

# TRACTORES EN LA CONSTRUCCIÓN



ING. CARLOS MANUEL CHÁVARRI M.

## INDICE

<b>I.</b>	<b>INTRODUCCIÓN.</b>	<b><u>4</u></b>
<b>II.</b>	<b>COMPONENTES BÁSICOS DE LA MÁQUINA</b>	<b><u>5</u></b>
II. 1	GENERALIDADES	<u>5</u>
II. 2	MOTORES	<u>7</u>
II. 3	TIPOS DE TRACTORES	<u>17</u>
II. 4	TRACTORES DE RUEDAS	<u>18</u>
II. 5	TRACTORES DE CARRILES	<u>20</u>
II. 5. 1	Tractor de orugas con transmisión directa	<u>22</u>
II. 5. 2	Funcionamiento del tractor de carriles	<u>22</u>
II.6	HOJAS TOPADORAS	<u>27</u>
II. 6. 1	Hoja U (Universal)	<u>27</u>
II. 6. 2	Hoja “SU”	<u>28</u>
II. 6. 3	Hojas Para Uso General Hoja “S” (recta)	<u>28</u>
II. 6. 4	Hoja “P” (orientable e inclinable a potencia)	<u>29</u>
II. 6. 5	Hoja “CD”	<u>29</u>
II. 6. 6	“Hojas VR” (De Radio Variable)	<u>30</u>
II. 6. 7	Hoja “C”	<u>30</u>
II. 6. 8	Hoja para Rellenos Sanitarios	<u>31</u>
II. 6. 9	Cortador de árboles “V”.	<u>31</u>
II. 6. 10	Rastrillo	<u>31</u>
II. 6. 11	“K/G”	<u>32</u>
II. 7	DESGARRADOR Ó RIPPER.	<u>32</u>
II. 7.1	Fragilidad: Alto grado de estratificación.	<u>35</u>
II. 7.2	Sismógrafo de Refacción	<u>37</u>
II.8	DIVERSOS ADITAMENTOS DE LOS TRACTORES	<u>39</u>
<b>III.</b>	<b>TIPO DE TRACTORES Y SUS APLICACIONES</b>	<b><u>45</u></b>
III. 1	DIFERENTES MODELOS DE TRACTORES.	<u>45</u>
III. 2	APLICACIONES DE LOS TRACTORES.	<u>92</u>
<b>IV.</b>	<b>EJEMPLOS</b>	<b><u>101</u></b>
IV.1	RENDIMIENTO.	<u>102</u>
IV.1.1	Factores de eficiencia en el rendimiento deL equipo de Construcción.	<u>102</u>
IV. 2	PRODUCCIÓN DE TRACTORES CON HOJA TOPADORA	<u>104</u>

IV. 2. 1. Método de Observación Directa .....	<a href="#">105</a>
IV. 2. 2. Cálculo de la capacidad de la hoja topadora por Reglas y Fórmulas .....	<a href="#">106</a>
IV. 2. 3. Cálculo de la capacidad de la hoja topadora con datos proporcionados por los Fabricantes .....	<a href="#">113</a>
IV. 3 PRODUCCIÓN DE TRACTORES CON DESGARRADOR.....	<a href="#">123</a>
IV. 3. 1 Cálculo de la Producción del Tractor por Observación Directa. ....	<a href="#">124</a>
IV. 3. 2 Cálculo de la Producción del Tractor Empleando las Graficas de Velocidad de Ondas Sísmicas .....	<a href="#">125</a>
IV. 3. 3 Cálculo de la Producción del Tractor Empleando Fórmulas. ....	<a href="#">132</a>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<a href="#">134</a>
<b>PÁGINAS WEB .....</b>	<a href="#">134</a>

## ***CAP I. INTRODUCCIÓN.***

El avance tecnológico acelerado de este siglo ha sido un factor determinante en la evolución de todos los métodos de producción del ser humano, donde la industria de la construcción no ha sido la excepción.

En la industria de la construcción lo que más le interesa al constructor es obtener la máxima producción al mínimo costo y esto dependerá del tipo de obra a ejecutar y la elección optima de la maquinaria a utilizar.

En la Industria de la construcción y principalmente en las actividades de excavación podemos considerar que el tractor es una máquina que casi siempre estará presente en este tipo de trabajos por su versatilidad, ya que el movimiento de tierras se realiza a través de tres actividades principales, como son: excavar, acarrear y colocar los materiales que han sido atacados en su estado natural. El tractor equipado con hoja topadora llamado comúnmente bulldozer y con un arado o desgarrador puede realizar esa triple actividad en forma muy efectiva dentro de determinadas condiciones.

En la actualidad los fabricantes de maquinaria se valen de los adelantos tecnológicos disponibles para lograr un alto grado de eficiencia y productividad lo que ha traído como consecuencia, máquinas cada vez más especializadas y de gran tamaño. Lo anterior obliga al constructor a llevar acabo una selección del equipo de construcción de una manera más metódica y sistemática.

Para la realización de este capítulo, agradezco la colaboración de la Ing. Olivia Soto Zamora, que realizó la selección de información.

**Ing. Carlos Manuel Chávarri M.**  
**Febrero 2007**



## **CAP II. COMPONENTES BÁSICOS DE LA MÁQUINA**

### **II. 1 GENERALIDADES**

El movimiento de tierras es el conjunto de operaciones que se realizan en los terrenos naturales, a fin de modificar las formas de la naturaleza o de aportar materiales útiles en obras públicas, minería o industria.

Las operaciones del movimiento de tierras en el caso más general son:

- Excavación
- Carga.
- Acarreo.
- Descarga.
- Extendido.
- Humectación o desecación. Compactación.
- Servicios auxiliares (refinos, saneos, etc.).

En la Industria de la construcción y principalmente en las actividades de excavación podemos considerar que el tractor es una máquina que casi siempre estará presente en este tipo de trabajos por su versatilidad, ya que el movimiento de tierras se realiza a través de tres actividades principales, como son: excavar, acarrear y colocar los materiales que han sido atacados en su estado natural. El tractor equipado con hoja o dozer llamado comúnmente bulldozer y con un arado o desgarrador puede realizar esa triple actividad en forma muy efectiva dentro de determinadas condiciones.



**FIG. 1** Bulldozer

La ingeniería moderna exige realización de las obras en plazos mínimos de acuerdo con programas elaborados atendiendo a la técnica y a la economía, pero siempre resultan trabajos en los cuales deben aportarse suficientes recursos y aprovecharlos al máximo, es decir, lograr lo mayor eficiencia.

El ingenio del hombre está transformando continuamente lo cara de nuestra tierra e inclusive en ocasiones modifica la ecología, todo con la intención de buscar una mejor forma de vida atendiendo a las crecientes y continuas necesidades que debemos satisfacer para nuestra explosiva población.

El constructor atendiendo a un proyecto determinado, planea, programa, organiza, ejecuta, controla, aporta máquinas, materiales, personal y toda la experiencia que se requiere para coordinar esta suma de agregados para, lograr un producto final que puede ser desde una mínima obra que sirve a un individuo hasta un proyecto que beneficie a una zona, región o nación atendiendo necesidades colectivas.

Existen muchas máquinas para realizar el trabajo, pero posiblemente ninguna tan conocida como el tractor, y resulta que siendo este un equipo costoso, en muchas ocasiones no es tratado de forma correcta durante su operación, casi siempre por desconocimiento o apatía. Haciendo una analogía con un automóvil el cual el dueño lo opera, mantiene y vigila que esté limpio, lubricado; sabe como usarlo en distintas superficies de rodamiento y pendientes, qué velocidades son convenientes, como hacer el mantenimiento adecuado; de modo que cuando lo reemplaza obtiene un buen valor de rescate. Un automóvil cuesta en promedio del orden de \$150,000.00 y se usará en promedio unas 150hrs/mes cuando mucho. Un tractor tipo D-8 o similar, que es un elemento de producción y se utiliza más horas al mes, se cotiza actualmente en \$4,000,000.00 al contado y si se compra a crédito habrá que sumar gastos de apertura de crédito e intereses. Esto quiere decir que hay una relación de 26 a 1 entre el valor de esas máquinas y cabe reflexionar si la atención durante su vida útil es proporcional.

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

## II. 2 MOTORES

Las máquinas empleadas en la construcción tienen como parte fundamental el motor de combustión interna que por sus características de operación, facilidad de instalación, adaptabilidad, respuesta rápida a demandas, ha sido hasta la fecha el medio utilizado para proporcionar la energía que dichas máquinas requieren. El motor es de cuatro tiempos, seis cilindros y la potencia neta en el volante está indicada bajo determinadas características de temperatura, presión barométrica y revoluciones por minuto.

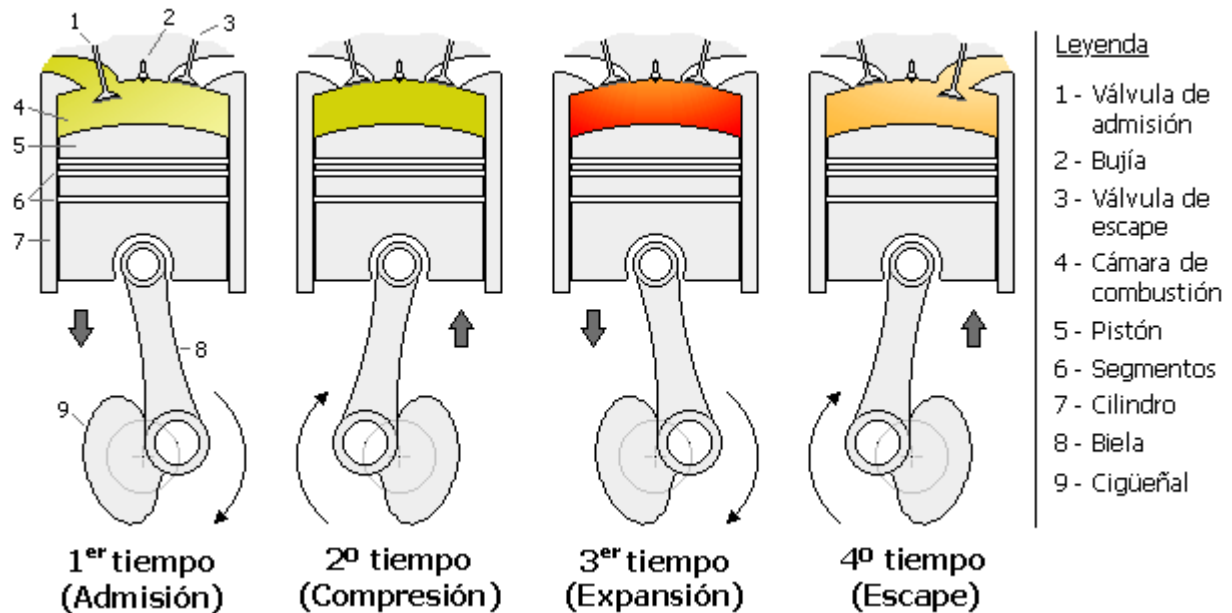
Un motor de combustión interna es básicamente una máquina que mezcla oxígeno con combustible gasificado. Una vez mezclados íntimamente y confinados en un espacio especial (cámara), los gases son quemados (combustión). Debido a su diseño, el motor, utiliza el calor generado por la combustión, como energía para producir el movimiento giratorio que conocemos.



**FIG. 1** Motores industriales

El ciclo del trabajo de este tipo de motores puede efectuarse en cuatro carreras del émbolo, por lo cual, atendiendo a esta característica tenemos a continuación el ciclo de este motor.

## Ciclo de un Motor de Combustión Interna



**1er tiempo: carrera de admisión.** Se abre la válvula de admisión, el pistón baja y el cilindro se llena de aire mezclado con combustible.

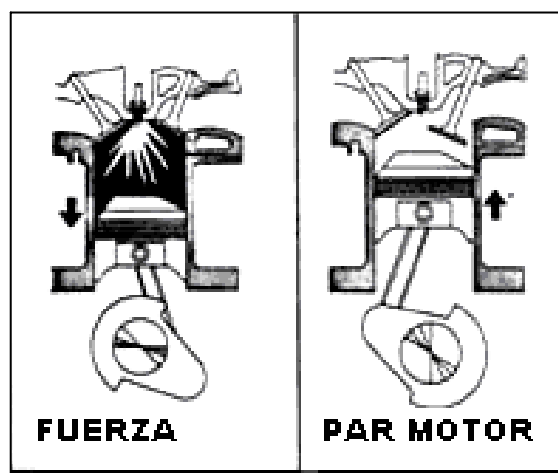
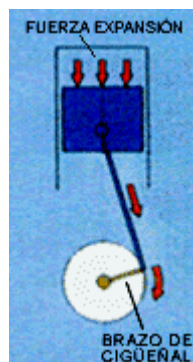
**2do tiempo: carrera de compresión.** Se cierra la válvula de admisión, el pistón sube y comprime la mezcla.

**3er tiempo: carrera de expansión.** Se enciende la mezcla comprimida y el calor generado por la combustión expande los gases que ejercen presión sobre el pistón.

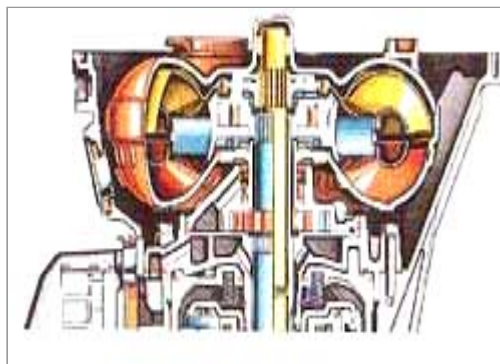
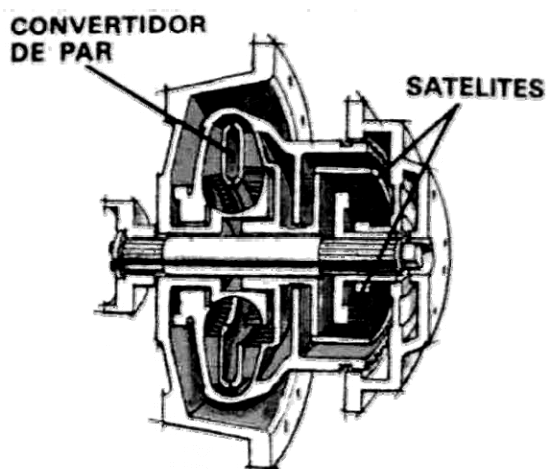
**4to tiempo: carrera de escape.** Se abre la válvula de escape, el pistón se desplaza hacia el punto muerto superior, expulsando los gases quemados.

Sobre la orilla del eje de un motor de combustión en operación actúa una fuerza producto de la explosión en la cámara de combustión y que se transmite por la biela y esto se conoce como par motor

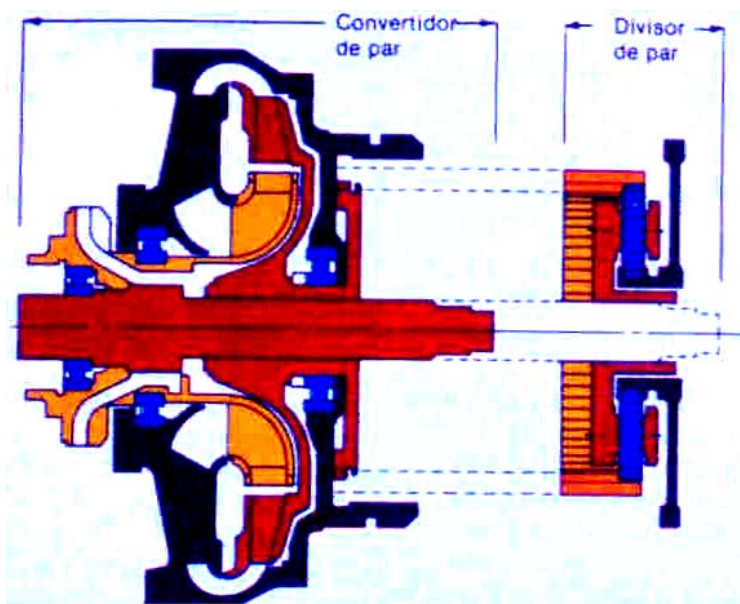
El par motor también depende del largo del brazo del cigüeñal.



Todos los tractores de carriles están equipados con un convertidor de par, que proporciona la multiplicación del par y la capacidad de adaptarse a la carga automáticamente con el trabajo. El convertidor consta de un impulsor conectado al volante del motor, una turbina conectada a un eje de salida y un estator y, hace las veces de un acoplamiento que transfiere y multiplica el par motor a los mandos finales. El convertidor sirve también para amortiguar los componentes del tren de fuerza cuando se cambia de marcha bajo carga y, el enfriador del aceite controla la temperatura del aceite del convertidor del par con el fin de lograr una vida útil más larga.

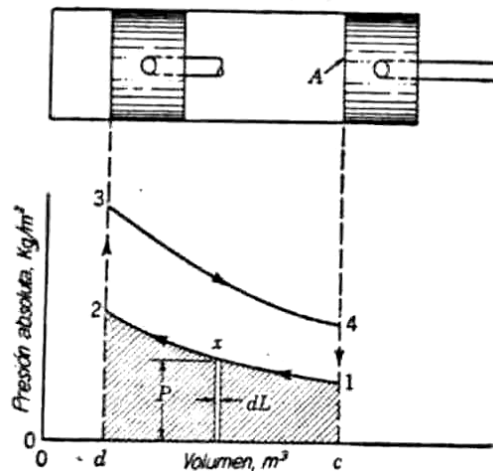


El divisor de par de salida trabaja con el convertidor de par para lograr eficiencia máxima, rápida respuesta de la máquina y rendimiento sin calarse. El divisor de par divide la potencia de salida del volante de forma tal que el 70% pasa al convertidor y el 30% directamente a la transmisión. Los motores diesel proporcionan potencia, alta reserva de par, fiabilidad y rendimiento asegurados.

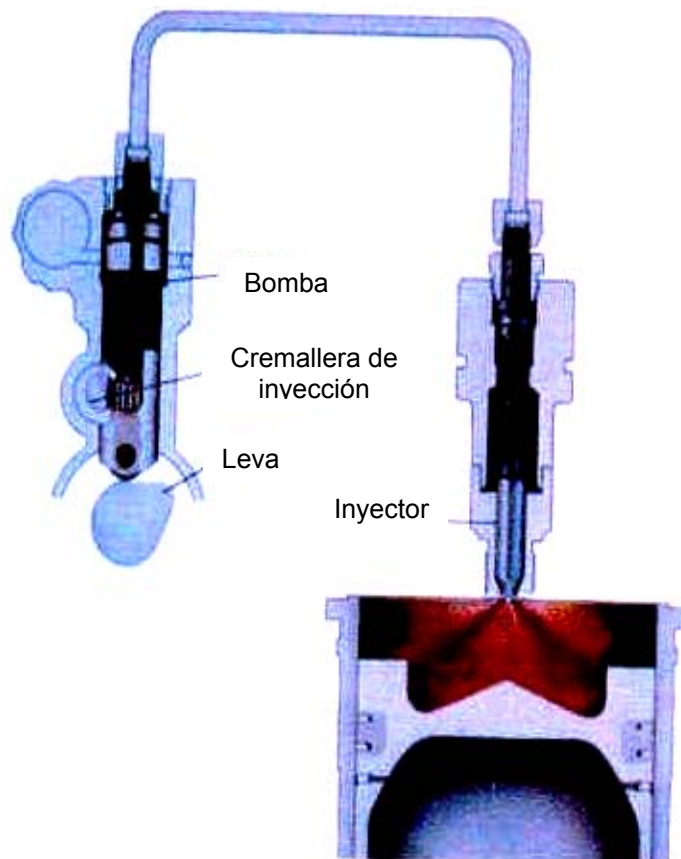




En la figura, el medio contenido dentro del cilindro constituye un sistema cerrado. El medio es capaz de efectuar trabajo o de absorberlo por el movimiento del émbolo (un límite). De esta forma puede conseguirse que actúe una fuerza a lo largo de un camino en la dirección de la fuerza y realice trabajo. El trabajo se considera positivo si es realizado por el medio y negativo si es absorbido por él. Suponiendo que en la figura se desplaza el émbolo sin razonamientos desde el punto c al d, la presión del gas, comenzando en el punto 1, seguirá una curva hasta llegar al punto 2.

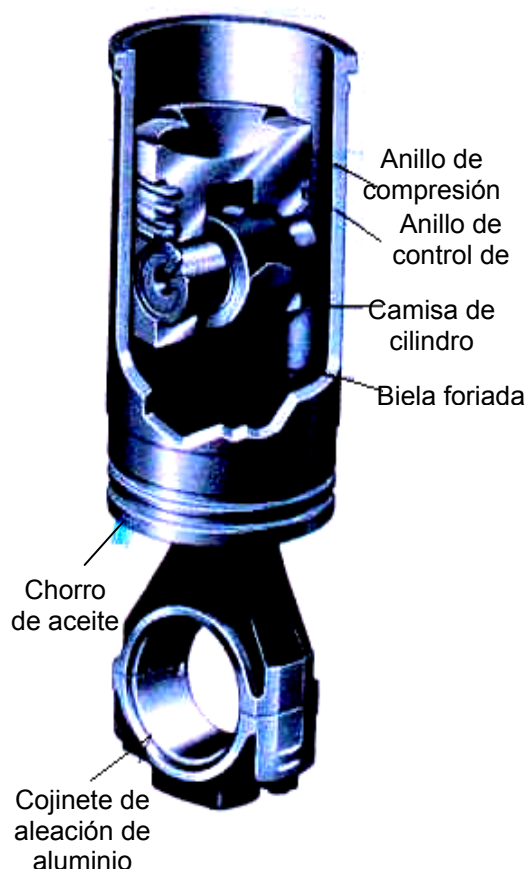


La inyección directa libre de ajustes proporciona eficiencia de consumo del combustible. Los inyectores rocían el combustible en configuraciones precisas para su quemado limpio y completo.



Las cámaras de combustión, dicho sistema libre de regulado o ajustes ahorra tiempo y el consumo económico de combustible ahorra dinero. Los Inyectores unitarios electrónicos hidráulicos en nuevos modelos e tractores optimizan el rendimiento del motor al aumentar la eficiencia del combustible, reducir el humo, mejorar el arranque en frío y aumentar las capacidades de diagnóstico.

Los Inyectores unitarios electrónicos (EUI) en un tractor de gran tamaño hacen que el Módulo de Control Electrónico (ECM) funcione casi como un regulador mecánico, pero sin piezas móviles. El ECM envía señales a los inyectores para regular el suministro de combustible y controlar así la velocidad y potencia del motor. La inyección electrónica proporciona las siguientes ventajas: reduce el humo de escape, compensa automáticamente por la altitud y protege contra arranques en frío.



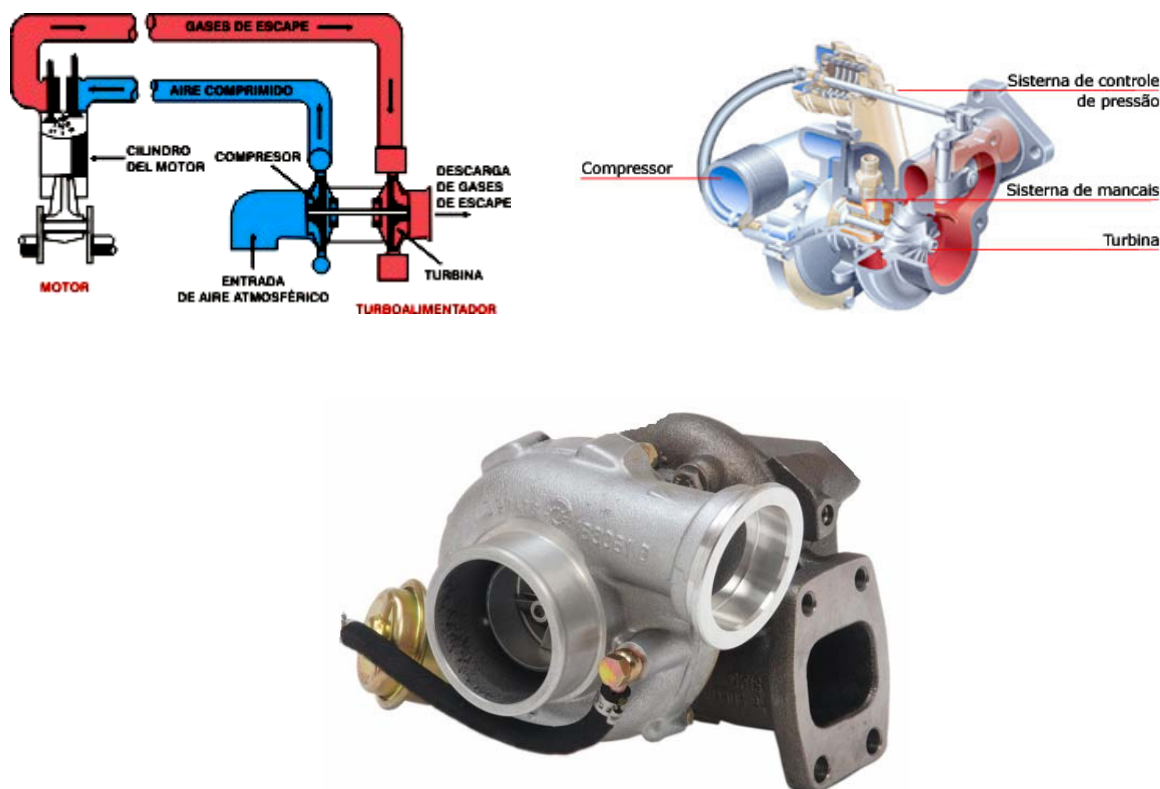
La cámara de precombustión es una pequeña cámara conectada por un pasaje abierto a la cámara principal de combustión. El combustible se inyecta a ella y se enciende con el calor de la compresión; como no hay aire suficiente, solo alrededor de una cuarta parte del combustible se quema realmente. Esto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

En los motores de combustión interna, la potencia desarrollada esta proporcionada por la combustión del carburante en los cilindros. A alturas elevadas a causa de la disminución de la densidad del aire, el volumen de aire aspirado no contiene ya tanto oxígeno debido a



lo cual la combustión utiliza únicamente una cantidad reducida de combustible. En la práctica, se considera que la altura sobre el nivel del mar afecta la potencia útil de los motores arriba de los 1,500 m. sobre el nivel del mar del orden de 1% por cada 100 m. adicionales de altura.

Mediante la turboalimentación se proporciona al cilindro un aporte de aire que suple la falta de oxígeno del aire ambiente a alturas elevadas, para que la combustión se lleve a efecto en forma completa. Debido a lo anterior los motores sobrealimentados son menos sensibles a los efectos de la altura sobre el nivel del mar.

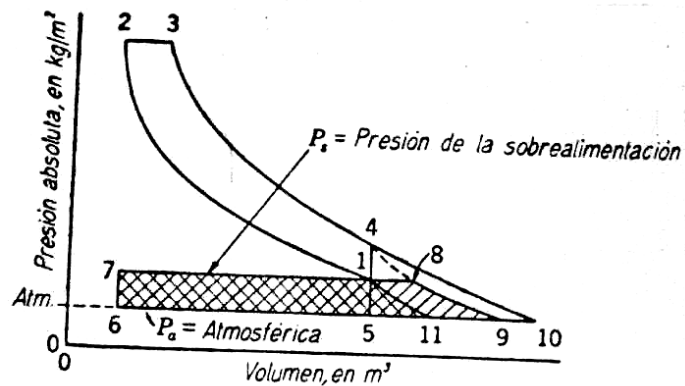


La potencia desarrollada por un cilindro con aspiración natural viene limitada por la cantidad de oxígeno que entra en él. Mediante la turboalimentación se consigue introducirle más cantidad de aire, quemar más combustible y producir una presión media efectiva más alta. Los turboalimentadores centrífugos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

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

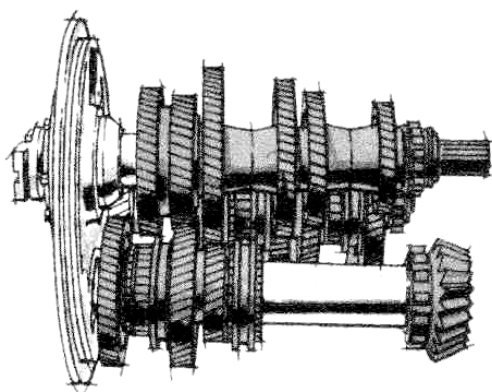
El turboalimentador aumenta la eficiencia del motor, convirtiendo la energía desperdiciada en el escape en presión de admisión que aumenta la compresión, que expulsa completamente los gases quemados y que aun puede convertir el tiempo de admisión en un tiempo en uno de potencia por la presión del aire.

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

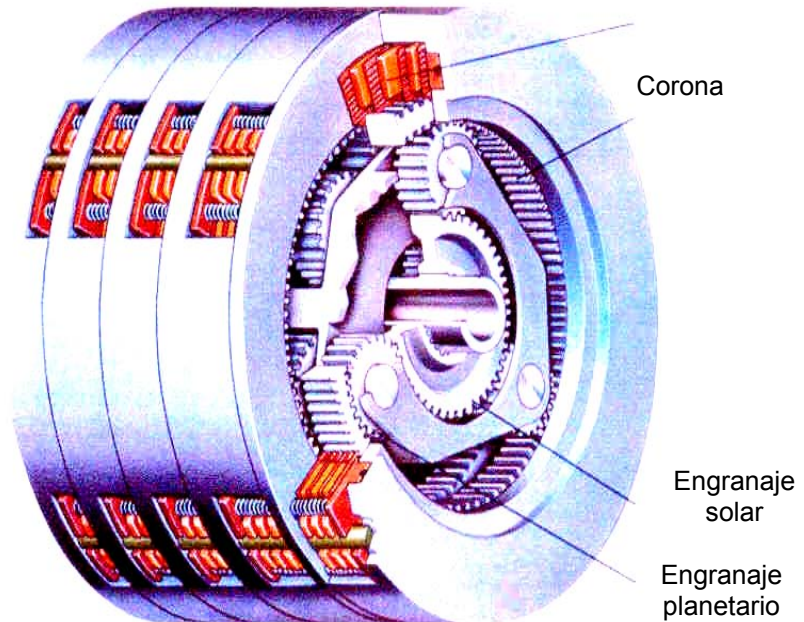


El efecto producido por la turboalimentación en el ciclo teórico de un Diesel de cuatro tiempos aparece en la figura con la hipótesis de igual presión en el tubo de entrada y en el colector de escape, el trabajo realizado por la turbina es la superficie 6 - 7 - 8 - 9 - 6; el trabajo que el compresor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

Conjunto de embragues



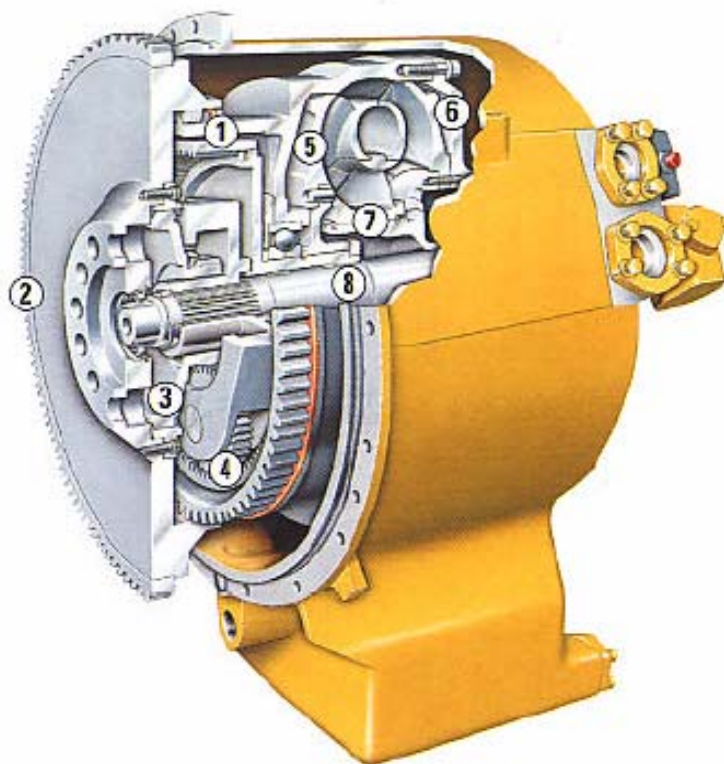
TRANSMISION NORMAL



TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA

**El convertidor de par protege al eje motriz**  
de las puntas de par y de la vibración.

- 1 Corona dentada**
- 2 Volante**
- 3 Piñón central**
- 4 Piñón planetario**
- 5 Turbina**
- 6 Rotor**
- 7 Estator**
- 8 Eje de salida**

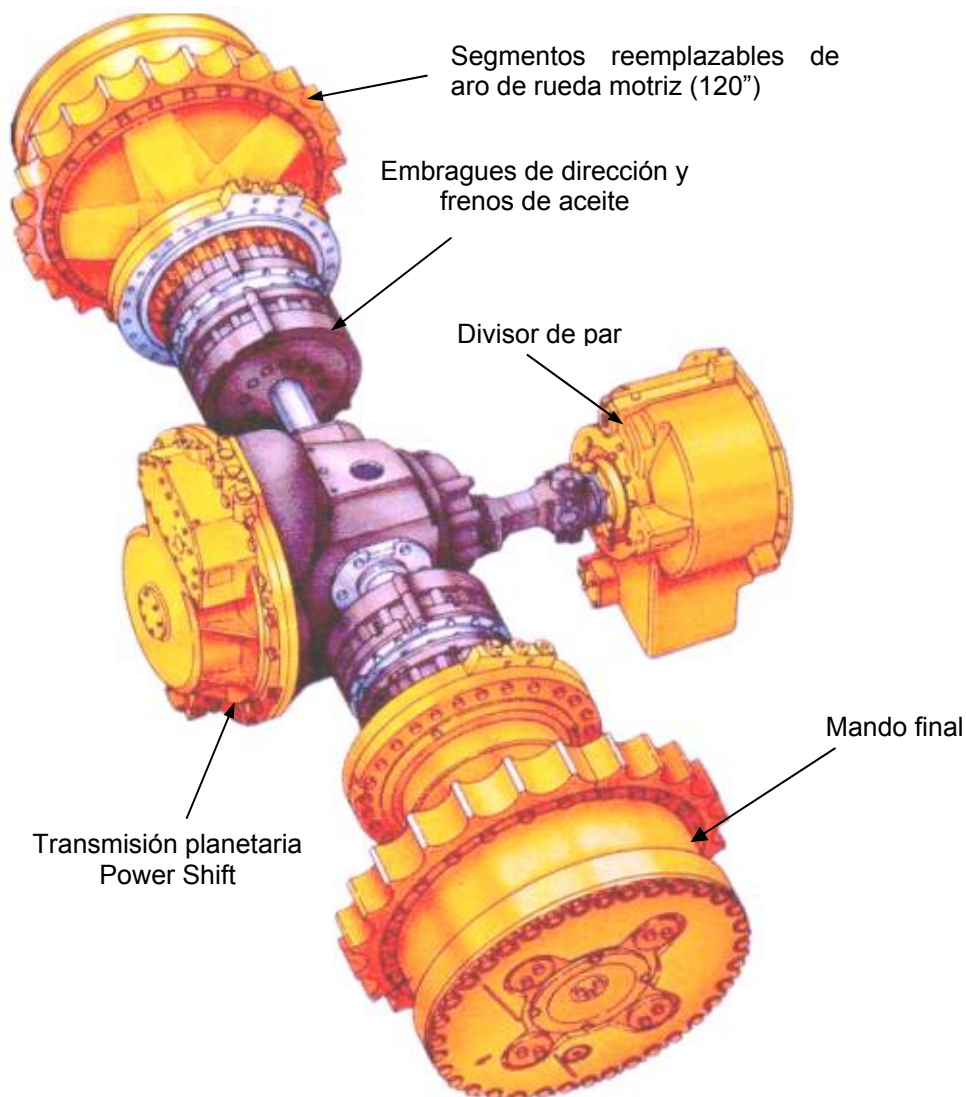


Existen transmisiones de propulsión directa y las llamadas automáticas, algunos tipos de tractor pueden venir de fábrica con cualquiera de los dos tipos, pero en general los tractores grandes generalmente, solo se fabrican con transmisión automática. La propulsión directa puede tener 5 ó 6 velocidades en avance y 4 de retroceso. Los engranajes son helicoidales y poseen el embrague en aceite.

Las transmisiones planetarias se arman alrededor de un eje central con juegos de engranajes apiñados de un extremo a otro. Hay un juego de engranajes planetarios para el avance, el retroceso y cada una de las gamas de velocidad cada juego de engranaje tiene un engranaje solar en el centro y tres engranajes planetarios. El diseño planetario logra alta reducción en espacio mínimo y a la vez que reparte las cargas del par motor entre tres engranajes separados por ángulos de 120°. Esto reduce los choques que reciben los ejes individuales, los engranajes y cojinetes.

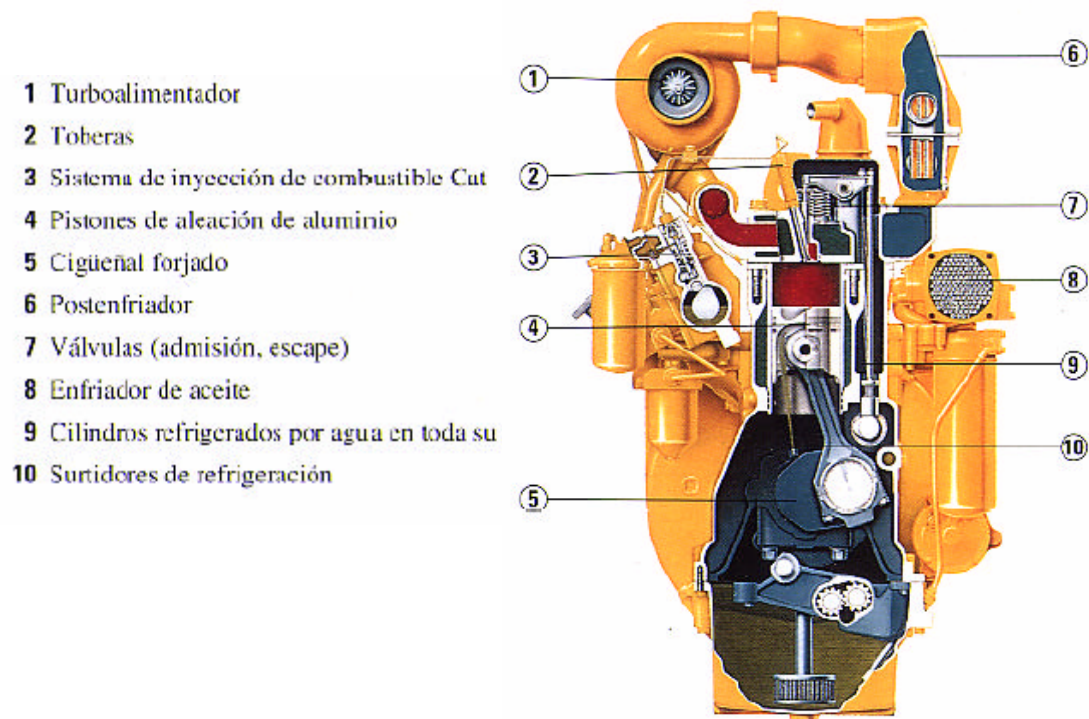
Los mandos finales de gran reducción son de lubricación a presión para continuo rendimiento. El lubricante de los mandos finales se filtra para mayor confiabilidad.

Los Sellos de Anillos Flotantes evitan la entrada de materias extrañas, que son la causa de desgaste excesivo. Los mandos finales son de engranaje de doble reducción con dientes de perfil, convexo para absorber grandes cargas de par. Hay también un engranaje principal mejorado, el cual se hace ahora del durable acero con aleación de níquel. Los mandos finales planetarios distribuyen las cargas de par.

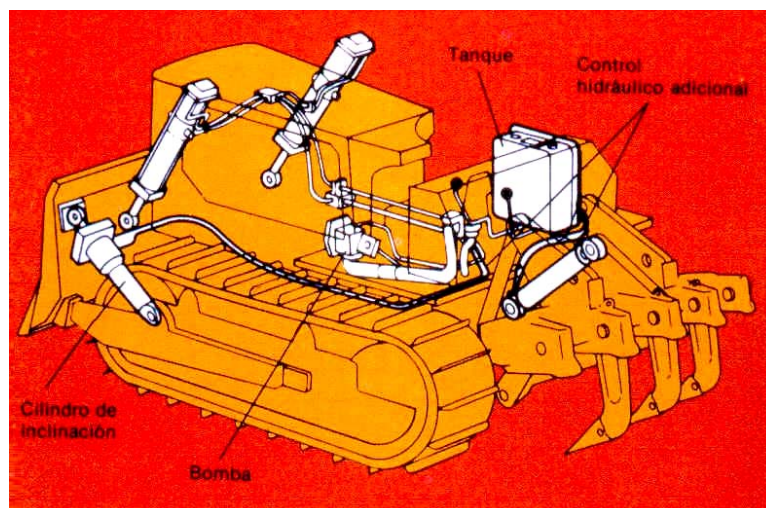




## Corte de un motor de tractor



Los controles hidráulicos eliminan la mayor parte del esfuerzo necesario para accionar las hojas empujadoras y los desgarradores. Los controles comprenden: bomba, tanque, filtro, válvulas de carrete, tuberías y varillaje. Los componentes de calidad como los sellos triples de poliuretano en los cilindros y las mangueras se traducen en larga vida útil con mantenimiento mínimo. El sistema hidráulico está cerrado a los contaminantes y protegido adicionalmente por la filtración de flujo total.



## II. 3 TIPO DE TRACTORES

En el mercado existen dos tipos de tractores ambos son muy utilizados en construcción, y su tipo depende de su sistema de rodamiento:

- De neumáticos
- De orugas o carriles.



**FIG. 2** Tractor de Ruedas Caterpillar 814F



**FIG. 3** Tractor de Carriles Caterpillar D10T

El tractor de neumáticos por lo regular es ocupado para trabajos en donde se dispone de suelos resistentes y bien conservados, esto con el fin de poder lograr rapidez en los acarrees pero se sacrifica su potencia y fuerza tractiva utilizables ya que son menores a las que corresponden a los tractores de orugas que cuentan con capacidad similar. Los tractores de neumáticos tienen su campo de aplicación en operaciones de remolcar otros vehículos como es el caso de cajas con remolque, vagonetas, pipas, rodillos de compactación, etc.

Sin embargo para excavar, el de carriles es más conveniente en términos generales. Desde luego para seleccionar el tractor que debe usarse es necesario tomar en cuenta el tipo de obra por ejecutar, superficie de rodamiento y pendientes, dureza de los materiales por excavar, distancias de acarreo, dificultades de ataque, cantidades de obra por ejecutar, y otra serie de factores, pero cuando se requieren tractores para excavar podemos atrevernos a decir que el de orugas es el más utilizado. El tractor de carriles consta principalmente de un motor diesel, apoyado en un chasis, un sistema de transmisión de diseño planetario para enviar la potencia generada por el motor mediante mandos finales al sistema de tránsito.

Por lo anterior al seleccionarse un tractor debe considerarse distintos factores que determinaran el tamaño, potencia, tipo de hoja a utilizar, entre otros. Algunos de estos factores son:

- El tamaño que se requiere para determinada obra.
- La clase de obra en la que se empleara, conformación, jalando una escrepa, jalando un vagón, arando, etc.
- El tipo de terreno sobre el que viajara, alta o baja eficiencia de tracción.
- La firmeza del camino de acarreo.
- La rigurosidad del camino.
- Pendiente del camino.
- La longitud de acarreo.
- El tipo de trabajo que tenga que hacerse después de terminada la obra.

## **II. 4 TRACTORES DE RUEDAS**

La movilidad, maniobrabilidad y una buena velocidad hacen que los tractores de ruedas se adapten a trabajos en patios y en pila de material así como limpieza alrededor de palas. Se pueden obtener costos de mantenimiento más bajos en ciertos suelos que pueden ser demasiado abrasivos para trenes de rodaje de cadenas.

La utilización del tractor de ruedas resulta conveniente ya que:

- Es bueno en los suelos firmes y los suelos concretos y abrasivos que no tienen ningún material afilado.
- La carga concentrada de la rueda proporcionará la compactación y la acción de amasamiento a la superficie de tierra.
- Es bueno para los recorridos largos.
- Es la mejor opción en la manipulación de suelos flojos.
- Puede manejar solamente cargas moderadas en la hoja topadora.
- Es ocupado generalmente en trabajos en suelos resistentes y bien conservados, con el fin de poder lograr rapidez en los acarreos pero se sacrifica su potencia y fuerza tractiva utilizables.
- También tienen su campo de aplicación en operaciones de remolcar otros vehículos como es el caso de cajas con remolque, vagonetas, pipas, rodillos de compactación, etc.

La fuerza que una máquina tiene disponible al realizarse un trabajo es limitada a menudo por la tracción. Esta limitación es dependiente en dos factores:

1. Coeficiente de tracción para la superficie que es atravesada.
2. El peso llevó por los rodillos impulsores del tractor.

Los usuarios cargan a veces los neumáticos de los tractores de ruedas para superar limitaciones de la energía tractiva, sin embargo, para los tractores de carriles no es así ya que estos son máquinas de tracción. Una mezcla del cloruro y del agua de calcio se recomienda como lastre del neumático.

La tracción o los requisitos de la flotación en tractores se pueden resolver por la selección apropiada del tren de aterrizaje o del neumático. En el caso de los tractores de ruedas,



utilizar neumáticos más anchos proporciona mayor área de contacto y aumentan la flotación.

La pista y los tractores de ruedas son clasificados por la energía de potencia en el volante (hp/Kw) y el peso. El peso es un peso de funcionamiento e incluye normalmente a los lubricantes, a los líquidos refrigerantes, a un depósito de gasolina lleno, a una lámina, al líquido hidráulico, al pabellón dispositivos de protección en caso de volcamiento y al operador. El peso del tractor es importante en muchos proyectos porque el esfuerzo tractivo máximo que un tractor puede proporcionar se limita al producto de los tiempos del peso el coeficiente de tracción para la unidad y la superficie de tierra particular, sin importar la energía provista por el motor.

Una ventaja de un tractor de ruedas con respecto a un tractor de carriles es la velocidad (las velocidades de viaje son tres veces mayores en los de ruedas que en los de cadena). Para lograr una velocidad más alta, un tractor de ruedas debe sacrificar esfuerzo de tracción. Debido a que existe un coeficiente bajo de tracción entre los neumáticos de goma y algunas superficies de la tierra, el tractor de ruedas puede deslizar sus ruedas antes de jalar o acarrear cosas pesadas.

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

Para trabajos con hoja topadora, deben cumplirse las siguientes condiciones: largas distancias de empuje, tierra suelta con pocas piedras o sin ellas, nivelación o trabajo cuesta abajo y buenas condiciones del suelo. Cuando se emplean para empuje de la carga de escrementos deben considerarse las siguientes condiciones: corte delgado de la escrepa, buenas condiciones del suelo sin roca, alta velocidad de empuje.



#### **El tractor de ruedas Caterpillar 844H**

Está diseñado para usar en aplicaciones de explanación grandes, el Tractor de Ruedas 844H Cat es ideal para trabajar en aplicaciones de generación de corriente eléctrica, limpieza, mantenimiento de carreteras y explanación de producción en la industria minera.



## **II. 5 TRACTORES DE CARRILES**

Un tractor de carriles puede funcionar en pendientes hasta de 45°. Consideradas como máquinas de tracción, se diseñan para esos trabajos que requieren alto esfuerzo tractivo. Ningún otro equipo puede proporcionar la energía, la tracción, y la flotación necesaria en diversas condiciones de trabajo.

El peso del tractor es importante en muchos proyectos porque el esfuerzo tractivo máximo que un tractor puede proporcionar se limita al producto del peso y el coeficiente de tracción para la unidad y la superficie de tierra particular, sin importar la energía provista por el motor.

Los tractores de carriles pueden trabajar en una variedad de suelos con materiales afilados no muy abrasivos aunque la arena fina aumentará el desgaste corriente del engranaje.

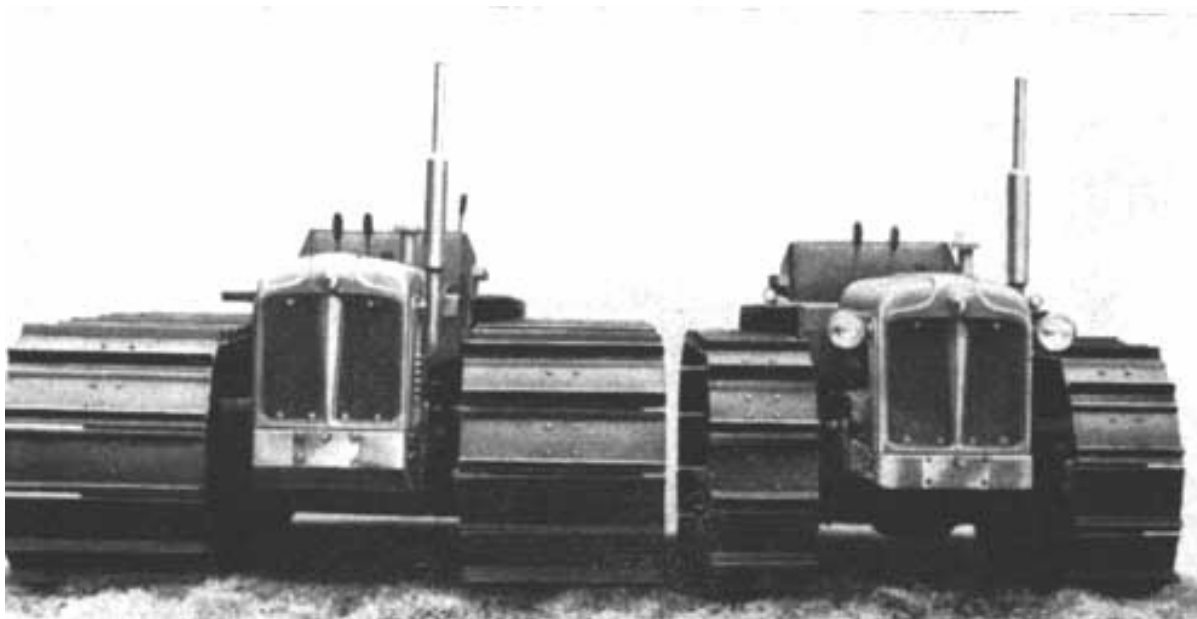
Bueno para las distancias cortas de trabajo el tractor de orugas, puede manejarse en suelos apretados y gracias a su baja velocidad ( 5-10 k/h ) puede empujar grandes cargas de material con su hoja topadora.

Los tractores de orugas de tipo ordinario son considerados una gran ventaja gracias a su capacidad de penetración en el bosque hasta el pie de los árboles apeados, sin que deban construirse vías de saca. Llegados al lugar recogen las trozas y las transportan al punto de descarga para su posterior traslado. Si es necesarios pueden utilizarse para la carga. Los métodos de explotación forestal han quedado revolucionados al introducirse el tractor de orugas. Muchas zonas forestales nuevas son muy accesibles y explotables y la producción de trozas ha aumentado.

Los accesorios especiales como cuchillas de empuje, desraizadores y escarificadores, y los dispositivos de carga de diversos tipos, permiten utilizar los tractores en la construcción de carreteras y para toda clase de trabajos, tales como arrastre directo, arrastre con deslizadores y trineos y arrastre con arcos forestales y trinquiales. Se pueden utilizar también para la carga de madera, transporte por cable aéreo flojo y descuaje de tierras forestales.

Los tractores oruga son lentos, lo que constituye un inconveniente importante cuando las máquinas pueden desplazarse sobre un terreno relativamente duro o sobre una carretera.

Otras de las desventajas que tiene el tractor de orugas es que a pesar del enorme peso que tiene (el Caterpillar D 7 pesa 12 toneladas), su presión sobre el suelo es muy inferior a la de los animales de tiro en terreno pantanoso y blando, con una capacidad de sustentación de 0,20 de kilo por centímetro cuadrado, estos tractores resultan demasiado pesados, para reducir la presión sobre el suelo se aumentó la anchura de las orugas dando como resultado dos tipos especiales de tractores de orugas, como el «Water Buffalo» fabricado por la Albion Motors Ltd. Este tractor, de 70 CV y 8 toneladas de peso, ejerce una presión sobre el suelo de 0,16 de kilo por centímetro cuadrado únicamente, lo que es menos de la mitad de la presión correspondiente a los tipos ordinarios de tractores de orugas, permitiendo que puedan emplearse en terrenos llanos y muy blandos. Otro tractor parecido con igual presión sobre el suelo es el «Long County», fabricado por la Commercial Cars Ltd. (Figura.) Ambos tractores deben considerarse como máquinas construidas especialmente para trabajar en terreno muy blando o pantanoso, y no se utilizan para el desembosque en suelo firme y pedregoso, donde se gastarían muy rápidamente.



Tractor «Long County» con orugas de 76 centímetros y una presión teórica sobre suelo de sólo 0,15 de kilo por centímetro cuadrado, con un peso de 6,2 toneladas, incluido el malacate. Se presta especialmente para terrenos blandos y pantanosos pero no se recomienda en carreteras de piso duro y pedregoso.

### **II. 5. 1 Tractor de orugas con transmisión directa**

La transmisión directa significa que la energía está transmitida a través de la transmisión como si hubiera un solo eje. Esto generalmente sucede cuando la transmisión está en su engranaje más alto. En el resto de los engranajes, los elementos mecánicos emparejan velocidad y el esfuerzo de torsión. Los tractores de transmisión directa son superiores cuando el trabajo implica condiciones de carga constantes. Un trabajo en donde las cargas de la hoja topadora se deben empujar a largas distancias sería un uso apropiado de una máquina con impulsión directa.

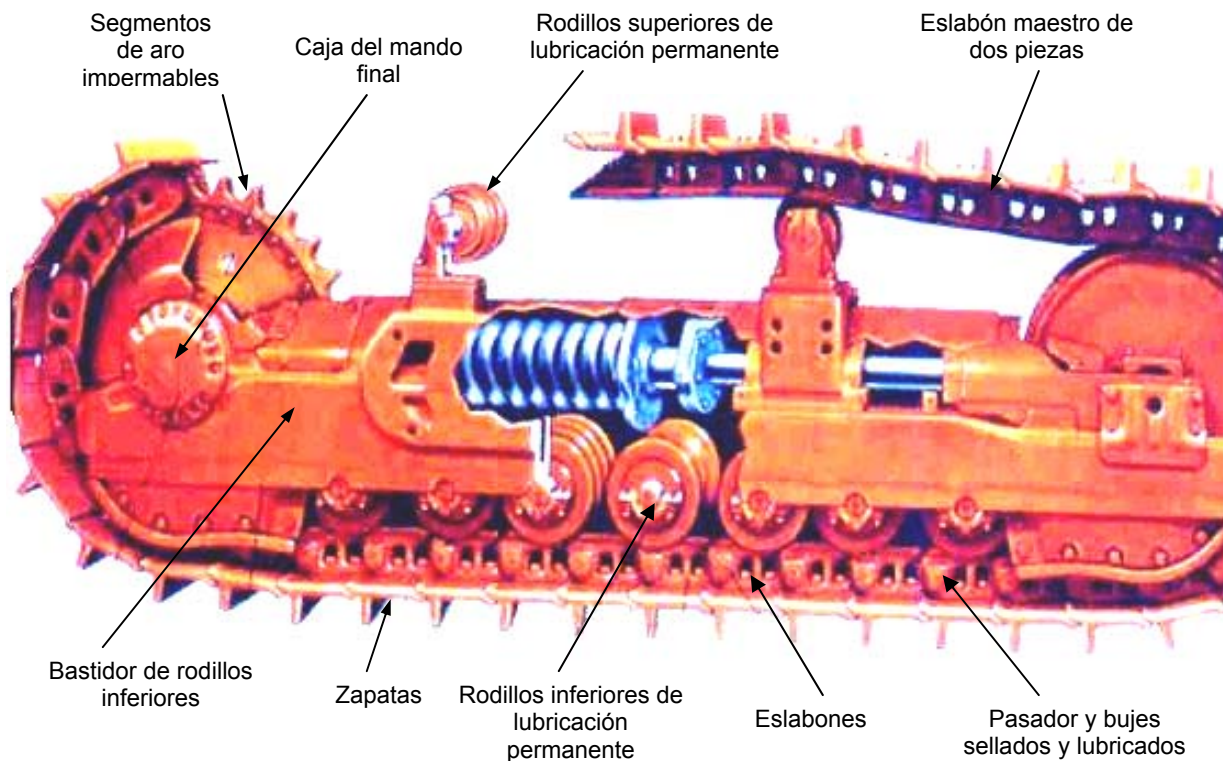


### **II. 5.2 Funcionamiento del tractor de carriles**

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

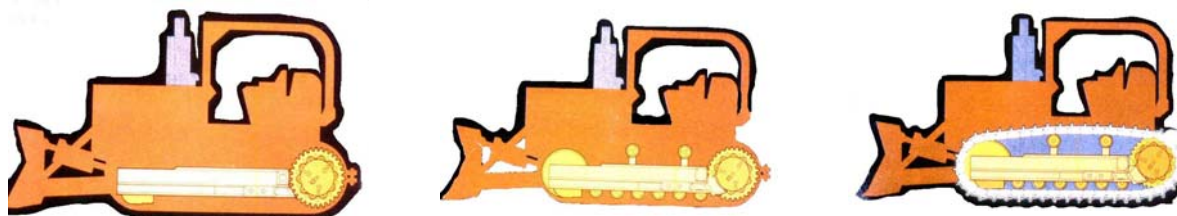
El sistema de tránsito consta de cadenas formadas por pernos y eslabones, a los cuales se atornillan las zapatas de apoyo. Estas cadenas se deslizan sobre rodillos conocidos como "roles". En el extremo posterior de la cadena se encuentra la cadena que es un engrane propulsor que transmite la fuerza tractiva.





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

Los rodillos y ruedas guías, tienen cejas para mantener la oruga alineada. Generalmente, la rueda guía tiene una ceja central ancha que queda ajustada entre los eslabones de la oruga. Los rodillos sobre los que rueda la oruga y los que la soportan, tienen cejas exteriores que quedan a uno y otro lado del ancho de la oruga.



La oruga en sí, consta de una verdadera cadena de eslabones con zapatas atornilladas en ellos. Las zapatas ligadas se hacen del acero sometido a un tratamiento térmico diseñado para resistir desgaste y la abrasión. Hay varias compañías que ahora ofrecen las pistas caucho-que cubren las zapatas de acero.

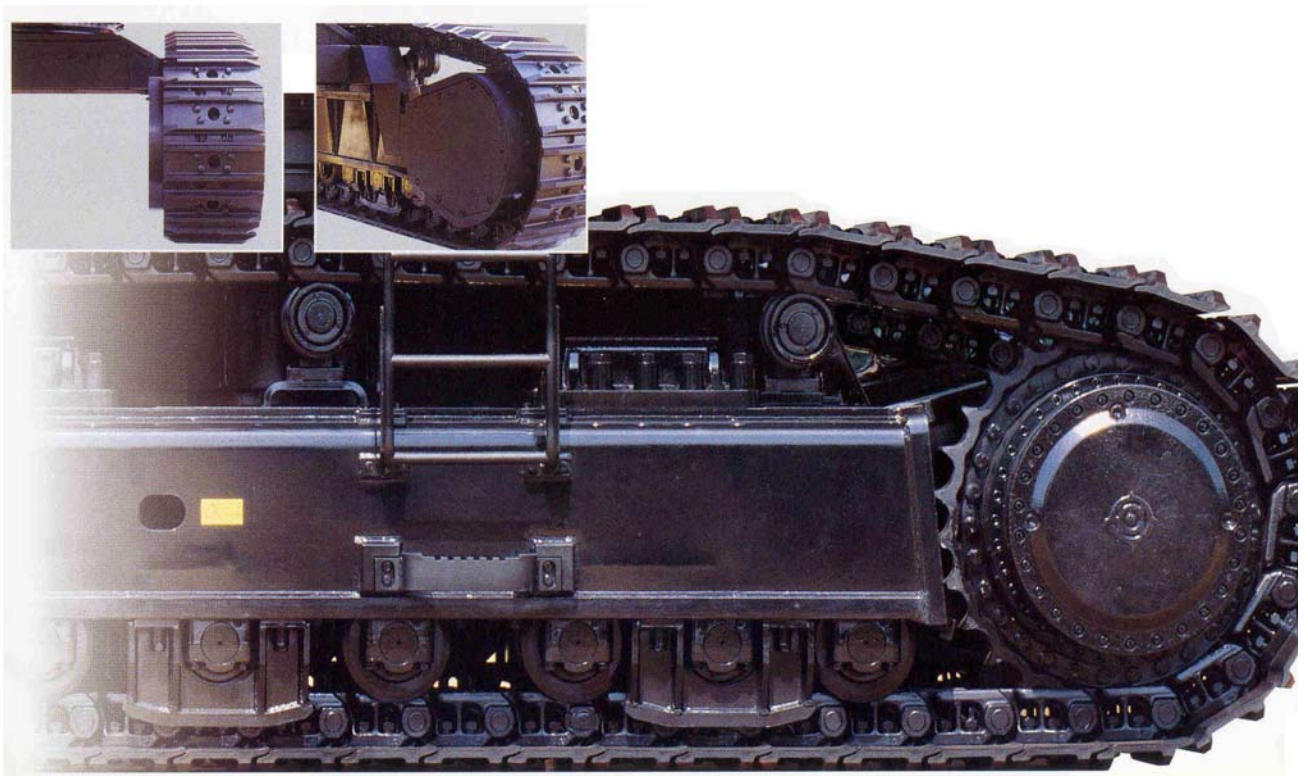
En las figuras se muestran las piezas de una cadena ordinaria de oruga. Cada par de

eslabones se unen entre sí con un buje que va en el extremo de uno de ellos. Se coloca un pasador en el buje que sostiene los extremos que sobre salen del siguiente par de eslabones. La oruga se arma con una prensa hidráulica, que permite empujar los pasadores de tamaño ligeramente mayor y los bujes dentro de los eslabones, que quedan tan apretados, que rara vez se salen en servicio. El pasador gira con facilidad dentro del buje, proporcionando el funcionamiento como articulación necesaria.

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

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

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



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

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

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

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



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

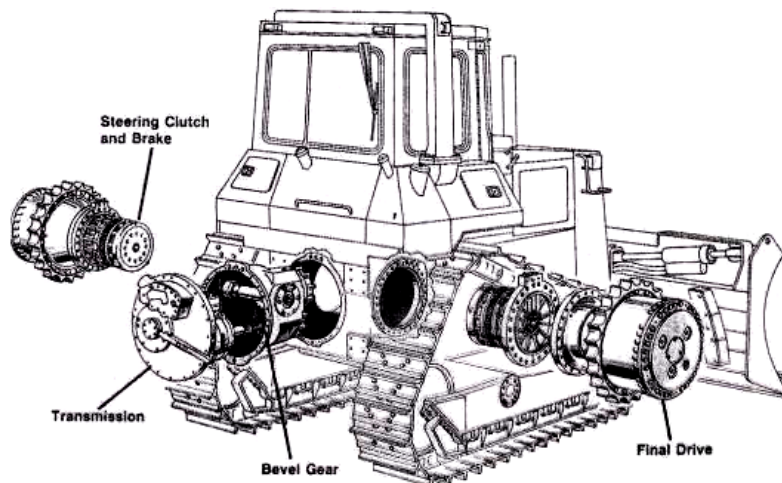
La fábrica de Tractores Caterpillar es el único fabricante que tiene la rueda motriz elevada a partir de los Tractores Modelo D5M XL y más grandes que elimina los esfuerzos torsionales en los mandos finales producidos por el movimiento lateral de los bastidores de rodillos y las cargas de impacto debidas a choques con el suelo. Los mandos finales sólo arrastran la cadena. Los sellos se mantienen alejados de la suciedad, polvo y agua lo



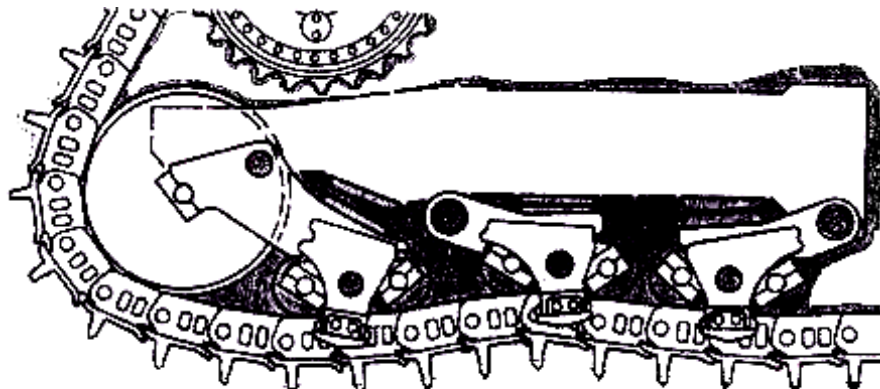
que les da una larga vida útil. La visibilidad de la hoja topadora es mayor ya que el asiento del operador está más alto.

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

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



La barra compensadora articulada con pasadores y el eje pivote de gran diámetro, aseguran, la alineación del bastidor de rodillos inferiores por delante y por detrás, a la vez que permiten la oscilación del bastidor, con excelente estabilidad del vehículo en terreno escabroso. La eliminación, de los tirantes, diagonales aumenta el despejo de la máquina.



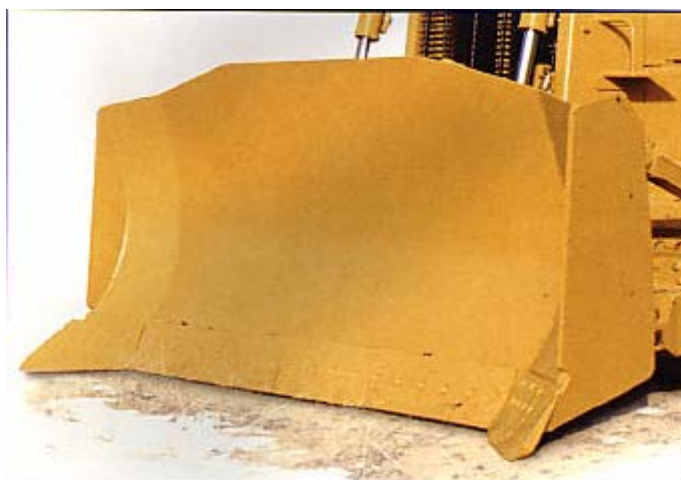
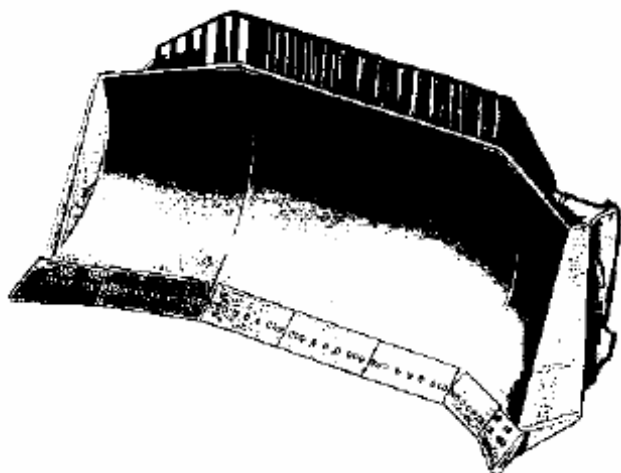
## II. 6 HOJAS TOPADORAS

Un tractor puede contar una serie de aditamentos que le servirán para realizar las diversas tareas que componen al movimiento de tierras. A continuación se nombrarán de manera breve algunos de los aditamentos que se pueden utilizar en los tractores para realizar actividades en la construcción.

Una Hoja topadora consiste en una lámina con los filos y puntas reemplazables. Los brazos y los cilindros que lo conectan al tractor le dan empuje e inclinación. Las láminas varían de tamaño y diseño basados en usos específicos del trabajo. Los filos y puntas son de acero ya que reciben la mayoría de la abrasión y del desgaste. La conexión empernada permite su fácil reemplazo. El diseño de algunas máquinas permite maniobrar la lámina, dándole a ésta, si se desea inclinación. La hoja se monta en un marco que está acoplado al tractor y puede controlarse mediante cables o sistemas hidráulicos. El control de cable, es más sencillo en su mantenimiento, pero el control hidráulico resulta superior pues permite aplicar una mayor fuerza de penetración con una fácil manejabilidad.

### II. 6. 1 Hoja U (Universal)

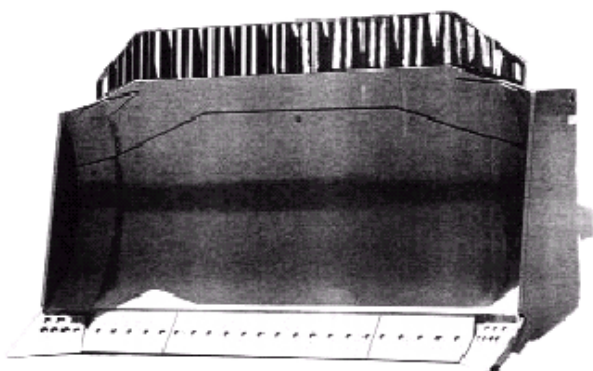
Se utiliza para empuje en gran volumen y a largas distancias. La curvatura en los lados de la hoja imparte a la tierra un movimiento hacia el centro y disminuye el derrame lateral. como en trabajos de recuperación de terrenos, puede mover un gran volumen de materiales livianos, no pegajosos, como carbón y virutas de madera. Una de sus desventajas es que no tiene muy buena penetración de cuchilla como la Hoja S o la hoja SU. Esta hoja es excelente con material liviano o más fácil de empujar. Si se equipa con un cilindro de inclinación, retiene algo de la versatilidad de la Hoja S. Un cilindro de inclinación mejora su capacidad para abrir zanjas, para nivelar, y su fuerza de desprendimiento y así aumenta su utilidad en muchos trabajos generales.



## II. 6. 2 Hoja “SU”

La hoja semi-universal combina las mejores características de las hojas S y U. Tiene mayor capacidad por habersele añadido alas cortas que incluyen sólo las cantoneras. Las alas mejoran la retención de la carga y permiten conservar la capacidad de penetrar y cargar con rapidez en materiales muy compactados y de trabajar con una gran variedad de materiales en aplicaciones de producción. Un cilindro de inclinación aumenta la productividad y versatilidad de esta hoja. Equipada con una plancha de empuje.

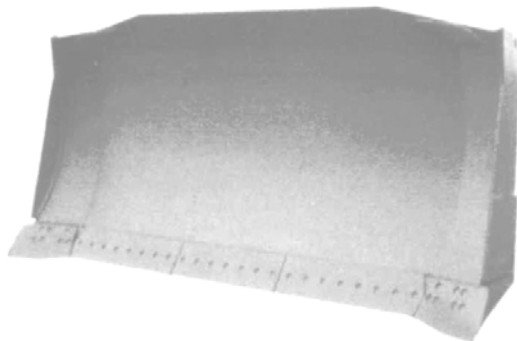
Estas hojas tienen un perfil mas profundo y las esquinas levemente en ángulo, con el fin de que no se derramen por los costados los materiales sueltos o granulares. Su diseño se presta para cortar con las cantoneras y para llevar materiales sin gran perdida por los costados. Estas hojas pueden ser de gran tamaño y poco peso, o pesadas con una resistencia extrema a la abrasión.



## II. 6. 3 Hojas Para Uso General Hoja “S” (recta)

La más resistente y adaptable de las hojas son las rectas. Diseñada con placas anti-desgaste se usan para las condiciones más extremas, donde se encuentran materiales con bordes agudos y muy abrasivos. Su resistente estructura base, las hace ideal para cavar con la punta o cantonera de la hoja. Cuando se usan estas hojas para manejar materiales sueltos, derraman una cantidad significativa de material por los extremos.

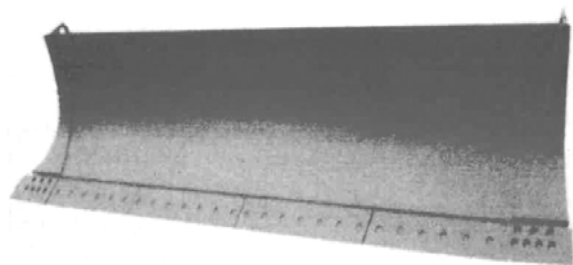
Como es más pequeña que la hoja “U” o “SU”, es más fácil de maniobrar, y puede empujar una gran variedad de materiales, y puesto que su relación de kW/metro (hp/pie) de cuchilla es mayor que en la hoja “U” o “SU”, tiene mejor penetración, y recoge buenas cargas. Un cilindro de inclinación mejora su rendimiento y su versatilidad. Debido a su mayor relación de kW/m<sup>3</sup> Suelto (hp/yard<sup>3</sup>), la hoja “S” puede mover con facilidad materiales densos.





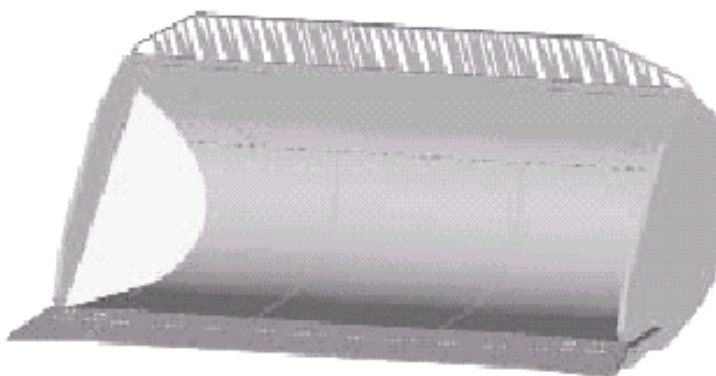
#### II. 6. 4 Hoja “P” (orientable e inclinable a potencia)

La versatilidad es la característica principal de esta hoja al poder realizar una gran variedad de trabajos desde desarrollos de sitios hasta trabajo general de empuje y aplicaciones de servicio pesado. En algunas máquinas el ángulo y la inclinación se controlan con dos palancas, mientras que en otras máquinas se usa una palanca solamente. La hoja VPAT (orientable e inclinable a potencia con cuchilla variable) puede inclinarse mecánicamente hacia adelante para obtener mejor penetración o para desmenuzar material pegajoso o hacia atrás para conseguir mayor productividad y facilitar el nivelado de acabado. Se puede situar en posición recta o en ángulo de 25° a derecha o izquierda. Está diseñada para derrame lateral de material, corte inicial de caminos, rellenos, apertura de zanjas y otras tareas similares. Puede reducir las maniobras necesarias para hacer estas tareas. Su bastidor en “C” se utiliza para accesorios de empuje, desmonte de tierras o retirada de nieve.



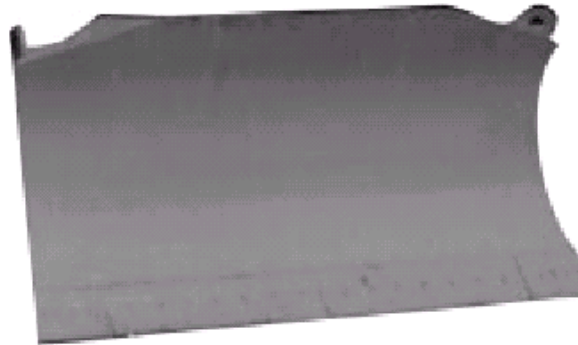
#### II. 6. 5 Hoja “CD”

La hoja CD (para tractores topadores transportadores) está disponible solamente para el tractor topador transportador D11R. Está construida con los mismos requisitos de integridad estructural que las hojas topadoras “U” y “SU”. La hoja CD tiene una forma de “cucharón” que le permite transportar varios metros cúbicos de material en la hoja. Este material actúa como contrapeso descartable que permite que el tractor topador transportador empuje más material por pasada que el D11R normal. La hoja CD no es tan eficaz como las hojas “U” y “SU” en materiales muy comprimidos o poco dinamitados. Sufre más a causa de material retenido en la hoja al trabajar con materiales pegajosos.



### **II. 6. 6 “Hojas VR” (De Radio Variable)**

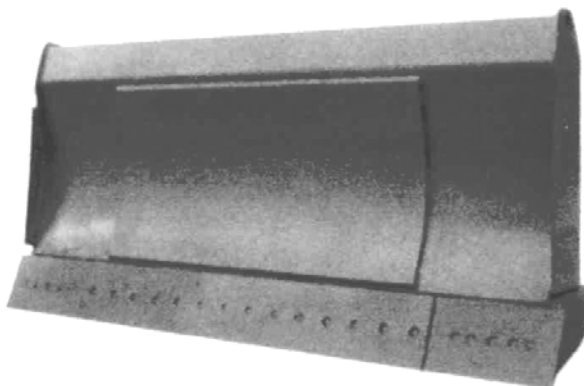
La Hoja SU de radio variable combina los beneficios de una Hoja SU, o sea la habilidad de corte y penetración del suelo con las características de la Hoja U de mayor retención y menos derrame de material. Esto se obtiene con la vertedera de radio variable. Esta hace que la tierra se mueva hacia el centro de la hoja y crea por esto una mayor acción de rodadura del material. Las planchas laterales extendidas retienen el material y aumentan su capacidad. La Hoja SU de radio variable es una herramienta excelente para mejoramiento de terrenos, conservación del suelo, desarrollo urbano o construcción en general.



Hojas Para Trabajos Especiales Caterpillar y otros fabricantes de hojas suministran modelos especiales para ciertos trabajos. Estas hojas se diseñan para elevar la producción en algunas tareas, pero la especialización tiende a reducir la adaptabilidad de una hoja. Mostramos aquí las hojas de uso especial más utilizadas.

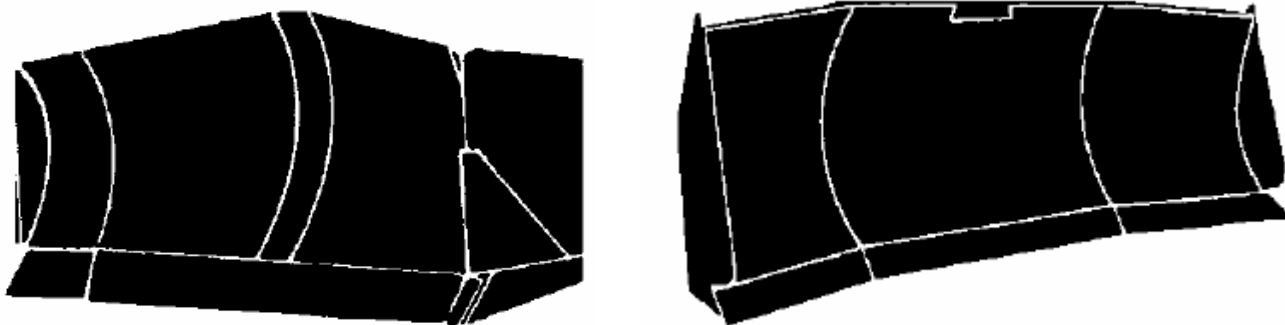
### **II. 6. 7 Hoja “C”**

Esta hoja amortiguada se usa para el empuje y carga de traíllas sobre la marcha. Los tacos de caucho absorben los impactos al hacer contacto con el bloque de empuje de la traílla. Es también útil en conservación y en trabajos generales de empuje. El bastidor en “C” estrecho aumenta la maniobrabilidad de la máquina en zonas de corte congestionadas y reduce el riesgo de dañar los neumáticos como con las hojas SU y U.



## II. 6. 8 Hoja para Rellenos Sanitarios

Están diseñadas para trabajar con basura y material de cobertura. La rejilla en la parte superior de la hoja permite buena visibilidad y protege el radiador. La curvatura de la vertedera permite que el material ruede uniformemente.



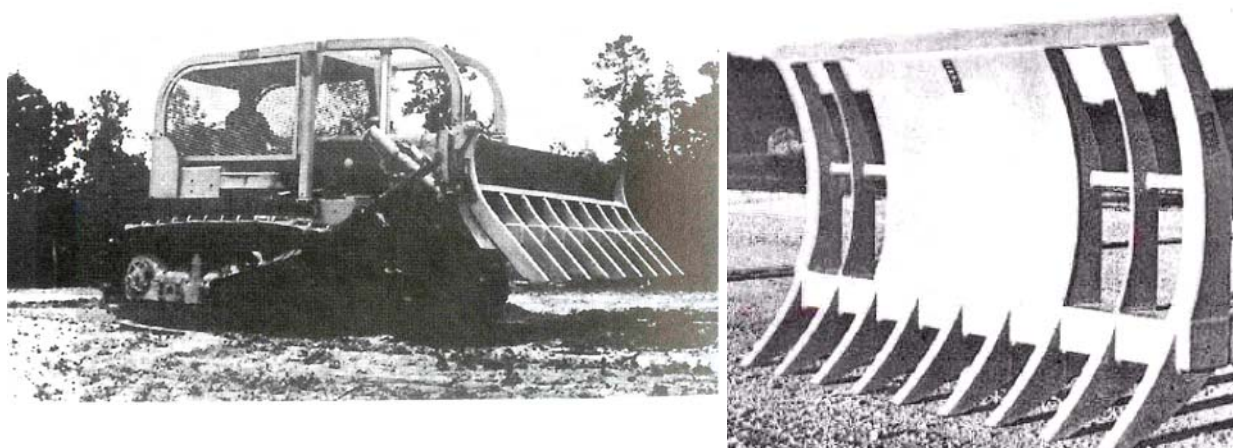
## II. 6. 9 Cortador de árboles “V”.

Rimco y Rome ofrecen esta hoja para limpieza de terreno y corte de árboles, tocones, maleza al nivel del suelo. Un ángulo agudo en “V” formado por las dos hojas utiliza el peso del tractor y la potencia aplicada en la línea central del cortador. La utilización de la fuerza del tractor permite cortar a un ritmo sostenido y desplazar los materiales cortados hacia los costados.

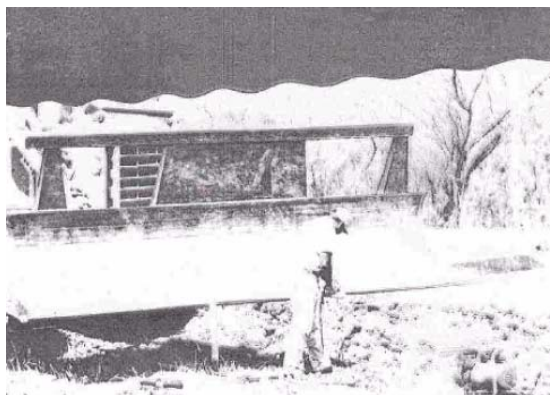
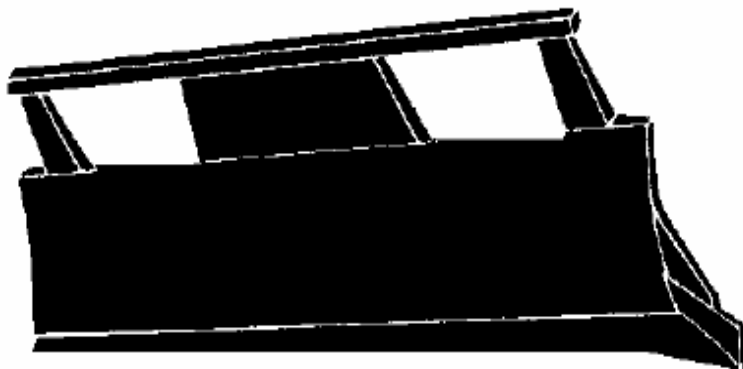


## II. 6. 10 Rastrillo

Caterpillar, Rimco y Rome ofrecen una variedad de rastrillos para utilizar en aplicaciones de limpieza de terreno. Pueden trabajar con vegetación de hasta una altura de árboles medianos y ofrecen una buena penetración del suelo para sacar pequeños troncos, rocas y raíces. En la mayoría de los casos, las puntas de los rastrillos son reemplazables.



**II. 6. 11 “K/G”** Ofrecida por Rome y Rimco, la hoja-K/G se utiliza en muchas aplicaciones de preparación de terrenos. Además de cortar árboles, también se pueden utilizar para apilar monte bajo, cortar zanjas de drenaje trapezoidales y construir caminos madereros y cortafuegos. Weldco-Beales ofrece una hoja parecida conocida como One-way Brush Cutter (cortador de malezas unidireccional).



## **II. 7 DESGARRADOR Ó RIPPER.**

Este aditamento se utiliza en excavaciones realizadas en roca ó denominados materiales tipo “C” ó “III”, que normalmente requiere barrenación y uso de explosivos para su afloje pero que en muchos casos puede atacarse con el uso del arado.

El arado está formado por una o varias piezas metálicas de forma especial con una punta llamada casquillo recubierta de un acero resistente a la abrasión, montadas sobre un bastidor y unidas a un tractor. El arado se acopla a la parte posterior del tractor y consiste en una viga horizontal la cuál tiene en su extremo un vástago vertical y termina en su parte inferior con el casquillo. El bastidor puede desplazarse verticalmente de manera que, con una fuerza vertical también proporcionada por gatos hidráulicos, pueda moverse, hincándose en el terreno, aflojando y rompiendo el material al desplazarse horizontalmente jalado por el tractor de orugas.

Los desgarradores se fabrican de dos tipos: de bisagra y de paralelogramo, con uno o tres vástagos. El de bisagra que puede ser de uno o tres dientes, tiene la ventaja de que al penetrar el vástago en el terreno modifica su ángulo de inclinación. El de paralelogramo penetra conservando siempre el mismo ángulo de inclinación, lo cual ofrece una mayor



efectividad en el rompimiento del terreno. este tipo de desgarrador puede realizar excavaciones a mayor profundidad y la distancia entre el vástago y el tractor aumenta, lo que permite desgarrar fragmentos de roca de mayor tamaño.

A continuación se mencionan los desgarradores más utilizados:

- ♦ *Desgarrador ajustable de un diente:* Puede ajustarse la longitud de penetración manualmente, adecuando el trabajo de empuje, el control hidráulico permite ajustar el ángulo de desgarramiento mientras el tractor se mueve.



### **Desgarrador de un Diente.**

El arado de un solo diente, que rompe roca suave, morena glacial, calizas no muy duras, carbón, etc. El bastidor, de acero de sección en caja y con recio diseño de paralelogramo absorbe las cargas de impacto y mantiene constante el ángulo de la punta, que puede ajustarse previamente por un dispositivo hidráulico o por uno manual.

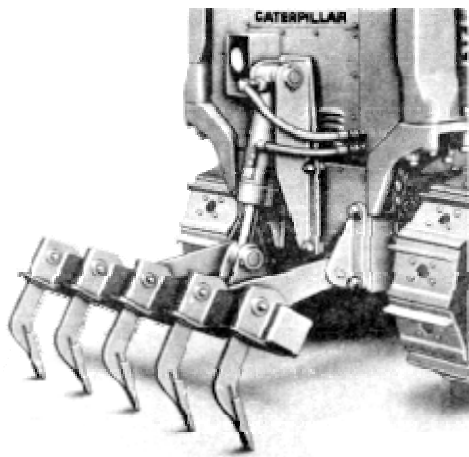
- ♦ *Desgarrador ajustable multidientes:* Rompen suelo duro y apisonado, aflojan piedras enterradas facilitando el trabajo de empuje, el control hidráulico permite ajustar el ángulo de desgarramiento mientras el tractor se mueve.

### **Desgarrador de tres dientes**



Este es un arado ajustable tipo paralelogramo con dientes múltiples se utiliza para romper suelo duro apisonado y para aflojar piedras enterradas, acelerando el trabajo de empuje o de carga en su caso. El control hidráulico permite ajustar el ángulo de desgarramiento con el tractor en movimiento. De nuevo el paralelogramo mantiene constante el ángulo de penetración a cualquier profundidad reduciendo la presión vertical que el arado requiere para permanecer enterrado. Este arado puede venir con uno dos o tres dientes en función de la dureza del material a atacar.

- ♦ *Desgarrador escarificador:* Utiliza hasta cinco dientes para excavar en suelos con piedras enterradas, arcilla endurecida y caminos de acarreo apisonados.



### **Desgarrador escarificador de montaje articulado.**

La figura anterior corresponde a un arado escarificador de montaje articulado, que puede utilizar hasta cinco dientes para excavar en suelos con piedras enterradas, arcilla endurecida, tierra congelada y caminos de acarreo apisonados, facilitando de nuevo la excavación del material.

Es fundamental conocer el tipo de material que se pretende excavar para decidir sobre el uso del arado; las rocas sedimentarias son las que más fácilmente pueden atacarse y por contraste las volcánicas y metamórficas ofrecen más dificultades, aunque granitos descompuestos y otras rocas volcánicas o metamórficas sometidas a la acción de los elementos suelen ser atacadas por el arado a bajo costo, sobre todo si se le compara con la alternativa de excavar mediante explosivos. La decisión no solo se apoya en la dureza de la roca sino en condiciones geológicas, pueden ararse si se presentan las siguientes características:

- |                      |                              |
|----------------------|------------------------------|
| ♦ Fracturas y fallas | ♦ Grano grueso               |
| ♦ Planos laminados   | ♦ Fragilidad                 |
| ♦ Intemperización    | ♦ Conglomerados empacados en |
| ♦ Poca dureza        | materiales arcillosos        |

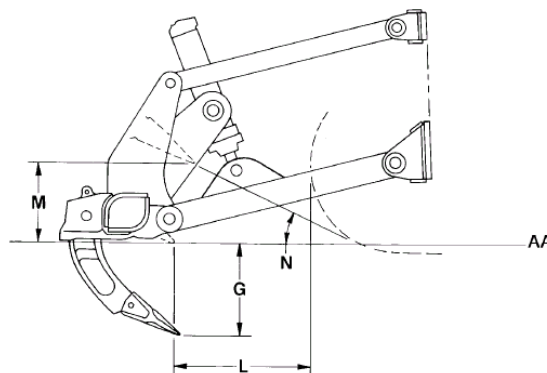
Lo anterior da un indicio de los materiales arables y deben confirmarse a través de exploraciones geológicas, muestras obtenidas mediante sondeos o la observación directa.

## II. 7.1 Fragilidad: Alto grado de estratificación, poca resistencia.

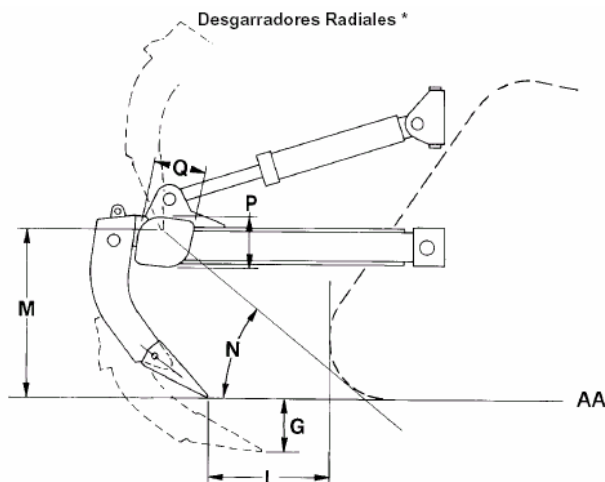
El grado de dureza es un factor muy importante, con ayuda del sismógrafo de refracción es posible medir la desgarrabilidad de diversas materias en base al grado de consolidación, dureza de las rocas, su estratificación, fragmentación y descomposición, actualmente se han desarrollado diversos métodos técnicos para desgarrar y aprovechar óptimamente el uso de desgarradores, esto considerando factores como la profundidad de desgarramiento, la velocidad, la velocidad, el número de dientes a utilizar, el espacio entre las pasadas, la dirección de desgarramiento en relación a las formaciones de los estratos y la pendiente, la posibilidad de utilizar desgarramiento en tándem, etc.

En la firma Caterpillar se tienen los siguientes tipos de desgarradores de acuerdo a sus tractores y a la aplicación requerida, estos también en cuanto a mecanismo son equivalentes a los utilizados por firmas como Komatsu, Liebherr, etc. A continuación se mencionan sus características:

- Mecanismo en paralelogramo con pasa hidráulico variable para tractores de la serie R desde el D9 hasta el D11, en este el operador puede ajustar el ángulo de la punta del desgarrador al tipo de material para obtener mejor penetración a cualquier profundidad de desgarramiento y aumentar la producción.
- El diseño de mecanismo en paralelogramo fijo, este se usa en tractores más pequeños de la serie E,M,G y R desde el D5 hasta el D7. Este diseño mantiene un ángulo constante de la punta a cualquier profundidad de desgarramiento.



- Los desgarradores radiales fijos son de vástagos múltiples con viga ancha para trabajos generales cerca de paredes, cimientos y aceras. El ángulo del diente desgarrador cambia a medida que se sube o se baja el desgarrador, existen cinco vástagos para el D3C serie III, D4C serie III, y D5C serie III y tres para el D5M.



- Desgarradores ajustables de un vástago para tractores de la serie R desde el D8 hasta el D11 para aplicaciones de desgarramiento difícil y profundo.
- Configuraciones de vástagos múltiples con paso hidráulico variable en los modelos de la serie R desde el D8 hasta el D11 con viga ancha para materiales fáciles de desgarrar.



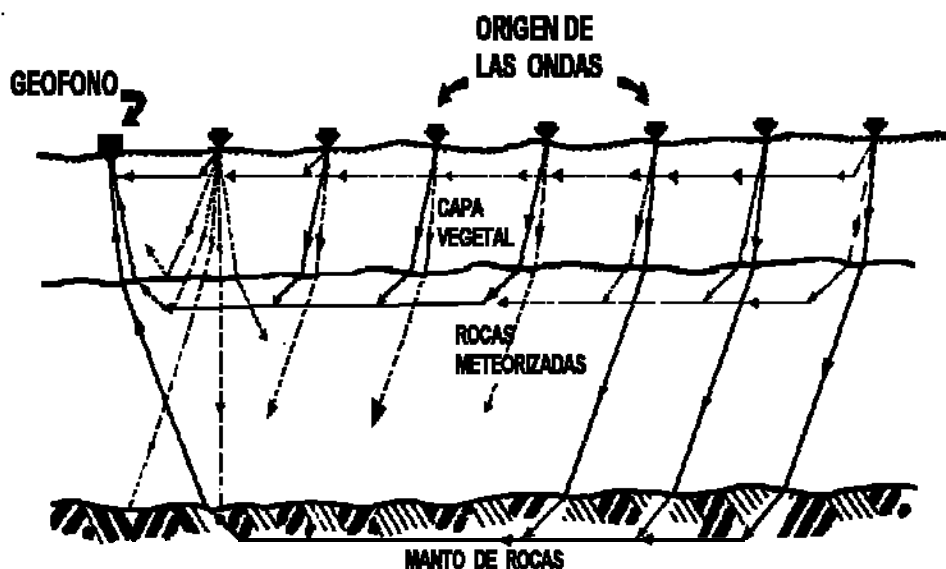
En la firma Caterpillar se tienen los siguientes tipos de desgarradores de acuerdo a sus tractores y a la aplicación requerida, a continuación se nombran sus características;

- Mecanismo en paralelogramo con paso hidráulico variable para el D8R, D9R, D10R y D11RR, en este el operador puede ajustar el ángulo de la punta del desgarrador al tipo de material para obtener mejor penetración a cualquier profundidad de desgarramiento y aumentar la producción.
- El diseño de mecanismo en paralelogramo fijo, este se usa en el D5M, D6M, D6G, D6R, D7G, D6R-XR, D6R-XL, D7R y D7R-XR. Este diseño mantiene un ángulo constante de la punta a cualquier profundidad de desgarramiento.
- Los desgarradores radiales fijos son de vástagos múltiples con viga ancha para trabajos generales cerca de paredes, cimientos y aceras. El ángulo del diente del desgarrador cambia a medida que se sube o se baja el desgarrador, existen cinco vástagos para el D3C serie III, D4C serie III y D5C serie III y tres para el D5M.
- Desgarradores ajustables de un vástago para el D8R, D9R, D10R y D11R para aplicaciones de desgarramiento difícil y profundo.
- Configuraciones de vástagos múltiples con paso hidráulico variable en los modelos D8R, D9R, D10R y D11R con viga ancha para materiales fáciles de desgarrar.



## II. 7.2 Sismógrafo de Refacción

Desde fines de los 50's surgió la idea de utilizar sismógrafos de refacción para definir la arabilidad de los materiales a excavar. En general éste método mide desde la superficie la velocidad de las ondas sísmicas a profundidad, indicando la consolidación, dureza, estratificación y meteorización, y relacionando ésta velocidad y tipo de material a atacar con su atacabilidad mediante arado.



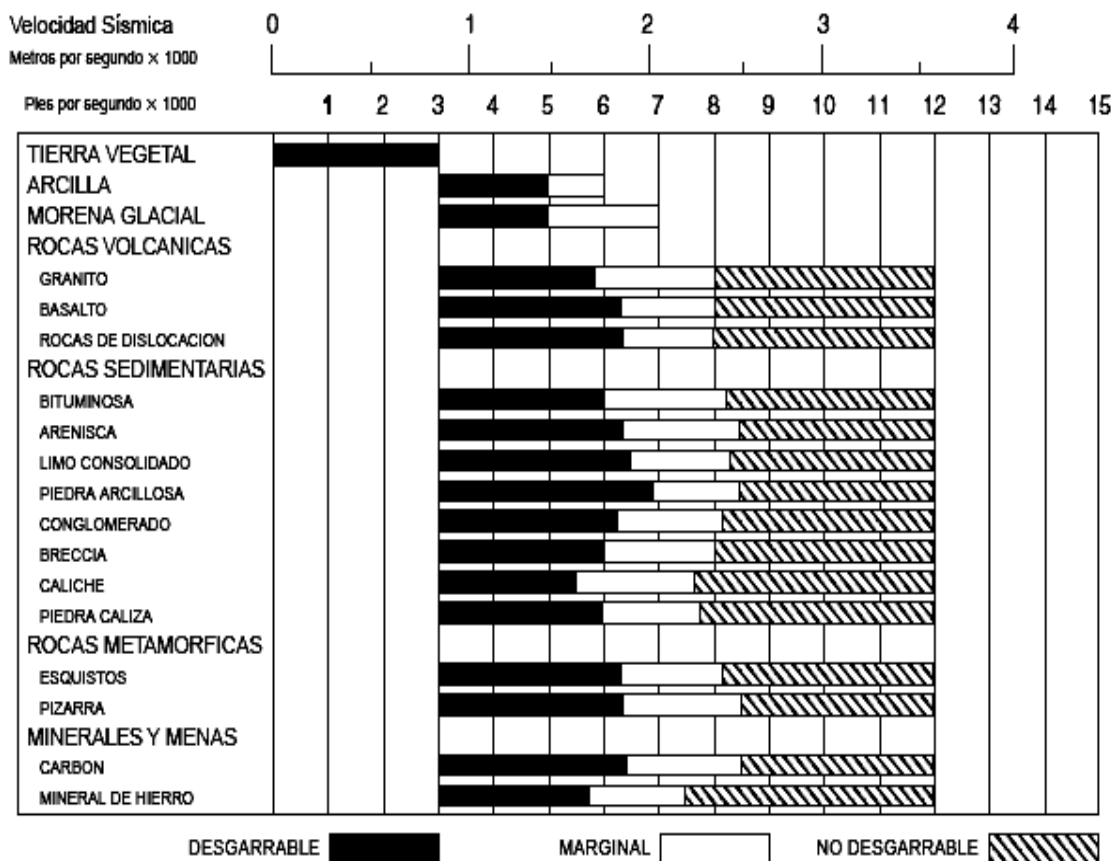
Se determina la velocidad de la onda sísmica como se indica en la figura, generando una onda y midiendo el tiempo en que llega a varios aparatos de registro denominados geófonos. Con los datos de la llegada de las ondas y la distancia puede obtenerse la velocidad de las mismas en cada capa, ya que las ondas se reflejan y se refractan en las soluciones de continuidad que separan capas diferentes. Un geólogo especializado puede separar las capas y darnos las velocidades de transporte de las ondas en cada capa, dándonos además la profundidad de las capas y el tipo de roca o suelo, con lo que tenemos todos los datos para definir el método de ataque.

En la figura vemos la disposición del emisor de ondas, los geófonos y las trayectorias de las ondas ocasionadas por la refracción y reflexión de las soluciones de continuidad.

Con los datos obtenidos y el tipo de roca o suelo de que se trate, los fabricantes de tractores y arados preparan tablas de rendimiento que correlacionan el tipo de suelo y roca, las velocidades de la onda sísmica y los umbrales donde separan la roca atacable, la dudosa y la que no puede romperse con arado económicamente y requiere de explosivos. Existe desde luego una tabla similar a la presentada para cada tipo de tractor de orugas y su correspondiente arado.

### D8R

- Desgarrador No. 8 de un vástago o de vástagos múltiples
- Estimado usando las velocidades de las ondas sísmicas



La gran importancia económica del rippeado reside en el abaratamiento del costo de extracción de ciertos materiales que no son excavables directamente. El parámetro que decide si un terreno es rippeable o no es su velocidad sísmica.

A continuación se muestra una tabla general que ocupa este parámetro.

$V_s$ : VELOCIDAD SÍSMICA (m/seg.)	RIPABILIDAD
$V_s < 400$	No es necesario utilizar <i>ripper</i>
$400 < V_s < 800$	<i>Ripper</i> de 3 dientes
$800 < V_s < 1200$	<i>Ripper</i> de 2 dientes
$1200 < V_s < 2000$	<i>Ripper</i> de 1 diente
$2000 < V_s < 3000$	Estudio especial
$3000 < V_s < 3500$	Prevoladura y posterior <i>rippeado</i>
$V_s > 3500$	No se debe usar el <i>ripper</i>

Aunque la producción de un arado no es fácil de determinar, pues los parámetros que hemos indicado anteriormente no están definidos con claridad, es tal el ahorro que se obtiene al cambiar de explotación de roca con el uso de explosivos a ataque con ayuda del arado, que siempre resulta rentable intentar éste ultimo método, que de resultar adecuado puede significar costos mucho menores, aunque significan una disminución de la vida del tractor, cuando éste trabaja en condiciones difíciles.

## **II.8 DIVERSOS ADITAMENTOS DE LOS TRACTORES**

### **Malacate.**

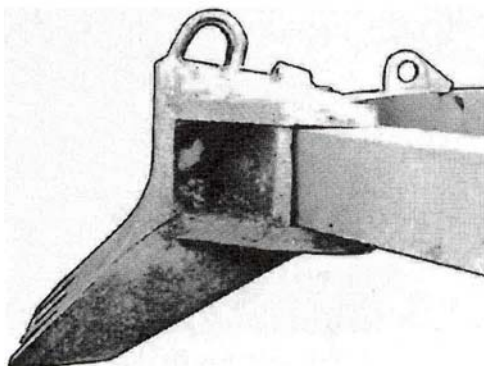
Adecuados para troncos y remolque. Las velocidades de enrollamiento y desenrollamiento están equiparadas a las velocidades del tractor, embragues de aceite y frenos que no requieren ajustes, un modelo para tractores con servo transmisión ó mando directo. Estos dispositivos de control por cable tienen conductos de gran rapidez, robusta construcción y ajuste exterior simplificado, la transmisión del motor proporciona una potencia constante que apenas se ve afectada por las variaciones del esfuerzo que experimenta el tren motriz, van montados en la parte trasera del tractor.

### **Tiende-tubos.**

Este aditamento se usa sólo en tractores de orugas y consiste en una pluma colocada en la parte media del tractor, inclinada y apoyada en las orugas, en la parte contraria se soporta un malacate articulado a un contrapeso. Se utiliza para tender tubos de gran diámetro como son: Líneas de petróleo y de gas y en la instalación de agua potable y alcantarillado.



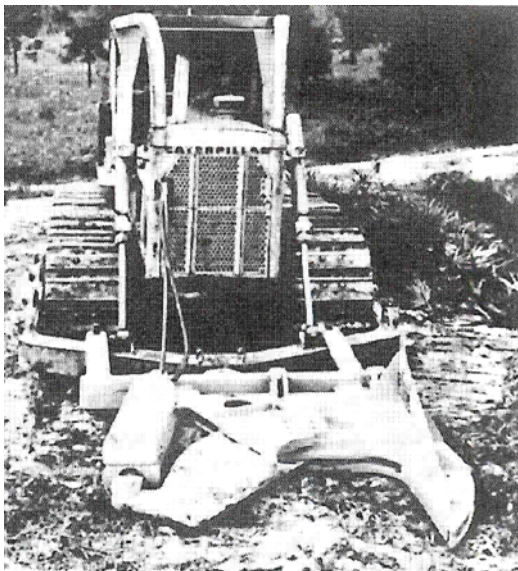
### **Stumper (quita tocones).**



El stumper se diseña para ajustarse encima de un perno sujetado al eslabón giratorio de centro de un bastidor del dozer sujetado con una caña C, o a un marco especial. Estas herramientas vienen generalmente en pares. El stumper se utiliza para empujar árboles y troncos pesados, conducir debajo de troncos para alzarlos hacia fuera, y cavar alrededor de ellos cuando es necesario. Es también eficaz en cavar hacia fuera los cantos rodados, retirar de tocones flojos, cavar encima de lazos del ferrocarril, y la fabricación de zanjas bajas.

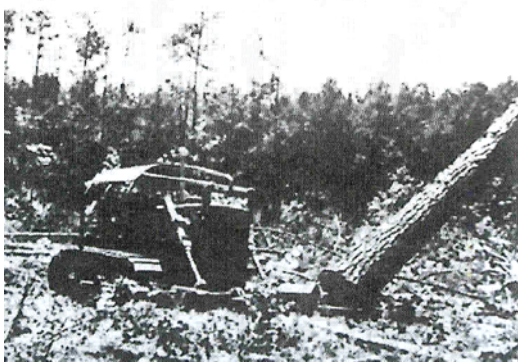
### **Esquilador de árboles (corta árboles).**

Los esquileos hidráulicos montados en tractores, pueden actualmente cortar árboles de la madera dura hasta diámetro de 20 pulgadas, y madera blanda arriba de 20 pulgadas. Cortan árboles como tijeras o los esquilan algunas pulgadas sobre la tierra. Su capacidad se reduce si la madera está congelada.



En la figura se encuentra en posición abierta y cerrada. Es apoyada por un marco a una elevación del dozer (o cargador). El lado izquierdo de es una quijada o un yunque fija masiva, el derecho es un cuchillo con bisagras (lámina cortadora) que es movido por un cilindro hidráulico de gran alcance.

El tractor se maniobra hasta que el tronco del árbol está entre el cuchillo y el yunque, que se reclina generalmente sobre la tierra. El cortador entonces ejerce fuerza través de la madera y corta, a menos que quede fuera de balance, el árbol caiga a través del yunque o lejos del cuchillo se maniobra nuevamente.



El esquileo puede realizarse cercano al piso quedando un tronco de pocas pulgadas. Una rebanada tendría que ser ajustada en la sierra. No hay pérdida de madera implicada, como el corte manual que se hace generalmente mucho más arriba, y dejaría un tocón más alto.

Tal esquileo puede ser realizado con un dispositivo de dirección montado en el mismo tractor. El acumulador es una abrazadera doble que puede sostener un árbol grande, o un número de árboles pequeños, mientras que son cortados, Cuando se termina el corte, este

dispositivo puede apilar al tronco, arrastrarlo o colocarlo en un martillo cincelador.

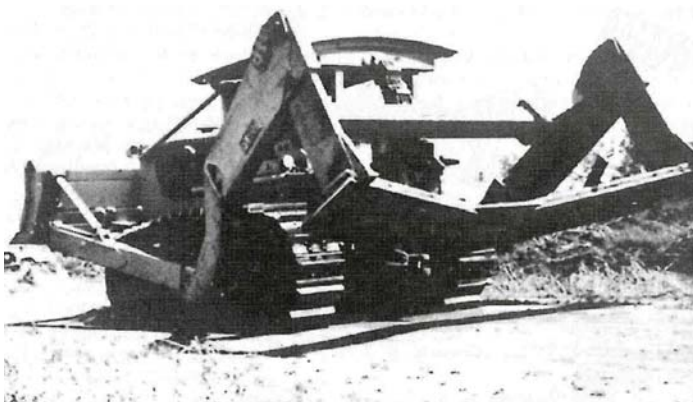




### **Arado de la raíz.**

Un arado de la raíz, o el cortador de la raíz, es generalmente un cuchillo horizontal, derecho o de forma de V, apoyado por estándares verticales o una caña en cada lado, y llevado dentro de un marco montado atrás con bisagras a los marcos de un tractor de orugas.

La profundidad de trabajo es 8 a 20 pulgadas, dependiendo del tamaño del crecimiento, de la condición del suelo, y de la energía del tractor. Sus aletas angulosas arrancan raíces hasta la superficie, pero se hunden a través del suelo con un poco de problemas. Los beneficios son: los tocones son arrancados de raíz y aumenta la absorción de agua.



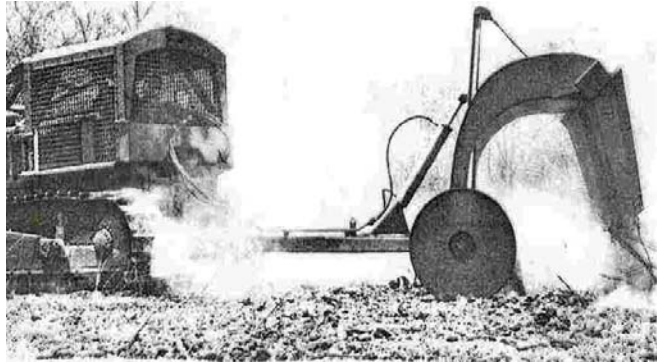
### **Rodillo.**

Un rodillo es generalmente un tambor grande con las láminas del corte, sujeto en un marco del remolque con sistema de drenaje. Este se remolca detrás de un tractor, generalmente de orugas, de 60 caballos de fuerza o más. El peso puede ser ajustado poniendo agua en el tambor, o drenándola. El tambor puede pesar de 1.5 a 2 toneladas, proporcionando una fuerza tractiva del machacamiento y de corte. Existen hasta 16 pies de ancho. Unidades más pequeñas se pueden remolcar alternados con espaciamentos regulares o en grupos triangulares de tres.



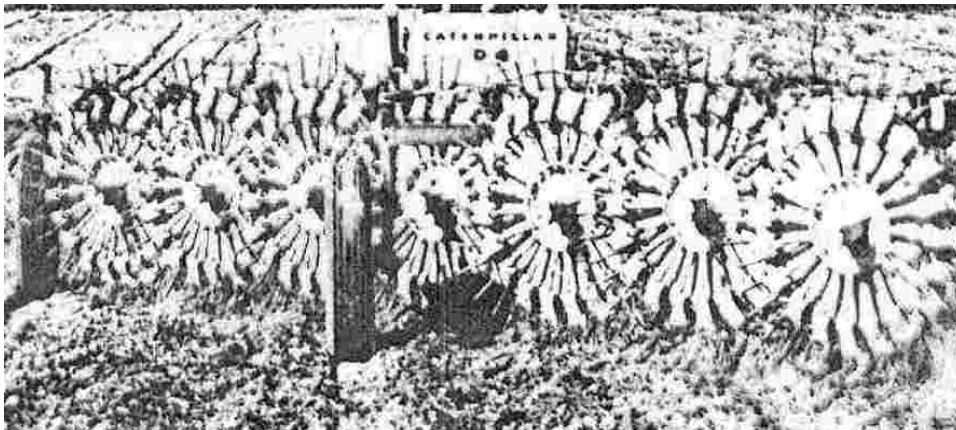
### **Rastrillo con rueda para raíces.**

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



### **Rastrillo barredor.**

El rastrillo (rastra) barredor para tractor, esta provista de ruedas giratorias, las cuales peinan la capa superior de tierra y limpian desechos livianos. Asegurado a la barra de tiro de un tractor, puede limpiar el suelo a velocidades de 8 K/h



### **Cucharón Skeleton**

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





### **Cadenas de ancla.**

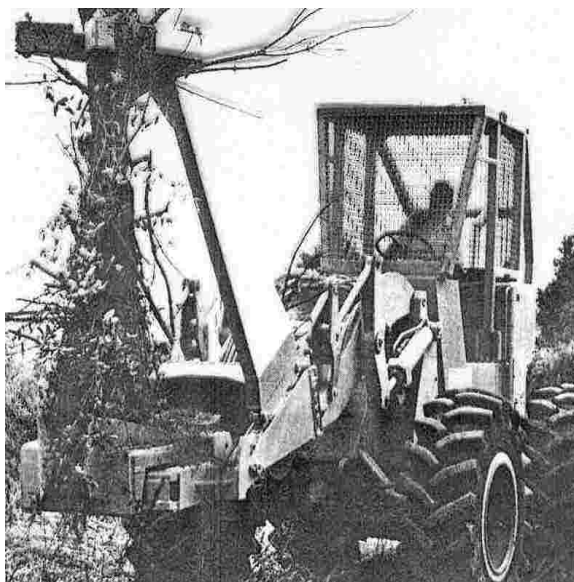


Dos tractores de carriles con cadena de ancla de 6.4 cm (2 ½ pulgadas) y longitud de 92 m desmontan árboles y matorrales en tierras altas.

### **Taladoras con Gancho.**

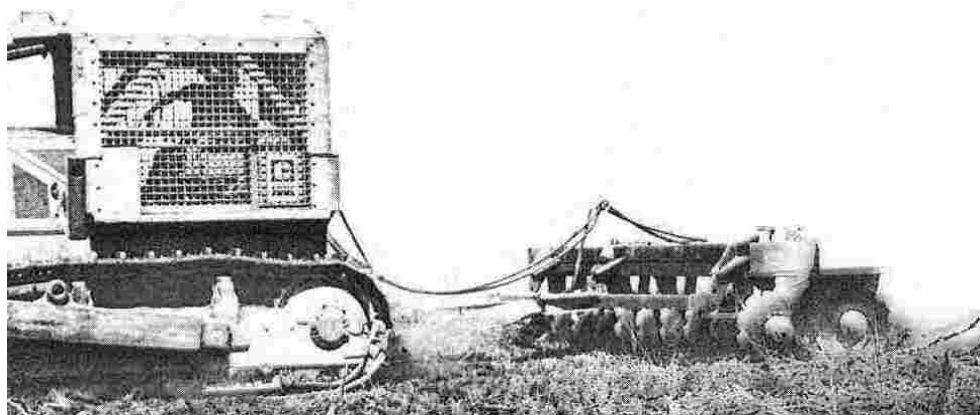
La taladora con gancho se diseñó para el derribo, arrastre y apilamiento. Incluye ventajas tales como la caída en línea recta, sin que virtualmente haya fracturas de la madera. Tala árboles hasta de 50 cm de diámetro y deja los tocones casi al ras del suelo. Hay modelos disponibles para utilizarse ya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

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



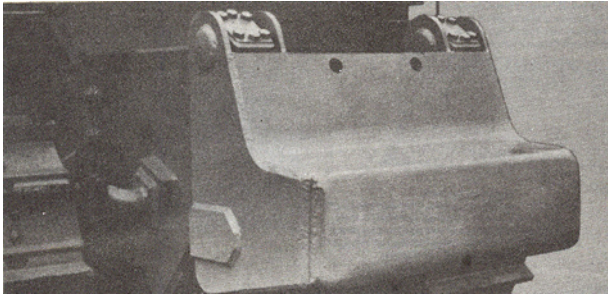
### **Rastras de tiro descentrado.**

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

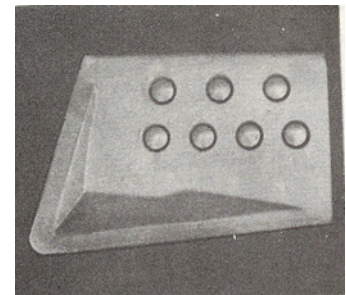
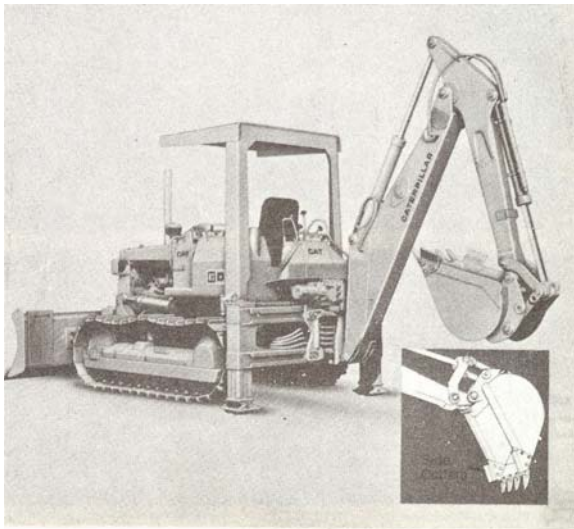


## Otros aditamentos

Existen otros aditamentos como:



Defensa trasera



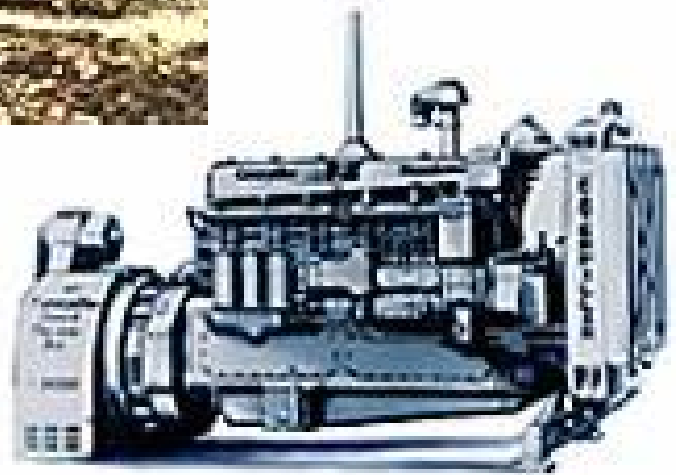
Puntas de extremo.



### **CAP III. TIPO DE TRACTORES Y SUS APLICACIONES**

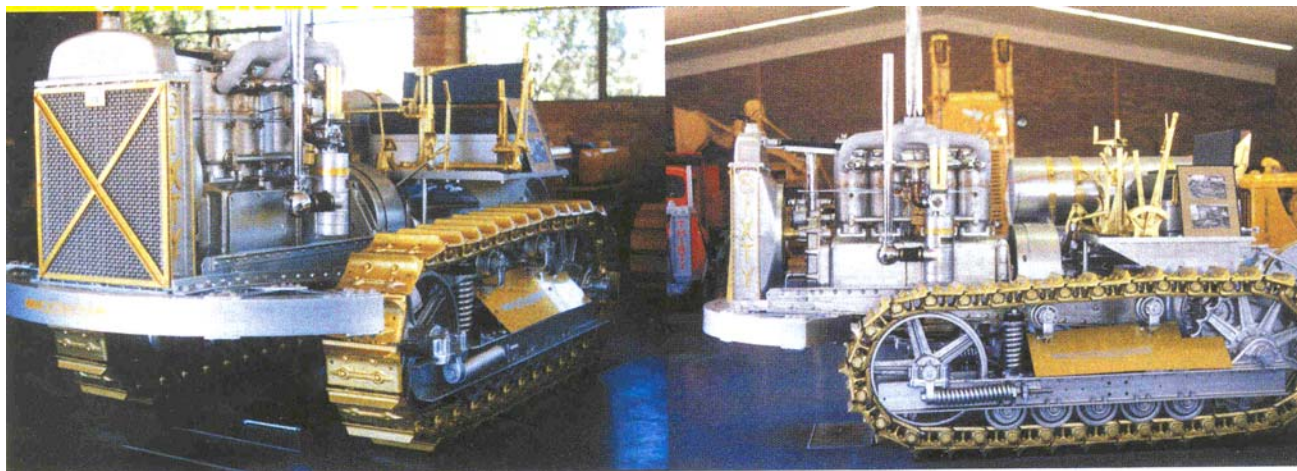
#### **III. 1 DIFERENTES MODELOS DE TRACTORES.**

En 1890 Benjamín Holt y Daniel Best experimentan con varias formas de tractores de vapor para su uso en granjas. Lo hacen separadamente, en compañías independientes. En 1904 se construye el primer tractor de cadenas de vapor de Holt y dos años después construye el primer tractor de cadenas a gas. Su flexibilidad para transitar en tierra suave y la posibilidad de crear su propio camino, lo conduce a convertirse en un tanque armado en la primera guerra mundial.



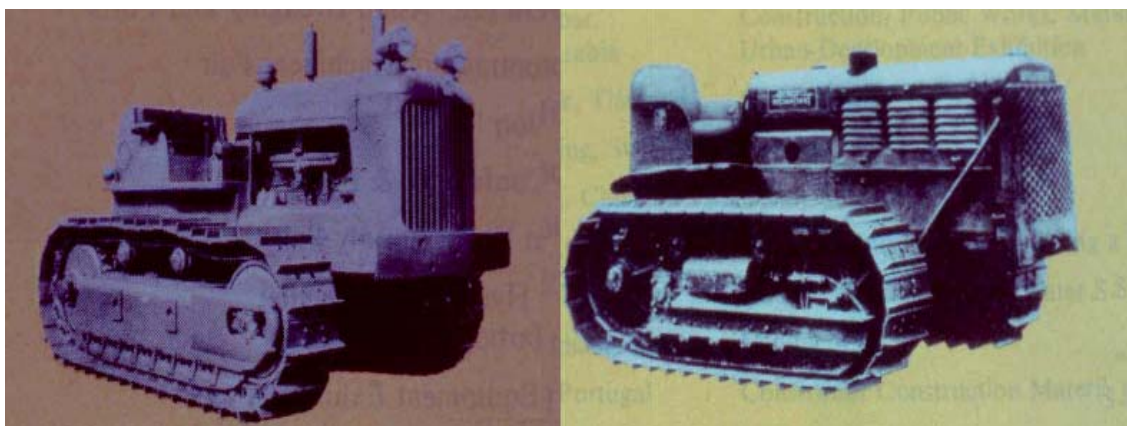
En 1925 Holt Manufacturing Company y C. L. Best Tractor Co. se unen para formar Caterpillar Tractor Co. Seis años después sale de la línea de producción el primer Tractor Sixty diesel en East Peoria (Illinois) con una nueva y eficaz fuente de propulsión para tractores de cadenas. Para excavar los canales, las presas de tierra que iban en aumento, y para hacer otros trabajos de movimiento de tierras, estos tractores fueron equipadas de una hoja de metal grueso grande en frente. Este plateado de metal grueso (consiguió su forma curvada más adelante) se llama hoja topadora . La hoja topadora pela capas de suelo y las empuja adelante mientras que el tractor avanza. Se han desarrollado varias hojas especializadas: para altos volúmenes de carga, por ejemplo hoja topadora para carbón, rastrillos para quitar solamente cantos rodados más grandes, o las láminas con bordes agudos para cortar tocones de árbol. En un principio el operador se sentaba sobre

el tractor sin cabina, pero los diferentes usos que se le daba a esta máquina obligo con el tiempo a los fabricantes a incluir la cabina en los nuevos modelos. Con el tiempo los fabricantes de equipos pequeños comenzaron a fabricar accesorios para los tractores de llantas y de cadenas, antes de 1929. Conforme pasaron los años, cuando los ingenieros necesitaron el equipo para terminar terraplenes de la escala grande, las marcas como Caterpillar, Komatsu, Fiat-Allis, John Deere, Liebherr, Terex y JCB comienzan a fabricar las grandes máquinas de movimiento de tierras.








*The Star of the Show the 1925 Caterpillar Sixty.*

#### MODELOS ANTIGUAS DE TRACTORES DE CADENAS.



En el mercado existen diferentes fabricantes de tractores los cuales tienen un gran número de modelos con características especiales para cada tipo de trabajo. A continuación se presentarán algunos fabricantes y los modelos que ofrecen.

	<p><a href="#"><u>PR 712</u></a></p> <table><tr><td>Peso</td><td>11.800-13.600 Kg</td></tr><tr><td>Capacidad de hoja</td><td>2,14 - 2,43 m³</td></tr><tr><td>Velocidad de traslación</td><td>0 - 11 km/h</td></tr></table>	Peso	11.800-13.600 Kg	Capacidad de hoja	2,14 - 2,43 m³	Velocidad de traslación	0 - 11 km/h		
Peso	11.800-13.600 Kg								
Capacidad de hoja	2,14 - 2,43 m³								
Velocidad de traslación	0 - 11 km/h								
	<p><a href="#"><u>PR 722</u></a></p> <table><tr><td>Peso</td><td>16.700 - 19.500 kg</td></tr><tr><td>Capacidad de hoja</td><td>3,17 - 4,27 m³</td></tr><tr><td>Velocidad de traslación</td><td>0 - 11 km/h</td></tr></table>	Peso	16.700 - 19.500 kg	Capacidad de hoja	3,17 - 4,27 m³	Velocidad de traslación	0 - 11 km/h		
Peso	16.700 - 19.500 kg								
Capacidad de hoja	3,17 - 4,27 m³								
Velocidad de traslación	0 - 11 km/h								
	<p><a href="#"><u>PR 734</u></a></p> <table><tr><td>Peso</td><td>20.700 - 24.500 kg</td></tr><tr><td>Capacidad de hoja</td><td>4,10 - 5,86 m³</td></tr><tr><td>Velocidad de traslación</td><td>0 - 11 km/h</td></tr></table>	Peso	20.700 - 24.500 kg	Capacidad de hoja	4,10 - 5,86 m³	Velocidad de traslación	0 - 11 km/h		
Peso	20.700 - 24.500 kg								
Capacidad de hoja	4,10 - 5,86 m³								
Velocidad de traslación	0 - 11 km/h								
	<p><a href="#"><u>PR 742</u></a></p> <table><tr><td>Peso</td><td>23.000 - 27.600 kg</td></tr><tr><td>Capacidad de hoja</td><td>6,27 - 7,42 m³</td></tr><tr><td>Velocidad de traslación</td><td>0 - 11 km/h</td></tr><tr><td>Potencia motor</td><td>172 kW/234 CV (ISO 9249)</td></tr></table>	Peso	23.000 - 27.600 kg	Capacidad de hoja	6,27 - 7,42 m³	Velocidad de traslación	0 - 11 km/h	Potencia motor	172 kW/234 CV (ISO 9249)
Peso	23.000 - 27.600 kg								
Capacidad de hoja	6,27 - 7,42 m³								
Velocidad de traslación	0 - 11 km/h								
Potencia motor	172 kW/234 CV (ISO 9249)								
	<p><a href="#"><u>PR 751</u></a></p> <table><tr><td>Peso</td><td>39.100 - 45.000 kg</td></tr><tr><td>Capacidad de hoja</td><td>9,70 - 10,90 m³</td></tr><tr><td>Velocidad de traslación</td><td>0 - 9,5 km/h</td></tr></table>	Peso	39.100 - 45.000 kg	Capacidad de hoja	9,70 - 10,90 m³	Velocidad de traslación	0 - 9,5 km/h		
Peso	39.100 - 45.000 kg								
Capacidad de hoja	9,70 - 10,90 m³								
Velocidad de traslación	0 - 9,5 km/h								
	<p><a href="#"><u>PR 752</u></a></p> <table><tr><td>Peso</td><td>34.800 - 42.000 kg</td></tr><tr><td>Capacidad de hoja</td><td>9,54 - 11,7 m³</td></tr><tr><td>Velocidad de traslación</td><td>0 – 11 km/h</td></tr></table>	Peso	34.800 - 42.000 kg	Capacidad de hoja	9,54 - 11,7 m³	Velocidad de traslación	0 – 11 km/h		
Peso	34.800 - 42.000 kg								
Capacidad de hoja	9,54 - 11,7 m³								
Velocidad de traslación	0 – 11 km/h								



## **Technical Description Mining Dozer**

# **PR 751**

**Engine Output 295 kW/401 HP**  
**Operating Weight 39.1 – 45.0 t/86,300 – 99,300 lb**  
**Hydrostatic Travel Drive**



# **LIEBHERR**

The Better Machine.





## Diesel Engine

Cummins-Diesel Engine	KT 19-C
Rating per ISO 9249	295 kW (401 HP) at 1800 RPM
Displacement	18.9 l (1155 cu.in.)
Bore/Stroke	159/159 mm (6.26/6.26 in)
Design	6 cylinder in-line engine, water-cooled, turbocharged
Injection	direct fuel injection
Lubrication	pressurized lube system with 2 full flow and 1 bypass filter and integrated oil cooler, deep oil pan for inclinations, engine lubrication to an inclination of up to 45° to each side
Operating voltage	24 V
Alternator	50 Amp.
Starter	10 kW (13.4 HP)
Battery	170 Ah



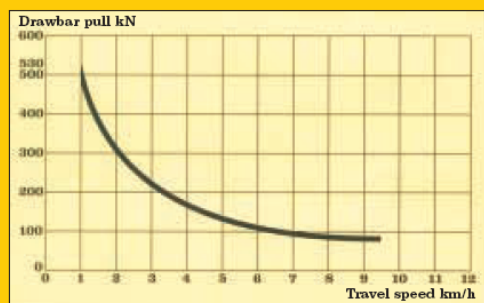
## Travel Control

1 Joystick lever	with servo-control for all travel functions: travel direction, speed, steering and counter-rotation
Speed range 1	0-5.9 km/h (3.6 mph)
Speed range 2	0-9.5 km/h (5.9 mph)
Engine speed sensing control	engine speed sensing horsepower control system assures constant balance between travel speed and necessary drawbar pull, avoiding engine overload
Straight line travel	electronically controlled
Parking/emergency brake	automatic spring activated parking brake, released by servo pressure during travel
Safety lever	locks the servo-circuit and automatically activates parking brake
Emergency shut off	push button on instrument panel immediately activates parking and emergency brake



## Travel Drive

Design	closed-loop hydrostatic drive
Pump flow	max. 2 x 439 l/min. (116 gpm)
Max. Pressure	adjusted to 420 bar (6090 PSI)
Travel speed	0-9.5 km/h (0 to 5.9 mph) infinitely variable, forward and reverse
Steering	hydrostatic
Service brake	hydrostatic
Cooling system	2 gear pumps circulate hydraulic oil through 2 rear mounted oil coolers with hydraulic driven, thermostatically regulated fans
Filter system	2 filter cartridges for each pump unit and return filter with magnetic rod in the hydraulic tank
Final drive	3-stage spur gear drive formed as modular components



## Track Frame

Design	maintenance-free tractor type track frames
Mount	track roller frame mounted on sprocket axle, equalizer bar for front support, oscillation $\pm 3.5^\circ$
Chains	oil lubricated with extreme service track pads, track adjustment by grease-cylinder, pre-tensioning by spring-unit
Chain links	41
Sprockets	3 replaceable segments
Track rollers	7
Carrier rollers	2



## Implement Hydraulic

Hydraulic system	one vane type pump for operation of front and rear mounted attachments
Pump flow	max. 282 l/min. (74.4 gpm)
Pressure limitation	max. 200 bar (2900 PSI)
Control valve	4-spool control block
Filter system	return filter with magnetic rod in hydraulic tank
Control	single servo-assisted joystick lever for blade hoist and tilt functions, electrically controlled blade float and quick drop



## Attachments

Front	semi-U-blade, U-blade or mechanical angled blade with tilt
Rear	ripper, hydraulic winch or drawbar
Pivot points	maintenance-free, with hardened and polished pins and bushings



## Operator's Compartment

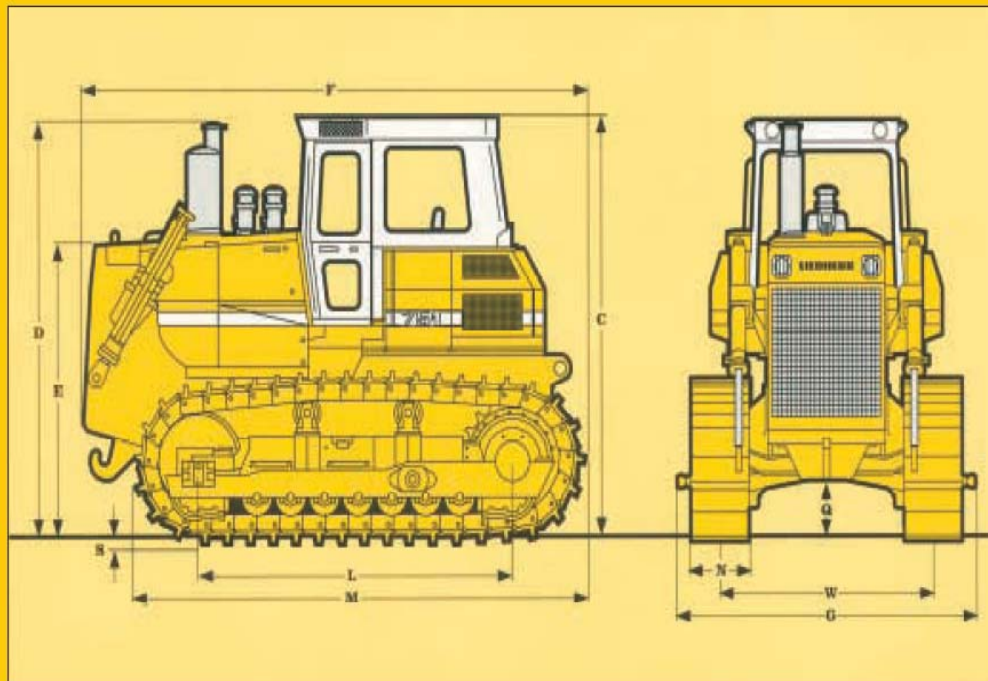
Cab	resiliently mounted with integrated ROPS (Roll Over Protective Structure, SAE J 1040/ISO 3471) and FOPS (Falling Objects Protective Structure, SAE J 231/ISO 3449), can be tilted with hand pump to 40° to the rear for accessibility to machine components, all around safety glass
Operator's seat	fully adjustable, body contoured seat with shock absorber
Instrument panel	comprehensive instrument panel with acoustical warning buzzers, on the right side of the operator's seat
Ventilation	pressurized filtered air ventilation, 3-stage blower, 4 air nozzles, sliding window
Heater	hot water heater



## Refill Capacities

Fuel tank	610 l (161 gal)
Cooling system	75 l (19.8 gal)
Engine oil	50 l (13 gal)
Splitterbox	3 l (0.8 gal)
Hydraulic tank	275 l (72.6 gal)
Final drive, each	61 l (16.1 gal)

### Basic Machine



### Dimensions

C Height over cab  
 D Height over exhaust pipe  
 E Height over engine cover  
 F Overall length  
 G Width over frame mounting trunions  
 Q Ground clearance  
 M Crawler length  
 L Distance idler/sprocket center  
 W Track gauge  
 N Width of trackpads  
 S Height of grousers

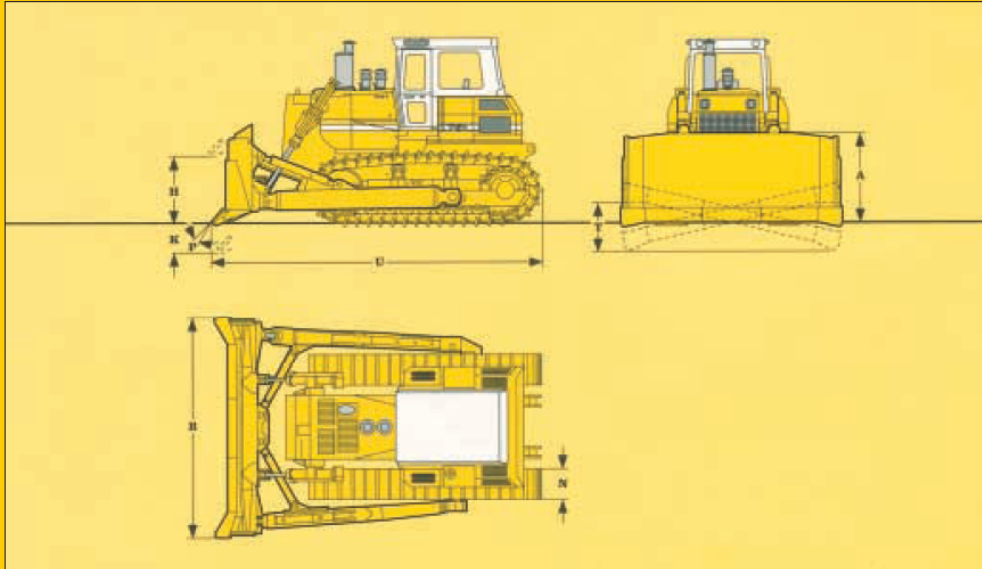
Ground contact area  
 trackpad-width: 22"/560 mm  
                           24"/610 mm  
                           28"/711 mm

### ft-in/mm

11'9"/3580  
 10'10"/3300  
 7'10"/2400  
 16'/4865  
 10'4"/3160  
 1'6"/450  
 14'7"/4436  
 10'4"/3150  
 7'2"/2180  
 22"/560/24"/610/28"/711  
 3 1/16"/78

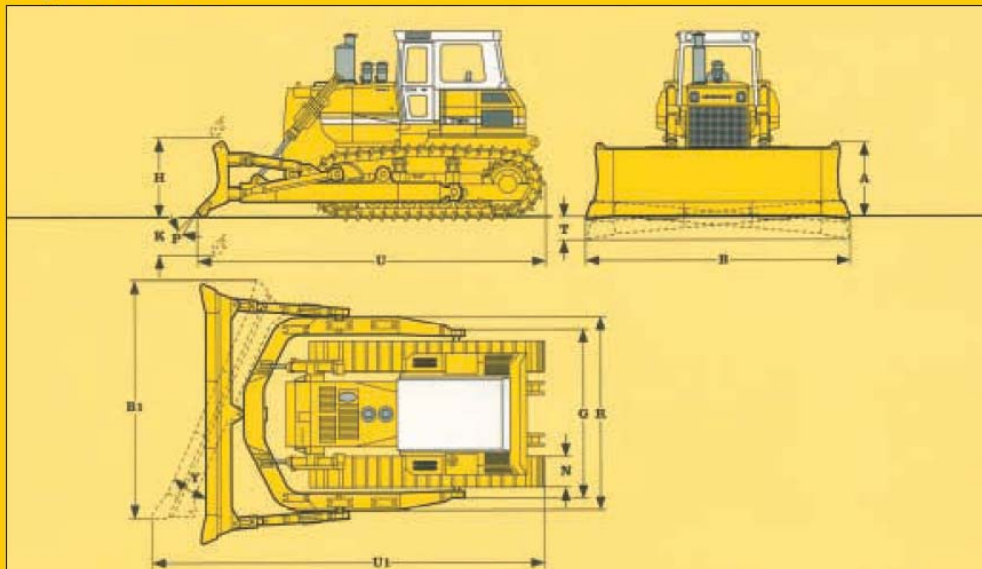
5,470 sq.in./3.53 m<sup>2</sup>  
 5,950 sq.in./3.84 m<sup>2</sup>  
 6,940 sq.in./4.48 m<sup>2</sup>

### Semi-U-Blade



Blade capacity	12.7 cu.yd/9.7 m <sup>3</sup>
<b>Dimensions</b>	ft-in/mm
A Height of blade	5'5"/1650
B Width of blade	13'5"/4080
H Lifting height	4'2"/1265
K Depth below ground	2'/610
P Max. blade pitch	10°
T Max. tilt	3'1"/950
U Overall length with blade straight	20'8"/6290
<b>Operating Weights</b>	lbs/kg
Basic machine with blade and trackpads 22"/560 mm	86,200/39,100
24"/610 mm	86,600/39,300
28"/711 mm	87,700/39,800
<b>Ground Pressures</b>	PSI/kg/cm <sup>2</sup>
Basic machine with blade and trackpads 22"/560 mm	15.65/1.10
24"/610 mm	14.51/1.02
28"/711 mm	12.66/0.89

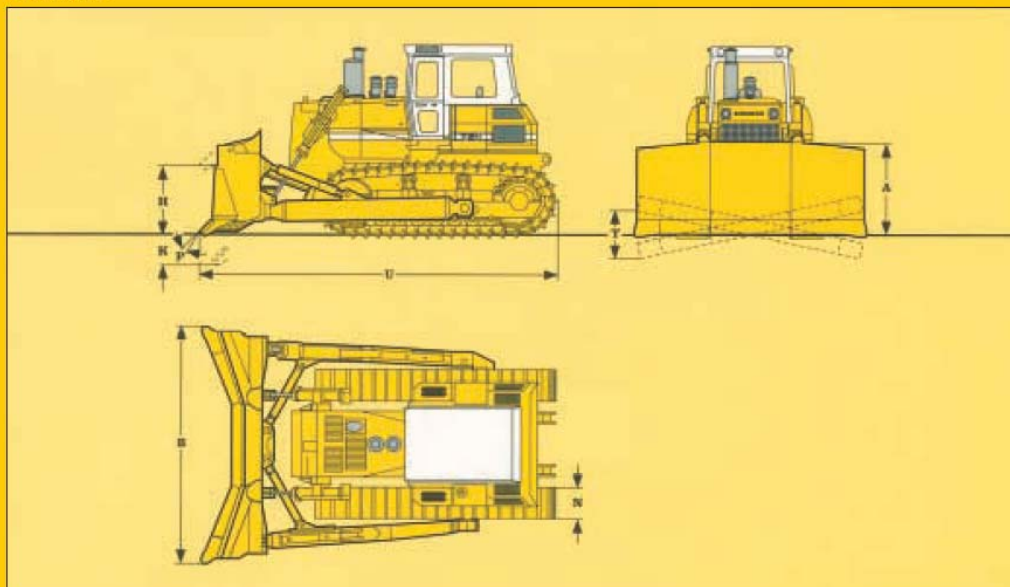
### Angle Dozer Blade





Blade capacity	6.7 cu.yd/5.1 m <sup>3</sup>
<b>Dimensions</b>	ft-in/mm
A Height of blade	3'11"/1200
B Width of blade	15'9"/4800
B1 Transport width	14'3"/4355
H Lifting height	4'8"/1410
K Depth below ground	2'3"/675
P Max. blade pitch	0°
Y Blade angle	±25°
T Max. tilt	1'6"/450
G Width over frame mounting trunions	10'4"/3160
R Width over C-frame	11'6"/3500
U Overall length with straight blade	20'10"/6350
U1 Overall length with angled blade	24'0"/7320
<b>Operating Weights</b>	lbs/kg
Basic machine with blade and trackpads 22"/560 mm	86,800/39,390
24"/610 mm	87,250/39,590
28"/711 mm	88,250/40,040
<b>Ground Pressures</b>	PSI/kg/cm <sup>2</sup>
Basic machine with blade and trackpads 22"/560 mm	15.87/1.12
24"/610 mm	14.65/1.03
28"/711 mm	12.72/0.89

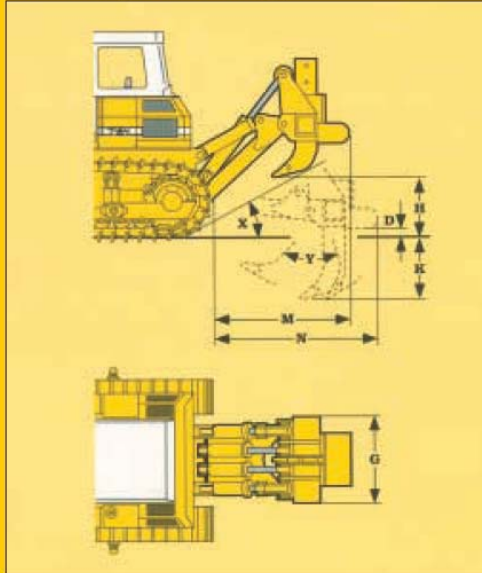
### U-Blade



Blade capacity	14.3 cu.yd/10.9 m <sup>3</sup>
<b>Dimensions</b>	ft-in/mm
A Height of blade	5'5"/1650
B Width of blade	14'1"/4300
H Lifting height	4'1"/1250
K Depth below ground	2'/600
P Max. blade pitch	10°
T Max. tilt	3'3"/1000
U Overall length with blade	21'1"/6425
<b>Operating Weights</b>	lbs/kg
Basic machine with blade and trackpads 22"/560 mm	88,000/39,900
24"/610 mm	88,900/40,300
28"/711 mm	89,700/40,700
<b>Ground Pressures</b>	PSI/kg/cm <sup>2</sup>
Basic machine with blade and trackpads 22"/560 mm	15.9/1.13
24"/610 mm	14.8/1.05
28"/711 mm	12.8/0.91



### Radial Single-Shank Ripper



#### Features

Radial ripper with hydraulic pitch adjustment and hydraulic pin puller.  
Ripper tips: ESCO

We recommend using the ripper only with additional front mounted weight.

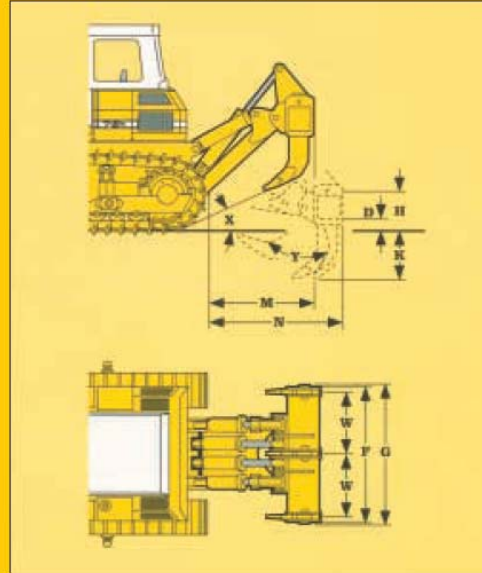
#### Dimensions

	ft-in/mm
D Ground clearance below tool bar	10"/255
G Overall beam width	4'6"/1370
H Max. clearance under tip	3'7"/1100
K Max. penetration	4'0"/1230
M Overall length, raised position	7'4"/2230
N Overall length, lowered position	8'10"/2680
X Slope angle	35°
Y Shank adjustment angle	56°

#### Weight

	lbs/kg
Ripper complete	10,600/4,800

### Radial Multi-Shank Ripper



#### Features

Radial ripper with hydraulic pitch adjustment  
Ripper tips: ESCO

We recommend using the ripper only with additional front mounted weight.

#### Dimensions

	ft-in/mm
D Ground clearance below tool bar	8"/200
F Ripping width	7'2"/2180
G Overall beam width	7'5"/2270
H Max. clearance under tip	2'4"/700/3'3"/1000
K Max. penetration	2'9"/835/1'9"/535
M Overall length, raised position	6'0"/1830
N Overall length, lowered position	7'6"/2280
W Distance between shanks	3'5"/1050
X Slope angle	25°/30°
Y Shank adjustment angle	56°

#### Weight

	lbs/kg
Ripper complete	12,150/5,500

## MODELOS LIEBHERR EN ACCIÓN.

Todos los tipos dentro de la serie de tractores de orugas están dotados de una tracción hidrostática por lo cual las curvas se realizan con una constante fuerza de empuje en ambas orugas, sin necesidad de embrague asegurando una facilidad de maniobra hasta girar sobre su propio eje.





## Tractores de Orugas



### Tractores de Orugas

Los tractores de orugas Case se construyen con la potencia para condiciones difíciles y con la precisión para trabajos de terminación - estas máquinas dictan el estándar en relación a la facilidad de operación y comodidad operacional. Con una variedad de modelos a su elección, los tractores de orugas Case ofrecen desempeño confiable día a día.

Modelo	Potencia neta del motor	Ancho de la Lámina	Capacidad de la Lámina
<b>1150H</b>	89 kW	2,8 m, 3,1 m, 3,1 m	2,6 - 3,0 m3
	119 HP	110", 124", 124"	3.4 - 3.9 yd3
<b>1650K</b>	104 kW	3,2m - 4,0m	3,15 m3
	140 hp	126" - 158"	4.12 yd3
<b>1850K</b>	134 kW	3,4m - 3,9m	5.6 m3
	180 hp	135" - 154"	7.3 yd3
<b>550H</b>	50 kW	2,4 m, 2,8 m	1,3 - 1,5 m3
	67 HP	96", 110"	1.7 - 1.9 yd3
<b>650K</b>	56 kW	2,44 m	1,99 m3
	75 HP	8.0'	1.99 cu. m
<b>750K</b>	60 kW	2,44 m	1,99 m3
	81 HP	8.0'	2.6 y3d
<b>850K</b>	72 kW	2,44 m	2,09 m3
	96 HP	8'	2.73 yd3









## TRACTORES DE CARRILES

Tanto para trabajos grandes como pequeños, desde minería hasta de acabado, tendrás la certeza de encontrar un tractor de cadenas para sus necesidades. Ofrecemos varias configuraciones y conjuntos especializados para cumplir con sus necesidades específicas.

### Pequeños

MODELO	MODELO	POTENCIA NETA	PESO EN ORDEN DE TRABAJO - XL
D3G	3046	52 kW / 70 hp	7351 kg / 16227 lb
D4G	3046	60 kW / 80 hp	7855 kg / 17317 lb
D5G	3046T	67 kW / 90 hp	8919 kg / 19662 lb



D5G



D3G



D4G

**Medianos**

MODELO	MODELO DE MOTOR	POTENCIA EN EL VOLANTE	PESO EN ORDEN DE TRABAJO
D5N	Cat 3126B DITAAC	90.3 kW / 121 hp	12710.6 kg / 28022 lb
D6G Series 2 XL	Cat® 3306T	119 kW / 160 hp	16880 kg / 37219 lb
D6N	Cat 3126B DITAAC	108 kW / 145 hp	15885 kg / 35020 lb
D6N FA	Cat 3126B	108 kW / 145 hp	17288 kg / 38113 lb
D6R	3306T	123 kW / 165 hp	18300 kg / 40400 lb
D6R Series II	C9	138 kW / 185 hp	18322 kg / 40400 lb
D6R LGP	3306T	138 kW / 185 hp	20700 kg / 45600 lb
D6R Series III	Cat C9 ACERT		18669 kg / 41159 lb
D6R XL	3306T	130 kW / 175 hp	19200 kg / 42300 lb
D7R Series II	Cat 3176C	179 kW / 240 hp	25304 kg / 55786 lb



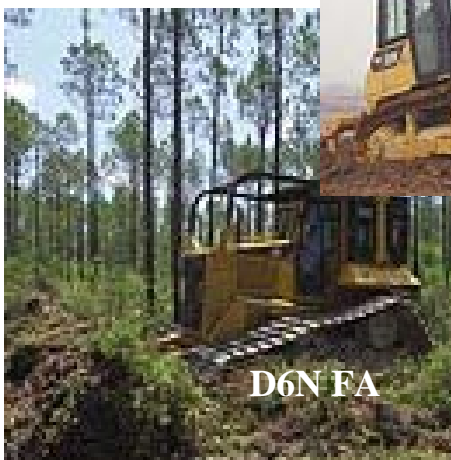
**D5N**



**D6N**



**D6G Series 2**



**D6N FA**



**D6R**

**D6R LGP**



**D6R  
SERIES III**



**D6R XL**



**D7R  
SERIES II**



**D7G  
SERIES 2**



**Grandes**

MODELO	MODELO DE MOTOR	POTENCIA EN EL VOLANTE	PESO EN ORDEN DE TRABAJO
D10T	Motor diesel 3508B	433 kW / 580 hp	66451 kg / 146500 lb
D11R	Motor diesel 3508B	634 kW / 850 hp	104372 kg / 230100 lb
D11R CD	Motor diesel 3508B	634 kW / 850 hp	112763 kg / 248600 lb
D8R	Motor diesel 3508B	228 kW / 305 hp	37771 kg / 82850 lb
D8R LGP	Motor diesel 3508B	228 kW / 305 hp	33725 kg / 74363 lb
D8T	Motor diesel 3508B	231 kW / 310 hp	38488 kg / 84850 lb
D9R	Motor diesel 3508B	302 kW / 405 hp	48784 kg / 107548 lb
D9T	Motor diesel 3508B	306 kW / 410 hp	47900 kg / 105600 lb



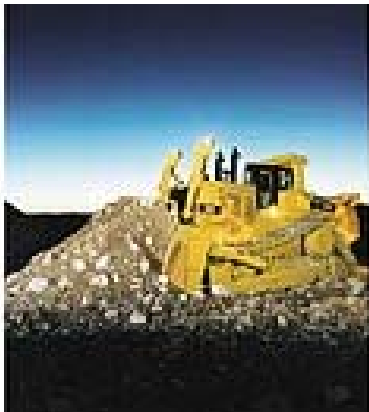
**D10T**



**D9R**



**D8R**



**D11R**



**D9T**



**D8RLGP**



**D11R CD**



**D8T**



### Configuración para Rellenos Sanitarios

MODELO	MODELO DE MOTOR	POTENCIA EN EL VOLANTE	PESO EN ORDEN DE TRABAJO
D10T WH	Cat 3412E	433 kW / 580 hp	65764 kg / 144986 lb
D6N WH	Cat® 3126B	108 kW / 145 hp	19257 kg / 42454.37 lb
D6R Series II WH	Cat® C-9	138 kW / 185 hp	20600 kg / 45370 lb
D7R Series II WH	Cat® 3176C	179 kW / 240 hp	27920 kg / 61500 lb
D8T WH	Cat® C15 ACERT®	231 kW / 310 hp	38660 kg / 85150 lb
D9T WH	Cat 3408E	306 kW / 410 hp	49567 kg / 109180 lb



**D10T WH**



**D6N WH**



**D6R Series  
II WH**



**D7R Series II WH**



**D8T WH**

A continuación algunos tractores con información detallada de algunos modelos que ofrece caterpillar:



## D3G

El nuevo D3G combina la energía de un tractor grande con la flexibilidad y la maniobrabilidad de una máquina más pequeña en un paquete que resuelve una amplia gama usos de trabajo. ¡Con cabina del operador cómoda, visibilidad excelente y control simple de la palanca de mando, el D3G es todo que esperas de Caterpillar y más!

### D3G ESPECIFICACIONES DETALLADAS

#### Motor

Modelo	3046
Potencia neta	70 hp / 52 kW
Potencia bruta	77 hp / 57 kW

#### Pesos

Peso en orden de trabajo - XL	16227 lb / 7351 kg
Peso en orden de trabajo - LGP	17160 lb / 7784 kg

#### Transmisión

Bombas de mando	2
Motores de las cadenas	2
Ajustes de las válvulas de alivio	6380 lb/pulg <sup>2</sup> / 44000 kPa
Máxima velocidad de desplazamiento - avance	5.6 mph / 9 kph
Máxima velocidad de desplazamiento - retroceso	6 mph / 9.6 kph

#### Tren de rodaje

Número de rodillos (cada lado)	6
Número de zapatas (cada lado)	39
Ancho de zapata - XL	16 pulg / 406 mm
Ancho de zapata - LGP	25 pulg / 635 mm

Longitud de cadena sobre el suelo - XL	81 pulg / 2055 mm
Longitud de cadena sobre el suelo - LGP	81 pulg / 2055 mm
Entrevía - XL	57 pulg / 1448 mm
Entrevía - LGP	66 pulg / 1676 mm
Superficie de contacto con el suelo - XL	2586 pulg <sup>2</sup> / 1.668 m <sup>2</sup>
Superficie de contacto con el suelo - LGP	4045 pulg <sup>2</sup> / 2.61 m <sup>2</sup>
Presión sobre el suelo - XL	6.27 lb/pulg <sup>2</sup> / 43.2 kPa
Presión sobre el suelo - LGP	4.24 lb/pulg <sup>2</sup> / 29.3 kPa



### D6R Series III

Diseñado para trabajos exigentes. El D6R de la Serie III está diseñado para ser productivo en una variedad de aplicaciones. Mantiene el material moviéndose con la fiabilidad y los bajos costos de operación que espera de las máquinas Caterpillar.

### D6R SERIES III ESPECIFICACIONES DETALLADAS

#### Motor

Modelo de motor	Cat C9 ACERT
Potencia bruta	213 hp / 159 kW
Potencia neta - Caterpillar	185 hp / 138 kW
Potencia neta - ISO 9249	185 hp / 138 kW

#### Pesos

Peso en orden de trabajo	41159 lb / 18669 kg
Peso en orden de trabajo - STD A	41148 lb / 18669 kg

Peso de embarque STD A	32426 lb / 14708 kg
<b>Motor – XL/XW/LGP</b>	
Modelo de motor	Cat C9 ACERT
Potencia bruta	228 hp / 170 kW
Potencia neta - Caterpillar	200 hp / 149 kW
Potencia neta - ISO 9249	200 hp / 149 kW
<b>Controles hidráulicos – Presión de operación máxima</b>	
Hoja topadora	2799 lb/pulg2 / 19300 kPa
Inclinación de la hoja topadora	2799 lb/pulg2 / 19300 kPa
Cilindro de inclinación	2799 lb/pulg2 / 19300 kPa
Desgarrador (izquierdo)	2799 lb/pulg2 / 19300 kPa
Desgarrador (inclinación hacia adelante y hacia atrás)	2799 lb/pulg2 / 19300 kPa
Dirección	5802 lb/pulg2 / 40000 kPa



## D8R

La rueda motriz elevada del Tractor D8R aumenta la productividad, simplifica el mantenimiento, reduce la inactividad con sus componentes modulares y eleva los mandos finales y componentes asociados del tren de fuerza fuera del entorno de trabajo.

### D8R ESPECIFICACIONES DETALLADAS

#### Motor

Modelo de motor	Motor diesel 3508B
Potencia en el volante	305 hp / 228 kW
Potencia bruta	328 hp / 245 kW
Potencia neta - Caterpillar	305 hp / 228 kW



Potencia neta - ISO 9249 305 hp / 228 kW

### **Pesos**

Peso en orden de trabajo 82850 lb / 37771 kg

Peso de envío 60454 lb / 27416 kg

### **Tren de rodaje**

Zapatas/lado 44

Paso 8.42 pulg / 216 mm

Espacio libre sobre el suelo 20.8 pulg / 528 mm

Entrevía 81.97 pulg / 2082 mm

Longitud de la cadena en el terreno 10.5 pie / 3206 mm

Área de contacto con el terreno 5554 pulg2 / 358 m2

### **Controles hidráulicos**

Ajuste de la válvula de alivio de la hoja topadora 3500 lb/pulg2 / 24100 kPa

Ajuste de la válvula de alivio del cilindro de inclinación 3500 lb/pulg2 / 24100 kPa

Ajuste de la válvula de alivio del desgarrador (levantamiento) 3500 lb/pulg2 / 24100 kPa

Ajuste de la válvula de alivio del desgarrador (inclinación vertical) 3500 lb/pulg2 / 24100 kPa



## **D8T**

Diseñado para trabajos exigentes. La construcción duradera del D8T es ideal para trabajar en condiciones difíciles. El motor C15 de rendimiento superior y bajo consumo de combustible, que cumple con las regulaciones de emisiones con la ayuda de la tecnología ACERT, mantiene el material en movimiento con la fiabilidad y los bajos costos de operación que usted espera de los Tractores Cat.

## D8T ESPECIFICACIONES DETALLADAS

### Motor

Modelo de motor	Motor diesel 3508B
Potencia en el volante	310 hp / 231 kW
Potencia bruta	347 hp / 259 kW
Cilindrada	928 pulg <sup>3</sup> / 15.2 L

### Pesos

Peso en orden de trabajo	84850 lb / 38488 kg
Peso de envío	65152 lb / 29553 kg

### Tren de rodaje

Tipo de zapata	Servicio extremo
Ancho de la zapata	22 pulg / 560 mm
Zapatas/lado	44
Altura de las garras	3 pulg / 78 mm

### Desgarradores

Fuerza de penetración máxima (vástago vertical)	28620 lb / 127.3 kN
Fuerza de desprendimiento	50070 lb / 222.7 kN
Peso total en orden de trabajo* (con hoja SU y desgarrador)	84850 lb / 38488 kg
Fuerza de penetración máxima (vástago vertical)	27920 lb / 124.2 kN

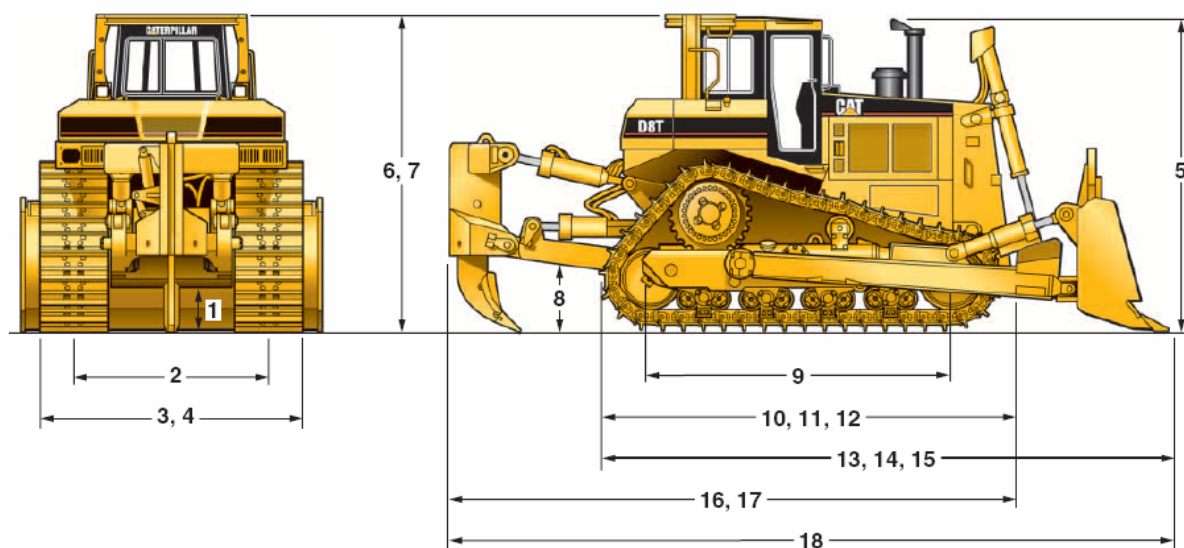
## Hojas

Tipo	Tractor Topador 11CD
Capacidad (SAE J1265)	6.1 yd <sup>3</sup> / 4.7 m <sup>3</sup>
Ancho (sobre cantoneras)	16.3 pie / 4990 mm
Altura	3.85 pie / 1174 mm
de excavación	24.7 pulg / 628 mm

## D8T Track-Type Tractor

### Dimensions

All dimensions are approximate.



1	Ground Clearance	618 mm	24.3 in
2	Track Gauge	2.08 m	82 in
3	Width without Trunnions (Standard Shoe)	2642 mm	8.7 ft
4	Width Over Trunnions	3057 mm	10 ft
5	Height (Top of Stack)	3448 mm	11.3 ft
6	Height (FOPS Cab)	3456 mm	11.34 ft
7	Height (ROPS/Canopy)	3461 mm	11.35 ft
8	Drawbar Height (Center of Clevis)	708 mm	27.87 in
9	Length of Track on Ground	3207 mm	126.26 in
10	Overall Length Basic Tractor	4641 mm	15.2 ft

11	Length Basic Tractor with Drawbar	4998 mm	16.4 ft
12	Length Basic Tractor with Winch	5275 mm	17.3 ft
13	Length with SU-blade	6091 mm	20 ft
14	Length with U-blade	6434 mm	21.1 ft
15	Length with A-blade	6278 mm	20.6 ft
16	Length with Single-Shank Ripper	6422 mm	21 ft
17	Length with Multi-Shank Ripper	6344 mm	20.8 ft
18	Overall Length (SU Blade/SS Ripper)	7872 mm	25.8 ft

## Tractores de Ruedas



Cada operación está diseñada para máquinas de respaldo de alta producción. Los Tractores de Ruedas combinan las capacidades de producción de los Tractores de Cadenas con la movilidad y versatilidad de los Tractores de Ruedas para proporcionarle una máquina de servicio general inigualable.

### Mediano

MODELO	MODELO DE MOTOR	PESO EN ORDEN DE TRABAJO	CAPACIDADES DE LA HOJA
<a href="#"><u>814F</u></a>	Cat 3176C ATAAC	21713 kg / 47877 lb	2,66 m³ 3,49 yd³

### Grande

MODELO	MODELO DE MOTOR	NET POWER	PESO EN ORDEN DE TRABAJO
<a href="#"><u>844H</u></a>	Cat 27 ACERT™	468 kW / 627 hp	70815 kg / 156120 lb



**844H**



**814F**



# KOMATSU

## Global

Los equipos Komatsu incorporan sensores en el motor o sistema hidráulico. Estos detectan fallas mecánicas.

Los sensores instalados en los motores o en el sistema hidráulico, verifican si hay frenos defectuosos, dificultades en el sistema hidráulico o falta de aceite. Posteriormente, envían una señal a un satélite que desde el espacio monitorea los equipos que vendidos, los que están en uso o los que poseen sus distribuidores.

Luego, los técnicos de Komatsu evalúan la maquinaria rodante que reportó la falla y, valiéndose del Internet, envían a sus distribuidores o clientes un informe en el cual señalan la índole del problema y sus posibles soluciones.

También son capaces de monitorear que los vehículos no salgan de un área geográfica predeterminada, de manera que si son robados estos se desconectan y ya no pueden ser movilizadados, y el satélite ubica el lugar en donde se encuentran. Esta es la tecnología “GPS”.

<div data-bbox="224 1035 414 1066">□ D155AX-5</div> 	<table border="1"> <tr> <td>Operating weight (approx):</td><td>38,610 kg</td></tr> <tr> <td>Net Engine Power (SAE):</td><td>231 kW 310 HP</td></tr> </table>	Operating weight (approx):	38,610 kg	Net Engine Power (SAE):	231 kW 310 HP
Operating weight (approx):	38,610 kg				
Net Engine Power (SAE):	231 kW 310 HP				
<div data-bbox="224 1428 423 1459">□ D575-2 SR</div> 	<table border="1"> <tr> <td>Operating weight (approx):</td><td>132,000 kg</td></tr> <tr> <td>Net Engine Power (SAE):</td><td>784 kW 1050 HP</td></tr> </table>	Operating weight (approx):	132,000 kg	Net Engine Power (SAE):	784 kW 1050 HP
Operating weight (approx):	132,000 kg				
Net Engine Power (SAE):	784 kW 1050 HP				

<p>□ D575A-2 SD</p> 	<table border="1"> <tr> <td>Operating weight (approx):</td><td>142,500 kg</td></tr> <tr> <td>Net Engine Power (SAE):</td><td>858 kW 1150 HP</td></tr> </table>	Operating weight (approx):	142,500 kg	Net Engine Power (SAE):	858 kW 1150 HP
Operating weight (approx):	142,500 kg				
Net Engine Power (SAE):	858 kW 1150 HP				
<p>□ D275AX-5</p> 	<table border="1"> <tr> <td>Operating weight (approx):</td><td>49,850 kg</td></tr> <tr> <td>Net Engine Power (SAE):</td><td>306 kW @2000</td></tr> </table>	Operating weight (approx):	49,850 kg	Net Engine Power (SAE):	306 kW @2000
Operating weight (approx):	49,850 kg				
Net Engine Power (SAE):	306 kW @2000				
<p>□ D65EX-15</p> 	<table border="1"> <tr> <td>Operating weight (approx):</td><td>20,080 kg</td></tr> <tr> <td>Net Engine Power (SAE):</td><td>142kw @1950</td></tr> </table>	Operating weight (approx):	20,080 kg	Net Engine Power (SAE):	142kw @1950
Operating weight (approx):	20,080 kg				
Net Engine Power (SAE):	142kw @1950				
<p>□ D65PX-15</p> 	<table border="1"> <tr> <td>Operating weight (approx):</td><td>20.800 kg</td></tr> <tr> <td>Net Engine Power (SAE):</td><td>142kw @1950</td></tr> </table>	Operating weight (approx):	20.800 kg	Net Engine Power (SAE):	142kw @1950
Operating weight (approx):	20.800 kg				
Net Engine Power (SAE):	142kw @1950				

<p>□ D85PX-15</p> 	<table border="1"> <tr> <td>Operating weight (approx):</td><td>27,550 kg</td></tr> <tr> <td>Net Engine Power (SAE):</td><td>179kw @1900</td></tr> </table>	Operating weight (approx):	27,550 kg	Net Engine Power (SAE):	179kw @1900
Operating weight (approx):	27,550 kg				
Net Engine Power (SAE):	179kw @1900				
<p>□ D85EX-15</p> 	<table border="1"> <tr> <td>Operating weight (approx):</td><td>28,000 kg</td></tr> <tr> <td>Net Engine Power (SAE):</td><td>179kw @1900</td></tr> </table>	Operating weight (approx):	28,000 kg	Net Engine Power (SAE):	179kw @1900
Operating weight (approx):	28,000 kg				
Net Engine Power (SAE):	179kw @1900				
<p>□ D375A-5</p> 	<table border="1"> <tr> <td>Operating weight (approx):</td><td>61,895 kg</td></tr> <tr> <td>Net Engine Power (SAE):</td><td>391kw @1800</td></tr> </table>	Operating weight (approx):	61,895 kg	Net Engine Power (SAE):	391kw @1800
Operating weight (approx):	61,895 kg				
Net Engine Power (SAE):	391kw @1800				
<p>□ D475A-5 SD</p> 	<table border="1"> <tr> <td>Operating weight (approx):</td><td>105,000 kg</td></tr> <tr> <td>Net Engine Power (SAE):</td><td>642 kw @2000</td></tr> </table>	Operating weight (approx):	105,000 kg	Net Engine Power (SAE):	642 kw @2000
Operating weight (approx):	105,000 kg				
Net Engine Power (SAE):	642 kw @2000				
<p>□ D475A-5</p> 	<table border="1"> <tr> <td>Operating weight (approx):</td><td>95,120 kg</td></tr> <tr> <td>Net Engine Power (SAE):</td><td>642 kw @2000</td></tr> </table>	Operating weight (approx):	95,120 kg	Net Engine Power (SAE):	642 kw @2000
Operating weight (approx):	95,120 kg				
Net Engine Power (SAE):	642 kw @2000				

# KOMATSU

Con el diseño integral de Komatsu se logra calidad y fiabilidad. El sistema hidráulico, el tren de rodaje, el chasis y todos los demás componentes han sido diseñados por Komatsu.





# KOMATSU

## D475A-5

**POTENCIA NETA AL VOLANTE**

664 kW 890 HP @ 2.000 rpm

**PESO OPERATIVO**

108.390 kg

**CAPACIDAD DE HOJA**

Hoja en semi-U: 27,2 m<sup>3</sup>

Hoja en U: 34,4 m<sup>3</sup>

**D  
475**

**BULLDOZER SOBRE ORUGAS**



## D475A-5

## A SIMPLE VISTA

### Con el diseño integral de Komatsu

se logra una mayor calidad, fiabilidad y polivalencia. El sistema hidráulico, el tren de rodaje, el chasis y todos los demás componentes han sido diseñados por Komatsu. Usted adquiere una máquina cuyos componentes han sido pensados para trabajar en equipo y obtener así una mayor productividad, fiabilidad y polivalencia.

### El ventilador de refrigeración del motor

de accionamiento hidrostático regulado automáticamente reduce el consumo de combustible y los niveles sonoros en funcionamiento. Posición de inversión para la limpieza del radiador.

**Diseño con centro de gravedad bajo**  
ofrece una excelente estabilidad.

**Mantenimiento preventivo**

- Estación centralizada de servicio controlado electrónicamente
- Tubería hidráulica protegida
- Tren de rodaje modular
- Puertos de verificación de la presión de aceite

**Gran capacidad de hoja**

- 27,2 m<sup>3</sup> (Hoja en semi-U)
- 34,4 m<sup>3</sup> (Hoja en U)



**Sistemas de operación perfeccionados**

- El sistema de control de tracción para las labores de ripado aumenta el rendimiento y la vida útil de los carros
- El bloqueo automático del convertidor de par permite economizar combustible mientras aumenta la velocidad y la eficiencia de la transmisión en tareas de empuje prolongadas

**La nueva cabina de diseño hexagonal incorpora:**

- Espacio interior de grandes dimensiones
- Nuevo amortiguador de cabina para mayor confort
- Excelente visibilidad
- Aire acondicionado de alto rendimiento
- Palanca PCCS (Palm Command Control System) para control de dirección y hoja
- Presurización en cabina
- Reposabrazos regulable
- Kit de preinstalación de radio
- Conector de 12 V

**Motor**

664 kW (890 HP) turbo alimentado y postenfriado con nuevo controlador electrónico.

**POTENCIA NETA AL VOLANTE**  
664 kW 890 HP

**PESO OPERATIVO**  
108.390 kg

**CAPACIDAD DE HOJA**  
Hoja en semi-U: 27,2 m<sup>3</sup>  
Hoja en U: 34,4 m<sup>3</sup>

**Sistema de monitorización de salud del vehículo  
VHMS (Vehicle Health Monitoring System)**

El controlador VHMS monitoriza las condiciones de salud de los componentes principales y facilita los análisis de la máquina y sus operaciones.



### **Ripper (opcional)**

#### **Tren de rodaje**

- El chasis de tipo bogie en forma de K mej
- componentes así como la comodidad del
- El nuevo diseño de la articulación de oruga reduce los costes de manteni-
- miento al facilitar el giro de los pasadores y el uso continuado de los mismos

- Gigante variable
- Multirejones

### **Joystick de desplazamiento Palm Command**

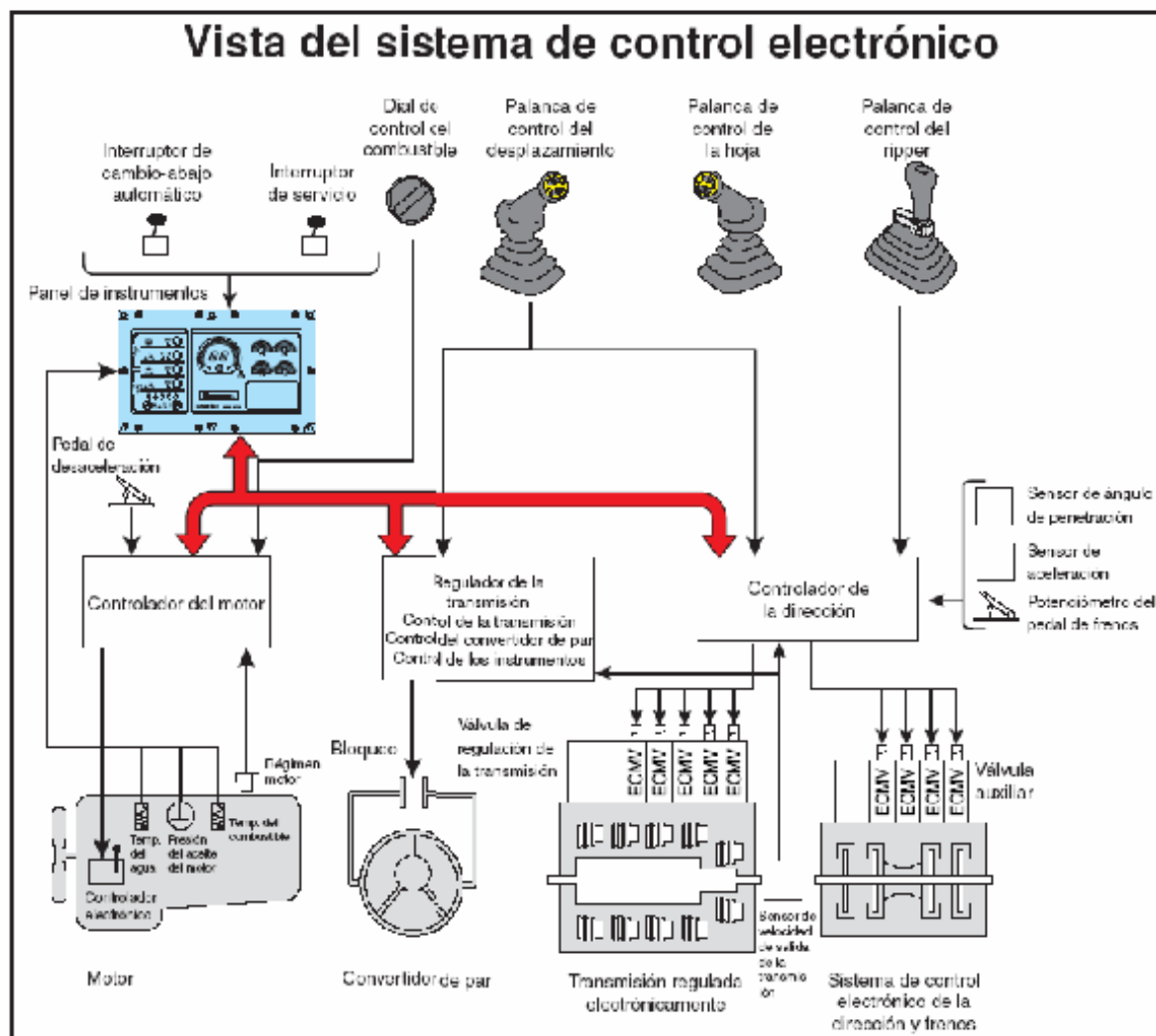
El joystick de desplazamiento Palm Command permite al operador adoptar una posición relajada así como un control muy preciso sin cansarse. El cambio de marcha se lleva a cabo simplemente con los botones accionados mediante el pulgar.

Todas las señales se transmiten por un controlador de motor y transmisión, evitando la sobrecarga del sistema de dirección hidráulico y protegiendo las piezas hidráulicas y mecánicas. Dado que los mecanismos articulados del controlador entre el dial de velocidad del motor, el pedal decelerador y el motor son eléctricos, no hay desgaste de piezas móviles del mecanismo articulado.



Joystick izquierdo





## Sistema de regulación electrónica del tren de rodaje

Funcionamiento suave y uniforme gracias al controlador del motor y a la transmisión.

El D475A-5 utiliza un nuevo sistema de control electrónico del tren de rodaje. El controlador registra el control del operario (movimiento de la palanca y funcionamiento de los interruptores) junto con las señales de condición de la máquina que transmiten cada sensor, como velocidad del motor y ángulo de la máquina. Esto se usa para controlar con precisión el convertidor de par, la transmisión, los embragues de la dirección y los frenos, con el fin de obtener operaciones optimizadas de la máquina.

## Controlador del motor

Controlando el sistema de inyección de combustible, el controlador optimiza el consumo de combustible y la potencia necesaria. Funciona en tres niveles:

- **Pasivo:** gestiona la información sobre la condición de trabajo, proporciona un manual de operaciones de a bordo e informa sobre la historia de la máquina.
- **Activo:** proporciona el código de error y actúa como sistema de aviso, ayudando a reducir los costosos desperfectos de la máquina.
- **Herramienta de medición:** los técnicos del servicio pueden ver los diversos parámetros de la máquina sin la necesidad de hardware y software costosos y específicos. Esto también pone a disponibilidad inmediata la información técnica, optimizando el tiempo operativo.





## Joystick de control de la hoja y del ripper

Los josticks de control de la hoja y del ripper disponen de un diseño ergonómico y permiten largas jornadas de trabajo para el operario con un control preciso de la hoja.

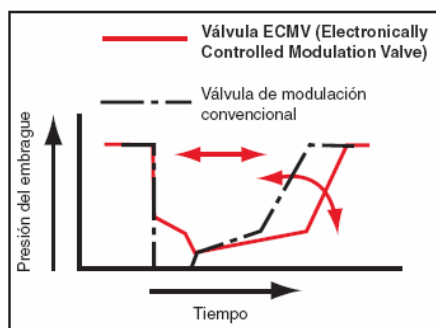


## Dial de control de aceleración del motor

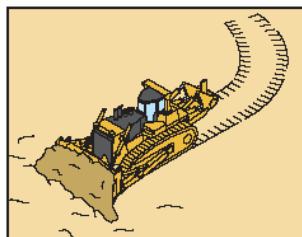
El índice de RPM del motor se controla y comprueba continuamente por el controlador del motor. Esto controla la inyección de combustible si es necesario, ahorrando en combustible. Dado que los mecanismos articulados del controlador entre el dial de aceleración del motor, el pedal decelerador y el motor son eléctricos, no hay desgaste de piezas movibles del mecanismo articulado.

## Embragues de dirección/frenos ECMV (Electronically Controlled Modulation Valve)

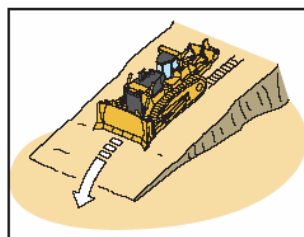
Usando una serie innovadora de válvulas, el controlador de la transmisión hace de cada accionamiento del embrague un proceso automático y suave. La velocidad de cada cambio se basa en las condiciones del recorrido, tales como la velocidad del engranaje, las RPM del motor y la secuencia de cambio de marcha actual. Esto proporciona un accionamiento del embrague suave y sin sacudidas, mayor durabilidad de los componentes y confort añadido. También ayuda a la productividad porque el sistema ECMV gestiona la transmisión, permitiendo al operario concentrarse en la posición de la hoja.



## Ventajas del control de freno/embragues de la dirección ECMV



Cuando se está explanando y girando, el sistema ECMV controla automáticamente la relación de la carrera de los frenos y embragues de la dirección, dependiendo del grado de carga, permitiendo realizar el explanado y el giro de una manera suave.



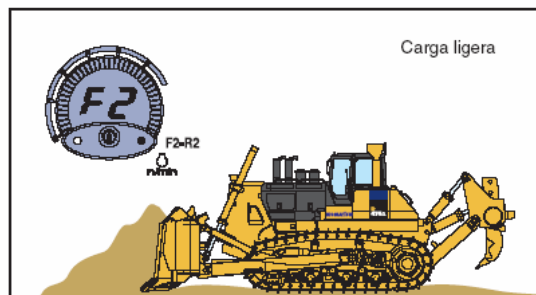
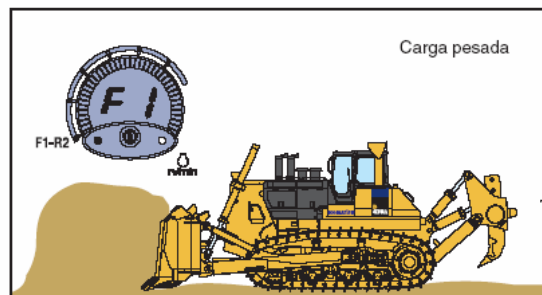
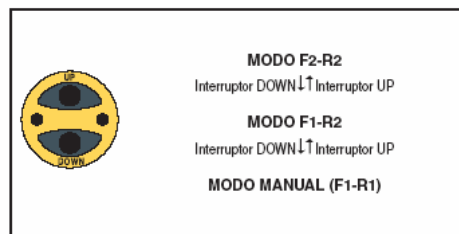
Cuando se realiza la explanación cuesta abajo, el sistema ECMV controla automáticamente los frenos y embragues de la dirección dependiendo de la inclinación de la máquina o grado de carga, reduciendo la contradirección y permitiendo operaciones de explanado más suaves.

## Transmisión

La transmisión servoasistida de engranaje planetario Komatsu ofrece 3 velocidades de marcha adelante y 3 de marcha atrás. La transmisión de gran tamaño utiliza válvulas de modulación controladas electrónicamente. Esto permite que la transmisión determine el tiempo óptimo para el cambio, dependiendo de la aplicación y de las condiciones del funcionamiento de la máquina. Como resultado, se reduce la tensión en el tren de rodaje y se aumenta el confort en la conducción.

### Función preprogramada de selección de velocidad de desplazamiento

La función preprogramada de selección de velocidad de desplazamiento forma parte del equipo estándar, lo cual permite al operador seleccionar las velocidades de marcha adelante, atrás, entre tres modelos predeterminados, F1-R2, F2-R2, y cambio manual. Cuando se selecciona el modelo predeterminado F1-R2 o F2-R2 y se mueve el joystick de mando desde marcha adelante hacia marcha atrás, la máquina se desplaza hacia adelante o atrás adoptando automáticamente las velocidades F1/R2 o F2/R2. Esta función disminuye el tiempo necesario para cambiar de marcha durante operaciones repetidas de desplazamiento en giro.



Función de disminución de marcha automática

Accionado en carga pesada o pendientes muy inclinadas



### Función de disminución de marcha automática

El controlador regula el régimen del motor, la marcha en desplazamiento y la velocidad de desplazamiento. Cuando se aplica carga y se disminuye la velocidad de desplazamiento de la máquina, el controlador pasa automáticamente a una marcha inferior para optimizar la velocidad del engranaje y optimizar el ahorro de combustible. Esta función ofrece la posibilidad de trabajar cómodamente y aumenta al máximo la productividad sin necesidad de cambiar de marcha manualmente. (Se puede desactivar esta función mediante el interruptor de cancelación.)



Panel de control del deslizamiento de las zapatas de oruga

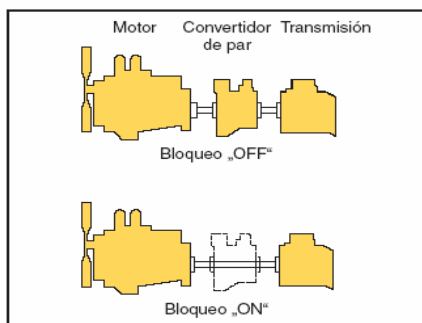
### Sistema de control de tracción (opcional)

- Suprime la necesidad de que el operador controle de forma permanente la salida de potencia del motor con el decelerador mientras efectúa trabajos de escarificado. Gracias a ello, se reduce el cansancio del operador de manera significativa.
- Se han facilitado enormemente las maniobras puesto que el operador puede centrarse libremente en el ripado sin necesidad de controlar el deslizamiento de las tejas de las orugas.
- Se han reducido considerablemente los gastos de reparación y se ha prolongado fuertemente la vida útil del tren de rodaje al reducirse el deslizamiento de las tejas.
- El sistema de control de tracción contribuye igualmente a reducir los gastos de combustible dado que se controla automáticamente la salida de potencia del motor lográndose niveles óptimos para las tareas emprendidas.

### Convertidor de par

El eficaz convertidor de par de una sola etapa proporciona un aumento de par alto en condiciones de carga cambiantes, siempre proporcionando un rendimiento óptimo del motor. El convertidor de

par ofrece una transmisión de potencia suave y libre de sacudidas entre el motor y la transmisión, resultando en confort superior para el operario y una gran durabilidad del tren de rodaje.



#### **Sistema de bloqueo automático del convertidor de par**

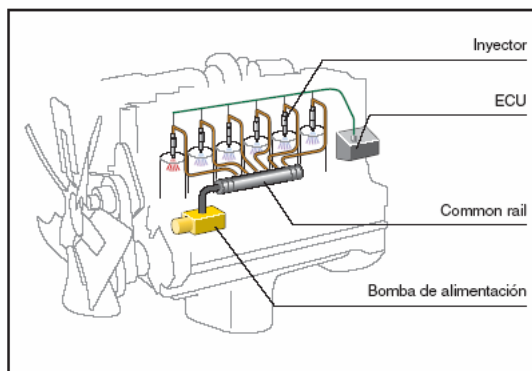
El convertidor de par se suministra como equipo estándar con un sistema de bloqueo, poniendo la eficacia del tren de rodaje de la Komatsu D475A-5 al más alto nivel de su clase. Un interruptor de selección en el panel de control ofrece dos elecciones: el modo de trabajo del convertidor de par normal, utilizado durante operaciones de ripado y excavación y el „modo de bloqueo del convertidor de par“ para operaciones de explanado. Cuando se selecciona el „modo de bloqueo del convertidor de par“, el controlador de la transmisión engranará y desengranará automáticamente el convertidor de par. De esta manera, el tren de rodaje usará automáticamente el mejor modo, combinando la mayor fuerza de tracción y velocidad con el menor consumo de combustible.

#### **Motor potente y limpio**

El motor SAA12V140E-3 desarrolla un par de 664 kW (890 HP) a 2.000 RPM y cumple con las normas EPA TIER II sobre emisiones, sin sacrificar productividad de la potencia o de la máquina. Incluye inyección directa de carburante más un turboalimentador y postenfriado para optimizar el ahorro de combustible. Con vistas a reducir al mínimo el ruido y las vibraciones, el motor está montado en el chasis principal sobre amortiguadores de caucho.

#### **Sistema HPCR de alta resistencia**

Una bomba de alta presión introduce el gasoil en la cámara de acumulación o “Common Rail”. Entonces, una ECU (“Unidad de Control Electrónica”) optimiza la inyección del gasoil en los cilindros del motor. Esto mejora la potencia del motor, la eficiencia en el consumo de combustible y reduce emisiones y el nivel de ruido.

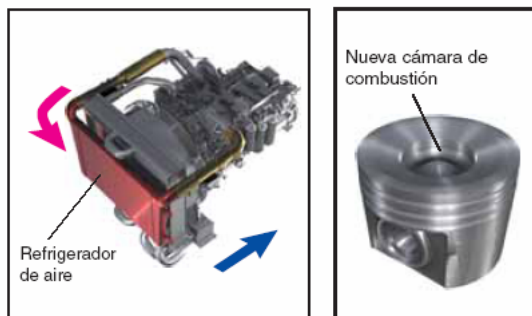


#### **Sistema de refrigeración de carga air-to-air**

En este sistema, una porción pequeña del gas de combustión del motor se refrigera a través del refrigerante de la EGR, y después se vuelve a desviar al cilindro como gas inerte. Este proceso reduce la concentración de oxígeno en la cámara de combustión, y por tanto el proceso de refrigeración.

#### **Nuevo sistema de combustión**

Nuestro nuevo sistema de combustión optimiza la coordinación de la combustión y la ignición. Gracias a muchas simulaciones computerizadas y análisis, el diseño especial de la cámara de combustión reduce las emisiones de NOx y partículas, el consumo de gasoil y el nivel de ruido.



#### **Eficacia mejorada con el ventilador de refrigeración del motor de accionamiento hidrostático**

La rotación del ventilador se regula automáticamente en función de la temperatura del refrigerante y del aceite hidráulico, lo cual ahorra combustible y ofrece una productividad mayor, todo ello en un entorno de trabajo silencioso.

#### **Limpieza fácil con el ventilador de refrigeración del motor de accionamiento hidráulico**

El núcleo del radiador y el núcleo en la parte delantera del refrigerador de aceite se pueden limpiar fácilmente poniendo en funcionamiento el ventilador de refrigeración del motor hidráulico en modo inverso. Gracias a ello, los intervalos de limpieza de estos núcleos se pueden aumentar, resultando en una mayor eficacia de refrigeración.





## Hojas

Komatsu usa un diseño de hoja de caja que ofrece la mayor resistencia en una hoja de bajo peso. Esto aumenta la capacidad de maniobra total de la hoja. Se ha incorporado acero de alta resistencia a la tracción en el borde de ataque y los bordes laterales con vistas a aumentar su vida útil. La forma de la hoja facilita el manejo de una gran variedad de materiales, ofreciendo buena penetración, junto con una baja resistencia a la rodadura de la hoja. Finalmente, las hojas Komatsu proporcionan mayor rendimiento en consumo de combustible.

### Hoja en semi-U

La hoja en semi-U de Komatsu está pensada para soportar las aplicaciones más duras. La forma de la hoja proporciona excelente penetración en el terreno. Sus dos aletas laterales evitan la caída del material, obteniendo un rendimiento de primera clase en los trabajos de empuje.



### Hoja en U

La hoja en U de Komatsu ha sido especialmente diseñada para explanar grandes cantidades de materia con un mínimo de caídas. Aparte de esto, la excelente hoja también ofrece un buen rendimiento de los rodamientos, obteniendo el mejor partido de la máquina.

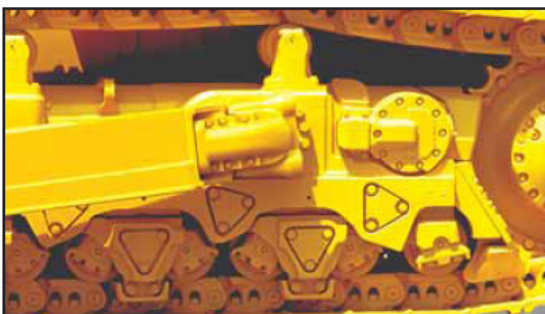
### Ripper

Los rippers de Komatsu han sido concebidos para combinar la mayor productividad con una larga vida. El región está equipado con piezas especialmente diseñadas que reducen el desgaste y aumentan la durabilidad, y ofrecen la mejor penetración en diferentes tipos de materiales. Los rippers de ángulo variable patentados por Komatsu proporcionan la extracción idónea de rocas. Su diseño especial permite que los cilindros trabajen en armonía para la combinación perfecta del movimiento del punto del ripper y la fuerza de elevación. Lo que es más, usted tiene control preciso sobre el ángulo del punto del ripper para asegurar máxima penetración.



## Tren de rodaje de perfil bajo

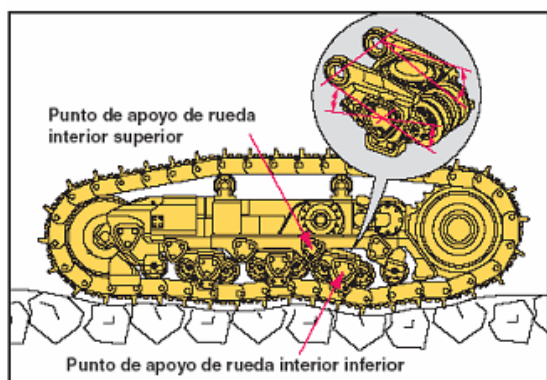
Komatsu ofrece un diseño extraordinariamente resistente y excelentes estabilidad y capacidad de explanación. Los resistentes ensamblajes de la articulación con casquillos de gran diámetro, la altura de la articulación de la oruga y las excelentes juntas estancas al aceite aumentan la durabilidad del tren de rodaje. El mantenimiento es asistido por el engrasado remoto del pasador central de la barra compensadora. Las ruedas dentadas segmentadas se pueden reemplazar individualmente, a mano, posibilitando que un mecánico pueda reemplazar piezas in situ. Asimismo, el diseño proporciona al conductor una vista perfecta de las puntas de la hoja, facilitando el trabajo y haciéndolo más preciso.



### Sistema de tren de rodaje de tipo bogie K

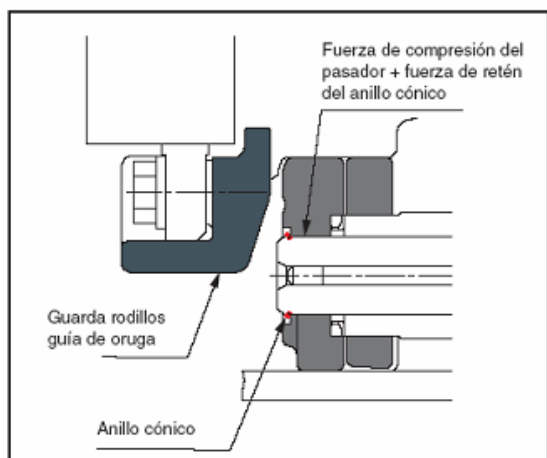
El sistema de tren de rodaje de tipo K-bogie está construido con un piñón fijo y rodamientos de oruga flexibles. Los rodamientos de la oruga están montados por pares en un sistema de bogie gemelo, permitiendo un amplio movimiento vertical del rodamiento de la oruga.





### **Características del sistema tipo bogie K**

- El sistema tipo bogie K proporciona un apoyo excelente en el ensamblaje de la articulación, incluso en condiciones de trabajo difíciles
- El ensamblaje de la articulación está siempre en contacto con el suelo, ofreciendo la mejor transferencia de la fuerza de tracción
- Se reduce la carga por impacto en los componentes del tren de rodaje y se aumenta ampliamente la durabilidad de los mismos
- Se mejora el confort en la conducción al reducir las vibraciones y las sacudidas, incluso sobre terrenos abruptos
- El nuevo diseño de los 8 rodillos del carro y guías tensoras de montaje flexible dota al Bulldózer de una importante longitud neta real de contacto con el suelo, combinado con la suave conducción sobre terreno desigual



### **Articulación de oruga con anillo cónico**

Las nuevas articulaciones del D475A-5 incluyen una fuerza de compresión reducida y un anillo cónico. Con ello se obtiene un servicio más fácil con menos peligro de deteriorar el pasador cuando se giran los pasadores y los casquillos. Como resultado se alarga la vida útil del tren de rodaje y se reducen los gastos de mantenimiento usando menos las piezas, pudiendo volver a utilizar más veces los pasadores y reduciendo el tiempo de mantenimiento, expresado en horas-hombre.

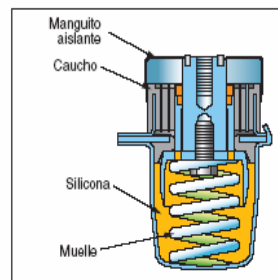
## Comodidad del operador

La comodidad del operador constituye un elemento esencial para un trabajo seguro y productivo. El D475A-5 proporciona al operador un ambiente tranquilo y cómodo gracias al cual se puede concentrar en el trabajo que tiene entre manos.



### Conducción cómoda con el nuevo montaje de la cabina sobre amortiguadores

La cabina del D475A-5 utiliza un diseño nuevo de amortiguación que proporciona una excelente capacidad de absorción de los choques y vibraciones gracias a su largo recorrido. Los amortiguadores de la cabina suavizan los choques y vibraciones cuando se desplaza la máquina en terrenos desiguales, algo imposible lograr con los sistemas de amortiguación convencionales. El muelle ligero del amortiguador de la cabina aísla esta última del cuerpo de la máquina, eliminando así las vibraciones y proporcionando un entorno de trabajo tranquilo y cómodo.



### Cabina presurizada hexagonal

- El nuevo diseño hexagonal de la cabina con amplios cristales tintados proporciona una excelente visibilidad al frente, a los lados y por detrás
- Se han combinado filtros de aire y presión interna positiva para impedir la entrada de polvo en la cabina
- El interior de la cabina de gran calidad está totalmente recubierto con material que amortigua el sonido

### Excelente visibilidad de la hoja

La delgada compuerta del motor y el asiento del operario adecuadamente situado proporcionan una excelente visibilidad de la hoja. Esto aumenta en gran medida la eficacia de la explanación



y el rendimiento del operario. Tanto la explanación de acabado como la gruesa se pueden realizar fácilmente, reduciendo significativamente los tiempos de ciclo.



### Asiento con suspensión totalmente ajustable y consola de control del desplazamiento

El ergonómico y confortable asiento heavy-duty ofrece al operario un cómodo entorno de trabajo. Durante las operaciones de movimiento de tierra, el asiento se mantiene de cara a la operación y, como resultado, se obtiene la mejor visibilidad de la hoja a derecha e izquierda. Para mejorar la visibilidad trasera en las operaciones de marcha atrás, el operador puede ajustar el asiento 15° hacia la derecha. La transmisión y los mandos de la dirección se mueven con el asiento para ofrecer al operador una comodidad óptima. La consola de control del desplazamiento puede igualmente ajustarse hacia delante, atrás y en altura. El reposabrazos se ajusta de forma independiente hacia arriba y abajo, ofreciendo así a todos los operadores una posición de trabajo óptima.

## Mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo es la única forma para garantizar una larga vida útil a su equipo. Debido a ello, Komatsu ha creado el modelo D475A-5 con puntos de mantenimiento estratégicamente dispuestos para facilitar y acelerar las revisiones y trabajos de mantenimiento necesarios.

## Estación de servicio centralizada

Para asegurar y facilitar las tareas de mantenimiento, todos los filtros de aceite de lubricación e hidráulicos han sido centrados para facilitar y asegurar el acceso a todos los puntos de mantenimiento.



## Monitor con función de autodiagnóstico

El panel del monitor es multifuncional. Ofrece:

- Contador horario, RPM del motor, información sobre la temperatura del refrigerante de agua e indicador de combustible, en tiempo real
- Información de mantenimiento preventivo como los tiempos de reemplazo de los filtros de aceite
- Información de mantenimiento para informar al operario en caso de cualquier anomalía
- Toda la información disponible de los mecánicos de Komatsu, sin usar ninguna herramienta de mantenimiento externa

## Cubiertas laterales del motor en forma de ala de gaviota

Las cubiertas laterales del motor en forma de ala de gaviota facilitan el mantenimiento del motor y el reemplazo del filtro. Para mejorar la durabilidad y la capacidad de reparación, las cubiertas laterales constituyen una estructura sólida provista de un tirador atornillado.

## Circuito eléctrico altamente fiable

La fiabilidad del circuito eléctrico aumenta usando „conectores DT“ resistentes al polvo, la vibración y la corrosión. Los soportes del cableado eléctrico reforzado incluyen un cortocircuito y están cubiertos con un material resistente al calor para aumentar la fuerza mecánica, proporcionar mayor durabilidad y proteger el sistema de cualquier daño.

## Junta tórica

Las conexiones de los tubos hidráulicos usan juntas tóricas de alta calidad. Proporcionan un mejor rendimiento del sellado contra vibraciones y sacudidas de carga.



## Tubería hidráulica protegida

La tubería hidráulica para el cilindro de inclinación de la hoja está completamente alojada en el brazo de empuje, lo cual constituye una protección contra los daños que podría producir el material en el que se trabaja.

## Tren de rodaje modular

Los componentes del tren de rodaje están sellados en un diseño modular que permite el desmontaje y montaje de dichos componentes sin derramar aceite.

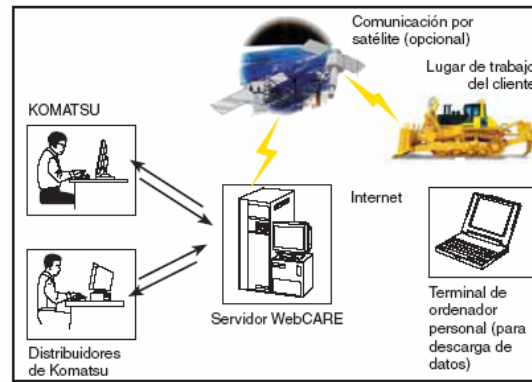
## Frenos de disco sin mantenimiento

Los frenos de disco en baño de aceite requieren menos mantenimiento.



## VHMS (Sistema de monitorización de salud del vehículo)

El controlador VHMS monitoriza las condiciones de salud de los componentes principales y permite los análisis de la máquina y de sus operaciones. El controlador VHMS monitoriza y almacena todos los datos recibidos del motor y el controlador de la transmisión y varios sensores adicionales en los componentes principales. De esta manera, es posible registrar la evolución de las condiciones de salud de la máquina. Se pueden descargar estos datos por un ordenador portátil o por comunicación satélite (opcional). En ambos casos, los especialistas de Komatsu pueden analizar estos datos y seguir las tendencias del estado de la máquina. Cuando se usan comunicaciones por satélite, el especialista de Komatsu le puede informar en caso de anomalía. De esta manera, se pueden optimizar los costes de reparación y mantenimiento y mantener la máxima disponibilidad de la máquina.



## Disponibilidad del servicio y asistencia al cliente

La red de distribuidores de Komatsu le garantiza los costes operativos más bajos.

Cuando compra un equipo Komatsu, accede a una amplia gama de programas y servicios que han sido diseñados para ayudarle a rentabilizar su inversión. Ello favorece una productividad sustancial, vida larga y útil del equipo, costes operativos bajos y un alto valor comercial o de reventa.

- Muchos de los componentes vitales del D475A-5 se han instalado y probado con total fiabilidad en otros equipos resistentes de explotación de Komatsu.
- La extensa red de almacenes de piezas y el sistema logístico tanto en Europa como en todo el mundo aseguran la disponibilidad de piezas únicas.
- Continuos programas de formación para el personal de mantenimiento de Komatsu garantizan que su equipo sea revisado adecuadamente y mantenido en las mejores condiciones de funcionamiento.
- El programa de análisis de consumo de aceite de Komatsu (KOWA) ofrece análisis sofisticados del aceite para identificar problemas sobre los que debe haber un mantenimiento preventivo y planificado.
- Está disponible el KFWP (Programa de garantía flexible de Komatsu), proporcionando una gama de opciones de garantía extendida en la máquina y sus componentes. Dichos componentes pueden elegirse en función de las necesidades y actividades individuales. Este programa está pensado para ayudar a reducir los costes operativos totales.
- Un Contrato de Mantenimiento y Reparación de Komatsu es una manera de establecer un coste operativo fijo y de asegurar la disponibilidad óptima de la máquina durante la duración del contrato.



### MOTOR

Modelo.....	Komatsu SAA12V140E-3
Tipo.....	Inyección directa de 'common rail', refrigerado por agua, turbocompresor y postenfriado por aire
Rendimiento nominal ISO 9249 / SAE J1349* .....	664 kW/900 HP @ 2.000 rpm
Nº de cilindros .....	12
Diámetro x carrera .....	140 x 165 mm
Cilindrada .....	30,48 l
Controlador.....	Todas velocidades, electrónico
Sistema de lubricación	
Método.....	Bomba de engranajes, lubricación a presión
Filtro .....	Flujo total y Bypass combinados
*Rendimiento nominal a la velocidad máxima del ventilador del radiador .....	641 kW 860 HP



### SISTEMA DE DIRECCIÓN

Tipo .....	Sistema de dirección de embrague y freno
Control de la dirección .....	Palanca PCCS
Frenos de dirección.....	Húmedos, de disco múltiple, controlados por pedal, activados por muelle y soltados hidráulicamente
Interconectados con el embrague de la dirección	
Embragues de la dirección .....	Húmedos, de disco múltiple, controlados por palanca. Interconectados con frenos de dirección
Frenos de servicio.....	Frenos de dirección funcionan como frenos de servicio, controlados por pedal
Radio mínimo de giro (contrarotación)	
(Medido en las marcas de las orugas sobre el firme) .....	4,6 m

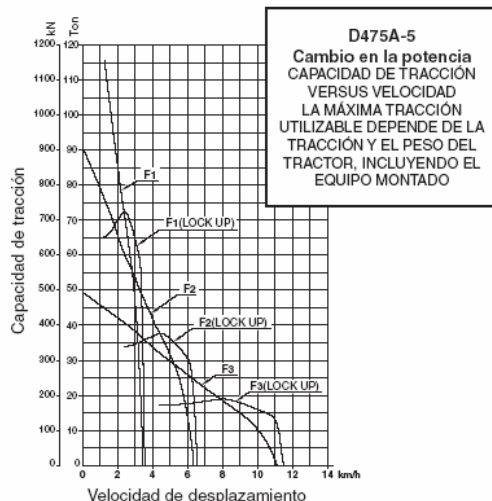




### TRANSMISIÓN TORQFLOW

Tipo.....Komatsu TORQFLOW  
Convertidor de par.....De 3 elementos, 1 etapa,  
1 fase, enfriado por agua  
Transmisión .....Por embrague de engranajes planetarios y discos  
múltiples de accionamiento hidráulico, lubricada a presión  
La palanca de bloqueo del cambio de velocidad y el interruptor de seguridad  
en punto muerto evitan que el vehículo pueda sufrir arranques accidentales.

Velocidad de desplazamiento	Marcha adelante	Marcha atrás
1ª	3,3 km/h	4,2 km/h
2ª	6,2 km/h	8,0 km/h
3ª	11,2 km/h	14,0 km/h



### MANDOS FINALES

Tipo.....Reducción por engranaje cilíndrico de dentadura  
recta y reducción de engranaje planetario  
Rueda dentada.....Las llantas de la rueda cabilla segmentado van  
atornilladas para una fácil sustitución



### TREN DE RODAJE

Suspensión.....Barra compensadora de oscilación y eje pivoteador  
Chasis de rodamiento de oruga ..... Monocasco, sección grande,  
construcción duradera  
Rodamientos y piñones ..... Rodamientos de orugas lubricados  
Tren de rodaje tipo K-bogie ..... Los rodillos lubricados de las  
orugas están firmemente montados al bastidor  
mediante una serie de rodillos tipo K-bogie, cuyo movimiento  
oscilante es amortiguado por amortiguadores de caucho.  
Orugas.....Lubricadas, totalmente selladas  
Tensión ..... Combinación de unidad hidráulica y resorte  
Número de zapatas (a cada lado) ..... 41  
Altura de la garra (garra simple)..... 105 mm  
Ancho de la zapata (estándar) ..... 710 mm  
Área de contacto con el suelo ..... 64.240 cm²  
Rodillos de rodadura (cada lado) ..... 8  
Rodillos superiores (cada lado)..... 2

Zapatas para servicio extremo	Peso adicional	Área de contacto con el suelo
810 mm	920 kg	73.290 cm²
910 mm	1.830 kg	82.340 cm²



### CAPACIDADES

Depósito de combustible ..... 1.670 l  
Radiador..... 210 l  
Aceite motor ..... 121 l  
Convertidor de par, transmisión, rueda cónica  
y sistema de dirección ..... 210 l  
Mandos finales (cada lado) ..... 75 l  
Hidráulica de la hoja de la explanadora..... 180 l  
Ripper gigante (capacidad adicional) ..... 130 l  
Ripper multirejones (capacidad adicional)..... 130 l



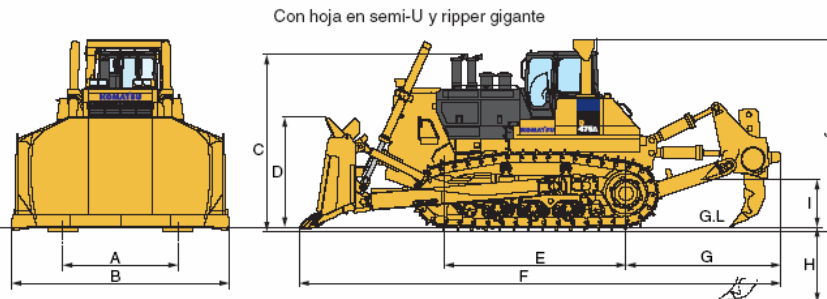
### MEDIO AMBIENTE

Emissiones del motor ..... Cumple totalmente las normas  
sobre emisión EPA Tier II  
Niveles de ruido  
LpA ruido interior .....74 dB(A) (ISO 6369 medición dinámica)



## DIMENSIONES

	D475A-5
A	2.770 mm
B	5.265 mm
C	4.546 mm
D	2.690 mm
E	4.524 mm
F	11.565 mm
G	3.720 mm
H	1.744 mm
I	1.196 mm
J	4.646 mm



Distancia del suelo: 655 mm



## PESO EN OPERACIÓN (APROX.)

Incluyendo hoja de inclinación en semi-U reforzada, ripper gigante, cabina de acero, estructura antivuelco ROPS, conductor, equipo estándar, capacidad nominal de lubricante, refrigerante y depósito de combustible lleno, zapatas de 710 mm.

Peso operativo..... 108.390 kg



## SISTEMA HIDRÁULICO

Tipo..... Sistema Load Sensing de centro cerrado (CLSS)  
Todas las válvulas de carrete están montadas junto al depósito hidráulico.

Bomba principal..... Bomba de pistones de caudal variable

Máximo caudal de la bomba..... 542 l/min

Tara de las válvulas de descarga ..... 280 kg/cm²

Válvulas de control de carrete para hoja en semi-U y hoja en U

Subir hoja..... Levantar, mantener, bajar y flotar

Inclinar hoja..... Derecha, mantener e izquierda

Válvula de control adicional requerida para ripper

Levantar ripper..... Levantar, mantener y bajar

Inclinar ripper ..... Aumentar, mantener y disminuir

Cilindros hidráulicos ..... Doble acción, pistón

Número de cilindros x diámetro

Subir hoja..... 2 x 180 mm

Inclinar hoja..... 1 x 250 mm

Levantar ripper..... 2 x 225 mm

Inclinar ripper ..... 2 x 225 mm



## EQUIPAMIENTO RIPPER

Ripper multirejones

Tipo..... Ripper hidráulico de ángulo variable

Número de rejones ..... 3

Peso (incluyendo unidad de control hidráulica ..... 9.760 kg

Longitud de haz ..... 3.085 mm

Elevación máxima sobre el suelo ..... 1.196 mm

Profundidad máxima de excavación..... 1.124 mm

Ripper gigante

Tipo..... Ripper hidráulico de ángulo variable

La profundidad de excavación puede ajustarse en 3 puntos mediante un tirador de botón accionado hidráulicamente.

Número de rejones ..... 1

Peso (incluyendo unidad de control hidráulica ..... 7.360 kg

Longitud de haz ..... 1.477 mm

Elevación máxima sobre el suelo ..... 1.196 mm

Profundidad máxima de excavación..... 1.744 mm



## HOJAS

Las capacidades de hoja están basadas en la práctica recomendada SAE J1265.

	Longitud total con hoja	Capacidad de la hoja	Hoja longitud x altura	Elevación max. sobre el suelo	Caída máx. por debajo del suelo	Inclinación máxima	Peso adicional
Hoja reforzada única semi-U inclinada	8.705 mm	27,2 m³	5.265 x 2.690 mm	1.620 mm	1.010 mm	770 mm	16.500 kg
Hoja reforzada única en U inclinada	9.205 mm	34,4 m³	6.205 x 2.610 mm	1.620 mm	1.010 mm	905 mm	18.800 kg
Hoja reforzada doble semi-U inclinada	8.705 mm	27,2 m³	5.265 x 2.690 mm	1.620 mm	1.010 mm	1.145 mm	16.950 kg
Hoja reforzada doble en U inclinada	9.205 mm	34,4 m³	6.205 x 2.610 mm	1.620 mm	1.010 mm	1.350 mm	19.250 kg

## EQUIPAMIENTO ESTÁNDAR

<b>Cabina</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Asiento de suspensión: tela, reclinable, respaldo alto, giratorio</li> <li>• Cinturón de seguridad</li> <li>• Reposacabezas</li> <li>• Reposapiés alto</li> <li>• Palanca PCCS</li> <li>• Control de la hoja de monopalanca</li> <li>• Aire acondicionado</li> <li>• Kit de preinstalación de radio (12 V, antena, altavoces)</li> <li>• Pedal decelerador</li> <li>• Panel de control electrónico</li> <li>• Guardabarros</li> <li>• Espejo retrovisor (interior de cabina)</li> <li>• Visera parasol</li> </ul>	<b>Tren de rodaje</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zapatas resistentes de garra única 710 mm</li> <li>• Ensamblaje resistente de la articulación, sellado y lubricado</li> <li>• Ruedas dentadas segmentadas</li> <li>• Sistema tipo K-bogie</li> <li>• Rodillo tensor flexible</li> <li>• Protección para rodillos tipo K-bogie</li> <li>• Ajustadores de oruga hidráulicos</li> </ul> <b>Sistemas de control</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conectores de servicio PM</li> <li>• VHMS (Vehicle Health Monitoring System)</li> </ul> <b>Acoplamientos</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gancho de tiro delantero</li> <li>• Parabrisas ventana trasera</li> <li>• Parabrisas ventana delantera</li> <li>• Parabrisas puertas</li> <li>• Kit de herramientas</li> </ul>	<b>Piezas relacionadas con el motor</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ventilador de refrigeración, hidrostático</li> <li>• Separador de agua</li> <li>• Disposición de zona de agua dura incl. resistencia a corrosión</li> <li>• Dispositivo de combustible pobre</li> <li>• Preparación para área calefactada</li> <li>• Tubo de admisión con tapón para lluvia</li> <li>• Limpiador de aire seco, doble elemento con indicador y evacuador</li> <li>• Cierres, tapas del filtro y cubiertas</li> <li>• Motor de arranque 24 V/2x 7,5 A</li> <li>• Alternador 24 V/100 A</li> <li>• Baterías 2 x 12 V/170 Ah</li> <li>• Cubiertas laterales del motor en forma de ala de gaviota</li> <li>• Transmisión Hydrosift</li> <li>• Bloqueo automático del convertidor de par</li> <li>• Amortiguador</li> <li>• Sistema de dirección húmedo C&amp;B</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Llenado rápido de combustible</li> </ul> <b>Equipo de trabajo</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hidráulica para ripper</li> <li>• Hidráulica para hojas de explanadora</li> </ul> <b>Equipo de seguridad</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Alarma de marcha atrás</li> <li>• Claxon de aviso</li> <li>• Cabina de acero, cumple las normativas ISO 3449 FOPS</li> <li>• Capota ROPS para cabina, cumple las normativas ISO 3471 y SAE J1040, APR88 ROPS</li> </ul>
--	--	---	---

## EQUIPAMIENTO OPCIONAL

<b>Cabina</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Soporte para almuerzo</li> </ul> <b>Tren de rodaje</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zapatas resistentes de garra única (810 mm, 910 mm)</li> <li>• Protección del rodamiento de la oruga en toda su longitud para sistema de tipo bogie K</li> </ul> <b>Sistemas de control</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistema de control de tracción</li> <li>• Sistema de comunicación para VHMS (Orbcomm)</li> <li>• Vía de situación del radiador</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sensor de nivel de tanque del combustible</li> <li>• Sensor de nivel de aceite del motor</li> </ul> <b>Piezas relacionadas con el motor</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Calentador del refrigerante y del aceite del motor</li> <li>• Tubo de admisión con prelimpiador</li> <li>• Provisión de cambio rápido de aceite y refrigerante</li> <li>• Prelubricación del motor</li> </ul> <b>Acoplamientos</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Contrapeso</li> <li>• Luz de trabajo del ripper</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Luces de cabina adicionales, delanteras y traseras</li> <li>• Luz de Inspección</li> </ul> <b>Equipo de trabajo</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hoja reforzada doble semi-U inclinada 27,2 m<sup>3</sup></li> <li>• Hoja reforzada única semi-U inclinada 27,2 m<sup>3</sup></li> <li>• Hoja reforzada única en U inclinada 34,4 m<sup>3</sup></li> <li>• Hoja reforzada doble en U inclinada 34,4 m<sup>3</sup></li> <li>• Empujador soldado</li> <li>• Refuerzo para hoja en semi-U</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Refuerzo para hoja en U</li> <li>• Ripper de ángulo variable multirejón</li> <li>• Ripper gigante de ángulo variable</li> </ul> <b>Equipo de seguridad</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Extintor</li> <li>• Kit de primeros auxilios</li> <li>• Dirección de emergencia</li> </ul>
---	--	--	---

## **FIATALLIS**

Es una de las empresas pioneras en la construcción de los primeros tractores de orugas.



**FD14**



**BD 10 C**



**AD 7**



**FL 12**



**FL 10**

**Ahora, Fiatallis forma parte de New Holland.**





## D150

Potencia neta al volante	104 kW - 140 CV
Peso en orden de trabajo	STD 14.860 kg, XLT 15.680 kg, LGP 16.610 kg



## D180

Potencia neta al volante	STD/XLT 134 kW/180 CV, LGP 143 kW/191 CV
Peso en orden de trabajo	STD 20.380 Kg, XLT 21.130 Kg, LGP 22.330 Kg



## D255

Potencia neta al volante	177 kW - 240 CV
Peso en orden de trabajo	30.400 kg



## D350

Potencia neta al volante	224 kW - 300 CV
Peso en orden de trabajo	39.100 kg



# JOHN DEERE

*“TRACTORES EN LA CONSTRUCCIÓN”*

## Crawler Dozers

FINISH	CONSTRUCTION	PRODUCTION
		
UNDER 105 HP	105-200 HP	OVER 200 HP
<a href="#">450J</a> <a href="#">550J</a> <a href="#">650J</a>	<a href="#">700J</a> <a href="#">750J</a> <a href="#">850J</a> <a href="#">850J WH</a>	<a href="#">950J</a> <a href="#">1050C</a> <a href="#">1050C WH</a>

### 450J



70 hp (52 kW) LT; 74 hp (55 kW) LGP • hydrostatic drivetrain • 16,200 lb - 17,500 lb. operating weight • 90 - 124 in. blades

### 550J



80 hp (60 kW) LT; 84 hp (63 kW) LGP • hydrostatic drivetrain • 17,000 lb - 17,500 lb. operating weight • 105 - 128 in. blades

### 650J



90 hp (67 kW) LT, XLT; 99 hp (74 kW) LGP • hydrostatic drivetrain • 18,500 lb - 19,750 lb. operating weight • 105 - 128 in. blades

## 700J

105-200 HORSEPOWER

### CRAWLER DOZER



115 net hp (86kW) LT, XLT, LGP • hydrostatic drivetrain • 25,800-27,900 lb. operating weight • 120-132 in. blades

## 850J

CONSTRUCTION CLASS

### DOZER



185 hp (137 kW) std., LT, WT, WLT; 200 hp (151 kW) LGP • hydrostatic drivetrain • 39,865 lb. - 45,075 lb. operating weight • 128 - 168 in. blades

## 750J

CONSTRUCTION CLASS

### DOZER



145 hp (108 kW) std., LT, WT; 155 hp (116 kW) LGP • hydrostatic drivetrain • 32,585 lb. - 36,725 lb. operating weight • 128 - 156 in. blades

## 950J

PRODUCTION CLASS

### DOZER



247 hp (184 kW) LT, LGP • hydrostatic drivetrain • 54,245 lb. - 56,372 lb. operating weight • 12 ft. 1 - 14 ft. 10 in. blades



### III. 2 APLICACIONES DE LOS TRACTORES.

En el ámbito de la industria de la construcción, la máquina que tiene una gran variedad de aplicaciones dada su gran versatilidad es el tractor empujador, el cuál puede clasificarse de acuerdo a su tipo de rodamiento. De neumáticos y de orugas; también se clasifican por los aditamentos que este pueda tener considerando el trabajo que realice y este es:

- Con hoja frontal.
- Con desgarrador ó ripper.
- Como tiende tubos.
- Como tractor doble.
- Submarino.

Las actividades que estos equipos pueden realizar se cuentan las de jalar, empujar, acarrear, y servir como grúa con pluma lateral.

El diseño del tractor tiene por objeto fundamentalmente convertir su potencia en fuerza tractiva de utilización práctica en muy diversas operaciones, pero debe considerarse siempre que estos trabajos no rebasen la capacidad de la máquina, esto es no abusar de su capacidad para tener un mejor aprovechamiento.

Un tractor que trabaja con hoja topadora debe considerar para la selección de la misma, dos condiciones de trabajo:

- 1) Materiales a mover y;
- 2) Limitaciones de los tractores.

Dentro de los materiales que se van a mover se considerarán las siguientes situaciones:

- Tamaño y forma de las partículas. Cuánto más grandes sean las partículas, más difícil es la penetración de la cuchilla, y como las partículas de bordes cortantes se oponen a la acción natural de volteo que imparte la hoja empujadora, se necesita más potencia que para mover igual cantidad de tierra con partículas de bordes redondeados.
- Vacíos. Cuándo no hay vacíos, o son muy pocos, la mayor parte de la superficie de cada partícula está en contacto con otras, esto constituye una ligazón que debe romperse. Un material bien nivelado carece de vacíos y es generalmente muy denso, de modo que es difícil extraerlo del banco o tajo.
- Contenido de agua. En casi toda Materia seca es mayor la ligazón entre las partículas, y es más difícil la extracción, si está húmeda, pesa más y se necesita más potencia para moverla. Con un grado óptimo de humedad, es muy bajo el contenido de polvo, resulta muy fácil empujar y el operador no se fatiga.

El efecto de congelamiento depende del grado de humedad. Se intensifica la ligazón entre partículas en función del mayor contenido de humedad y del descenso de temperatura. El enfriamiento de una materia completamente seca no altera sus características.

La penetración fácil de la hoja depende de la relación de KW por metro ó HP por pie de la cuchilla. Cuánto más alta sea la relación de KW/m, mejor es la penetración. La relación de potencia por m<sup>3</sup> de material suelto indica la capacidad de la hoja para empujar tierra.



Cuánto mayor sea la relación  $\text{KW/m}^3$  suelto, más capacidad tiene la hoja para empujar la tierra con más velocidad.

Para las limitaciones de los tractores se debe tomar en cuenta que el peso y la potencia disponible de la máquina determinan su capacidad de empuje, ningún tractor puede aplicar más empuje en Kg. que el peso de la máquina y que la fuerza máxima que suministre el tren de fuerza. Ciertas características del terreno y las condiciones del suelo en la obra limitan la capacidad del tractor para utilizar su peso y potencia, sin embargo, los tractores estándar están diseñados para trabajo pesado como topadores y para nivelación general.

Los tractores de oruga tienen diversos aditamentos, siendo el principal la hoja empujadora o dozer cuyas funciones pueden ser:

- 1.- Desmonte, desenraicé y deshierbe, aun en zonas con gran densidad de vegetación.
- 2.- Construcción de brechas, independientemente de que el terreno sea plano, en ladera, o media ladera, etc.
- 3.- Excavación, acarreo y colocación de terracería: hasta distancias menores de 100 m.
- 4.- Afine tosco de bordes y taludes.
- 5.- Como tractor empujador, auxiliando a las escrepas y motoescrepas.
- 6.- Sirven para retirar toconos.
- 7.- Creación de terraplenes
- 8.- Abrir los caminos experimentales a través de las montañas o del terreno rocoso.
- 9.- Relleno de trincheras, zanjas, etc

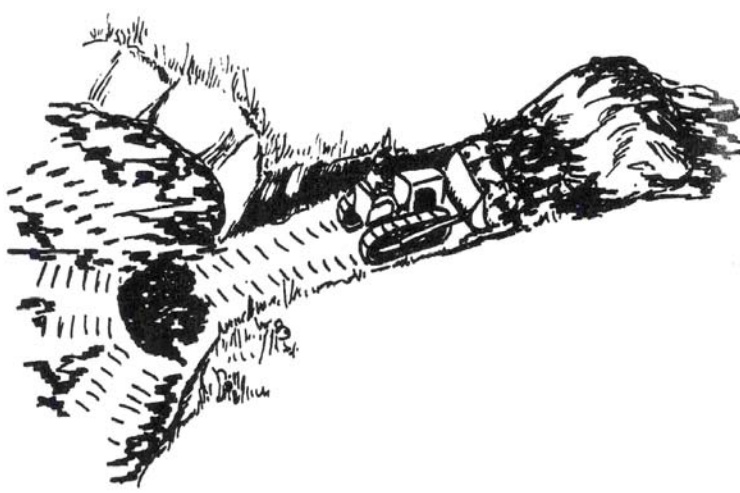
El tractor de orugas tiene la gran ventaja de que construye sus propios caminos de acceso para llegar a los sitios de trabajo, puede operar en zonas montañosas y de fuerte pendiente, tiene mejor tracción al tener mayor adherencia con la superficie de apoyo que los tractores de llanta.

El diseño del tractor tiene por objeto fundamentalmente convertir su potencia en fuerza tractiva de utilización práctica en muy diversas operaciones, pero debe considerarse siempre que estos trabajos no rebasen la capacidad de la máquina, esto es no abusar de su capacidad para tener un mejor aprovechamiento.



Algunas de las principales actividades que el tractor puede realizar dentro de la construcción son las siguientes:

**DESMONTE, DESRAICE Y DESPALME:** Los terrenos en los que se van a efectuar excavaciones, hacer rellenos ó a nivelarse, deben desmontarse primero. En el desmonte se incluye la remoción de la vegetación que pueden ser hierbas, malezas, matorrales ó tocones. El tractor es la máquina más adecuada para realizar este tipo de trabajos. Los matorrales y árboles pequeños pueden ser removidos con un tractor caminando con la cuchilla en contacto superficial con el terreno. Actualmente se han desarrollado una gran variedad de aditamentos para tractores que lo habilitan para realizar los trabajos más severos de desmonte tales como cuchillas de filo cortante, taladores en “V”, cuchillas tipo rastrillo, empujadores de árboles, aradores cortadores de raíces, etc.





**EQUIPO DE MOTOESCREPAS:** Los tractores empujadores se necesitan casi siempre para llenar bien con eficiencia las motoescrepas de un solo motor, y aún; en algunos casos, las de dos motores, y con las escrepas de arrastre que son de tamaño excesivo para el tractor que las remolca o cuando el terreno es duro. Para esta actividad el tractor empujador debe ser equipado con la hoja topadora.



**EXCAVACIONES:** El tractor se opera levantando o bajando la hoja, inclinándola hacia delante ó hacia atrás según sea el tipo de material a cortar y el tipo de excavación que se vaya a realizar. Conforme va moviéndose hacia delante el material se va excavando y apilando al frente y avanza junto con el tractor. La inclinación correcta de la hoja es un factor muy importante para la eficiencia del trabajo sobre todo en terrenos duros.



**TENDIDO DE MATERIAL:** El tractor empujador puede extender montones de material caminando sobre los mismos con la cuchilla elevada a la rasante deseada.



**ARRASTRE DE OTROS EQUIPOS:** El tractor está habilitado para jalar tanto como para empujar por lo que su aplicación como auxiliar de otros equipos es grande. Se utiliza para jalar compactadores, motoescrepas de arrastre, arados, etc.



**DESGARRAMIENTO:** Cuándo el tractor se utiliza para el desgarrar de suelos se le denomina desgarrador y dada la importancia de este aprovechamiento se tratará en otra sección, de modo más amplio.





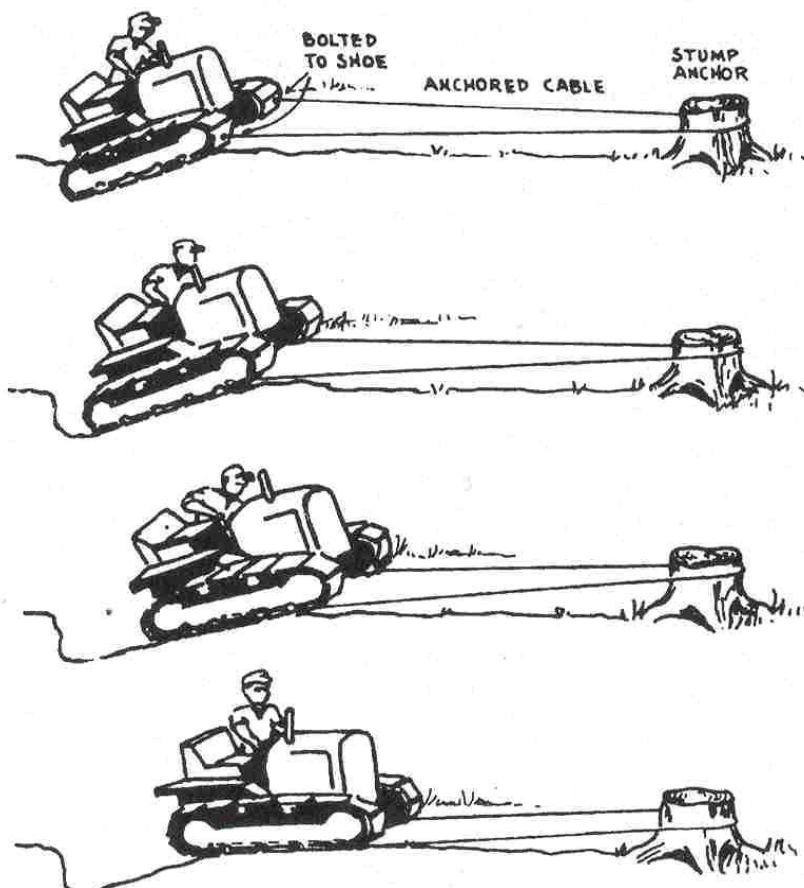


Otros usos ó aplicaciones que se tienen de los tractores pueden ser o mejor dicho son en la construcción de líneas de tuberías, en este caso los tractores son equipados con pluma lateral y se les llama tiende-tubos para llevar a cabo la justa tarea de tender la tubería en su posición final.

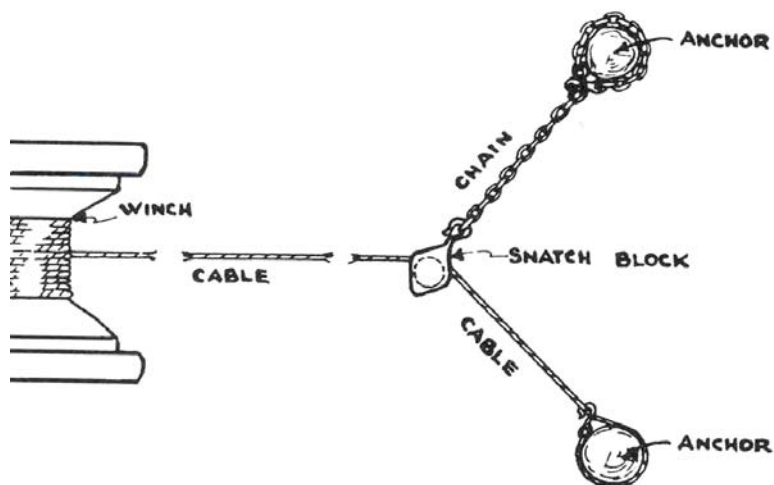


Como se mencionó en el capítulo anterior los tractores pueden también utilizarse para retirar tocones veamos algunos métodos utilizados

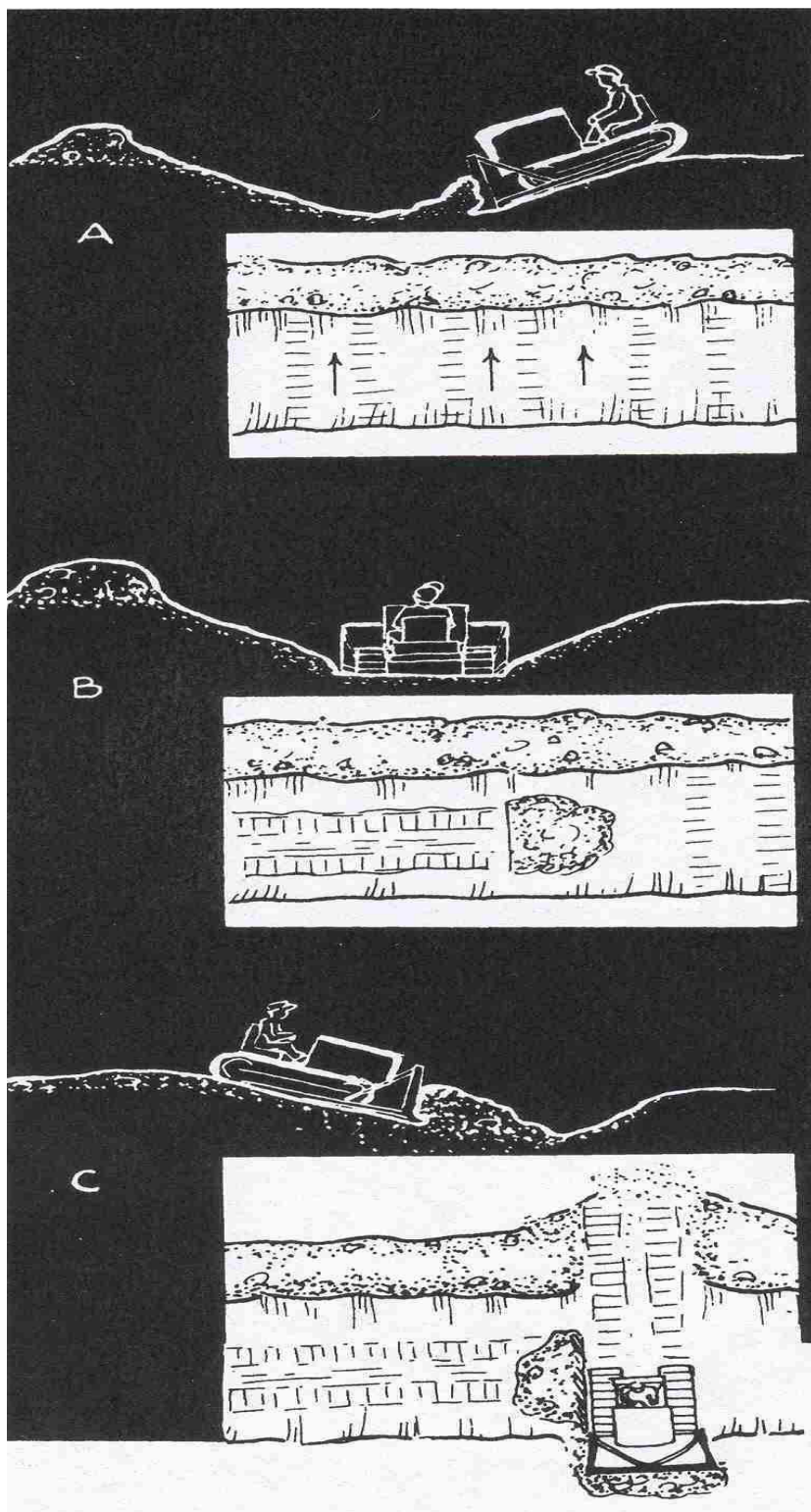
Utilizando un cable y retrocediendo con el tractor.



Buscando un ángulo para jalar.

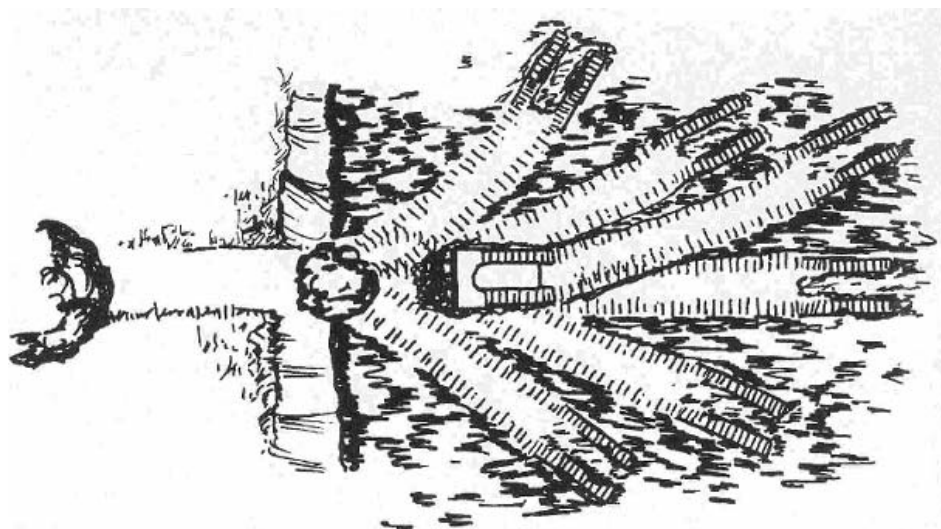


A continuación observamos un tractor de cadenas haciendo una zanja.





La figura nos permite observar cada uno de los movimientos que realiza el tractor, se observa el corte del material y el acarreo del mismo.



Limpieza de una zona invadida por fango y la acumulación del mismo.

Tractor trabajando en banco de materiales



Trabajando en agua y en nieve.





## **CAP. IV EJEMPLOS**

Los costos de construcción tienen carácter esencialmente aleatorio debido a las condiciones en que se construyen los productos finales, ya sean edificaciones, obras pesadas u obras industriales.

En el caso de la obra de construcción pesada o la de movimiento de tierras, los cargos fijos del equipo como son la depreciación, la inversión, el mantenimiento y los seguros llegan a representar entre el 33 y 45% del valor total de la obra.



Lo anterior da idea de la utilización intensa de maquinaria que se hace en este tipo de obras y la importancia de su correcta valuación. Para ello es necesario contar con estadísticas contables y de utilización de los equipos que permitan presupuestar con la mayor exactitud posible.

Las empresas mexicanas de mayor experiencia y tamaño generalmente cuentan con personal especializado en sus departamentos de costos, se basan en datos obtenidos de las especificaciones del fabricante, en publicaciones especializadas y en sus propias estadísticas y criterios para calcular sus costos. Empresas más pequeñas tienen dificultades para llevar estudios y controles de este tipo, por lo que la Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción a través de su Grupo de Maquinaria se dio a la tarea de elaborar un documento para ofrecer orientación a sus asociados en lo referente a los Costos Horarios de Maquinaria. Este trabajo ha sido el producto de análisis y evaluaciones cuidadosas en las que participaron connotados especialistas en la materia,

corresponde a cada Empresa estudiarlo y adecuarlo a los casos específicos de obra que se les presenten de acuerdo con las condiciones de trabajo, tipo de materiales, clima y factores especiales.

#### **IV.1 Rendimiento.**

El rendimiento o la producción del tractor es la cantidad de obra que realiza una maquina por unidad de tiempo, este se puede valorar de las siguientes formas:

- a) por observación directa
- b) por medio de reglas y fórmulas
- c) por medio de tablas proporcionadas por el fabricante.

La altura sobre el nivel del mar afecta la potencia útil de los motores arriba de los 1,500 mts, del orden del 1% por cada 100 mts de altura, así una maquina trabajando a 3,000 mts tendría una pérdida del 15%, que con la instalación de turbocargadores y enfriadores de aire de admisión se tiende a compensar esta potencia.

##### **IV.1.1 Factores de eficiencia en el rendimiento del equipo de construcción.**

Los factores que afectan la eficiencia en el rendimiento de equipo de construcción pueden resumirse de la siguiente manera:

1; Demora de rutina: Son todos aquellos factores que se derivan de las demoras inevitables del equipo, independientemente de las condiciones propias del sitio de la obra, organización, dirección y otras.

Ningún equipo mecánico puede trabajar continuamente a su capacidad máxima. Además, son importantes, los tiempos en que es abastecida la unidad con lubricantes y combustibles, y por otra parte, la necesidad que hay, sobre la marcha, de efectuar revisiones a elementos, como tornillos, bandas, cables, arreglo de llantas, etc., lo que significa paros o disminuciones en el ritmo de trabajo.

Por otro lado, interviene el factor humano, representado por el operador de la máquina, en relación a su habilidad, experiencia y a la fatiga inevitable después de varias horas de actividad ( para esto se recomienda fijar turnos de ocho horas como máximo y evitar horas extras que no beneficia en nada al rendimiento ).

2; Restricciones en la operación mecánica óptima: Estas originan un efecto reductor en el rendimiento, debido exclusivamente a limitaciones en la operación mecánica óptima de los equipos. Se refiere a casos como el ángulo de giro, a la altura o profundidad de corte, las pendientes de ataque, coeficientes de rodamiento, etc.

3; Las condiciones del sitio: Se refiere a las condiciones propias del lugar en que esta enclavada la obra y el punto o frente concreto donde operan las unidades. Se producirían ciertas pérdidas de tiempo, por las condiciones en el sitio, como son:

- a) Condiciones físicas: La topografía y geología, las características geotécnicas del suelo y rocas, las condiciones hidráulicas superficiales y subterráneas, el control de filtraciones, etc.
- b) Condiciones del clima: Temperatura máxima y media, heladas precipitaciones ( lluvia media anual, su distribución mensual y diaria, su intensidad, efecto en el sitio de trabajo y en los caminos ), estaciones del año, número de días soleados, etc.
- c) Condiciones de aislamiento: Vías de comunicación disponibles para abastecimiento, distancia de centros urbanos o industriales para obtener personal y abastecer de materiales a la obra, cercanía a otras fuentes de trabajo que puedan competir en la ocupación de personal, en algunas ramas especializadas.
- d) Condiciones de adaptación: Grado de adaptación del equipo de trabajo, para sortear las causas agrupadas en las condiciones anteriores, características de la obra o de sus componentes derivados del proyecto, que tiendan a disminuir la producción y los rendimientos del equipo, conexión de dependencia y posibilidades de balanceo entre máquinas.

4; Por la dirección y supervisión: Es el grupo de factores procedentes de la planeación organización y operación de la obra, llevadas a cabo por la organización constructora. El conocimiento y experiencia del responsable de planear la construcción en una obra, juega un papel decisivo en el grado de eficiencia que se obtenga del conjunto y de cada operación, por lo que a la producción y al rendimiento de equipo se refiere.

Por otra parte, el grado de vigilancia y conservación de la maquinaria, el suministro de materiales y personal, el apoyo de las operaciones de campo, talleres y servicios auxiliares adecuados, explican las diferencias observadas en los rendimientos del equipo.

- Por la actuación del contratante: En términos generales se puede afirmar, con base en una experiencia bien conocida de los constructores, que la actuación del organismo contratante de una construcción, influye indiscutiblemente en la economía general de la misma y por lo tanto, en los rendimientos que puedan lograrse de la maquinaria utilizada.

Las causas o factores que pueden afectar la eficiencia del en el equipo, por lo que al contratante se refiere, se estima que pueden resumirse de la siguiente forma:

- Por la oportunidad en el suministro de planos, especificaciones y datos de campo.
- Por el pago puntual de las estimaciones de obra. Es algo bien conocido, el efecto benéfico que en la eficiencia general de la obra, tiene este aspecto.
- Por el tipo y experiencia del ingeniero residente o la supervisión en su caso.

La influencia de esto en el factor de eficiencia, tiene varios aspectos que se expondrán a continuación.

El valor fundamental del ingeniero residente o la supervisora en cualquier proyecto de construcción, tiene también mucho que ver con su disponibilidad y permanencia en el sitio de la obra para dirigir al contratista, resolver sus problemas y satisfacer las preocupaciones de las autoridades o contratantes, locales, políticas o administrativas y dirigir a su propia personal de campo u oficina. Los planos y las especificaciones que se entregan, necesitan con frecuencia ser revisados, aclarados, explicados y a veces complementados.

Las condiciones de administración se relacionan con la organización misma del grupo de trabajo que va a llevar a cabo la obra, por ejemplo la capacidad de la superintendencia y los operadores, las variables que se enumeraron antes.

## **IV. 2 Producción de Tractores con Hoja Topadora.**

Al analizar la producción de un tractor con hoja topadora debemos considerar los factores que a continuación se mencionan y considerar su funcionamiento en pendientes:

- a) **Terreno o condición superficial.** Se indica la operación cuidadosa al encontrar superficies o el terreno desiguales.
- b) **Velocidad de recorrido.** Reducir la velocidad de recorrido, por que a altas velocidades de recorrido la máquina reduce su estabilidad y se desgasta excesivamente su sistema de tránsito.
- c) **Naturaleza de la superficie.** Los terraplenes si no están bien compactados pueden fallar bajo peso de la máquina. La roca de excedente puede provocar un deslizamiento lateral y también perder estabilidad la máquina.
- d) **Deslizar de los tracks.** Las altas cargas pueden hacer que la pista en declive se deslice o “cavar”. Esto aumentará el ángulo de inclinación.
- e) **Altura de la barra de tracción.** Si, se coloca más alta la barra de tracción de lo normal, al remolcar se reducirá la estabilidad de la máquina.
- f) **Anchura de las zapatas del sistema de tránsito .** Los anchos de las zapatas del sistema de tránsito reducen la tendencia al deslizamiento del tractor al “empujar” y aumentan así la estabilidad total.
- g) **El trabajar en pendientes o inclinaciones** requiere procedimientos de mantenimiento adicionales y la operación de la máquina por personas altamente expertas. También, se debe cerciorar de que el equipo usado se ajuste al requisito de trabajo específico.

Como se mencionó anteriormente existen tres procedimientos de realizar el cálculo de la producción de un tractor con hoja topadora, los cuales desarrollaremos a continuación:



#### IV. 2. 1. Método de Observación Directa

El rendimiento por observación directa es la medición física de los volúmenes de los materiales movidos por la máquina durante la unidad horario de trabajo, tiene la desventaja de que no proporciona resultados a priori, es decir, si se desea programar con anticipación el rendimiento de la máquina este método nos sería práctico si no se tiene experiencia en el ramo, materiales, clima, cabe destacar que es muy útil cuando se trata de calcular un valor muy próximo la realidad.

Para aplicar esta técnica se puede usar el siguiente procedimiento:

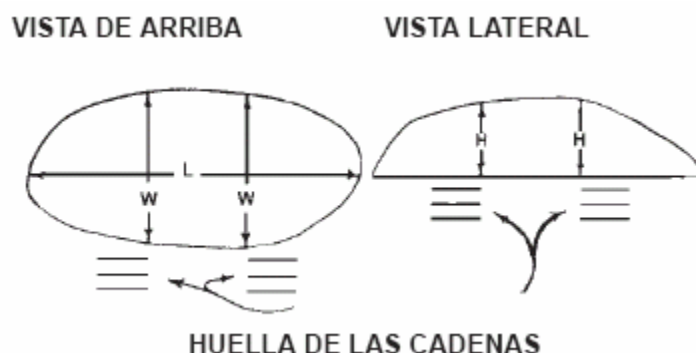
- a) Obtenga en planos o con topografía el volumen de la sección transversal por excavar.
  - b) Mida en el campo el tiempo que requiere para obtener esa excavación
  - c) Divida el volumen entre el tiempo y obtendrá la producción del tractor en  $m^3/h$
- Otro procedimiento de observación directa podría consistir en lo siguiente:

a. Operación de la hoja topadora:

- (1) Recoja la carga y condúzcala hasta un espacio horizontal.
- (2) Haga ascender la hoja y, cuando se acerque a la cúspide de la pila, hágala avanzar un tanto a fin de que la pila quede simétrica.
- (3) Retroceda para dejar la pila.

b. Medidas que deben hacerse:

- (1) La *altura* media (H) de la pila en m. Mantenga la cinta vertical en el borde interior de la huella de cada cadena. Dirija una visual a ras con la cúspide de la pila, para medir bien la altura.



- (2) El *ancho* (W) medio de la pila en m. Mantenga la cinta horizontal sobre la pila, y ubique en ella la proyección desde el borde interior de cada una de las marcas de las cadenas y el lado correspondiente al otro lado de la pila.
- (3) La *longitud* máxima (L) de la pila en metros. Mantenga la cinta horizontal sobre la pila, y tome como referencia los dos puntos extremos de la pila.

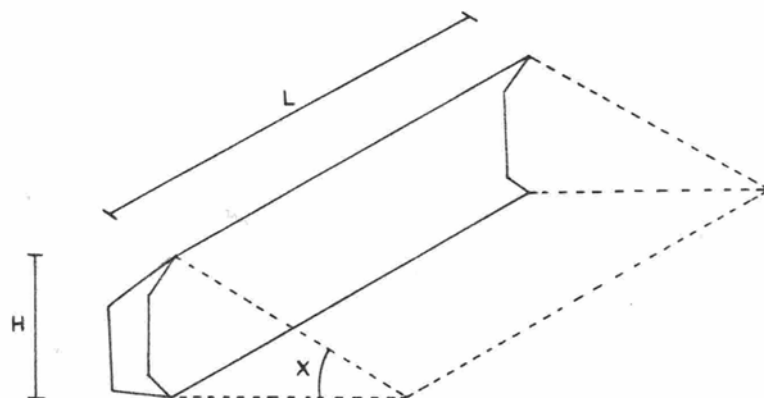
c. Con las medidas anteriores, calcule la carga de la hoja.

- (1) Halle la altura media (H).
- (2) Halle el ancho medio (W).
- (3) Carga en  $m^3 = 0,0138 \text{ 3 (HWL)}$
- (4) Carga en  $m^3 = m^3 \text{ F.V.}$

d. Para hallar la producción, combine la carga calculada de la hoja con las medidas del tiempo invertido.

#### IV. 2. 2. Cálculo de la capacidad de la hoja topadora por Reglas y Fórmulas.

Para obtener la producción de un tractor con el procedimiento de reglas y fórmulas resulta fundamental conocer el volumen que mueve el tractor de acuerdo al tipo de hoja topadora y material que este empujando. Existen varios procedimiento para calcular dicha capacidad como se observará a continuación :



De acuerdo a la figura anterior la capacidad de la hoja topadora es:

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

donde

**V** = capacidad de la hoja

**L** = longitud de la hoja

**H** = altura de la hoja

**x** = ángulo de reposo del material

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

$$V = LH^2$$

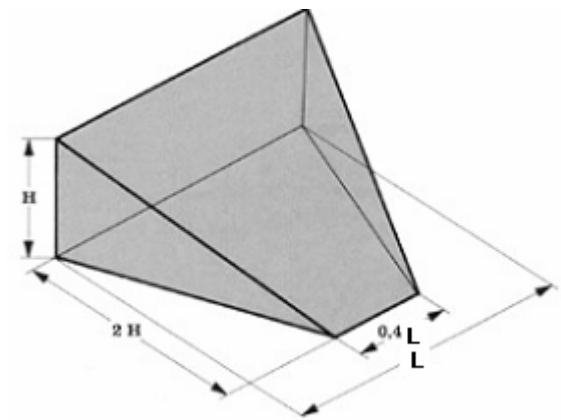
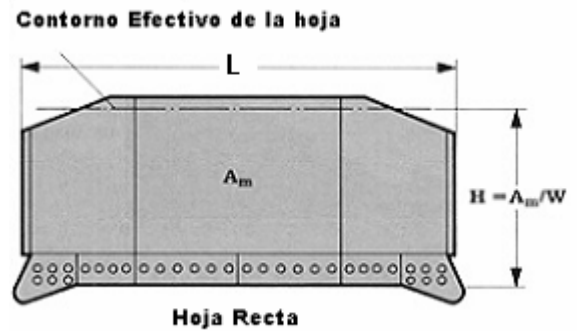
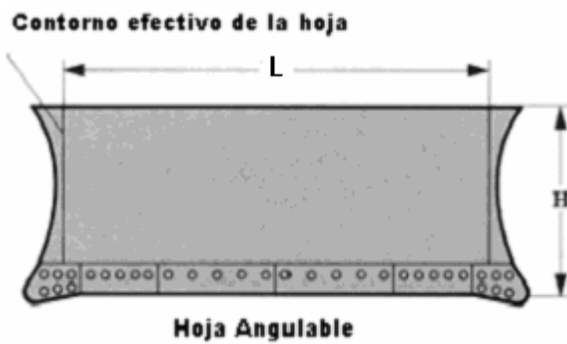
Para obtener el volumen medido en banco habría que dividir el resultado entre el coeficiente de abundamiento, después de aplicar los factores de corrección correspondientes al tipo de trabajo que realiza.

Otro procedimiento puede ser de acuerdo a las prácticas recomendadas por los fabricantes de hojas de acuerdo a la **norma SAE Standard J 1265**, que es un método para el cálculo uniforme de la capacidad de la hoja, de acuerdo a los casos siguientes:

**a). Hoja recta y angulable.**

Capacidad de la hoja:  $V = V_S = 0.8L H^2$

$V_S$  : Es la capacidad de la hoja recta o angulable



**b) Hoja U y Semi-U**

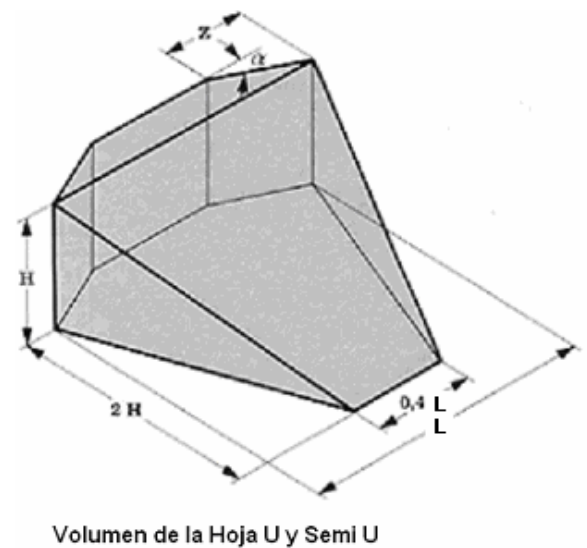
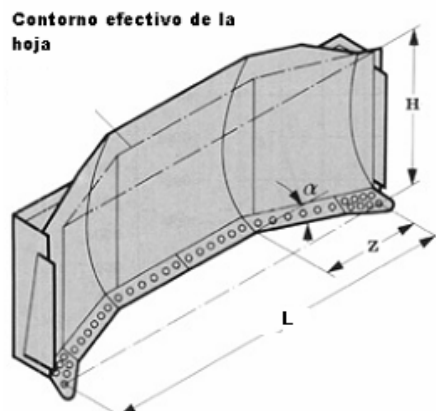
Capacidad de la hoja:

$$V = V_S + V_U$$

Donde:

$$V_S = 0.8LH^2$$

$$V_U = ZH(L-Z) \tan \alpha$$



## Cálculo de la producción del tractor.

Una vez que se tiene la capacidad de la hoja debemos proceder a la producción del tractor de acuerdo a la fórmula siguiente:

$$P = \frac{E \times V}{t_c}$$

donde

**P** = es la producción en m<sup>3</sup>/h.

**E** = es la eficiencia del trabajo en min/h.

**t<sub>c</sub>** = Tiempo del ciclo en minutos.

**V** = Capacidad de la hoja en m<sup>3</sup>.

Resulta fundamental calcular el tiempo del ciclo de la máquina el cual son los tiempos requeridos para empujar la carga regresar al lugar de la excavación y hacer las maniobras necesarias para estar en condiciones de volver a iniciar.

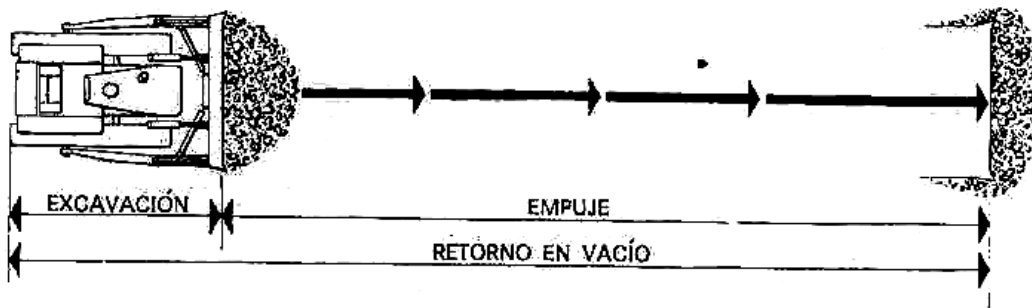
$$t_c = t_f + t_v$$

donde:

**t<sub>c</sub>** = Tiempo del ciclo en minutos.

**t<sub>f</sub>** = Tiempo de maniobras

**t<sub>v</sub>** = Tiempo de acarreo y retorno



Normalmente los tiempos fijos tienen una duración de 0.05 a 0.25 de minuto. Y los tiempos variables van a depender de la distancia de acarreo y la velocidad de la máquina que generalmente con la máquina cargada puede ser de 1.5 a 3 Km/h. El tiempo puede calcularse aproximadamente por la fórmula siguiente:

$$V = d / t \quad \text{o también} \quad t = d / V$$

Entonces el problema se reduce a calcular la velocidad del tractor y con eso obtendremos los tiempos. Existen varios métodos para calcularlo y uno de ellos puede ser a partir de la fórmula de Peurifoy.



$$F.T = \frac{(375 \times H.P. \times 0.8)}{V}$$

o también

$$V = \frac{(375 \times H.P. \times 0.8)}{F.T}$$

Donde:

**F.T.**= Fuerza de tracción en lb.

**H.P.**=Potencia nominal de la máquina.

**V**= Velocidad en millas por hora.

Para obtener la velocidad debemos obtener la fuerza de tracción en la barra de tiro lo cual se puede hacer por la fórmula siguiente:

$$F.T.= R.R. + R.P.$$

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

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

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

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

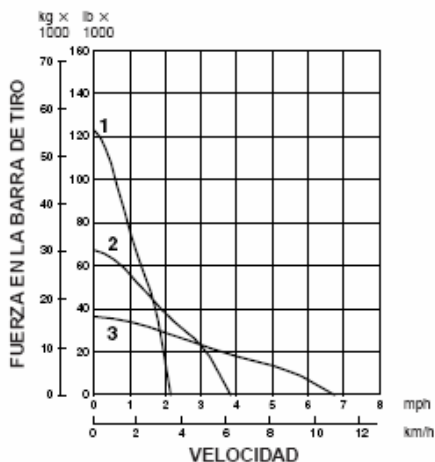
Las resistencias al rodamiento y a la pendiente se restan a la fuerza tractiva en el gancho y se obtiene la fuerza tractiva disponible para realizar trabajo, sin olvidar que la máxima está definida por:

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

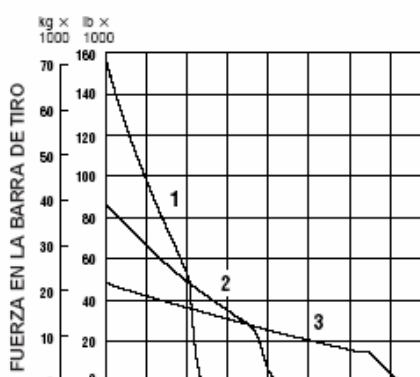
La fuerza tractiva disponible determina la velocidad de marcha que a su vez nos permite calcular el tiempo del ciclo.

Las especificaciones de las máquinas muestran la relación entre velocidad y tracción en la barra de tiro y con dichas especificaciones podemos calcular también la velocidad..

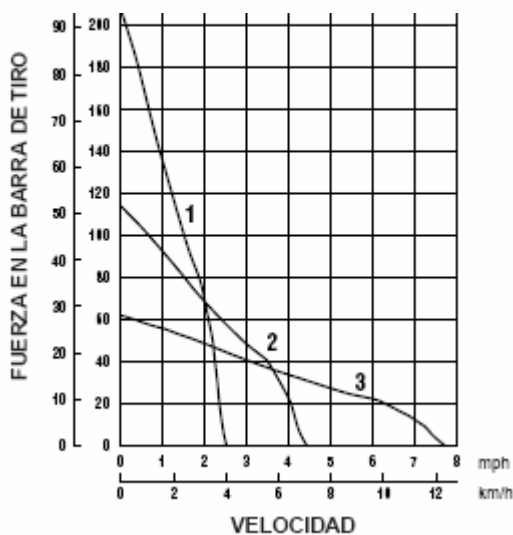
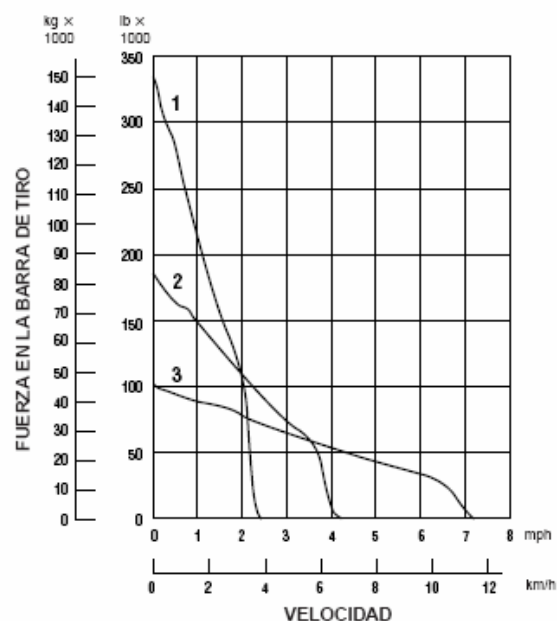
**D8R**  
**D8R LGP**



**D9R Servotransmisión**  
**con embragues y frenos de dirección**



**D11R/D11R CD**



**CLAVE**

- 1 — 1a.
- 2 — 2a.
- 3 — 3a.

**Nota:** La fuerza de tracción depende del peso y de la tracción del tractor equipado. Los tractores con rueda motriz elevada pueden proporcionar hasta un 15% de tracción más eficiente que los tractores con tren de rodaje estándar.

### Ejemplo:

Calcular la producción de un tractor D8T con potencia neta de 310 HP y peso de 38,488 Kg.(84,850 lb), equipado con hoja recta S que excava un material arcilloso muy compacto y lo acarrea a una distancia de 90 m., en una pendiente positiva del 4%. El peso volumétrico suelto del material es de 1650 kg/m<sup>3</sup>. y se trabajan horas de 50 min con un operador muy bueno. Considerar un talud de reposo del material de 2:1. Coeficiente de resistencia al rodamiento de 0.04.

### Solución:

#### 1. Calculemos la capacidad de la hoja:

Tomar los datos del catálogo del fabricante (véase Cap 3)

Longitud = 4.99 m.

Altura = 1.174 m.

Capacidad =  $LH^2 = (4.99) \times (1.174)^2 = 6.88 \text{ m}^3$ .

#### 2. Calcularemos a continuación los tiempos variables y fijos del ciclo de la máquina

Si consideramos un  $t_f = 0.10$  (valores comúnmente usados para tractores con transmisión directa) y calculamos los  $t_v$

La velocidad la calcularemos con la fórmula de Peurifoy.  $V = \frac{(375 \times HP \times 0.8)}{FT}$

Recordemos que  $FT = RR + RP$ , es decir,  $FT = \text{Peso de la máquina (Coef. de R.R + \%pendiente/100)}$

##### a) F.T con carga del material ( de ida)

Peso del material =  $(6.88 \text{ m}^3 \times 1650 \text{ Kg/m}^3) = 11352 \text{ Kg} = 25091.62 \text{ lb}$

$FT = 84,850 \text{ lb} ( 0.04 + (4/100)) = 6788 \text{ lb}$

$FT = 25,091 \text{ lb} ( 1 + (4/100)) = 26095.29 \text{ lb}$ ,

sumando ambos valores obtenemos la FT total.= 32883.29 lb

Con este valor calculemos la velocidad utilizando la fórmula de Peurifoy.

$V = \frac{(375 \times 310 \times 0.8)}{32883.29} = 2.83 \text{ mph}$ , haciendo un cambio de unidades.

$V = 2.83 \text{ mph} \times 1.609 \frac{\text{Km}}{\text{milla}} = 4.55 \text{ Kph}$

Dado que el tractor es una máquina lenta su velocidad media es alta y por ello tomamos 0.8, y por ello la velocidad media =  $4.55 Kph \times 0.8 = 3.64 kph$

- b) Realizando el mismo procedimiento para calcular la velocidad de regreso obtenemos una  $FT=0$  ya que en este caso la pendiente es considerada negativa y por lo tanto la Velocidad no se puede calcular con la fórmula de Peurifoy, lo que quiere decir que el tractor se movería a la velocidad máxima pero los fabricantes recomiendan que en reversa el tractor opere en segunda velocidad de 6.4 Kph para no dañar el tránsito, por lo que se considera este como velocidad media.

Con los valores de las velocidades procedamos con el cálculo del tiempo de ciclo.

Tiempo de ciclo de ida:

$$Ti = \frac{90m}{3.64 \frac{Km}{h}} \times \left( \frac{1Km}{1000m} \right) \times \left( \frac{60min}{1h} \right) = 1.48min \quad Ti = \frac{90m}{6.4 \frac{Km}{h}} \times \left( \frac{1Km}{1000m} \right) \times \left( \frac{60min}{1h} \right) = 0.84min$$

**Calcularemos a continuación el tiempo del ciclo de la máquina:**

$$tc = t_f + t_v$$

$$tc = 1.48 + 0.84 + .10 = 2.42min$$

3. **Hacemos uso de la fórmula**  $P = \frac{E \times V}{t_c}$  **para calcular la producción**

$$P = \frac{\left( 50 \frac{min}{h} \right) \times (6.88m^3)}{2.42min} = 141.93m^3 \text{ sueltos/ hr.}$$

4. **Aplicamos los factores de corrección para obtener la producción final**

Operación	1.0
Material difícil de cortar	0.80
Peso volumétrico	ya considerado
Eficiencia horaria	ya considerado
Pendiente	ya considerado

**Producción final,**  $P = 141.93 \times 1.0 \times 0.8 = 113.54m^3$  sueltos/hora.



#### **IV. 2. 3. Cálculo de la capacidad de la hoja topadora con datos proporcionados por los Fabricantes**

Se puede calcular la producción de una hoja usando las gráficas de producción del fabricante el cual las basa en su experiencia de vender tractores en el mundo y verificar con sus diferentes clientes. Las producciones que estos obtienen les debemos aplicar unos factores de corrección como se indica a continuación:

$$\text{Producción} = \text{Producción máxima tomada de las tablas del fabricante} \times \text{Factores de corrección}$$

Las gráficas de producción dan la producción máxima no corregida de las hojas empujadoras recta, semiuniversal y universal. Se basan en las siguientes condiciones:

1. 100% de eficiencia (60 min. por hora).
2. Tiempos fijos de 0,05 min. en máquina con servotransmisión.
3. La máquina excava 15 m (50 pies), y luego empuja la carga para arrojarla por encima de un corte, es decir, tiempo de descarga de 0 segundos.
4. Densidad del material: 1370 kg/m<sup>3</sup> suelto (2300 lb/yd<sup>3</sup>).
5. Coeficiente de tracción: \*
  - a. Tractor de orugas: 0,5 o más.
  - b. Tractor de ruedas: 0,4 o más.

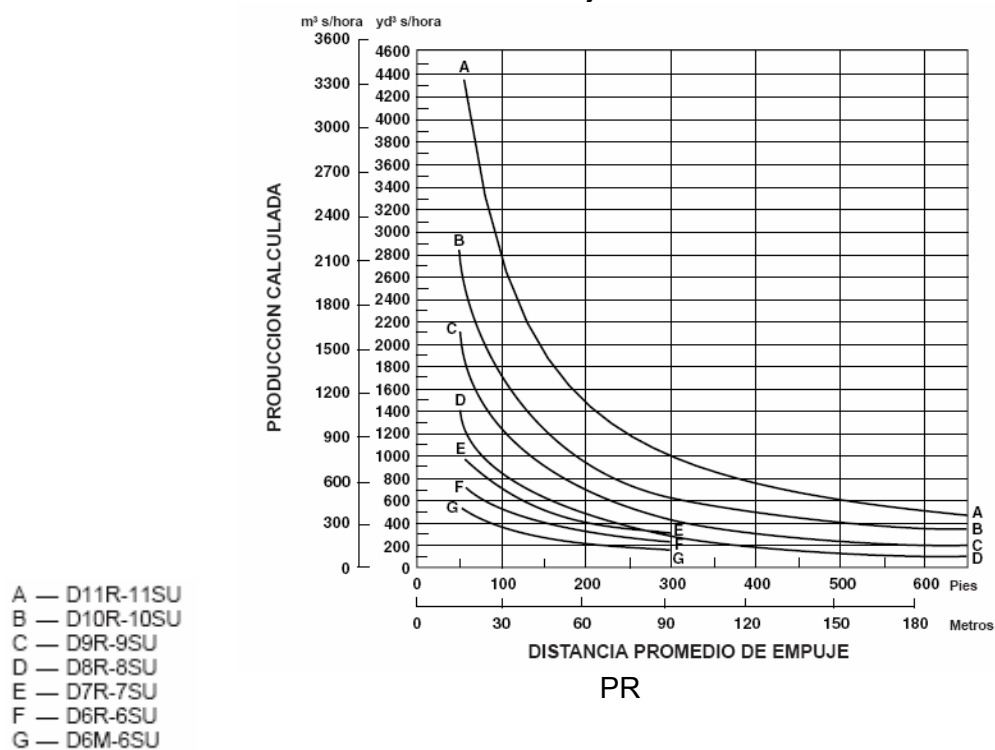
Se supone que el coeficiente mínimo de tracción es 0,4. Aunque las malas condiciones del suelo afectan a los tractores de carriles y a los de ruedas — y hay que reducir las cargas a fin de compensar la pérdida de tracción — los efectos en los tractores de ruedas son mucho mayores, y su producción baja con mayor rapidez. No hay reglas exactas para predecir esta reducción, pero, según una regla empírica, los tractores de ruedas (con hoja) pierden 4% de producción por cada centésimo de disminución en el coeficiente de tracción por debajo de 0,40. Por ejemplo, si es 0,30 habría una diferencia de 0,10, y la producción sería el 60% ( $10 \times 4\% = 40\%$  de disminución).

6. Se usan hojas de control hidráulico.
7. Excavación en 1a. de avance, acarreo en 2a. de avance y regreso en 2a. de reversa. Este orden de velocidades está basado en suelos desde horizontales hasta cuesta abajo, material de densidad ligera a mediana y sin extensiones de hoja como planchas contra derrames, protectores contra rocas, etc. Si se exceden estas condiciones puede ser necesario acarrear el material en primera velocidad de avance, y la productividad debe ser igual o mayor que las “condiciones estándar” porque se pueden acarrear mayores cargas en primera velocidad de avance.

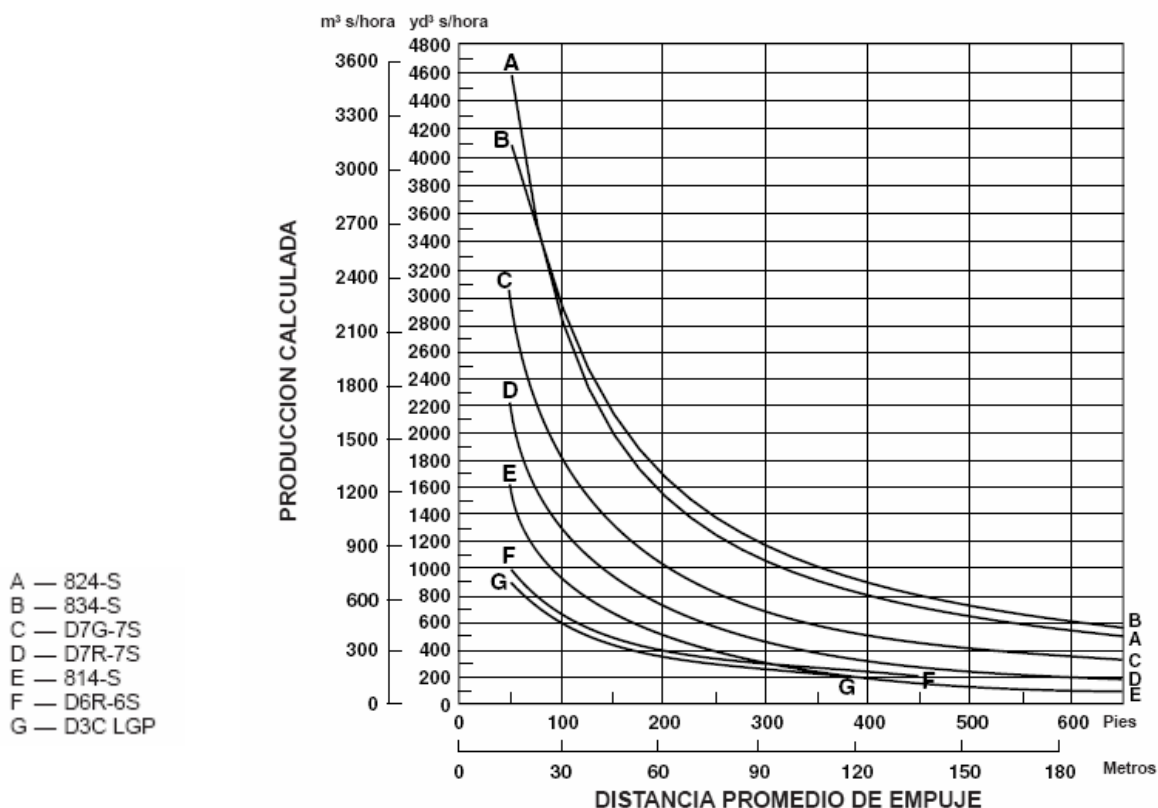
## PRODUCCION CALCULADA c Hojas universales c D7G hasta D11R



## PRODUCCION CALCULADA c Hojas Semiuniversales c D6M hasta D11R



**PRODUCCION CALCULADA Hojas rectas c D3, D6, D7, 814, 824, 834**



**COEFICIENTES APROXIMADOS  
DE LOS FACTORES DE TRACCION**

MATERIAL	FACTORES DE TRACCION	
	Neumáticos	Carriles
Concreto y pavimento .....	0,90	0,45
Marga arcillosa, seca .....	0,55	0,90
Marga arcillosa, mojada .....	0,45	0,70
Marga arcillosa con surcos .....	0,40	0,70
Arena seca .....	0,20	0,30
Arena mojada .....	0,40	0,50
Canteras .....	0,65	0,55
Camino de grava suelta .....	0,36	0,50
Nieve compacta .....	0,20	0,27
Hielo .....	0,12	0,12
Zapatillas semicaladas .....		
Tierra firme .....	0,55	0,90
Tierra suelta .....	0,45	0,60
Carbón amontonado .....	0,45	0,60

**NOTA:** Los tractores de carriles con rueda motriz elevada (D11N, D10N, D9N y D8N), con tren de rodaje suspendido, tienen un 15% más de tracción que los tractores de cadenas con tren de rodaje rígido.

**ANGULO NATURAL DE REPOSO DE  
VARIOS MATERIALES**

MATERIAL	ANGULO ENTRE LA HORIZONTAL Y LA PENDIENTE DE LA PILA	
	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

**EXPANSION, VACIOS Y FACTORES DE CARGA**

EXPANSION (%)	VACIOS (%)	FACTOR DE CARGA
5	4,8	0,952
10	9,1	0,909
15	13,0	0,870
20	16,7	0,833
25	20,0	0,800
30	23,1	0,769
35	25,9	0,741
40	28,6	0,714
45	31,0	0,690
50	33,3	0,667
55	35,5	0,645
60	37,5	0,625
65	39,4	0,606
70	41,2	0,588
75	42,9	0,571
80	44,4	0,556
85	45,9	0,541
90	47,4	0,526
95	48,7	0,513
100	50,0	0,500

**FACTORES TIPICOS DE RESISTENCIA A LA RODADURA**

Diferentes tamaños y presiones de inflado de neumáticos pueden aumentar o disminuir mucho la resistencia a la rodadura. Los valores que se dan en esta tabla son aproximaciones, especialmente los referentes a las máquinas de cadenas y de cadenas + neumáticos. Estas cantidades se pueden usar con propósitos de estimación cuando no se cuenta con la información específica de rendimiento de un cierto equipo ni con los datos del terreno. Vea la sección de Minería y Movimiento de Tierras para obtener más información.



TERRENO	% DE RESISTENCIA A LA RODADURA*			
	Neumáticos Telas	Radiales	Carriles **	Carriles +Neumát.
Camino muy duro y liso de hormigón, asfalto frío o tierra, sin penetración ni flexión de los neumáticos .....	1,5%*	1,2%	0%	1,0%
Camino estabilizado, pavimentado, duro y liso que no cede bajo el peso, regado y conservado .....	2,0%	1,7%	0%	1,2%
Camino firme y liso, de tierra o capa ligera, que cede un poco bajo carga o irregular, conservado con regularidad, regado .....	3,0%	2,5%	0%	1,8%
Camino de tierra, desigual o que flexiona bajo carga, conservado irregularmente, sin regar, flexión o penetración de los neumáticos de 25 mm (1") .....	4,0%	4,0%	0%	2,4%
Camino de tierra, desigual o que flexiona bajo carga, conservado irregularmente, sin regar, flexión o penetración de los neumáticos de 50 mm (2") .....	5,0%	5,0%	0%	3,0%
Camino irregular, blando, sin conservación, sin estabilizar, flexión o penetración de los neumáticos de 100 mm (4") .....	8,0%	8,0%	0%	4,8%
Arena o grava suelta .....	10,0%	10,0%	2%	7,0%
Camino irregular, blando, sin conservación, sin estabilizar, flexión o penetración de los neumáticos de 200 mm (8") .....	14,0%	14,0%	5%	10,0%
Camino muy blando, fangoso, irregular, sin flexión pero con penetración de neumáticos de 300 mm (12") .....	20,0%	20,0%	8%	15,0%

\*Porcentaje del peso combinado de la máquina.

\*\*Supone que se ha restado la carga por resistencia para indicar la Fuerza de Arrastre con la Barra de Tiro para condiciones entre buenas y moderadas. Se suma algo de resistencia en casos en que el terreno es demasiado blando.

### RESISTENCIA DE DIVERSOS TERRENOS

MATERIAL	RESISTENCIA			
	Bar	lb/ pulg <sup>2</sup>	Tonelada métrica/ m <sup>2</sup>	EE.UU. tons/ pie <sup>2</sup>
Roca (semi-fragmentada) .....	4,8	70	50	5
Roca (entera) .....	24,1	350	240	24
Arcilla seca .....	3,8	55	40	4
húmeda .....	1,9	27	20	2
blanda .....	1,0	14	10	1
Grava cementada .....	7,6	110	80	8
Arena compacta seca .....	3,8	55	40	4
Limpia y seca .....	1,9	27	20	2
Arena movediza, y terreno de aluvión .....	0,5	7	5	0,5

PESO* DE LOS MATERIALES	SUELTO		EN BANCO		FACTORES DE CARGA
	kg/m³	lb/yd³	kg/m³	lb/yd³	
Basalto .....	1960	3300	2970	5000	0,67
Bauxita, Caolín .....	1420	2400	1900	3200	0,75
Caliche .....	1250	2100	2260	3800	0,55
Carnotita, mineral de uranio .....	1630	2750	2200	3700	0,74
Ceniza .....	560	950	860	1450	0,66
Arcilla — en su lecho natural .....	1660	2800	2020	3400	0,82
seca .....	1480	2500	1840	3100	0,81
mojada .....	1660	2800	2080	3500	0,80
Arcilla y grava — secas .....	1420	2400	1660	2800	0,85
mojadas .....	1540	2600	1840	3100	0,85
Carbón — antracita en bruto .....	1190	2000	1600	2700	0,74
lavada .....	1100	1850	—	—	0,74
ceniza, carbón bituminoso .....	530-650	900-1100	590-890	1000-1500	0,93
bituminoso en bruto .....	950	1600	1280	2150	0,74
lavado .....	830	1400	—	—	0,74
Roca descompuesta — .....	—	—	—	—	—
75% roca, 25% tierra .....	1960	3300	2790	4700	0,70
50% roca, 50% tierra .....	1720	2900	2280	3850	0,75
25% roca, 75% tierra .....	1570	2650	1960	3300	0,80
Tierra — Apisonada y seca .....	1510	2550	1900	3200	0,80
Excavada y mojada .....	1600	2700	2020	3400	0,79
Marga .....	1250	2100	1540	2600	0,81
Granito fragmentado .....	1660	2800	2730	4600	0,61
Grava — Como sale de cantera .....	1930	3250	2170	3650	0,89
Seca .....	1510	2550	1690	2850	0,89
Seca, de 6 a 50 mm .....	1690	2850	1900	3200	0,89
Mojada de 6 a 50 mm .....	2020	3400	2260	3800	0,89
Yeso — Fragmentado .....	1810	3050	3170	5350	0,57
Triturado .....	1600	2700	2790	4700	0,57
Hematita, mineral de hierro .....	1810-2450	4000-5400	2130-2900	4700-6400	0,85
Piedra caliza — fragmentada .....	1540	2600	2610	4400	0,59
triturada .....	1540	2600	—	—	—
Magnetita, mineral de hierro .....	2790	4700	3260	5500	0,85
Pirita, mineral de hierro .....	2580	4350	3030	5100	0,85
Arena — Seca y suelta .....	1420	2400	1600	2700	0,89
Húmeda .....	1690	2850	1900	3200	0,89
Mojada .....	1840	3100	2080	3500	0,89
Arena y Arcilla — suelta .....	1600	2700	2020	3400	0,79
compactada .....	2400	4050	—	—	—
Arena y grava — seca .....	1720	2900	1930	3250	0,89
mojada .....	2020	3400	2230	3750	0,91
Arenisca .....	1510	2550	2520	4250	0,60
Pizarra bituminosa .....	1250	2100	1660	2800	0,75
Escorias fragmentadas .....	1750	2950	2940	4950	0,60
Nieve — seca .....	130	220	—	—	—
mojada .....	520	860	—	—	—
Piedra triturada .....	1600	2700	2670	4500	0,60
Taconita .....	1630-1900	3600-4200	2360-2700	5200-6100	0,58
Tierra vegetal .....	950	1600	1370	2300	0,70
Roca fragmentada .....	1750	2950	2610	4400	0,67
Virutas de madera** .....	—	—	—	—	—

\*Varía según el contenido de humedad, el tamaño de grano, el grado de compactación, etc. Se deben hacer pruebas para determinar las características exactas de cada material.

\*\*En las últimas páginas de la sección de Explotación Forestal se dan los pesos de las maderas comercialmente importantes. Para calcular los pesos de las diversas maderas, utilice las ecuaciones siguientes:  $\text{kg/m}^3 = (\text{lb/pe}^3) \times 0,4$   
 $\text{lb/pe}^3 = (\text{lb/pe}^3) \times 0,4 \times 27$

**REDUCCION DE POTENCIA DEBIDA A LA ALTITUD PORCENTAJE DE LA  
POTENCIA EN EL VOLANTE\* DISPONIBLE A DIVERSAS ALTITUDES**

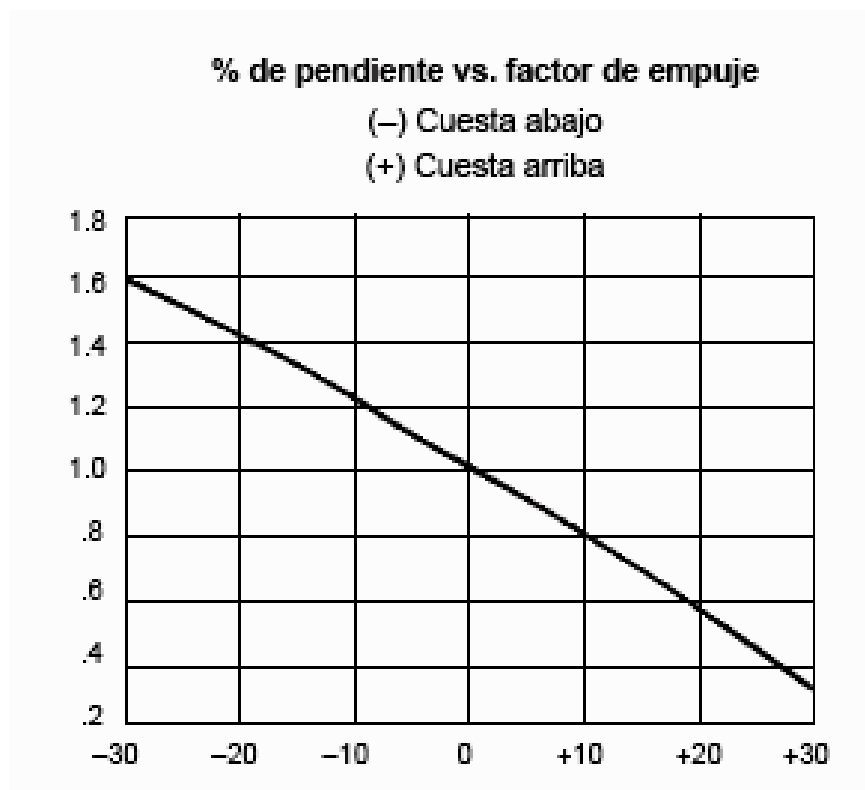
MODELO	0-760 m (0-2500')	760-1500 m (2500-5000')	1500-2300 m (5000-7500')	2300-3000 m (7500-10.000')	3000-3800 m (10.000-12.500')	3800-4600 m (12.500-15.000')
D3C Serie III	100	100	100	100	96	88
D3C XL Serie III	100	100	100	100	96	88
D3C LGP Serie III	100	100	100	100	96	88
D4C Serie III	100	100	97	88	81	74
D4C XL Serie III	100	100	97	88	81	74
D4C LGP Serie III	100	100	97	88	81	74
D5C Serie III	100	100	100	100	**	**
D5C XL Serie III	100	100	100	100	**	**
D5C LGP Serie III	100	100	100	100	**	**
D5M XL y LGP	100	100	100	100	100	100
D5E	100	100	94	87	80	73
D6M XL y LGP	100	100	100	99	91	84
D6D	100*	100*	100*	100*	94*	87*
D6G	100	100	100	100	94	87
D6R	100*	100*	100*	100	94	87
D6R (DIFF STR)	100	100	100	100	100	95
D6R XL	100	100	100	100	94	87
D6R XR	100	100	100	100	94	87
D6R LGP	100	100	100	100	94	87
D6R LGP (DIFF STR)	100	100	100	100	95	87
D7G	100*	100*	100*	94	86	80
D7R	100*	100*	100*	93*	86*	79*
D7R (DIFF STR)	100	100	95	88	81	75
D7R XR	100	100	100	93	86	79
D7R LGP	100	100	100	93	86	79
D7R LGP (DIFF STR)	100	100	95	88	81	75
D8R	100	100	100	100	94	87
D8R LGP	100	100	100	100	94	87
D9R	100	100	100	95	87	79
D10R	100	100	100	100	98	90
D11R/D11R CD	100	100	100	93	86	80

**FACTORES DE CORRECCION SEGUN LAS CONDICIONES DEL TRABAJO**

	<b>TRACTOR DE CARRILES</b>	<b>TRACTOR DE RUEDAS</b>
<b>OPERADOR: —</b>		
Excelente	1,00	1,00
Bueno	0,75	0,80
Deficiente	0,60	0,50
<b>MATERIAL —</b>		
Suelto y amontonado	1,20	1,20
Difícil de cortar; congelado; —		
con cilindro de inclin. lateral	0,80	0,75
sin cilindro de inclin. lateral	0,70	—
hoja con control de cable	0,60	—
Difícil de empujar; se apelmaza (seco, no cohesivo) o material muy pegajoso.	0,80	0,80
Rocas desgarradas o de voladura	0,60-0,80	—
<b>EMPUJE POR METODO DE ZANJA</b>	1,20	1,20
<b>CON DOS TRACTORES JUNTOS</b>	1,15-1,25	1,15-1,25
<b>VISIBILIDAD:</b>		
Polvo, lluvia, nieve, niebla, obscuridad	0,80	0,70
<b>EFICIENCIA DEL TRABAJO: —</b>		
50 min/hr	0,83	0,83
40 min/hr	0,67	0,67
<b>HOJAS*:</b>		
Ajuste según la capacidad SAE de la hoja básica que se usa en las gráficas de los cálculos de producción.		
<b>PENDIENTES:</b> Vea gráfica sig.		

**\*Nota:** Las hojas orientables o angulables y las amortiguadas no se consideran herramientas de producción. Según las condiciones del trabajo, la hoja A y la C producen por término medio del 50 al 75% de una hoja recta.





Todas las tabla y gráficas anteriores fueron obtenidas del manual de rendimiento del fabricante de equipo Caterpillar

Otros fabricantes de equipo producen sus propias formulas para la producción de un tractor con hoja topadora como es el caso de la fórmula proporcionada por Internacional Harvester (IH), que es la siguiente:

$$P = \frac{(330 \times H.P.)}{D + 50}$$

Donde:

H.P.= Potencia neta de la máquina.

D= La distancia de acarreo en un solo sentido, en pies.

P= Producción del tractor en y<sup>3</sup>/h (60 min).

### **Ejemplos: Cálculo de la producción de una hoja topadora con datos del fabricante.**

1. Determinar la producción media por hora de un tractor de orugas D8R, equipado con una hoja semi –U y cilindro de inclinación, utilizando el método de la zanja, para excavar una arcilla difícil de cortar a una distancia de 60 metros con una pendiente en contra del 10%. El peso del material suelto es aproximadamente 1660 kg/m<sup>3</sup> . La habilidad del operador es media y la eficiencia del trabajo es de 50 minutos/ hora. Se trabaja a 500 msnm.

**Solución:**

Debemos entrar a la gráfica producción de un tractor D8R con hoja semi U y de ahí obtenemos 480 m<sup>3</sup> /h.

Ahora debemos aplicar los siguientes factores de corrección:

Para cortar una arcilla difícil de cortar .....	0.80
pendiente del 10% reduce la corrección (de tablas) .....	0.80
Método de la zanja.....	1.20
Operador con habilidad media .....	0.75
Eficiencia de trabajo (50 min. /h) .....	0.83

Factor del peso $\frac{1370}{1660}$ .....	0.83
---	------

De acuerdo a los datos del fabricante no debemos corregir por altura sobre el nivel del mar.

Producción:

Producción máxima x Factores de corrección = 480m<sup>3</sup> /h x 0.80 x 0.80 x 1.20x 0.75 x 0.83 x 0.83 = 190.47 m<sup>3</sup> /h sueltos.

2. Obtenga la producción media por hora de un tractor D8R equipado con hoja Universal que se mueve a una distancia media de 90 m cuesta abajo, con una pendiente del 15%. Se trata de tierra seca con un peso volumétrico de 1900 kg/m<sup>3</sup> medido en banco, con un factor de abundamiento de 1.25. Se trabajará con eficiencia de 50 min/h y el material es difícil de cortar con un operador muy bueno. El trabajo se realiza a 1500 msnm.

**Solución:**

Se calcula de las graficas la producción máxima sin corregir: 380 m<sup>3</sup> suelto/hr

Se calcula el peso del material suelto y para ello hacemos 1900/1.25 es de 1520 kg/m<sup>3</sup> suelto. Factores de corrección aplicables:

Tierra seca muy “difícil de cortar” .....	–0,80
Corrección de la pendiente (de la gráfica) .....	–1,30
Operador muy bueno .....	–1,00
Eficiencia del trabajo (50 min/h) .....	–0,83
Corrección de la densidad .....	(1370/1520)– 0,90
P = P máx. x Fact. de correc. = (380) (0,80) (1,30) (1,00) (0,83) (0,90) = 295.21 m <sup>3</sup> suelto/hr	

### IV. 3 Producción de Tractores con Desgarrador.

Es muy importante la selección de puntas para los desgarradores D8R, D9R, D10R Y D11R. Hay tres configuraciones de punta (corta, intermedia y larga) en dos estilos distintos simétricas y de penetración) para conseguir una operación económica en una variedad de condiciones.

#### RECOMENDACIONES SOBRE PUNTAS

*Corta* — Se usa en condiciones de altos impactos donde la rotura de puntas es un problema. Cuanto más corta la punta, tanto mayor su resistencia a la rotura.

*Mediana* — Da mejor resultado en condiciones de impactos moderados, donde la abrasión no es excesiva.

*Larga* — Se usa en materiales sueltos y abrasivos donde las roturas no son un problema. Es la punta que por lo general ofrece la mayor cantidad de material de desgaste.



La elección de la punta más adecuada depende de la clase de suelo que se va a desgarrar y del tractor que se utilice. Si se va a desgarrar material muy denso, se recomienda usar una punta de penetración. Si el material es de altos impactos, se recomienda una punta simétrica. La tabla siguiente es una guía general para escoger las puntas.

Condiciones del trabajo	Puntas que se deben usar		
	D8R/ D9R	D10R	D11R
Operación en tándem . . . . .	Corta	Corta	Corta
De un vástago y de vástagos múltiples			
Condiciones muy duras . . .	Media	Corta	Corta
Condiciones medias . . . . .	Larga	Media	Media
Condiciones abrasivas . . . .	Larga	Larga	Larga

Utilice la punta más larga que conserve su utilidad durante más horas de servicio y no se quiebre con frecuencia. Pruebe diferentes puntas a fin de elegir la más económica.

#### IV. 3. 1 Cálculo de la Producción del Tractor por Observación Directa.

Antes de utilizar este método es recomendable comparar los costos de desgarramiento con otros métodos para aflojar o fragmentar materiales — sobre todo con el de perforación y voladura — a base del costo por m<sup>3</sup> en banco. Por lo tanto, hay que estimar exactamente el rendimiento con desgarrador a fin de hallar el costo por unidad de volumen. Hay tres métodos usuales para estimar la producción del desgarrador:

1. El mejor método consiste en medir el tiempo invertido en desgarrar, y luego sacar (mediante motoescrepas, equipo de carga y camiones) el material desgarrado y pesarlo. El peso total dividido por el tiempo usado dará la producción por hora. Si al contratista se le paga por volumen, se debe utilizar un factor de abundamiento, recordando que el grado de precisión de los cálculos estará determinado por la exactitud del peso volumétrico que se usa. Si se paga por volumen sacado, el método 2 puede ser el más conveniente. Se debe tener cuidado de que sólo se quita el material que ha sido desgarrado.

2. Otro método consiste en hacer cortes transversales del sitio y luego medir el tiempo invertido en desgarrar. Después que se haya sacado el material, haga de nuevo un corte transversal para determinar el volumen de material sacado. El volumen dividido por el tiempo invertido da la velocidad de desgarramiento por minuto o por hora.

3. El método menos exacto, pero usado con frecuencia en la obra por su rapidez, consiste en medir el tiempo en que el desgarrador necesita para avanzar una cierta distancia. Para obtener el tiempo medio de un ciclo se deben utilizar los tiempos medidos durante varios ciclos, incluyendo el tiempo invertido en giros y retrocesos. Se mide, además, la distancia media de desgarramiento, el espaciamiento y la penetración del desgarrador. Con estos datos, se obtiene el volumen por ciclo, que es la base para calcular la producción en m<sup>3</sup> en banco. Se sabe por experiencia que los resultados de este método son del 10 al 20% más altos que los obtenidos por el método de cortes transversales, que es más exacto.

**Ejemplo:** Se requiere obtener la producción de un desgarrador por observación directa, de acuerdo a los datos observados siguientes:

Longitud de desgarre 91 m  
Espaciamiento entre pasadas 90 cm.  
Profundidad de desgarre 60 cm

##### **Solución:**

Tiempo por pasada: 1,6 km/h = 26,7 m/min.

Entonces  $\frac{91 \text{ m}}{26,7 \text{ m/min}} = 3,41 \text{ minutos;}$



3,41 min. + 0,25 min. (tiempo de giro) = 3,66 min/pasada.

Si el trabajo medio del operador es de 45 min. por hora, es posible

$$\text{hacer} = \frac{45}{3,66} = 12,3 \text{ pasadas por hora.}$$

Volumen desgarrado: 91 m x 0,9 m x 0,6 m = 49,1 m<sup>3</sup> B por pasada.

Producción = 49,1 x 12,3 = 604 m<sup>3</sup> B/hora.

Recuerde que los resultados de este método suelen ser del 10 al 20% más altos de la producción real que se consigue en el trabajo.

Es importante hacer notar que el desgarramiento difícil aumenta los costos normales de posesión y operación del tractor. Por lo tanto hay que aumentar estos costos del 30 al 40%, por lo menos, en trabajos de desgarramiento difícil, a fin de estimar los costos de desgarramiento en formaciones de rocas.

#### **IV. 3. 2 Cálculo de la Producción del Tractor Empleando las Graficas de Velocidad de Ondas Sísmicas**

No hay fórmulas precisas ni reglas empíricas para calcular la producción con desgarrador. Incluso si se tienen datos exactos sobre la velocidad de las ondas sísmicas del material, la composición del material, las condiciones del trabajo, el equipo, y la habilidad del operador, solamente se podrá dar una estimación aproximada. La cifra final se halla con un estudio en la obra.

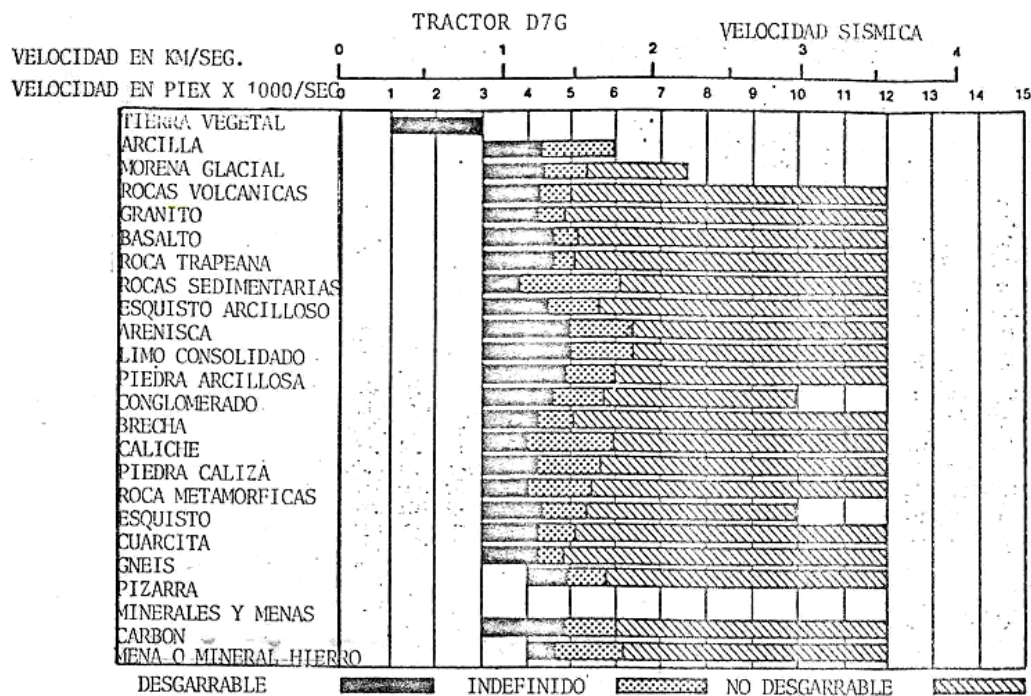
Las gráficas de la producción con desgarrador estimadas según la velocidad de las ondas sísmicas, se basan en estudios llevados a cabo en gran variedad de suelos. Tomando en cuenta las enormes variaciones que hay entre los diversos materiales, y aun entre las rocas de la misma clasificación, debe recordarse que las gráficas, en el mejor de los casos, sólo indican el grado de facilidad de desgarramiento. Tenga presente, por lo tanto, las siguientes precauciones al hacer una evaluación sobre la posibilidad de usar desgarrador en una formación de rocas determinada.

La penetración de los dientes suele ser la clave del éxito en desgarrar, sea cual sea la velocidad de las ondas sísmicas. Es sobre todo así con materiales homogéneos tales como sedimentos arcillosos, piedra caliza, y caliches de grano fino. También es aplicable en formaciones sólidamente cementadas, como conglomerados, ciertas morenas glaciales y caliches con fragmentos de roca.

Las bajas velocidades de las ondas en rocas sedimentarias suelen indicar que probablemente sean desgarrables. Sin embargo, si no es posible hacer penetrar los dientes por las grietas y uniones de los mantos, es difícil que se puedan desgarrar bien.

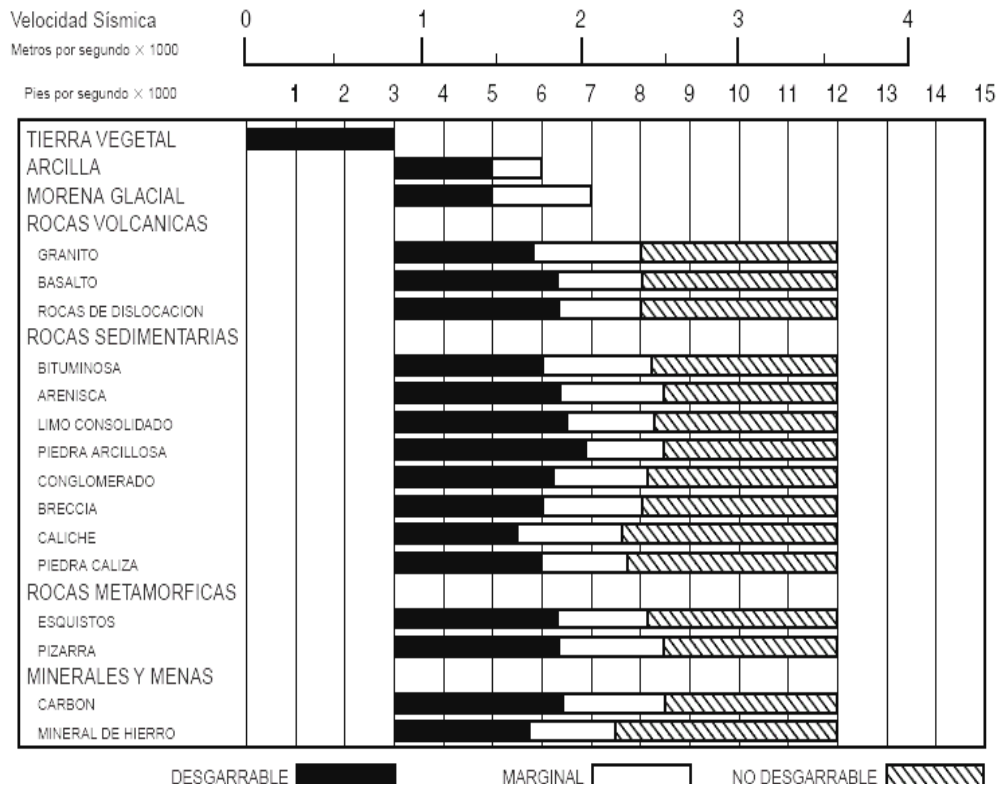
Con voladura previa se puede conseguir suficiente fraccionamiento para que penetre el diente, sobre todo en caliches, conglomerados y algunas otras rocas, pero debe comprobarse con cuidado el factor económico cuando se considere la voladura en arenisca, piedra caliza y granito de alto grado.

El desgarramiento sigue siendo más un arte que una ciencia, y mucho depende de la habilidad y experiencia del operador del tractor. El desgarrar determinados materiales para facilitar la carga de la motoescropa o el equipo de carga tal vez requiera un método diferente si se piensa empujarla con la hoja. Y si es necesario el desgarramiento cruzado, habría que cambiar la técnica empleada. El número y longitud de vástagos que se utilicen, así como el ángulo de los dientes, la dirección y posición del acelerador, etc., son factores que deben ajustarse según las condiciones del terreno. El éxito de un trabajo con desgarrador depende, en muchos casos, de que el operador halle la combinación adecuada para las condiciones existentes.



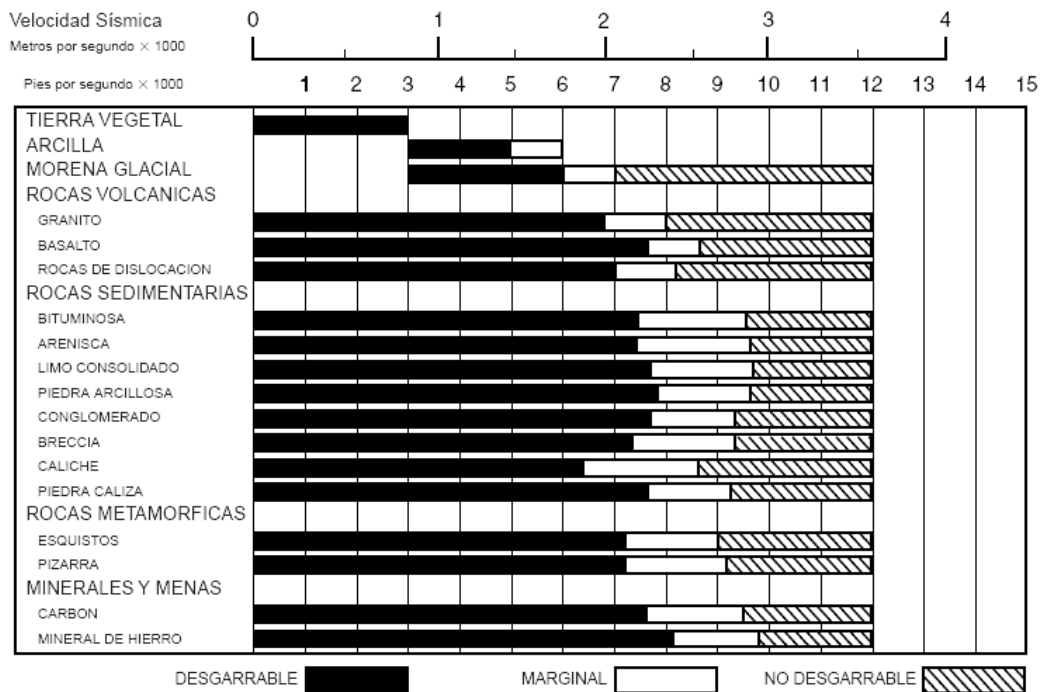
**D8R**

- Desgarrador No. 8 de un vástago o de vástagos múltiples
- Estimado usando las velocidades de las ondas sísmicas



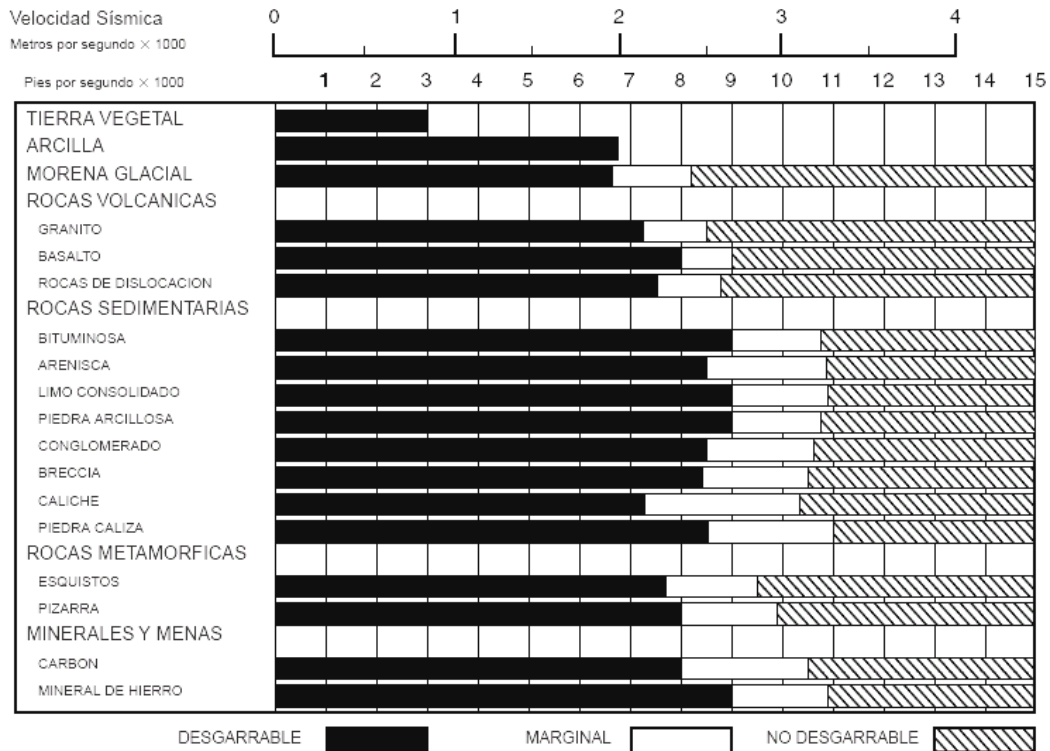
**D9R**

- Desgarrador No. 9 de un vástago o de vástagos múltiples
- Estimado usando las velocidades de las ondas sísmicas



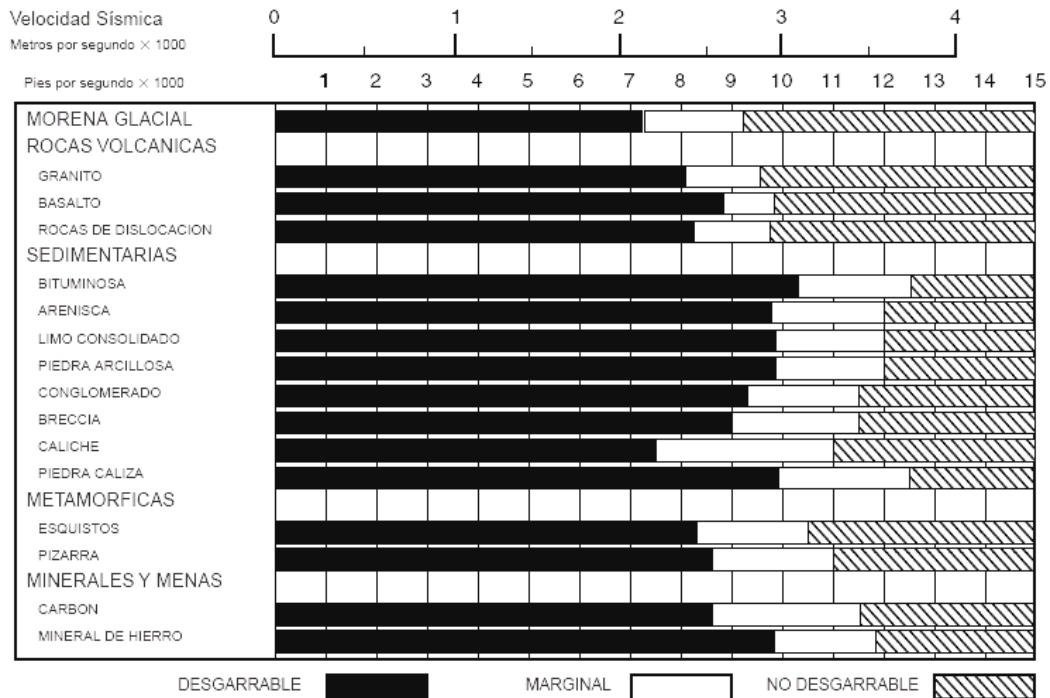
**D10R**

- Desgarrador No. 10 de un vástago o de vástagos múltiples
- Estimado usando las velocidades de las ondas sísmicas



**D11R**

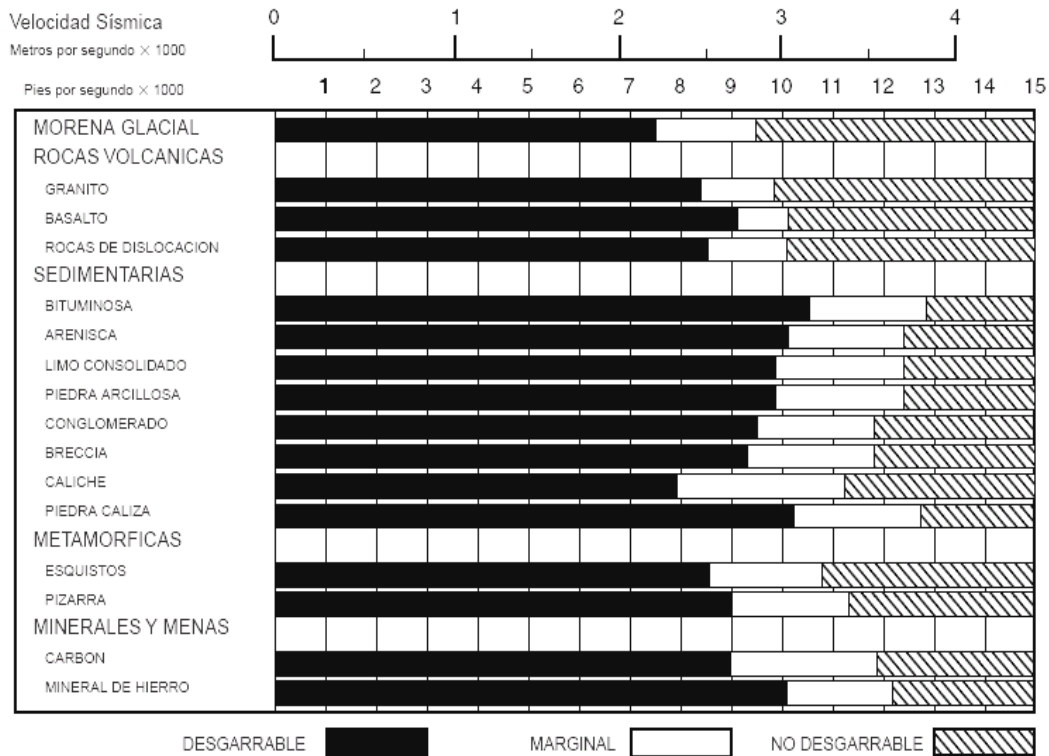
- Desgarrador No. 11 de un vástago o de vástagos múltiples
- Estimado usando las velocidades de las ondas sísmicas





D11R CD

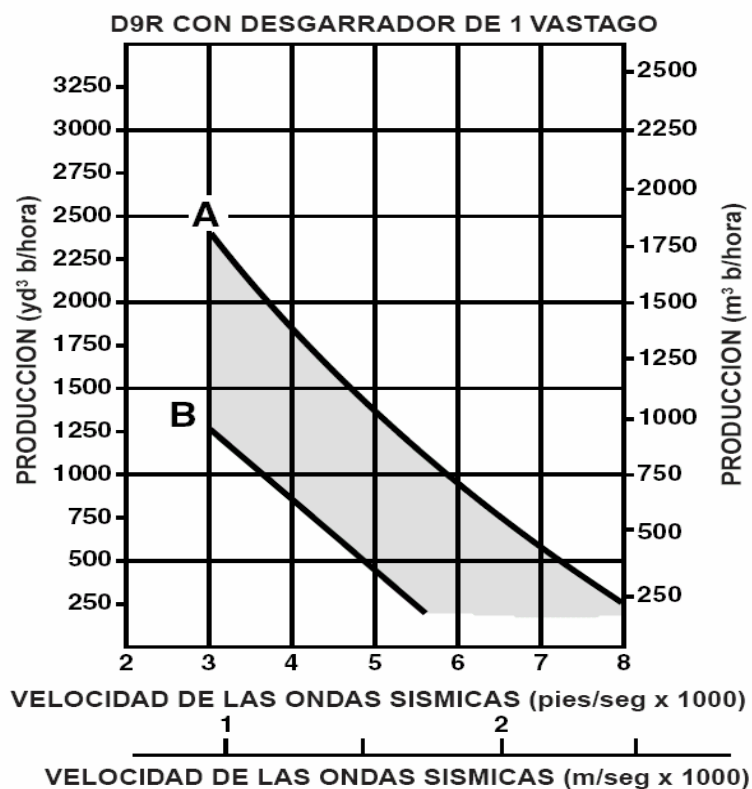
- Desgarrador No. 11 de un vástago
- Estimado usando las velocidades de las ondas sísmicas



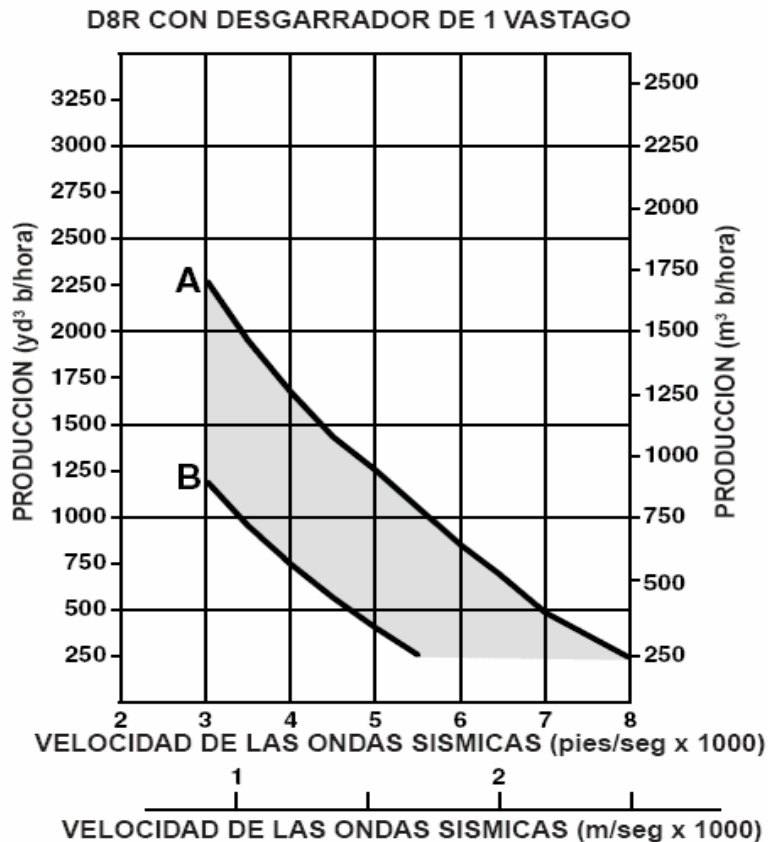
Las gráficas anteriores son graficas que relacionan la velocidad sísmica con la potencia del tractor y fueron tomadas del manual de rendimientos Caterpillar y también se observa que para tractores más chicos que D8 no es conveniente desgarrar puesto que su potencia no es suficiente.

Una vez que se tienen las tablas anteriores entonces puede uno entrar a obtener lo datos a partir de graficas proporcionadas por el fabricante en las que tenemos que tomar en cuenta lo siguiente

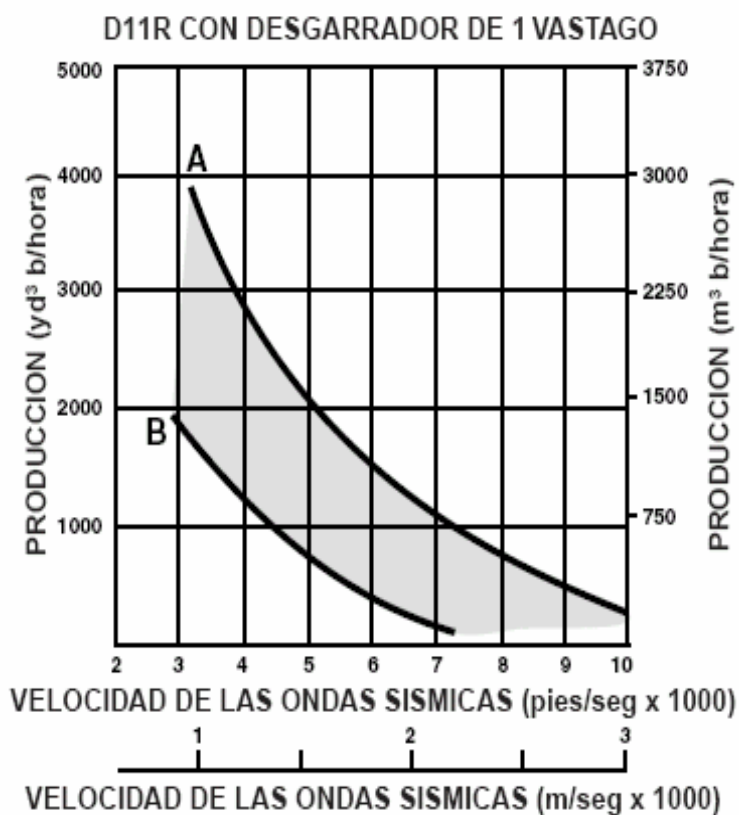
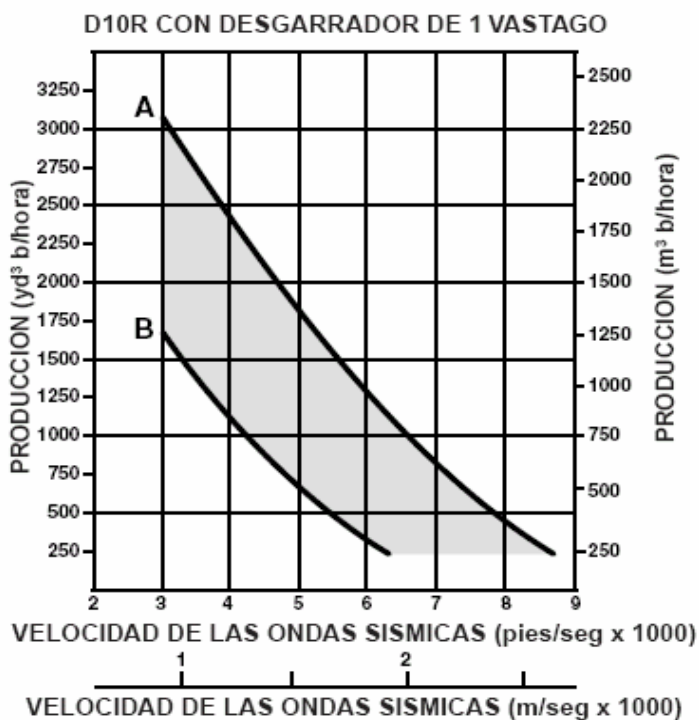
- Las máquinas desgarran durante toda la jornada (no utilizan la hoja topadora).
- Los tractores tienen servotransmisión y desgarradores de un vástago.
- 100% de eficiencia (60 min. hora).
- Las gráficas son para toda clase de materiales.
- En rocas volcánicas con velocidad sísmica de 2450 m/seg , (8000 pies/seg) o mayor, con el D11R, y 1830 m/seg, (6000 pies/seg) o mayor con el D10R, D9R y D8R, se deben reducir en un 25% las cifras de producción.
- El límite superior de las gráficas representa desgarramiento en condiciones totalmente favorables. Si existen en la obra gruesas capas laminares horizontales, capas laminares verticales, o cualquier otra característica que reduzca la producción, se debe utilizar el límite inferior de la gráfica.



A — IDEAL  
B — ADVERSO



A — IDEAL  
B — ADVERSO



### **Problema de ejemplo**

Determine los costos para desgarrar en las siguientes condiciones.

Tractor	D10R con desgarrador. 10D de un vástago
Espaciamiento al desgarrar	9.15 m
Penetración al desgarrar	6.10 m
Distancia para desgarrar	91 m
Tiempo en desgarrar	3,41 min.
Tiempo en maniobras	0,25 min.
Veloc. de ondas sísmicas	1830 m/segundo
Eficiencia supuesta	60 min/h

### **Solución:**

1. Tiempo total del ciclo = 3,41 + 0,25 = 3,66 min

$$\text{Ciclos por hora} = \frac{60 \text{ min/hora}}{3,66 \text{ min/ciclo}} = 16,4$$

2. Producción por ciclo = 91 m x 0,915 m x 0,61 m = 50.79 m³ banco/ciclo

3. Producción = (50.79 m³ b/ciclo) x (16,4 ciclos/h) = 833 m³ b/h.

4. Recuerde que los resultados de este método suelen ser del 10 al 20% más altos.

$$\begin{aligned} \text{Producción real} &= 80\% \text{ de } 833 \text{ m}^3 \text{ b/h} \\ &= 666.39 \text{ m}^3 \text{ b/h} \\ \text{o bien } 90\% \text{ de } 833 \text{ m}^3 \text{ b/h} &= 750 \text{ m}^3 \text{ b/h} \end{aligned}$$

5. Con los datos de la velocidad sísmica entramos a la gráfica del tractor 10R y obtenemos los siguientes resultados:

Producción ideal 1000 m³/h.  
Producción adversa 300 m³/h.

Lo cual si tomamos una producción promedio nos daría resultados similares a los obtenidos en el paso número 4.

### **IV. 3. 3 Cálculo de la Producción del Tractor Empleando Fórmulas.**

En terrenos muy compactos es necesario utilizar un tractor para rippear la superficie, siempre que ésta no exceda el valor de 3500m/seg de velocidad sísmica.

La gran importancia económica del rippleado reside en el abaratamiento del costo de extracción de ciertos materiales que no son excavables directamente. El parámetro que decide si un terreno es ripable o no es su velocidad sísmica.



$V_s$ : VELOCIDAD SÍSMICA (m/seg.)	RIPABILIDAD
$V_s < 400$	No es necesario utilizar <i>ripper</i>
$400 < V_s < 800$	<i>Ripper de 3 dientes</i>
$800 < V_s < 1200$	<i>Ripper de 2 dientes</i>
$1200 < V_s < 2000$	<i>Ripper de 1 diente</i>
$2000 < V_s < 3000$	<i>Estudio especial</i>
$3000 < V_s < 3500$	<i>Prevoladura y posterior <i>rippeado</i></i>
$V_s > 3500$	<i>No se debe usar el <i>ripper</i></i>

El rendimiento de un tractor rippeando viene definido por la relación:

$$P = \frac{(a \times h \times v)}{n} \times f \times \varepsilon$$

Donde:

P: Producción en m<sup>3</sup>/h

a: Separación entre pasadas en m.

h: Penetración del vástago en m.

v: velocidad en m/h

En general un tractor desgarrar a una velocidad entre 1500 m/h y 2000 m/h

n: Número de pasadas por el mismo lugar para desgarrar el material

f: Factor de corrección que se determina de observación directa según el tipo de material que se trate de desgarrar y varía entre 0.5 y 0.8.

$\varepsilon$  : Valor asociado al número de dientes que utiliza el tractor

$\varepsilon = 1$  1 diente

$\varepsilon = 1.9$  2 dientes

$\varepsilon = 2.7$  3 dientes

### Ejemplo:

Un tractor D8T equipado con ripper de un solo diente 8D tipo paralelogramo debe desgarrar un basalto de dureza media y no totalmente sano con una penetración al terreno de 0.60 m y una distancia entre pasadas de 0.90 m.

### Solución:

a= 0.90, h= 0.60, v=1500 m/h, f=0.6, n supongamos que el material se desgarrar en una sola pasada,  $\varepsilon = 1$  se trata de un solo diente.

Entonces

$$P = (0.90)(0.6)(1500 \text{ m/h})(0.6)(1) = 486 \text{ m}^3 \text{ en banco /h.}$$

## ***BIBLIOGRAFÍA:***

CHAVARRI M., Carlos M.  
**MOVIMIENTO DE TIERRAS**  
México  
FUNDEC, A.C., 1994

PEURIFOY, Robert L, SCHEXNAYDER, Clifford  
**CONSTRUCTION PLANNING, EQUIPMENT AND METHODS**  
USA  
Mc Graw hill, 2005

NICHOLS Herbert L., DAY David  
**MOVING THE EARTH**  
USA  
Mc Graw Hill, 2005

DAY, David A.  
**CONSTRUCTION EQUIPMENT GUIDE**  
USA  
John Wyley and sons, 1973

DÍAZ DEL RÍO, Manuel.  
**MANUAL DE MAQUINARIA DE CONSTRUCCIÓN**  
Mc Graw Hill, 2001

CHURCH, Horace K.  
**EXCAVATION HANDBOOK**  
Mc Graw Hill, 1981.

CATERPILLAR  
**MANUAL DE RENDIMIENTO**  
Edición 31.

## ***PÁGINAS WEB:***

<http://www.komatsu.com>

<http://www.fiathitachi.com>

<http://www.caterpillar.com>

<http://www.newholland.com>

<http://www.liebherr.com>

<http://www.deere.com>

<http://www.case.com>