



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

DIVISIÓN DE INGENIERÍAS CIVIL Y GEOMÁTICA

TESIS

**TÍTULO DE TESIS: TIPOS Y APLICACIONES DEL EQUIPO DE CONSTRUCCIÓN
EN CARRETERAS: CASO DE ESTUDIO “PPS QUERÉTARO - IRAPUATO”**

QUE PRESENTA: GERARDO GONZÁLEZ ENRIQUEZ

DIRECTOR DE TESIS: ING. LUIS ZARATE ROCHA

2009

DEDICATORIA:

El presente trabajo da por terminado un ciclo importante en mi vida, por lo que considero importante y necesario darle las gracias a todas aquellas personas que para bien o para mal ayudaron a que se diera esto que hoy es una realidad.

Le dedico este trabajo principalmente a mis padres Don Luis González Hernández y a Doña Verónica Enríquez Martínez quienes me dieron la vida y con esto la oportunidad de ser ingeniero civil ya que sin su apoyo en todos los sentidos esto no sería una realidad y que supieron guiarme con su ejemplo y su consejo por buen camino.

A mis hermanos que siempre estuvieron ahí para darme ánimos y su total apoyo.

A mis amigos y familiares que me acompañaron en las buenas y en las malas.

Y queda demás decir que se lo dedicó a la Institución que me ha dado las armas para enfrentar el día a día y me llena de orgullo haber estado en sus aulas a la siempre gloriosa Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México.

A todos ellos les dedico de todo corazón este que hoy es también su trabajo.

TÍTULO: TIPOS Y APLICACIONES DEL EQUIPO DE CONSTRUCCIÓN EN CARRETERAS: CASO DE ESTUDIO “PPS QUERÉTARO - IRAPUATO”

OBJETIVO: MOSTRAR LOS DIFERENTES TIPOS DE EQUIPOS QUE SE EMPLEAN EN LA CONSTRUCCIÓN, REHABILITACIÓN Y MODERNIZACIÓN DE CARRETERAS.

INTRODUCCIÓN

1. ANTECEDENTES.....	04
1.1 DIFERENTES TIPOS DE CARRETERAS.....	05
2.1 LA IMPORTANCIA DE LA MAQUINARIA EN EL PROCESO CONSTRUCTIVO DE UNA CARRETERA.....	09
2. PARTES Y MECANISMOS PRINCIPALES DEL EQUIPO DE CONSTRUCCIÓN UTILIZADO EN CARRETERAS.....	11
3. TIPOS Y APLICACIONES DEL EQUIPO UTILIZADO EN LA CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS.....	20
3.1 EQUIPO PARA PAVIMENTACIÓN.....	20
3.2 TRACTORES.....	30
3.3 MOTOCONFORMADORAS.....	38
3.4 EQUIPO PARA COMPACTACIÓN.....	45
3.5 CARGADORES Y RETROEXCAVADORAS.....	55
3.6 EQUIPO DE TRITURACIÓN.....	62
3.7 EQUIPO DE TRANSPORTE.....	73
3.8 EQUIPO AUXILIAR UTILIZADO EN OBRA.....	77
4. DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO UTILIZADO EN EL “PPS QUERÉTARO – IRAPUATO”	85
4.1 EQUIPO UTILIZADO.....	85
4.2 DISPOSICION FINAL DE RESIDUOS PELIGROSOS.....	121
CONCLUSIONES.....	127
BIBLIOGRAFÍA.....	128

OBJETIVO:

MOSTRAR LOS DIFERENTES TIPOS DE EQUIPOS QUE SE EMPLEAN EN LA CONSTRUCCIÓN, REHABILITACIÓN Y MODERNIZACIÓN DE CARRETERAS.

INTRODUCCIÓN

La construcción hoy en día se ha vuelto tan compleja debido al gran avance de la tecnología y de las nuevas necesidades que se deben cubrir en la actualidad ya que es necesario el desarrollo de técnicas modernas que permitan construir obras en tiempos reducidos así como tener un importante ahorro de tiempo y costo, además de que se debe tener especial cuidado en el respeto a el ambiente.

Afortunadamente para el constructor en la actualidad se cuenta con herramientas mecánicas que sin duda alguna han revolucionado la manera de llevar a cabo los más complicados proyectos inimaginables algunas décadas atrás sería inimaginable su construcción debido a lo complicado de estas o la costoso que estas serian en cuanto al tiempo de ejecución de los trabajos.

Hoy en día estas obras son una realidad gracias a que se cuenta con un sin número de maquinarias y equipos especiales para realizar todo tipo de actividades dentro del área de construcción.

Antiguamente era algo inimaginable construir grandes presas, carreteras o edificios con las condiciones que tenemos en la actualidad ya que hoy en día si es necesario puede instalarse una planta de concreto en el sitio de la obra o tal vez una asaltadora a la orilla de la carretera en construcción, se cuenta con la ayuda de grandes grúas que hacen de la construcción de edificios una tarea más sencilla, económica y rápida y que decir del movimiento de tierras en la construcción de carreteras, y podríamos mencionar más casos pero los dejaremos para tratarlos más adelante y con un mayor detenimiento.

Este tipo de maquinarias en la construcción va desde maquinas muy simples como puede ser una revolvedora de concreto hasta un complejo escudo de excavación para túneles.

En este escrito la clasificación que estudiaremos a detalle será la maquinaria de construcción utilizada en carreteras, poniendo un interés especial en la que se ocupa en la construcción de el PPS Carretera Querétaro – Irapuato.

De una manera general el equipo en carretera puede estar conformado de la siguiente manera:

CLASIFICACIÓN DE EQUIPO DE CONSTRUCCIÓN

- Equipo para pavimentación.
- Tractores y sus aditamentos opcionales.
- Equipo para carga.
- Motoescrepas.
- Motoconformadoras.
- Equipo para compactación.
- Equipos utilizados en plantas de trituración, cribado y lavado de agregados.
- Equipo auxiliar usado en obra.
- Equipo para transporte.
- Equipo para barrenación y sus accesorios

Tabla 1. Clasificación de equipo de construcción

Sin embargo el equipo de construcción que utilizaremos en la obra dependerá de otros factores que regirán que tipo de maquinaria utilizaremos un factor en común que será el tipo de proyecto a desarrollar.

Más adelante se definirán cada uno de los tipos de maquinaria existente así como sus principales características, rendimientos, costos, mantenimiento y todo lo relacionado a estas.

En términos generales tenemos que el equipo de construcción es un campo que deberá ser analizado a detalle para comprender sus características y condiciones de funcionamiento así como sus rendimientos para que el constructor pueda decidir por la mejor opción al momento de seleccionar un equipo en especial

Es por eso que este trabajo está encaminado a dar una orientación a todos aquellos que estén interesados en este tipo de maquinas desarrollando una análisis y estudio sobre las características de cada uno de los equipos definidos en la clasificación de la tabla.

1. ANTECEDENTES.

La comunicación vía terrestre, por medio de carreteras es un sistema de transporte tan amplio que para su estudio se puede clasificar ya sea por su aforo vehicular, administrativamente, por sus dimensiones, etc. Entre otras más del tipo técnico. En este primer tema de este trabajo haremos un análisis sobre los diferentes tipos de carreteras en México y en el mundo, la maquinaria usada en su construcción, la importancia de la utilización de esta en los procesos constructivos así como algunos métodos modernos en la construcción de carreteras.

1.1 DIFERENTES TIPOS DE CARRETERAS.



Fig. 1 Tipos de carreteras.

En la actualidad, las carreteras son la principal vía de transporte y comunicación, lo que las hace un campo de estudio complicado y extenso, motivo por el cual ha sido necesario que se realicen diferentes clasificaciones tomando en consideración ya sea aspectos constructivos, de servicio o técnicos para realizar un mejor estudio de estos sistemas de comunicación.

Pero para saber un poco más de este tema comencemos con definir lo que es una carretera. Según la definición general de diccionario la **carretera** es una vía de dominio público, proyectada y construida fundamentalmente para la circulación de vehículos automóviles. Una definición más técnica define a la carretera como la adaptación de una faja sobre la superficie terrestre que llene las condiciones de ancho, alineamiento y pendiente para permitir el rodamiento adecuado de los vehículos para los cuales ha sido acondicionado.

Las diferentes clasificaciones tienen un fin común, el de mostrar con claridad y entendimiento el significado de estas, y para esto tomaremos para nuestro estudio la clasificación aceptada por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes que es la dependencia federal encargada de administrar todos los sistemas de comunicación en el país y que regula la construcción de carreteras con normas y reglamentos apropiados a las necesidades de la actualidad.

Pero antes haremos una mención de algunos otros métodos para la clasificación de carreteras.

I) Transibilidad:

- Pavimentado.
- Revestido.
- De terracería.

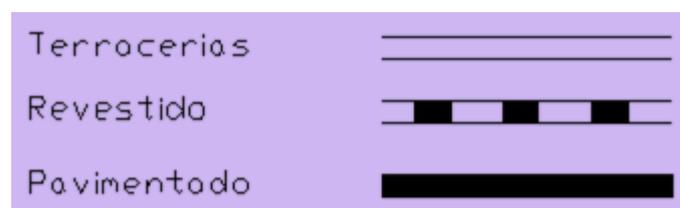


Fig. 2 Representación grafica de tipos de rodamiento.

II) Administrativamente:

- Federales: son aquellas cuyo costo, construcción, operación y mantenimiento a cargo de la federación y se encuentran a su cargo.
- Estatales: son las que su costo, construcción, operación y mantenimiento son por medio de un sistema de cooperación a razón de 50% aportados por el estado en que se construye y el otro 50% es aportado por la federación. Su conservación y mantenimiento se hace vía juntas locales de caminos y ahora sistema de caminos.
- Vecinales o rurales: Construcción por la federación, el estado y particulares las cuales son pagadas en un tercio del valor aportado por cada una de las partes antes mencionadas. Operación y mantenimiento a cargo del Estado vía sistema de caminos.
- De cuota: este tipo de carreteras quedan a cargo de la dependencia oficial descentralizada denominada Caminos y Puentes Federales de Ingresos y Servicios Conexos y otras como las carreteras o autopistas concesionadas a la iniciativa privada por tiempo determinado, siendo la inversión recuperable a través de cuotas de paso.

III) Según índice de circulación (es la clasificación más usada):

- Tipo A: El TDPA (Tránsito Diario Promedio Anual) es mayor de 3000 vehículos por día.
- Tipo B: El TDPA es de 1500-3000 vehículos por día.
- Tipo C: El TDPA es de 500-1500 vehículos por día.
- Tipo D: El TDPA es de 100-500 vehículos por día.
- Tipo E: El TDPA es de hasta 100 vehículos por día. Y tiene una corona (ancho) de 4m.

IV) En cuanto a medidas del ancho sigue una clasificación similar:

- Tipo A: hasta 22m. (Cuatro carriles)
- Tipo B: 9m.
- Tipo C: 7m.
- Tipo D: 6m.
- Tipo E: 4m.

Sin embargo en el país la clasificación técnica oficial estipulada por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (S. C. T.) es en relación a la clasificación del inciso número III con algunas modificaciones, esta clasificación permite distinguir en forma precisa la categoría física del camino ya que se basa en el volumen final de tránsito sobre la vialidad al término del periodo económico del mismo que para fines prácticos se maneja de 20 años y las especificaciones geométricas aplicadas. De este modo la clasificación de carreteras en México autorizado y regulado por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes es de la manera siguiente:

A Tipo especial.

Para Transito Promedio Diario anual superior a 3000 vehículo, equivalente a un tránsito horario máximo anual de 360 vehículos o mas (12 % de T.P.D.) pudiendo tener corona de dos o de cuatro carriles en un solo cuerpo, designándoles A2 o A4, respectivamente, o empleando cuatro carriles en dos cuerpos diferentes designándoseles como A4, S.

TIPO A.

Para un tránsito promedio diario de 1500 a 3000 equivalente a un tránsito horario máximo anual de 180 a 360 vehículos (12% del T.P.D.).

TIPO B.

Para un tránsito promedio diario anual de 500 a 1500 vehículos, equivalente a un tránsito horario máximo anual de 60 a 180 vehículos (12% de T.P.D.).

TIPO C.

Para un tránsito promedio diario anual de 50 a 500 vehículos, equivalente a un tránsito horario máximo anual de 6 a 60 vehículos (12% de T.P.D.).

En la clasificación técnica anterior, que ha sufrido algunas modificaciones desde su implantación, se ha considerado un 50% de vehículos pesados igual a 3 toneladas por eje. El número de vehículos es total en ambas direcciones y sin considerar ninguna transformación de vehículos comerciales a vehículos ligeros.

Sin embargo en el mundo existen algunas carreteras vanguardistas que por su diseño y construcción están muy por encima de las carreteras mexicanas como puede ser la súper carretera en Alemania donde por su geometría y estructura se puede transitar a velocidades muy altas.



Fig. 3 Caseta de cobro en carretera federal.

1.2. LA IMPORTANCIA DE LA MAQUINARIA EN EL PROCESO CONSTRUCTIVO DE UNA CARRETERA.

Hoy en día, es prácticamente imposible la construcción de carreteras sin la ayuda de las herramientas que nos proporciona la tecnología debido a las necesidades que tenemos como sociedad de tener mejor infraestructura y que además debe ser construida en un tiempo determinado, siempre cuidando la calidad y el tiempo de construcción, por lo cual se ha tenido la necesidad de crear herramientas que permita cumplir las dichas necesidades, gracias al desarrollo de la tecnología que ha provisto a los constructores de equipo y maquinaria para la construcción de carreteras se ha podido cubrir las expectativas modernas en materia de construcción de carreteras.

En épocas pasadas bastaba con usar solo pequeños caminos de terracerías o veredas que eran construidos con métodos poco prácticos en la actualidad y que sin embargo en su época bastaba con eso para satisfacer las necesidades más elementales.

Hoy en día se busca construir carreteras con mayor vida útil pero sobre todo que sean construidas con un método eficiente y que cumplan a la perfección las expectativas de su diseño, así como el menor tiempo de ejecución.

Debido a las necesidades de transportación en nuestra época las carreteras necesitan de métodos sofisticados para su construcción, es por eso que se ha tenido que valerse de la maquinaria existente para lograr los estándares mínimos necesarios para las carreteras.

Sin embargo el que hoy existan todo tipo de herramientas para la construcción en carreteras, es necesario hacer análisis detallados sobre su funcionalidad, rendimiento, y demás factores que pueden influir en la construcción del proyecto que estemos realizando.



Fig. 4 Camino rural.

Debido a esta es necesario hacer análisis de costos y rendimientos de las maquinarias y valorar que tanto nos son de utilidad, pero sobre todo que beneficio tendremos de determinado equipo ya que no podemos utilizar una maquina que es para arrastre en una tarea que sería de empuje a la hora de nivelar la zona de trabajo.

La maquinaria además de su importancia en el proceso constructivo también juega un papel importante en el costo total de la obra, por lo que el contratista debe realizar de la manera más precisa el cálculo en los costos y rendimientos ya que una mala elección de determinado equipo generaría costos superiores a los programados o peor aun el retraso de las actividades.

La participación del costo total de maquinaria en el presupuesto de una obra en la actualidad oscila entre el 30 y el 40 por ciento de una obra de ahí su importancia en el proceso constructivo.



Fig. 5 Trabajos en terracerías.

2 PARTES Y MECANISMOS PRINCIPALES DEL EQUIPO DE CONSTRUCCIÓN UTILIZADO EN CARRETERAS.



Fig. 6 Maquinaria para carretera.

La definición de maquina proviene del latín *machīna* que significa conjunto de piezas o elementos móviles y fijos, cuyo funcionamiento posibilita aprovechar, dirigir, regular o transformar energía o realizar un trabajo. Por lo tanto el termino maquinaria también proviene del término latín *machinariŭs* y se define como al conjunto de maquinas que se aplican para un mismo fin y al mecanismo que da movimiento al dispositivo

Maquinaria se ha vuelto un término complejo ya que no solo comprende a las maquinas en si sino también a las piezas y demás elementos que formen parte de esa ejecución mayor, es decir, que la combinación de piezas, maquinas, accesorios, novedades técnicas, etc., todas en conjunto dan como resultado la maquinaria.

Si sabemos que una maquinaria es el conjunto de uno o más elementos que conforman un todo es necesario saber las funciones y las características de esos elementos principales. Pero debido al enorme número de maquinaria utilizado en la construcción de carreteras haremos primero un análisis de la maquina en general y posteriormente lo haremos para los equipos más comunes en la carretera.

MOTOR

Es de importancia mencionar que el motor también es una máquina que tiene como función transformar la energía original (electica, química, potencial, cinética. Es por esto que el motor es tan vital en la maquinaria como lo es el corazón en el hombre ya

que sin este sencillamente no funcionaria. Al motor lo definiremos primero de una manera general como una máquina capaz de transformar la energía almacenada en combustibles, baterías u otras fuentes, en energía mecánica para realizar un trabajo determinado.

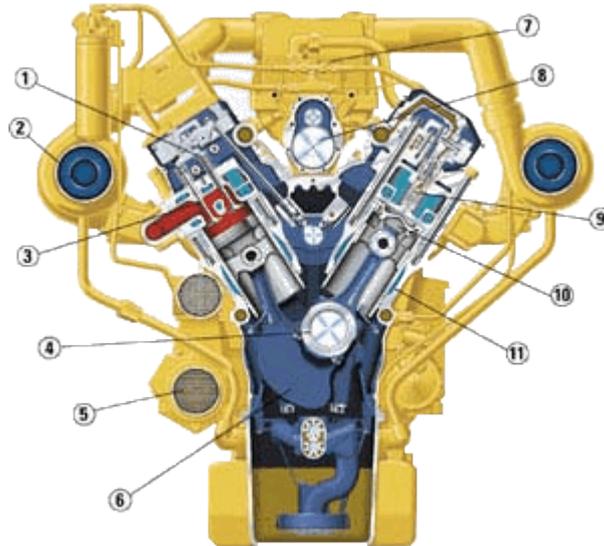


Fig. 7 Motor de camión.

Sin embargo no solo hay un tipo de motor por lo que se ha tenido la necesidad de clasificarlo, sin embargo debido a lo complejo que son estas maquinas existe una gran variedad de maneras de clasificarlo, pero una de las clasificaciones más comunes es de la manera siguiente:

Motores térmicos: son aquellos en el que el trabajo se obtiene por medio de la energía térmica y dentro de estos existe una sub clasificación en motores de combustión interna y en motores de combustión externa.

Motores de combustión interna: son motores térmicos en los cuales se produce una combustión del fluido motor, transformando su energía química en energía térmica, a partir de la cual se obtiene energía mecánica. El fluido motor antes de iniciar la combustión es una mezcla de un comburente como puede ser el aire y un combustible, como los derivados del petróleo o del gas natural o biocombustibles.

Motores de combustión externa: son motores térmicos en los cuales se produce una combustión en un fluido distinto al fluido motor. El fluido motor alcanza un estado térmico de mayor energía mediante la transmisión de energía a través de una pared.

Motores eléctricos: son aquellos cuando el trabajo se obtiene a partir de una corriente eléctrica.

Teniendo esta clasificación general de los motores, centraremos nuestro estudio en los motores de combustión interna, que por las características de operación, facilidad de instalación, adaptabilidad, respuesta rápida a demandas ha sido utilizado para proporcionar la energía que requiere la maquinaria en la construcción.

El ciclo de este tipo de motores se efectúa en cuatro tiempos, o cuatro carreras de émbolos, los cuales se definen a continuación.

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.

Todos las maquinas 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 le 70% pasa al convertidor y el 30% directamente a la transmisión. Los motores diesel proporcionan potencia, alta reserva de par, fiabilidad y rendimiento asegurados.

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 pre combustión es una pequeña cámara conectada por un pasaje abierto a la cámara principal de combustión.

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 el mar del orden de 1% por cada 100 m. adicionales de altura.

TRANSMISIÓN

La transmisión es parte componente del tren de fuerza, es como en cualquier máquina la encargada de situar el par motor en las ruedas motrices. Este elemento varía dependiendo del equipo y funciones a realizar, algunos de los más representativos son el los tractores y motoconformadoras.

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.

En la tabla siguiente se esquematiza los tres tipos de transmisiones que montan las motoconformadoras actuales:

Directa		Hidráulica		Hidrostática	
Embrague		Caja de cambios	Convertidor de par	Servo transmisión	
Seco	En baño de aceite	De piñones desplazables	De toma constante	De contra eje	Planetaria

Tabla 2. Tipos de transmisión.

La transmisión directa consta de dos partes o elementos principales: el embrague y la caja de cambios. El embrague a su vez puede ser de dos tipos: seco o en baño de aceite; el primero suele ser mono-disco y el de baño de aceite suele ser más comúnmente de doble o triple disco. A su vez, según el accionamiento, pueden ser puramente mecánicos o bien mecánicos con ayuda hidráulica. Para facilitar el paso de marchas dentro de la caja de cambios, algunos modelos incorporan un freno de embrague. Generalizando se puede considerar que los modelos con embrague tipo seco suelen ser los de potencias menores a 80 ó 90 hp, en tanto que las unidades con potencias entre las citadas y 125 hp, suelen incorporar el embrague en baño de aceite. Por otra parte, y en un aspecto puramente técnico, la transmisión directa tiene un mejor rendimiento que la hidráulica.

La transmisión hidráulica se compone de la casi totalidad de los casos de dos elementos muy importantes: el convertidor o divisor de par y la caja hidráulica de cambios, llamada también servo-transmisión. El primer elemento puede ser de una, dos e incluso triple fase. El segundo elemento se puede encontrar en dos versiones; del tipo contra eje o del planetario. Volviendo a citar la norma más común, hay que decir que éste tipo de transmisión hidráulica va montado en las unidades de más de 125 hp, que han sido proyectadas para hacer frente a trabajos duros y que necesitan de la protección y multiplicación de par que le ofrece el convertidor y de la comodidad y cortedad de tiempos de maniobra y suavidad de la servo-transmisión.

La transmisión hidrostática es técnicamente el mayor avance actual en este tipo de elementos. No necesita embrague, ni convertidor ni divisor de par, ni servo-transmisión, el aceite es enviado por medio de la bomba correspondiente, en mayor o menor cantidad, a los motores hidráulicos que facilitan tracción a las ruedas motrices.

BASTIDOR

Es la estructura rígida que soporta el motor y el mecanismo, garantizando el enlace entre todos los elementos.

DIRECCIÓN

El sistema más generalizado es el de dirección mecánica asistida hidráulicamente. No obstante existen otros tipos de dirección; así hay unidades que instalan direcciones mecánicas e hidráulicas completamente independientes y otras que montan dirección hidrostática, tipo por ejemplo Orbitrol, que llega a permitir la obtención de dos velocidades de giro, una rápida y otra lenta.

EJE

Un eje es un elemento constructivo destinado a guiar el movimiento de rotación a una pieza o de un conjunto de piezas, como una rueda o un engrane. Un eje se aloja por un diámetro exterior al diámetro interior de un agujero, como el de cojinete o un cubo, con el cual tiene un determinado tipo de ajuste. En algunos casos el eje es fijo, no gira, y un sistema de rodamientos o de bujes inserto en el centro de la pieza permiten que esta gire a alrededor del eje. En otros casos, la rueda gira solidariamente al eje y sistema de guiado se encuentra en la superficie que soporta el eje.

Los ejes son componentes del mecanismo de un vehículo. Los ejes mantienen la posición relativa de las ruedas entre sí y estas respecto al chasis del vehículo. En la mayoría de los vehículos las ruedas son la única parte que toca el suelo y los ejes deben soportar el peso del vehículo así como cualquier carga adicional que este transporte, junto con otros esfuerzos como las fuerzas de aceleración y frenado. Además del objetivo de componente estructural, los ejes deben cumplir con una o más de las siguientes funciones dependiendo del diseño del vehículo:

- Transmisión: uno o más ejes deben formar parte del sistema de transmisión. Un sistema mecánico ejerce una fuerza descentrada sobre el eje que, da lugar a un momento de fuerzas sobre el eje que es transferido hacia las ruedas para la aceleración del vehículo.
- Frenado: para disminuir la velocidad de un vehículo se aplica una fuerza descentrada de forma que, se forma un momento de fuerzas en sentido contrario a la rotación de la rueda. Tanto los frenos de disco como los frenos de tambor, ejercen esta fuerza descentrada. Además puede aplicarse el freno motor a través de la transmisión, que tiene un efecto más significativo en vehículos pesados y con relativamente poca deceleración máxima.
- Guía: el eje de una rueda debe además guiar la rueda para que no se desplace axialmente, así como que no gire involuntariamente respecto a un eje perpendicular al eje de giro. El sistema de dirección controla el ángulo de guiado de las ruedas respecto al chasis, en la mayoría de los casos solo las del el eje delantero.
- Un eje rígido es una barra rígida que une una rueda de un lado con otra rueda del otro lado. Este elemento puede ser o no concéntrico con el eje de giro de las ruedas. Este tipo de diseño es más simple que el de eje independiente y proporciona una mayor rigidez y resistencia al guiado de las ruedas, pero normalmente proporciona menos confort y maniobrabilidad al circular por baches a alta velocidad. Los ejes rígidos son utilizados trenes y en los ejes traseros de camiones y vehículos todo

terreno en los ejes independientes o de suspensión independiente, cada rueda está unida a un eje por separado.



Fig. 8 Camión de carga.

Un eje libre es aquel que no forma parte del sistema de transmisión y gira libre. El eje trasero en un automóvil con tracción delantera se puede considerar un eje libre. Los camiones y remolques utilizan tracción trasera debido a su reparto de cargas, a las ventajas del eje rígido para estos vehículos, lo que permite el uso de ruedas libres delanteras.

Algunos camiones y remolques tienen un eje portador, que es un eje libre en tándem que puede subirse o bajarse con mecanismos neumáticos para que soporte o no parte del peso del vehículo. El eje se puede bajar para incrementar la capacidad de carga o para distribuir el peso sobre más ruedas, por ejemplo para cruzar un puente con restricciones de peso por eje.

SISTEMA DE RODAMIENTO

El rendimiento de cualquier vehículo de ruedas depende de la tracción entre los neumáticos y el suelo, El esfuerzo de arrastre es, matemáticamente, el producto del peso sobre las ruedas motrices y el coeficiente de tracción entre los neumáticos y el terreno. Dicho coeficiente es el resultado de la resistencia de fricción del terreno y también del agarre del dibujo del neumático. Por esta razón es tan importante seguir la recomendación del fabricante, en cuanto al dibujo a utilizar (sin olvidar las correspondientes a presiones de inflado). Neumáticos con dibujo inadecuado o con dibujo apropiado, pero mal montados, reducen la fuerza de arrastre, con la consiguiente pérdida de rendimiento.

Otro tipo de desplazamiento lo conforman los sistemas de orugas o carriles. 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. Sus ventajas son que proporcionan mayor tracción y son utilizados para realizar trabajos en pendientes o en terrenos hostiles.

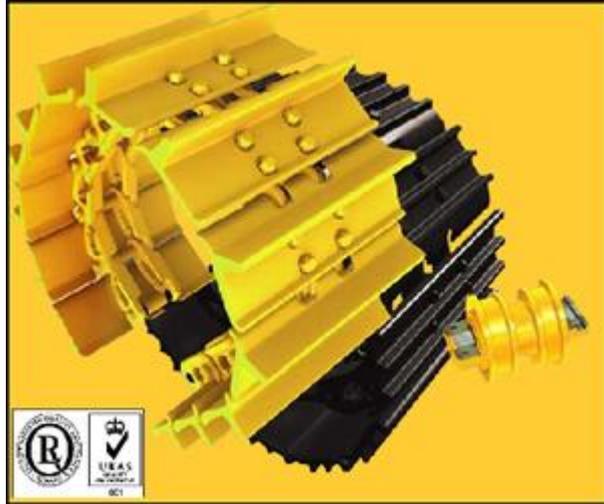


Fig. 9 Neumático y Oruga.

FRENOS

Un freno es un dispositivo utilizado para detener o disminuir el movimiento de algún cuerpo, generalmente, un eje, árbol o tambor. Los frenos son transformadores de energía, por lo cual pueden ser entendidos como una máquina *per se*, ya que transforman la energía cinética de un cuerpo en calor o trabajo y en este sentido pueden visualizarse como “extractores” de energía. A pesar de que los frenos son también máquinas, generalmente se les encuentra en la literatura del diseño como un elemento de máquina y en literaturas de teoría de control pueden encontrarse como actuadores.

FRENOS DE FRICCIÓN:

Los frenos de fricción están diseñados para actuar mediante fuerzas de fricción, siendo este el medio por el cual se transforma en calor la energía cinética del cuerpo a desacelerar. Siempre constan de un cuerpo fijo sobre el cual se presiona un cuerpo a desacelerar. Son muy utilizados en los vehículos.

- Frenos de cinta o de banda. Utilizan una banda flexible, las mordazas o zapatas (suelen ser de amianto) se aplican para ejercer tensión sobre un cilindro o *tambor giratorio* que se encuentra solidario al eje que se pretenda controlar. La banda al ejercer presión, ejerce la fricción con la cual se disipa en calor la energía cinética del cuerpo a regular.
- Freno de disco
- Freno de tambor
- Freno de llanta. Utilizan como cuerpo móvil la llanta de una rueda. Son muy utilizados en bicicletas y existen varios tipos.

Otros tipos de tipos de frenos

- Según el tipo de accionamiento
- Freno neumático
- Frenos mecánicos
- Frenos hidráulicos
- Freno de mano

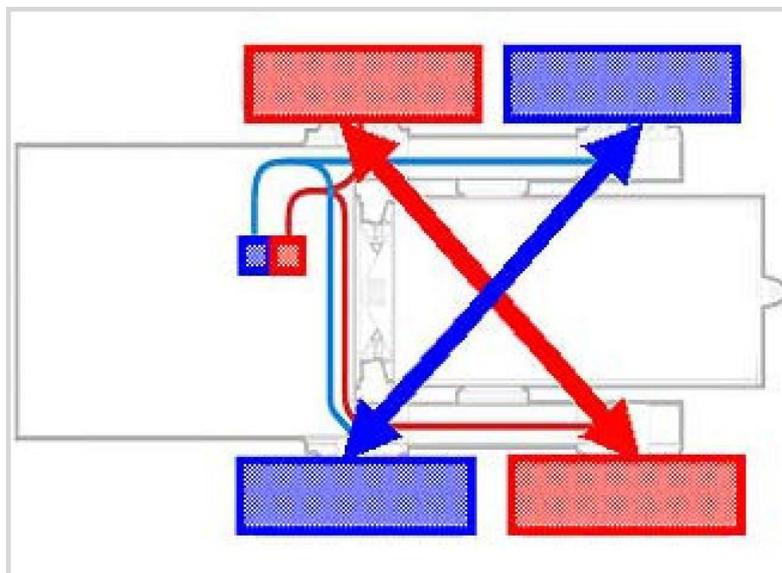


Fig. 10 Sistema de frenos de una motoconformadora.

A groso modo esta sería una clasificación muy general de las partes que conforman la maquinaria. Sin embargo es necesario saber cuáles son las partes y mecanismos principales que forman y hacen posible la existencia de la maquinaria en la construcción de una carretera. Para lo cual será necesario identificar la maquinaria más común en la construcción de carreteras.

3 TIPOS Y APLICACIONES DEL EQUIPO UTILIZADO EN LA CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS.

3.1 EQUIPO PARA PAVIMENTACIÓN.

En la actualidad existen dos tipos de acabados en las carreteras, uno puede ser con concreto hidráulico y el otro es con mezcla asfáltica. En el segundo tipo el elemento primordial para tener una carretera es necesario precisamente este, el asfalto, un asfalto es un material bituminoso sólido o semisólido, con propiedades adherentes, que se licua por calentamiento y en el cual los constituyentes predominantes son betunes (o bitúmenes) que existen en forma sólida o semisólida en la naturaleza, o que es producido por la destilación del petróleo crudo. Este proceso puede ocurrir naturalmente, dando por resultado los lagos de asfalto.



Fig. 11. Tipos de superficie de rodamientos en carreteras.

Sin embargo en la actualidad lo mejor para la construcción de carreteras es producirlo in situ por así decirlo, ya que se produce en pequeñas plantas portátiles muy cerca del lugar a colocar.

Este tema puede ser muy amplio si se considera desde el equipo necesario para la elaboración o fabricación del asfalto. Si bien es necesario tener conocimiento de este tipo de equipo nos basaremos principalmente en el equipo utilizado en el tendido de asfalto ya que hondar mas en tema sobrepasaría los fines de esta obra. Sin embargo haremos una breve mención del equipo que pudiera utilizarse en la elaboración de todo tipo de asfaltos.

PLANTAS DE ASFALTO

El proceso de fabricación del asfalto, requiere una planta altamente controlada. Dichas plantas tienen muchos componentes que requieren cuidados en sus funciones específicas. Estas funciones consisten en manejar los agregados calificados, calentarlos y quitar la humedad en ellos, cuentan con un sistema con el cual son capaces de clasificar de nuevo los agregados ya calientes para proporcionar, junto con el material bituminoso (previamente calentado), mezcla asfáltica, mientras que al mismo tiempo satisface normas ambientales importantes, particularmente en el área de las emisiones del aire.

El asfalto de tipo caliente-mezclado se produce en una planta central y se transporta al sitio de pavimentación en camiones.

Algunos tipos de planta son los siguientes:

Las plantas tipo bacha han sido aceptadas tradicionalmente como las más precisas por cuanto el secado se hace separadamente y la dosificación se hace íntegramente por peso.



Fig. 12 Equipo de planta de asfalto.

Plantas de Bachas: Las plantas de bachas datan del principio de la industria del asfalto, proporcionan y mezclan el asfalto con los agregados en hornos individuales. Sus componentes primarios en el orden del flujo material son:

- Sistema de alimentación en frío (tolvas).
- Tambores de secado.
- Elevador caliente.
- Cribas calientes.
- Compartimientos calientes.
- Mezclador de Asfalto.
- Dirección del sistema.
- Colectores de polvo.
- Silo de almacenamiento.

Son las más económicas, fáciles de trasladar, montar y mantener y su operación es muy sencilla.

Plantas de Mezcla Asfáltica Continua: La producción se puede dividir en tres secciones:

- Dosificación de áridos.
- Secador y colector de polvos
- Dosificación y mezclado de materiales calientes.

Los componentes primarios de una planta de la mezcla del tambor o mezcladora continua son:

- Sistema frío de la alimentación
- Sistema de procesamiento del asfalto
- Elevadores del tambor que se seca y que se mezcla
- Colectores de polvo
- Silo del almacenaje



Fig. 13 Planta de asfalto.

Ahora el equipo que realmente se utiliza en la carretera consta de una petrolizadora, extendedora de asfalto, camiones de carga y si se tuviera que realizar un mejoramiento podría ser una fresadora, una barredora y una rompedora. Comenzaremos a describir las funciones y características de algunos equipos.

Antes de comenzar a tender el asfalto es necesario realizar algunos trabajos para garantizar la correcta colocación de este material por lo que será necesario limpiar el pavimento existente, fresarlo, barrerlo, aplicar riego de liga y otras acciones más. El equipo para realizar estas actividades es el siguiente:

FRESADO

El fresado (también denominado perfilado en frío) ofrece muchas ventajas cuando se necesita reparar una carretera mediante repavimentación ya que restablece una superficie uniforme restablecimiento de una superficie uniforme es esencial si se han de reparar apropiadamente estas carreteras.

El fresado puede reducir o hasta eliminar los problemas de agrietamientos

Así, una superficie correctamente fresada se une perfectamente bien con la nueva superficie de asfalto que se aplica.



Fig. 14 Fresadora de carreteras.

En la actualidad, se puede fresar la superficie de una carretera con un costo casi igual que el de aplicar una capa ligante. Además del fresado, existen otras opciones para prevenir el agrietamiento o rotura del pavimento subyacente.

Trituración el pavimento subyacente. Esto implica el reducir del pavimento subyacente a escombros. Este escombros entonces se utiliza como complemento de una base de alta calidad para apoyar un recubrimiento flexible. Esta tarea se hace típicamente con uno de los siguientes equipos:

TRITURADOR RESONANTE DEL PAVIMENTO

Este equipo pulsa el pavimento rígido en la amplitud baja con una placa pequeña en la frecuencia resonante de la losa que hace a la losa romperse. A este equipo le lleva generalmente cerca de 14 a 18 pasadas para triturar un carril entero de 50 m.

TRITURADOR DE MULTI-CABEZA

Este equipo utiliza una serie de martillos altos independientes controlados para romper la losa. Típicamente, está equipado con entre 12 y 16 martillos, cada uno que pesa entre 450 - 680 kilogramos. Los martillos pueden caer de alturas variables (0.30 a 1.50 m.) y con ciclos con un índice de 30 - 35 impactos por minuto. El rendimiento de esta maquinaria proporciona poder trabajarla sobre un carril entero (hasta 50 m.) en una sola pasada.

El transporte de la mezcla implica todo lo requerido para mover la mezcla asfáltica de una planta de producción, acarreándola al sitio de colocación y descargar la mezcla en la tolva del vehículo de la transferencia, completa el ciclo de transportación de la mezcla, el acarreo de la planta a la extendidora; esto es, el viaje del camión cargado y su retorno vacío.

RIEGO DE LIGA (PETROLIZADORAS)

Una capa de sello en asfalto, es una emulsión o una capa líquida bituminosa fina aplicada entre las capas del pavimento de mezcla asfáltica para conseguir una adherencia adecuada entre la superficie de existente y la capa que se va a colocar, esta parte del proceso es crítica para conseguir que la estructura terminada del pavimento se comporte como una sola unidad. Si las capas adyacentes no se enlazan una con la otra se comportan como capas delgadas independientes múltiples.



Fig. 15 Petrolizadora.

Al aplicar el riego de liga, se utiliza un carro distribuidor especialmente diseñado. Un camión distribuidor del asfalto requiere la supervisión constante para producir un esparcido uniforme. Todas las galgas y aparatos de medición tales como el tacómetro de la bomba, termómetros, y los aspersores del bitumen deben ser calibrados correctamente. Las barras e inyectores de distribución deben estar perfectamente limpios y fijados en la altura apropiada sobre la superficie que recibe el riego. Los factores que afectan el uso uniforme son:

- La temperatura de rociadura del asfalto.
- La presión líquida a través de la longitud de la barra de aspersión.
- El ángulo de los inyectores de aspersión.
- La altura del inyector sobre la superficie.
- La velocidad del distribuidor.

Antes de la colocación de una mezcla asfáltica en una nueva base, una primera capa se aplica a la base. Los índices normales del uso para el riego varían entre 0.7 y 2.5 lt/sy. El riego garantiza la adherencia entre la base y la mezcla asfáltica sobrepuesta, ya sea un agregado triturado, un material estabilizado, o una terracería. La capa de riego debe penetrar cerca de $\frac{1}{4}$ " , llenando los vacíos de la base. La primera capa actúa como barrera impermeable que previene la penetración de humedad a la superficie de la base. Las capas de riego se diseñan para crear un enlace entre los pavimentos existentes y los recubrimientos nuevos del asfalto. También se aplican entre las capas sucesivas durante la nueva construcción, actuando como pegamento para prevenir el resbalamiento de las dos capas.

EXTENDEDORA, PAVIMENTADORA DE ASFALTO

El extendido de la mezcla asfáltica se lleva a cabo con una máquina extendedora-pavimentadora. Consiste ésta de dos partes principales: una es la parte tractiva y la otra es una plancha flotante.

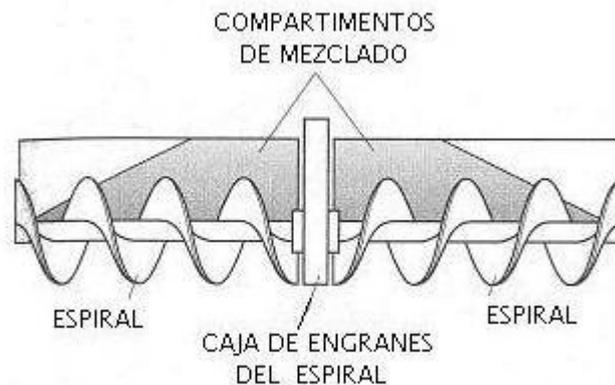
La unidad tractiva incluye:

- la tolva receptora
- los tornillos distribuidores de la mezcla al motor
- transmisiones
- dos centros de control
- el sitio para el operador.



Fig. 16 Pavimentadora de asfalto.

La unidad de energía de tractor tiene una tolva de recepción en el frente y un sistema de transportadores para mover la mezcla a través de un túnel debajo del tractor en la parte trasera de la unidad. En la parte posterior de la unidad del tractor, la mezcla se deposita en la superficie que se pavimentará, y los escariadores se utilizan para separar el asfalto a través del frente de arrastre uniformemente.



MECANISMO DE UN PAVIMENTADOR DE ASFALTO

Fig. 17 Mecanismo de una pavimentadora de asfalto.

Durante la selección de equipo existen dos tipos de maquinaria, que son la unidad tractiva proporciona la fuerza motriz a través de bandas de orugas o de neumáticos que ruedan sobre la base; siendo estas las únicas alternativas, pues en cuanto a la capacidad, está determinada por el tamaño de la planta. La plancha maestra es jalada por la unidad tractiva y ésta consta de:

- la placa maestra
- vibradores o barra compactadora
- controles para variar el espesor del tendido
- controles para variar la pendiente transversal
- los calentadores de la placa.



Fig. 18 Tren de colocación de asfalto.

A cada lado de la plancha maestra tiene un largo brazo que conecta la unidad tractiva con un centro pivote. Este mecanismo le permite, a la plancha maestra flotar sobre la mezcla mientras esta se tiende. La plancha, al recibir la mezcla que reparten los tornillos, la extiende con el nivel, el ancho y la profundidad proporcionados por los controles y le aplica una compactación inicial al material asfáltico mediante una barra o vibradores.

Hay algunos modelos de pavimentador que tiene dos sistemas de tornillos gemelos, en vez de transportadores, para mover la mezcla a través del túnel en la parte trasera del pavimentador. El uso de los transportadores del tornillo es para reducir la segregación de la mezcla.

Elevadores La mejor forma de controlar la continuidad del extendido, es mediante el empleo de un acamellonador y de un levantador de mezcla. El acamellonador es un mecanismo que, mediante ganchos, se pega al camión de volteo. Es una caja de acero con lámina ajustable en la que vierte su carga el camión. Al avanzar éste, la puerta (previamente ajustada para que deje pasar la cantidad de mezcla que exactamente se va a usar), va formando un camellón frente a la extendidora. Frente a ésta se instala un levantador de aspas o cangilones que recoge la mezcla del camellón y la deposita en la tolva de la extendidora. Los elevadores de las hileras del material fueron desarrollados para reducir los efectos que provocaban las filas de los camiones para la descarga del material.

Dispositivos de Transferencia de Materiales Vehículos de transferencia de los materiales (MTVS). Los vehículos de transferencia de materiales, se utilizan para asistir al pavimentador en aceptar la mezcla asfáltica caliente. La mayoría de los pavimentadores se equipan para recibir la mezcla asfáltica directamente de la descarga de la caja o de los camiones inferiores vivos, no obstante en ciertas situaciones puede ser necesario utilizar los vehículos de transferencia.

La pavimentación usando los vehículos de transferencia es muy recomendable porque permite que el pavimentador funcione continuamente sin parar, Para mejorar la calidad de un pavimento se utiliza un dispositivo de transferencia de materiales, ya que puede recibir varios camiones de mezcla asfáltica, remezclar el material, y entregarlo a la tolva del pavimentador y esto reduce al mínimo el tiempo de espera del camión en la planta productora de asfalto y puede llevar al mínimo problemas relacionados con la segregación y la temperatura.

Nivelación Puesto que no es práctico controlar manualmente la elevación del remolque, los pavimentadores funcionan generalmente con un control automático, los controles mantienen la elevación del punto usando una referencia.

Stringline (trazar una línea). Esto consiste en trazar las elevaciones especificadas que son independientes de la elevación del terreno existente. Esto se hace siempre que es posible, usando un equipo de prueba y un plano detallado de la elevación.

Referencia móvil. Esto consiste en un sistema de referencia mediante un sistema de una viga o un tubo largo que esta unido al pavimentador (llamado dispositivo de "contacto").

Esquí. Esto consiste generalmente en un esquí o zapato pequeño unido al pavimentador que resbala en una superficie existente cerca del pavimentador. Los sensores ultrasónicos logran la misma tarea sin el tacto de la superficie existente usando pulsos para determinar la elevación.



Fig. 19 Nivelación del tendido de asfalto.

3.2 TRACTORES

Los tractores se al igual que la maquinaria pueden clasificarse en varias formas:

Clasificación por su envergadura

- Pequeños
- Medianos
- Grandes

Por la forma en que mueve su hoja

- Tildozer
- Pushdozer
- Angledozer
- Tipdozer

Por su sistema de rodamiento

- De neumáticos
- De oruga o carriles

ESPECIFICACIONES TECNICAS DE MODELOS CATERPILLAR			
TRACTORES DE CADENA		TRACTORES DE NEUMATICOS	
PEQUEÑOS			
POTENCIA hp	78 a 100		
CILINDRADA	4,998 cm ³		
PESO KG	7,640 a 8,821		
MEDIANOS			
POTENCIA hp	110 a 140	POTENCIA hp	220 a 440
		RADIO DE GIRO	9.91 m
PESO KG	13,100 a 27,776	PESO KG	18, 611 a 46,355
GRANDES			
POTENCIA hp	305 a 850	POTENCIA hp	625 a 850
PESO KG	37,580 a 111,590	RADIO DE GIRO	12.5 a 17

Tabla 3 Especificaciones técnicas de tractores Caterpillar.

Esta última es la clasificación más usual.

PRINCIPALES DIFERENCIAS ENTRE TRACTOR DE ORUGAS Y NEUMÁTICO	
ORUGAS	NEUMÁTICO
Mayor tracción	
Deterioro en condiciones húmedas	No deteriora el pavimento
Requiere de camión para transportarse	Se desestabiliza más rápido
Funciona bien en grandes volúmenes de tierra	Trabaja mejor en un río, suelos granulares, dunas
Trabaja en suelos arcillosos y mojados	con fango patina
Distancia máxima económica = 100 mts.	Distancia máxima económica = 150 a 180 mts.

Tabla 4 Diferencias entre tractores de orugas y neumáticos.



Fig. 20 Bulldozer.

Las funciones y características son similares y su principal diferencia es precisamente su sistema de desplazamiento. Dentro de la clasificación de los tractores, el más usado en la construcción de carreteras tenemos al llamado BULLDOZER o TOPADORAS.

Definición: máquina para movimiento de tierra con una gran potencia y robustez en su estructura, diseñada especialmente para el trabajo de corte y al mismo tiempo empuje con la hoja topadora en estas maquinas suelen ser montados diversos equipos para ejecutar diversas actividades, además, debido a su gran potencia tienen la posibilidad de arrojar o apoyar a otras maquinas cuando estas lo necesiten.

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 acarreos 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 ejecutor, 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.

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.



Fig. 21 Tractor sobre neumáticos.

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.

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 trinquivales. 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.



Fig. 22 Tractor sobre orugas.

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.

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.



Fig. 23 Tractor de orugas en construcción de caminos.

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:

- V) Materiales a mover y;
- VI) Limitaciones de los tractores.

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

- Tamaño y forma de las partículas.
- Vacíos.
- Contenido de agua.

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 m³ de material suelto indica la capacidad de la hoja para empujar tierra.

Cuanto mayor sea la relación KW/m³ 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:

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



Fig. 24 Grúa tendedora de tubos.

3.3 MOTOCONFORMADORAS

La definición de motoconformadora podría considerarse como una maquina muy versátil usada para mover tierra u otro material suelto. Su principal función es nivelar, modelar o dar pendiente necesaria al material en que se trabaja.se considera como una máquina de terminación superficial. Su versatilidad está dada por los diferentes movimientos de su hoja, como por la serie de accesorios que puede tener.

Puede imitar todo tipo de tractores, pero su diferencia radica en que la motoniveladora es más frágil, ya que no es capaz de aplicar la potencia de movimiento ni la de corte del tractor. Debido a esto es más utilizada en tareas de acabado o trabajos de precisión.

Existe una gran variedad de proveedores de este tipo de maquinaria así como de sus accesorios, pero uno de los mayores distribuidores es Caterpillar, a continuación se muestra una tabla con algunas especificaciones técnicas de estos modelos:

MODELO	POTENCIA NETA AL VOLANTE (KW)	MODELO DEL MOTOR	VELOCIDAD MAXIMA DE AVANCE (KM/HR)	VELOCIDAD MAXIMA DE RETROCESO (KM/HR)	RADIO MINIMO DE GIRO (M)
120 G	93	3304	40.9	38.6	6.7
130 G	101	3304	39.4	36.9	7.3
120 G	101	3406	39.4	39.4	7.3
140 G	112	3406	41	41	7.3
140 G AWD	134	3406	41	41	7.8
14 G	149	3406	43	50.1	7.9
16 G	205	3406	43.6	43.6	8.2

Tabla 5. Modelos de motoconformadoras Caterpillar.

APLICACIONES

Lo más normal es que, al trabajar, la motoconformadora se mueva en dirección de avance, aunque esto no es impedimento para que puede trabaja en marcha atrás, debido a no contar con espacio suficiente para realizar la maniobra de giro. En este caso puede utilizar la hoja en la misma posición que llevaba en avance o bien invirtiéndola, de manera que la hoja quede mirando hacia el operador; lógicamente, en ambos casos, el trabajo comúnmente realizado es el de extensión del material y también a veces el de emparejamiento dejando la hoja en posición flotante.

La hoja de una motoconformadora se puede usar hasta un límite como hoja empujadora, ya que la carga que deba empujar está limitada por la potencia y tracción de la máquina que usualmente es mucho menor que un tractor del mismo peso. La forma cóncava hace rodar mejor la carga, de tal modo que puede empujar una gran cantidad sin derramarse sobre la parte superior de la misma.

ACAMELLONAMIENTO Y MEZCLA DE MATERIALES

Estas operaciones se llevan a cabo cuando los materiales depositados a lo largo de un camino, tengan que ser homogeneizados en lo que a humedad y granulometría se refiere. Si el material se extiende tal como lo deposita el camión de volteo, existe el riesgo de que con el tiempo, aparezcan irregularidades por no haber homogeneizado en un principio la humedad natural, lo cual se logra acamellonándolo antes de mezclarlo. Una vez hecho lo anterior se procede a mezclar e incorporar la cantidad de agua necesaria para lograr la humedad óptima; el número de pasadas para alcanzar la homogeneización del material la puede determinar el laboratorio.

AFINE DE SUPERFICIES O TERRAPLENES

Para todos los trabajos de nivelación, es recomendable que la hoja forme un ángulo de 50º con el eje longitudinal de la máquina, de esta forma, la hoja arrastra los montículos y rellena los surcos con la tierra extraída de aquellos, vertiendo el exceso lateralmente; para el refinado último; la hoja se coloca casi perpendicular al eje longitudinal. Para trabajos de extendido es conveniente inclinar la hoja hacia delante en función de la velocidad del avance.



Fig. 25 Afine de taludes.

ESCARIFICACIÓN

Cuando se tenga que levantar una superficie ya sea porque se encuentre erosionada, en mal estado de conservación, etc., se podrá hacer uso del escarificador; si la potencia disponible de la máquina es suficiente se bajan escarificador y hoja al mismo tiempo. La hoja apartará hacia los lados los materiales removidos por el escarificador o bien los extiende uniformemente sobre la superficie en que se trabaje. Para trabajo ligero se puede utilizar el juego completo, pero para una perforación profunda o roturación de materiales que tiendan a montarse enfrente de los dientes, usualmente se retiran los dientes alternos. Para trabajo entre rocas alteradas, el número de los dientes es menor utilizando a veces uno o dos.

LA MOTOCONFORMADORA UTILIZADA COMO EMPUJADORA

Si bien casi todas las motoconformadoras ofrecen como equipo opcional una hoja frontal de empuje a manera de pequeño tractor, se va a considerar la máquina en trabajos de empujadora sin la utilización de este equipo opcional, cuyo uso es exactamente igual al de un tractor de neumáticos. La tendencia general de fabricantes de equipos de movimiento de tierras es hacia el gigantismo. La motoconformadora, no podía escapar de esta tendencia, de ahí que cada vez sean más frecuentes los modelos superiores a 200 HP de potencia e incluso existen algunos con potencias comprendidas entre 500 y algo más de 600 HP. Lógicamente hay que pensar que cualquiera de estas motoconformadoras puede realizar trabajos de empuje con mayor producción incluso que auténticos tractores de potencia no superiores a 100 HP, por lo tanto es interesante considerar esta faceta de trabajo dentro de las motoconformadoras especialmente en las de gran tamaño.

Para facilitar el trabajo de la motoconformadora en estas tareas de empuje, las unidades encargadas de verter los montones de material procurarán depositarlos intermitentemente a lo largo del eje de trabajo de la motoconformadora y en alturas que no sean demasiado elevadas para su mejor manipulación. La motoconformadora puede utilizarse también para trabajos ligeros de corte y relleno en la construcción y nivelación de caminos, lo que son, en definitiva, ligeros trabajos de excavación y terraplenado, que tienen la particularidad de ir combinados con la nivelación del mismo. A mayor potencia en la máquina será de mayor cantidad el trabajo de excavación que realice. La ventaja de este tipo de excavaciones de gran longitud y baja cota a profundizar es que la motoconformadora es mucho más rápida que un tractor sobre carriles. La hoja de la motoconformadora es sensiblemente más baja que la de un tractor, pero su perfil posee un superior grado de curvatura, estudiada de tal forma que la carga acumulada en su frente no mantiene una posición semiestática, sino que rueda, de modo que se puede empujar una cantidad grande de material sin que éste se derrame por la parte superior.

TRABAJOS DE EMPUJE LATERAL

Cuando la hoja se coloca en ángulo con respecto a la dirección de avance, la carga empujada tenderá a moverse hacia el lado de la hoja más cercano a las ruedas traseras. La acción de rodamiento causada por la curvatura del perfil de la hoja ayuda a este movimiento lateral. A medida que se aumente el ángulo de la cuchilla aumentará la velocidad del desplazamiento lateral del material, además el no acarrear de esta forma tanto hacia delante, el corte que se realice puede ser más profundo. El movimiento de la carga hacia un lado ejerce un empuje contra la cuchilla en dirección opuesta, que tiende a desviar el frente de la motoconformadora hacia la orilla de guía.



Fig. 26 Empuje lateral.

Este empuje se controla mediante la inclinación de las ruedas delanteras para producir a su vez un contraempuje y girando la dirección lo suficiente como para compensar cualquier desviación lateral que ocurra a pesar de esta inclinación mencionada. La manera más normal para señalar la posición de la hoja es diciendo que una cuchilla cuando es normal al eje longitudinal de la máquina está en 0 y todas las otras posiciones se describen por su distancia angular desde esta posición. La mayoría de la conformación y mantenimiento de caminos se hace a un ángulo de 25° a 30°, utilizándose ángulos menores para extender camellones y mayores para cortes difíciles de excavación de cunetas. Actualmente, la casi totalidad de los modelos poseen control desde la cabina para el ajuste del ángulo de la hoja. La mayoría de los mismos se realiza con la intervención de un pequeño motor hidráulico, si bien algunos fabricantes prefieren la utilización de un cilindro hidráulico que en forma intermitente mueve la hoja de 60° en 60°.

TRABAJOS DE RASTREO

Si la hoja se coloca con un determinado ángulo, puede utilizarse para nivelar superficies irregulares, rebajándola al cortar el material suficiente de los puntos prominentes para rellena los agujeros que existen en el trazado. Deberá de cortarse el suficiente material extra para mantener siempre una carga sustancial delante de la hoja. La tierra una vez excavada sufre golpeteos en su movimiento hacia delante y lateral, los cuales contribuyen a aflojarla y por lo tanto su distribución en las oquedades es más eficiente. Si se deja un camellón en la orilla de salida de la cuchilla se recoge en el pase siguiente. En el pase final se hace un corte más ligero y la orilla de salida de la cuchilla se levanta lo suficiente como para permitir que el material sobrante pase por debajo y no alrededor de ella, evitando de esta manera dejar un cordón lateral. Este tipo de enrase ligero producirá una superficie uniforme bajo condiciones favorables, pero el relleno de los agujeros es probable que se asiente o se comprima quedando bajo las secciones de corte. La cuchilla también puede vibrar en un corte de poco espesor, particularmente si el mecanismo está suelto o gastado o posee fugas.

CONSERVACIÓN Y REPARACIÓN DE CAMINOS

Cuando el tramo que va a rastrearse es de un camino de tierra o grava, generalmente se da un bombeo, de manera que el agua escurra hacia los lados. La secuencia de los pases para este tipo de trabajo es la siguiente:

El material del camino se empuja con la cuchilla hacia adentro desde las cunetas, colocándose en la parte superior de la corona con la cuchilla en ángulo cero, o con un ángulo pequeño que empujará lateralmente algo de material a cualquier lado que pueda requerirlo. Los camellones se extienden entonces hacia el centro, poniendo la cuchilla a un ángulo de 10º a 25º y utilizando una velocidad mayor de trabajo. La cuchilla se mantiene por encima del nivel de la superficie no alterada, para evitar choques con los objetos duros. La velocidad hace que el material suelto sea arrojado de la hoja de modo que salte y se mezcle en la parte superior. Cualquier protuberancia formada en el centro se extiende después a cierta velocidad con la cuchilla normal.

Esto deberá terminar el trabajo, pero puede ser conveniente volver a pasar la cuchilla o volver a repasar algunas secciones donde no se obtuvo la conformación apropiada de la corona del camino.

Si el camino es de grava o de otro material suelto, y la cuneta de material cohesivo, el camino puede embarrarse al utilizar demasiado la cuchilla desde las orillas. Puesto que el camino debe conformarse de modo que desagüe hacia los lados, puede hacerse necesario facilitar con la hoja fáciles salidas para el agua.

El césped y los escombros llevados al camino desde las cunetas interfieren la nivelación, ya que los terrones recogidos debajo de la cuchilla dejan surcos y obstruyen el desplazamiento lateral de la tierra. Por esto antes de hacer el corte central es mejor retirar los escombros de los camellones laterales, y procurar contaminar lo menos posible la parte central del camino con los materiales de los bordes. Las piedras son una molestia más seria, tanto porque dificultan o impiden nivelar las rasantes, como por el daño que causan a la máquina durante el corte.

CONSTRUCCIÓN DE CAMINOS NUEVOS

Una motoconformadora, sin ayuda de otras máquinas o trabajo manual, puede realizar un camino a través de un campo, mediante la excavación de un par de cunetas paralelas, y utilizando el material, procedente de esta excavación, para formar la corona de este camino. Sin embargo el césped o material vegetal de la montera del terreno puede hacer la operación de acabado tediosa e insatisfactoria, ya que tiende a apelonarse debajo de la cuchilla y que ésta lo recoja y lo saque de las superficies sueltas. Por esta razón, la franja deberá prepararse con una grada de discos inclinables (otro posible equipo opcional de la motoconformadora) antes de que la conformación de inicie.



Fig. 27 Construcción de caminos.

Antes de comenzar el trabajo, las líneas exteriores de las cunetas deberán señalarse mediante estacas o bien por una orilla que deja la franja arada con la grada de discos. El primer corte de cada lado se hace aproximadamente a 60 centímetros de la orilla hacia el interior. La cuchilla se conserva a un ángulo muy pronunciado, tal vez 50° ó 60°, con el borde delantero exactamente afuera de la huella de la rueda; el camellón que se va formando se hace rodar hacia a fuera por debajo de la motoconformadora.

El corte es ligero y se hace, primordialmente, para señalar la orilla de trabajo y para impedir que se corran las ruedas lateralmente. El siguiente corte se hace a un ángulo de 25°, vertiendo el material cortado más allá de las ruedas interiores. Si el camellón es suficientemente grande, se le extiende hacia el centro. De otra manera, se hacen cortes de cunetas adicionales hasta que se amontone suficiente material para esparcir.

Los cortes de las cunetas, alternados con el empuje y el extendido, se continúan hasta que las mismas tengan la profundidad apropiada. Una vez hecho esto se corta el talud exterior, y el material excavado se mueve hacia fuera del talud interior para posteriormente extenderse sobre el camino. El otro lado o cuneta se hace de la misma manera y los rellenos se mezclan en la parte superior. Los cortes de las cunetas, excepto el primero o el segundo, pueden hacerse tanto hacia delante como marcha atrás. El empuje y el extendido pueden hacerse en cualquier dirección, pero siempre en marcha hacia delante es más eficiente si el camellón a mover es grande. Los fabricantes recomiendan hacer los cortes de cuneta hacia delante y el otro trabajo pesado de conformación en segunda marcha, a una velocidad de 5 a 7 km/h. La manipulación de los camellones con la hoja y el manejo de material suelto, puede hacerse a menudo en tercera velocidad y a velocidades de hasta 10 km/hr.

3.4 EQUIPO PARA COMPACTACIÓN

A continuación hablaremos sobre la maquinaria usada por la compactación, entendiendo por compactar la acción de aplicar durante la construcción del relleno, la energía necesaria para producir una disminución apreciable del volumen de huecos del material empleado y por tanto del volumen total del mismo.

La necesidad de compactar apareció no hace aun muchos años debido a la urgencia de utilizar las obras inmediatamente, sin tiempo para que el tráfico o los agentes atmosféricos produjesen los asientos definitivos.

Por tanto, los sistemas de compactación se han ido desarrollando paralelamente a la mecanización de las obras, ya que la aplicación de la energía necesaria exige una maquina adecuada en potencia y movilidad, para cada caso.

Por lo tanto el problema más importante en la compactación es elegir la maquina adecuada para cada trabajo. Para dicha elección tenemos hoy día unas ideas generales, consecuencia de ensayos prácticos más o menos guiados por teorías, que nos permiten de entrada y a la vista de las principales características del material a compactar, decidir el tipo de maquinas idóneo.

Los factores principales que influyen en la capacidad de compactación de los suelos, son la composición granular y el contenido de humedad. Dentro de la composición granular, lo más importante es el tamaño del grano, mucho más —incluso— que la composición del mismo.

Compactación.- Compactar es la operación previa, para aumentar la resistencia superficial de un terreno sobre el cual deba construirse una carretera y otra obra. Aplicando una cantidad de energía la cual es necesaria para producir una disminución apreciable del volumen de hueco del material utilizado.

CLASIFICACION DE LAS MAQUINAS DE COMPACTACION

Clasificación de las maquinas compactadoras según sus diferentes principios de trabajo:

- I) Por presión estática.
- II) Por impacto.
- III) Por vibración.



Fig. 28 Diversos equipos de compactación.

Las primeras trabajan fundamentalmente mediante una elevada presión estática que debido a la fricción interna de los suelos, tienen un efecto de compactación limitado, sobre todo en terrenos granulares donde un aumento de la presión normal repercute en el aumento de las fuerzas de fricción internas, efectuándose únicamente un encantamiento de los gruesos.

Las segundas, de impacto, trabajan únicamente según el principio de que un cuerpo que choca contra una superficie, produce una onda de presión que se propaga hasta una mayor profundidad de acción que una presión estática, comunicando a su vez a las partículas una energía oscilatoria que produce un movimiento de las mismas.

Las de vibración, trabajan mediante una rápida sucesión de impactos contra la superficie del terreno, propagando hacia abajo trenes de ondas, de presión que producen en las partículas movimientos oscilatorios, eliminando la fricción interna de las mismas que se acoplan entre sí fácilmente y alcanzan densidades elevadas. Es un efecto de ordenación en que los granos más pequeños rellenan los huecos que quedan entre los mayores. Por lo tanto, ya vemos que según sea el material, capaz de ser ordenado o no, este sistema de compactación por vibración, será más o menos efectivo.

MAQUINAS QUE COMPACTAN POR PRESION ESTATICA

- Apisonadoras clásicas de rodillos lisos.
- Rodillos patas de cabra.
- Compactadores de ruedas neumáticas.

APISONADORAS CLASICAS DE RODILLOS LISOS

En estas apisonadoras la característica más importante es la presión que ejercen sobre el terreno. Se considera un área de contacto en función del diámetro de los rodillos, peso de la maquina y tipo de suelo, a través del cual se transmite la presión estática.



Fig. 28 Compactadora de 1 rodillo liso.

Estas maquinas, aunque muy empleadas, la verdad es que su efecto de compactación alcanza muy poca profundidad en suelos coherentes. En los no coherentes, causan desgarros en la superficie, transversales a la dirección de la marcha, destruyendo de esta manera parte de su propio trabajo. Sin embargo son útiles para el planchado y sellado de superficies regadas con emulsiones asfálticas. Su utilización máxima la tienen hoy día en las primeras pasadas de compactación de aglomerados asfálticos.

RODILLOS DE PATAS DE CABRA

Estos compactadores concentran su peso sobre la pequeña superficie de las puntas cónicas solidarias al rodillo, ejerciendo por lo tanto unas presiones estáticas muy grandes en los puntos en que las mencionadas partes penetran en el suelo. Conforme se van dando pasadas y el material se compacta, dichas partes profundizan cada vez menos en el terreno, llegando un momento en que no se aprecia mejora alguna, pues la superficie, en una profundidad de unos 6 centímetros siempre quedara distorsionada. Al pasar la maquina sobre la nueva superficie de material se compacta perfectamente esa superficie distorsionada de la capa anterior.



Fig. 29 Compactadora pata de cabra.

Este tipo de compactador trabaja bien con suelos coherentes, sin piedras, en capas de 20 cm. Con humedad adecuada, se consiguen resultados satisfactorios en unas 8/10 pasadas. Debido a su alta presión específica (15/30 kg/cm²) y a los efectos de amasado que producen las partes, compactan bien los suelos altamente plásticos, con poco contenido de agua e incluso pobres de aire y de vacíos.

Como se trata de una maquina muy sencilla y robusta, el rendimiento que se obtiene es francamente bueno.

Los pesos de estos compactadores oscilan entre 1.000 y 8.000 kg., pudiendo acoplarse en paralelo o en también varias unidades para obtener mejores rendimientos.

COMPACTADORES CON RUEDAS NEUMÁTICAS

Estas maquinas trabajan principalmente por el efecto de la presión estática que producen debido a su peso, pero hay un segundo efecto, debido al modo de transmitir esta presión por los neumáticos que tiene singular importancia. Las superficies de contacto de un neumático dependen de la carga que soporta y de la presión a que este inflado, pero la presión que transmite al suelo el neumático a través de la superficie elíptica de contacto no es uniforme. Por lo tanto y para simplificar el problema se emplea el término “presión media” de contacto que se obtiene dividiendo la carga sobre cada rueda por la superficie de contacto. Estas superficies de contacto se obtienen para las diferentes presiones de inflado y cargas sobre rueda, marcando las huellas de contacto sobre una placa de acero con el neumático en posición estática.

Es norma general esperar una presión del orden del 90 % de la presión en la superficie a profundidades de 70 cm. y actuando en un ancho de unos 2/3 del ancho de la huella del neumático. Esto obliga a las maquinas compactadoras de estos tipos a procurar un cierto margen entre las huellas de los neumáticos delanteros y traseros.

Los neumáticos para compactadores deben ser de banda de rodadura ancha y lisa y capaces de ejercer una presión media de contacto entre 60 y 90 p.s.i. uniformemente sobre la superficie de contacto ajustando la presión de inflado.



Fig. 30 Compactadora de neumáticos.

COMPACTADORES CON RUEDAS NEUMÁTICAS AUTOPROPULSADAS

Equipados, generalmente, con dos ejes, con pesos normales entre 9 y 15 toneladas y con 8 hasta 13 neumáticos, son apropiados para suelos coherentes de granulado fino y arenas y grava bien graduadas. Son específicos para cerrar los aglomerados asfálticos.

Son máquinas complicadas que exigen mantenimiento cuidadoso; la altura de capas suele variar de 15 a 20 cm., y requieren 8/12 pasadas. Su velocidad de trabajo oscila sobre los 3 km/hr.



Fig. 31 Compactadora de neumáticos.

COMPACTADORES CON RUEDAS NEUMÁTICAS REMOLCADOS

Por lo general poseen un solo eje y pocos neumáticos, con pesos de trabajo hasta de 200 Tm. son apropiados para terrenos coherentes, influyendo poco los grandes tamaños de piedra. Estas máquinas son muy sencillas y no requieren más cuidado que el vigilar las presiones de los neumáticos. Los grandes compactadores de este tipo hay que arrastrarlos con bulldozers de grandes potencias y por lo tanto requieren para su buena utilización grandes áreas de trabajo.

Naturalmente, que cualquier máquina o vehículo, en el sentido más amplio del concepto de compactación, se puede considerar un compactador por presión estática, ya que su peso actuando a través del área de contacto de sus elementos de soporte, produce una presión sobre el terreno y como tal un efecto de consolidación.

Normalmente el material de relleno es transportado con equipos pesados, precisamente circulando por encima de los propios terraplenes en ejecución. Estas máquinas transmiten cargas considerables al terreno y en consecuencia actúan como compactadores. Como esta máquina suele ir equipada con ruedas neumáticas su efecto es similar al que produce los compactadores neumáticos.

MAQUINAS QUE COMPACTAN POR IMPACTO

Vamos a considerar ahora algunas maquinas de compactación que trabajan según el principio de impacto:

- Placas de caída libre.
- Pisones de explosión.

PLACAS DE CAIDA LIBRE

Se trata de unas placas de hierro de superficie de contacto lisa de 0.5 m², de forma rectangular y con un peso que oscila entre las 2 y 3 tm, las cuales se elevan mediante cables hasta una altura de 1.5 a 2 m sobre el suelo y se les deja caer libremente sobre el mismo. Para ello se necesita una maquina adicional tal como una excavadora o grúa.

La presión de contacto que produce la caída es muy alta y comprime en combinación con una cierta sacudida hasta los suelos pesados, rocosos. Es únicamente en la compactación de roca donde puede ser interesante.

PISONES DE EXPLOSIÓN

Este tipo de maquina se levanta del suelo debido a la explosión de su motor, que por reacción contra el mismo produce la suficiente fuerza ascendente para elevar toda ella unos 20 cm. Al caer ejerce un segundo efecto compactador dependiente de su peso y altura de elevación.

Estos pisones son muy apropiados para suelos coherentes, aunque también dan resultado con otra clase de materiales. Son muy buenos para la compactación de zanjas, bordes de terraplenes, cimientos de edificios, etc. La habilidad del operador es decisiva en el rendimiento y calidad del trabajo. Los pisones grandes, de 500 a 1.000 kg., llegan a compactar incluso superficies de unos 30 centímetros de espesor en 4 ó 6 pasadas.



Fig. 32 Píson de explosión

MAQUINAS QUE COMPACTAN POR VIBRACIÓN

- Placas vibrantes.
- Rodillos vibratorios.

Hoy día es quizá la maquina más utilizada. En los últimos años ha sido tal el número de tipos y marcas disponibles en el mercado, que casi resulta materialmente imposible conocerlas todas. Se han empleado en la compactación de toda clase de suelos sin distinción: bases granulares artificiales, sub-bases naturales, suelo-cementos, rellenos rocosos, asfaltos, arcillas, arenas, etc., y naturalmente, el éxito ha sido variable.

Otra característica que hay que tener en cuenta con las maquinas vibratorias es la de su peso estático, ya que el efecto vibratorio sobre el suelo es función del peso estático de la maquina y del movimiento vertical y horizontal.

PLACAS VIBRANTES

Consisten en una plancha base que produce un golpeteo en sentido vertical, debido al movimiento giratorio de un plato excéntrico accionado por un motor. Las fuerzas vibratorias engendradas son mayores que el peso de la maquina y por lo tanto la maquina se levanta del suelo en cada ciclo de rotación del plato excéntrico, como ya se explico anteriormente. El movimiento de traslación se consigue utilizando parte de la energía de vibración según la componente horizontal.

Estas maquinas son útiles para trabajos pequeños, tales como relleno de zanjas, arceos, paseos, etcétera. Sin embargo, se pueden unir 2, 3 6 mas vibradores de placa en paralelo y obtener de esta manera una poderosa máquina de compactación.



Fig. 33 Placas vibrocompactadoras.

RODILLOS VIBRATORIOS AUTOPROPULSADOS

Son máquinas que precisamente por su condición están un poco entre las apisonadoras estáticas clásicas y el rodillo vibratorio remolcado. Para algunos trabajos en que la maniobrabilidad es importante o bien que se requiera previamente a la vibración un planchado, son muy útiles. Su empleo está indicado en los suelos granulares bien graduados sobre todo cuando los tajos son estrechos y no permiten alar la vuelta fácilmente a los rodillos remolcados.



Fig. 34 Rodillo vibrador compactando la base de una calle.

Tienen el inconveniente, desde el punto de vista de maquinaria, de que son bastante más complicados, requieren más entretenimiento y por último, al tener que ir los maquinistas vibrando sobre la máquina, estos suelen arreglárselas para que esta vibre lo menos posible en frecuencia y tiempo, con el consiguiente empeoramiento del rendimiento. También suelen aparecer problemas de adherencia entre las ruedas motrices y el suelo cuando su contenido de humedad es elevado o se presentan pendientes fuertes.

RODILLOS VIBRANTES REMOLCADOS

Forman hoy día la gama más extensa de máquinas de compactación. Los hay desde diámetros y pesos mínimos, hasta diámetros de 2 metros y 10 toneladas, de peso propio. Para los inferiores a 1.000 kilogramos, se puede aplicar casi todo lo dicho referente a placas vibratorias, con ventajas e inconvenientes según la particularidad de cada tipo.



Fig. 35 Rodillo.

La gama de los 3.000 a 5.000 kg. forman un tipo interesante de maquinas. Pueden ser con motor incorporado para producir la vibración o bien producir esta por medio de una transmisión elástica a partir del toma fuerzas del tractor. Son muy apropiados para compactar arenas y grava no cohesivas o ligeramente cohesivas, así como terrenos naturales rocosos, siempre que los fragmentos de roca sean pequeños. En suelos coherentes no dan buen resultado pues la vibración que producen en las partículas, no suele ser suficiente para vencer la cohesión existente entre ellas y como consecuencia su efecto sobre el material, es el puramente estático.

Este tipo de maquinas que es la ideal para compactar bases, sub-bases, suelo-cementos, etc. En capas de 20 a 30 cm., entre 6 y hasta 10 pasadas y a velocidad de trabajo alrededor de los 20 metros por minuto.

COMPACTADORES VIBRATORIOS “PATAS DE CABRA”

Estos rodillos fueron construidos pensando en compactación de suelos coherentes y en particular en los terrenos arcillosos, pues al concentrar las fuerzas estáticas y dinámicas sobre áreas pequeñas, es más fácil conseguir la energía necesaria y suficiente para romper las fuerzas de cohesión (de naturaleza capilar), entre sus partículas.

Las patas de estos rodillos producen una acción mezcladora y rompedora muy beneficiosa, sobre todo si el terreno no es homogéneo. También favorecen la unión entre las diferentes capas, pues al quedar la superficie de cada capa distorsionada, esta se compacta junto con la siguiente eliminando la tendencia hacia la laminación o separación de estas.



Fig. 36 Pata de cabra vibratorio.

3.5 CARGADORES Y RETROEXCAVADORAS

CARGADORES FRONTALES

Los cargadores frontales son principalmente de dos tipos, cargadores frontales montados sobre orugas y cargadores frontales montados sobre ruedas.

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



Fig. 37 Cargador frontal Doosan 600v.

DESCARGA FRONTAL

Los cargadores con descarga frontal son los más usuales de todos. Estos voltean el cucharón o bote hacia la parte delantera del tractor, accionándolo por medio de gatos hidráulicos. Su acción es a base de desplazamientos cortos y se usa para excavaciones subterráneas, a cielo abierto, para la manipulación de materiales suaves o fracturados, en los bancos de arena, grava, arcilla, etc. También se usa con frecuencia en rellenos de zanjas y en alimentación de agregados a plantas dosificadoras o trituradoras.

DESCARGA LATERAL

Los de descarga lateral tienen un gato adicional que acciona al cucharón volteándolo hacia uno de los costados del cargador. Esto tiene como ventaja que el cargador no necesita hacer tantos movimientos, para colocarse en posición de cargar al camión o vehículo que se desee, sino que basta que se coloque el vehículo en paralelo.

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



Fig. 38. Descarga lateral.

DESCARGA TRASERA

Los equipos de descarga trasera se diseñaron con la intención de evitar maniobras del cargador. En estos el cucharón ya cargado pasa sobre la cabeza del operador y descarga hacia atrás directamente al camión o a bandas transportadoras o a tolvas, etc. Estos equipos resultan ser sumamente peligrosos y causan muchos accidentes, porque los brazos del equipo y el cucharón cargado pasan muy cerca del operador. Algunos de estos equipos han sido diseñados con una cabina especial de protección, para esto resta eficiencia a la máquina porque reduce la visibilidad, además de que añade peso al cargador.

Los cargadores son usualmente utilizados para la carga de materiales de todo tipo, para la carga de camiones y para la excavación de tierras. El cargador es un vehículo versátil, diseñado para excavar sobre el nivel de piso. Su sistema hidráulico ejerce una fuerza impresionante con el movimiento de ascenso de su bote. Este equipo no requiere de algún otro para limpiar el terreno en donde está trabajando.

CARGADORES MONTADOS SOBRE ORUGAS

Originalmente los cargadores de carriles sólo tenían movimiento de giro del cucharón y vertical a lo largo de un marco que le servía de guía al cucharón, que se colocaba en la parte delantera del tractor. Cuando el cucharón estaba a nivel de piso el tractor avanzaba hacia delante y el cucharón se introducía en el material para cargar; después se subía el cucharón a base de cables y poleas accionadas por una toma de fuerza del motor del tractor, y con el cucharón en esta posición, el tractor se movía hasta colocarse con el cucharón en la parte superior del vehículo. Que se deseaba cargar y se dejaba que el cucharón girara por el peso del material, y el cucharón mismo, aflojando uno de los cables de control. De este tipo de equipo quedan muy pocos trabajando pero fueron el origen de los actuales.



Fig. 39 Cargador frontal sobre orugas.

Al conjunto formado por el tractor de orugas y el equipo se le llama cargador frontal, tractor pala y más comúnmente trascabo, que es la degeneración del nombre de un modelo de una marca determinada, pero que en México se ha generalizado y se le nombra así a la de todas las marcas. Las dimensiones anchas son necesarias para la estabilidad de esta maquinaria ya que las inclinaciones de algunos de sus lados al cargar altos pesos podrían volcarla. Las cargas al frente mueven el centro de equilibrio hacia delante así que también las dimensiones anchas permiten solucionar este problema y darle un mejor comportamiento.

CARGADORES FRONTALES DE NEUMATICOS

Si los motores y trenes de transmisión han experimentado cambios lo suficientemente amplios para hacer posible la consecución del moderno cargador, para trabajos intensivos, los neumáticos también han evolucionado. Los de base estrecha inflados a alta presión han sido sustituidos por neumáticos de amplia base, alto índice de tracción, gran flotación y larga vida en servicio.



Fig. 40 Cargadores sobre neumáticos.

Quizás el resultado más significativo de las investigaciones sobre neumáticos, llevadas a cabo por fabricantes, es el desarrollo de neumáticos de gran base, sin cámara, especiales para el movimiento de tierra y para actuar sobre roca. Las presiones de inflado más bajas y las bases más amplias, han impulsado a una reconsideración de los conceptos de resistencia a la rodadura.

Otro resultado de la investigación llevada a cabo con neumáticos de base ancha es el referente a la presión por pulgada cuadrada ejercida sobre el suelo por el neumático, que es aproximadamente igual a la presión de inflado del neumático.

RETOEXCAVADORAS

El término retroexcavadoras se aplica a una máquina del grupo de las palas mecánicas, donde se encuentran también, la pala normal, la pala niveladora, la draga o excavadora con cucharón de arrastre, la excavadora con cucharón de almeja, etc., antiguamente la mayoría de los constructores elegían sus excavadoras de modo que pudieran servir para cualquier tipo de excavación. Las operaciones necesarias para cambiar de un tipo a otro, se reducían a la sustitución de las plumas, los cables, la herramienta excavadora y algún accesorio.

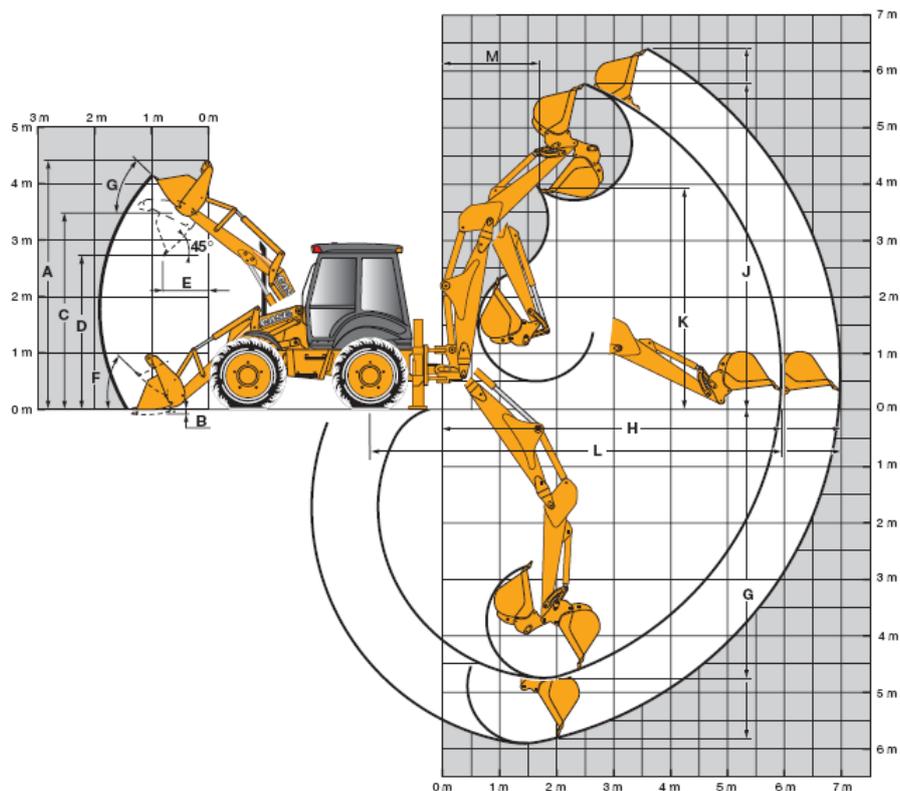


Fig. 41 Retroexcavadora.

Además del término de retroexcavadora a este tipo de máquina se le conoce como, excavadora de pala, retroexcavador, pala retroexcavadora o simplemente retro.

La retroexcavadora es una de las máquinas más versátiles en las áreas de construcción y de obras viales, en lo se refiere a movimientos de tierra y traslado de materiales. Diseñada para cumplir con las más altas exigencias en cuanto a seguridad y por sobre todo de la vida útil de la máquina.

Se caracteriza por un robusto diseño de sección de pluma y balancín, que es además estrecho, de forma que la visibilidad es excelente a todo lo largo de la pluma hasta la cuchara sea cual sea la profundidad a la que se excave.

El chasis de la retroexcavadora es fabricado de manera muy resistente, de esta manera se consiguen mejor índice de productividad resistencia y durabilidad gracias a su diseño como cargadora y excavadora versátil. En cuanto a la capacidad de excavación es excepcional gracias a la geometría y al potente sistema hidráulico de flujo compensado y sensible a la carga, que proporcionan además una mayor capacidad de elevación y ciclos de carga más rápidos.

RETROEXCAVADORAS MONTADAS SOBRE LLANTAS

Este tipo de retroexcavadora, son: máquinas veloces las que para su mejor rendimiento deben trabajar sobre terrenos en buen estado y donde los caminos sean transitables, generalmente tienen estabilizadores que son dispositivos a base de cilindro hidráulico para elevar la máquina durante el trabajo, son accionados desde la cabina, entonces las ruedas, se mantienen en posición elevada y la retro reposa sobre una plataforma en la que puede girar 360.

Las unidades sobre llantas pueden tener dos o más ejes, y su potencia puede ser transmitida en cuatro o más ruedas. Estas variaciones aparecen en la especificación de la unidad, y así, puede tratarse de una retro de 4 x 4 o de 6 x 4. El primer dígito indica el número de ruedas, y el segundo se refiere a las ruedas motrices o impulsoras, para diferenciarlas de las ruedas locales, o de movimiento libre. Este equipo desarrolla unas velocidades máximas de 16 a 35km/hr.



Fig. 42 Retroexcavadora montada sobre ruedas.

RETROEXCAVADORAS MONTADAS SOBRE ORUGAS

Un equipo móvil de construcción que deba trabajar sobre superficies de material tosco o suelto que aportan un apoyo deficiente, debe estar montado sobre carriles de oruga. Se recomienda lo anterior, en particular cuando el equipo después de ser instalado en el lugar de las obras, no necesita ser movido frecuentemente, usualmente este es el caso de las retroexcavadoras. El montaje de oruga aporta el máximo de área de apoyo para los trabajos en tierra suelta, a la vez que puede soportar el mayor abuso de la superficie de soporte en términos ásperos y distribuye el propio peso de las grandes máquinas que llega a ser de 190 toneladas aproximadamente.

El montaje sobre orugas consta de dos cintas de oruga continuas, paralelas, que sostienen un bastidor de base. La longitud de apoyo de las cintas de oruga depende de la superficie y de la profundidad de penetración en ésta. Esta longitud puede tomarse, con bastante seguridad, como la distancia entre los centros de las ruedas dentadas extremas de la oruga, o los ejes de la rueda guía, sobre las que giran las cintas.

El ancho de apoyo es igual al doble del ancho de una de las cintas. Normalmente, para una excavadora motorizada estas dimensiones dan origen a presiones de 0.35 a 2.70 Kg/cm².



Fig. 43 Retroexcavadora montada sobre orugas.

3.6 EQUIPO DE TRITURACIÓN

Las carreteras están conformadas como ya se dijo anteriormente por cuatro o cinco capas principales dependiendo de la superficie de rodamiento, en el caso de las carreteras con superficie de rodamiento de asfalto se utilizan cinco capas y en las de concreto hidráulico cuatro. Aunque una manera más generalizada considera cuatro capas aun para las carreteras de asfalto.

Estas bases están formadas por agregados pétreos que se obtienen ya sea de un río o de un banco de material. En ambos casos es necesario emplear un sistema de trituración para obtener materiales con las características deseadas de los agregados en cuanto a su granulometría.

Los materiales de la parte superior, la que va a soportar las cargas del tránsito, se construye con materiales colocados de tal manera que sean estables frente a las sollicitaciones a que va a estar sometido.

Las principales capas de una carretera son: sub-base, base, carpeta asfáltica y sello. Se producen por vía seca, por ser más económico y para producir los finos que le darán continuidad a la curva granulométrica indispensable en materiales para base y carpeta. Los tamaños recomendados son:

Material de sub-base:	2" - 1 1/2"	0
Material de base:	1 1/2"	0
Material de carpeta:	3/4"	0
Material de sello:	3/8"	3/16"

Tabla 6. Tamaños recomendados de agregados.

Estos materiales se obtienen como ya se dijo por medio de la trituración de la roca, por lo que comenzaremos a realizar una breve mención de los métodos de trituración.

Se dice que una roca es triturada, cuando una fuerza es aplicada con la suficiente energía para romper las fuerzas internas o planos especialmente frágiles que existen dentro de la roca.

El objetivo de la trituración en la producción de agregados, es la reducción de tamaño en un rango específico de tamaños. Por consiguiente, el controlar los grados de fractura en una roca y realizarlos en varias etapas de triturado y cribado, son un concepto fundamental y de vital importancia.

CLASIFICACIÓN DE LAS TRITURADORAS

Las trituradoras se clasifican de acuerdo a la fase de trituración que realizan dentro del mismo proceso, como primarias, secundarias, terciarias. La trituradora primaria recibe la roca directamente del acarreo proveniente del banco de roca o del río y se obtiene la primera reducción de tamaño. Este material va a otra trituradora para realizarle otra reducción y así puede pasar hasta, por lo general, a otras 2 o 3 trituradoras hasta reducirlo al tamaño requerido.

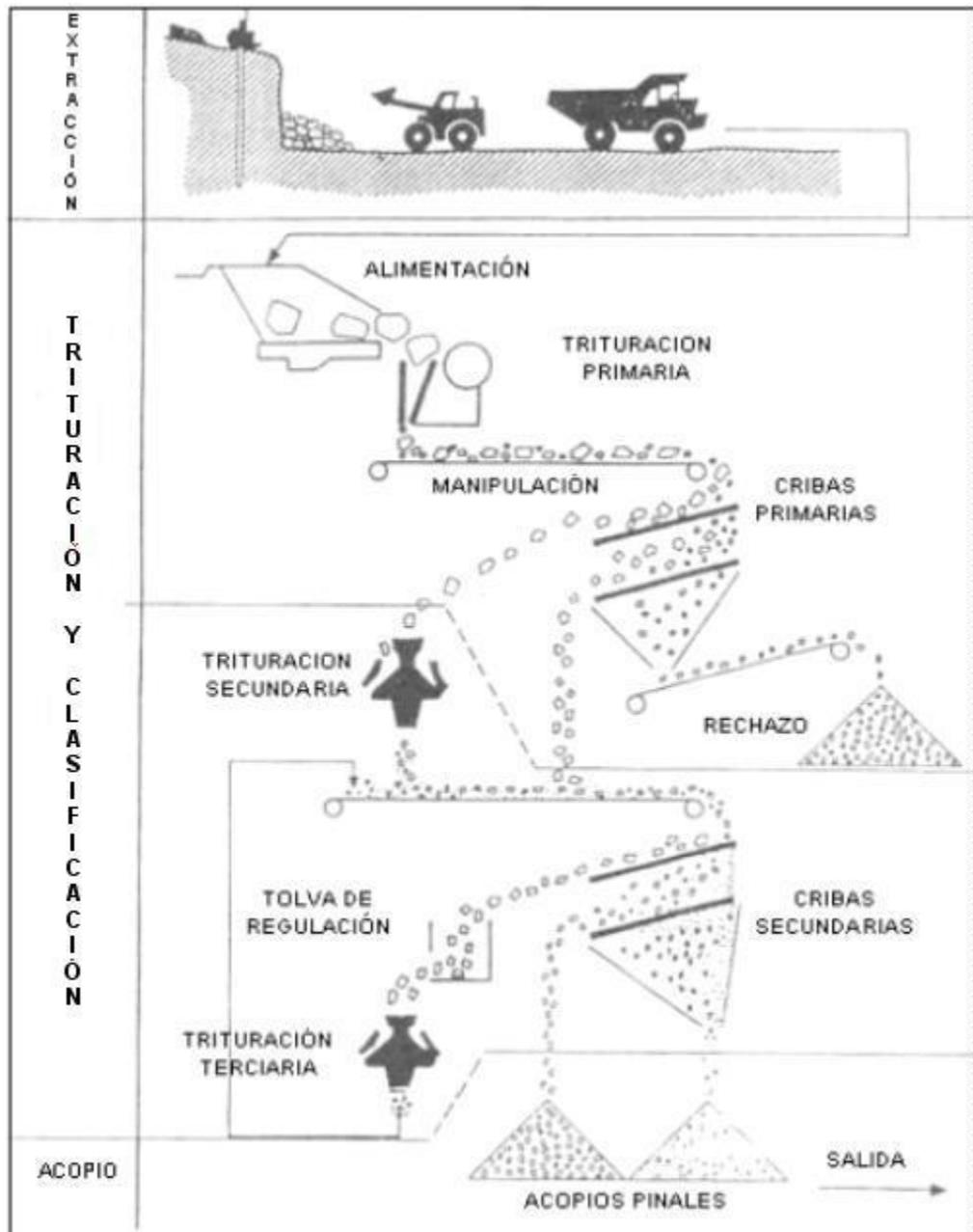


Fig. 44 Esquema de procesos de trituración.

Las rocas se fracturan debido a tres causas principales:

- I) 1.- Abrasión o desgaste
- II) 2.- Compresión
- III) 3.- Impacto

Abrasión.- Ocurre cuando la energía aplicada no es suficiente como para causar una fractura significativa en toda la roca

Compresión.- La energía resultante es aplicada en algunas regiones de la roca hasta un punto de fractura y el resultado es una cantidad considerable de rocas de menor tamaño. Comúnmente esto ocurre bajo condiciones de compresión donde la roca se alivia inmediatamente después de la carga que recibe.

Impacto.- El resultado es un número mayor de fracturas y por lo tanto varios tamaños de rocas.

Las máquinas de trituración más utilizadas en las obras civiles, emplean los métodos mecánicos de reducción antes mencionados mostrados en la tabla.

TRITURADORA METODO DE REDUCCIÓN			
	IMPACTO	DESGASTE	COMPRESIÓN
QUIJADAS	X		X
GIRATORIAS	X		X
CONO	X		X
RODILLOS			X
MARTILLOS	X	X	
IMPACTO	X		
PULVERIZADOR	X		

Tabla 7. Métodos de reducción que utilizan las distintas trituradoras.

El cuadro siguiente, muestra las diferentes etapas de trituración y sus equipos respectivos, señalando el tamaño del agregado desde su llegada y la reducción resultante a la salida (ambas en pulgadas), así como el equipo utilizado.

Trituración Primaria Greña a 10'' – 4''	Trituradoras de Quijadas Trituradoras Giratorias
Trituración Secundaria 12'' – 4'' a 3'' – 1''	Trituradoras de Cono Trituradoras de Rodillo
Trituración Terciaria 3'' – 1'' a ¾'' - ¼''	Trituradoras de Impacto Trituradoras de Cono Trituradoras de Rodillo Trituradoras de Martillos
Trituración Cuaternaria ó Molienda ¾'' a ¼'' a menor de ¼''	Trituradora de Conos Molinos de Barras Molinos de Bolas Pulverizadoras

Tabla 8. Etapas de trituración y equipo utilizado.

TRITURADORAS DE MANDÍBULAS DE DOBLE EFECTO O "BLAKE"

Una de las mandíbulas se mueve respecto a otra fija para triturar la roca, un motor mueve un excéntrico unido a una biela, que transmite la fuerza a la mandíbula por medio de dos tejas que son un eficiente multiplicador de fuerzas. Para garantizar el retroceso de la mandíbula móvil, está unida al bastidor por medio un vástago soportado por un muelle.

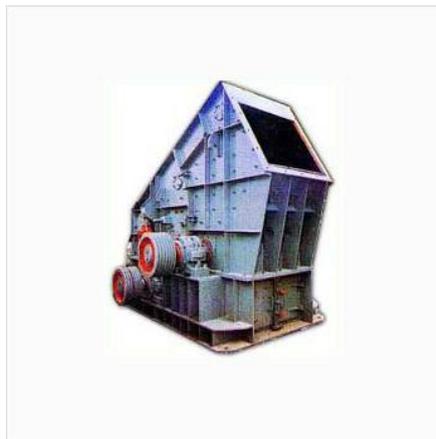


Fig. 45 Trituradora de doble quijada.

El sistema anti desgaste consiste en unas placas que recubren las mandíbulas y que pueden ser reversibles para aumentar su duración (la parte inferior sufre un mayor desgaste).

El sistema anti intrituras consiste en una teja debilitada, y en el momento en que entra un intriturable (tornillos, tuercas, piezas metálicas...) la teja debilitada se rompe retrocediendo la mandíbula móvil por efecto del muelle citado previamente.

El mecanismo de regulación del tamaño de salida permite mover el apoyo fijo de la segunda mandíbula para acercarla o alejarla a la fija. La boca de entrada es cuadrada o rectangular y la salida es rectangular (ranura), el ángulo de la placa móvil es de unos 26° con respecto a la vertical.

La regulación es la separación entre mandíbulas en la posición más separada y el recorrido es el trayecto que recorre la mandíbula móvil.

La razón de reducción de estas máquinas está entre 4 y 8. Son muy resistentes a la abrasión, no soporta materiales pegajosos ya que se hace una pasta a la salida impidiendo la salida del material.

TRITURADORAS DE MANDÍBULAS DE SIMPLE EFECTO

Es una simplificación con respecto a las anteriores y es que un solo eje hace a la vez de articulación para el giro de la mandíbula y de excéntrica, por lo que la mandíbula es a la vez biela. El resto de sistemas son iguales a la Blake. Esta simplificación abarata la máquina, pero por el contrario debido al nuevo movimiento de elipse del extremo inferior de la mandíbula móvil aumenta el efecto de la abrasión.

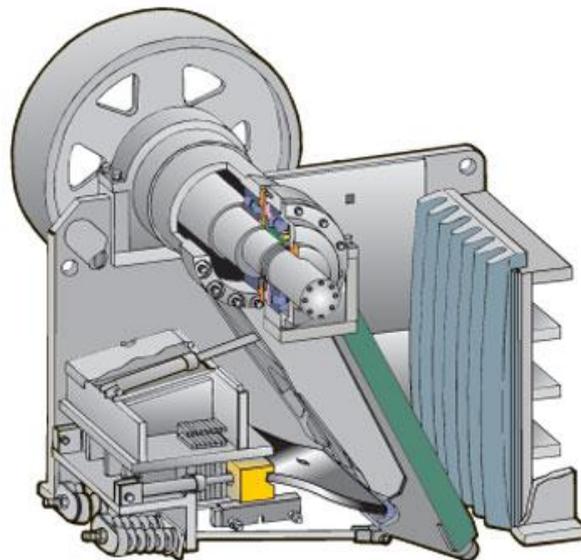


Fig. 46 Trituradora de simple efecto.

TRITURADORAS GIRATORIAS PRIMARIAS

Se pueden considerar en principio como la adaptación de las machacadoras de simple efecto con un eje de revolución en su esquema. Constan de una mandíbula fija con forma de tronco de cono invertido "cóncavo", en el interior del cual se mueve de forma excéntrica por medio de un eje otro tronco de cono que se denomina "nuez" o "cabeza". El eje se mueve por medio de un apoyo excéntrico, el eje y la nuez van montados locos de forma que en carga la nuez no gira, sino que tiene un simple

movimiento de cabeceo, comprimiendo la roca contra la mandíbula fija en puntos sucesivos a lo largo de circunferencias sobre ella. Al mismo tiempo que se realiza la aproximación en un punto, en el puesto se realiza la salida de material. De modo que siendo en si discontinua aparece como continua externamente debido a la simetría de revolución de la máquina, regularizándose el trabajo del motor y pidiéndose eliminar los volantes de inercia.

El mecanismo de regulación consiste en esencia en subir o bajar la nuez respecto al cóncavo.

El mecanismo de seguridad consiste en un elemento de resistencia calculador que se rompe al sobrepasar un cierto esfuerzo.

La descarga es por gravedad (rampa inclinada) y sensible a la humedad. Estas trituradoras se designan por su apertura de boca que es la distancia radial desde el borde del cóncavo hasta la nuez y es un poco menor que la mitad del diámetro del cóncavo.

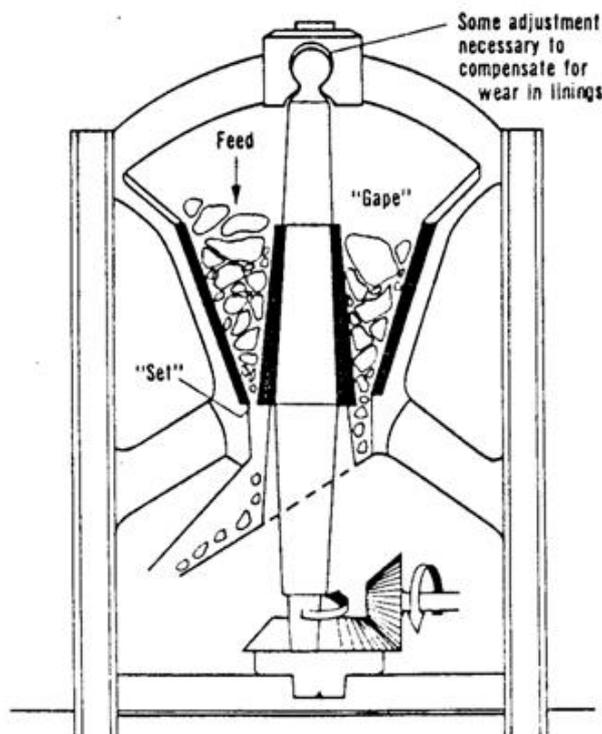


Fig. 47 Trituradora giratoria.

TRITURADORAS GIRATORIAS SECUNDARIAS Y CONOS

Para alimentaciones más finas se pueden utilizar máquinas más pequeñas, pudiendo funcionar con mayores velocidades, aunque con un descenso notable de la capacidad. Para aumentar la capacidad se realizaron nuevos diseños, siendo preciso variar el perfil del cóncavo y de la nuez que adoptan las formas correspondientes a un cono Symons.

Son muy sensibles a la humedad, debido a que la roca no puede salir sin haber sido triturada al menos una vez en la zona paralela entre cóncavo y nuez, se asegura que una de las dimensiones del grano es igual o inferior a la abertura en esa posición cerrada (regulación). La nuez y el cóncavo van recubiertos de camisas de acero al manganeso.

El mecanismo de regulación de la abertura consiste en que el cóncavo va soportado en una pieza que está roscada sobre una parte de la estructura soporte y se puede variar de esta forma su posición relativa con respecto a la nuez. En una variante, hidroconos, el eje de la nuez va soportado en un pistón hidráulico y la regulación se efectúa mediante el movimiento de este pistón.

El mecanismo de seguridad en los Symons consiste en que la estructura que soporta al cóncavo está unida a la general por una corona de muelles, que cuando entra un intriturable pueden ceder bajo el esfuerzo permitiendo su evacuación, para después retornar a su posición original. En los hidroconos consiste en un balón o acumulador de gas situado en el circuito hidráulico.

Estas máquinas permiten buenas relaciones de reducción que pueden ser de 6 a 8 en trituración secundaria clásica o de 2 a 3 en trituraciones muy finas o moliendas gruesas y con una buena cubricidad. La alimentación debe ser uniforme, cribada y tener siempre la cámara llena. Existen dos tipos de conos: "Standard" y de "cabeza corta" y se pueden montar sobre diversos tipos de cámaras: fina, media, gruesa y extragruesa.

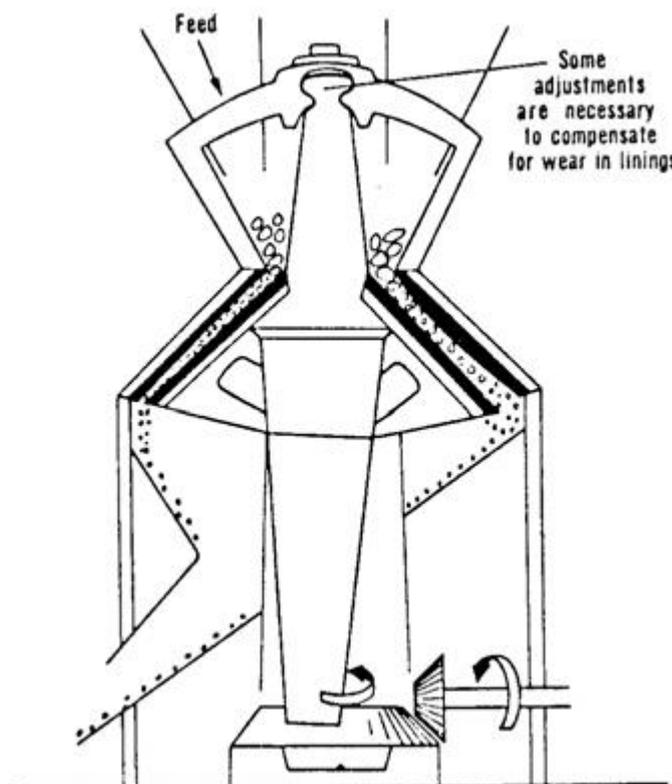


Fig. 48 Trituradora de cono.

TRITURADORAS DE CILINDROS (RODILLOS)

CILINDROS LISOS

Los más frecuentes son los de igual velocidad en ambos cilindros. Consisten en dos cilindros lisos enfrentados y separados una cierta distancia que giran en sentidos opuestos movidos por dos motores independientes. Los rodillos llevan una cierta distancia, que giran en sentidos opuestos movidos por dos motores independientes. Los rodillos llevan una camisa de acero al manganeso como protección al desgaste. Uno de los rodillos va montado sobre unos muelles que hacen de sistema de seguridad, el otro rodillo va montado sobre unos soportes o tornillos que permiten regular su posición respecto al anterior.

Los granos que caen entra los rodillos son rotos por compresión. Estas máquinas se pueden alimentar a tragante lleno o “en una capa” que produce muy pocos finos pero reduce la producción notablemente. Su relación de reducción normal es de 3 a 4, son muy robustas y sencillas pero se utilizan muy poco.



Fig. 49 Trituradora de rodillos lisos.

RODILLOS DENTADOS

Rodillo único y placa

Al girar el rodillo atrapa con sus picos la roca y la va desmenuzando obligándola a pasar por la separación entre rodillo y placa. Los dientes están sometidos a grandes esfuerzos y por ello solo es apta para rocas muy friables y no muy duras o materiales blandos.

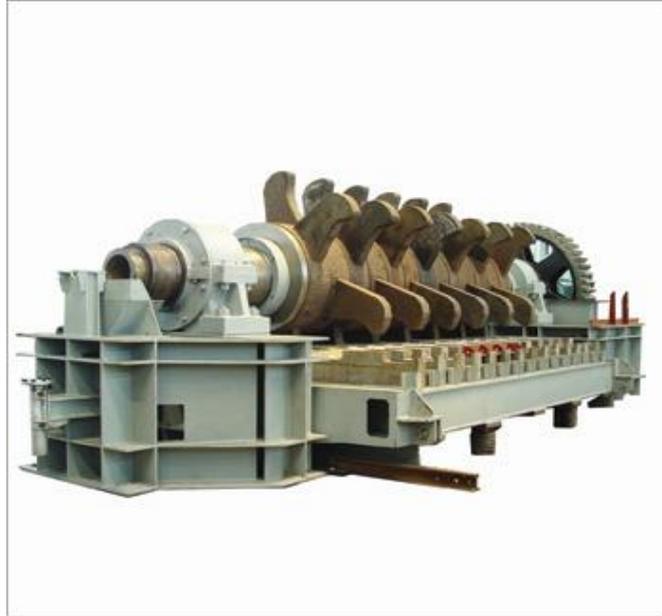


Fig. 50 Rodillo simple.

DOS RODILLOS DENTADOS

Es similar pero con otro rodillo en vez de placa, estando los dientes o picos situados de tal forma que se alteran y pueden actuar además de cómo picas, como tamiz haciendo pasar rápidamente todos los tamaños inferiores ya producidos.

Trituran por picado (tracción) al actuar los picos y por compresión en el momento de obligar a pasar a los trozos entre los rodillos. La selección se hace teniendo en cuenta el tamaño de grano máximo a triturar, estimándose el tamaño del rodillo. En todos estos aparatos la potencia se calcula por la fórmula de Bond.

APARATOS QUE ACTÚAN POR IMPACTO O PERCUSIÓN

Para triturar grandes trozos la energía cinética se produce en una gran masa metálica giratoria (rotor) que proyecta la roca contra una superficie fija causando su rotura. En los aparatos para finos se tiene una serie de masas no muy grandes no muy grandes (martillos), girando a gran velocidad y que chocan contra el grano produciendo su rotura. Son aparatos de concepción sencilla, ligeros y baratos y con relaciones de reducción altas. Debido a su forma de actuación se produce un intenso frotamiento e impacto originándose un desgaste muy alto.

TRITURADORAS DE ROTORES DE EJE HORIZONTAL

Se suelen utilizar trituradores de uno o dos rotores, que consisten en tambores de acero recubiertos de placas de desgaste reemplazables. Los rotores giran dentro de una carcasa que lleva una serie de placas o barrotes cuya posición puede ser en muchos casos, ajustada al valor requerido.

La regulación es la distancia mínima entre la parte exterior de las barras del rotor y las placas o barras de choque. Los trozos de roca que caen sobre el rotor son alcanzados por las barras del rotor, que los lanzan contra las barras de choque donde se produce la rotura por impacto y los fragmentados vuelven a caer sobre el rotor para volver a ser lanzados. Se obtienen relaciones de reducción muy elevadas, de entre 30 y 40, debido a esto se requiere que el espacio dentro de la máquina sea muy amplio. Estas trituradoras se pueden utilizar con descarga libre por gravedad o cerrada por una rejilla, en descarga libre el único control del tamaño de grano se realiza por la variación de la regulación de los tornillos. Las placas o barras de choque van sujetas a la carcasa por muelles que les permiten ceder en caso de que entren intriturbables.

En trituración secundaria el control de posición de las barras o placas debe ser mucho más cuidadoso. Otra variable que puede lograr un control de los tamaños, es el control de la velocidad del rotor que influye directamente en la energía cinética.

El desgaste es uno de los factores limitantes, las barras impulsoras se han diseñado para que mantengan al máximo su perfil frente al desgaste y a la vez o alternativamente también para que sean reversibles. Se construyen normalmente de aleaciones con cromo y molibdeno (que pueden ser más frágiles pero intriturbables). Las placas de recubrimiento son modulares para permitir un fácil intercambio.

TRITURADORAS DE ROTORES DE EJE VERTICAL

La alimentación es por gravedad desde la parte superior y la evacuación del rotor es por fuerza centrífuga para ser lanzados los trozos contra las superficies de rotura. Los trozos son lanzados por el rotor contra las partes metálicas de la máquina en lo que se denomina trituración roca-metal. Debido al intenso roce con la placa o cubierta del disco lanzador y sus guías se produce una gran abrasión, más patente aún que en los tipos de eje horizontal, siendo por los demás el material producido de unas características similares a los de otros compactadores. Efectúan un cierto trabajo de calibración directa. La relación de reducción es alta.

La verdadera importancia de los aparatos de eje vertical es que han dado lugar a otro tipo de máquinas en los que la trituración se hace roca contra roca, reduciendo así enormemente el desgaste de las partes metálicas, se acumula roca en unas repisas junto a la zona de impacto y es esta roca contra la que choca la lanzada por el rotor. La velocidad de lanzamiento ha de ser elevada (60-70 m/s) para conseguir relaciones de reducción razonables. Estas máquinas en trituración consumen una gran cantidad de energía, por lo que se las ha empleado más como correctores de forma de los granos que como trituradoras.



Fig. 51 Trituradora de rotores vertical.

TRITURADORAS Y MOLINOS DE MARTILLOS

Utilizan el mismo principio que los de impacto, pero están adaptadas para recibir y producir tamaños más finos sobre todo los que se denominan molinos de martillos. Constan de un rotor que lleva en su periferia una serie de masa o martillos que están articulados en su base al núcleo del rotor. Esta disposición permite a los martillos retroceder cuando impactan sobre un intriturable o un grano demasiado grande, evitando de esta forma su rotura. Estos aparatos toleran muy mal la presencia de abrasivos, la alimentación debe tener menos de 4 – 5 % de sílice en las trituradoras y de 2 % en los molinos.



Fig. 52 Molino de bolas.

3.7 EQUIPO PARA TRANSPORTE

Otra de las tareas importantes en la construcción de carreteras es sin duda alguna el equipo de transporte de carga. Este tipo de equipo es quizás uno de los más importantes debido a las tareas que realiza dentro de la construcción.



Fig. 53 Camión de volteo de 3 ejes.

Sin ellos no sería posible la construcción de carreteras o de cualquier otro tipo de obra civil, ya que es imposible que el constructor tenga todos los materiales necesarios en situ. Es aquí donde entra la labor de los equipos de carga ya que son ellos los que proveen de materiales para la realización d todo tipo de obra trasportando el material necesario al sitio donde será utilizado.

En el caso de la construcción en carreteras son utilizados en la realización prácticamente de todas las actividades y son variados los tipos de transporte que usara el constructor en cada una de las etapas de la construcción de la carretera lo cual dependerá del rendimiento y tipo de material que se requiera en estas.

El camión de volteo es, probablemente, la más familiar de las máquinas que se usan para hacer el acarreo en movimiento de tierras.

Uso de los camiones de volteo.

Los camiones de volteo para circular en las carreteras tienen un peso combinado de chasis y caja, igual a 0.7 o 0.8 de su capacidad de carga. Como resultado, el camión para circular por la carretera es un medio de acarreo muy suficiente cuando las

condiciones de operación son adecuadas. No deberán usarse constantemente en bancos con piso irregular, en caminos para acarreo mal conservado o con pendientes excesivamente fuertes. Sin embargo, el camión de volteo es el preferido para las obras donde las distancias son grandes y los caminos se conservan bien, y las condiciones de carga y del suelo no son muy duras.

Este equipo es necesario para los contratistas que tienen que hacer acarreos en las calles y caminos. Incluyen la mayor parte de las excavaciones para las cimentaciones, caminos urbanos y suburbanos, para surtir arena, grava, material para rellenos, y tierra vegetal, así para la mayor parte de otras obras de tamaño medio y pequeño. En la construcción de caminos importantes es, generalmente, posible obtener permisos para operar vehículos para fuera de la carretera en tramos cortos de los caminos públicos, pero es probable que el contratista tenga que reconstruirlos después de haberlos usado.



Fig. 54 Utilización de camión para acarreo de material.

REMOLQUE O TRÁILER

El remolque o tráiler, consiste en una plataforma plana de madera, que puede tener la altura de las llantas o menor, descansando en dos ejes (uno a cada lado de la línea central) atrás, y sobre de un enganche de cuello de cisne al frente. En un remolque completo, el cuello de cisne es un soporte giratorio, y en los semirremolques se apoya en la “quinta rueda” del camión de arrastre. La plataforma debe quedar al nivel de la parte superior de las llantas, o más abajo.

Los ejes traseros están montados en su centro en muñones que permiten las oscilaciones laterales, permitiendo de esta manera distribuir con suavidad la carga en terreno irregular. Cada eje son de 15 o 18 “, y el tamaño de las llantas oscila entre 7.50 a 10.00 “. La cubierta tiene un espesor de 2 o 3. Las llantas exteriores se cambian de la misma manera que las de un camión. Se usan frenos de aire comprimido o de aire

enrarecido en los cuatro cubos de las ruedas. Que se controlan desde la cabina del camión por medio de tuberías y de mangueras flexibles provistas de coples enganchables. Están proyectadas de tal manera, que si se desconectan las mangueras, se aplican automáticamente los frenos para evitar que se desboquen.



Fig. 55 Cama baja.

Si el remolque se va a usar con y sin la carretilla delantera, la carretilla se puede equipar con una quinta rueda del tipo de tractor, en vez de la mesa giratoria ordinaria. Se fabrican también carretillas con dos ejes que pueden oscilar transversalmente, cada uno de los cuales lleva dos o cuatro llantas.

Las plataformas horizontales son más cortas, presentan un espacio mayor sin estorbos, y son algo más fáciles de cargar y descargar por el extremo trasero. Las plataformas inclinadas disminuyen la altura de la máquina cargada en seis pulgadas o más y son fáciles de cargar por los lados pero se reducen las distancias para despejar el camino. Estos remolques se fabrican ordinariamente con capacidades de quince a treinta toneladas, con anchuras de 8 y de 10 pies. La altura de la defensa trasera varía entre 30 y 36 “, según el tamaño de las llantas. La altura libre sobre el pavimento es de 10 a 18 “.

Los remolques mayores pueden tener ruedas traseras en tándem se usan dos ejes cortos a cada lado, que se apoyan en muñones longitudinales. Este montaje aumenta la longitud total, pero proporciona espacio en la plataforma entre las llantas, que puede utilizarse para soportar las rampas, o para llevar un cucharón de pala. El remolque tipo D tiene ocho pares de ruedas traseras en cuatro ejes oscilan individualmente en un par de vigas longitudinales. Las ruedas se pueden ajustar

automáticamente a las irregularidades del terreno en cualquier dirección. Estos remolques tienen capacidades de 30 75 ton. Los anchos son de 8 y 10 pies, y las longitudes de las plataformas, adelante de las ruedas traseras, son de 16 o 18 pies. Las alturas de las plataformas son semejantes a las de los modelos "H". Las plataformas se pueden extender hacia atrás, o hacia los lados.

REMOLQUES PARA CARGAR.

Es una costumbre ordinaria subir la maquinaria que tiene autopropulsión a los remolques de reversa, con la ayuda de rampas, bloques, o bancos, o su combinación.



Fig. 56 Remolque.

3.8 EQUIPO AUXILIAR UTILIZADO EN OBRA

BARREDORA

Cuando se va a realizar una repavimentación la barredora se utiliza para quitar el polvo de la superficie del pavimento existente antes de poner el asfalto nuevo, la capa del polvo debe ser totalmente retirada con la escoba de la barredora. Esto se hace para asegurar la adherencia apropiada entre el asfalto nuevo y el viejo pavimento.



Fig. 57 Barredora.

COMPRESOR

Los compresores se usan en la construcción para generar potencia neumática para una variedad de herramientas de mano, martillos y ciertos equipos de atomización y transporte.

El principio de funcionamiento de los compresores de aire utilizados en la construcción es el siguiente.



Fig. 58 Compresor.

El aire comprimido se transmite en movimiento lineal simple. El movimiento se controla con válvulas y canales de dirección. La fuerza impulsora que produce el movimiento, se genera mediante un diafragma, un embolo o un impulsor giratorio alojados en el interior del compresor.

Los modelos de compresores usados en la construcción son, generalmente compresores de aire portátiles. Un compresor portátil es una planta integral para producir aire comprimido, que tiene un motor de combustión interna, un compresor, un recipiente y mecanismos para arranque, enfriamiento, lubricación y autorregulación. Los motores para los compresores portátiles hasta de 8.5 m³/min (300 pcm) de capacidad, son de gasolina o diesel, mientras que los de los compresores mayores son por lo general de diesel. Estas unidades portátiles son enfriadas por agua o por aire, y en su mayoría, son compresores de una o dos etapas. Su presión de descarga es relativamente estándar, y varía entre 6.3 y 8.75 kg/cm² de acuerdo con las necesidades de la mayoría de las herramientas neumáticas portátiles.

Compresores rotatorios. El compresor rotatorio es un tipo de compresor de desplazamiento positivo, que tiene cierta semejanza con el compresor recíproco. La diferencia principal radica en que el compresor rotatorio funciona con un impulsor rotatorio que fuerza el paso del aire a través de una cámara curvada de confinamiento, para comprimirlo a una presión mayor. Sirve para accionar la misma variedad de accesorios, y en consecuencia, tiene esencialmente los mismos usos de construcción que el compresor recíproco.

La innovación más reciente y de gran aceptación para compresores portátiles de tipo rotatorio, es el del mecanismo de tornillos giratorios. El centro de este mecanismo consiste en dos rotores helicoidales encajados, que giran en direcciones contrarias dentro de una cámara de compresión.

APLICACIONES DE LOS COMPRESORES EN LA CONSTRUCCIÓN.

Para accionar herramientas de mano para

- Cortar material con sierras circulares o de cadena,
- Hacer barrenos en piezas de madera,
- Hacer barrenos en roca o en otro material triturable,
- Extraer material pegajoso, como la arcilla,
- Romper material triturable, como asfalto o concreto,
- Vibrar concreto vaciado para lograrla densidad óptima,
- Terminar las aristas rugosas para dar el acabado final a materiales vaciados o fraguados,
- Colocar remaches en su lugar,
- Apretar o aflojar tornillos estructurales,

- Apisonar material terreo de relleno para mejorar su consolidación, etc.
- Para diversos usos en la perforación de túneles.
- Para mezclar y atomizar para lanzamiento.
- Para el transporte de fluidos a través de tuberías.
- Para bombas centrifugas accionadas por aire.
- Para accionar tambores o frenos de malacates movidos por aire.
- Herramientas comunes activadas por medio de compresores.
- Martillo cincelador
- Cincel o excavadora de arcilla
- Rompedora de pavimentos

GRÚA

Una grúa es una máquina de elevación de movimiento discontinuo destinado a elevar y distribuir cargas en el espacio suspendidas de un gancho.

Por regla general son ingenios que cuentan con poleas acanaladas, contrapesos, mecanismos simples, etc. para crear ventaja mecánica y lograr mover grandes cargas

Existen muchos tipos de grúas diferentes, cada una adaptada a un propósito específico. Los tamaños se extienden desde las más pequeñas grúas de horca, usadas en el interior de los talleres, grúas torres, usadas para construir edificios altos, hasta las grúas flotantes, usadas para construir aparejos de aceite y para rescatar barcos encallados.

Son muy comunes en obras de construcción, puertos, instalaciones industriales y otros lugares donde es necesario trasladar cargas. Existe una gran variedad de grúas, diseñadas conforme a la acción que vayan a desarrollar:

- Plumines, habitualmente situados en la zona de carga de los camiones.
- Auto grúas, de gran tamaño y situadas convenientemente sobre vehículos especiales.
- Grúas pórtico o grúas puente, empleadas en la construcción naval y en los pabellones industriales.
- *Transtainers* o grúas *Luffing*, grúas móviles empleadas en el transporte y estiba de contenedores.
- Grúas torres, destinadas principalmente a la construcción de edificios.
- Grúas autodesplegables, pequeñas grúas de construcción de fácil transporte y de montaje más o menos automático.
- Grúa Derrick
- Grúas horquilla

Un camión grúa es aquel que lleva incorporado en su chasis una grúa, que se utiliza para cargar y descargar mercancías en el propio camión, o para desplazar dichas mercancías dentro del radio de acción de la grúa. Con la incorporación de una grúa en el camión, se consigue una mayor independencia a la hora de la carga y descarga del material transportado, no dependiendo de maquinaria auxiliar como carretillas elevadoras.



Fig. 59 Camión grúa.

GENERADOR

Este tipo de dispositivos se utiliza como auxiliar para proporcionar energía mecánica para activar reflectores y diversas herramientas que utilizan como fuente de energía la electricidad y que por la ubicación de los trabajos no se cuenta con esta.

Utilizan como combustible la gasolina que es fácil de transportar en recipientes al lugar de utilización.



Fig. 60 Generador.

DOBLADORA

Esta máquina es de gran utilidad en la construcción de obra complementaria en carreteras y en la construcción de estructuras de concreto armado.

Permiten con gran facilidad hacer todo tipo de estribos así como dobleces en la varilla que se utiliza como acero de refuerzo en las estructuras.



Fig. 61 Dobladora.

PLANTA SOLDADORA ELÉCTRICA

La máquina de soldar es uno de los dispositivos o herramientas más utilizadas por el ser humano. La máquina de soldar, como toda herramienta, fue evolucionando con el tiempo, sus aplicaciones fueron transformándose, se convirtieron en herramientas mucho más perfectas. Su objetivo o aplicación principal es calentar las piezas para luego provocar una unión entre ellas; calentando los materiales y las mezclas se logra que el material se vuelva más resistente al ejercer alguna fuerza sobre ellos. Hasta su invención, los únicos métodos que se utilizaban en su lugar eran los de aleación y forja; luego recién a principios del 1900 la electricidad empezó a desarrollar diferentes utilidades. Lo que hoy conocemos como máquina de soldar se inició mucho antes mediante una corriente directa que contenía electrodos de carbón y distintos acumuladores. Realizaban su trabajo mediante un arco eléctrico fundiendo los metales y el electrodo; hoy podemos encontrar distintos tipos de máquinas de soldar, con varias formas y estilos, pero todas ellas sólo cuentan con dos tipos de salida: c.a. y c.d.



Fig. 62 Planta de soldar eléctrica.

BOMBAS

Una bomba es una turbo máquina generadora para líquidos. La bomba se usa para transformar la energía mecánica en energía hidráulica.

Las bombas se emplean para bombear toda clase de líquidos, (agua, aceites de lubricación, combustibles ácidos, líquidos alimenticios, cerveza, leche, etc.), éste grupo constituyen el grupo importante de las bombas sanitaria. También se emplean las bombas para bombear los líquidos espesos con sólidos en suspensión, como pastas de papel, melazas, fangos, desperdicios, etc.

Un sistema de bombeo puede definirse como la adición de energía a un fluido para moverse o trasladarse de un punto a otro.

Bomba centrífuga

Una bomba centrífuga es un tipo de bomba hidráulica que transforma la energía mecánica de un impulsor rotatorio llamado rodete en energía cinética y potencial requeridas. El fluido entra por el centro del rodete, que dispone de unos álabes para conducir el fluido, y por efecto de la fuerza centrífuga es impulsado hacia el exterior, donde es recogido por la carcasa o cuerpo de la bomba, que por el contorno su forma lo conduce hacia las tubuladuras de salida o hacia el siguiente rodete (siguiente etapa).

Aunque la fuerza centrífuga producida depende tanto de la velocidad en la periferia del impulsor como de la densidad del líquido, la energía que se aplica por unidad de masa del líquido es independiente de la densidad del líquido. Por tanto, en una bomba dada que funcione a cierta velocidad y que maneje un volumen definido de líquido, la energía que se aplica y transfiere al líquido, (en pie-lb/lb de líquido) es la misma para cualquier líquido sin que importe su densidad. Por tanto, la carga o energía de la bomba en pie-lb/lb se debe expresar en pies o en metros y es por eso por lo que se denomina genéricamente como "altura".



Fig. 63 Bomba centrífuga.

Bomba sumergible

Una bomba sumergible es una bomba que tiene un motor sellado a la carcasa. El conjunto se sumerge en el líquido a bombear. La ventaja de este tipo de bomba es que puede proporcionar una fuerza de elevación significativa pues no depende de la presión de aire externa para hacer ascender el líquido.

Un sistema de sellos mecánicos se utiliza para prevenir que el líquido que se bombea entre en el motor y cause un cortocircuito. La bomba se puede conectar con un tubo, manguera flexible o bajar abajo de los carriles o de los alambres de guía de modo que la bomba siente en "un acoplador del pie de los platos", de tal forma conectándola con la tubería de salida.

Las bombas sumergibles encuentran muchas utilidades, las bombas de etapa simple se utilizan para el drenaje, el bombeo de aguas residuales, el bombeo industrial general y el bombeo de la mezcla. Las bombas sumergibles se colocan habitualmente en la parte inferior de los depósitos de combustible y también se utilizan para la extracción de agua de pozos de agua.



Fig. 64 Bomba sumergible.

REVOLVEDORA DE 1 Y 2 SACOS

Sin duda la revolvedora es de gran ayuda en la fabricación de concreto y mortero en obra en pequeñas cantidades. Es una máquina que funciona por medio de un sistema de engranes que son impulsados por la acción de un motor de gasolina.

Consta básicamente de un bote que está dotado de un sistema de aspas en su parte interna que son los encargados de homogenizar los agregados para el concreto en su interior, además de un motor que es el que proporciona la energía necesaria para hacer girar los engranes y revolver los agregados. Los hay de diversas capacidades y existen un gran número de empresas que lo fabrican por su utilidad y versatilidad.



Fig. 65 Revolvedora.

CAMIÓN PIPA

El camión cisterna es una de las muchas variedades de camión que sirve tanto para el transporte de líquidos como para su mantenimiento por tiempo prolongado según sus características.

Entre estos se destacan por su mayor uso los de agua para regadío y trasvase, los de transportes de combustibles líquidos como gasolina, queroseno, gas lp y otros, o los de productos químicos líquidos, estando el transporte de éstos regulado en casi todo el mundo por su peligrosidad.

Coloquialmente también se le ha llamado "zeppelin" o "pipa"; como por ejemplo, un camión cisterna que transporta agua a alguna comunidad, es conocido como la "*pipa de agua*".



Fig. 66 Camión pipa.

4 DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO UTILIZADO EN EL “PPS QUERÉTARO – IRAPUATO”

4.1 EQUIPO UTILIZADO EN EL PPS QUERÉTARO - IRAPUATO

EQUIPO PARA PAVIMENTACIÓN

PLATA DE ASFALTO MARCA TEREX PVM 300

El E3 continúa con la evolución de las mezcladoras de tambor, este tambor marca una revolución en el diseño, la combinación de alta productividad y alta capacidad proporciona una sencillez y una confiabilidad satisfactoria.

Características:

- Disponible en ambos portátiles y reubicable
- Una larga duración de batería principal se encuentra rodeado por un bidón exterior PAR PAR que el pleno se calienta antes de mezclarlo con AC
- De tres ejes con sistema de suspensión de ballestas estándar en 300P
- Cuatro ejes con sistema de suspensión de ballestas estándar en 400P y 500P
- Automático de dosificación de asfalto, flujo regulado por una frecuencia variable de CA
- Unidad de masa con caudalímetro

Especificaciones:

- Diámetros:
E3-300 7 x 4 pies 10 pies 4 en x 7 pies 4 en (2,23 mx 3,15 mx 2,23 m)
E3-400 8 pies 4 en x 11 pies x 8 pies 4 en (2,54 mx 3,35 mx 2,54 m)
E3-500 9 pies 3 en x 11 pies 10 pies x 9 en 3 en (2,82 mx 3,61 mx 2,82 m)
- Longitud:
E3-300 42 pies (12,80 m)
E3-400 47 pies 6 en (14,48 m)
E3-500 47 pies 6 en (14,48 m)

- Producción:
E3-300 300 t/h (272 t / h)
E3-400 400 t / h (362,8 m / h)
E3-500 500 t / h (446 t / h)



Fig. 67 Diferentes elementos que conforman la planta de asfalto.

PLANTA DE ASFALTO CMI

DESCRIPCIÓN:

Planta 250 toneladas portátil

- Tambor mezclador Ventury UVM 250 con quemador de llama ancha modelo SJ350.
- Dosificador de asfalto líquido.
- Control de contaminación de gases tipo húmedo.
- Tambor con entrada para material reciclado.
- Medidor de flujo y bomba de asfalto líquido.
- Motores de frecuencia variable de 380 Volts 50 ciclos.
- tolvas portátiles de 20 toneladas cada uno con sus cintas dosificadoras de velocidad variable y cinta colectora.
- Una carreta tipo container portátil con tableros y controles.
- Una cinta inclinada de alimentación, tambor, con sistema de pesaje electrónico.
- Silo de almacenamiento de 100 toneladas.
- Compresor de aire de 15 HP.
- 1 transportador de mezcla inclinado que transporta asfalto desde el tambor hasta el silo acumulador.

- Caldera marca CEI modelo 1500 con capacidad de 1.692.000 de VTU / hora para calentar el aceite.
- 2 estanques de 30.000 litros con serpentines.

EXTENDEDORA DE ORUGAS DF 145 CS

Con capacidad de extendido de aglomerado asfáltico desde 2,5 a 13 m de anchura y espesores de capa de hasta 35 cm, la extendedora de orugas DF 145 CS de Metso Dynapac se caracteriza por su alta capacidad de trabajo, robustez, versatilidad, facilidad de empleo y servicio, gracias a la incorporación de la última tecnología.



Fig. 68 La primera imagen muestra a los rastrilleros ejecutando su trabajo después de que pasa la extendedora de asfalto; la segunda imagen muestra la parte de descarga del asfalto; en la tercera se muestra el vaciado de asfalto y en la cuarta se muestra el sistema de nivelación de la extendedora.

FRESADOR MODELO PM-565B

MODEL	PM-565B	
Gross Power	466 kW	625 hp
Operating Weight	38 595 kg	85,100 lb
Engine Model	3408E TA (HEUI)	
Rated Engine RPM	2100	
No. of Cylinders	8	
Bore	137 mm	5.4"
Stroke	152 mm	6"
Displacement	18 L	1099 in3
Drive Systems: Rotor	Mechanical	
Ground	Hydrostatic with 4 track design	
Discharge Conveyor Width	914 mm	3'0"
Width of Standard Track Shoe	348 mm	13.7"
Track Length on Ground	2045 mm	6'8.5"
Ground Contact Area		
(w/std. shoe)	0.43 m2	672 in2
Operating Dimensions:		
Height	5040 mm	16'6"
Width	2790 mm	9'2"
Length	15.1 m	49'5"
Standard Mandrel (Width of Cut)	2100 mm	6'11"
No. of Teeth	170	
Depth of Cut (max.)	305 mm	12"
Speeds: Operating (max.)	0-40 m/min	0-132 fpm
Speeds: Travel (max.)	0-6 km/h	0-3.7 mph
Inside Turning Radius: Righ	4674 mm	15'4"
Grade Control	Standard Non Contact Electric	
	Over Hydraulic	
Slope Control	Standard	
Fuel Capacity	946 L	250 U.S. gal
Water Capacity	3787 L	1000 U.S. gal

Tabla 9. Características técnicas de la fresadora PM - 565B.



Fig. 69 Fresadora Caterpillar en acción.

FRESADOR EN FRÍO WIRTGEN W2100

Fresadora en frío de gran rendimiento, sobre orugas, para la eliminación de grandes superficies en carreteras y aeropuertos en todo su espesor. Carga frontal del material fresado mediante el sistema de cinta cargadora de dos piezas.



La **W 2100** es la de más grande rendimiento entre las máquinas que fresan en frío de Wirtgen de la clase de 2 m

Anchura de fresado:	2.100 mm
Profundidad de fresado:	0-320 mm
Potencia de motor:	522 kw / 710 PS
Peso de servicio, CE:	36.300 daN (kg)
Accionamiento del tambor de fresado:	mecánico
Número de orugas:	4
Accionamiento de traslación:	hidráulica en todas las orugas



Fig. 70 Fresadora Wirtgen W 2100.

PETROLIZADORA ROSCO MAXIMIZER II



Características

- Automática en la cabina de control
- Viking 400 GPM Bomba de asfalto
- Válvulas internas Spraybar
- Circulación plena Spraybar
- ENVIRO-FLUSH Limpieza de salida del sistema
- Precisa la aplicación de principio a fin
-

ROMPEDORA DE PAVIMENTO



MX90A & B

90 libras de clase Breaker Manipule fijo

La MX90 es el golpe más duro para romper el de su clase, y es ideal para realizar pesados trabajos de demolición de espesor en hormigón, asfalto y el rock.

Características

- No costoso barras laterales y manantiales
- Esta unidad cuenta con un poder tiempos pistón que ofrece más potencia a la superficie de trabajo y elimina el costoso desgaste tema, el bloque yunque
- Compuesto válvula elimina oxidación
- Dirección de escape elimina golpe atrás
- Construido en lubricador
- Muchas piezas intercambiables con el MX60
- Reparables por parte vástago no requiere una rueda de prensa al servicio
- Backhead se ajusta a la pierna operators
- 1-1/8 pulgadas x 6 pulgadas = caña MX90A
- 1-1/4 pulgadas x 6 pulgadas = caña MX90B
- Silenciador se vende por separado, ninguna parte. 51953453

TRACTORES



Tractor de Cadenas D6R de la Serie 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 Cat.

MODEL	D6R XL Series III		D6R XW Series III		D6R LGP Series III	
Flywheel Power	149 kW	200 hp	149 kW	200 hp	149 kW	200 hp
Operating Weight:						
Power Shift Clutch Brake (FTC)	—		—		—	
Power Shift Differential Steer	—		—		—	
SU Blade	20,081 kg	44,270 lb	20,572 kg	46,673 lb	21,716 kg	47,874 lb
Engine Model	C8 ACERT		C8 ACERT		C8 ACERT	
Rated Engine RPM	1860		1860		1860	
No. of Cylinders	8		8		8	
Bore	112 mm	4.4"	112 mm	4.4"	112 mm	4.4"
Stroke	149 mm	5.9"	149 mm	5.9"	149 mm	5.9"
Displacement	8.8 L	637 in ³	8.8 L	637 in ³	8.8 L	537 in ³
Track Rollers (Each Side)	7		7		8	
Width of Standard Track Shoe	560 mm	22"	760 mm	30"	915 mm	36"
VPAT	560 mm	22"	760 mm	30"	810 mm	32"
Length of Track on Ground	2.87 m	9'6"	2.87 m	9'5"	3.28 m	10'9"
Ground Contact Area (W/Std. Shoe)	3.22 m ²	4972 in ²	4.36 m ²	6780 in ²	5.99 m ²	9288 in ²
VPAT	3.22 m ²	4972 in ²	4.36 m ²	6780 in ²	5.31 m ²	8258 in ²
Track Gauge	1.88 m	74"	2.03 m	80"	2.29 m	90"
VPAT	2.13 m	84"	2.29 m	90"	2.29 m	90"
GENERAL DIMENSIONS:						
Height (Stripped Top)**	2.38 m	7'10"	2.38 m	7'10"	2.43 m	8'0"
Height (To Top of ROPS Canopy)	3.20 m	10'8"	3.20 m	10'8"	3.25 m	10'8"
Height (To Top of ROPS Cab)	3.20 m	10'8"	3.20 m	10'8"	3.25 m	10'8"
Overall Length (Without Blade)	3860 mm	12'8"	3860 mm	12'8"	4.25 m	13'11"
With S Blade	—		—		5.47 m 17'11"	
With SU Blade	5.33 m	17'8"	5.33 m	17'8"	—	
With VPAT Blade	5.27 m	17'4"	5.27 m	17'4"	5.97 m	19'7"
With Angle Blade	5.21 m	17'1"	5.21 m	17'1"	—	
Overall Length (VPAT)	3.86 m	12'8"	3.86 m	12'8"	4.25 m	13'11"
With S Blade	—		—		5.47 m 17'11"	
With SU Blade	5.33 m	17'8"	5.33 m	17'8"	—	
With VPAT Blade	5.27 m	17'4"	5.27 m	17'4"	5.97 m	19'7"
With Angle Blade	5.21 m	17'1"	5.21 m	17'1"	—	
Width (Over Trunnion)	2.64 m	8'8"	2.95 m	9'8"	3.43 m	8'8"
Width (W/O Trunnion — Std. Track)	2.44 m	8'0"	2.74 m	9'0"	3.15 m	10'4"
Width (W/O Trunnion — Std. Shoe)	—		—		—	
Ground Clearance	383 mm	1'3"	383 mm	1'3"	433 mm	1'6"
Blade Types and Widths:						
Straight	—		—		4.06 m 13'4"	
Angle Straight	4.17 m	13'8"	4.20 m	13'9"	—	
Full 25° Angle	3.78 m	12'6"	3.81 m	12'6"	—	
Semi-U	3.26 m	10'8"	3.56 m	11'8"	—	
VPAT (Variable pitch, angle, & tilt)						
straight	3.88 m	12'9"	4.16 m	13'8"	4.16 m	13'8"
VPAT Full 24° Angle	3.55 m	11'8"	3.81 m	12'6"	3.81 m	12'6"
Fuel Tank Refill Capacity	382 L	101 U.S. gal	382 L	101 U.S. gal	382 L	101 U.S. gal

Tabla 10. Datos técnicos de tractor de cadenas D6R III.



Fig. 71 Tractor D6R III en empuje de tierras.



Fig. 72 Tractor D6R III en desempalme de suelos.

D6T Track-Type Tractor



Engineered for demanding work. The D6T is designed to be productive in a variety of applications. It keeps material moving with the reliability and low operating costs you expect from Cat machines.

Modelo de motor	Cat C9 ACERT
Potencia en el volante	185 hp
Peso en orden de trabajo	46690 lb



Puesto del operador

El puesto del operador del D6R de la Serie III ha sido diseñado para mayor comodidad y facilidad de operación.



Motor

Mediante una combinación de innovaciones en el punto de combustión, la tecnología ACERT optimiza el rendimiento del motor a la vez que cumple con las regulaciones de emisiones para obras.



Tren de fuerza

La servotransmisión y la dirección del diferencial funcionan con el nuevo motor C9 para suministrar la potencia y la fiabilidad extraordinarias esperadas de Caterpillar.



Tractor de cadenas D8T

Diseñado para trabajos exigentes. La construcción duradera del D8T está bien adaptada para condiciones de trabajo difíciles. Combinado con el motor C15 para un rendimiento superior, economía de combustible y conformidad con las normas de emisiones gracias a la Tecnología ACERT, el D8T mantiene el material en movimiento con la fiabilidad y los bajos costos de operación que usted espera de los tractores Cat.

MODEL	D8T	
Flywheel Power	231 kW	310 hp
Operating Weight:		
Power Shift Clutch Brake	—	
Power Shift Differential Steer	39 488 kg	84,850 lb
Engine Model	C15 ACERT	
Rated Engine RPM	1860	
No. of Cylinders	6	
Bore	137 mm	5.4"
Stroke	172 mm	6.76"
Displacement	15.2 L	928 in ³
Track Rollers (Each Side)	8	
Width of Standard Track Shoe	560 mm	22"
Length of Track on Ground	3.21 m	10'6"
Ground Contact Area (W/Std. Shoe)	3.57 m ²	6644 in ²
Track Gauge	2.08 m	8'10"
GENERAL DIMENSIONS:		
Height (Stripped Top)**	2.67 m	8'9"
Height (To Top of ROPS Canopy)	3.46 m	11'4"
Height (To Top of ROPS Cab)	3.46 m	11'4"
Overall Length (With SU Blade)****	6.09 m	20'0"
(Without Blade)	4.64 m	16'8"
Width (Over Trunnion)	3.06 m	10'0"
Width (W/O Trunnion — Std. Shoe)	2.64 m	8'8"
Ground Clearance	618 mm	2'4"
Blade Types and Widths:		
Angle Straight	4.99 m	16'4"
Full 25° Angle	4.52 m	14'10"
Universal	4.26 m	14'0"
Semi-U	3.94 m	12'11"
Fuel Tank Refill Capacity	643 L	170 U.S. gal

Tabla 11. Ficha técnica de tractor D8T.



Fig. 73 Tractor D8T en empuje de material de excavación.



Fig. 74 Tractor D8T extendiendo material.

MOTOCONFORMADORAS



120H Standard Motor Grader

The 120H Standard blends productivity and durability to give you the best return on your investment. The Cat 3306 engine, direct-drive power shift transmission and load-sensing hydraulics are designed to work together to deliver top productivity in all applications.



Fig. 75 Motoconformadora en construcción de caminos.



Fig. 76 Motoconformadora nivelando carretera.

MODEL	120H	
Net Flywheel Power: Gears 4-8	104 kW	140 hp
Gears 1-3▲	93 kW	126 hp
Operating Weight*	11 358 kg	26,040 lb
Engine Model	3118 DITA	
Rated Engine RPM	2000	
No. of Cylinders	6	
Displacement	6.6 L	403 in ³
Max. Torque Rise	88%	
No. of Speeds Forward/Reverse	8/8	
Top Speed: Forward	42.6 km/h	28.6 mph
Reverse	33.7 km/h	20.8 mph
Std. Tires — Front & Rear	13.00-24 (10 PR) (G-2)	
Front Axle/Steering:		
Oscillation Angle	32°	
Wheel Lean Angle	18°	
Steering Angle	50°	
Articulation Angle	20°	
Minimum Turning Radius**	7.2 m	23'8"
Front Frame Section Modulus:		
Min.	1619 cm ³	89 in ³
Max.	3681 cm ³	226 in ³
No. Circle Support Shoes	4	
Hydraulics: Pump Type	Axial Piston	
Max. Pump Flow	148 L/min	39 gpm
System Capacity	61 L	16 U.S. gal
Implement Pressure: Max.	24 150 kPa	3500 psi
Min.	3100 kPa	460 psi
Electrical:		
System Size	24V	
Std. Battery CCA @ 0° F	760	
Std. Alternator	35 amp	
GENERAL DIMENSIONS:		
Height (to top of ROPS)	3.11 m	10'2"
Height (stripped top)***	2.91 m	9'7"
Overall Length	8.14 m	28'9"
With Ripper & Pushplate	9.64 m	31'8"
Wheelbase	5.87 m	19'3"
Blade Base	2.60 m	8'8"
Overall Width (at top of front tires)	2.44 m	8'0"
Standard Blade: Length	3.66 m	12'0"
Height	610 mm	2'0"
Thickness	22 mm	0.87"
Lift Above Ground	457 mm	18"
Max. Shoulder Reach:¶		
Frame Straight	1.84 m	6'0"
Articulated Position	2.78 m	9'1"
Fuel Tank Capacity	284 L	76 U.S. gal

Tabla 12. Ficha técnica de motoconformadora 120 H.

EQUIPO PARA COMPACTACIÓN

El compactador de tierras SD100D es uno de los modelos de mayor peso operativo de la amplia gama fabricada por la firma Ingersoll Rand. Es un rodillo mixto, de gama pesada pero de alta calidad, extremadamente duro y robusto que proporciona seguridad y fiabilidad en todas las operaciones.



Fig. 77 Compactador mixto SD100D.

Su manejo es simple y ofrece una visibilidad muy buena, de 360° sin obstrucción en ninguna dirección, lo que confiere al conductor la máxima seguridad y calidad en la ejecución de las tareas. Éste no necesita desplazarse de su asiento ni asomarse para poder ver la zona a compactar.

El SD100 es idóneo para la compactación en la construcción de caminos, infraestructuras, zanjas de 1,5 m y obras de servicios públicos. Con rulo liso, está indicado para terrenos granulares, mixtos o de conglomerado, mientras que, equipado con pata de cabra, puede actuar en terrenos cohesivos.

COMPACTADOR VIBRATORIO DE SUELO CP-533E

El Compactador de Suelo CP-533E ofrece un alto rendimiento de compactación, velocidad y buen rendimiento en las pendientes para maximizar la productividad y proporcionar fiabilidad y duración excepcionales.



Fig. 78 Trabajos de compactación de asfalto y terracerías.

MODEL	CS-533E			
Gross Power	97 kW	103 hp	High amplitude	1.80 mm 0.071"
Rated Engine RPM	2200		Low amplitude	0.85 mm 0.033"
No. Cylinders	4		Centrifugal Force	
Displacement	4.4 L	269 in3	Maximum	234 Kn 52,600 lb
Engine Model	3054C		Minimum	133 kN 30,000 lb
Speeds	2 forward/2 reverse		General Dimensions:	
Max. Speed (For./Rev.)	12 km/h	7.5 mph	Overall width w/blade	2430 mm 8'0"
Working Speed	8 km/h	4.9 mph	Overall width w/o blade	2286 mm 7'6"
Operating Weight	10 840 kg	23,900 lb	Drum width	2130 mm 7'0"
Shipping Weight	10 265 kg	22,635 lb	Drum diameter	1534 mm 5'0"
Drive	Drive Drum/Rear Wheel		Tires	23.1 X 26-8 ply
Steering:			Overall height	3060 mm 10'1"
Inside radius	3680 mm	12'1"	Wheel to drum	2900 mm 9'6"
Outside radius	5810 mm	19'1"	Overall length	5510 mm 18'1"
Steering angle	±34°		Curb clearance	521 mm 20.5"
Vibratory System:			Service Refill Capacities:	
Ecc.Weight Drive	Hydraulic		Fuel tank	180 L 47 U.S. gal
Frequency	31 Hz	1860 vpm	Crankcase	9 L 2.4 U.S. gal
Amplitude	2		Hydraulic fluid	60 L 16 U.S. gal

Tabla 13. Ficha técnica de compactador CS-533E.



COMPACTADOR VIBRATORIO DE ASFALTO CB-534D

El compactador de asfalto **CB-534D** ofrece un alto rendimiento de compactación, versatilidad en la aplicación y comodidad del operador para maximizar la productividad mientras proporciona una calidad excepcional del producto. Basado en la reputación probada en

la industria de los compactadores de asfalto Caterpillar, el CB-534D establece nuevos estándares innovadores para productividad y fiabilidad de la industria de compactación de asfalto. El tren de fuerza resistente Cat, los sistemas hidráulicos y los sistemas vibratorios probados en campo y el sistema más grande del mundo de respaldo de los distribuidores asegura que el Compactador de Asfalto CB-534D proporcionará la máxima productividad. La cabina del operador proporciona un ambiente espacioso y confortable para el usuario que promueve una operación productiva. Servicio simple e intervalos de servicio prolongados minimizan el tiempo de mantenimiento y aumentan la producción de la máquina.

MODEL	CB-534D			
Gross Power	97 Kw 130 hp			
Rated Engine RPM	2200		Low Amplitude	0.33 mm 0.013"
No. Cylinders	4		Centrifugal Force	
Displacement	4.4 L 269 in ³		High Amplitude	112 kN 25,208 lb
Engine Model	3054C		Low Amplitude	35 kN 7922 lb
Speeds			General Dimensions:	
Max. Speed (For./Rev.)	0-13 km/h	0-8 mph	Overall width	1883 mm 6'2"
Working Speed	0-13 km/h	0-8 mph	Drum width	1700 mm 5'7"
Operating Weight	10 000 kg	22,050 lb	Drum diameter	1300 mm 4'3"
Shipping Weight	9370 kg	20,660 lb		
Drive	Hydraulic		Overall height (ROPS)	3050 mm 10'0"
Steering:			Wheelbase	3640 mm 11'11"
Inside radius	4150 mm	13'7"	Overall length	4940 mm 16'2"
Outside radius	5850 mm	19'2"	Curb clearance	870 mm 34.5"
Steering angle	±40°		Ground clearance	306 mm 12"
Vibratory System:			Service Refill Capacities:	
Ecc.Weight Drive	Hydraulic direct		Fuel tank	219 L 58 U.S. gal
	auto reversing		Crankcase	9 L 2.4 U.S. gal
Frequency (Max.)	42 Hz	2520 vpm		
Amplitude	5		Hydraulic tank	60 L 15.8 U.S. gal
High Amplitude	1.05 mm	0.041"	Sprinkler water	1100 L 290 U.S. gal

Tabla 14. Ficha técnica de compactador CB-534D.



Fig. 79 Compactadora en trabajos sobre asfalto.

COMPACTADOR PS300C

MODELO	MOTOR	POTENCIA BRUTA KW/HP	MASA EN ORDEN DE TRABAJO KG	ANCHURA DE COMPACTACION M
PS300C	3054C T	75/102	21 300	1.9



Fig. 80 Compactador PS-300C en trabajos sobre la carretera Querétaro - Irapuato.



Fig. 81 Compactador PS-300C.

MODEL	PF-300B/PS-300B2	Steering:	
Gross Power	74 kW 99 hp	Inside radius	5800 mm 19'0"
Rated Engine RPM	2200	Outside radius	7700 mm 25'3"
No. Cylinders	4	General Dimensions:	
Displacement	4 L 243 in ³	Overall width	1960 mm 6'5"
Engine Model	3054 T	Rolling width	1920 mm 6'5"
Speeds	3 forward/3 reverse	Tire width	300 mm 11.8"
Max. Speed (For./Rev.)	19 km/h 11.8 mph	Tire overlap	30 mm 1.2"
Working Speed	12.7 km/h 7.9 mph	Overall height (ROPS)	3000 mm 9'10"
Wheel Configuration	3 front/4 rear	Wheelbase	4030 mm 13'3"
Tires	13/80 X 20 X 20	Overall length	5300 mm 17'5"
Operating Weight Empty (no ballast)	14 000 kg 30,860 lb	Ground clearance	250 mm 10"
Operating Weight Full (max. ballast)	23 050 kg 50,820 lb	Service Refill Capacities:	
Maximum Weight per Wheel	3300 kg 7260 lb	Fuel tank	215 L 56.8 U.S. gal
Shipping Weight	14 000 kg 30,860 lb	Crankcase	7 L 1.8 U.S. gal
Drive	Mechanical	Hydraulic fluid	10 L 2.6 U.S. gal
		Sprinkler water	460 L 121 U.S. gal

Tabla 15. Ficha técnica de compactador PS-300C.



815F SERIES 2 SOIL COMPACTOR

The new 815F Series 2 Soil Compactor offers greater power, productivity and compaction. Combine this with the finest customer support system in the world - the Caterpillar® dealer network of service and parts - and you get the lowest operating cost with the best up-time in the industry!

MODEL	815F	Feet per Wheel	60
Flywheel Power	179 kW 240 hp	Feet per Row	12
Operating Weight*	20 755 kg 45,765 lb	Rows of Feet	5
Engine Model	3176C ATAAC	Foot Length	191 mm 7.5"
Rated Engine RPM	2100	End Area Per Foot	134 cm ² 20.8 in ²
No. Cylinders	6	Width of Two Pass Coverage	4.2 m 13'9"
Displacement	10.3 L 629 in ³	GENERAL DIMENSIONS:	
Speeds:		Height (top of ROPS)	3.34 m 11'0"
Forward	3	Height (stripped top)**	2.39 m 7'10"
Reverse	3	Wheel Base	3.35 m 11'0"
Turning Radius — outside Corner of Blade	7.2 m 23'7"	Overall Length with Dozer	6.80 m 23'6"
Fuel Tank Refill Capacity	446 L 117.8 U.S. gal	Width over Drums	3.24 m 10'8"
TAMPING FOOT WHEELS:		Ground Clearance	390 mm 15.4"
Each Drum Width	991 mm 3'3"	STRAIGHT BULLDOZER:	
Diameters, over feet	1.42 m 4'8"	Width over End Bits	3.76 m 12'4"
Diameters, over drum	1.03 m 3'5"	Height with Cutting Edge	860 mm 2'10"

Tabla 16. Ficha técnica de compactador 815F.



Fig. 82 Compactador pata de cabra sobre suelo de base.

CARGADORES Y RETROEXCAVADORAS

CARGADOR 966 H

MODEL	966H	
Flywheel Power: Net	195 kW	262 hp
Max.	195 kW	262 hp
Engine Model	C11 ATAAC	
Rated Engine RPM	1800	
Bore	130 mm	5.1"
Stroke	140 mm	5.5"
No. Cylinders	6	
Displacement	11.1 L	677 in ³
Speeds Forward	km/h	mph
1st	6.7	4.2
2nd	12.6	7.8
3rd	22.1	13.8
4th	37.4	23.4
Speeds Reverse		
1st	7.4	4.6
2nd	13.9	8.7
3rd	24.3	15.2
4th	37.4	23.4
Hydraulic Cycle Time, Rated Load in Bucket:	Seconds	
Raise	5.9	
Dump	1.6	
Lower (Empty, Float Down)	2.4	
Total	9.9	
Tread Width	2.23 m	7'4"
Width Over Tires	2.96 m	9'9"
Ground Clearance	565 mm	22"
Fuel Tank Capacity	410 L	108 U.S. gal
Hydraulic Tank Capacity	110 L	29 U.S. gal
Hydraulic System Capacity (Includes tank)	200 L	52 U.S. gal

Tabla 17. Ficha técnica de cargador 966H.



Fig. 84 Cargador 966H.

CARGADOR RETRO 416 E

Motor	55 kW
Potencia neta - SAE J1349	
Modelo de motor (estándar)	3054C DIN Cat®
Potencia neta - ISO 9249	56 kW
Potencia bruta - SAE J1995	58 kW
Potencia bruta - ISO 14396	56 kW
Potencia neta - EEC 80/1269	56 kW
Modelo de motor (optativo)	3054C DIT Cat®
Potencia bruta SAE J1995	69 kW
Potencia bruta - ISO 14396	68 kW
Potencia neta - SAE J1349	66 kW
Potencia neta - ISO 9249	67 kW
Potencia neta - EEC 80/1269	67 kW
Calibre	105 mm
Carrera	127 mm
Cilindrada	4.4 L
Reserva de par neta a 1.400 rpm - estándar	27 %
Reserva de par neta a 1.400 rpm - optativa	37 %
Par máximo neto a 1.400 rpm - estándar - SAE J1349	296 N·m
Par máximo neto a 1.400 rpm - optativo - SAE J1349	386 N·m
Retroexcavadora	
Profundidad de excavación - estándar	4360 mm
Brazo extensible retraído	4402 mm
Brazo extensible extendido	5456 mm
Alcance desde el pivote de rotación - estándar	5618 mm
Rotación del cucharón	205 Grados
Fuerza de excavación del cucharón - estándar	51.8 kN
Brazo extensible retraído	51.1 kN
Brazo extensible extendido	51.1 kN
Fuerza de excavación del brazo - estándar	31.8 kN
Brazo extensible retraído	31.8 kN
Brazo extensible extendido	23.4 kN
Levantamiento del brazo a 2.440 mm (8 pies) - estándar	2321 kg
Brazo extensible retraído	2112 kg
Brazo extensible extendido	1323 kg
Altura de carga - estándar	3636 mm
Brazo extensible retraído	3577 mm
Brazo extensible extendido	4145 mm
Alcance de carga - estándar	1768 mm
Brazo extensible retraído	1868 mm

Cargador

Capacidad del cucharón - Uso General	.76 m3
Ancho del cucharón - Uso general	2262 mm
Altura de descarga a ángulo máximo	2651 mm
Alcance de descarga a ángulo máximo	772 mm
Profundidad de excavación	106 mm
Capacidad de levantamiento a altura máxima	2547 kg
Fuerza de desprendimiento del cucharón	40.9 kN



Fig. 85 Retroexcavador en trabajos de excavación y corte de material.

CARGADOR SOBRE NEUMÁTICOS CATERPILLAR 928 GZ

MODEL	928Gz	
Flywheel Power: Net	107 kW	143 hp
Max.	115 kW	155 hp
Engine Model	3068 DI ATAAC	
Rated Engine RPM	2300	
Bore	100 mm	3.94"
Stroke	127 mm	5"
No. Cylinders	8	
Displacement	6 L	366 in ³
Speeds Forward	km/h	mph
1st	7.9	4.9
2nd	12.6	7.8
3rd	25.8	16.0
4th	37.7	23.4
Speeds Reverse		
1st	7.9	4.9
2nd	12.6	7.8
3rd	25.8	16.0
Hydraulic Cycle Time, Rated Load in Bucket:	Seconds	
Raise	8.1	
Dump	1.2	
Lower (Empty, Float Down)	2.8	
Total	10.1	
Tread Width	1.95 m	6'5"
Width Over Tires	2.44 m	8'0"
Ground Clearance	408 mm	16"
Fuel Tank Capacity	225 L	59.4 U.S. gal
Hydraulic Tank Capacity	70 L	18.6 U.S. gal
Hydraulic System Capacity (Includes tank)	125 L	33 U.S. gal

Tabla 18. Ficha técnica.



RETROEXCAVADORA SOBRE ORUGAS CATERPILLAR 330 DL

Motor	Diesel Caterpillar modelo C9, 6 cilindros, con potencia al neta de 268 hp equipado con Tecnología ACERT, el cual optimiza el rendimiento del motor entregando más potencia efectiva y cumpliendo con lo establecido por las normas Tier III y controlado por el ADEMTMA4
Cilindrada	8800 cm ³
Transmisión	Hidrostática con pedales y accionamiento manual.
Cabina	Cerrada con A/C, y asiento suspensión de aire en vinil. La del sistema de monitoreo es de fácil acceso y posee varios idiomas a escoger.
Tren de rodaje	Los rodillos inferiores y superiores así como las ruedas guías son sellados y lubricados de alta duración. El ancho de las zapatas es de 800 mm con una longitud de 5020 mm de doble garra.
Longitud del stick	2.55 metros
Boom	Boom es de excavación masiva.
Profundidad máxima de excavación	6633 mm
Altura máxima de Corte	10023 mm
Altura máxima de Carga	6629 mm
Fuerza excavación del Cucharón	271 kN (60923 lbf)
Fuerza excavación del Stick	195.2 kn (43883 lbf)
Capacidad del balde	3.15 m ³ y 1676 mm de ancho.
Sistema hidráulico	Bomba de sistema piloto independiente de las bombas principales, dotada de amortiguadores de cilindros, sistema de detección de carga cruzada, válvula hidráulica auxiliar
Control de la pluma	Joystick pilotado de bajo esfuerzo

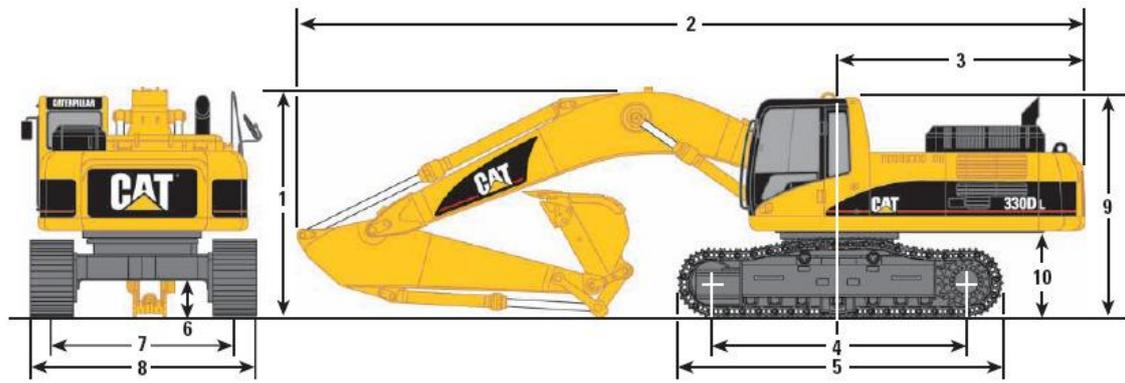


Fig. 86 Excavadora 330DL.



Fig. 87 Excavadora 330 DL llenando la criba.



Fig. 88 Excavadora 330DL excavando y llenando camión de volteo.

EQUIPO DE TRITURACIÓN



Fig. 89 Esquema interno de trituradora.

LOKOTRACK LT110

Trituradora de mandíbulas Nordberg C110

- Abertura de alimentación: 1.100x850 mm
- Rango de reglaje (cantera): 70-170 mm

Tolva de alimentación

- Volumen: 7 m³
- Anchura: 2.750 mm

Alimentador por barrotos VF544-2V

- Longitud: 4.400 mm
- Anchura: 1.300 mm

Cinta transportadora de descarga principal H14-12

- Anchura de cinta: 1.400 mm
- Altura de descarga: 3.500 mm

Cinta transportadora lateral H8-10

- Anchura de cinta: 800 mm
- Altura de descarga: 3,65 m

Motor

- Caterpillar C-13
- Potencia: 310 kW
- Autorización Tier 3
- Accionamiento directo de la trituradora
- Demás accionamientos de tipo hidráulico

Dimensiones de transporte (unidad estándar)

Longitud: 17.400 mm

Anchura: 3.500 mm

Altura: 3.800 mm

Peso: 66.000 kg



Fig. 90 Planta de trituración utilizada en el proyecto.



Fig. 91 Tren de procedimiento completo de planta de trituración utilizada en el proyecto.

TRITURADORA DE CONO FINTEC 1080

El C3 trituradora reúne exigentes demandas de calidad de los productos. Total se han hecho más estrictas las especificaciones y esta tendencia hacia niveles más altos se mantendrá. El C3 trituradora y el CSC (cúbica forma aplastante) técnica desarrollada por Sandvik, producir el material de forma excelente y de alta calidad.

El C3 está equipado con un sistema de hydroset que proporciona la seguridad y el establecimiento de funciones de ajuste, e incorpora un pesado cilindro hidráulico, que apoya la mainshaft y ajusta su posición. El semi-automático de ajuste de sistema de regulación no solo optimiza la producción, sino que también realiza un seguimiento en línea de desgaste. Esto hace que sea fácil de planificar los cambios de línea y minimizar las interrupciones en la producción.



Fig. 92 Trituradora FINTEC.

Además de la alta capacidad, el 1080 es compacto, que le hace muy fácil de mover y de instalar.

Características estándar

- Robusto, de alta resistencia, cámara de trituración
- Alta capacidad, reducción de alto rendimiento
- En condiciones de aceptar "todos en la alimentación animal" en la mayoría de los casos
- Dirección hidráulica
- Alimentador automático de alto nivel para mantener el estrangulador piensos.
- Alimentador hidráulico móvil para el transporte.
- CAT C13 - 328 Kw (385 Hp) motor
- Pesados, chasis y pista de marco
- 500mm de ancho pistas
- Detector de metales instalados de serie.

LOKOTRACK LT300HP CONO PLANTA MOVIL

La pista montada Lokotrack LT300HP, equipada con la probada trituradora de cono Nordberg HP300, tiene un rendimiento de hasta 550 MTPH (660 stph). Además de la selección de las trituradoras de cono de alto rendimiento, la LT300HP también ofrece una variedad de opciones de alimentación y equipos de detección. Esto hace que LT300HP la forma más eficiente y flexible secundario / terciario en la planta de trituración de mercado que pueden ser transportados de un sitio a otro como una sola unidad.

LT300HP tiene una construcción robusta para las más duras de la trituración de roca dura sitios. La trituradora de cavidad se pueden seleccionar de acuerdo con las necesidades específicas de las aplicaciones para lograr alta capacidad, alta calidad de los productos, así como bajos costos de parte de desgaste. Fácil de transporte en un remolque permite el uso rentable de LT300HP de alta capacidad de contratación.



El Lokotrack LT300HP características principales:

Construido alrededor de la probada trituradora de cono HP300
Trituradora cavidad se pueden seleccionar con precisión
IC600 trituradora de automatización estándar
Amplia variedad de opciones de equipamiento disponibles

Especificaciones técnicas

Trituradora	Trituradora de cono Nordberg HP300	
Pantalla	Nordberg TK13-30S pantalla (opcional)	

Transporte dimensiones - unidad básica

Longitud:	16 300 mm	56 pies 6 en
Ancho:	3500 mm	11 pies 6 en
Altura:	3800 mm	12 pies 6 en
Peso:	43 000 kg	95 000 libras

TEREX FINLAY 694

3 Cubierta de pantalla con la innovadora forma dividida en 4. La Finlay 694 es la última historia de éxito en el móvil de detección y es considerada como un importante beneficio para los operadores de aplastamiento. El producto se puede alimentar en una trituradora secundaria antes de volver a selección, o un cuarto del producto puede ser almacenado, que a menudo elimina la necesidad de una nueva pantalla. Las aplicaciones incluyen análisis de agregados triturados, arena y grava, el carbón y el cribado de materiales de demolición.

- 3 cubierta de alto rendimiento de pantalla
- Sin complicaciones de alto rendimiento con 2, con velocidad controlada screenbox motores hidráulicos
- Cuatro transportadores de productos con alta descarga de mayor altura
- Longitud extra amplia pasarela que permite el acceso sin restricciones en todos los ámbitos de la screenbox
- Control remoto de depósito
- Alta capacidad

Opciones

- Sencilla o Doble cubierta vibrante red
- Trituradora de la tolva de entrada de la tolva de alimentación
- Cubre polvo
- Opción de ruedas: Opción de ruedas y orugas



EQUIPO DE TRANSPORTE

KENWORTH T800B



CAMION PIPA CHEVROLET KODIAK PARA COMBUSTIBLE



CAMION PIPA CHEVROLET KODIAK PARA AGUA



KENWORTH T600

El Kenworth T600 fue, y sigue siendo el camión más aerodinámico en el mercado. El T600 continúa tendiendo, en la actualidad, el más alto en diseño en aerodinámica, funcionamiento y comodidad.



La aerodinámica sin igual del T600 le hace un tractocamión perfecto para la adaptación de cajas secas. Con su maniobrabilidad superior proporcionada por la distancia hacia atrás más de lo normal de su eje delantero, el T600 es el camión perfecto para recolección, entrega y aplicaciones con caja corta. Seleccione de la amplia gama de opciones de ahorro por peso y el T600 es la unidad ideal para cargadores a granel o cualquier persona que trate de maximizar la carga.

El T600 está diseñado y construido pensando en la comodidad del conductor. Ya sea que usted lo maneje o tenga operadores, disfrutará de la quietud de la cabina, los controles en los lugares adecuados, y detalles de alta calidad en los interiores. El resorte delantero de 64", suspensión de aire de 8 bolsas y la combinación de la suspensión de la cabina y el dormitorio proporcionan un paseo excepcionalmente agradable.

El T600, como todos los productos KW, está diseñado para tener un fácil mantenimiento. Esto aunado a su aerodinámica, su confiabilidad y el alto valor de reventa hacen del T600 una excelente inversión

CAMA BAJA LOAD KING



EQUIPO AUXILIAR UTILIZADO EN OBRA

BARREDORA AUTOPROPULSADA ROSCO RB-48

Descripción

El PB-48, Challenger y SweepPro V barredoras son su opción para la maniobrabilidad, la visibilidad, la fiabilidad y la rentabilidad de una variedad de aplicaciones de barrido. De la seguridad y la comodidad de todas las cabinas, operador de control de presión del cepillo, barriendo el ángulo y la velocidad de respuesta con el joystick de control de escoba y de transmisión hidrostática y dirección. El nuevo Challenger V incorpora un potente Sweepster pincel.



COMPRESOR PORTATIL INGERSOLL RAND P 185



SOLDADORA ELECTRICA MILLER XMT456



BOMBA SUMERGIBLE WACKER PS2 750



DOBLADORA ELECTRICA ALBA DAR 55



Modelo	DAR 55
Velocidad del plato	5/10 r.p.m.
Potencia del motor	4 Kw.
Peso neto (Kg.)	1050
Dimensiones (mm.)	1600x1070x1050

4.2 DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS PELIGROSOS

Hoy más que nunca los constructores debemos tomar conciencia sobre las repercusiones que pueden traer el realizar todo tipo de construcción, llámese carretera, edificio, fraccionamiento, preso, etc. Ya que la situación actual de las condiciones naturales del planeta están deterioradas debido a la mala planeación del crecimiento poblacional y a la falta de conciencia de la humanidad entera.

Es por eso que el constructor debe tomar en cuenta que debido al largo proceso de ejecución de los proyectos es necesario llevar un control de la generación de residuos que se generan en la construcción además de las medidas previas sobre el efecto de la obra en el impacto ambiental.

En el país existe un órgano regulador que se encarga de dictar las normas y reglamentos a seguir en cuanto a impacto ambiental se refiere y que legisla además sobre la disposición de los residuos generados, este órgano es la SEMARNAT.

Este órgano ha promulgado leyes que guía y legisla sobre la disposición de los residuos generados por medio de la LGEEPA la cual hace referencia sobre la normatividad que se debe seguir con dichos residuos.

Dicha ley define en el Capítulo I todos aquellos conceptos que interfieren en el proceso de la disposición final de los residuos generados, desde la generación de estos durante el proceso hasta llegar a la disposición final.

Todo constructor debe estar consciente de que es un generador de residuos por lo que el artículo 8 hace una definición sobre las obligaciones del generador.

ARTICULO 8o.- El generador de residuos peligrosos deberá:

- I) Inscribirse en el registro que para tal efecto establezca la Secretaría;
- II) Llevar una bitácora mensual sobre la generación de sus residuos peligrosos;
- III) Dar a los residuos peligrosos, el manejo previsto en el Reglamento y en las normas técnicas ecológicas correspondientes;
- IV) Manejar separadamente los residuos peligrosos que sean incompatibles en los términos de las normas técnicas ecológicas respectivas;
- V) Envasar sus residuos peligrosos, en recipientes que reúnan las condiciones de seguridad previstas en este reglamento y en las normas técnicas ecológicas correspondientes.
- VI) Identificar a sus residuos peligrosos con las indicaciones previstas en este Reglamento y en las normas técnicas ecológicas respectivas;
- VII) Almacenar sus residuos peligrosos en condiciones de seguridad y en áreas que reúnan los requisitos previstos en el presente Reglamento y en las normas técnicas ecológicas correspondientes.

- VIII) Transportar sus residuos peligrosos en los vehículos que determine la Secretaría de Comunicaciones y Transportes y bajo las condiciones previstas en este Reglamento y en las normas técnicas ecológicas que correspondan;
- IX) Dar a sus residuos peligrosos el tratamiento que corresponda de acuerdo con lo dispuesto en el Reglamento y las normas técnicas ecológicas respectivas;
- X) Dar a sus residuos peligrosos la disposición final que corresponda de acuerdo con los métodos previstos en el Reglamento y conforme a lo dispuesto por las normas técnicas ecológicas aplicables;
- XI) Remitir a la Secretaría, en el formato que ésta determine, un informe semestral sobre los movimientos que hubiere efectuado con sus residuos peligrosos durante dicho período; y
- XII) Las demás previstas en el Reglamento y en otras disposiciones aplicables.

Más adelante en el capítulo 2 habla sobre el manejo de los residuos y en el artículo 15 habla sobre cómo se deben almacenar los residuos.

ARTICULO 15.- Las áreas de almacenamiento deberán reunir como mínimo, las siguientes condiciones:

- I) Estar separadas de las áreas de producción, servicios, oficinas y de almacenamiento de materias primas o productos terminados;
- II) Estar ubicadas en zonas donde se reduzcan los riesgos por posibles emisiones, fugas, incendios, explosiones e inundaciones;
- III) Contar con muros de contención, y fosas de retención para la captación de los residuos o de los lixiviados;
- IV) Los pisos deberán contar con trincheras o canaletas que conduzcan los derrames a las fosas de retención, con capacidad para contener una quinta parte de lo almacenado;
- V) Contar con pasillos lo suficientemente amplios, que permitan el tránsito de montacargas mecánicos, electrónicos o manuales, así como el movimiento de los grupos de seguridad y bomberos en casos de emergencia;
- VI) Contar con sistemas de extinción contra incendios. En el caso de hidrantes, éstos deberán mantener una presión mínima de 6 Kg/cm² durante 15 minutos; y
- VII) Contar con señalamientos y letreros alusivos a la peligrosidad de los mismos, en lugares y formas visibles.

De no acatarse el reglamento se aplicara sanciones que al igual marca esta ley.

Además la Ley General para la Prevención y Gestión de Residuos hace una clasificación de los residuos especiales y de cuál debe ser el manejo de estos:

Artículo 19.- Los residuos de manejo especial se clasifican como se indica a continuación, salvo cuando se trate de residuos considerados como peligrosos en esta Ley y en las normas oficiales mexicanas correspondientes:

- I) Residuos de las rocas o los productos de su descomposición que sólo puedan utilizarse para la fabricación de materiales de construcción o se destinen para este fin, así como los productos derivados de la descomposición de las rocas, excluidos de la competencia federal conforme a las fracciones IV y V del artículo 5 de la Ley Minera;
- II) Residuos de servicios de salud, generados por los establecimientos que realicen actividades médico-asistenciales a las poblaciones humanas o animales, centros de investigación, con excepción de los biológico-infecciosos;
- III) Residuos generados por las actividades pesqueras, agrícolas, silvícolas, forestales, avícolas, ganaderas, incluyendo los residuos de los insumos utilizados en esas actividades;
- IV) Residuos de los servicios de transporte, así como los generados a consecuencia de las actividades que se realizan en puertos, aeropuertos, terminales ferroviarias y portuarias y en las aduanas;
- V) Lodos provenientes del tratamiento de aguas residuales;
- VI) Residuos de tiendas departamentales o centros comerciales generados en grandes volúmenes;
- VII) Residuos de la construcción, mantenimiento y demolición en general;
- VIII) Residuos tecnológicos provenientes de las industrias de la informática, fabricantes de productos electrónicos o de vehículos automotores y otros que al transcurrir su vida útil, por sus características, requieren de un manejo específico, y
- IX) Otros que determine la Secretaría de común acuerdo con las entidades federativas y municipios, que así lo convengan para facilitar su gestión integral.

Debe ponerse especial cuidado es los residuos que marca el artículo 31:

Artículo 31.- Estarán sujetos a un plan de manejo los siguientes residuos peligrosos y los productos usados, caducos, retirados del comercio o que se desechen y que estén clasificados como tales en la norma oficial mexicana correspondiente:

- I) Aceites lubricantes usados;
- II) Disolventes orgánicos usados;
- III) Convertidores catalíticos de vehículos automotores;
- IV) Acumuladores de vehículos automotores conteniendo plomo;
- V) Baterías eléctricas a base de mercurio o de níquel-cadmio;
- VI) Lámparas fluorescentes y de vapor de mercurio;
- VII) Aditamentos que contengan mercurio, cadmio o plomo;
- VIII) Fármacos;
- IX) Plaguicidas y sus envases que contengan remanentes de los mismos;
- X) Compuestos orgánicos persistentes como los bifenilos policlorados;

- XI) Lodos de perforación base aceite, provenientes de la extracción de combustibles fósiles y lodos provenientes de plantas de tratamiento de aguas residuales cuando sean considerados como peligrosos;
- XII) La sangre y los componentes de ésta, sólo en su forma líquida, así como sus derivados;
- XIII) Las cepas y cultivos de agentes patógenos generados en los procedimientos de diagnóstico e investigación y en la producción y control de agentes biológicos;
- XIV) Los residuos patológicos constituidos por tejidos, órganos y partes que se remueven durante las necropsias, la cirugía o algún otro tipo de intervención quirúrgica que no estén contenidos en formol, y
- XV) Los residuos punzo-cortantes que hayan estado en contacto con humanos o animales o sus muestras biológicas durante el diagnóstico y tratamiento, incluyendo navajas de bisturí, lancetas, jeringas con aguja integrada, agujas hipodérmicas, de acupuntura y para tatuajes. La Secretaría determinará, conjuntamente con las partes interesadas, otros residuos peligrosos que serán sujetos a planes de manejo, cuyos listados específicos serán incorporados en la norma oficial mexicana que establece las bases para su clasificación.

También la ley marca que el generador es responsable durante determinado periodo de sus residuos durante el tiempo que estos sigan representando un riesgo para el equilibrio ecológico.

Dentro de esto en la construcción de carreteras como es el caso del PPS Querétaro Irapuato, como es de suponerse se lleva un estricto control sobre el manejo de los residuos generados por la construcción de dicho obra.

El departamento de ambiental tiene convenios con diversas empresas que se encargan ya sea del almacenamiento o disposición final de los residuos que durante la ejecución del proyecto se dan.

En lo referente a aceites, aditivos, líquidos para frenos, combustible y demás material contaminado que se encuentra en el rango de residuos especiales se cuenta con la colaboración de una empresa especializada que se encarga de transportar el material generado en contenedores a una empresa en monterrey quien realiza la disposición final de estos residuos.

En cuanto a la basura generada durante la obra ocasionada por el personal que labora en la obra como pueden ser envases o envolturas estos son llevados a el relleno municipal con quienes se cuenta con un convenio para realizar dicha acción.

En materia de neumáticos se encuentra en pláticas con una empresa que hará disposición de estas para generar un tipo especial de asfalto en el que se le agrega el neumático triturado.

Otra cosa interesante es que con los filtros de aire de los camiones se pretende hacer una lámpara artesanal que dará un fin benéfico y útil para estos elementos.

En la obra se cuenta con un lugar especial en donde son almacenados los materiales conforme a norma y que sirve para acumular los residuos generados por cierto tiempo en el que se espera la llegada de la empresa que los trasladara a su destino final.

Otra medida importante es que en todos los procesos se cuida la máximo el no dañar el entorno en la medida de lo posible aunado a la utilización de equipo ecológico o en su defecto de poca contaminación.



Fig. 93 Contenedor de basura.

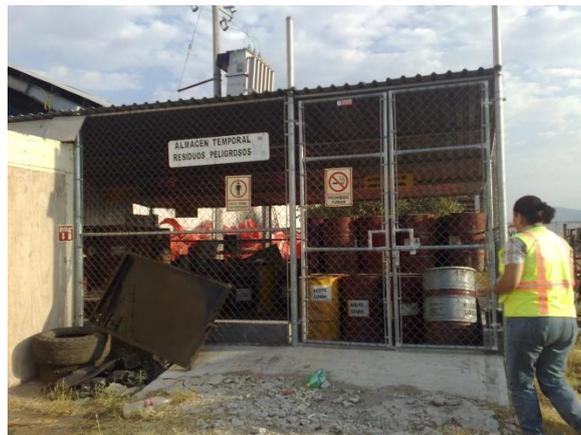


Fig. 94 Almacén de residuos peligrosos.



Fig. 95 Contenedores de residuos especiales.



Fig. 96 Almacén de plásticos.



Fig. 97 Almacén de neumáticos.

5 CONCLUSIONES

El equipo o maquinaria de construcción se ha convertido en una herramienta para el constructor indispensable debido a los altos beneficios que esta representa durante los procesos de construcción en ahorro en tiempo y recursos materiales y económicos.

Sabiendo de lo útil que son estas herramientas es de esperarse que se tengan ciertas consideraciones al momento de seleccionar un equipo ya que de esto dependerá el éxito que tenga nuestro proyecto, por lo cual antes de decidir la utilización de un equipo es necesario hacer una valoración de los costos y beneficios que esto pueda representar ya que los equipos por similares que sean siempre existirá un factor diferente que pueda marcar una diferencia importante al momento de hacer la selección, así como realizar comparativas con diferentes equipos y al final por decidir el que mejor satisfaga nuestras necesidades.

Una de las características en las que se debe tener un especial cuidado es en el rendimiento que nos pueda proporcionar el equipo ya que esta dependerá en gran medida de la realización correcta de los trabajos.

Otro factor importante después de que hemos elegido el equipo adecuado que emplearemos es el procurar tener a la mano las refacciones que se necesitaran siempre y cuando esto no afecte la economía del proyecto, así como el contar con un adecuado mantenimiento para que nuestro equipo funcione a la perfección durante la obra y así evitar demoras en los tiempos de ejecución además de evitar costos que la mala planeación pudiera ocasionarnos.

También es necesario considerar el dar a los operadores de estos equipos una capacitación constante para evitar posibles incidentes en la obra, además de que el rendimiento en horas maquinas será mayor cuando se tenga personal capacitado tanto operadores como personal de mantenimiento ya que el avance tecnológico es tan acelerado que en muchas de las ocasiones rebasa las capacidades de respuesta de las empresas.

Después de que se ha elegido el equipo idóneo y que se ha realizado una buena planeación en cuanto a mantenimiento y utilización de estos, es necesario que se tenga un especial cuidado en cuanto al daño ambiental que se pueda ocasionar debido a la ejecución del proyecto y la relación que esto pueda ocasionar debido a la generación de residuos que de este provengan por lo que es necesario un adecuado control de residuos ya sea para evitar enfermedades, accidentes, mala imagen, sanciones pero sobre todo evitar dañar el ambiente.

6 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

CATERPILLAR
MANUAL DE RENDIMIENTO
Edición 36.

www.caterpillar.com

www.terex.com

www.metso.com

www.fintec.com

www.kenworth.com

www.semarnet.gob.mx

[Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente](#)

[Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos](#)

