



Fotografía propia:
Exposición de maquinaria
Las Vegas, Nevada, U.S.A.

BREVE DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO PESADO DE CONSTRUCCIÓN

TOMO I

2022

ING. ERNESTO RENÉ MENDOZA SÁNCHEZ

Contenido

PRESENTACIÓN.....	1
INTRODUCCIÓN	2
DEFINICIONES.....	3
maquinaria	3
maquinaria pesada	3
mecanismo	3
artefacto	3
equipo.....	3
CLASIFICACIÓN DEL EQUIPO	4
Equipo ligero	4
Equipo pesado.....	4
1. TRACTORES.....	5
Hoja del tractor	7
Ripper, desgarrador o arado	9
Tractor tiende tubos.....	11
Variantes en el diseño de orugas	11
Aplicaciones de los tractores	13
Especificaciones de tractores.....	15
Renta de tractores.....	17
Videos de tractores	18

2. CARGADORES FRONTALES	19
Tipos de cargadores frontales	20
Cargadores frontales de bajo perfil.....	21
Bote o cucharón	22
Ciclo básico de trabajo	26
Aplicaciones de los cargadores frontales.....	27
Especificaciones de cargadores frontales	28
Renta de cargadores frontales	31
Videos de cargadores frontales.....	32
3. EXCAVADORAS	33
Partes principales de las excavadoras.....	34
Clasificación.....	34
Ciclo básico de las excavadoras.....	35
Aplicaciones de las excavadoras	37
Especificaciones de las excavadoras y excavadoras-cargadoras	39
Renta de excavadoras y retroexcavadoras	43
Videos de excavadoras.....	44
4. EXCAVADORAS CONVERTIBLES.....	45
Draga de arrastre	45
Aplicaciones de las dragas.....	46
Videos de dragas de arrastre	46
Cucharón de almeja	47
Aplicaciones del cucharón de almeja.....	48
Videos de excavaciones con cucharón de almeja.....	48
5. CAMIONES FUERA DE CARRETERA.....	49
Especificaciones de camiones fuera de carretera.....	50
Videos de camiones fuera de carretera	51
6. CAMIONES ARTICULADOS.....	52
Especificaciones de camiones articulados	54
Videos de camiones articulados.....	55

7.- MOTOCONFORMADORAS	56
Aditamentos	57
Aplicaciones.....	58
Especificaciones de motoconformadoras	59
Renta de motoconformadoras	64
Videos de motoconformadoras	65
8.- MOTOESCREPAS	66
Descripción	66
Tipos de motoescrepas	68
Ciclo de trabajo	70
Aplicaciones de las motoescrepas	70
Especificaciones de las motoescrepas	71
Renta de motoescrepas	71
Videos de motoescrepas	72
9. EQUIPO DE COMPACTACIÓN	73
Rodillos vibratorios en tándem	73
Aplicaciones de los rodillos vibratorios en tándem	74
Especificaciones de los rodillos vibratorios en tándem	74
Videos de rodillos vibratorios en tándem.	74
Compactadores de suelos vibratorios.....	75
Videos de compactadores de suelos vibratorios.	81
Compactador de neumáticos	82
Aplicaciones de los compactadores de neumáticos	84
Especificaciones de compactadores de neumáticos.....	84
Videos relativos a compactadores de neumáticos	85

PRESENTACIÓN

El programa de estudios actual de la asignatura Recursos de la Construcción, ubicada en el tercer semestre del plan de estudios de la carrera de ingeniería civil de la Facultad de Ingeniería de la UNAM, contempla un capítulo cuyo objetivo es que el alumno aprenda a calcular los costos directos por concepto de maquinaria utilizada en construcción; para ello, es necesario que conozca, entre otros aspectos, los diferentes equipos utilizados en la construcción, sus características principales, las herramientas que emplean y los trabajos específicos que realizan.

El propósito de estos apuntes es presentar una breve descripción de los principales equipos utilizados en trabajos de movimiento de tierras, así como las actividades que realiza cada uno de ellos.

Es justo destacar que existen dos publicaciones previas con una temática similar: una hecha por el Ing. Carlos Manuel Chávarri Maldonado y otra por el Ing. Rafael Aburto Valdés, fallecidos ambos, profesores del Departamento de Construcción. Los avances registrados desde la publicación de aquellos apuntes y el enfoque que en su momento tuvieron, justifican la realización de la presente publicación.

Se aclara también, que no se abordará lo relativo a la parte mecánica, esto es, a los diferentes componentes de los equipos ya que, si bien el ingeniero civil debe estar atento al buen funcionamiento de las máquinas, generalmente tales aspectos están a cargo de ingenieros mecánicos especialistas.

Tampoco se aborda el tema de los rendimientos del equipo, mismos que son de suma importancia pero que se estudian más adelante, particularmente en el curso Movimiento de Tierras.

Se sugiere complementar el estudio de estos apuntes con la observación de los videos que se recomiendan al final de cada máquina, en los que se pueden ver los equipos trabajando.

Asimismo, se recomienda realizar visitas técnicas a las obras donde se puedan observar los equipos trabajando. Muy conveniente sería visitar alguna agencia distribuidora de maquinaria pesada para visualizar, en sus talleres de mantenimiento, los diferentes conjuntos componentes de las máquinas, así como las herramientas y accesorios con que pueden equiparse.

Deseo agradecer la colaboración de la Ing. Ariana Torres Dávalos, quien se encargó de darle el formato final a estos apuntes.

Por último, agradezco de antemano las observaciones, sugerencias y envío de material que pudiera ser incorporado a estas notas mediante el correo electrónico (erene@unam.mx).

INTRODUCCIÓN

La utilización de máquinas en la construcción ha sido desde siempre una importante ayuda para lograr trabajos de mayor envergadura, mejor calidad y en menor tiempo y costo.

A lo largo de la historia los equipos han evolucionado en su diseño, mecanismos, capacidades y operación. Actualmente, los avances tecnológicos incorporados a múltiples equipos los han vuelto cada vez más eficientes y versátiles.

Una de las exposiciones de equipo más renombrada, es la que se celebra cada tres años en Las Vegas, Nevada. En ella se presentan equipos de todas partes del mundo. Las tendencias que mayormente se han observado en los últimos años son:

- Fabricación de equipos gigantes, destinados a la minería, pero también a grandes proyectos de la construcción.
- Desarrollo de equipos multiusos, que pueden intercambiar diferentes herramientas de trabajo de manera muy rápida.
- Utilización de materiales sintéticos en partes de equipo que tradicionalmente son de acero como orugas y zapatas de tractores, placas de impacto en trituradoras de quijadas, etc.
- El empleo de tecnología digital para medir directamente volúmenes de obra ejecutados y para hacer más preciso y eficiente el trabajo de los operadores.
- Empleo de simuladores para la capacitación de los operadores de equipo pesado.
- Proliferación de nuevas marcas de equipo, sobre todo provenientes del mercado oriental.
- Accesorios para controlar por vía satelital la ubicación y funcionamiento de los equipos.

DEFINICIONES

Al referirse a las máquinas que se utilizan en la construcción, es frecuente hacerlo utilizando indistintamente los términos maquinaria o equipo. En estos apuntes se sigue esta práctica: se tomarán como sinónimos.

Sin embargo, se presentan a continuación las definiciones que aparecen en la Real Academia Española:

maquinaria

Del lat. tardío *machinarius* 'de las máquinas'.

1. f. Conjunto de máquinas para un fin determinado.
2. f. **Mecanismo** que da movimiento a un **artefacto**.

maquinaria pesada

1. f. maquinaria de grandes dimensiones y complejidad.

mecanismo

Del lat. *mechanisma*, con adapt. del suf. al usual -ismo.

1. m. Conjunto de las partes de una máquina en su disposición adecuada.

artefacto

Del lat. *arte factum* 'hecho con arte'.

1. m. Objeto, especialmente una máquina o un aparato, construido con una cierta técnica para un determinado fin. Un artefacto electrónico. Un artefacto volador.
2. m. despect. Máquina, mueble o, en general, cualquier objeto de cierto tamaño.
3. m. Carga explosiva; p. ej., una mina, un petardo, una granada, etc.

equipo

De equipar.

1. m. Colección de utensilios, instrumentos y aparatos especiales para un fin determinado. Equipo quirúrgico, de salvamento.
2. m. Inform. Conjunto de aparatos constituido por una computadora y sus periféricos.
3. m. p. us. Acción y efecto de equipar.

Como se puede observar, las definiciones anteriores no permiten diferenciar entre maquinaria y equipo por lo que se reitera que a lo largo de estas notas se usarán indistintamente y se consideran como sinónimos.

CLASIFICACIÓN DEL EQUIPO

Son varias las maneras de clasificar el equipo, por ejemplo, desde el punto de vista administrativo: equipo propio, en renta pura, arrendamiento financiero, renta con opción a compra, etc.

Por resultar práctico, clasificaremos el equipo en dos grandes categorías:

1. Equipo ligero.
2. Equipo pesado.

Equipo ligero

Están incluidos en esta categoría, equipos pequeños en tamaño, peso y volumen, con costo de adquisición del orden de los miles de pesos. Ejemplos de estos equipos son:

- Revolvedoras.
- Vibradores para concreto.
- Malacates.
- Soldadoras.
- Cortadoras, dobladoras de varilla.
- Compactadores ligeros.
- Compresores de aire pequeños.

Equipo pesado

En esta categoría están todos aquellos equipos que se utilizan preferentemente en obras de infraestructura como carreteras, presas, aeropuertos, zonas de riego, etc. Son equipos pesados, de gran tamaño y volumen con precios de adquisición que rondan los millones de pesos. Para su traslado de una obra a otra muchas veces requieren equipos especializados. Algunos ejemplos de estos equipos son:

- Tractores
- Cargadores frontales.
- Excavadoras.
- Motoescrepas.
- Motoconformadoras.
- Equipo de compactación.
- Plantas de asfalto.
- Plantas de concreto.
- Plantas trituradoras.
- Tuneladoras.

1. TRACTORES

También llamado tractor sobre orugas, tractor empujador o bulldozer (aunque este último nombre depende del tipo de hoja con que esté equipado el tractor), el tractor es una de las máquinas más utilizadas en trabajos de construcción pesada.

Los tractores poseen un motor que le proporciona la potencia necesaria para poder desplazarse de un lugar a otro, así como accionar diferentes herramientas de trabajo.



El tractor se puede equipar con una amplia variedad de aditamentos para diferentes aplicaciones, sin embargo, los elementos con los que usualmente se equipa para trabajos de movimiento de tierras son:

- La hoja frontal, de las cuales hay diferentes tipos,
- El ripper, desgarrador o arado ubicado en la parte trasera;
- Eventualmente una pluma lateral con un malacate y
- Múltiples aditamentos para efectuar desmontes.

La figura 1.1 muestra algunas de las partes principales de un tractor sobre orugas.

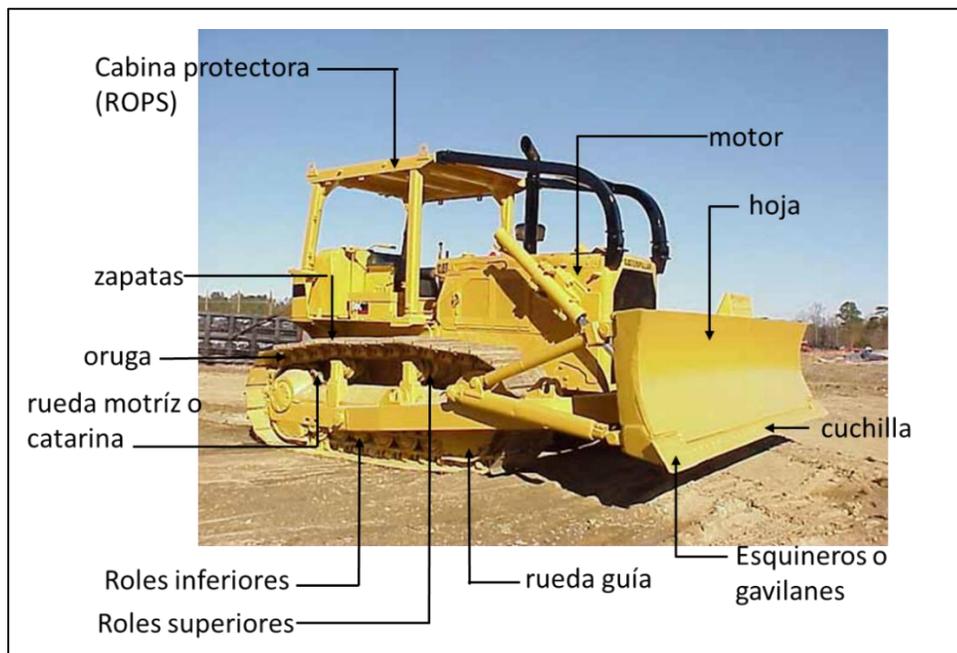


Figura 1.1 Partes principales de una tractor sobre orugas

En cuanto a los sistemas que utilizan para desplazarse existen dos tipos:

- Tractores sobre orugas.
- Tractores sobre llantas.

Los tractores sobre orugas son más utilizados debido a que la fuerza de tracción puede aplicarse mejor que con el de llantas, puesto que la superficie de apoyo de las zapatas es considerablemente mayor. Sin embargo, para ciertos trabajos donde se requiere mayor movilidad y no tanta fuerza tractiva, puede resultar más eficiente el uso de tractor sobre llantas, como fue el caso de la construcción de la cortina en el proyecto hidroeléctrico de Chicoasén, en Chiapas, en el cual se utilizaron tractores sobre llantas para extender el material que acarreaban a la cortina los camiones fuera de carretera y las vagonetas.



Figura 1.2. Tractor sobre llantas.



Figura 1.3. Tractor sobre orugas.



Figura 1.4 Sistema de orugas, zapatas, ruedas guía, rueda motriz y roles.

En los tractores sobre orugas, sobre éstas se montan las zapatas, que son los elementos sobre los que se apoya el tractor para transitar.

Hay diferentes diseños de zapatas que se emplean según el tipo de terreno y trabajo que vaya a desarrollar el tractor. Ver figura 1.5.



Figura 1.5. Diferentes tipos de zapatas. Fuente: www.rihesa.com

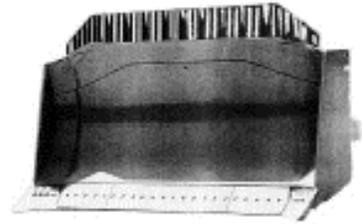
Hoja del tractor

La hoja frontal, también llamada hoja topadora es quizá el útil de trabajo más valioso con que se pueden equipar los tractores. Hay de diferentes tipos. Se describen algunas de las hojas que ofrece la marca Caterpillar cuyas características aparecen publicadas con mucho detalle en su *Manual de Rendimiento Caterpillar Edición 31*.

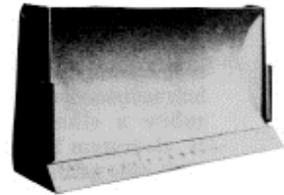
Hoja U (Universal) — los amplios flancos de esta hoja incluyen una cantonera y por lo menos una sección de cuchilla que facilitan el empuje de grandes cargas a largas distancias como en trabajos de recuperación de terrenos, apilamiento, alimentación de tolvas y amontonamiento para cargadores. Como no tiene muy buena penetración por su menor relación de kW/metro (hp/pie) de cuchilla que la Hoja S o la hoja SU, la penetración no debe ser el factor primordial. Aunque su relación de kW/m³ suelto (hp/yd³S) sea menor que la de la Hoja S o la Hoja SU, esta hoja es excelente con material liviano o 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. Así aumenta su utilidad en muchos trabajos generales.



Hoja "SU"— La hoja "SU" (semiuniversal) 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 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, es buena para cargar traíllas.



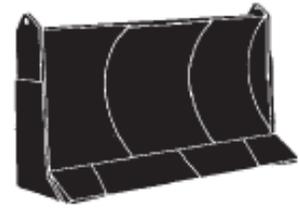
Hoja "S" (recta) — La hoja recta es la más adaptable de todas. Como es más pequeña que la hoja "U" o "SU", es más fácil de maniobrar, y puede empujar una gran variedad de materiales, y puesto que su relación de kW/metro (hp/pie) de cuchilla es mayor que en la hoja "U" o "SU", tiene mejor penetración, y recoge buenas cargas. Un cilindro de inclinación mejora su rendimiento y su versatilidad. Debido a su mayor relación de kW/m³suelto (hp/yd³S), la hoja "S" puede mover con facilidad materiales densos.



Hoja "A" (orientable) — 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. No se recomienda esta hoja para aplicaciones severas ni para roca pesada.



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.



Es conveniente aclarar que la hoja del tractor está equipada con una cuchilla que es el elemento que realmente corta el material, así como con protectores en las esquinas llamados “gavilanes”

En sus inicios, tanto la hoja como el Ripper eran accionados por medio de cables. Actualmente se utilizan sistemas hidráulicos para tal fin.

Ripper1, desgarrador o arado

Con el propósito de “aflojar” previamente materiales con cierta dureza para facilitar su posterior excavación y empuje, los tractores pueden equiparse con un aditamento denominado ripper, desgarrador, o arado, tal como se muestra en las figuras 1.6 y 1.7.

El Ripper en sí, consta de un vástago o zanco que es una viga de metal, en cuyo extremo se colocan un protector y la punta o casquillo para atacar el material.



Figura 1.6. Tractor equipado con ripper de un solo diente.

¹ Ripper: A tool that is used to tear or break something.



Figura 1.7. Tractor equipado con ripper de tres dientes.

El Ripper es un aditamento muy útil cuando se trata de atacar materiales de dureza media, esto es, no tan duros o sólidos como la roca maciza, ni tan suaves donde con la sola cuchilla se pueden excavar y empujar fácilmente con la hoja. En el mercado hay diferentes tipos de puntas.

La figura 1.8, muestra un Ripper de un solo diente. Las especificaciones de este diente son:

- Longitud del vástago: 696 mm
- Peso: 160 kg
- Longitud total: 928 mm
- Ancho: 360 mm



Figura 1.8. Ripper de un solo diente. Fuente:

La figura 1.9, muestra un Ripper ligero con sus especificaciones correspondientes.

- Longitud del vástago: 490 mm
- Peso: 45 kg
- Longitud total: 659 mm
- Ancho: 253 mm
- Radio de la punta: 650 mm



Figura 1.9. Ripper ligero. Fuente: www.cat.com

Tractor tiende tubos

Para la construcción de líneas de conducción como gaseoductos y oleoductos, el tractor, equipado con un malacate, un contrapeso y una pluma puede ser empleado para colocar los tubos en el fondo de la excavación. Para ello, se requiere de varios tractores que trabajan coordinadamente. Por esta razón se le conoce como tiende tubos. Ver figura 1.9.

El modelo PL87 de Caterpillar, tiene una potencia al volante de 238 Kw y una capacidad de levantamiento de 97,976 kg. (Esta capacidad varía conforme la extensión de la pluma).



Figura 1.10. Tractor tiendetubos. Fuente: Cat | Productos y Servicios - América Latina |

Variantes en el diseño de orugas

En la década de los setenta, Caterpillar innovó el mercado con la introducción del D10, un tractor de orugas fabricado con la rueda dentada motriz elevada para mejorar la durabilidad, la comodidad del operador y la facilidad de mantenimiento.



Figura 1.11. Tractor D10 con rueda motriz elevada.

El diseño de los sistemas de tránsito, particularmente en las orugas, ha experimentado modificaciones en su diseño.

La marca CASE, por ejemplo, presenta un ingenioso diseño de orugas denominado Quadtrac para tractores que desarrollan labores agrícolas, pero que seguramente se irá adaptando a tractores para la construcción. En el video de referencia se puede observar el funcionamiento de este sistema de orugas².

Las bondades argumentadas por CASE son, entre otras, que las cuatro orugas oscilantes con transmisión independiente ofrecen un contacto con el suelo que las ruedas de goma o los sistemas de dos orugas jamás podrían alcanzar. Tienen mejor tracción, menos deslizamiento, mayor flotación y compactación reducida, además de que las cuatro orugas distribuyen el peso con mayor uniformidad y eficiencia que los sistemas de dos orugas y reducen la compactación del suelo, lo cual mejora la flotación y la tracción, y un transporte más sencillo. El sistema distribuye las cargas de manera uniforme a lo largo de cada oruga, incluso con el peso añadido de una carga que aplique fuerza a las orugas traseras.



Figura 1.12. Tractor agrícola con sistema de orugas quadtrac.

² [Tecnología de orugas | Nuestras Innovaciones | Case IH](#)



Figura 1.13. Sistema cuádruple de orugas. Fuente: Catálogo de productos John Deere

Aplicaciones de los tractores

La utilización de los tractores es muy variada. En opinión de los constructores es la primera máquina que llega a la obra para abrir los caminos de acceso y es la última que se va porque realiza actividades de limpieza.

Una de las principales actividades que realiza el tractor es la excavación y empuje de material a distancias cortas (De 0 a 100 m). En la primera actividad puede o no emplear el Ripper dependiendo de la dureza del material.

Previo a las excavaciones, el tractor puede emplearse para el desmonte (retiro de la vegetación existente) en las áreas de trabajo para lo cual, si se considera necesario, puede equiparse con múltiples aditamentos especiales. Asimismo, puede retirar la capa vegetal superficial, actividad denominada despalme.

Como ya se mencionó, equipado con un malacate y una pluma, el tractor puede emplearse con excelentes resultados para tender tubos en líneas de conducción.



Figura 1.14. Tractor en excavación y empuje de material.



Figura 1.15. Tractor en operación de rípear o desgarrar material.



Figura 1.16. Tractores tiendetubos trabajando coordinadamente.

Especificaciones de tractores

Se presentan a continuación, a manera de ejemplo, tractores sobre orugas disponibles en varias marcas.

Tabla 1.1 Tractores disponibles en la marca Komatsu



Modelo	Peso operativo (kg)	Potencia neta al volante a 2,200 r.p.m. H.P. (Kw)	Capacidad de la hoja (SAE) m ³ (yd ³)
D39EX-22	9,040	95 (71)	2.2 (2.9)
D39PX-22	9,480	95 (71)	2.2 (2.9)
D51EX-22	14,000	130 (97)	2.9 (3.8)
D51PX-22	12,400	130 (97)	2.9 (3.8)
D61EX-23MO	19,770	168 (125)	3.8 (4.97)
D65EX-16	19,950	205 (153)	3.55-5.61 (4.64-7.34)
D85EX-15E0	28,100	264 (197)	4-7 (5.2-9.2)
D85PX-15E0	27,650	264 (197)	4-7 (5.2-9.2)
D155AX-6	41,700	354 (264)	4.6-21.5 (6-28.1)
D155A-6R	41,700	354 (264)	4.6-21.5 (6.0-28.1)
D275AX-5E0	49,850	449 (335)	13.7-16.6 (17.9-21.7)

Nota: AE= Sociedad de Ingenieros Automotrices

Fuente: Elaboración propia con datos de la página Tractores Sobre Orugas | Categorías | Komatsu México (komatsulatioamerica.com), recuperada en septiembre del 2021.

Tabla 1.2 Tractores disponibles en la marca John Deere.

Modelo	Potencia neta del motor a 2,200 rpm (Kw)	Oruga sobre el suelo (mm)	Peso operativo (kg)	Rango del ancho de la hoja (mm)
450J	52-57	2,184	7,386-7,949	2,464-3,150
550J	60-63	2,184	7,718-8,279	2,667-3,150
650J	74	2,210-2,337	8,419-8,977	2,667-3,150
700J-II	93	2,616	12,303-12,832	3,200-3,658
750J-II	116	3,073	15,599-16,655	3,295-3,962
850J-II	153	2,769-3,284	18,219-20,146	3,251-4,267
950K	198	-----	32,275-34,005	3,213
1050K	261	3,419	42,800-43,100	3,964-5,600

Fuente: Elaboración propia con datos de la página Tractores Topadores | John Deere MX, recuperada en septiembre del 2021.

Tabla 1.3 Tractores disponibles en la marca SINOWAY



Model	Engine Model	Rated Power	Blade Size	Operating Weight
SWD80	Luotuo LR4A3Z	60 kw/80 hp	2544*880 mm/100.1*34.6 in	8700kg/19180 lb
SWD100	Luotuo LR6A3	73.5 kw/99 hp	2935*960 mm/115.5*37.8 in	10000 kg/22046 lb
SWD120	Luotuo LR6A3Z	88.2 kw/118 hp	3135*970 mm/123.4*38.2 in	13500 kg/29762 lb
SWD6G	C6121(Cat Licensed)	119 kw/160 hp	3297*1170 mm/129.8*46.1 in	16500 kg/36376 lb
SWD165Y	Weichai WP10G178	131 kw/176 hp	3416*1150 mm/134.5*45.3 in	17800 kg/39242 lb
SWD165Y5	Weichai WP10G178	131 kw/176 hp	3970*1050 mm/156.3*41.3 in	18300 kg/40345 lb
SWD220Y	Cummins NT855	175 kw/234 hp	3725*1315 mm/146.7*51.8 in	25500 kg/56218 lb
SWD220Y5	Cummins NT855	175 kw/234 hp	4365*1230 mm/171.9*48.4 in	26300 kg/57981 lb
SWD7	Cummins NT855	162 kw/217 hp	3500*1550 mm/137.8*61.0 in	23800 kg/52470 lb
SWD7S	Cummins NT855	162 kw/217 hp	4382*1350 mm/172.5*53.1 in	27000 kg/59524 lb
SWD320Y	Cummins NTA855	257 kw/345 hp	4130*1590 mm/162.6*62.6 in	35900 kg/79146 lb
SWD8	Cummins NTA855	257 kw/344 hp	3940*1690 mm/155.1*66.5 in	35000 kg/77161 lb

Fuente: [Bulldozers - Products - Sinoway \(sinoway-sh.com\)](https://www.sinoway-sh.com), recuperada en septiembre del 2021.

Tabla 1.4 Tractores disponibles en la marca Caterpillar.



Modelo	Modelo de motor	Potencia neta (Kw)	Peso en orden de trabajo (kg)
D1	Cat C3.6	59.7	8,099
D2	Cat C3.6	68.8	8,338
D3	Cat C3.6	77.6	9,362
D4	Cat C7.1	97	14,350
D5	Cat C7.1	127	19,070
D6GC	Cat 3306B DIT	158	21,825
D6T	Cat C9	149	20,449
D7	C9.3B Cat	197	29,776
D8T	Cat C15	242	38,351
D9R	Cat 3408C	302	48,784
D9T	Cat C18 ACERT	325	48,361
D9T	Cat C18 ACERT	306	47,872
D10T2	C27 ACRET Cat	447	70,171
D11	Cat C32	634	104,236

Fuente: Elaboración propia con datos de la página Topadoras, tractores topadores y topadores de cadenas | Cat | Caterpillar, recuperada en septiembre del 2021.

Renta de tractores

Existe en el mercado mexicano una buena oferta de tractores en renta. La tabla 1.5, elaborada con datos de la revista Informáquina³, muestra las rentas mensuales promedio en México para agosto de 2022. Se sugiere revisar esta revista en la fecha deseada para obtener cotizaciones actualizadas.

Es importante aclarar que los importes señalados se aplican a periodos de 30 días o 200 horas consecutivas con supervisión periódica, no incluyen IVA, operación, mantenimiento, fletes ni seguros.

Tabla 1.5 Renta de tractores en México en agosto de 2022.

Modelos comerciales	Rango		Renta mensual (\$)	
	HP	CAPACIDAD	NUEVOS	SEMINUEVOS
CAT D4H, CASE 850G, DEERE 650H, KOMATSU D41E	90			105,200
CAT D4G	80		94,100	
CAT D5H, CASE1150G, DEERE 700H, FIAT FD9, KOMATSU D53A	120			111,400
CAT D5G	90			117,600
CASE 1150H, J DEERE 7000	110			
CAT D5N	115		134,900	
CAT D6D, DEERE 850K, KOMATSU D65E, FIAT A FD98	140			107,000
CAT D6H, DEERE 850B	165			143,000
CAT D6N	140		168,300	
CAT D6 RII, DEERE 850C, KOMATSU D58E, CASE 1850K	165		180,700	
CAT D7G, KOMATSU D85A-21, CASE 1850K	180/200			120,100
CAT D7H, FIAT ALLIS F020	215			157,800
CAT D7R, FIAT ALLIS FD20, KOMATSU D65E	230			253,700
CAT D7 SERIE II	240		330,500	
CAT D8 K	300/320			153,100
CAT D8L, FIAT A FD-30C	335			185,000
CAT D8N	290			275,400
CAT D8R	205		338,200	
CAT D8T	310		370,000	
CAT D9N, KOMATSU D355A	400			423,800
CAT D9T	410		554,600	

Fuente: Revista Informáquina.

³ [Informáquina.mx \(informaquina.mx\)](http://informaquina.mx)

Videos de tractores

- 1.- Tractor en excavación y empuje de material operado a control remoto.
<https://www.youtube.com/watch?v=7RzD40ILGPA>
Duración: 1.40 min.
- 2.- Técnica del operador
Duración: 7.55 min.
<https://www.youtube.com/watch?v=akRhx7dE-1o>
- 3.- Técnicas de operación bulldozer
Duración: 15:40 min.
<https://www.youtube.com/watch?v=2VuKWpCi4pg>
- 4.- CAT D9H | RIPPER de 1,30 metros
Duración: 1.46 min.
https://www.youtube.com/results?search_query=CAT+D9H+%7C+RIPPER+de+1%2C30+metros
- 5.- TRACTOR D8T RIPPER
Duración: 1.00 min.
<https://www.youtube.com/watch?v=hFH0upn72qM>
- 6.- Operatip N°1 - Aplicación del ripper
Duración: 1.28 min
<https://www.youtube.com/watch?v=4buebxLrbmg>
- 7.- Tractor en desmonte
Duración: 0.47 min.
<https://www.youtube.com/watch?v=NryYI3PUCm0>
- 8.- CAT D11R
Duración: 4.46 min.
<https://www.youtube.com/watch?v=9NUn8AXyzlw>
- 9.- Cat® PL83 & PL87 Pipelayers | Overview
Duración: 1.43 min.
<https://www.youtube.com/watch?v=yu1dgUFQgIE>
- 10.- Pipeline Man Pipelayer/Sideboom
Duración: 3.02 min.
https://www.youtube.com/watch?v=au2sjo_OIzs
- 11.- Bulldozers más Grandes y Potentes del Mundo
Duración: 8.54 min.
<https://www.youtube.com/watch?v=C8-NtcHvIts>

2. CARGADORES FRONTALES

El cargador frontal, es una máquina diseñada para cargar material y depositarlo en equipos de acarreo, tolvas, alimentadores o áreas de acopio. De preferencia, el material que carga debe ser material suelto, aunque el cargador puede ejercer cierta presión y excavar materiales no muy duros. Eventualmente, los cargadores frontales de gran capacidad pueden ser competitivos económicamente al realizar acarreos a distancias relativamente cortas.



La figura 2.1 muestra las partes principales de un cargador frontal.

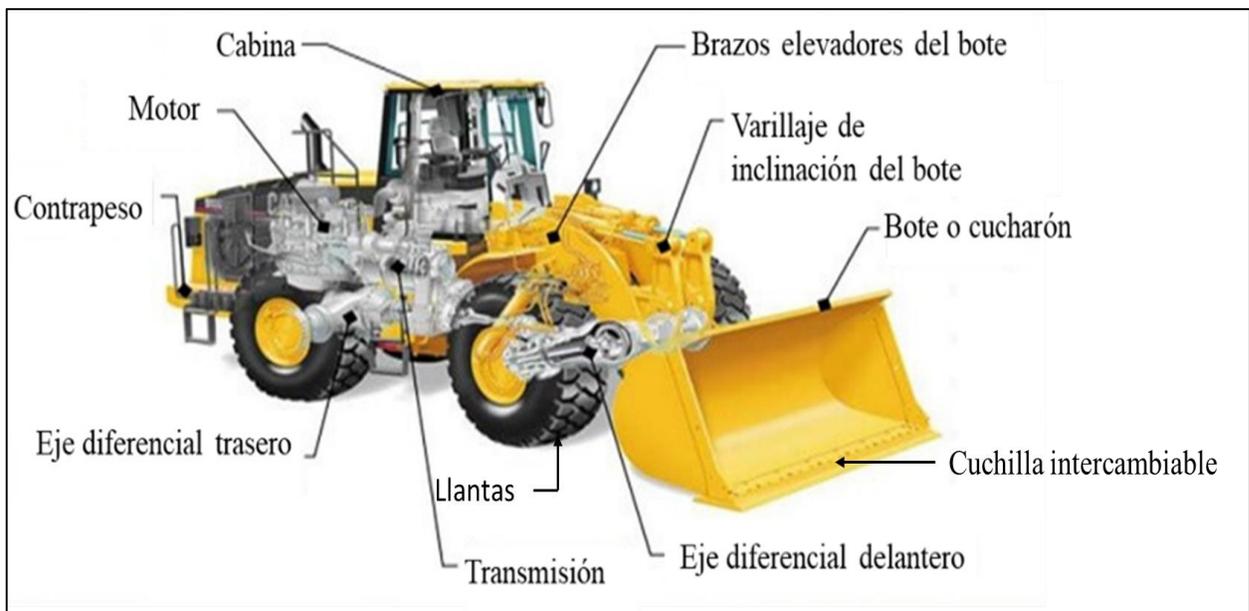


Figura 2.1 Principales partes de un cargador frontal.

La principal herramienta de trabajo de los cargadores frontales es el bote o cucharón, el cual, mediante unos brazos accionados hidráulicamente puede realizar las operaciones del ciclo básico de trabajo que son: descender, atacar el material para cargar, elevarse hasta la altura requerida y descargar su contenido, todo esto complementado con movimientos cortos en avance y retroceso.

El bote está provisto de una cuchilla frontal o dientes para atacar el material por excavar.

Tipos de cargadores frontales

En cuanto a su medio de locomoción, los cargadores frontales se clasifican en:

- Cargadores sobre orugas (también llamados traxcavos).
- Cargadores sobre llantas (también llamados payloaders).



Figura 2.2 Cargador frontal sobre orugas.



Figura 2.3 Cargador frontal sobre llantas.

La selección de un cargador sobre ruedas o sobre orugas dependerá de la capacidad del bote requerida y del tipo de terreno donde operará. Evidentemente, los cargadores sobre ruedas tienen mayor movilidad, los de orugas poseen mayor estabilidad y funcionarán mejor en terrenos fangosos.

En general, los cargadores sobre llantas son de mayor tamaño que los de orugas.

Cargadores frontales de bajo perfil

Para trabajos específicos de excavación de túneles de tamaño reducido, en el caso particular de la operación denominada rezaga esto es, la extracción del material producto de una voladura con explosivos o con la utilización de algún otro procedimiento, los cargadores de bajo perfil (también llamados palas rezagadoras) son muy útiles, ya que su diseño les permite transitar sin dificultad en áreas de gálibo vertical reducido.



Figura 2.4 Cargador frontal de bajo perfil.

Bote o cucharón

El bote o cucharón es la herramienta que utiliza el cargador para efectuar sus funciones, es un contenedor metálico reforzado, equipado con una cuchilla o dientes intercambiables con diferentes diseños para ser adaptados al tipo y condiciones del material en que se utilizarán.

Hay diferentes tipos de cucharones en el mercado, según el tipo de material en el que trabajará el cargador.

La casa CADECO, por ejemplo, ofrece cucharones de uso general, limpieza de zanjas, rockeros, alta capacidad, enganche rápido. Pueden ser usados en equipos Caterpillar, Case, Komatsu, John Deere y muchos más.



Figura 2.5 Cucharón de uso general.

Fuente: <https://www.cadeco.com.mx/herramientas-de->

La marca Caterpillar también ofrece una amplia gama de botes para cargador frontal:

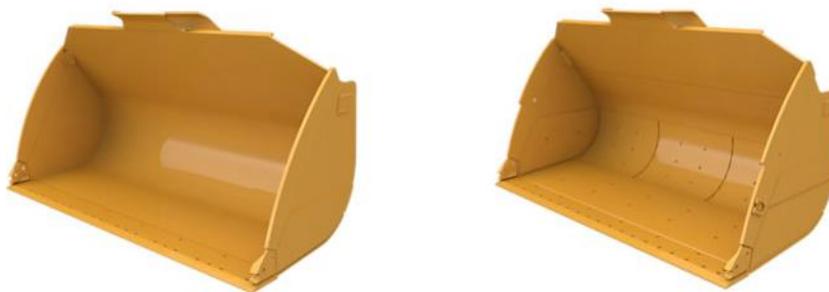


Figura 2.6 Cucharones Caterpillar de uso general en capacidades de 4.25 a 9.25 yd3 serie performance.



Figura 2.7 Cucharones Caterpillar de descarga alta en capacidades de 3.9 a 6.5 yd3.
Fuente: https://www.cat.com/es_MX/products/new/attachments/buckets-



Figura 2.8 Cucharones Caterpillar de uso múltiple en capacidades de 2.7 a 4.0 yd3.
Fuente: https://www.cat.com/es_MX/products/new/attachments/buckets-loader.html?page=11



Figura 2.9 Cucharones Caterpillar para roca en capacidades de 2.7 a 6.0 yd3.
Fuente: https://www.cat.com/es_MX/products/new/attachments/buckets-



Figura 2.10 Cucharón Caterpillar manipulador de basura.
Fuente: https://www.cat.com/es_MX/products/new/attachments/buckets-



Figura 2.11 Cargador con horquillas para manipular troncos. Fuente: www.deere.com.ar

En cuanto a la manera de descargar, los cargadores se pueden clasificar en cargadores de:

- Descarga frontal
- Descarga lateral



Figura 2.12 Cargador equipado con bote de descarga frontal.



Figura 2.13 Cargador equipado con bote de descarga lateral.



Figura 2.14 Detalle de bote de descarga lateral.

Ciclo básico de trabajo

En trabajos de carga exclusivamente, el cargador frontal efectúa su ciclo de trabajo como sigue:

- Ataque frontal sobre el material, el cual debe estar preferentemente suelto,
- Introducción del bote en el material para su llenado,
- Retroceso y giro para depositar la carga en el lugar deseado (en esta etapa levanta el bote a la altura requerida),
- Vaciado del bote,
- Retroceso y giro para dirigirse nuevamente al material por cargar (en esta etapa desciende el bote para volver a cargar).

Las figuras 2.15 y 2.16 ilustran esquemáticamente en planta y alzado, el ciclo básico de un cargador en la explotación de un banco de material: el tractor ubicado en un plano superior, excava y empuja el material para ser cargado por el cargador, éste, carga el bote, retrocede y gira para cargar el equipo de acarreo, por ejemplo, un camión volteo convencional. Una vez lleno el camión, el cargador repite el ciclo para cargar un segundo camión y así sucesivamente. Es necesario calcular el número adecuado de camiones para que el cargador frontal no esté ocioso ni los camiones tengan que hacer una fila con desperdicio de tiempo.

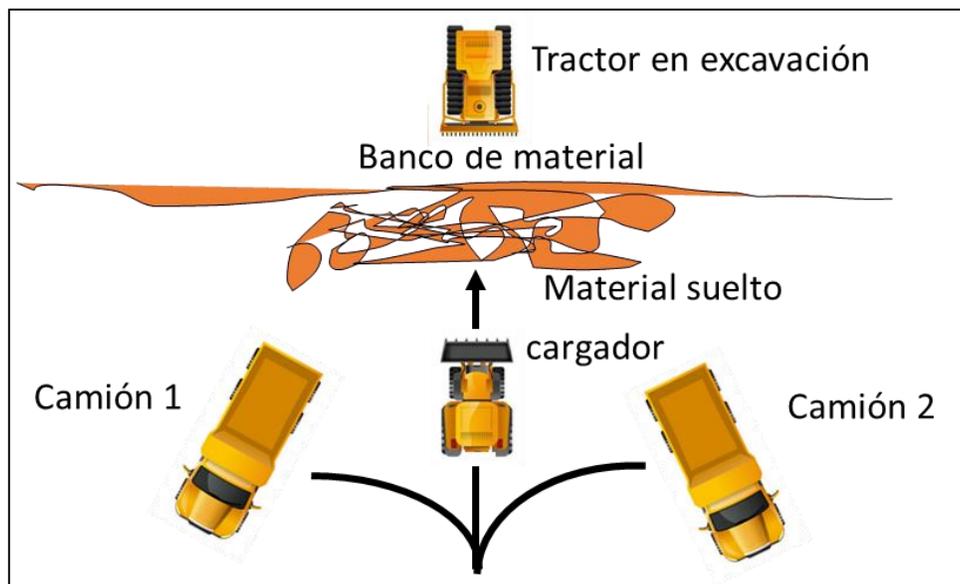


Figura 2.15 Ciclo de un cargador frontal en la explotación de un banco de material

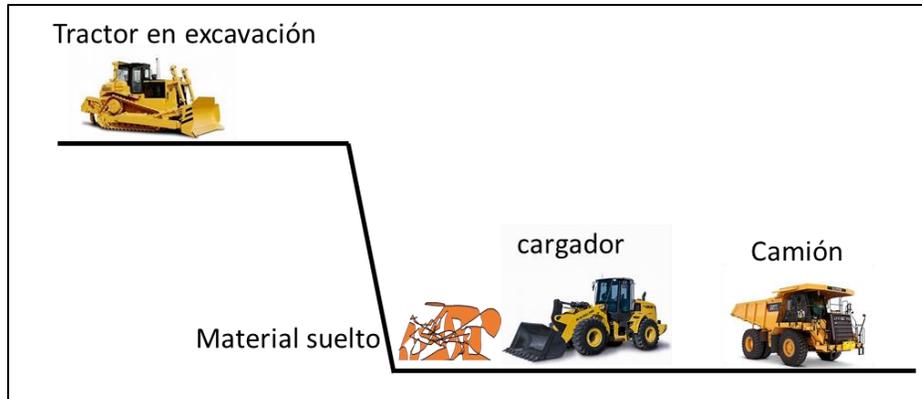


Figura 2.16 Ciclo de un cargador frontal en la explotación de un banco de material

Aplicaciones de los cargadores frontales

Como su nombre lo indica, el cargador frontal está diseñado para cargar material y, en actividades distintas a la construcción, para cargar otro tipo de materiales como troncos de madera, por ejemplo.

Previo análisis económico el cargador, como ya se mencionó, puede realizar las funciones de equipo de acarreo, por ejemplo, en las plantas concreteras, de asfalto o trituradoras.



Figura 2.16 Cargador frontal en trabajo de acarreo.

Especificaciones de cargadores frontales

Se presenta a continuación la línea de cargadores frontales de varias marcas.



Tabla 2.1 Cargadores frontales sobre llantas disponibles en la marca Caterpillar.

Modelo	Potencia al volante (Kw)	Peso en orden de trabajo	Capacidades del cucharón (m ³)
908K	55	6,365	0.9 a 1.5
914K	74	8,467	1.3 a 1.9
920K	75	8,986	1.6 a 1.9
924K	105	12,019	1.7 a 5.0
930K	119	13,135	2.1 a 2.7
953K	115	15,355	1.8
938K	140	15,485	2.5 a 3.2
963K	144	20,021	2.5
950 GC	151	18,676	2.5 – 4.4
950L	185	18,136	2.7 – 4.4
950M	185	19,214	2.5 - 9.2
962L	185	19,123	2.7 – 4.4
962M	185	20,227	2.5 a 9.2
966 GC	196	21,577	3.20 - 7.40
966L	207	23,220	3.20 – 7.40
973K	205	28,985	3.2
972L	222	24,897	3.40 – 9.90
980L	278	30,090	4.2 a 12.2
982	282	35,510	4.8 – 17.2
986K	278	44,818	5.0 – 10.3
988K	403	51,062	4.7 - 13
990K	521	80,974	7.4 – 14.9
992K	607	99,275	10.7 a 12.3
993K	726	133,668	12.2 a 23.7
994K	1,297	242,605	19.1 – 43.6

Fuente: Elaboración propia con datos de la página Cargadores de ruedas | Cargadores delanteros | Cat | Caterpillar



Tabla 2.2 Cargadores frontales sobre orugas disponibles en la marca Caterpillar.

Modelo	Potencia al volante (Kw)	Peso en orden de trabajo (kg)	Capacidad: Uso general (m3)
953K	115	15,355	1.8
963K	144	20,021	2.5
973K	205	28,985	3.2



Tabla 2.3 Cargadores frontales sobre ruedas disponibles en la marca Volvo

Modelo	Capacidad del cucharón (m3)	Peso operativo (kg)	Carga estática de vuelco totalmente articulada (kg)
L60F	1.6 - 5	11,000-12,300	7,150
L70F	1.8 – 6.4	12,700-14,000	8,110
L90F	2.2 - 7	15,000-17,000	9,140
L110F	2.5 – 9.5	18,000-20,000	11,570
L120F	2.5 - 9.5	19,000-21,000	12,440
L150H	2.7 - 9.5	24,100-25,600	15,970
L180H	2.7 - 9.5	27,000-28,400	18,860
L220H	2.7 – 9.5	31,200-33,100	20,980
L260H	5.3 – 10.2	34,000-39,000	23,770
L350H	6.2 – 12.7	50,000-56,000	34,780

Fuente: Elaboración propia con datos de la página Cargadoras de ruedas | Cargadoras compactas | Cargadoras de ruedas grandes (volvoce.com), recuperada en septiembre del 2021



Tabla 2.4 cargadores frontales sobre ruedas disponibles en la marca Komatsu.

Modelo	Peso Operativo (kg)	Potencia neta al volante (SAE) (HP) a 2,000 r.p.m.	Capacidad del bote (m ³)
WA150-6	7,850	98	1.3 - 1.7
WA200-6	9,815	126	2.0 @ 1.6t/m ³
WA250-6	11,500	138	2.1 @ 1.6t/m ³
WA320-6	14,330	167	2.1 - 3.2
WA380-6	17,600	191	2.7 - 4
WA430-6	20,000	231	3.1 - 4.6
WA470-6R	22,900	272	3.6 - 5.2
WA500-6	33,000	353	4.7 - 5.6
WA600-6	53,700	527	6.4 - 7

Fuente: Elaboración propia con datos de la página Cargadores Frontales | Categorías | Komatsu México (komatsulatinoamerica.com), recuperada en septiembre del 2021.

Renta de cargadores frontales

Una de las fuentes para obtener el precio de rentas mensuales promedio de maquinaria pesada en México, es la revista Informáquina, mencionada anteriormente.

De esta fuente, se presenta la tabla 2.5 con rentas relativas a cargadores frontales. Las condiciones de la renta son iguales que las que se mencionaron para tractores.

Tabla 2.5 Renta mensual promedio de cargadores frontales en agosto del 2022.

Máquina	Modelos comerciales	Rango		Renta mensual	
		HP	CAPACIDAD	NUEVOS	SEMINUEVOS
CARGADORES SOBRE ORUGAS	CAT 943, DEERE 555C	80	1.5 yd ³		48,200
	CAT 939C	90	1.5 yd ³	85,400	
	CAT 953C, DEERE 655C, KOMATSU D578	120	2.25yd ³		146,100
	CAT 953C	127		177,700	
	DEERE 7558, KOMATSU D573	130/140	2.00yd ³		150,400
	CAT 963B, DEERE 755C, KOMATSU D758	160	3.00yd ³		156,600
	CAT 963C	158	2.6yd ³	209,200	
	CAT 977L, DEERE 855, INTERNATIONAL 250C	190	2.75yd ³		177,700
	CAT 973C	230	3.66yd ³	322,100	
Máquina	Modelos comerciales	Rango		Renta mensual	
		HP	CAPACIDAD	NUEVOS	SEMINUEVOS
CARGADORES SOBRE LLANTAS	CAT 920, DEERE 444G, KOMATSU WA120, VOLVO L508, CLARK 458	80/100	1.75 yd ³		52,900
	CAT 924G	121	2.3 yd ³	94,800	
	CAT 926F, DEERE 444H, KOMATSU WA180, CASE 7210	110	2.00yd ³		64,900
	CAT 928G, DEERE 544G, KOMATSU WA250, JCB 426	120	2.60yd ³		100,900
	CAT 928G, CASE 621C, JCB 4268	131	2.60yd ³	113,000	
	CAT 928G, DEERE 544H, CASE 7218, VOLVO L90C, KOMATSU WA320, JCB 436	140	3.00yd ³		128,400
	CAT 938B, DEERE 924	160	3.65yd ³	141,700	
	CAT 950G, DEERE 644H, VOLVO L120C, CASE 821, KOMATSU WA380, JCB 456	170	3.50yd ³		150,400
	CAT 905G II	183	4.00yd ³	169,800	
	DEERE 744E, CASE 9218, KOMATSU WA420, VOLVO 150C	170	4.00yd ³		126,300
	CAT 966F, VOLVO L150, CASE 921B, KOMATSU WA420	210	4.5/5yd ³		209,200
	CAT 966G, CASE 921C, VOLVO L120, DEERE 744H	246	5.25yd ³	251,300	
	CAT988G, TEREX 90C, KOMATSU WA600, VOLVO L320	375/415	7.00yd ³		245,000
	CAT 988F, DEERE744H, VOLVO L330C, KOMATSU WA600	430	8.00yd ³		379,000
	CAT 988G	475	8.20yd ³	434,400	
	CAT 988H	475	8.20yd ³	518,500	

Fuente: [Informáquina.mx \(informaquina.mx\)](http://informaquina.mx)

Videos de cargadores frontales

1. Cargador Frontal JCB 467 ZX + Vuelco Lateral construcción Túnel El Melón II | Dercomaq Chile.
Duración: 3.28 min.
<https://www.youtube.com/watch?v=tQDbNtVWrgg>
2. CARGADORES DE BAJO PERFIL
Duración: 5.19 min.
<https://www.youtube.com/watch?v=Oc7EcPOD3uo>
3. Cargadores Frontales Volvo Series L
Duración: 1.55 min.
<https://www.youtube.com/watch?v=8SMIPAnjlpU>
4. Operación y carga SCOOPTRAM
Duración: 3.47 min.
<https://www.youtube.com/watch?v=EtFteIfPwIA>
5. New Cat 980M Wheelloader Loading Volvo FH12 Semi Trucks
Duración: 4.23 min.
<https://www.youtube.com/watch?v=s79z4e6miYk>
6. Cat 988H Loading 773F Truck
Duración: 10.36 min.
https://www.youtube.com/watch?v=PKDiKcc_8hQ
7. Volvo L260H Wheelloader Loading Volvo A60H Dumper Live Demo @ Steinexpo 2017
Duración: 7.40min.
<https://www.youtube.com/watch?v=lsblnKpouiA>
8. Caterpillar 973C
Duración: 4.19 min.
<https://www.youtube.com/watch?v=064otrl-9dE>
9. 10 Palas Cargadoras más Grandes y Potentes del Mundo
Duración: 9.00 min.
<https://www.youtube.com/watch?v=z002KeNgdy4>
10. Excavación con Pala cargadora case 821C
Duración: 3.18 min.
<https://www.youtube.com/watch?v=nNg5CbwsBaA>

3. EXCAVADORAS

Son máquinas diseñadas para excavar material preferentemente por debajo del nivel donde se apoyan y descargarlo a un lado de la excavación o sobre equipos de acopio o acarreo.

Se describen en este apartado dos tipos de excavadoras:

- La que en nuestro medio se conocen simplemente como retroexcavadoras, aunque por ejemplo en el manual Caterpillar aparecen como excavadoras hidráulicas.
- La retroexcavadora-cargadora, (retrocargadora), conocidas en el medio como “Mano de chango” o “páchara”.

Las figuras 3.1 y 3.2 ilustran los dos tipos mencionados.



Figura 3.1 Retroexcavadora o simplemente excavadora.



Figura 3.2 Retroexcavadora-cargadora.

Partes principales de las excavadoras

El útil de trabajo principal de las excavadoras es el bote o cucharón dotado en su extremo de dientes cortadores. De este bote o cucharón, hay diferentes tipos y tamaños en el mercado.

La figura 3. muestra las partes principales de una retroexcavadora.

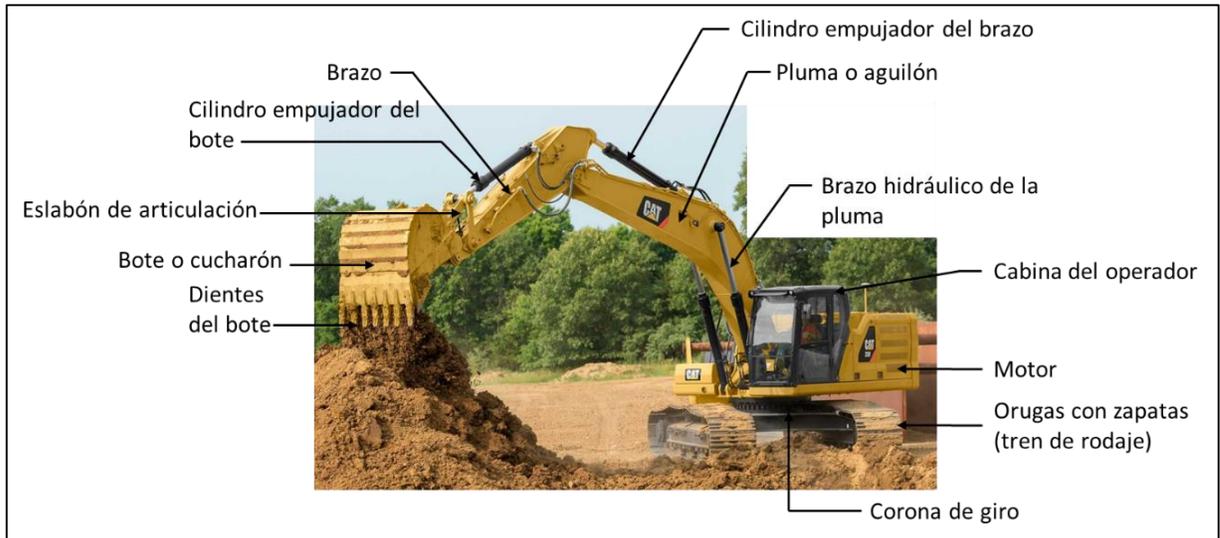


Figura 3.3 Partes principales de una retroexcavadora.

Clasificación

Por su medio de locomoción, las excavadoras pueden ser sobre orugas o sobre llantas. Ver figuras 3.4 y 3.5.

Ambos medios de locomoción son útiles según las condiciones de trabajo. Los factores que son ventajas en las excavadoras de ruedas como su mayor movilidad y facilidad para desplazarse representan desventajas en las de orugas, pero, por ejemplo, la ventaja de la estabilidad de estas últimas en terrenos fangosos será desventaja para las de llantas.



Figura 3.4 Excavadora hidráulica sobre orugas.



Figura 3.5 Excavadora hidráulica sobre llantas.

Ciclo básico de las excavadoras

El ciclo básico de operación de las excavadoras se puede describir de esta manera:

- Ataque del material para cargar y llenar el bote,
- Giro de la excavadora sobre su propio eje para orientar el bote hacia el lugar de descarga,
- Descarga del material,
- Giro para regresar al frente de carga del material,
- Inicio de un nuevo ciclo.

La figura 3.6 ilustra de manera esquemática distintas etapas del ciclo descrito.

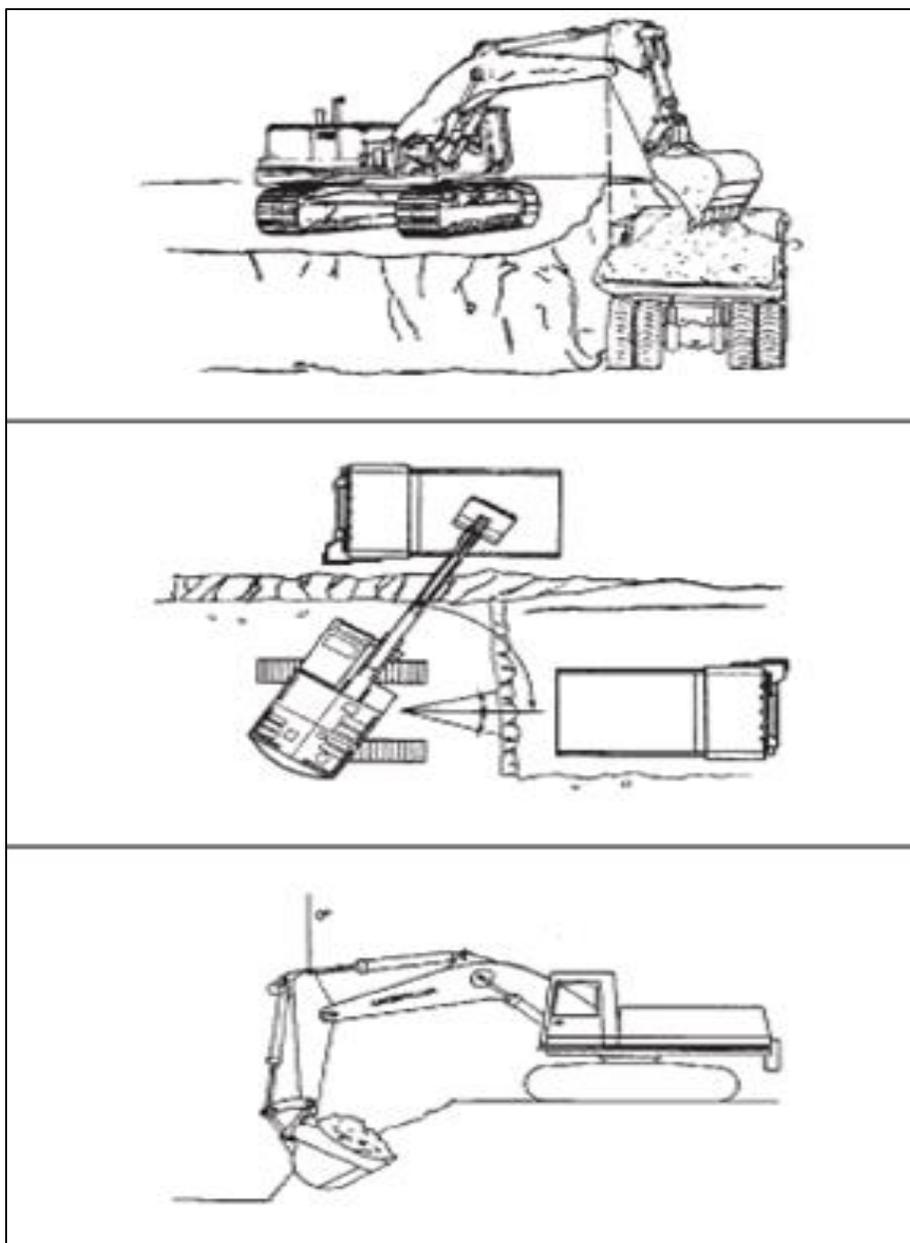


Figura 3.6 Ciclo de trabajo de una excavadora.

Fuente: Manual de rendimiento Caterpillar, versión 39.

Aplicaciones de las excavadoras

Las aplicaciones de las excavadoras son similares a las de los cargadores frontales, es decir, excavan el material y lo descargan a un lugar predeterminado como puede ser a un lado de la propia excavación, a un camión o equipo de acarreo en general, a un alimentador o a una tolva.

El arreglo típico en la explotación de un banco de material o en el vaciado de un corte, será por tanto una excavadora y varios equipos de acarreo (camiones volteo convencionales, camiones fuera de carretera, camiones articulados, vagonetas, etc.)

Tres dimensiones son determinantes en la selección del tamaño de la excavadora:

- Profundidad de la excavación,
- Alcance requerido,
- Altura máxima de carga.

Estas tres dimensiones, definen la envolvente de operación de la excavadora. Ver figura 3.7.

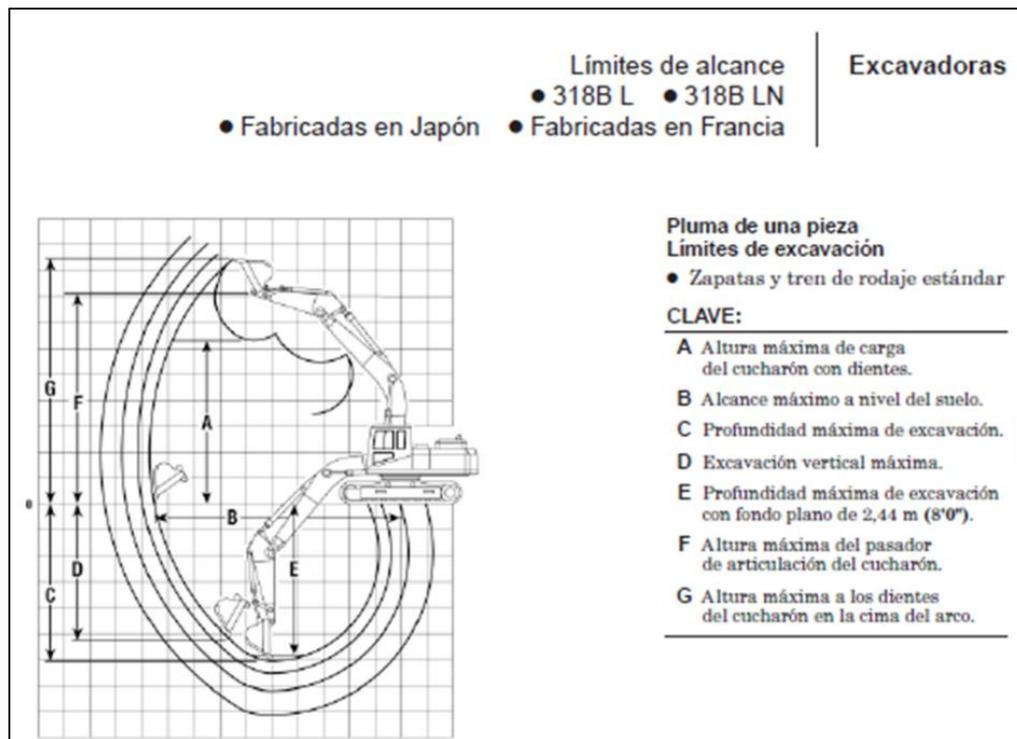


Figura 3.7 Límites de alcance de una excavadora.

Una aplicación particular de las excavadoras es la excavación de zanjas para la introducción de tubería de algún ducto específico o para la construcción de cimentaciones. Ver figura 3.8.



Figura 3.8 Excavación de zanja con excavadora.

Especificaciones de las excavadoras y excavadoras-cargadoras

Se presentan a continuación excavadoras y excavadoras-cargadoras disponibles en algunas marcas en el mercado.



Tabla 3.1 Miniexcavadoras disponibles en la marca Caterpillar.

Modelo	Potencia neta (Kw)	Peso en orden de trabajo (kg)	Profundidad máxima de excavación (mm)
300.9D	9.6	935	1,731
301.5	14.3	1,768	2,540
301.7 CR	14.3	1,843	2,540
301.8	14.3	2,015	2,570
302CR	14.3	2,205	2,570
302.7CR	17.6	3,040	2,710
302.7D CR	15.2	2,670	2,544-2,744
303E CR	17.5	3,267	2,980
303CR	17.6	3,545	2,950
303.5E CR	23.6	3,508	NE
303.5 CR	17.6	4,190	3,110
304E2 CR	30	4,080	3,430
305E2 CR	30	5,185	3,670
305.5E2 CR	32.9	5,423	3,870
307.5	34.9	8,233	NE
310	53.3	10,182	NE

Fuente: Elaboración propia con datos de la página oficial de Caterpillar (Excavadoras | Cat | Caterpillar), recuperada en septiembre del 2021.

Tabla 3.2 Excavadoras pequeñas y medianas disponibles en la marca Caterpillar.

Modelo	Potencia neta (Kw)	Peso en orden de trabajo (ton)	Profundidad máxima de excavación (m)
313D2 GC (2017)	68	13.1	5.54
313D2 I (2017)	68	13.7	6.04
318D2 L (2017)	84	17.8	6.09
320 GC	107	19.8	6.71
320	117	22	6.72
323	117	24.5	6.73
326	158	25.7	6.82
330 GC	157.8	28.4	7.26
330	193.8	30.9	7.25

Fuente: Elaboración propia con datos de la página oficial de Caterpillar (Excavadoras | Cat | Caterpillar), recuperada en septiembre del 2021.

Tabla 3.3 Excavadoras grandes disponibles en la marca Caterpillar.

Modelo	Potencia neta (Kw)	Peso en orden de trabajo (ton)	Profundidad máxima de excavación (m)
336 GC	195	33.9	7.52
336	232	35.9	7.52
345GC	258	42.2	7.20
349	302	48.1	7.70
374	358	74	7.24
395	404	94.1	7.19

Fuente: Elaboración propia con datos de la página oficial de Caterpillar (Excavadoras | Cat | Caterpillar), recuperada en septiembre del 2021.

NOTA: Para ver las especificaciones completas de cada máquina, consultar la página: Excavadoras | Cat | Caterpillar

Tabla 3.4 Excavadoras sobre ruedas disponibles en la marca Caterpillar.

Modelo	Potencia neta (Kw)	Peso en orden de trabajo (ton)	Velocidad máxima de desplazamiento (km/h)
M315	90	15.7	37
M315D2	101	13.5 a 15.2	37
M317D2	101	19.3 a 19.8	34
M320D2	124	19.0 a 19.8	37
M322D2	122	20.5 a 22.5	25

Fuente: Elaboración propia con datos de la página oficial de Caterpillar (Excavadoras | Cat | Caterpillar), recuperada en septiembre del 2021.

NOTA: Para ver las especificaciones completas, consultar la página:

[Excavadoras de ruedas | Cat | Caterpillar](#)

Tabla 3.5 Especificaciones para excavadoras-cargadoras Caterpillar.

Modelo	Potencia neta (Kw)	Peso en orden de trabajo máximo (ton)	Profundidad máxima de excavación (m)
PIVOTE CENTRAL			
416F2 (techo, 2WD)	64	11	4.348
416F2	64	11	4.348
420F2/420F2 IT	70	11	4.360
430F2/430F2 IT	70	11	4.686
DESPLAZAMIENTO LATERAL			
Modelo	Potencia neta (Kw)	Peso en orden de trabajo máximo (ton)	Peso en orden de trabajo nominal (ton)
426F2	66	8.76	7.99
428F2	64.9	11	8.425
432F2	70.9	11	8.479

Fuente: Elaboración propia con datos de la página oficial de Caterpillar (Excavadoras | Cat | Caterpillar)

NOTA: Para ver las especificaciones completas, consultar la página:

[Retroexcavadoras cargadoras/retrotractores | Cat | Caterpillar](#)



Tabla 3.6 Retroexcavadoras cargadoras marca CASE

Modelo	Potencia neta SAE (HP)	Profundidad de excavación (retro) m	Capacidad de elevación (cargador)	Peso operacional
580N	79	4.5 a 5.5	3,086	6,607
580 Super N	92	4.5 a 5.5	3,195	7,366
590 Super N	108	4.8 a 6.10	3,721	9,280

Fuente: Elaboración propia con datos de la página Modelos | Cargadoras Retroexcavadoras | Productos | CASE Construction Equipment (casece.com), recuperada en septiembre del 2021.

Tabla 3.7 Excavadoras de la marca CASE.

Modelo	Potencia neta (HP)	Profundidad de excavación (m)	Peso de operación (kg)	Fuerza de excavación del cucharón KN
CX210C	157	6.65	21,000	142
CX210C LR	157	12.02	23,000	65
CX250C	177	14.57	28,200	77
CX350C	268	7.34	37,997	232
CX80	55.2	4.18	8,430	56.9
CX17C	17	3.90	1,775	15.5
CX37C	24	3.14	3,790	30.7

Fuente: Elaboración propia con datos de la página

https://authassets.cnhindustrial.com/casece/mexico/assets/Brochures/Products/CCE_Gama_2021.pdf, recuperada en septiembre del 2021.

Renta de excavadoras y retroexcavadoras

Obtenida de la revista Informáquina, se presenta la tabla 3.8 con las rentas mensuales promedio en México para excavadoras de diferentes marcas en el mes de agosto del año 2022.

Tabla 3.8 Renta mensual promedio de excavadoras y retroexcavadoras en agosto de 2022.

Máquina	Modelos comerciales	Rango		Renta mensual	
		HP	CAPACIDAD	NUEVOS	SEMINUEVOS
EXCAVADORAS	CAT920, DEERE 160, YUMBO 3964, POCLAIN LC80	100/120	0.75 yd ³		54,300
	CAT225, DEERE 690, AMERICAN 25-A, POCLAIN 90, KOMATSU PC25	135/150	1.62 yd ³		84,200
	CAT235, DEERE 892, AMERICAN 35-A, POCLAIN 160, KOMATSU PC400	195/250	2.00 yd ³		113,000
	CAT320B	128	1.24 yd ³		113,000
	CAT 320C, DEERE 200C-LC, CASE 9030/CX210, KOMATSU PC200, JCB 200	138	1.24 yd ³	153,700	
	CAT325B, DEERE 270C-LC, CASE 9040/CX240, KOMATSU PC250, JCB260	168	2.5 yd ³		161,200
	CAT 325CL, DAEWO 290, JCB 260, DEERE 270C	188	2.22 yd ³	180,500	
	CAT245, DEERE 540C-LC	360	3.5 yd ³		250,000
	CAT EL300, DEERE 890	187/200	1.5 yd ³		115,700
	CAT 330B, DEERE 330C-LC, KOMATSU PC300, JCB 330LC	222	2.7 yd ³		209,200
	CAT 330C	247	1.7 yd ³	240,600	
	CAT 3458 II	320		322,200	
RETROEXCAVADORAS	CAT4168, DEERE 3100, CASE 580K, FORD 555, MF50, MF86, JCB 214E	65/70	1.00 yd ³		42,100
	CAT416C, DEERE 310E/G, CASE 580L/SL/M, JCB21, KOMATSU W893R	70/75	1.00 yd ³		43,300
	CAT4160, CASE 580M, JCB214E, DEERE 310G, N HOLLAND NH895	77	1.00 yd ³	60,200	
	CAT 426, DEERE 410E, CASE 590T/580SM, JCB 214		1.25 yd ³		51,200
	CAT 4368, DEERE 7100, CASE 590SL, JCB 2141, JCB 2145/2158	80/90	1.5 yd ³		55,500
	CASE 590 SM	99		67,500	

Fuente: [Informáquina.mx \(informaquina.mx\)](http://informaquina.mx)

Videos de excavadoras

1. Retroexcavadora Hyundai Robex 220 LC-9S
Duración: 1.01 min.
[Rectificación de canal Campo "Los Trigales" - Retroexcavadora Hyundai Robex 220 LC-9S - YouTube](#)
2. Proceso Cribado de Material Pétreo
Duración: 3.42 min.
[Proceso Cribado de Material Pétreo - YouTube](#)
3. AGREGADOS PETREOS, BASES Y SUB BASES, CARPETA Y SELLO
Duración: 4.34 min.
[AGREGADOS PETREOS, BASES Y SUB BASES, CARPETA Y SELLO - YouTube](#)
4. material pétreo..full excavadora
Duración: 1.37 min.
[material pétreo..full excavadora - YouTube](#)
5. Excavadora Hyundai sobre ruedas R210W- 9S
Duración: 1.35 min.
[Excavadora Hyundai sobre ruedas R210W- 9S - YouTube](#)
6. Retroexcavadora Cat 420E trabajando
Duración: 7.47 min
[Retroexcavadora Cat 420E trabajando - YouTube](#)
7. GECOLSA TIPS: Eficiencia en la operación Retroexcavadora 416E CAT
Duración: 3.55 min.
[GECOLSA TIPS: Eficiencia en la operación Retroexcavadora 416E CAT - YouTube](#)
8. Retroexcavadora cargando derrumbe Caterpillar416 E (retrocargador) maquinaria pesada
Duración: 2.02 min.
[retroexcavadora cargando derrumbe Caterpillar416 E \(retrocargador\) maquinaria pesada - YouTube](#)
9. INFORME Retroexcavadoras CATERPILLAR 420 F2 | Finning CAT Chile
Duración: 6.42 min.
[INFORME Retroexcavadoras CATERPILLAR 420 F2 | Finning CAT Chile - YouTube](#)
10. Retroexcavadoras más Grandes y Potentes del Mundo
Duración: 9.12 min.
[10 Retroexcavadoras más Grandes y Potentes del Mundo - YouTube](#)

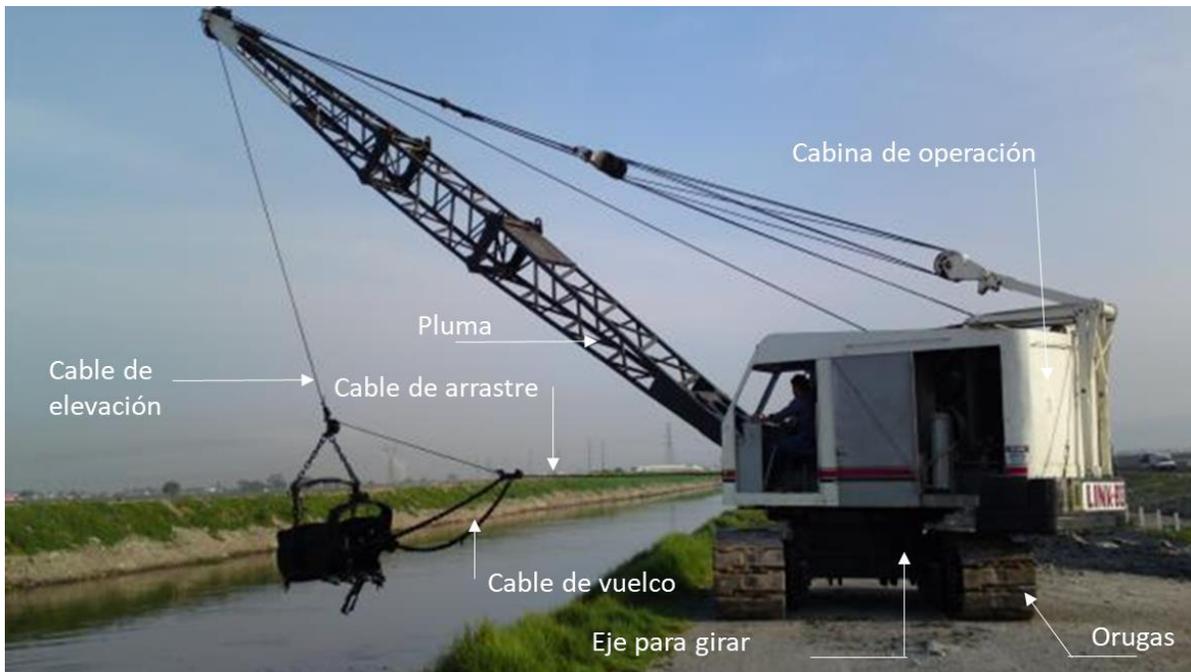
4. EXCAVADORAS CONVERTIBLES

Recibe este nombre porque, para realizar ciertas excavaciones en condiciones particulares, se tiene la opción de utilizar herramientas de trabajo diseñadas para fines específicos que se adaptan a la unidad básica. Se presentan a continuación varias de estas posibilidades.

Draga de arrastre

Como su nombre lo indica, es una máquina diseñada para ahondar y limpiar ríos, canales, drenes, puertos, etc. En esta operación en ocasiones se pueden obtener agregados pétreos útiles para diversos fines como elaboración de concreto asfáltico o hidráulico.

La Figura 4.1 muestra una draga de arrastre en la cual se pueden observar sus componentes básicos: La cabina de operación, un sistema de orugas para transitar, la pluma, consistente en una armadura metálica y una serie de cables (arrastre, elevación y vuelco) que accionan el cucharón con el cual la máquina efectúa el dragado. Este cucharón generalmente tiene perforaciones que permiten el drenado del agua que se acumula durante el proceso de dragado.



*Figura 4.1 Partes principales de la draga de arrastre.
Fuente: maquinariayconstruccion.blogspot.com
Letreros: elaboración propia.*

Aplicaciones de las dragas

Como ya se mencionó, la utilización primordial de las dragas de arrastre es para desazolver lechos de ríos, canales, drenes, puertos, etc. Por tal razón la excavación se realiza en materiales suaves.

El material dragado puede cargarse a equipos de acarreo para ser procesado y utilizarse como agregado pétreo o bien, puede apilarse en depósitos temporales o definitivos según el caso.

Videos de dragas de arrastre

1. Draga de arrastre
Duración: 1:16 min.
<https://www.youtube.com/watch?v=PgG8eLtZnTk>
2. DRAGA DE ARRASTRE EN DREN
Duración: 4:52 min
<https://www.youtube.com/watch?v=-TGaOIDChew>
3. Modo de operar draga de arrastre
Duración: 3:33 min
<https://www.youtube.com/watch?v=mjCUB-XyHr4>
4. Dragas Link Belt JMC trabajando
Duración: 1:03 min
[Dragas Link Belt JMC trabajando - YouTube](#)
5. Dragalina Bucyrus Erie 30b - Arenera El Pantanal.
Duración: 2:07 min
<https://www.youtube.com/watch?v=V4TK7boaxXM>

Cucharón de almeja

Para llevar a cabo excavaciones verticales de considerable profundidad, se puede equipar a la unidad básica ya descrita con un cucharón llamado “de almeja”, el cual puede o no tener elementos que lo guíen. En el primer caso se le da el nombre de “almeja guiada” y en el segundo “almeja loca”, Ver figuras 4.2 y 4.3.



*Figura 4.2 Cucharón de almeja guiada en excavación de muro Milán.
Fuente: www.youtube.com*



*Figura 4.3 Cucharón de almeja.
Fuente: miguelalejandrofaria.blogspot.com*

Aplicaciones del cucharón de almeja

Se utiliza para excavaciones verticales profundas en las cuales el cucharón se deja caer para que, con su peso propio penetre ligeramente en el material; posteriormente, al cerrarse lleva a cabo la excavación. Con el sistema guiado se usa profusamente en la construcción del muro Milán donde se debe ejecutar la excavación en un ancho relativamente corto para introducir posteriormente el acero de refuerzo.

Videos de excavaciones con cucharón de almeja

1. Excavación lumbrera 2 del metro Mixcoac de la línea 12- Dragine Bucyrus Erie 65-D
Duración: 9:42 min.
<https://www.youtube.com/watch?v=zSeXaydQngw>
2. SOILMEC SM 870 Muro milán espesor 450 mm con junta water stop
Duración: 5:22 min.
<https://www.youtube.com/watch?v=hGspCGxMbC4>
3. Equipo para Muro Milan TECNOGRAB Almeja Mecánica con Grua Kobelco
Duración: 2:27 min.
<https://www.youtube.com/watch?v=Fw2Gs-XC5kA>

5. CAMIONES FUERA DE CARRETERA

Para acarreo de roca disgregada o materiales de alto peso volumétrico sobre caminos revestidos, los llamados camiones fuera de carretera resultan adecuados.

La Figura 5.1 muestra un camión fuera de carretera en la cual se puede observar la caja sumamente reforzada, así como la protección especial para la cabina de operación.



Figura 5.1 Camión fuera de carretera.

Fuente: https://www.cat.com/es_MX/products/new/equipment/off-highway-trucks/off-highway-trucks/18256812.html

Los camiones fuera de carretera son útiles en acarreos largos. Si bien son muy utilizados en la minería, debido a que requieren amplios radios de giro, actualmente han sido desplazados en las obras civiles por los camiones articulados.

Especificaciones de camiones fuera de carretera

Se presentan a continuación camiones fuera de carretera disponibles en algunas marcas en el mercado.

Tabla 5.1 Camiones fuera de carretera y camión cisterna marca Caterpillar.

CAMIONES MINEROS					
Modelo	Carga útil nominal(ton)	Modelo de motor	Velocidad máxima con carga (km/h)	Peso bruto nominal (kg)	Potencia bruta (Kw)
798AC	37.2			623690	2610
770G	38.6	C15 ACERT Cat	73.5		
772G	47.2	C18 ACERT Cat	71.7		
773G	55.3	Cat C27	66.9		
775G	64.6	Cat C27	67.6		
777G (Camión cisterna)	Hasta 75.700 l (capacidad del tanque de agua)	Cat C32			765

Fuente: Elaboración propia con datos de la página

https://www.cat.com/es_MX/products/new/equipment/off-highway-trucks.html?page=2

Tabla 5.2 Camiones fuera de carretera marca Komatsu.

Modelo	Peso bruto vehicular (kg)	Potencia neta al volante (HP)@2,000rpm	Capacidad de carga (ton)	Capacidad de la tolva (m ³)
HD325-7	63,680	498	36.5	24
HD405-7	74,480	498	41	27.3
HD465-7E0	44,155	715	55	34.2
HD605-7E0	46,943	715	63	40

Fuente: Elaboración propia con datos de la página:

https://www.komatsulatinoamerica.com/mexico/categoria_producto/camiones-mecanicos/

Videos de camiones fuera de carretera

1. Camiones Fuera de Carretera
Duración: 1:13 min.
https://www.youtube.com/watch?v=cN_szeXJ4XE
2. Camiones para obras CAT® 770G 772G Caminar
Duración: 6:53 min.
<https://www.youtube.com/watch?v=juzYwXQkuSo>
3. Caterpillar Demo Show: 988K Wheelloader, Cat 374F Excavator And 772G Mining Truck @ Steinexpo 2014
Duración: 10:21 min.
<https://www.youtube.com/watch?v=sEpGGBpkkO8>
4. TEREX TRUCKS TR70
Duración: 2:40 min.
<https://www.youtube.com/watch?v=6wIQNEil2o8>
5. TEREX TRUCKS RIGID DUMP TRUCK AT WORK
Duración: 2:30 min.
<https://www.youtube.com/watch?v=U4gSuJq-aJo>

6. CAMIONES ARTICULADOS

En los últimos años, los camiones articulados han tenido mucha aceptación en las obras de ingeniería civil. Se conocen así porque la unión de la cabina con la caja es por medio de una articulación que permite tener menores radios de giro y por tanto mayor facilidad para transitar por los caminos sinuosos típicos de las obras foráneas de infraestructura. Por otra parte, evita las posibles torsiones en el bastidor, ver Figura 6.1.

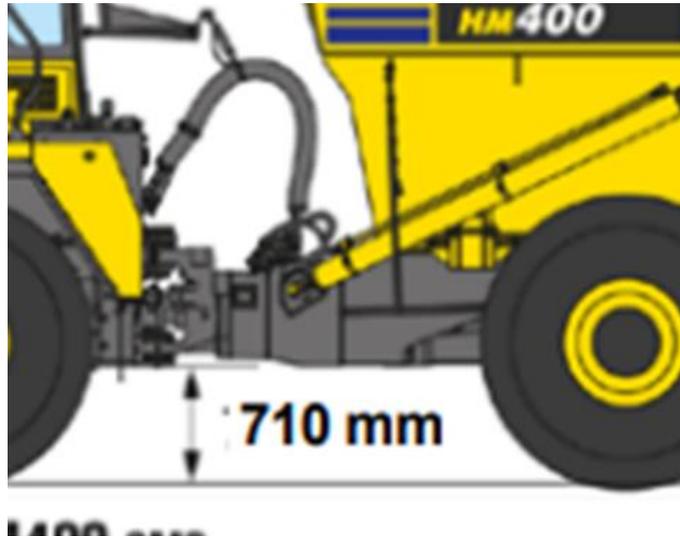


Figura 6.1 Sistema de articulación en camión Komatsu HM400-3MO

Fuente: [https://webklat.s3.amazonaws.com/wp-](https://webklat.s3.amazonaws.com/wp-content/uploads/2019/07/05122407/Cat%C3%A1logo-Cami%C3%B3n-Articulado-HM400-3MO-)

[content/uploads/2019/07/05122407/Cat%C3%A1logo-Cami%C3%B3n-Articulado-HM400-3MO-](https://webklat.s3.amazonaws.com/wp-content/uploads/2019/07/05122407/Cat%C3%A1logo-Cami%C3%B3n-Articulado-HM400-3MO-)



Figura 6.2 Camión articulado

La caja es de acero con un diseño particular, reforzada para cargar materiales pesado e incluso roca. Por lo general tienen dos ejes en la parte trasera para una mejor distribución de la carga. Está equipado con un par de gatos hidráulicos que, al ser accionados, levantan la caja hacia atrás para que el material que contiene caiga por gravedad.

La Figura 6.3 muestra las dimensiones del camión articulado HM400-3MO de la marca Komatsu⁴

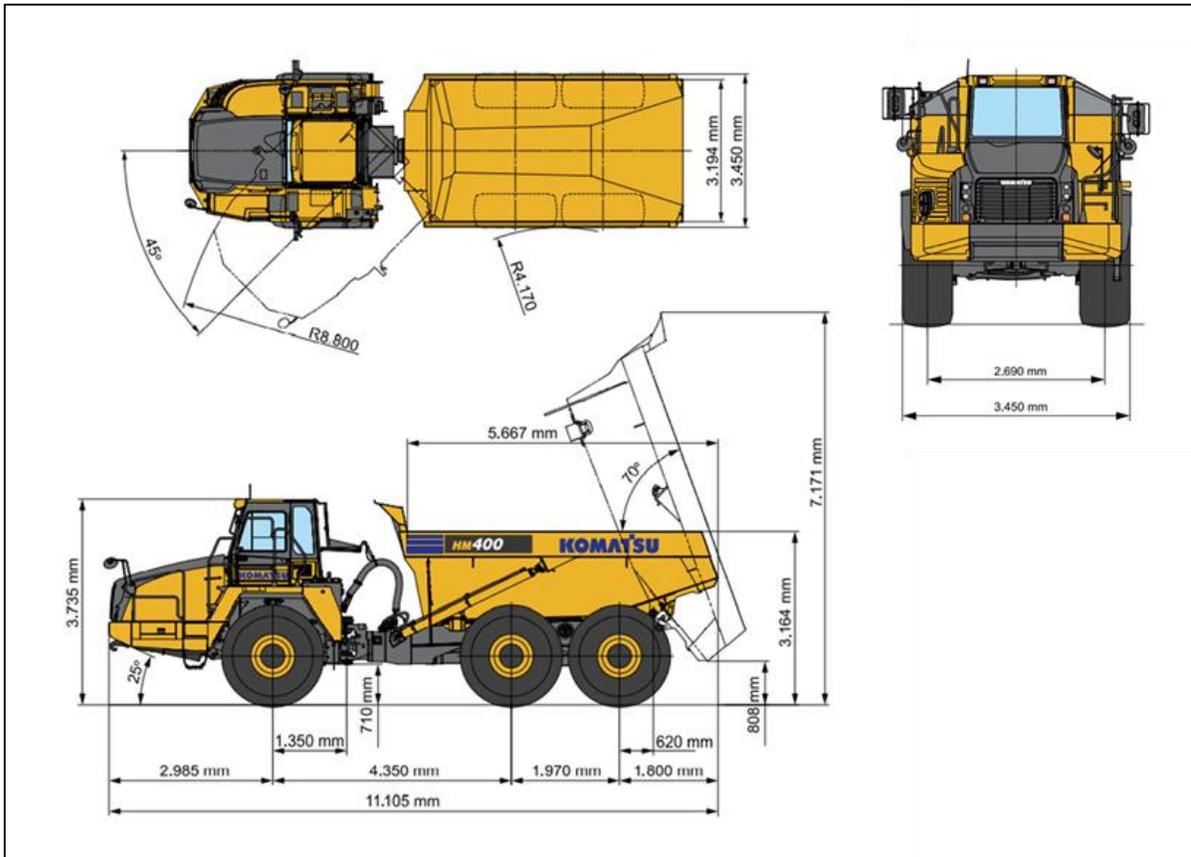


Figura 6.3 Dimensiones principales del camión Komatsu HM400-3MO

Fuente: [https://webklat.s3.amazonaws.com/wp-](https://webklat.s3.amazonaws.com/wp-content/uploads/2019/07/05122407/Cat%C3%A1logo-Cami%C3%B3n-Articulado-HM400-3MO-)

[content/uploads/2019/07/05122407/Cat%C3%A1logo-Cami%C3%B3n-Articulado-HM400-3MO-](https://webklat.s3.amazonaws.com/wp-content/uploads/2019/07/05122407/Cat%C3%A1logo-Cami%C3%B3n-Articulado-HM400-3MO-)

⁴ El catálogo con todas las especificaciones del camión articulado HM400-3MO de Komatsu, se puede consultar en: <https://webklat.s3.amazonaws.com/wp-content/uploads/2019/07/05122407/Cat%C3%A1logo-Cami%C3%B3n-Articulado-HM400-3MO-espa%C3%B1ol-digital.pdf>.

Especificaciones de camiones articulados

Se presentan a continuación las especificaciones de varias marcas de camiones articulados.

Tabla 6.1 Camiones articulados de 3 ejes marca Caterpillar.

Modelo	Modelo de motor	Carga útil nominal (ton)	Colmada (SAE 2:1) m ³
745	C18 Cat	41	25
730	Cat C13	28	17.5
730 EJ	Cat C13	27.1	16.9
735	Cat C13	32	20
740EJ	Cat C18	38	23
740GC	Cat C15	36.3	22.7
745	Cat C18	41	25

Fuente: Elaboración propia con datos de

https://www.cat.com/es_MX/products/new/equipment/articulated-trucks.html

Tabla 6.2 Camión articulado marca Komatsu.

Modelo	Potencia bruta (kw/HP)	Potencia neta (kw/HP)@2,000 rpm	Capacidad de carga (ton)	Capacidad apilada (m ³)
HM400-3MO	338/453	334/448	40	24

Fuente: Elaboración propia con datos de la página: <https://webklat.s3.amazonaws.com/wp-content/uploads/2019/07/05122407/Cat%C3%A1logo-Cami%C3%B3n-Articulado-HM400-3MO-esp%C3%B1ol-digital.pdf>

Tabla 6.3 Camiones articulados marca John Deere.

Modelo	Potencia neta del motor (kw) @1,900 rpm	Carga nominal (kg)	Capacidad colmada (m ³)
410E-II	330	37,266	22.7
460E-II	359	41,819	25.5

Fuente: Elaboración propia con datos de la página: <https://www.deere.com.mx/es/camiones-articulados/>

Videos de camiones articulados

1. Volvo con Usted: Camión Articulado – Carga | Volvo CE
Duración: 2:49 min.
<https://www.youtube.com/watch?v=01Uw2Ge39wI>
2. CAT 730 Articulated Dump Truck
Duración: 2:54 min.
<https://www.youtube.com/watch?v=jvcFdlcrhAo>
3. Komatsu Camión Articulado HM400
Duración: 1:32 min.
<https://www.youtube.com/watch?v=0OSWEWhmNS0>
4. Komatsu articulated dump truck HM400
Duración: 3:46 min.
<https://www.youtube.com/watch?v=bvUdSvC96XY>
5. Camión Articulado TEREX TA400®
Duración: 2:52 min.
<https://www.youtube.com/watch?v=ey29N6UOPQU>

7.- MOTOCONFORMADORAS

Las motoniveladoras (también llamadas motoniveladoras), son máquinas diseñadas fundamentalmente para extender el material y nivelarlo con precisión, aunque, como se verá más adelante, pueden realizar otro tipo de trabajos sobre todo en la construcción de carreteras.

La figura 4.1 muestra las partes fundamentales de una motoconformadora.

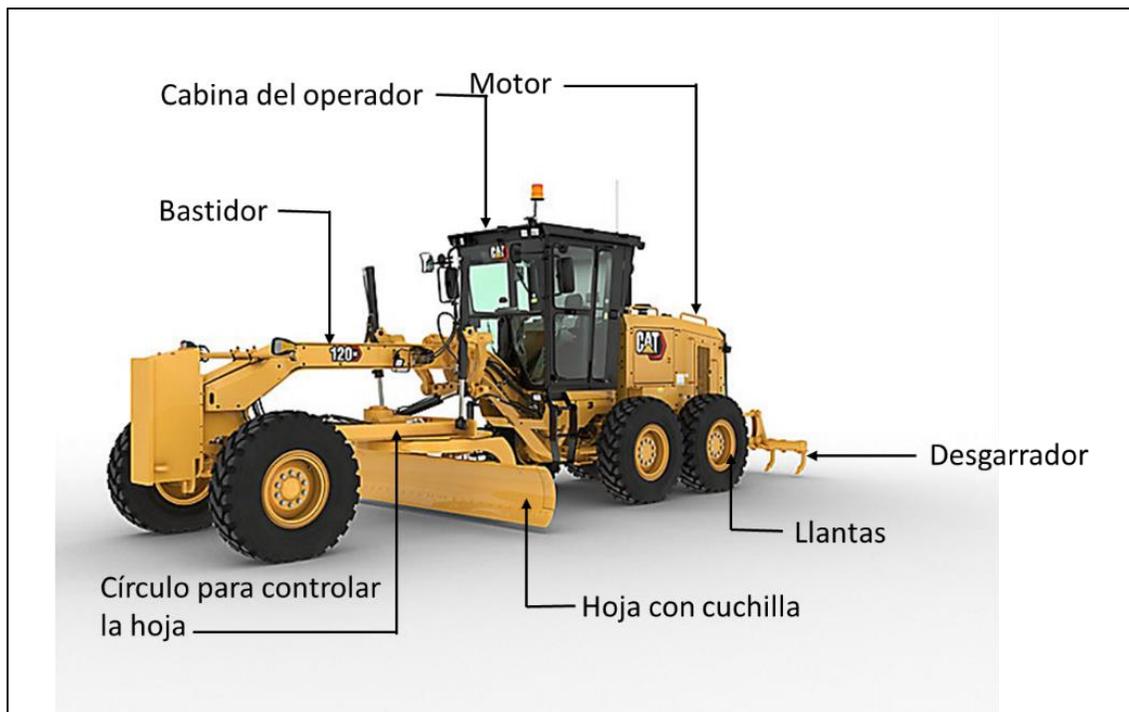


Figura 4.1 Partes fundamentales de una motoconformadora.

Aditamentos

El aditamento esencial de las motoconformadoras, es una hoja transversal (también llamada vertedera), controlada mediante mecanismos hidráulicos que le permiten lograr múltiples posiciones tanto en relación al plano vertical como al horizontal.

También puede equiparse con un desgarrador o ripper ligero generalmente en la parte trasera (Aunque puede haber modelos con el ripper al frente) para efectuar trabajos de escarificado y una hoja frontal.



*Figura 4.2 Motoconformadora equipada con vertedera y hoja frontal.
Fuente: <https://www.youtube.com/watch?v=aYR9yv1yejg>*



*Figura 4.3 Motoconformadora equipada con Ripper.
Fuente: <https://www.youtube.com/watch?v=aYR9yv1yejg>*

Aplicaciones

La principal aplicación de la motoconformadora es el tendido y la nivelación con precisión del material que previamente ha sido depositado por equipos de acarreo.

Durante el tendido del material, la motoconformadora puede llevar a cabo el mezclado y homogenización de este para lograr, por ejemplo, que la humedad del material sea uniforme. Esta máquina también puede cortar, empujar y mezclar materiales suaves.

En carreteras, puede apoyar en la construcción de cunetas y en el afine de taludes en los cortes, dependiendo de la dureza del material. Asimismo, en el mantenimiento de caminos de acceso y en la renivelación de carpetas asfálticas.

En suelos duros como ya se mencionó, puede usar un pequeño desgarrador para escarificar el material antes de pasar la hoja.



Figura 4.4 Motoconformadora extendiendo material.

Fuente: www.maquinariayconstruccion.blogspot.com



Figura 4.4 Motoconformadora en afine de talud.

Fuente: www.youtube.com

Especificaciones de motoconformadoras

Algunas de las marcas más comunes en nuestro medio son: Caterpillar, John Deere, Case, Volvo, Komatsu.

En las páginas web de las marcas comerciales es común encontrar especificaciones de tipo general, así como catálogos con las características y especificaciones detalladas de alguno de los modelos seleccionados en particular.

Se muestran a continuación ejemplos de especificaciones generales de algunas marcas seleccionadas.



KOMATSU

Modelo	Peso operativo	Potencia neta al volante (SAE)	Ancho de la hoja
GD535-5	15.150 kg (33.400 lb)	145 hp (108 kW) @ 2.000 r. p. m.	3.700 mm (12.2 ft)
GD555-5	15.780 kg (34.800 lb)	193 hp (144 kW) @ 2.000 r. p. m.	3,7 m3 (12,1 ft) - 4,3 m3 (14,1 ft)
GD675-5	19.325 kg (42.600 lb)	218 hp (163 kW) @ 2.100 r. p. m.	4,3 m (14,1 ft)
GD705-5	22.150 kg (48.900 lb)	250 hp (186 kW) @ 1.950 r. p. m.	4,3 m (14,1 ft)

Fuente: https://www.komatsulatioamerica.com/mexico/categoria_productos/motor-graders/

Para detalles de algún modelo en especial ver:

<https://www.komatsulatioamerica.com/mexico/productos/gd535-5/#catalogo/1>



**MOTONIVELADORAS
120 GC**



POTENCIA NETA: ISO 9249/SAE
J1349
128 kW

PESO*
16100 kg

ANCHO DE LA HOJA
3.7 m

**MOTONIVELADORAS
120/120 AWD**



GAMA DE POTENCIA NETA (TIER 3)
93 kW

PESO CON PALANCA O VOLANTE
DE DIRECCIÓN Y TRACCIÓN EN
TODAS LAS RUEDAS (AWD)* TIER
3
16454 kg

ANCHO DE LA HOJA
3.7 m

**MOTONIVELADORAS
12K**



POTENCIA BASE (1.º MARCHA):
NETA
108 kW

PESO BRUTO DEL VEHÍCULO:
EQUIPADO NORMALMENTE
16791 kg

ANCHO DE LA HOJA
3.7 m

**MOTONIVELADORAS
140**



POTENCIA BASE (1.º MARCHA):
NETA
136 kW

PESO EN ORDEN DE TRABAJO:
EQUIPADO NORMALMENTE
18400 kg

ANCHO DE LA HOJA
3.7 m

**MOTONIVELADORAS
140 GC/140 GC AWD**



GAMA DE POTENCIA NETA (TIER 3)
131 kW

PESO*
17.39 kg

ANCHO DE LA HOJA
3.7 m

**MOTONIVELADORAS
140K**



POTENCIA BASE (1.º MARCHA):
NETA
128 kW

PESO BRUTO DEL VEHÍCULO:
EQUIPADO NORMALMENTE
17271 kg

ANCHO DE LA HOJA
3.7 m

Fuente: https://www.cat.com/es_MX/products/new/equipment/motor-graders.html



**MOTONIVELADORAS
150/150 AWD**



**POTENCIA BASE (1.º MARCHA):
NETA
136 kW**

**PESO EN ORDEN DE TRABAJO:
EQUIPADO NORMALMENTE
18991 kg**

**ANCHO DE LA HOJA
3.7 m**

**MOTONIVELADORAS
160K**



**POTENCIA BASE (1.º MARCHA):
NETA
139 kW**

**PESO BRUTO DEL VEHÍCULO:
EQUIPADO NORMALMENTE
17706 kg**

**ANCHO DE LA HOJA
4.3 m**

**MOTONIVELADORAS
160/160 AWD**



**POTENCIA BASE (1.º MARCHA):
NETA
165 kW**

**PESO EN ORDEN DE TRABAJO:
EQUIPADO NORMALMENTE
20660 kg**

**ANCHO DE LA HOJA
4.2 m**

**MOTONIVELADORAS
16**



**POTENCIA BASE (1.º MARCHA):
NETA
216 kW**

**PESO EN ORDEN DE TRABAJO:
EQUIPADO NORMALMENTE
32411 kg**

**ANCHO DE LA HOJA
4.9 m**

**MOTONIVELADORAS
18**



**POTENCIA BASE (1.º MARCHA):
NETA
227 kW**

**PESO EN ORDEN DE TRABAJO:
EQUIPADO NORMALMENTE
33713 kg**

**ANCHO DE LA HOJA
5.5 m**

**MOTONIVELADORAS
24**



**POTENCIA NETA - EEC 80/1269
399 kW**

**PESO*
73344 kg**

**ANCHO DE LA HOJA
7.3 m**

Fuente: https://www.cat.com/es_MX/products/new/equipment/motor-graders.html



620G >

Motoniveladora

- Potencia neta del motor: 108–149 kW (145–200 CV)
- Par motor neto máximo: 915 Nm (675 lb.-ft.)
- Fuerza de Arrastre de la Hoja: 14 091 kg (31,066 lb.)
- Aumento neto del par motor: 46%



620GP >

Motoniveladora

- Potencia neta del motor: 108–149 kW (145–200 CV)
- Par motor neto máximo: 915 Nm (675 lb.-ft.)
- Fuerza de Arrastre de la Hoja: 14 091 kg (31,066 lb.)
- Aumento neto del par motor: 46%



622G/GP >

Motoniveladora

- Potencia neta del motor: 123–157 kW (165–210 CV)
- Par motor neto máximo: 915 Nm (675 lb.-ft.)
- Fuerza de Arrastre de la Hoja: 20 412 kg (45,000 lb.)
- Aumento neto del par motor: 36%



670G >

Motoniveladora

- Potencia neta del motor: 118–157 kW (158–210 CV)
- Par motor neto máximo: 1124 Nm (829 lb.-ft.)
- Fuerza de Arrastre de la Hoja: 12 800 kg (28,220 lb.)
- Aumento neto del par motor: 77%



670GP >

Motoniveladora

- Potencia neta del motor: 118–157 kW (158–210 CV)
- Par motor neto máximo: 1124 Nm (829 lb.-ft.)
- Fuerza de Arrastre de la Hoja: 12 800 kg (28,220 lb.)
- Aumento neto del par motor: 77%



672G/GP >

Motoniveladora

- Potencia neta del motor: 129–164 kW (173–220 CV)
- Par motor neto máximo: 1152 Nm (850 lb.-ft.)
- Fuerza de Arrastre de la Hoja: 17 587 kg (38,773 lb.)
- Aumento neto del par motor: 72%



770G >

Motoniveladora

- Potencia neta del motor: 123–181 kW (165–243 CV)
- Par motor neto máximo: 1227 Nm (905 lb.-ft.)
- Fuerza de Arrastre de la Hoja: 13 150 kg (28,990 lb.)
- Aumento neto del par motor: 63%



770GP >

Motoniveladora

- Potencia neta del motor: 123–181 kW (165–243 CV)
- Par motor neto máximo: 1227 Nm (905 lb.-ft.)
- Fuerza de Arrastre de la Hoja: 13 150 kg (28,990 lb.)
- Aumento neto del par motor: 63%



772G/GP >

Motoniveladora

- Potencia neta del motor: 145–194 kW (194–260 CV)
- Par motor neto máximo: 1288 Nm (950 lb.-ft.)
- Fuerza de Arrastre de la Hoja: 17 913 kg (39,491 lb.)



870G/GP >

Motoniveladora

- Potencia neta del motor: 134–191 kW (180–257 CV)
- Par motor neto máximo: 1287 Nm (949 lb.-ft.)
- Fuerza de Arrastre de la Hoja: 13 299 kg (29,320 lb.)
- Aumento neto del par motor: 60%



872G/GP >

Motoniveladora

- Potencia neta del motor: 160–205 kW (214–275 CV)
- Par motor neto máximo: 1353 Nm (998 lb.-ft.)
- Fuerza de Arrastre de la Hoja: 18 082 kg (39,864 lb.)
- Aumento neto del par motor: 53%

Fuente: <https://www.deere.com.mx/es/motoniveladoras/>

Renta de motoconformadoras

La tabla 4.1 muestra el importe de las rentas mensuales promedio de motoconformadoras en territorio nacional al mes de septiembre.

Tabla 4.1 Rentas promedio mensuales de motoconformadoras en México en agosto de 2022.

Máquina	Modelos comerciales	Rango		Renta mensual	
		HP	CAPACIDAD	NUEVOS	SEMINUEVOS
MOTOCONFORMADORAS	CAT 120H, KOMATSU GD511A, DEERE670C, CASE 845	125			107,000
	CAT 12H, DEERE 670, CHAMPION 710, KOMATSU GD 611A, CASE 845	140		132,500	
	CAT 120G, CHAMPION 710 ^a , KOMATSU GD611	125			80,200
	CAT 12G, DEERE 6708, FIAT ALLIS FG70A, CHAMPION720	135			99,000
	CAT 120B, CM14 GO511	120/130			64,900
	CAT 140 H, CHAMPION 720, KOMATSU 90611 ^a , DEERE 770C, CASE 865	165		166,300	
	CASE 865	155		138,000	
	CAT 14H	220		240,600	

Fuente: informaquina.mx (informaquina.mx)

Videos de motoconformadoras

1. 10 Motoniveladoras más Grandes y Potentes del Mundo
Duración: 9:10 min.
<https://www.youtube.com/watch?v=aYR9yv1yejg>
2. MOTOCONFORMADORA TRABAJANDO TEST 1
Duración: 4:08 min.
<https://www.youtube.com/watch?v=9tdLFreq9XA>
3. MOTOCONFORMADORA CATERPILLAR 120B
Duración: 3.11 min.
<https://www.youtube.com/watch?v=sYOfNJluVU>
4. Renivelación de Carpeta Asfáltica
Duración: 2:09 min.
https://www.youtube.com/watch?v=dx-JwmK0_Es
5. Sub base granular estabilizada con cemento
Duración: 1:45 min.
<https://www.youtube.com/watch?v=vSJVZpzPjAQ>
6. Extendido del material de subrasante al nivel de proyecto
Duración: 2:07 min.
<https://www.youtube.com/watch?v=PfbTRhGx0Q>
7. Operatip N°7 - Tips básicos sobre motoniveladoras
Duración: 1:15 min.
<https://www.youtube.com/watch?v=LMiXYqE6jro>
8. TRABAJANDO CON LA MOTONIVELADORA
Duración: 1.03 min.
<https://www.youtube.com/watch?v=yoy1TiWejLw>
9. Conformación del material estabilizado, con motoniveladora
Duración: 1:56 min.
https://www.youtube.com/watch?v=lWSA_vczZa4
10. NIVELACIÓN Automática Motoniveladora CAT 12M + TRIMBLE | Finning CAT
Duración: 4:22 min.
<https://www.youtube.com/watch?v=C4afA9j8G7c>

8.- MOTOESCREPAS

Descripción

Las motoescrepas son máquinas sumamente versátiles que ejecutan varias operaciones como son: excavación, carga, acarreo y tendido de material.

En esencia, la máquina consta de una caja (escrepa), acoplada a la unidad motriz (moto). La caja que tiene la posibilidad de bajar y subir mediante controles hidráulicos está equipada en la parte inferior con una cuchilla que le permite cortar el material mientras la motoescrepa está en movimiento. La caja está dotada de una compuerta delantera también llamada delantal que sube y baja según la motoescrepa esté cargando o descargando y de una placa en la parte trasera que empuja el material para descargar y que se retrae al momento de la carga.

La figuras 8.1 y 8.2 muestran las partes principales de una motoescrepa estándar.

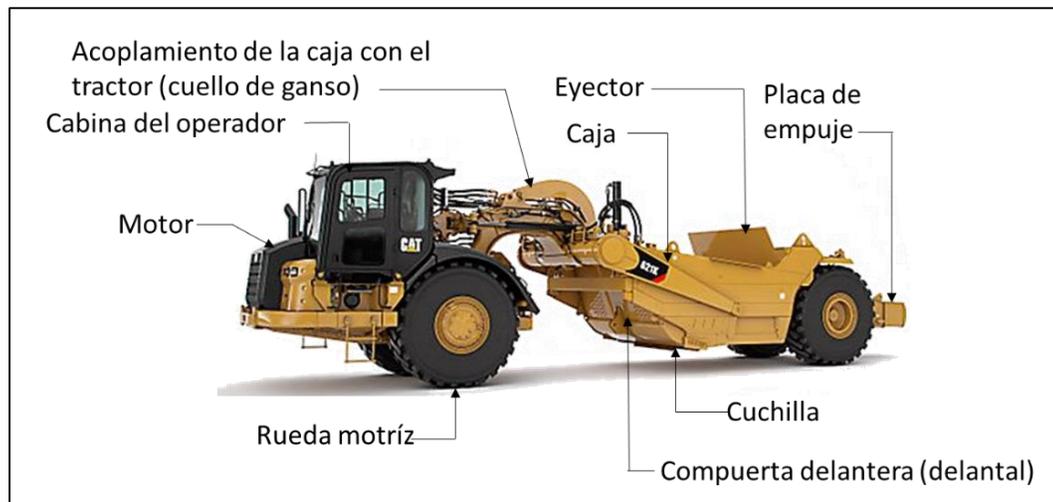


Figura 8.1 Partes principales de una motoescrepa estándar.

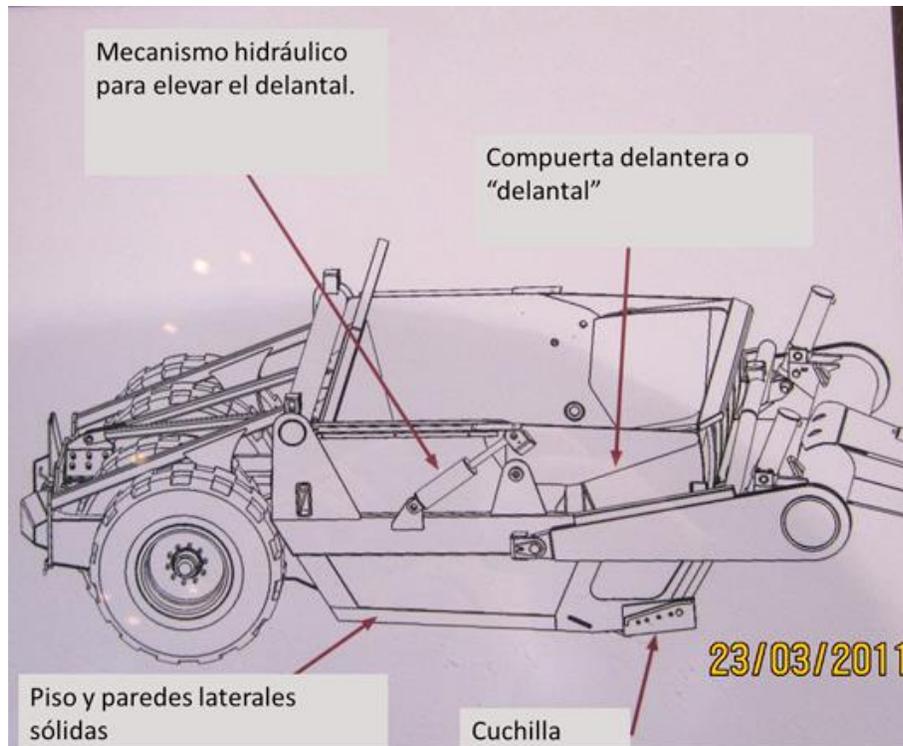


Figura 8.2 Algunas partes de la caja de una motoescrepa estándar.
Fuente: Propia, exposición de maquinaria en Las Vegas, Nevada.

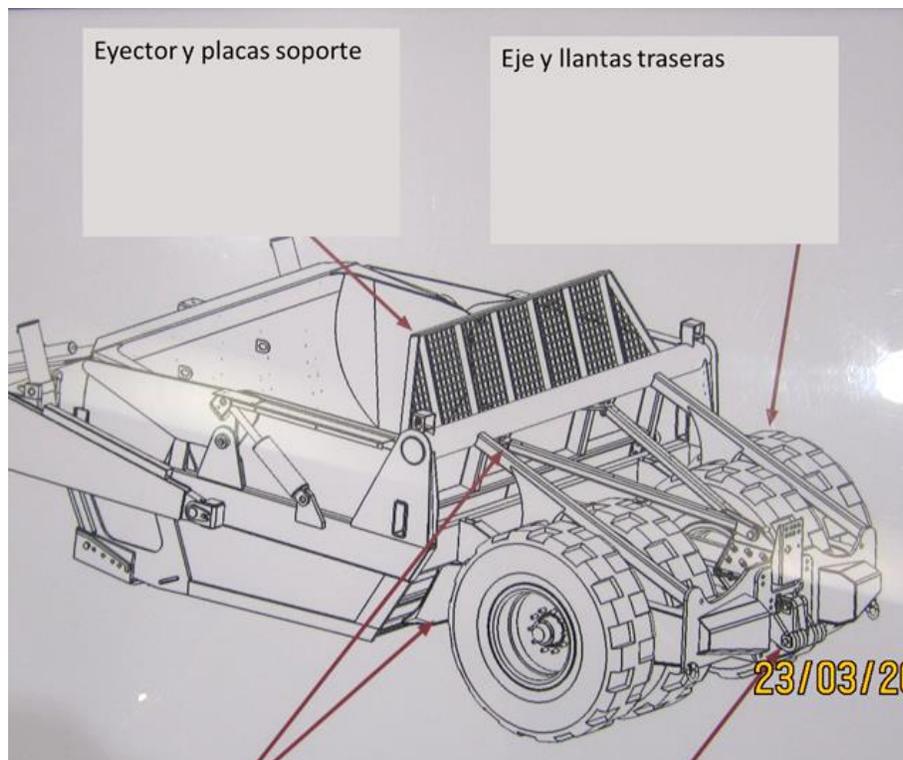


Figura 8.3 Placa eyectora y mecanismo de empuje en una motoescrepa estándar.
Fuente: Propia, exposición de maquinaria en Las Vegas, Nevada.

Tipos de motoescrepas

Se distinguen cuatro tipos de motoescrepas:

1. Estándar
2. Doble motor
3. Equipada con aditamento de tiro y empuje (push-pull).
4. Autocargable.



Figura 8.4 Motoescrepa estándar en carga con tractor empujador.

Fuente: maquinariayconstruccion.bolgspot.com



Figura 8.5 Motoescrepa con doble motor.



*Figura 8.6 Motoescropa equipada con aditamento para tiro y empuje.
Fuente: maquinariayconstruccion.bolgspot.com*



*Figura 8.7 Motoescropa autocargable.
Fuente: www.youtube.com*

Ciclo de trabajo

El ciclo de trabajo de una motoescropa inicia con la excavación y carga de material. Durante esta etapa, la motoescropa necesita de la ayuda de un tractor que se conoce como tractor empujador, el cual debe ser de un tamaño acorde con el tamaño de la motoescropa.

En esta operación la compuerta delantera o delantal está abierta para permitir la entrada del material. Una vez llena la caja, el delantal es subido y la máquina efectúa el acarreo hasta el lugar donde habrá de descargar en el cual, estando en movimiento, el delantal es abierto y el eyector, ubicado en la parte trasera de la caja, es accionado hacia adelante para expulsar el material. Terminada esta operación, el delantal se cierra, el eyector se retrae y la motoescropa regresa al lugar donde será cargada nuevamente con lo cual se inicia un nuevo ciclo.

Las motoescrapas de doble motor, pueden estar equipadas con un mecanismo que les permite trabajar en parejas (sistema push-pull). Al momento de la excavación y carga, la motoescropa trasera empuja a la delantera hasta que esta se carga, a continuación, la motoescropa delantera jala a la trasera para que esta se llene; una vez llenas las dos motoescrapas se desenganchan y realizan el acarreo, descargan y regresan al sitio de carga para iniciar un nuevo ciclo. En este sistema de tiro y empuje (mejor dicho, empuje y tiro), se prescinde del tractor empujador.

Las motoescrapas autocargables fueron diseñadas para cargarse solas sin la ayuda del tractor empujador; sin embargo, su uso está restringido a materiales suaves y pendientes favorables.

Aplicaciones de las motoescrapas

Como ya se mencionó, las motoescrapas están diseñadas para excavar, cargar, acarrear y tender el material en espesores controlables materiales cohesivos y granulares a distancias no mayores de 2 kilómetros, donde pudiera ser conveniente la utilización de equipo de carga y acarreo (cargador y camiones, por ejemplo).

En nuestro país, el uso de esta máquina es sumamente reducido debido entre otras razones a la topografía donde se construyen las carreteras, que es muy accidentada y a la fuerte influencia de los sindicatos de los camiones fleteros.

En otros países es una máquina que se utiliza mucho para la construcción de aeropuertos, de sistemas de riego y en general en obras donde el movimiento de tierras es una actividad preponderante.

Especificaciones de las motoescrepas

Se presentan a continuación especificaciones de motoescrepas de varias marcas.

Tabla 8.1 Motoescrepas de la marca Caterpillar



Modelo	Potencia al volante (HP)	Capacidad colmada (m ³)	Velocidad máxima con carga (km/h)
Autocargable			
623K	407	17.6	53.9
De caja abierta			
621K	407	18.4	53.9
627K (doble motor)	407-290	18.4	53.9
631K	425 kw	26	55.8
637K	425kw	26	55.8
657	629-473	24.5 al ras	

Fuente: Elaboración propia con datos de la página:

https://www.cat.com/es_MX/products/new/equipment/wheel-tractor-scraper.html

Renta de motoescrepas

De la revisión de varias revistas especializadas como Informáquina, se desprende que las motoescrepas no son máquinas demandadas en México por la industria de la construcción. Su uso, como ya se mencionó, está sumamente restringido, no hay motoescrepas en renta.

Videos de motoescrepas

1. CAT 631D scrapers- storage construction on the Hay Plains
Duración: 4:53 min.
<https://www.youtube.com/watch?v=-UGPG1mKm1k>
2. CAT 657E and 657G scrapers cuttin' it
Duración: 5:58 min.
<https://www.youtube.com/watch?v=J6c8sDuVYIA>
3. Terex TS14
Duración: 7:05 min.
<https://www.youtube.com/watch?v=H6RmubDZU1Q>
4. Terex scraper self loading sale
Duración: 2:56 min.
<https://www.youtube.com/watch?v=syH4MJ4dcO4>
5. wabco scrapers 259ft & 252 at work
Duración: 1:24 min.
<https://www.youtube.com/watch?v=Gac6EQ7ReU>

9. EQUIPO DE COMPACTACIÓN

Para lograr la densificación del suelo o de los materiales que se colocan sobre él, se utilizan diferentes tipos de equipos de compactación que aplican alguna acción mecánica como presión estática, vibración, impacto, amasamiento u oscilación para tal fin.

Dependiendo sobre todo del tipo de material, será el equipo por utilizar. Se describen a continuación los más utilizados.

Rodillos vibratorios en tándem

Constan de dos rodillos metálicos colocados en tándem que cuentan con un mecanismo que permite la vibración para lograr mejores resultados en cierto tipo de materiales. Ver figura 9.1.

En la parte frontal está equipado con una placa y un sistema de rociado de agua que permiten que el rodillo esté siempre limpio.

Las variables que aplican estos equipos son la amplitud y la frecuencia las cuales se pueden modular según el tipo de material que estén compactando. El rodillo trasero puede tener adicionalmente un efecto de oscilación.

Los sistemas modernos pueden equiparse con sensores de temperatura y muestran diagramas de conteo de pasadas.



Figura 9.1 Rodillo liso vibratorio en tándem.

Fuente: https://www.cat.com/es_MX/products/new/equipment/compactors/tandem-vibratory-rollers/1000032655.html

Aplicaciones de los rodillos vibratorios en tándem

Son útiles para compactar toda clase de suelos, pero especialmente en la compactación de carpetas asfálticas donde se pueden utilizar con y sin la aplicación de vibración.

Especificaciones de los rodillos vibratorios en tándem

Se muestran a continuación las especificaciones básicas de los rodillos vibratorios en tándem de la marca Caterpillar.

Tabla 9.1 Rodillos vibratorios en tándem de la marca Caterpillar

Modelo	Peso en orden de trabajo (kg)	Ancho de compactación estándar (mm)	Potencia bruta (kw)
CB7	7,990	1,500	82
CB10	9,500	1,700	97
CB13	12,900	2,000	106
CB15	13,135	2,130	106
CB16	14,488	2,130	106

Fuente: Elaboración propia con datos de la página:

https://www.cat.com/es_MX/products/new/equipment/compactors/tandem-vibratory-rollers.html

Videos de rodillos vibratorios en tándem.

1. Cat® B-Series Tandem Vibratory Rollers

Duración: 3:40 min.

<https://www.youtube.com/watch?v=zvY2gF2mo6c>

Compactadores de suelos vibratorios

Constan de un rodillo metálico frontal liso o con pisonos de diseño especial y dos llantas traseras que le proporcionan buena movilidad.

Los compactadores de rodillo liso se utilizan con buenos resultados en materiales gruesos o friccionantes mientras que los de pisonos son efectivos en materiales cohesivos y semicohesivos.

En sus orígenes, las salientes de los rodillos de los compactadores pretendían emular la forma de una pata de cabra debido al excelente resultado que se había obtenido en los antiguos caminos romanos al hacer pasar sobre ellos rebaños de cabras y ovejas. Aunque la forma de los pisonos actuales ha cambiado notablemente, se les sigue llamando por costumbre “compactadores tipo pata de cabra”.

Hay dos parámetros que influyen en la operación de los rodillos lisos vibratorios: la amplitud y la frecuencia. Por ejemplo, en las especificaciones de compactación del rodillo Dynapac CA4000 DCO, se señala una amplitud de 0-2 mm y una frecuencia de vibración de 28 Hz.

Algunos fabricantes ofrecen la opción de dos amplitudes y dos frecuencias, de manera que, según el tipo de suelo, el operador puede seleccionar alta frecuencia con baja amplitud para materiales granulares o viceversa, baja frecuencia con alta amplitud para materiales cohesivos.

La frecuencia es una medida del número de ciclos completos de los pesos excéntricos alrededor del eje de rotación en un tiempo determinado. Se expresa en unidades de vibraciones por minuto (vpm) o hertz (Hz). La amplitud es una medida del desplazamiento vertical del tambor durante una vibración.

En la figura 9.2 se aprecia como es la propagación de las ondas de compactación debido a la amplitud y a la vibración.

La figura 9.3 muestra los pesos excéntricos que se colocan en el interior del rodillo para propiciar la vibración. Se recomienda ver el video número 4, relativo a la fabricación de los rodillos lisos vibratorios.

Otra especificación importante es el espesor de capa que recomienda el fabricante, de acuerdo con las características de su equipo. Las tablas 9.2 y 9.3 muestran los espesores de capa recomendados por la marca AMMANN para diferentes tipos de material.

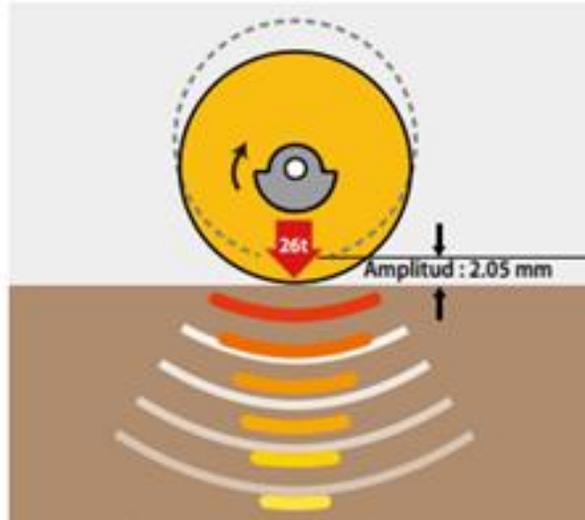


Figura 9.2 Representación gráfica de la propagación de las ondas de compactación debido a la vibración y la amplitud.

Fuente: https://www.sakainet.co.jp/en/products/item/sv521-spanish_1908.pdf

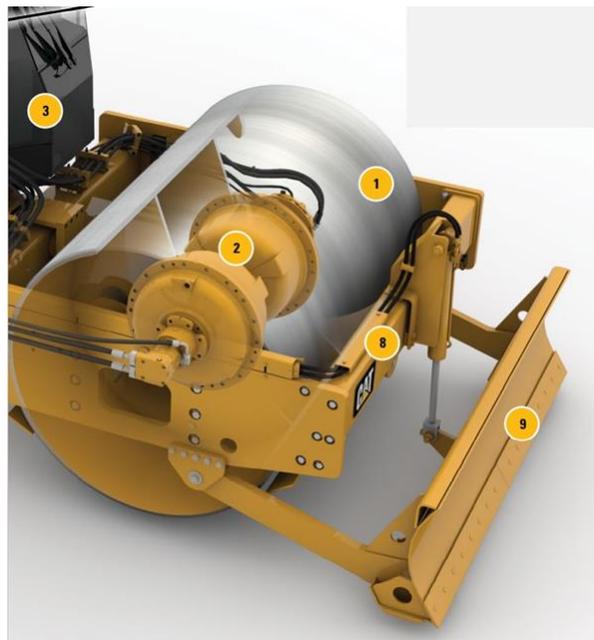


Figura 9.3 Sistema vibratorio encapsulado en un rodillo liso.

Fuente: https://s7d2.scene7.com/is/content/Caterpillar/CM20150428-36644-12643?_ga=2.218795408.866974207.1645906204-1288423488.1604967254

Las figuras 9.4 y 9.5 muestran un compactador de rodillo liso y uno de rodillo con pisones respectivamente.



Figura 9.4 Compactador de rodillo liso vibratorio.

Fuente: https://www.cat.com/es_MX/products/new/equipment/compactors/vibratory-soil-compactors/15969674.html.



Figura 9.5 Compactador de rodillo vibratorio con pisones.

Fuente:

https://www.cat.com/es_MX/products/new/equipment/compactors/vibratory-soil-compactors/1000031138.html



Figura 9.6 Compactador de suelo de la marca Dynapac serie DCO.
Fuente: <https://tmr.com.mx/project/compactadores-de-suelo-dco/>

GROSOR MÁXIMO DE LA CAPA COMPACTADA CON LAS CONDICIONES DE TRABAJO ÓPTIMAS					
	Vertido	Arena / grava	Tierras mixtas	Limos	Arcilla
ASC 70 D	-	*0.45 m (18 in)	*0.35 m (14 in)	0.25 m (10 in)	0.15 m (6 in)
ASC 70 PD	-	-	*0.35 m (14 in)	*0.25 m (10 in)	*0.2 m (8 in)
ASC 110 D	*0.8 m	*0.6 m	*0.5 m	0.4 m	0.25 m
ASC 110 PD	-	-	*0.5 m	*0.4 m	*0.3 m

*Tipo recomendado de tambor

Fuente: <https://almaq.es/wp-content/uploads/2019/07/RODILLOS-COMPACTADORES.pdf>

Tabla 9.3 Compactadores de suelos vibratorios de la marca Caterpillar.

Modelo	Peso en orden de trabajo con cabina (kg)	Peso tambor con ROPS/FO PS (kg)	Peso: tambor con cabina (kg)	Ancho de compactación (mm)	Potencia bruta (kw)	Longitud total (m)	Ancho total (m)	Ancho de compactación (mm)	Neumáticos	Velocidad de desplazamiento máxima (km/h)
CP44B	7,471	3,601	3,711							
CS44B	7,210			1,676	74.5					
CP54B						5.85	2.3	2,134		
CS54B	10,555				98			2,134		
CP56B	11,725								23.1 x 26	11.4
CS10 GC	9,471*				83			2,134		
CP11 GC	11,387				83			2,134		
CS11 GC	10,803*				83			2,134		
CS12 GC	12,23*				83			2,134		
CP12 GC	12,639				83			2,134		
CS64B	12,055				96.5			2,134		
CP68B	14,685				117			2,134		
CS68B					117			2,134		
CP74B	16,355				129.5			2,134		
CP74B					129			2,134		
CS74B	16,000		10,630							
CS78B	18,700				129.5			2,134		
CS79B	20,220				129			2,134		
CP533E	11,680				97			2,134		
CS533E	10,840				97			2,134		
CS533E XT	12,360				97			2,134		

*Con techo para sol.

Fuente: Elaboración propia con datos de la página:

https://www.cat.com/es_MX/products/new/equipment/compactors/vibratory-soil-

Tabla 9.4 Compactadores de suelos marca Dynapac serie DCO (Dynapac Compactor Optimizer).

Modelo	Peso operativo (kg)	Ancho del tambor (mm)	Carga lineal estática (kg/cm)
CA3500 DCO	12,200	2,130	36
CA4000 DCO	13,400	2,130	41
CA5000 DCO	16,250	2,130	50
CA6000 DCO	19,400	2,130	60

Fuente: Elaboración propia con datos de la página: <https://tmr.com.mx/project/compactadores-de-suelo-dco/>

Tabla 9.5 Compactadores de suelos marca Dynapac

Modelo	Peso operativo (kg)	Ancho del tambor (mm)	Carga lineal estática (kg/cm)
CA1300D	4,800	1,370	13
CA1400D	6,500	1,676	20
CA1500D	7,050	1,676	21
CA2500D	10,100	2,130	26
CA2800D	12,000	2,130	36
CA300D	12,550	2,130	38
CA350D	11,900	2,130	36
CA 3600D	12,300	2,130	36
CA385D	13,000	2,130	39
CA4000D	13,100	2,130	41
CA4600D	13,500	2,130	41
CA5000D	16,000	2,130	50
CA510D	18,300	2,130	58
CA5500D	18,200	2,130	56
CA6000D	19,300	2,130	60
CA610D	20,700	2,130	66
CA6500D	20,700	2,130	65

Fuente: Elaboración propia con datos de la página: <https://dynapac.com/en/products/compaction?tab=products>

Tabla 9.6 Compactadores de suelos marca Dynapac seriePD (Padfoot drum).

Modelo	Peso operativo (kg)	Ancho del tambor (mm)	Carga lineal estática (kg/cm)
CA1300PD	4,750	1,370	13
CA1400PD	6,500	1,676	20
CA1500PD	7,150	1,676	22
CA2500PD	11,000	2,130	30
CA3500PD	11,900	2,130	36
CA3600PD	12,300	2,130	36
CA4000PD	13,100	2,130	41
CA4600PD	13,500	2,130	41
CA5000PD	16,300	2,130	51
CA5500PD	18,000	2,130	55
CA510PD	18,300	2,130	N/A
CA6000PD	19,100	2,130	60
CA610PD	20,700	2,130	N/A
CA6500PD	20,600	2,130	65

Fuente: Elaboración propia con datos de la página:

<https://dynapac.com/en/products/compaction?tab=products>

Videos de compactadores de suelos vibratorios.

1. Compactación del material estabilizado con emulsión asfáltica y cemento, con rodillo liso vibratorio
Duración: 1:26 min.
<https://www.youtube.com/watch?v=wbBbIfgUWn8>
2. Compactador CAT 815 PATA CABRA enviado a Paraguay
Duración: 2:50 min.
<https://www.youtube.com/watch?v=Aq8kWJYtyok>
3. RODILLO COMPACTADOR BOMAG
Duración: 4:22 min
<https://www.youtube.com/watch?v=-hBccszQF9Y>
4. El Tambor de un Compactador Vibratorio - Como lo hacen
Duración: 8:50 min.
<https://www.youtube.com/watch?v=fOIfsRtJf4I>
5. Subiendo Rodillo CAT a Cama baja
Duración: 3:46 min.
<https://www.youtube.com/watch?v=KAuWYQ-klDc>

Compactador de neumáticos

El compactador de neumáticos, consta de una unidad autopropulsada, equipada con un conjunto de neumáticos delanteros y traseros oscilantes que ejercen fuerza verticales y horizontales para compactar cierto tipo de suelos y capas de concreto asfáltico en los pavimentos flexibles. La presión de los neumáticos puede modificarse para variar la carga estática que ejercen sobre el material que están compactando.

Asimismo, este tipo de compactadores puede ser lastrado para darles mayor peso, ya sea mediante placas de acero o con arena y agua. Algunos equipos cuentan con doble mando, ubicados a izquierda y derecha de la cabina.

Por lo general el número de llantas es impar (aunque no siempre), por ejemplo 9 llantas: 4 delanteras y 5 traseras, traslapadas en la huella que dejan al transitar para lograr que la compactación sea uniforme en toda la superficie cubierta. Las llantas delanteras son oscilantes y direccionales mientras que las traseras son de tracción.

La figura 9.7 muestra la imagen de un compactador de neumáticos.



Figura 9.7 Compactador de neumáticos.

Fuente:

https://www.cat.com/es_MX/products/new/equipment/compactors/pneumatic-rollers/18359786.html



Figura 9.8 Raspadores para evitar que el material por compactar se adhiera a los neumáticos.

Fuente: <https://www.youtube.com/watch?v=DDdZov1SgOk>



Figura 9.9 Compactador de neumáticos de la marca Dynapac, equipado con contrapesos.

Fuente: <https://dynapac.com/eu-es/products/compaction/dynapac-cp142#image-tabs1>

Aplicaciones de los compactadores de neumáticos

Los compactadores de neumáticos se pueden utilizar en bases y sub bases de pavimentos; sin embargo, una de las aplicaciones más frecuentes de este tipo de compactadores es para el terminado final de las carpetas asfálticas en los pavimentos flexibles. Para el “planchado final” de estas carpetas es eficiente hacer pasadas alternadas de un rodillo liso sencillo o en tándem con el compactador de neumáticos.

Especificaciones de compactadores de neumáticos

A continuación, se presentan especificaciones resumidas de compactadores de neumáticos de varias marcas comerciales.

Tabla 9.7 Especificaciones de compactadores de neumáticos de la marca Caterpillar.

Modelo	Peso en orden de trabajo máquina vacía estándar (kg)	Peso en orden de trabajo lastre máximo (kg)	Peso en orden de trabajo máquina base de 9 ruedas (kg)	Peso en orden de trabajo máquina base de 11 ruedas (kg)	Peso en orden de trabajo 9 ruedas con lastre máximo (kg)	Peso en orden de trabajo 11 ruedas con lastre máximo (kg)	Ancho de compactación (mm)
CW34	10,000	27,000					2,090
CW16			5,200		15,000		1,728
CW16				5,300		14,900	2,132

Fuente: Elaboración propia, con datos de la página

https://www.cat.com/es_MX/products/new/equipment/compactors/pneumatic-rollers.html

Tabla 9.8 Especificaciones de compactadores de neumáticos de la marca Dynapac.

Modelo	Peso operativo, inc. ROPS (kg)	Peso con lastre máximo (kg)	Ancho de trabajo (mm)
CP1200	5,750	12,000	1,760
CP1200W	5,750	12,000	2,080
CP2100W	9,450	21,000	2,265
CP2700	12,400	27,000	2,300

Fuente: Elaboración propia con datos de la página

<https://dynapac.com/eu-es/products/compaction?tab=products>

Videos relativos a compactadores de neumáticos

1. Test Compactadores Asfalto Neumáticos Lonking + Liangong Doble Rodillo
Duración: 6:56 min.
<https://www.youtube.com/watch?v=vfCl42iBksI>
2. RODILLO NEUMATICO HAMM NUEVA GENERACION – INTERMAQ
Duración: 4:44 min.
<https://www.youtube.com/watch?v=E3pqq-RvHBI>
3. Rodillo Compactador Neumáticos Dynapac CP 2700
Duración: 3:50 min.
<https://www.youtube.com/watch?v=DDdZov1SgOk>
4. Compactación de carpeta asfáltica con rodillo neumático del Km 88+000 al Km 88+800
Duración: 1:12 min.
<https://www.youtube.com/watch?v=LOXIErJbyPU>
5. Hamm Gummiradwalze GRW280
Duración: 1:45 min.
<https://www.youtube.com/watch?v=0F4eYKaAoN4>

