8, se debe reducir la producción de las gráficas en un 25%.
- El límite superior de la faja se basa en condiciones favorables únicamente. Si existen condiciones

tales como estratos muy gruesos, estratificación vertical o cualquier otro factor que disminuya la producción, debe considerarse el límite inferior. La decisión del valor a considerar será mejor si se basa en la experiencia.

4.2.2 CALCULO DEL RENDIMIENTO

La producción de un tractor aflojando material con arado depende de la separación entre pasadas, de la profundidad del vástago y de la potencia y velocidad de la máquina.

Se puede determinar mediante la siguiente expresión:

$$p = \frac{a \cdot h \cdot v}{n} \cdot f$$

en donde:

P = Producción en m³/h

a = separación entre pasadas en metros

h = penetración del vástago en metros

v = velocidad en m/h (se toma del orden de -- 1500 m/h).

n = número de pasadas requeridas para aflojar el material.

f = factor de corrección que se determina por observación directa según el tipo de material de que se trate (es del orden de 0.5 a 0.7).

En campo, se puede determinar el rendimiento de un desgarrador midiendo el volumen aflojado en un tiempo determinado. El volumen puede calcularse por secciones transversales o mediante viajes de motoescrepa o canión, según el caso, y -- aplicando los coeficientes de corrección volumétrica.

Otro método consiste en tomar el tiempo de ciclo para una distancia determinada, calculando el volumen desgarrado en cada ciclo, con lo que se obtiene el volumen en banco por unidad de tiempo.

4.2.3 EJERCICIO DE CALCULO

Calcular el rendimiento de un tractor D9H equipado con arado 9D de un vástago, que debe desgarrar conglomerado penetrando 0.75 m con una distancia entre pasadas de 0.90 m. La velocidad sismica del material es de 5000 ft/seg.

1. Gráficas de Producción estimada

Consultando gráfica:

$$\text{Rendimiento} = 760 \text{ m}^3/\text{h}$$

Factores de corrección

$$\text{eficiencia} = 50 \text{ min/h} = 0.84$$

$$\text{Producción Real} = 760 \times 0.84 = 638 \text{ m}^3/\text{h}$$

2. Cálculo del Rendimiento

$$P = \frac{a \cdot h \cdot v}{n} \cdot f$$

$$P = \frac{0.90 \times 0.75 \times 1500}{1} \times 0.5$$

$$P = 506.3 \text{ m}^3/\text{h}$$

3. Tiempo de ciclo

Se considera un ciclo de desgarramiento con una -- distancia de 100 m.

$$\text{Tiempo de recorrido} = \frac{100 \text{ m}}{1500 \text{ m/h}} \times 60 \frac{\text{min}}{\text{h}} = 4 \text{ min.}$$

Tiempo de maniobras de viraje = 0.25 min.

Tiempo de ciclo = 4 + 0.25 = 4.25 min.

No. de ciclos = $\frac{50 \text{ min/h}}{4.25 \text{ min/ciclo}} = 11.7 \text{ ciclos/h.}$

Volúmen desgarrado en cada ciclo:

$$V = 100 \times 0.9 \times 0.75 = 67.5 \text{ m}^3$$

Producción = 67.5 x 11.7 = 790 m³b/h

4.3.- OPERACION DEL TRACTOR

La clave para aumentar los rendimientos y, por lo tanto, disminuir los costos, radica en una buena operación.

Un buen operador logra la máxima producción de un equipo. Debe estar atento a los distintos aspectos de los trabajos a realizar, así como verificar que la máquina se encuentre en buenas condiciones, siguiendo las instrucciones que le son indicadas por el fabricante en la guía del operador.

Antes de poner en marcha al tractor debe certiorar se que todos sus elementos se encuentren en buen estado, que no existan fugas y que los aditamentos de trabajo funcionen adecuadamente.

En el caso de tractores equipados con hoja frontal, que realizan labores de excavación y empuje, cabe hacer mención de algunas recomendaciones:

- Se debe realizar el empuje de material cuesta abajo, siempre que sea posible, ya que el peso de la máquina ayuda a la tracción además de que el material ofrece menor resistencia al irse deslizando.
- Para empujar objetos pesados se debe hacer contacto con el centro de la hoja para distribuir la carga uniformemente.
- La técnica más eficaz en la explotación de grandes volúmenes es el corte en zanja, debido a --

que se aumenta la producción al no producirse - pérdida del material por los costados de la hoja.

- En trabajos sobre pendientes con poca inclinación se debe empezar de arriba hacia abajo, paralelo a la pendiente, con lo que se propicia - el deslizamiento del material cuesta abajo.
- En el caso de empuje de motoescrepas, el contacto con la hoja debe ser al centro, excepto en - vueltas o pendientes en que el contacto es excéntrico.
- Cuando el empuje de motoescrepas es en tándem - (2 tractores), los tractores deben esperar haciendo fila para evitar pérdida de tiempo en las maniobras.

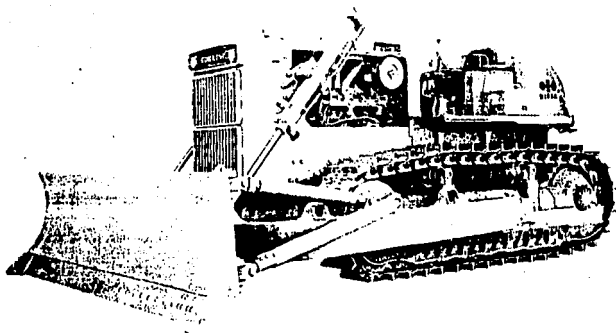
En lo que respecta a la operación de un tractor -- equipado con desgarrador, es conveniente tomar en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Siempre debe usarse la primera velocidad. Los - tractores tienen mayor tracción en baja velocidad.
- Se debe desgarrar lentamente para reducir el -- desgaste y aumentar la duración del desgarrador.
- Siempre que sea posible debe desgarrarse cuesta abajo, pues con ésto se eleva la producción ya que el peso de la máquina se suma a la potencia

y aumenta la tracción.

- En el caso de que se presenten capas laminares inclinadas, se debe comenzar a desgarrar en el extremo superficial ya que esto permite mayor profundidad y mejor penetración de la punta y aumenta la producción.
- Si el tractor no sólo desgarrar, sino que también empuja motoescrepas en la carga, se recomienda que ambas acciones se realicen en el mismo sentido.
- Se debe mantener una capa de 10 a 15 cm. de material desgarrado sobre la formación no desgarrada, a fin de mejorar la tracción de la máquina.
- Cuando el acarreo sea con motoescrepas, el desgarrar debe hacerse a profundidad uniforme ya -- que el corte uniforme reduce el desgaste en las máquinas de acarreo y facilita la carga.
- Debe evitarse que el desgarrador permanezca dentro del terreno cuando el tractor esté dando -- vuelta.
- El número de dientes debe determinarse según la producción, la facilidad al desgarrar y la potencia de la máquina.

4.4 ESPECIFICACIONES DE ALGUNOS MODELOS DE TRACTORES.



- **Potente motor:** El motor diesel Komatsu 56D155 4, turbocargado, ofrece una gran potencia en relación al peso de la máquina, para ofrecer un alto rendimiento en el movimiento de tierras.
- **Transmisión TORQUEFLOW:** Asegura caminos de velocidades y dirección suaves e instantáneos a plena potencia.
- **Frenos y embragues direccionales interconectados:** Los frenos y embragues direccionales son del tipo húmedo y están interconectados para facilitar la operación de la dirección. Debido a que los palancas direccionales y los pedales de los frenos tienen reforzador hidráulico, sus operaciones son suaves y uniformes.
- **Construcción resistente:** La hoja empujadora tiene acuro de alta resistencia en los puntos claves, suministrando una alta resistencia al

desgaste. Además, la construcción por soldadura de su parte trasera aumenta más su durabilidad. Los bastidores de los rodillos de carga también están fabricados con acuro de alta resistencia, ofreciendo una máxima rigidez.

- **Catarrinas segmentadas:** Los segmentos de las catarrinas son atornillables, para facilitar su reemplazo en el sitio de trabajo, sin tener que desmontar los carretes.
- **Gran durabilidad:** Sellos flotantes en los rodillos de carga y rodillos guía, así como en las ruedas guía. Los exclusivos sellos contra polvo de Komatsu en forma de W entre los eslabones y pernos de la cadena evitan que el lodo y el polvo abrasivo entren en los espacios entre pernos y bujes, asegurando una vida más larga de la cadena.

KOMATSU

MOTOR

Komatsu S6D155-4, tipo diesel, turboalimentado, de 4 tiempos, enfriado por agua, de 6 cilindros, con 155 mm (6.10") de diámetro x 170 mm (6.69") de carrera y 19.26 ltr. (1.175 pulg³) de desplazamiento.

Potencia neta al volante 320 HP (239 kW) a 2000 RPM
Par de torsión máximo 144 kg m (1411 Nm), 1040 lb-ft a 1400 RPM

Consumo de combustible 746 gr./kW hr (0.41 lb./HP hr)

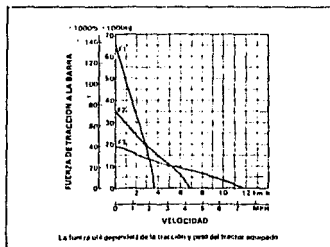
Rendimiento de un motor estándar equipado con ventilador, purificador de aire y bomba de agua de agua, bomba de aceite hidráulico, parrilla y bomba de agua. El combustible es pesado, los estándares SAE de los combustibles estándar son 1.29 g./cc, 1.25 g./cc y presión atmosférica a 1.01 mmHg, 29.92" Hg.

Inyección directa para economía de combustible. Gobernador mecánico. Lubricación forzada por bomba de engranes con filtros de flujo total y de derivación (sistema de filtrado doble). El sistema de inyección de combustible no requiere ajuste hasta los 3000 rpm (1800 revol) de altura para mantener el rendimiento nominal del motor. El reactor de corrosión purifica el agua de enfriamiento, pero prolonga la vida del motor. Purificador de aire horizontal, tipo seco, con prefiltrado para una vida prolongada del componente. Sistema de arranque eléctrico de 24 volts.

TRANSMISION TORQFLOW

Transmisión TORQFLOW, exclusiva de KOMATSU, consistente de un conjunto de par de 3 elementos, una etapa, una fase, enfriado por agua y transmisión de engranes planetarios y embragues de discos múltiples, actúa hidráulicamente y con lubricación forzada para disipación óptima de calor. Control de cambios de velocidades (3 de avance y 3 de reversa) y dirección con una sola palanca. Seguro en la palanca de cambio e interruptor de seguridad en neutral para evitar arranques accidentales de la máquina.

Velocidades	Avance	Reversa
1a	0.7 km/hr (2.3 MPH)	0.45 km/hr (2.8 MPH)
2a	0.6 km/hr (4.2 MPH)	0.8 km/hr (5.1 MPH)
3a	0.11 km/hr (7.2 MPH)	0.13 km/hr (8.5 MPH)



DIRECCION

Embragues direccionales de discos múltiples, con baño de aceite, de operación manual, actuados hidráulicamente, de tipo autoajustable.
Frenos direccionales de operación por pedal, de banda de presión con baño de aceite, con reforzador hidráulico para un control sensible y vida de servicio prolongada.

Los embragues direccionales y los frenos están interconectados para facilitar la operación de la dirección.
Reso mínimo de giro 3.8 m (12.5')

MANDOS FINALES

De engranes rector, libre reducción, que renueva la transmisión de impactos a los

134 componentes del tren de potencia. Las catenas segmentadas son ajustables para su fácil reemplazo en el campo.

TRANSITOS

Suspensión Barra estabilizadora, tipo oscilante.

Bastidores de rodillos Sección tipo caja, construido con acero de alta resistencia.

Ruedas guía Construcción de acero fundido unitario y superficie embutida para soportar el desgaste para una vida de servicio prolongada.

Rodillos Los rodillos de carga y rodillos guía tienen flotantes.
Número de rodillos de carga (de cada lado) 7
Número de rodillos guía (de cada lado) 2

Zapatas Zapatas de goma sencilla instaladas.

Se los exclusivos contra polvo en forma de V para prevenir la entrada de polvo al espacio entre pernos y bujes para prolongar la vida de las roldanas.

La terminación de las catenas se ajusta fácilmente con un tornillo de ajuste.
Número de eslabones (de cada lado) 41
Ancho de la gartera 80 mm (3.15")
Paso de las eslabones 228.6 mm (9.0")
Ancho de las zapatas (standard) 560 mm (22.0")

Área de contacto con el suelo 35200 cm² (5468 pulg²)

Presión sobre el suelo 74.5 kPa (10.85 PSI), 0.76 kg/cm²

CAPACIDADES DE COMBUSTIBLE, LUBRICANTE Y REFRIGERANTE

Agua de enfriamiento	165 ltr. (43.6 U.S. Gall)
Combustible	600 ltr. (158.5 U.S. Gall)
Aceite	71 ltr. (18.8 U.S. Gall)
Motor	71 ltr. (18.8 U.S. Gall)
Convertidor, transmisión, caja de engranes con clutch y sistema de dirección	185 ltr. (49.0 U.S. Gall)
Máquina Excavadora (de cada lado)	55 ltr. (14.5 U.S. Gall)
Rodillos (de cada lado)	5.04 ltr. (1.33 U.S. Gall)
Acción hidráulica para el empujador y el retroceder	203 ltr. (53.6 U.S. Gall)

PESO DE OPERACION (Aproximado)

Peso de operación, incluyendo capacidad nominal de lubricantes, agua en el convertidor y combustible 7630 kg (16837 lb)

EQUIPO STANDARD

- Transmisión TORQFLOW
- Zapatas de una gartera, de 560 mm (22.0")
- Ajustadores hidráulicos de las cadenas
- Alcance de arranque de 24 V, 11 kW
- Alternador de 24 V, 35 A
- Embragues direccionales y frenos tipo húmedo
- Radiador con núcleo en línea
- Purificador de aire tipo seco, con evacuador automático de polvo e indicador de polvo
- Baterías de 24 V (112 x 2), 200 Ah
- Empujador angulable
- Bastidores de 7 rodillos de carga
- Cadena delaplomo para lodo
- Sistema de plumboteo (incluye un lato trazo y dos delanteros)
- Catenas segmentadas
- Guardas interiores (2 piezas)
- Guardas de los rodillos de carga
- Ajuste ajustable del operador
- Placa resistente al desgaste
- Juego de desgaste de la caja de mandos finales
- Pedal descalcificador
- Juego de herramientas
- Desajustador tipo paralelogramo con 3 zancos

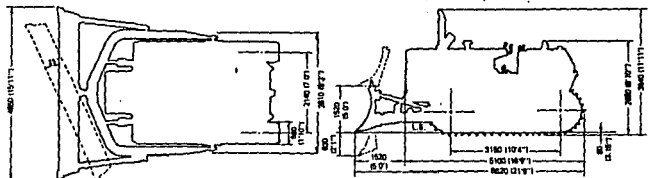
SISTEMA HIDRAULICO

Unidad de control hidráulico

Todas las válvulas interconectadas en el tanque hidráulico. Bomba hidráulica de engranes montada en la parte trasera del motor con una capacidad (flujo de descarga) de 355 lit./min (94 U.S. Gall/min).

Calibración de la válvula 13.7 MPa (2000 PSI), 140 kg/cm² de aceite

DIMENSIONES (Empujador angulable)

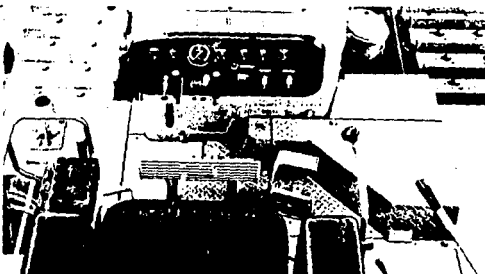


Libramiento al centro: 800 mm (31 1/2")

Unidad: mm (pulg)

CARACTERÍSTICAS DE CONTROL

Todas las palancas, pedales, medidores e indicadores están distribuidos convenientemente para un fácil control. Compartimiento del operador inspecciona para fácil ascenso y descenso. El indicador de polvo en el tablero de instrumentos permite al operador chequear la condición del purificador de aire sin abandonar su asiento. El asiento del operador puede ajustarse hacia adelante y atrás y hacia arriba y abajo. Pental desactivador para facilitar acercamientos precisos a obstáculos. Todas las acciones de los frenos se pueden controlar con un solo pie (pedales unificados).



Valvulas de control

- Una válvula de control tipo carrete para el empujador angulable.
- Posiciones: Levantamiento de la hoja - Levantar, bajar, bajar y flotar.
- Una válvula de control tipo carrete para el empujador recto inclinable.
- Posiciones: Levantamiento de la hoja - Levantar, sostener, bajar y flotar.
- Inclinación de la hoja - Izquierda, sostener y derecha.
- Una válvula de control adicional, tipo carrete para el desgarrador.
- Posiciones: Levantamiento del desgarrador - Levantar, sostener y bajar.

Cilindros hidráulicos

De doble acción, tipo presión

	Número de cilindros	Díámetro
Levantamiento de la hoja	2	140 mm (5.51")
Inclinación de la hoja	1	225 mm (8.86")
Levantamiento del desgarrador	2	225 mm (8.86")
Inclinación del desgarrador	2	225 mm (8.86")

EQUIPO EMPUJADOR

Empujador angulable	
Longitud total con empujador	662 mm (25 9")
Hoja (longitud x altura)	4850 mm x 1143 mm (15 11" x 33 1/2")
Levante máximo	150 mm (5 9")
Penetración máxima	630 mm (24 7/8")
Ajuste máximo de inclinación (ausita manual)	402 mm (15 7/8")
Peso adicional	
Equipo empujador	5770 kg (12720 lb)

Unidad de control hidráulico	750 kg (1653 lb)
Presión adicional sobre el suelo	18.14 kPa (2.63 PSI), 0.185 kg/cm ²
PESO DE OPERACION DEL TRACTOR CON EMPUJADOR ANGULABLE	33440 kg (73720 lb)

Empujador recto inclinable

Longitud total con empujador	6540 mm (21 5")
Hoja (longitud x altura)	4130 mm x 1680 mm (13 7" x 5 3")
Levante máximo	1560 mm (5 1")
Penetración máxima	560 mm (21 10")
Ajuste máximo de inclinación	1000 mm (32 4")
Peso adicional	
Equipo empujador	5780 kg (12743 lb)
Unidad de control hidráulico	760 kg (1675 lb)
Presión adicional sobre el suelo	18.14 kPa (2.63 PSI), 0.185 kg/cm ²
PESO DE OPERACION DEL TRACTOR CON EMPUJADOR RECTO INCLINABLE	33460 kg (73765 lb)

DESGARRADOR

Desgarrador de tres zancos

Desgarrador tipo paralelogramo, controlado hidráulicamente, tipo rígido, con 3 zancos	
Peso adicional (incluyendo unidad de control hidráulico y 3 zancos)	5558 kg (12253 lb)
Longitud adicional	2370 mm (9 3")
Distancia entre zancos	1067 mm (41 5")
Longitud de la viga	2318 mm (91 1")
Levante máximo	508 mm (19 9")
Penetración máxima	910 mm (35 4")
Longitud del zanco	1856 mm (73 1")
PESO DE OPERACION DEL TRACTOR, CON EMPUJADOR ANGULABLE Y DESGARRADOR DE TRES ZANCOS	38298 kg (85074 lb)
PESO DE OPERACION DEL TRACTOR, CON EMPUJADOR RECTO INCLINABLE Y DESGARRADOR DE TRES ZANCOS	39018 kg (86078 lb)



CATERPILLAR

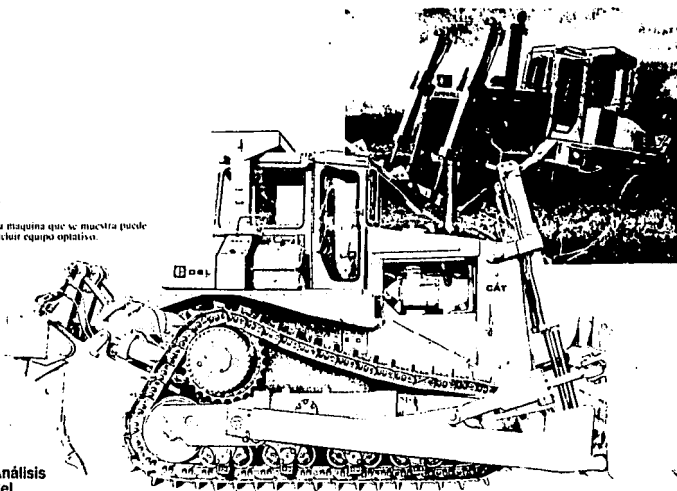
Tractor de Cadenas D8L

La máquina que se muestra puede incluir equipo opcional.

Análisis del valor

- El Motor Diesel Caterpillar 3408, turboalimentado, desarrolla una potencia de 250 kW (335 hp) en el volante, con una reserva de par del 30%.
- El diseño con rueda motriz elevada aleja los mandos finales de los agentes abrasivos, eliminando los impactos de las cargas para prolongar así la vida útil del tren de fuerza.
- El tren de rodaje amortiguado con bogies montados elásticamente reduce las cargas de impactos en rodillos y bastidores. Mejora la tracción de la máquina y la comodidad del operador. Las Cadenas Selladas y Lubricadas, los rodillos y ruedas guías de lubricación permanente y el establon maestro de dos piezas son estándar.
- El eje pivote y la barra compensadora asegurada con pasadores controlan la alineación y la oscilación de los bastidores de rodillos.
- El diseño modular de los componentes principales facilita las reparaciones y permite el intercambio de componentes y la prueba de los módulos antes de ser instalados.
- El tirante estabilizador de la hoja topadora acerca la hoja a las cadenas logrando mejor control de los implementos y maniobrabilidad del tractor, con excelente equilibrio.
- El compartimento del operador con aislamiento de goma tiene los controles de implementos y de la máquina montados en la consola, a fácil alcance. El asiento, orientado en ángulo, contribuye a la excelente visibilidad hacia adelante y hacia atrás.
- El mantenimiento es sencillo, con pocos puntos de engrase, y con ajustadores hidráulicos de cadenas, puntos de servicio agrupados y filtros entoscables de aceite y combustible.
- Servicios CAT PLUS, a cargo del Distribuidor Caterpillar. Es el programa de apoyo técnico al cliente más completo en la industria.

ASHQ5686-C/USA



Motor Caterpillar

Potencia en el volante a 1900 RPM 250 kW (335 hp)

Es la potencia en el volante del motor de la máquina, cuando funciona en un ambiente, según norma SAE J1349, de temperatura de 25°C (77°F), y presión de 100 kPa (29.61" Hg), usando un combustible diesel de 35 unidades API a temperatura de 15.6°C (60°F) y después de hacer las deducciones por los siguientes equipos: ventilador; filtro de aire; bombas de agua, aceite lubricante y combustible; alternador y silenciador. El motor mantiene la potencia indicada hasta una altitud de 2500 m (7500 pies).

Motor diesel Caterpillar 3408, turboalimentado, de cuatro tiempos y ocho cilindros en V de 65°, con calibre de 137 mm (5.4"), carrera de 152 mm (6.0") y cilindrada de 18.0 litros (1049 pulg³).

Sistema de combustible Caterpillar de inyección directa, con bombas e inyectores individuales, libres de ajustes. Cojinetes del turboalimentador lubricados con aceite enfriado por agua. Lumberras paralelas de los múltiples de admisión, con dos válvulas de admisión y dos de escape por cilindro. Válvulas resastadas de estetita, con ajustes de dura ablación de acero y rotadores de válvulas.

Pistones de alicación de aluminio, de sección elíptica y perfil cónico, con tres anillos de perfil de cuña, enfriados con aceite atomizado. Cojinetes de aluminio con duras de acero y mallores del cigüeñal enteramente endurecidos. Lubricación a presión con aceite totalmente filtrado y enfriado. Filtro de aire de tipo seco con elementos primario y secundario.

Sistema de arranque eléctrico directo de 24 V. Alternador de 35 A. Baterías de 12 voltios y 172 A.h.

El módulo del motor/divisor de par está montado en el bastidor principal con aislamiento de goma para amortiguar las vibraciones y los ruidos.

Tractor de Cadenas

DBL

Transmisión

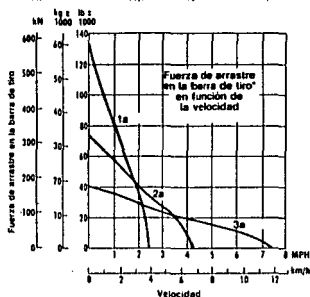
Serie de transmisión planetaria con embragues en aceite de 432 mm (17") de diámetro y alta capacidad de par motor. El sistema de modulación especial permite hacer cambios rápidos sobre la marcha.

Convertidor de par de una sola etapa con divisor de par de salida. Está conectado a la transmisión por doble junta universal y forma así una unidad, lo que facilita el servicio.

El módulo de la transmisión y la corona encaja en el recinto de la parte trasera de la caja principal del tractor. Este módulo se cambia aun con el desgarrador instalado.

Velocidades de marcha e las RPM indicadas del motor:

Marcha	Velocidad de avance		Velocidad de marcha atrás	
	km/h	MPH	km/h	MPH
1a	3,8	2,4	4,8	3,0
2a	8,8	4,2	8,4	5,2
3a	11,9	7,4	14,8	9,2



* La tracción varía de acuerdo al peso del vehículo y de la adherencia del tractor equipado.

Dirección y frenado

Embragues y frenos de dirección de varios discos, que se aplican mediante resortes y se desacoplan hidráulicamente. Se engranan con aceite presurizado y no requieren ajustes. Se puede atender cada conjunto como una sola unidad.

Las palancas combinan el desdoblamiento del embrague principal y el frenado en un solo control para cada cadena. Se tira de la palanca un poco para desacoplar los embragues de dirección, y al máximo, para frenar la cadena.

Un solo pedal aplica simultáneamente los frenos en ambas cadenas para detener la máquina en paradas del sistema de servicio o el secundario. El freno de estacionamiento se aplica con la palanca de trabajo de la transmisión. En caso de pérdida de presión en el sistema, cuando sea necesario reemplazar la máquina, se pueden desacoplar los frenos desde el asiento con una herramienta de servicio, mandada eléctricamente desde el receptáculo de arranque auxiliar.

Mandos finales

Dientes de mandos finales en línea, de perfil convexo, de doble reducción, lubricados por salpicadura y sellados con sellos Duo-Cone. Anos de ruidos métricos divididos en tres segmentos de 120° cada uno, empernables y reemplazables.

137



Batidor de rodillos

De diseño tubular. Resiste los esfuerzos torsionales y de flexión. Rodillos y ruedas guías de lubricación permanente, montados en el batidor de rodillos por una serie de bogies. Los bogies oscilan en conexiones de caucho y pasador sellados y lubricados. El movimiento basculante de los bogies se controla con tacos de goma.

Batidores de rodillos amortiguados, unidos al tractor por un eje pivote y una barra compensadora asegurada con pasadores. Los grandes bujes pivotes funcionan en un depósito de aceite.

La oscilación de la barra compensadora está restringida por tacos de goma. La conexión de la montura es un buje de baja fricción que no necesita mantenimiento. El mecanismo tensor es completamente sellado y lubricado. Número de rodillos (cada lado) R



Cadenas Selladas y Lubricadas

En las Cadenas Selladas y Lubricadas los pasadores están rodeados de lubricante a fin de eliminar el desgaste interno de los bujes como consideración de mantenimiento crítica. Se evitan las fugas de lubricante mediante una disposición de selladura que consiste en un sello de polietileno, un anillo expansivo de goma y un anillo de tope. Cada pasador de cadena tiene un depósito de aceite que extiende la vida útil del tren de rodaje, alarga los intervalos de lubricación del tren de rodaje y reduce los costos. Los ajustadores hidráulicos, guardaguas de cadena y establos maestros de dos piezas son estándar.

Peso	216 mm (8.5")
Número de zapatas (a cada lado)	45
Ancho de la zapata estándar	580 mm (22")
Longitud de la cadena sobre el suelo	3,213 m (10 6.5')
Superficie de contacto con el suelo con zapatas estándar	3,590 m ² (5565 pulg ²)
Altura de la garrá (desde la cara inferior de la zapata)	78 mm (3.1")



Datos para servicio

	Litros	Gal. de E.U.A.
Tanque de combustible	753	199
Sistema de enfriamiento	100	26.5
Sistemas de lubricación:		
Cartel del motor diésel	47	12.5
Compartimientos de la transmisión, ventosa y embragues de dirección (incluye convertidor de par)		
Mandos finales (cada uno)	167	44
Batidor de rodillos	23	6
Compartimento del resorte tensor (cada uno)	30	8
Compartimento del eje pivote	13	3.5
Sistema hidráulico de los implementos		
Tanque solamente	72	19

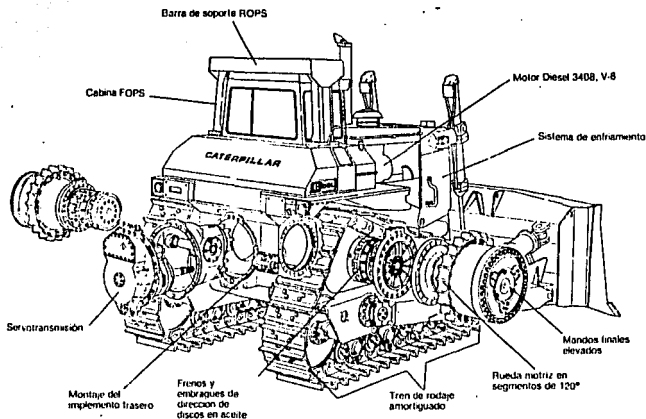


Peso (aproximado)

De embarque, incluye lubricantes, refrigerante, RPM de combustible, techo ROPS con FOPS y control hidráulico de 2 válvulas	31 028 kg	68 404 lb
Techo ROPS con FOPS	586 kg	1291 lb
Cabina ROPS con FOPS	978 kg	2156 lb
En orden de trabajo, incluye lubricantes, refrigerante, tanque de combustible, controles hidráulicos de 2 válvulas, línea Topadora RS, cadenas con zapatas de 500 mm (22"), techo ROPS-FOPS y el operador	37 305 kg	82 243 lb

Estructura ROPS

El techo ROPS es opcional. Las estructuras de protección en caso de vuelco ROPS que ofrece Caterpillar conforman con los conceptos ROPS SAE J304, SAE J1040e e ISO 3471. También cumplen las normas FOPS (estructura de protección contra objetos que caen), SAE J231 e ISO 3449. Cuando se instala y mantiene correctamente, con ventanas y puertas cerradas según ANSI/SAE J1166 SEPRO, la cabina conforma con las normas de la OSHA y la MSHA en vigencia en la fecha de fabricación de la máquina en cuanto a los límites acústicos a que puede ser sometido el operador y está certificada para soportar un peso en orden de trabajo de 30 600 kg (110 230 lb).



Diseño con rueda motriz elevada. Más vida útil de los componentes del tren de fuerza. Con las ruedas motrices separadas de los bastidores, los mandos finales, frenos y embragues de dirección quedan protegidos contra (1) las cargas de impacto verticales provenientes del suelo, (2) la del implemento de la barra de tiro y hoja topadora, (3) contra la desalineación de engranajes y cojinetes atribuida comúnmente a la flexión de los bastidores de rodillos. Los mandos finales están también menos expuestos al agua y al barro, que pueden agrietar los sellos. Y la abrasión causada generalmente por materiales acumulados entre los huesos y los dientes de la rueda motriz se reduce considerablemente.

Tren de rodaje amortiguado, con cuatro bogies mayores asegurados con pasadores a cada bastidor de rodillos. Cada bogie principal tiene a su vez un bogie secundario que soporta dos rodillos. Todos los bogies oscilan en pasadores de cartucho sellados y lubricados. La elasticidad y desplazamiento de los bogies principales están controlados por lazos de goma. Por su armado integral con los bogies principales, las ruedas guías delanteras y traseras suben y bajan por los obstáculos, como por rampas. Los bogies secundarios sucesivos se adaptan a la irregularidad por su acción de sustentación. Resultados:

- Marcha más suave, más comodidad del operador.
- Bajas cargas de impacto en los rodillos, eslabones, pasadores, bastidores de rodillos - con menos ruido.
- Más tracción... los rodillos, casi siempre en contacto con los eslabones, comparten las cargas con los rodillos contiguos, manteniendo la cadencia sobre el suelo.

Bastidores de rodillos tubulares, con más resistencia a las cargas de impacto torsionales y de doblamiento... de aquí, mayor duración. El eje pivote posterior con diámetro de 200 mm (7.87") y una barra compensadora asegurada con pasadores eliminan los tirantes diagonales. El sencillo diseño, con eje de pivote de 485 mm (19.07"), disminuye la retención de barro y la abrasión de los componentes, y mejora la movilidad de la máquina.



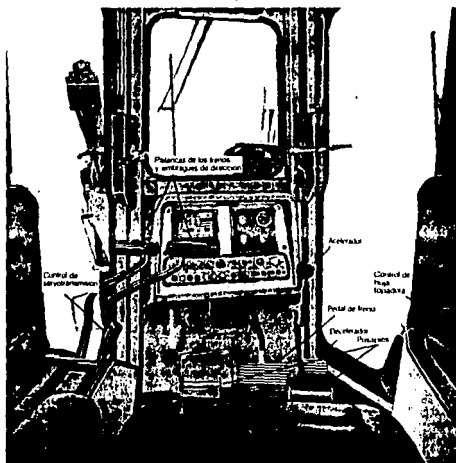
Diseño modular de los siguientes componentes:

• **Servotransmisión.** Conectada a la parte posterior de la caja principal del tractor. Se saca fácilmente como unidad. También se pueden desmontar los módulos de la transmisión y corona como un conjunto, sacando los ejes motrices, un anillo de pernos, y el varillaje de control. No hay que sacar el desgratador.

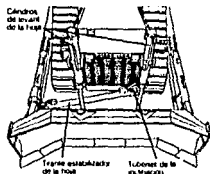
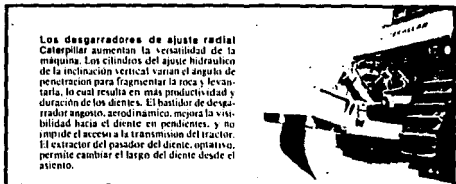
• **Mandos finales.** No hay que sacar la cadena para revisar o cambiar cojinetes y engranajes planetarios. Para sacar en una sola unidad el conjunto de los mandos finales, o los mandos finales con el sistema de frenos y embragues de dirección, hay que abrir la cadena.

• **Módulo del motor y divisor de par** montado elásticamente sobre tres puntos en el bastidor principal.

Menos conservación significa bajos costos de operación y alta productividad de la máquina. Una mirilla permite comprobación rápida del aceite hidráulico. Solo cuatro puntos de engrase en el tractor y largos intervalos de lubricación del desgratador y hoja topadora. Esto significa rapidez y economía en el servicio. Filtros intercambiables de aceite para un cambio rápido y sin contaminación. Filtros intercambiables de combustible y bomba cebadora, de fácil acceso por la puerta ubicada delante del tanque de combustible para facilidad de servicios.



Compartimiento del operador con aislación de goma para más eficiencia y comodidad. Mejor control con las palancas de los embragues y frenos de dirección y de cambios y traba de la transmisión a la izquierda. Los controles del desgarrador y de la hoja topadora, a la derecha, facilitan la activación de los implementos. Pedal único que aplica los frenos a ambas cadenas simultáneamente. Asiento de suspensión totalmente ajustable, orientado 15° a la derecha, se une al tanque de combustible de pared trasera en declive, al techo y a las cadenas para proporcionar mejor visibilidad hacia adelante y hacia atrás. El tablero de instrumentos, frente al operador, tiene el Sistema de Verificación Electrónica, de tres niveles, para los sistemas principales de la máquina.



Tirante estabilizador de la hoja topadora que acerca la hoja a las cadenas para lograr equilibrio y maniobrabilidad excelentes, mayor control y penetración de la hoja, y mas fuerza de arranque. El tirante estabilizador conecta la hoja y transmite las cargas laterales de la misma al bastidor principal, eliminando la necesidad de tirantes diagonales.

Desgarradores

Desgarrador	Ancho del portador	Sección Transversal	Penetración máxima	Despejo máximo (levantado) (bajo la punta)	Posiciones de los dientes	Peso (sin los controles hidráulicos)	Peso total en orden de trabajo del tractor (con hoja IS y desgarrador)**
De un solo diente, Configuración estándar	1,620 m 64"	440 x 480 mm 17 x 19"	1,150 mm 45"	1,327 m 52"	4	4336 kg 9560 lb	41 799 kg 92 150 lb
De un solo diente, Configuración para desgarramiento profundo	1,620 m 64"	440 x 480 mm 17 x 19"	1,702 m 67"	1,387 m 54,6"	6	4483 kg 9838 lb	41 825 kg 92 428 lb
Disposición de varios dientes	2,192 m 86"	380 x 457 mm 15 x 18"	815 mm 32"	1,007 m 40"	2	4108 kg 9058 lb*	41 571 kg 91 468 lb*

* Incluye un diente. Añadido 290 kg (640 lb) por cada diente adicional.

** El peso en orden de trabajo incluye también controles hidráulicos de 4 válvulas, lubricantes, tanque de combustible lleno, hoja topadora IS, techo ROPS y el operador.

*** Sección transversal del diente: 73 x 328 mm (3" x 13")



Controles hidráulicos

El sistema completo consta de bomba, tanque con filtro, válvulas, tuberías, varillaje, enfriador de aceite y palancas de control. Válvulas pilotas hidráulicas facilitan las operaciones de control del desgranador y de la hoja topadora. Sistemas hidráulicos optativos, todos con válvulas externas, incluyen lo siguiente:

Dos válvulas, para la hoja RS o RLI e inclinación (estandar)	Kg	lb
.....	534	1177
Cuatro válvulas, para la hoja RS o RLI, inclinación y desgranador con ajuste hidráulico de la inclinación de los dientes	691	1524

Bombas, de paletas de dos secciones, impulsadas desde el volante.

Caudal a 60PS kPa (69 bar) (1000 lbf/pulg ²)	213 litros/min (56 gal/min)
Fuajo del cilindro de inclinación	97 litros/min (26 gal/min)
RPM de la bomba a velocidad indicada del motor	PRM

Las hojas topadoras del D8 están diseñadas para trabajos severos de empuje con la hoja, recuperación de tierras y carga por empuje de trillajes. Las cuchillas y cantoneras son de acero D11-2 para máxima durabilidad. La conexión mediante tirante estabiliza el eje de la hoja a las cadenas para mejor equilibrio y control. Los cilindros de levantamiento de la hoja se montan en las esquinas superiores del protector del rallador, para mejorar la visibilidad del operador y la eficiencia mecánica. Una sola palanca controla todos los movimientos de la hoja, incluso la inclinación.

Ajuste de la válvula de alivio.

hoja topadora	18 547 kPa (165 bar) (2400 lbf/pulg ²)
Cilindro de inclinación	17 237 kPa (157 bar) (2500 lbf/pulg ²)
Desgranador	18 547 kPa (165 bar) (2400 lbf/pulg ²)

Posiciones de la válvula de control:

Hoja topadora	Levantar, fija, bajar, libre
Desgranador	Levantar, bajar, extender, retraer, fija
Cilindro de inclinación	Inclinación a la der., fija, inclinación a la izq.

Depósito:

Montaje	Con el guardabarros
Capacidad del tanque	89 litros (23,5 gal)



85

Hoja topadora

Hoja	Capacidad según SAE J1265	Ancho total* (1.16 m con hoja topadora)	Altura	Profundidad de excavación	Despeje sobre el suelo	Inclinación máxima	Peso**	Peso total en orden de trabajo*** (tractor con hoja topadora)
RS	11,44 m ³ (4,96 scd ¹)	4172 mm 13'8"	1809 mm 5'11"	657 mm 25,9"	1265 mm 50,6"	850 mm 33,5"	5510 kg 12 147 lb	37 278 kg 82 243 lb

* Incluye las cantoneras.

** No incluye controles hidráulicos, pero la hoja RS tiene cilindro de inclinación.

*** Incluye controles hidráulicos de 2 válvulas, cilindro de inclinación de la hoja, refrigerante, luz cantes, tanque de combustible lleno, techo ROPS con FOPS, el operador y cadenas con zapatas de 560 mm (22").



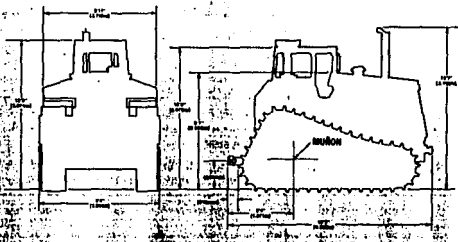
Dimensiones (aproximadas)

Despeje sobre el suelo, desde la cara inferior de las zapatas, según SAE J1234 458 mm (18")

CON ESTOS ACCESORIOS, AJÚSTASE A LA LONGITUD BÁSICA DEL TRACTOR DE 4060 mm (16'3")

DESGRANADOR DE UN DIENTE	1524 mm (5'0")
DESGRANADOR DE VARIOS DIENTES	1110 mm (3'6")
HOJA-S	1367 mm (4'6")

ANCHO SOBRE EL SUELO:	3090 mm (10'1")
ANCHO SOBRE LAS ZAPATAS DE 100 mm (4'0"):	3790 mm (12'5")
ANCHO SOBRE LAS ZAPATAS DE 178 mm (7'0"):	3517 mm (11'5")
ENTRADA:	2290 mm (7'6")





Transporte

El transporte del D8L es sumamente fácil porque el diseño de la máquina básica permite la instalación y el montaje rápidos de componentes. Por lo contrario, el D8L puede embarcarse incluso con sólo sacar la hoja. Donde le permitan las leyes que regulan las cargas en los ejes de camiones, la máquina puede despaquetarse en una configuración lista para funcionar con sólo sacar las herramientas de trabajo. En lugares en donde las leyes relativas al peso de embarque son más estrictas, el D8L puede demostrarse parcial o totalmente para el transporte legal. Se puede usar la tabla de la derecha como guía cuando sea necesario cumplir las regulaciones de cada país sobre los pesos de embarque.



Equipo estándar

NOTA: Tanto el equipo estándar como el equipo pesado se arrea de atrás a propósito. Para detalles al distribuidor Caterpillar.

Alternador de 35 A. Ventilador soplador. Decelerador y palanca del acelerador. Arranque eléctrico directo de 24 V. Barra de tiro rígida. Filtros de aire, de tipo seco, y antefiltro con expulsor de polvo. Silenciador. Bomba cebadora de combustible. Bastidor de cadenas de 8 rodillos. Cadenas de 45 secciones de zapatas de 560 mm (22") con garras Thermo-Shield laminado (fundido análogo a la cerámica metálica en los componentes de escape). Cadenas Selladas y Lubricadas. Rodillos y ruedas guías de lubricación permanente.



Equipo optativo

(con el peso aproximado en orden de trabajo)

	kg	lb
Acondicionador de aire	45	100
Alarma de retroceso	2	5
Alternador, 50 A	11	24
Asuda de éter para el arranque	2	5
Bocina de avance	2	5
Cabina ROPS (monorrueda, con FOPS, con barra ROPS (incluye grupo de accesorios de cabina, calorífera y espejo))	454	1000
Cadenas, par. Selladas y Lubricadas:		
Zapatas de 560 mm/22" para servicio extremo	367	810
De 610 mm/24", para servicio extremo	531	1170
De 610 mm/24", para servicio corriente	204	450
De 660 mm/26", para servicio corriente	810	1125
De 710 mm/28", para servicio corriente	523	1155
Contrapeso, de montaje delantero	1284	2830
Control hidráulico de extractor de pasador	12	27
Control hidráulico de 4 válvulas	821	1824
Cubiertas del motor	79	175
Degarradores:		
De un solo diente, configuración estándar	3951	8712
De un solo diente, para desgarramiento profundo (incluye diente y extractor de pasadores)	4078	8990
De varios dientes (se incluye un diente)	3724	8210
Diente de degarrador (para degarrador de varios dientes)	290	640
Enfriador de aceite de los implementos	26	58

	kg	lb
Máquina básica (incluye lubricantes, refrigerante, 10% de combustible y el techo ROPS-FOPS)	31 028	68 401
El desmontaje de los componentes reduce el peso como sigue:		
Techo ROPS-FOPS (incluye espejo)	588	1291
Cabina ROPS con FOPS*	878	2136
Cabina**	484	1066
Cadena con zapatas de 560 mm (22") (a cada lado)	2343	5165
Tren de rodaje (a cada lado)	4701	10 363
Eje pivote	336	742
Cilindros de levantamiento de la hoja (realda uno*)	195	430
Atornillos finales (cada lado)	924	2038
Conjunto de embrague/freno (a cada lado)	384	846
Módulo de la transmisión/cuadro	1288	2840

* Estos pesos no se incluyen en el de la máquina básica indicado arriba.

Ajustadores hidráulicos de cadenas. Tren de rodaje de suspensión. Barra compensadora asegurada con pasadores. Sistema de luces (cuatro faros adelante, dos detrás). 1 tapa para lluvia. Ara de rueda motriz con segmentos reemplazables. Pie pivote. Sistema de seguridad de una sola llave. Enganche delantero para remolque. Protector abrigado del tren de fuerza. Guías de cadenas. Radiador abrigado y guías de deflector de lluvia. Servotransmisión. Receptor para el arranque. Horómetro eléctrico. Asiento de suspensión ajustable. Caja de herramientas. Bomba de advertencia de marcha de avance. Tablero de instrumentos iluminado y sistema de Verificación Electrónica/bocina de advertencia para los sistemas principales. Montaje ROPS. Cautión de seguridad. Indicador de servicio del filtro de aire. Estación maestro de dos piezas. Arranque con llave. Barra de tiro. Dos válvulas de control hidráulico.

	kg	lb
Extractor hidráulico de pasador para el degarrador de un solo diente estándar	44	98
Grupo de indicadores:	1	2
Temperatura del refrigerante del motor, temperatura del aceite del tren de fuerza, temperatura del aceite de los implementos		
Guardas:		
Del Carter, para servicio extremo	170	374
Del tanque hidráulico y del tanque de combustible	381	839
Regilla trasera	54	120
Hoja topadora RS	6277	13 839
Juego de herramientas	7	15
Luz trasera (para degarrador)	3	6
Placa de empuje	250	551
Protección contra vandálicos:		
Guarda del tablero de instrumentos	1	2
Cierres para:		
Tubo de llenado del tanque hidráulico de los implementos	0.5	1
Tubo de llenado de aceite del motor	0.5	1
Tubo de llenado del radiador	1	3
Válvulas indicadoras del motor	1	2
Techo ROPS-FOPS, incluye espejo	588	1291

Materiales y especificaciones sujetos a cambio sin previo aviso.



Motor Caterpillar

Potencia bruta a 1800 RPM 609 kW/817 hp
 Potencia al volante a 1800 RPM 574 kW/770 hp
 [kW (kilowatio) es unidad de fuerza del Sistema Internacional de Unidades.]

Es la potencia neta en el volante del motor de la máquina cuando funciona a temperatura de 25°C/77°F y presión de 100 kPa/29.61 pulg Hg. La potencia se basa en el uso de combustible con densidad API de 35° (a 15.0 C/60 F), de valor teórico bajo de 42 780 kJ/kg (18 390 Btu/lb), uso de 29.4 C/85 F y con peso de 838,9 g/l (17,001 lb/gal E.U.). Se han hecho las deducciones por ventilador; filtro de aire; bombas de agua, aceite lubricante y combustible; alternador y silenciador. No se requiere reducir la potencia a altitudes inferiores a 1500 m/5000 pies.

Las clasificaciones adicionales que se indican a continuación también son válidas a 1800 RPM:

	kW	hp
ISO 1585	574,2	770
ISO 3046-1	569,0	763,1
EEC 80/1269	574,2	770

Motor Diesel Caterpillar 3508 de 4 tiempos y 8 cilindros en V de 60°, con calibre de 170 mm/6,7", carrera de 190 mm/7,5" y cilindrada de 34,5 litros/2105 pulg³.

Dos turbocompresores con cojinetes enfriados por agua para larga duración. Lumberas del múltiple paralelas, con dos válvulas de admisión y dos de escape por cilindro. Válvulas con revestimiento de estela, rotadores de válvulas y asientos de válvulas de acero de aleación.

Pistones de aluminio de aleación, de forma elíptica y perfil cónico, con tres anillos, enfriados con rocío de aceite. Cojinetes de aluminio con refuerzo de acero por el dorso y cigüeñal con muñones endurecidos. Lubricación a presión con aceite filtrado y enfriado en flujo total. Filtros de aire de tipo seco con elementos primario y secundario.

Sistema de arranque eléctrico directo de 24V. Alternador de 75A. Cuatro baterías de 12V y 244 A-h.

Módulo de motor y divisor de par montado con amortiguación al bastidor principal para reducir las vibraciones y el ruido de la estructura.



Transmisión

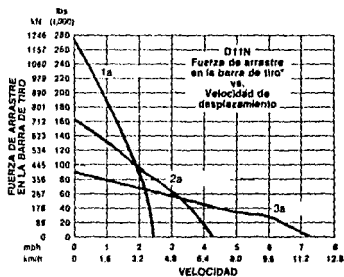
Servotransmisión planetaria con embragues en aceite con alta capacidad de par, de 5:33 mm/21" de diámetro. Sistema de modulación especial que permite hacer cambios rápidos de velocidad y de sentido de marcha.

Convertidor de par de una etapa con divisor de par de salida, conectado a la transmisión por una junta universal doble.

La transmisión modular y el engranaje cónico se conectan a la parte trasera de la caja del impulsor principal y se pueden cambiar con el desgarrador instalado. El tren de fuerza tiene dos enfriadores de aceite a agua, montados debajo del radiador.

Velocidades de desplazamiento a las RPM indicadas del motor:

Marcha	Velocidad en avance		Velocidad en marcha atrás	
	km/h	MPH	km/h	MPH
1	3,9	2,4	4,7	2,9
2	6,8	4,2	8,2	5,1
3	11,6	7,2	14,1	8,7



* La tracción del D11N depende del peso y de la tracción del tractor equipado.

CARACTERÍSTICAS



Dirección y freno

Embragues de activación hidráulica, de discos múltiples, con diámetro exterior de 465 mm/18,3". Enfríos por aceite presurizado, son libres de ajustes. Cada conjunto es independiente.

Las palancas combinan el desacoplamiento del embrague de dirección y el frenado en un solo control para cada cadena. Tire hacia atrás ligeramente para desacoplar los embragues de dirección, completamente hacia atrás para frenar la cadena. Los frenos se desacoplan hidráulicamente y se acoplan por resorte.

Un solo pedal frena ambas cadenas simultáneamente para permitir paradas rápidas. Se aplica el freno de estacionamiento con la palanca de traba de la transmisión. Hay una herramienta de servicio, impulsada eléctricamente desde un receptáculo de arranque auxiliar, que se puede usar para desacoplar el freno desde el asiento cuando hay que remolcar la máquina después de haber perdido la presión del sistema de control.



Mandos finales

Engranajes planetarios en línea, de perfil convexo y doble etapa, lubricados por salpicadura y sellados con sellos flotantes Duo-Cone. Ruedas motrices con tres segmentos de aro reemplazables, fijados con pernos.



Bastidor de rodillos

De diseño tubular, resistente a las cargas torsionales y al doblamiento. Rodillos y ruedas goma de lubricación permanente, montados elásticamente al bastidor mediante una serie de soportes basculantes que oscilan sobre conexiones de pasador selladas y lubricadas; movimiento de los soportes controlado por tacos de goma.

Los bastidores de rodillos oscilantes se conectan al tractor por un eje pivote y una barra compensadora fijada con pasadores. Los bujes grandes del eje pivote funcionan en un depósito de aceite. Hay pasadores sellados y lubricados en la articulación de rótula de la barra compensadora y el bastidor de rodillos; la conexión de la "montura" es un buje de baja fricción, libre de mantenimiento. Se limita la oscilación de la barra compensadora con cojines elásticos. El mecanismo de amortiguación es completamente sellado y lubricado.

Cantidad de rodillos (cada lado) 8
Oscilación 502 mm/19,75"



Cadena Sellada y Lubricada

La Cadena Sellada y Lubricada rodea con lubricante el pasador para reducir el desgaste interno de los bujes - una consideración importante de mantenimiento. Se retiene el lubricante mediante una disposición de sellado que consta de un sello de poliuretano, un anillo expansor de caucho y un anillo de tope. Hay lubricante adicional en un depósito taladrado en el pasador de cadena. La retención firme del pasador proporciona protección adicional al sello de la cadena en condiciones de altos impactos. Todo esto prolonga la duración de la cadena y los intervalos de mantenimiento del tren de rodaje a la vez que reduce los costos. Son estándar los ajustadores hidráulicos de cadena, las guardaguas de cadena y el gran eslabón maestro de dos piezas, de sujeción positiva.

Paso 318 mm/12,5"
Cantidad de zapatas (cada lado) 41
Tipo de zapata Para servicio riguroso
Ancho de la zapata estándar 712 mm/28"
Longitud de cadena en contacto con el suelo 4441 mm/147"
Área de contacto con
el suelo, con zapatas estándar 6,3 m²/9800 pulg²
Altura de las garras (desde
la cara inferior de la zapata) 102 mm/4,0"
Despeje sobre el suelo 623 mm/24,5"
Entrevía 2890 mm/9'6"



Datos para servicio

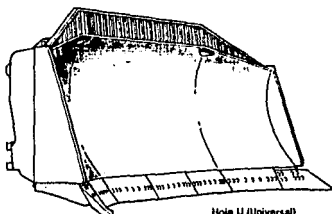
	Litros	Gal. E.U.A.
Tanque de combustible	1490	394
Sistema de enfriamiento	215	56,8
Sistemas de lubricación:		
Cartel del motor diesel	106	28
Tren de fuerza	243	64
Mandos finales (cada uno)	17	4,5
Bastidor de rodillos (cada uno)	95	24,7
Compartimiento del eje pivote	61	16
Sistema hidráulico de implementos,		
De cuatro válvulas	250	66
Tanque únicamente	180	47,5



Peso (aproximado)

De embarque, incluye lubricantes, refrigerante, 10% de combustible y estructura ROPS con cabina FOPS 67 357 kg/148 494 lb
En orden de trabajo, incluye lubricantes, refrigerante, tanque lleno de combustible, controles hidráulicos, hoja topadora 11U, desgarrador de un solo diente, zapatas para servicio riguroso de 813 mm/32", estructura ROPS, cabina FOPS y operador 93 418 kg/205 947 lb

Las Hojas Topadoras del D11 han sido diseñadas para trabajos pesados de nivelación, restauración de terrenos y empuje/carga de materiales. Las cuchillas y cantoneras son de acero D11-2 para proporcionar mayor durabilidad. El tirante estabilizador acerca la hoja al tractor, lo que permite equilibrio y control excelentes. Los cilindros de levantamiento de la hoja están montados en las esquinas superiores del protector del radiador, proporcionando así un mejor levantamiento de la hoja. Una sola palanca controla todo el movimiento de la hoja, incluyendo la inclinación.



Hoja U (Universal)

Especificaciones de la hoja topadora

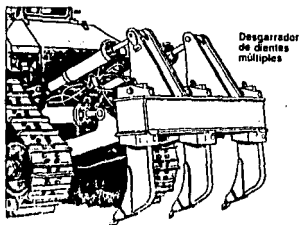
Hoja	Capacidad según SAE J1285	Ancho total* (tractor con hoja topadora)	Altura	Profundidad de excavación	Despeje sobre el suelo	Inclinación máxima	Peso**	Peso total en orden de trabajo*** (tractor con hoja topadora)
11SU	25.1 m ³ 32.8 yd ³	5645 mm 18'6"	2305 mm 7'7"	757 mm 29.8"	1501 mm 4'11"	845 mm 33.3"	14 785 kg 32,597 lb	83 422 kg 183,911 lb
11U	32.3 m ³ 42.2 yd ³	6407 mm 21'3"	2305 mm 7'7"	757 mm 29.8"	1501 mm 4'11"	1571 mm 5'2"	16 787 kg 37,008 lb	83 427 kg 186,312 lb

* Ancho incluído las cantoneras de escape.

** No incluye los controles hidráulicos, pero sí el cambio de inclinación de la hoja.

*** Comprende los controles hidráulicos, el cambio de inclinación de la hoja, el estabilizador, los carburantes, el tanque lleno de combustible, la estructura ROPS con cabina ROPS y el operador.

Los fuertes desgarradores Caterpillar están disponibles para proporcionar aún más versatilidad a la máquina. Los cilindros hidráulicos de ajuste de inclinación vertical varían el ángulo de penetración del diente y ayudan a levantar y quebrantar la roca... para mayor productividad y larga vida útil del diente. El desgarrador angosto y de bajo perfil mejora el rendimiento del diente sencillo con mínimo atascamiento y amontonamiento de materiales. El extractor de pasadores operativo del desgarrador de un diente sencillo, le permite al operador graduar la longitud del diente desde su asiento. El desgarrador de dientes múltiples permite el uso de uno, dos o tres dientes, según las condiciones del trabajo.



Desgarrador de dientes múltiples

Especificaciones del desgarrador

Desgarrador	Ancho de la viga	Fuerza de penetración vertical del diente	Penetración máxima (con punte estándar)	Fuerza de dislocación	Despeje mín. levantado (debajo de la punta)	Número de perforaciones en el cliente	Peso (sin controles hidráulicos)	Peso total en orden de trabajo del tractor (con hoja 11U y desgarrador)***
De un diente	ND	267 kN 59,900 lb	1610 mm 5'3"	611 kN 137,330 lb	1184 mm 3'10"	4	7042 kg 15,525 lb	92 600 kg 204,142 lb
De un diente, para desgarr. profundo	ND	267 kN 59,900 lb	2180 mm 7'2"	611 kN 137,330 lb	1164 mm 3'10"	6	7340 kg 16,182 lb	92 697 kg 204,800 lb
De dientes múltiples	3330 mm 10'11"	256 kN 57,870 lb	1069 mm 3'6"	602 kN 135,160 lb	1118 mm 3'8"	2	7732 kg* 17,045 lb	93 288 kg 205,662 lb

* Se incluye un diente. Aprox 600 kg/1454 lb por cada diente adicional.

** Sección transversal de dientes múltiples: 100 x 400 mm/3.9" x 15.7" - sección transversal de un solo diente y de desgarramiento (profundo): 110 x 450 mm/4.3" x 17.7".

*** El peso en orden de trabajo de la máquina incluye también los controles hidráulicos, el cambio de inclinación de la hoja, los carburantes, el tanque lleno de combustible, la cabina ROPS y el operador.

**Equipo estándar**

NOTA: El equipo estándar y el optativo pueden variar según el país. Pida detalles al Distribuidor Caterpillar.

Asiento ajustable, con suspensión.
 Alternador de 75A.
 Alarma de marcha atrás.
 Ventilador soplador.
 Estructura ROPS con cabina FOPS insonorizada, (incluye accesorios de cabina y retrovisor).
 Decelerador y palanca manual de estrangulación.
 Adaptadores de diagnóstico de presión.
 Arranque eléctrico directo de 24V.
 Filtros de aire de tipo seco.
 Bastidor de cadena de 8 rodillos.
 Hidrómetro eléctrico.
 Ayuda de arranque por éter.
 Cadenas con garras para servicio riguroso de 712 mm/28" (41 secciones).
 Dispositivo de remolque delantero.
 Bocina de advertencia de avance.

Bomba de cebado de combustible.
 Grupo de indicadores.
 Calorífero.
 Guarda abisagrada del cárter, para servicio riguroso.
 Guarda abisagrada del tren de fuerza.
 Guardas abisagradas del radiador y del deflector de basura.
 Control hidráulico de 2 válvulas.
 Ajustadores hidráulicos de cadena.
 Rodillos y ruedas guías de Lubricación Permanente.
 Tablero de instrumentos alumbrado; bocina EMS para sistemas críticos.
 Sistema de alumbrado (4 luces adelante, 2 atrás).
 Silenciadores.
 Freno de estacionamiento.
 Barra compensadora fijada con pasadores.

Eje pivote.
 Servotransmisión.
 Antefiltro con antefiltro especial y expulsor de polvo.
 Tapa para lluvia.
 Cadena Sellada y Lubricada.
 Cinturón de seguridad.
 Receptáculo de arranque.
 Tren de rodaje amortiguado.
 Caja de herramientas.
 Guardaguías de cadenas.
 Protección contra vandalismo (incluye trabas de tapa para: tanque de combustible, tanque hidráulico de implementos, tubo de llenado de aceite del motor, bayoneta y tubo de llenado del radiador, dos trabas para la caja de baterías y traba de la tapa de servicio, a la izquierda.)

**Equipo optativo**

(con el cambio aproximado en el peso en orden de trabajo)

	kg	lb
Capacidad a altitudes de hasta 2280 m/7500 pies	45	100
Acondicionador de aire	104	229
Hojas topadoras		
11SU (incluye cilindro de inclinación y placa de empuje)	14 786	32 597
11U (incluye cilindro de inclinación y guarda contra rocas)	16 786	37 008
Inclinación doble para 11U, hoja únicamente (requiere controles hidráulicos)	-12,7	-28
Guarda contra rocas y plancha de desgaste (para hoja 11SU únicamente)	845	1863
Plancha de desgaste (para hoja 11U únicamente)	1357	2992
Contrapeso de montaje trasero	4994	11 010
Sistema de llenado rápido de combustible	5	11
Sistema de supresión de incendios (de compuesto químico seco)	90	198
Sistema de supresión de incendios (de halón 2402)	65	143
Sistema de cambio rápido de aceite	8	18
Desgarradores:		
De un diente	7042	15 525
De dientes múltiples (incluye un diente)	7732	17 045
Diente de desgarrador (para desgarrador de dientes múltiples)	660	1454
Diente para desgarramiento profundo (requiere extractor de pasadores)	296	653

	kg	lb
Extractor de pasadores	99	218
Bloque de empuje (para desgarrador de un diente y de desgarramiento profundo únicamente)	82	180
Cadenas, par, Sellada y Lubricada:		
De 810 mm/32", para servicio riguroso	821	1810
De 914 mm/36", para servicio riguroso	1675	3693
Ayudas de arranque:		
Calentador del refrigerante de motor	5	11
Para fuente de corriente externa de 120V	2	4
Para fuente de corriente externa de 240V	2	4
Calentador de combustible	5	11
Controles hidráulicos:		
Control de 4 válvulas, para la hoja topadora 11SU o 11U, función de inclinación y desgarrador con ajuste hidráulico de inclinación vertical del diente	129	285
Control de inclinación doble	48	105

T ROPS

La cabina ROPS es estándar en E.U.A.

Las estructuras ROPS de protección en caso de vuelco que ofrece Caterpillar para esta máquina conforman con los conceptos ROPS: SAE J395, SAE J1040c e ISO 3471-1980. También conforman con los conceptos FOPS (estructura de protección contra objetos que caen): SAE J231 JAN81 e ISO 3449-1984. Cuando se instala y mantiene adecuadamente, y con ventanas y puertas cerradas, la cabina conforma con las normas de la OSHA y

de la MSHA (de E.U.A.) en vigencia en la fecha de fabricación de la máquina, en cuanto a los límites acústicos a que puede ser sometido el operador según ANSI/SAE J1166 JUN86.

La estructura ROPS está diseñada y certificada para un peso en orden de trabajo de hasta 100 000 kg/220 460 lb

2 Controles hidráulicos

El sistema completo consta de bomba, tanque con filtro, enfriador de aceite, válvulas, tuberías, varillaje y palancas de control. Las válvulas hidráulicas piloto ayudan en la operación de los controles del desgarrador y de inclinación de la hoja. Los sistemas hidráulicos estándar con válvulas externas tienen dos válvulas para inclinación de la hoja topadora 11SU o 11U.

kg lb

El sistema hidráulico optativo tiene:

Dos válvulas adicionales para control del desgarrador con ajuste hidráulico de la inclinación vertical del diente 43 95

Bomba de engranajes:

Caudal a 6895 kPa/

69 bar/1000 lb/pulg² 579 litros/min/153 gal/min

Flujo del cilindro de inclinación .. 144 litros/min/38 gal/min

RPM de la bomba a la velocidad

indicada del motor 1890

Ajuste de la válvula de alivio:

Hoja topadora 22 737 kPa/227 bar/3300 lb/pulg²

Cilindro de inclinación .. 23 426 kPa/234 bar/3400 lb/pulg²

Desgarrador 22 737 kPa/227 bar/3300 lb/pulg²

Impulsión desde el mando auxiliar

Posiciones de la válvula de control:

Hoja topadora Levantar, fija, bajar, libre

Desgarrador Levantar, bajar, extender, retorno, fija

Cilindro de inclinación Inclinación hacia la derecha,

fija, inclinación hacia la izquierda

Depósito:

Montaje Guardabarros (montado elásticamente)

Capacidad del tanque 250 litros/66 gal E.U.A.

**Dimensiones (aproximadas)**

Despejo sobre el suelo, desde la cara inferior de la zapata, según SAE J1234 623 mm/24.5"
 Altura de la barra de tiro desde la cara inferior de la zapata 777 mm/30.6"
 Ancho incluso los muñones 4216 mm/13'10"

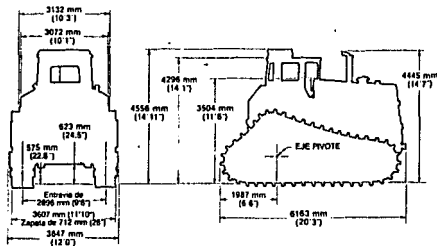
Con los accesorios siguientes, añada lo siguiente a la longitud del tractor básico de 6163 mm/20'3":

Desgarrador de un diente 2331 mm/7'8"

Desgarrador de dientes múltiples 1994 mm/6'7"

Hoja SU 2227 mm/7'4"

Hoja U 2675 mm/8'9"



Lleva la ventaja en:

Rendimiento

- Tren de rodaje amortiguado - más cadena sobre el suelo, menos patinaje de la cadena, mejor andar.
- Mayor superficie de contacto entre cadena y suelo - aumenta la tracción y la estabilidad.
- Mejor equilibrio - mayor fuerza de penetración para nivelar, mayor fuerza tractiva para desgarrar.
- Menor presión sobre el suelo - mejor flotación, menos resistencia a la rodadura.
- Mejor relación de potencia a peso - cargas más rápidas y más pesadas, tiempos de ciclo más cortos.
- Capacidad de sobrecarga del 27% - potencia para cargas pesadas sin tener que hacer cambios constantes a baja velocidad y sin perder potencia.
- Motor 3508 turbomalimentado y poseenfriado, de inyección directa, que entrega más potencia por cada unidad de combustible.
- Mejor ángulo de penetración de la hoja - mayor espacio para la parte inferior trasera de la hoja - facilita la penetración y la carga de la hoja.
- Divisor de par exclusivo - el convertidor soporta 70% del par motor; 30% es de mando directo para alta multiplicación de par y eficiencia de combustible.

Confiable y durabilidad

- Bastidores de rodillos tubulares que resisten el doblamiento y las cargas torsionales mejor que los de sección en caja.
- Fuerte bastidor principal que absorbe todas las cargas provenientes del implemento y del bastidor de rodillos.
- Diseño de rueda motriz elevada, que aleja los mandos finales, los embragues de dirección y los frenos del ambiente de trabajo, aislándolos de las cargas de impacto de la hoja y de la barra de tiro para prolongar la vida útil del tren de fuerza.
- Componentes más grandes y más fuertes del tren de rodaje - mayor vida útil.
- Frenos y embragues de dirección de discos múltiples, enfriados en aceite, de más larga vida útil y mayor capacidad.
- Mandos finales planetarios de doble reducción, que distribuyen las cargas de torsión para prolongar su vida útil.
- Gran cilindrada del motor, bajo ajuste de las RPM - potencia máxima con poco esfuerzo.

Mantenimiento/repación

- Componentes modulares - desmontables como unidades enterizas, lo que permite reparaciones más fáciles y rápidas y reduce el tiempo muerto.

- Los módulos pueden ser probados antes de su instalación y montados en la obra - menos tiempo en el taller y menos tiempo inactivo de la máquina.
- Sistema de Verificación Electrónica - protege contra fallas costosas que ocurren al no verificar los indicadores a los intervalos debidos.
- Exclusiva herramienta de diagnóstico, enchufable - registra 14 puntos de comprobación del sistema eléctrico para permitir un rápido diagnóstico de los problemas eléctricos.
- Conexiones de desconexión rápida que permiten identificar rápidamente los problemas del sistema de aceite de los implementos o del tren de fuerza.
- Los puntos de servicio agrupados para fácil acceso y un mínimo de mantenimiento diario reducen el tiempo muerto de la máquina.

Facilidad de operación

- Controles precisos y de fácil acceso que requieren poco esfuerzo del operador; tablero de instrumentos de fácil lectura. Resultado: menos fatiga del operador y mayor producción.
- Asiento completamente ajustable, con suspensión, orientado a 15° para proporcionar mayor comodidad y visibilidad al operador.
- Cabina ROPS/FOPS insonorizada - calorífero (estándar con cabina) o calorífero/condicionador de aire (opcional). Controlan el ambiente del operador; la cabina está presurizada para evitar la entrada de polvo.

Sistema de respaldo completo al cliente

- Disponibilidad de piezas - se pueden encontrar la mayoría de las piezas en los estantes del distribuidor; además, hay un sistema Cat de búsquedas urgentes, controlado por computadora.
- Capacidad de servicio - en el taller del distribuidor o en la obra - mecánicos capacitados por la fábrica que utilizan la tecnología y las herramientas más modernas de la industria.
- Servicios de administración de máquinas - programas eficaces de mantenimiento preventivo, programas de diagnóstico (Análisis Periódico de Aceite, Análisis Técnico), decisiones para opciones más económicas de reparación, reuniones con clientes, entrenamiento de operadores y de mecánicos.
- Componentes de intercambio para reparaciones rápidas - se puede escoger entre productos Cat remanufacturados o componentes reconstruidos por los distribuidores para reducir los costos y aumentar el tiempo productivo de la máquina.
- Publicaciones de respaldo - guías de operación y conservación, fáciles de utilizar, para que el operador realice el trabajo lo más eficientemente posible - se distribuye toda información nueva y importante a medida que desarrolla.

Materiales y especificaciones sujetos a cambio sin previo aviso

5. CONCLUSIONES

5. CONCLUSIONES

La maquinaria ocupa un lugar preponderante en la Industria de la Construcción Pesada; sus rendimientos inciden directamente en los costos y tiempos de las obras. Por tal motivo, el mejor conocimiento de las máquinas con que se cuenta es indispensable.

La evolución del tractor es muestra de los grandes avances tecnológicos que se han venido desarrollando en pro de una mayor eficiencia. Conocer su funcionamiento y los fundamentos mecánicos puede parecer que no es motivo de estudio del Ingeniero Civil, sin embargo ese saber le es muy útil para resolver con celeridad algunos de los imprevistos surgidos en campo, así como para aleccionar al personal encargado y vigilar el buen uso, lo cual puede evitar pérdidas de tiempo y gastos de reparación.

En este trabajo se presenta un panorama general del funcionamiento del tractor y, con base en su importancia, es complementado en forma más didáctica, a través de un audiovisual, a fin de ayudar a crear en el alumno de Ingeniería Civil la inquietud de profundizar en el particular.

Por otra parte, motivo de reflexión es el buen uso de la máquina. El tractor ofrece, por su versatilidad, gran variedad de caminos en su utilización que, con una buena planificación, reditúa en mayores avances al explotar cabalmente todas sus posibilidades.

Se debe evitar el caso en que, por limitaciones de empresa, por desconocimiento o simplemente por estar disponible, se utiliza el tractor en labores que, en el mejor de -- los casos, ocasiona solo una subutilización por destinarlo a labores menores pero que puede llegar a causarle graves desperfectos al utilizarlo en trabajos para los que no está diseñado. No es extraño observar acarreos a grandes distancias o transporte de personal realizados con tractores de orugas, o utilizar tractores de neumáticos en superficies muy accidentadas. Cubrir estas posibilidades y otras prácticas inadecuadas debe ser labor del Ingeniero Civil a quien corresponde llevar a cabo una estrecha vigilancia.

En lo que respecta a la determinación de los rendimientos se ha visto la dificultad de obtener valores exactos. Los diferentes métodos muestran ciertos grados de incertidumbre y disparidades entre ellos, fundamentalmente por diferencias de criterio.

Mientras el fabricante de maquinaria proporciona -- unos valores muy alegres sobre capacidad, potencia y producción, el dueño de la misma, el constructor ó contratista, se basa en números más conservadores para elaborar sus precios unitarios. Una posibilidad ante esta situación es mediar los resultados para conocer un dato más real, sin embargo lo más recomendable es basarse en las experiencias vividas en campo y, por supuesto, verificar, por observación directa, lo más pronto posible en el sitio de trabajo con la máquina operando.

En resumen, se debe poner especial cuidado en la de terminación de rendimientos por sus consecuencias económicas y, en general, saber más de la maquinaria y del tractor en particular, para lo cual este estudio pretende constituirse en material de consulta.

6. GUION DEL AUDIOVISUAL

6.- GUION DEL AUDIOVISUAL

T R A C T O R E S

El hombre, requiere cada vez mayor cantidad - de satisfactores para su desarrollo.

Para cubrir sus necesidades, ha requerido - - construir obras de infraestructura en las que es menester el movimiento de grandes volúmenes de tierra con rapidez y eficiencia.

En la actualidad, existe una amplia gama de - máquinas útiles para esta actividad. Hablaremos de una de ellas; de aquella que por su diversidad de usos se encuentra siempre presente: EL TRACTOR.

ANTECEDENTES HISTORICOS

A finales del siglo XIX, el aumento de la población exigió más alimentos y fibras textiles de los que se producían con el empleo de la "Fuerza de las Mulas" como fuerza motriz.

Por tal motivo, se tuvo que introducir el uso de maquinaria para incrementar la producción.

El tractor de vapor funcionaba bien, pero el suave terreno agrícola en ocasiones no podía soportar el peso.

Ruedas grandes y anchas sustituyeron a las an

gostas proporcionando baja presión al terreno, con una objeción: resultaba una máquina poco maniobráble.

La solución no tardó mucho. A principios de nuestro siglo, surgieron los tractores agríco las tipo oruga que, aunados al surgimiento -- del motor de gasolina, dió a la máquina aplicaciones ilimitadas en la agricultura.

Por esos años también se inició su uso en trabajos de construcción.

Con el fin de ser utilizado en las batallas -- de la 1a. Guerra Mundial, el tractor de carriles sufrió algunas modificaciones.

Hacia 1931 se introdujo el primer modelo im-- pulsado por motor Diesel, con un considerable aumento de fuerza y economía combustible.

Posteriormente eran utilizados controles de -- cables para jalar los implementos de trabajo y, para los años 40's, eran ya sustituidos -- por controles hidráulicos.

Hasta nuestros días ha seguido el incremento de potencia, el uso de ruedas neumáticas y -- sistemas hidráulicos, así como cabinas más cómodas que han hecho del tractor la eficiente máquina que conocemos.

DESCRIPCION

El tractor es la máquina diseñada fundamentalmente para convertir, con eficiencia, la energía de su motor en fuerza tractiva de utilización práctica en muy diversas operaciones de construcción.

Se compone de un bastidor que rigidiza el conjunto, un motor, el embrague principal, la transmisión, el sistema de dirección, los mandos extremos o finales, el sistema de rodamiento y los aditamentos de trabajo.

Por su medio de locomoción se identifican dos tipos: el equipado con ruedas neumáticas y el de orugas.

El tractor de neumáticos proporciona baja potencia pero grandes velocidades, con la limitante de requerir superficies de rodamiento resistentes y bien conservadas.

El tractor de orugas o de carriles proporciona gran potencia pero bajas velocidades, pudiendo operar sobre superficies muy accidentadas o con poca capacidad de carga.

Estas características motivan que sea el de mayor uso en la construcción.

Su potencia la proporciona el motor diesel de cuatro tiempos, a saber:

- 1o. admisión de aire
- 2o. compresión
- 3o. inyección de diesel y combustión por compresión, y
- 4o. escape de gases

Los motores con que vienen equipados los tractores modernos, cuentan con turbocargadores y enfriadores de aire que mejoran la aspiración y escape, con lo que se aumenta la eficiencia considerablemente y se compensan las deficiencias por altitud.

La potencia parte del motor y se transmite -- como fuerza de giro o par del eje de salida.

Este giro se comunica al eje de la transmisión a través de un embrague principal que corta - la transmisión de potencia cuando se para la máquina o se cambian velocidades.

Los tractores en la actualidad, cuentan ya -- con un mecanismo hidráulico llamado convertidor de par, el cual proporciona giro constante que varía de acuerdo a la velocidad requerida.

El giro continúa por la moderna servotransmisión planetaria. Mecanismo compacto, constantemente engranado, que permite el cambio de - velocidad sin cortar la transmisión de potencia.

Los engranes reciben el nombre de planetarios por semejar su funcionamiento al movimiento - de los satélites respecto a un planeta.

Continuando con el flujo de potencia, al final de la transmisión, el piñón de ataque engrana con la corona produciéndose un cambio de 90 - grados en la fuerza de giro.

Dicha fuerza pasa entonces por los sistemas - de dirección: de diferencial para tractores - neumáticos y de embragues y frenos en el caso de orugas.

El diferencial compensa la diferencia de velocidades entre la rueda interior y exterior -- cuando la máquina se desplaza en curva.

El sistema de embragues y frenos permite soltar o frenar el movimiento de una u otra oruga produciéndose el viraje.

Del sistema de dirección, la transmisión de - fuerza continúa a los mandos finales, mismos que proporcionan la reducción de velocidad y aumento de par que produce el movimiento de la máquina.

En tractores pequeños se usan mandos de una - sola reducción; en medianos, de doble reduc--ción, y; en máquinas grandes se utilizan mandos planetarios.

En los tractores de neumáticos el giro conecta directamente del mando final a la rueda.

Por su parte, los tractores de orugas, cuentan con carriles que constituyen la superficie de rodamiento y que podemos pensar se va desdoblado a su paso.

El tren de rodaje está compuesto por un bastidor que da rigidez; una rueda motriz dentada también llamada catarina; la rueda guía; los rodillos inferiores que sustentan el peso total de la máquina y que absorben las irregularidades del terreno; los rodillos superiores que evitan se cuelgue la oruga; una cadena -- que transmite el movimiento, y por último; las zapatas atornilladas a la cadena que son las que hacen contacto con el suelo.

Existen diversos tipos de zapatas, de muy diferentes características, que dependen del tipo de trabajo y peso de la máquina.

Finalmente, las orugas comunican sus bastidores a través de una barra que permite el pivoteo vertical.

USOS Y APLICACIONES

El tractor es la máquina que presenta mayor versatilidad en la construcción de terrazas, siendo muy pocos los trabajos en que su empleo no resulta necesario.

Puede empujar o jalar vehículos o cargas, adicionado con infinidad de implementos excava y acarrea material, desgarrar suelos, participa en la limpia y desmonte de terrenos, tiende - tubos y hasta interviene en el movimiento de tierras bajo el agua.

Así, el bulldozer es un tractor con hoja frontal, perpendicular a la dirección del avance que le permite excavar y empujar material en distancias cortas de hasta 100 metros.

La hoja, que en los modelos actuales se controla hidráulicamente, es maciza con una cu-chilla en su parte inferior y dos esquinas o gavilanes intercambiables, sometidos a gran desgaste.

Existen varios tipos de hojas; la hoja recta de uso generalizado para excavación y empuje hacia adelante; la hoja en "u" o universal, - con costados más alargados que reducen el de-rrame lateral del material, y; la hoja amortiguada con un refuerzo central para realizar - el empuje de motoescrepas.

El tiltdozer o de hoja inclinable, pivotea sobre su plano permitiendo el ataque del terreno en cuña. Es ideal en la construcción de fosos y taludes.

El angledozer o de hoja angulable, puede inclinar su implemento a la izquierda o derecha --

con respecto a su eje longitudinal, dando a la carga un movimiento lateral aparte del movimiento hacia adelante. Abre caminos en terreno accidentado o rellena zanjas pequeñas.

Otro aditamento del tractor es el desgarrador, también llamado arado o ripper que se fija en la parte posterior de la máquina. Consta de una viga horizontal con uno o hasta cinco vástagos verticales o dientes que terminan en una punta o casquillo intercambiable. Su fin es romper y desgarrar suelos para permitir la acción de los bulldozer o de las motoescrepas en la remoción posterior de material.

Su rango de acción está determinado por el tipo de suelo a desgarrar. Para ello, los fabricantes proporcionan gráficas del grado de arabilidad para cada uno de sus modelos.

Finalmente, el aditamento tiendetubos consiste en una pluma o aguilón lateral apoyado en el bastidor de la oruga y, en el lado opuesto, un malacate articulado a un contrapeso. Permite el tendido de tubería en acción conjunta con otros tiendetubos en serie.

Cabe señalar que los aditamentos citados no son los únicos pero si los más comunes en construcción.

Hemos visto la evolución, la descripción y algunas aplicaciones de los tractores en la construcción.

Se ha proporcionado un panorama general que -
constituye este estudio audiovisual.

La producción de los diversos aditamentos y -
sus métodos de cálculo son motivo de análisis
posterior.

No olvidemos la importancia de conocer nues-
tra maquinaria. Recordemos que el saber del -
equipo con que se cuenta es tener resueltos -
buena parte de los amplios planteamientos del
movimiento de tierras.

BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA

- MOVIMIENTO DE TIERRAS. Manual de Excavaciones.
Herbert L. Nichols, Jr.
Cfa. Editorial Continental
México, D.F., 1983
- MAQUINAS PARA OBRAS
A. Gabay y J. Zemp.
Ed. Blume y Labor
Barcelona, España, 1974
- TRACTORES. Diseño y funcionamiento
J.B. Liljedahl, P.K. Turnquist, W.M. Carleton y D.W. Smith
Ed. Limusa
México, D.F., 1984.
- TRACTORES. Mecánica, Reparación y Mantenimiento
Antonio Guadilla
Ediciones CEAC
Barcelona; España, 1984
- REPARACION DE LA MAQUINARIA PESADA
Herbert L. Nichols, Jr.
Cfa. Editorial Continental
México, D.F., 1983
- MAQUINARIA PARA CONSTRUCCION
David A. Day
Ed. Limusa
México, D.F., 1982
- TRACTORES
M. Arias Paz
Ed. Dossat
Madrid, España, 1979

- METODOS, PLANEAMIENTO Y EQUIPOS DE CONSTRUCCION
R.L. Peurifoy
Ed. Diana
México, D.F., 1982

- EARTHWORK AND ITS COST
Halbert Powers Gillette
Mc Graw-Hill Book Company, Inc.
New York, U.S.A. 1920

- HANDBOOK OF CONSTRUCTION EQUIPMENT
Richard T. Dana
Gillette Publishing Company
Chicago, U.S.A., 1928

- HANDBOOK OF ROCK EXCAVATION
Halbert Powers Gillette
Mc Graw-Hill Book Company, Inc.
New York, U.S.A., 1918

- PROCEDIMIENTOS DE CONSTRUCCION Y SUS COSTOS EN LAS VIAS -
TERRESTRES.
Julián Name Maccise
S.A.H.O.P.
México, D.F.

- MOVIMIENTO DE TIERRAS
Autores Varios
Colegio de Ingenieros Civiles de México, A.C.
México, D.F., 1967

- APUNTES DE MOVIMIENTO DE TIERRAS
Autores Varios
Facultad de Ingenierfa, U.N.A.M.
México, D.F., 1984

- APUNTES DEL CURSO MOVIMIENTO DE TIERRAS
Autores Varios
Facultad de Ingenierfa, U.N.A.M.
México, D.F., 1987

- CATERPILLAR PERFORMANCE HANDBOOK
Caterpillar Tractor Company
Peoria, U.S.A., 1984

- KOMATSU BUYER'S GUIDE
Komatsu Ltd.
Tokyo, Japón

- MANUAL SOBRE DESGARRAMIENTO
Caterpillar Tractor Co.
Peoria, U.S.A., 1975

- CALCULO DEL RENDIMIENTO EN LOS EQUIPOS DE CONSTRUCCION
Rafael Aburto Valdés
Facultad de Ingenierfa, U.N.A.M.
México, D.F., 1982

- CURSO DE ADIESTRAMIENTO TECNICO
Caterpillar Tractor Co.
Peoria, U.S.A.

- Revistas y Folletos Varios.