



29.31

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

RETROEXCAVADORAS

TESIS PROFESIONAL

Que para obtener el título de:

INGENIERO CIVIL

p r e s e n t a :

LUIS CANDELAS RAMIREZ

México, D. F.

1981



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

I N D I C E

INTRODUCCION	1
CAPITULO I ORIGEN DE LAS RETROEXCAVADORAS	2
CAPITULO II DESCRIPCION DE LAS RETROEXCAVADORAS	6
CAPITULO III SELECCION DE RETROEXCAVADORAS	27
CAPITULO IV COSTO HORARIO	30
CAPITULO V RENDIMIENTOS	41
CAPITULO VI APLICACION DE LAS RETROEXCAVADORAS	57
CAPITULO VII MANTENIMIENTO	65
CAPITULO VIII CONCLUSIONES	87
APENDICE INFORME SOBRE EL MERCADO DE LAS RETROEXCAVADORAS EN MEXICO.	88
BIBLIOGRAFIA.	93

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

En la actualidad el uso de maquinaria ha tomado un papel de suma importancia dentro de lo que podemos llamar insumos de la industria de la construcción.

Esta maquinaria cada vez más potente, más complicada en sus sistemas y por ende más costosa en su adquisición, debe analizarse con mucho cuidado de acuerdo al volumen, tipo y condiciones del trabajo por realizar, teniendo siempre en mente que una buena elección nos dará como resultado un trabajo bien realizado y una recompensa económica óptima.

Dentro de la gran variedad de maquinaria para la construcción, tenemos a las retroexcavadoras, cuyo estudio pretendo realizar en el presente trabajo, primeramente haciendo una descripción somera de sus partes y aditamentos, presentando después, los tipos de retroexcavadoras que se pueden adquirir en el mercado nacional así como sus costos de operación, rendimientos y por último dando algunas directrices sobre sus aplicaciones y mantenimiento en general.

Este es pues, un estudio, que sin ser muy profundo, reúne los datos necesarios para que los ingenieros y los futuros ingenieros, tengan un conocimiento apropiado a su profesión en lo que respecta a la retroexcavadora.

Por último, si bien la retroexcavadora es solo una máquina dentro de la gran variedad existente para la aplicación en la construcción, los aspectos de costo horario y mantenimiento pueden ser de utilidad en otros tipos de maquinaria por ejemplo para las dragas y palas mecánicas.

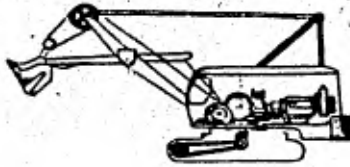
C A P I T U L O I

ORIGEN DE LAS RETROEXCAVADORAS

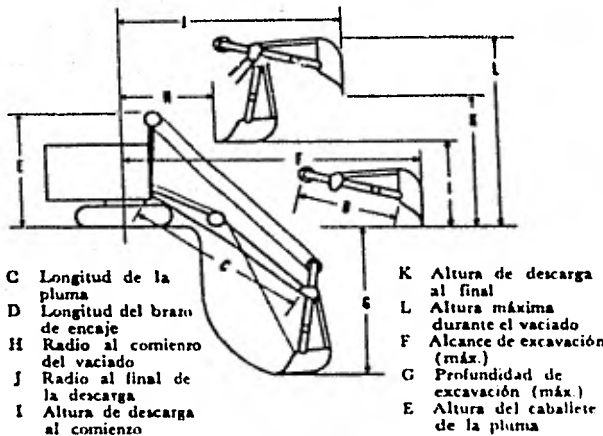
El término retroexcavadoras se aplica a una máquina del grupo de las palas mecánicas, donde se encuentran también, la pala normal, la pala niveladora la draga o excavadora con bote de arrastre, la excavadora con cucharón de almeja, etc., antiguamente la mayoría de los constructores estudiaban sus excavadoras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

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

Las palas mecánicas tienen su origen en 1836, año en que William S. Otis obtuvo una patente por su excavadora de tipo terrestre, accionada mecánicamente, que fué la primera pala mecánica. Esta se accionaba por vapor y pronto se adaptó para usarse en las vías del ferrocarril, el cual estaba en expansión. Las primeras palas mecánicas montadas en plataformas de ferrocarril, podían girar de 180 a 270 grados horizontalmente. Fueron muy útiles en los trabajos iniciales de excavación del canal de Panamá. Los registros indican que en los trabajos de excavación de esa garganta, se usaron más de 100 palas mecánicas movidas por ferrocarril, desde 1907 hasta su terminación en 1914. Las excavadoras se accionaban todas por vapor, hasta que se introdujo el primer motor de gasolina en 1912. Por ese tiempo se estaban desarrollando las palas totalmente giratorias, montadas en cintas (bandas) de orugas.

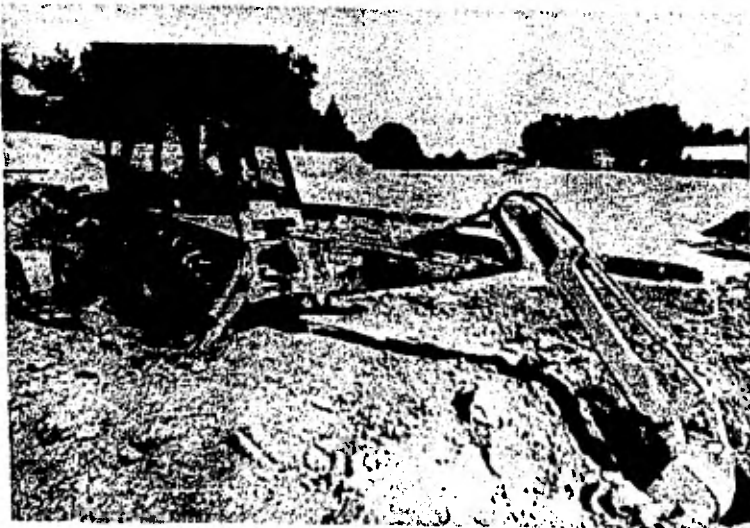


La retroexcavadora aparecen aproximadamente hace unos - 50 años y se desarrollan a partir de un diseño básico montada-sobre orugas, operadas con cables y accionadas con motor de ga solina o diesel.



Originalmente aparecieron con capacidades de $3/8$ a $3/4$ de Yd^3 , posteriormente con el desarrollo del equipo de construcción operado hidráulicamente fueron perdiendo aplicación, pero a partir de 1951 en que se comienza a fabricar en serie retroexcavadoras operadas hidráulicamente, este equipo ha resurgido y se ha desarrollado enormemente, tanto que en la actualidad se tienen retroexcavadoras con capacidad aproximada de hasta 15.3-m^3 ($20 Yd^3$).

En sus principios las retroexcavadoras hidráulicas tuvieron su mayor aplicación como excavadoras de zanja y de usos generales de desplazamiento de tierras. Las primeras eran pequeñas, montadas básicamente sobre un tractor de llantas, que también llevaba un cucharón de cargador frontal. Esta sigue siendo una combinación ideal para aplicaciones pequeñas, pero en la medida en que la obra exige un esfuerzo mayor, esta máquina disminuye su eficiencia.



Las razones principales del gran desarrollo de este equipo son: la aplicación precisa de la potencia, la flexibilidad de trabajo de la cuchara y su velocidad y la facilidad de conducción hasta entonces desconocida en los equipos convencionales.



Si los años 50 han visto nacer la retro hidráulica y durante los años 60 se ha asistido a su primera aplicación como máquina de producción en las canteras, fue necesario esperar hasta los años 70 para que la retroexcavadora hidráulica de gran producción alcanzara su madurez y encontrara grandes posibilidades de utilización en los trabajos de movimiento de tierras, actualmente las retroexcavadoras siguen fortaleciéndose en tamaño y por consecuencia en potencia. Es necesario aclarar que de aquí en adelante solo se hablará de las retroexcavadoras hidráulicas.

C A P I T U L O II

DESCRIPCION.

Las retroexcavadoras son equipos diseñados principalmente para realizar trabajos abajo del nivel del terreno en que se sustenta, vienen montadas sobre llantas las pequeñas y sobre orugas las de gran tamaño, esto debido principalmente a su propio peso, pero también al tipo de terreno en el que vayan a trabajar.

RETROEXCAVADORAS MONTADAS SOBRE LLANTAS.

Este tipo de retroexcavadoras, son: máquinas veloces las que para su mejor rendimiento deben trabajar sobre terrenos en buen estado y donde los caminos sean transitables, generalmente tienen estabilizadores que son dispositivos a base de cilindro-hidráulico para elevar la máquina durante el trabajo, son accionados desde la cabina, entonces las ruedas se mantienen en posición clavada 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 35 Km/hr.

Según la marca y el modelo, varían los sistemas de transmisión y frenado ya que las cajas de velocidades pueden ser de 4 velocidades hacia adelante y una hacia atrás, hasta 5 velo

tidades hacia adelante y 4 hacia atrás. En lo que se refiere al sistema de frenado, estos equipos pueden tener hasta tres tipos: dos frenos de accionamiento manual independiente sobre las ruedas traseras, derecha o izquierda, freno de pié que actúa sobre las ruedas traseras y freno de estacionamiento mecánico que actúa sobre la transmisión vertical.

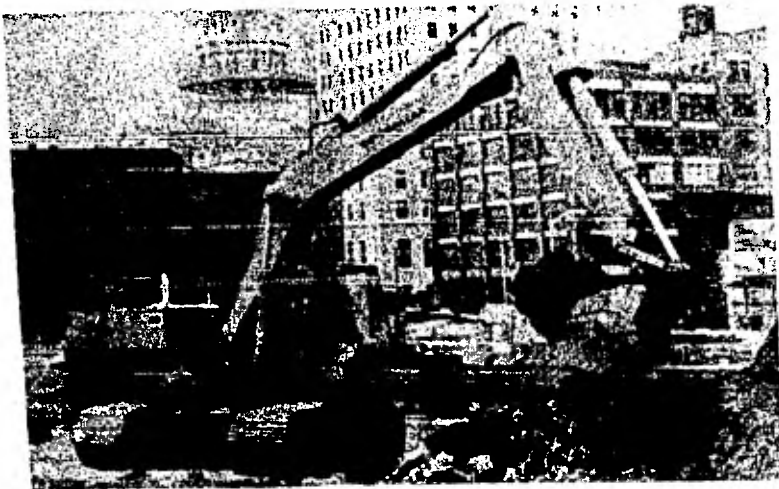
En general el mando de dirección actúa sobre el eje delantero por medio de un gato de servomecanismo, lo que evita todo esfuerzo al operador. Autorregulable, mediante simple maniobra desde la cabina, este sistema de accionamiento permite un manejo preciso de la retro en carretera y aumenta su manejabilidad en obra.

Las retroexcavadoras montadas sobre llantas son de tamaño pequeño lo mismo que su capacidad de cucharón, su tamaño máximo pesa 25 Ton. aproximadamente y su capacidad máxima de cucharón es de 1.15 m^3 ($1 \frac{1}{2} \text{ Yd}^3$).



RETROEXCAVADORA MONTADA 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 mo- vido frecuentemente, usualmente este es el caso de las retroex- cavadoras. El montaje de oruga aporta el máximo de área de a- poyo para los trabajos en tierra suelta, a la vez que puede so portar 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 con tinuas, paralelas, que sostienen un bastidor de base. La longitud de apoyo de las cintas de oruga depende de la superficie y la profundidad de penetración en ésta. Esta longitud puede tomarse, con bastante seguridad, como la distancia entre los centros de las ruedas dentadas extremas de la oruga, o los ejes de la rueda guía, sobre las que giran las cintas.

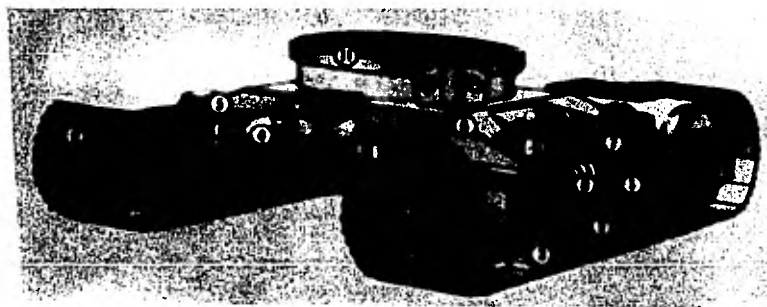
El ancho de apoyo es igual al doble del ancho de una de las cintas. Normalmente, para una excavadora motorizada, estas dimensiones dan origen a presiones de 0.35 a 2.70 Kg/cm².

En la mayoría de las retroexcavadoras puede aumentarse el ancho total de las cintas de oruga para proporcionar mayor estabilidad o bien cambiando las cintas de oruga para tener mayor área de apoyo.



Cada tren de orugas se compone de una cadena, sobre la cual están fijadas, por pernos, las zapatas o tejas que pueden ser de diferentes tipos y tamaños de acuerdo al trabajo específico y al terreno en el cual se va a mover.

La tensión está asegurada por resortes y amortiguadores.



COMPONENTES PRINCIPALES DEL TREN DE RODAJE

- 1.- Bastidor de Rodillos
- 2.- Rodillos inferiores, superiores y ruedas tensoras.
- 3.- Carriles
- 4.- Motores hidráulicos de los carriles
- 5.- Frenos de disco.
- 6.- Sección de apoyo.
- 7.- Ajustadores Hidráulicos de carriles
- 8.- Muelles tensores
- 9.- Zapatas
10. Mandos Finales
11. Mecanismo interno de giro

El bastidor de base o portante, soportado por las unidades de tracción aloja a los mecanismos de propulsión y dirección, los cuales son accionados desde la superestructura o bastidor torreta giratoria de la retroexcavadora. La transmisión de propulsión puede ser de una o varias velocidades, el fabricante especifica las velocidades de trabajo de acuerdo a ciertas normas. Las retroexcavadoras montadas sobre orugas, avanzan normalmente a velocidades de 0.8 a 3.2 Km/hr. sobre superficies planas y pudiendo subir pendientes hasta del 67% en condiciones óptimas, sobre terreno firme, parejo, seco y sin llevar carga.

La propulsión independiente de los carriles hacen posible que éstos giren en sentido opuesto para hacer virajes en poco espacio, lo cual facilita la entrada en sectores muy reducidos, en obras apiñadas. Los dos motores de las cintas de oruga son idénticos e intercambiables.

Las retroexcavadoras montadas sobre carriles de oruga son de una gran variedad de tamaños, desde las que pesan 13 Ton. y con una capacidad del cucharón de 0.4 m^3 ($1/2 \text{ Yd}^3$) hasta las que pesan 190 Ton. y una capacidad del cucharón de 13 m^3 (17 Yd^3).

Una vez descritos los dos mecanismos de apoyo y tránsito (sobre orugas y enllantado) del equipo en estudio, se detallará a continuación el chasis torreta que es similar para ambos tipos de retroexcavadoras.

PARTES PRINCIPALES.

La superestructura o torreta está apoyada en el bastidor portante por medio del mecanismo giratorio, el cual esta compuesto principalmente de dos engranes, uno llamado corona que sirve de pista o carril para el giro y el otro llamado piñón, que es el que transmite su movimiento y así hacer girar la torreta, este mecanismo es accionado por medio de una palanca, desde la ca

bina.

Aparte de su apoyo la superestructura esta compuesta de: una cabina de controles, el sistema hidráulico, un contrapeso para la estabilidad en los momentos de trabajo, y sirve además de apoyo para el mecanismo de excavación.

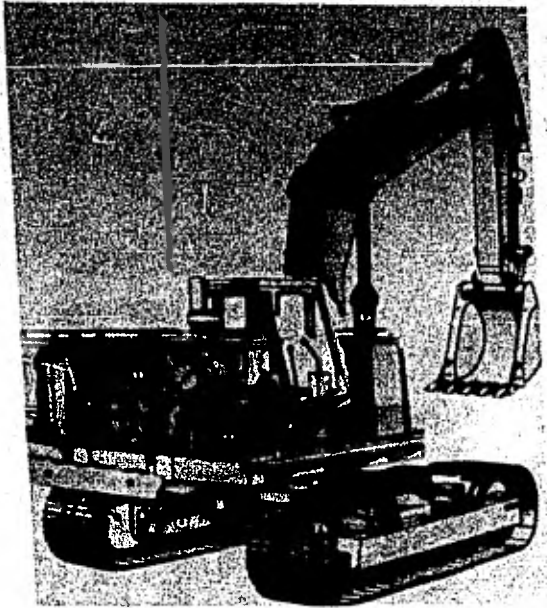
SISTEMA HIDRAULICO

El sistema hidráulico utiliza un motor diesel, bomba hidráulica (una o dos) de diseño especial como generador de potencia y un conjunto de cilindros hidráulicos situados en los puntos estratégicos para aplicar el trabajo.

Esta potencia hidráulica se acciona mediante simples palancas de mano o interruptores eléctricos situados en la cabina al alcance del operador. Una palanca o un interruptor, correctamente accionado, hace funcionar válvulas del sistema para dirigir el fluido hidráulico a desempeñar su función en el mecanismo deseado, por ejemplo en el cilindro que hace girar el cucharón al descargar.

La sencillez del mecanismo del tipo de válvula y émbolo, es una de las principales ventajas de la potencia hidráulica, otra ventaja, es que el fluido hidráulico es autolubrificante y reduce el desgaste del sistema.

La potencia hidráulica, además de utilizarse para el mecanismo excavador, se aplica para accionar los frenos y la dirección, así como para el sistema de giro de la superestructura y el sistema de tránsito en el caso de retroexcavadora sobre carriles de oruga.



COMPONENTES PRINCIPALES DEL SISTEMA HIDRAU LICO.

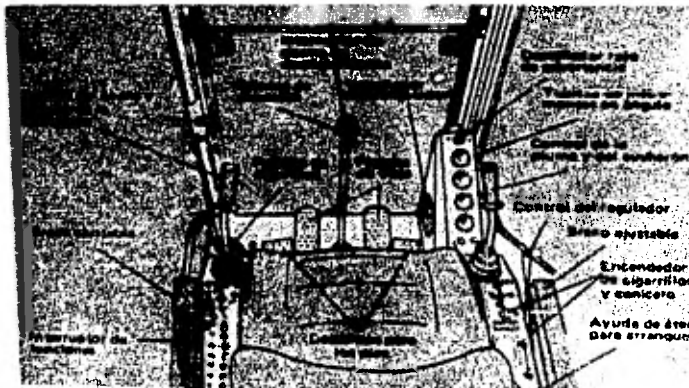
- 1.- Motor disel para mover las bombas.
- 2.- Bombas gemelas.
- 3.- Bombas de engranajes.
- 4.- Motores de pistones para los carriles y también para el giro.
- 5.- Manguera hidráulica y tubería de acero.
- 6.- Valvulas auxiliares de control.
- 7.- Cilindros hidráulicos.
- 8.- Tanque hidráulico.

C A B I N A .

En cualquier lugar que el ser humano tiene que permanecer un periodo de tiempo más o menos largo cada día, tiende ha estar lo mas comodo posible, por lo que una cabina de operacion de una máquina donde el operador va ha permanecer durante sus horas de trabajo debe de ser confortable, con todos los mandos al alcance de la mano o del pie, con la mejor visibilidad y si es posible hasta con clima artificial.

Para lograr todo lo anterior los fabricantes de retroexcavadoras han tratado que los controles de las máquinas sean los más sencillos posibles y así, por ejemplo, se tiene que con unicamente dos palancas se acciona la pluma, el brazo, el cucharón y el giro del excavador sobre sus chasis portante. Claro es que cada marca y modelo de retro tiene diferentes controles y solo para ejemplificar se reproduce a continuación una cabina tipo.

Debe recordarse que la comodidad y seguridad integrales del operador dará por resultado su máxima eficiencia.



MECANISMO DE EXCAVACION

Este mecanismo está compuesto de una pluma, un brazo - (miembro excavador) con el cucharón instalado en su extremo - interior, y cilindros hidráulicos para controlar los movimien- tos. Uno de los extremos de la pluma está sujeto al equipo - de soporte, y pivotea tanto vertical, como horizontalmente. - El giro horizontal se efectúa por rotación de todo el chasis - torreta.

El elemento excavador de la retro, está sostenido al - extremo exterior de la pluma, y pivotea en torno a ese punto - en el plano vertical de la misma. De igual manera está suje- to el cucharón o excavador al extremo del brazo, y también pi- votea para excavar.

Con este mecanismo, la retroexcavadora tiene gran al - cance tanto horizontal como verticalmente, al interior de su - excavación, con la pluma, el brazo excavador y el cucharón ex - tendidos para iniciar la excavación. Entonces se tira del cu - charón para que penetre en el material en dirección a la base - del equipo, hasta que se carga. Cuando está lleno, estas tres - partes del equipo están en sus posiciones pivotadas, de tal - forma que los ángulos que forman entre sí son los máximos, co - mo cuando un hombre carga un bulto con los brazos, apretándolo - contra su cuerpo. Para vaciar la carga del cucharón, se ele - va la pluma librando los lados de la excavación, y luego se - le hace girar horizontalmente para vaciar el cucharón lejos - de los bordes de la excavación. Este movimiento incluye la - extensión del mecanismo de tres partes, lo cual lo prepara pa - ra el siguiente ciclo de excavación. Los movimientos descri - tos del ciclo, se repiten desde una sola posición del equipo, - hasta que se extrae todo el material al alcance desde dicha - posición.

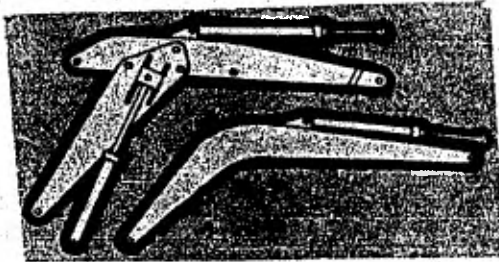


COMPONENTES DEL MECANISMO EXCAVADOR.

- 1.- Aguilón o Pluma.
- 2.- Brazo.
- 3.- Cucharón.

LA PLUMA

Como elemento de soporte para el brazo y cucharón excavadores, la pluma está formada de una o dos piezas. La pluma de una pieza se elige si su trabajo usualmente requiere alcance y profundidad máximos. Es excelente para abrir zanjas, con largo alcance, profundidad y buena capacidad de levantamiento, a precio económico.



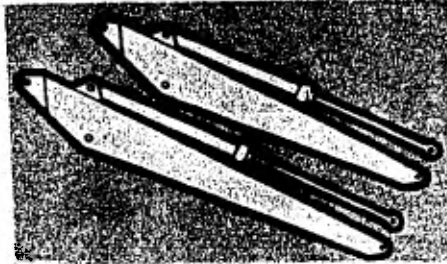
Aguilones de una pieza o de dos piezas.

El de una pieza es para máxima profundidad y alcance en la abertura de zanjas, y para gran levantamiento. El de dos piezas es excelente para adaptabilidad. La longitud del aguilón de dos piezas tiene tres ajustes para variaciones de alcance, espacio libre y profundidad.

La pluma de dos piezas es mejor si su trabajo exige adaptabilidad. La pieza delantera se extiende o retrae a tres posiciones diferentes a fin de variar el alcance y la profundidad.-

Se puede cambiar de la posición totalmente retraída para usarse con cucharón grande para mayor fuerza, hasta la posición extendida para máximo alcance y profundidad.

Puede ajustarse al ángulo de la pieza delantera a la posición del pasador alto o bajo, para aumentar el alcance hacia arriba, el espacio para descarga y la profundidad de excavación. Cuando está extendido al máximo y en la posición del pasador inferior, esta pluma tiene igual alcance que la de una pieza.



Dos brazos.

3,20 m (10' 6''): Para gran capacidad de ascenso y fuerza de palanca. Buena para suelos muy compactos.

4,42 m (14' 6''): Para máx. alcance y espacio libre sobre el suelo.

EL BRAZO

Existen en el mercado, de acuerdo a la marca y modelo diferente longitudes de brazos, la elección de uno u otro tamaño está en función del alcance que se requiere, de la fuerza de empuje necesaria, de la capacidad de levantamiento, del tamaño -- del cucharón y del tipo de material por excavar. Si por ejemplo necesitamos máxima fuerza de empuje del brazo y capacidad de levantamiento en material duro de excavar y con un cucharón grande, optaríamos por el brazo más corto.

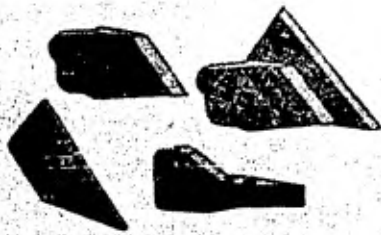
Si por el contrario tenemos un cucharón pequeño y el material por excavar es fácil de cargar y liviano, no necesitaremos la máxima fuerza de empuje en el brazo y por lo tanto podremos optar por un brazo largo. Si existen condiciones medias se optará por un brazo de tamaño medio.



Cucharón (1) cuchilla, (2) puntas de gus, y (3) tiras de desgaste. Las planchas laterales (4) son de ángulo entrante para facilitar la penetración del cucharón y contribuir a la autolimpieza. Es estándar el gancho del cucharón (5).

Dientes de cucharón de 3 diseños.

1. Cortos ... para excavación difícil.
2. Largos ... para la mayoría de excavaciones.
3. Anchos ... para menos derrames y menos surcos en el suelo.



Orejetas.

1. Hoja de una pieza, eficaz en condiciones medias de excavación.
2. Hoja con extensión, para excavación de liviana a moderada.
3. Tipo de diente ... para trabajos severos de excavación.
4. Enrasadora. Reduce el desgaste de las esquinas del cucharón.

EL CUCCHARON

La pieza del mecanismo de excavación que está en contacto, carga y descarga el material de excavación es el cucharón, actualmente existe una gran variedad de éstos según la máquina de que se trate, por ejemplo tenemos cucharones en forma trapecoidal para canales, limpiadores de zanjas, con eyector, para el fondo de las excavaciones, etc., de distintos tamaños, anchos y radios de giro con respecto a su pivote.

Para seleccionar el cucharón adecuado al trabajo por realizar existen dos factores muy importantes, el ancho de corte y su radio de giro. Una regla general es que se use un cucharón ancho cuando el material sea fácilmente removible y un cucharón con un ancho de corte pequeño en materiales difíciles. En suelos difíciles el radio de giro también ha de considerarse

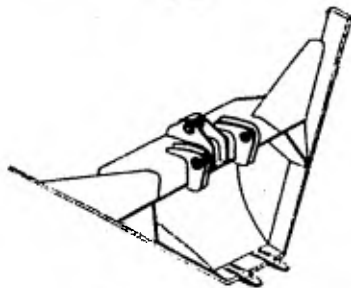
TIPOS DE CUCHARONES



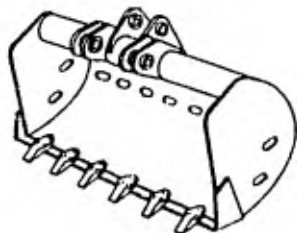
Cucharón normal, para todo uso.



Cucharón con eyector, para suelos muy cohesivos.



Cucharón trapezoidal, para excavación de canales.



Cucharón de limpieza, como lo indica su nombre, para cualquier tipo de limpieza.

N O T A: Existen en el mercado gran variedad de tamaños en todos los tipos de cucharones.

en la selección del cucharón, porque un radio de giro corta una fuerza total de corte mayor que un radio de giro largo. Una buena recomendación cuando se trata de seleccionar un cucharón para materiales difíciles es elegir el cucharón con ancho de corte y radio de giro pequeños.

Otro factor en la selección, es el caso del ancho de las zanjas, en las cuales muchas veces el tipo de cucharón y en tamaño va a estar condicionado por dicho ancho de zanja.

A D I T A M E N T O S.

La versatilidad de un equipo de construcción es una gran ventaja, ya que permite al constructor sacar el máximo provecho de sus máquinas. La retroexcavadora es un equipo muy versátil gracias a la gran variedad de mecanismos opcionales o aditamentos que los fabricantes han elaborado.

Entre estos tenemos las bivalvas o almejas para excavaciones verticales, si se requiere mayor profundidad, se le puede montar el batilón directamente en la punta del equipo de bivalva, estas últimas pueden ser cuadradas, rectangulares o redondas. También se le puede adoptar diferentes tipos de pinzas ya sean para madera, chatarra ó piedras; ganchos-grúa, pluma-grúa, electroimanes, dientes escarificadores, barrena etc.

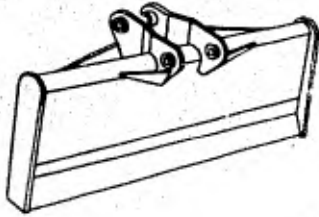
Pero quizá el mecanismo opcional más importante es el cargador.

EQUIPO CARGADOR

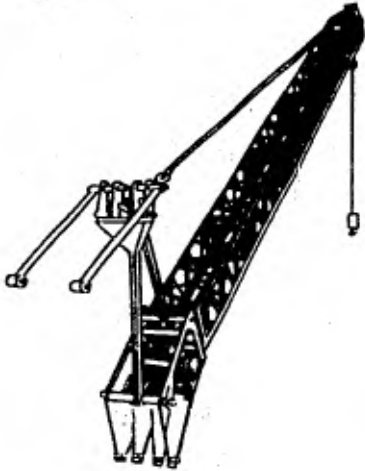
Una opción reciente, para utilizar la retroexcavadora, es el cambio del mecanismo de excavación de retro a cargador.

El mecanismo del cargador consiste en una pluma corta (en comparación con la pluma retro) en cuyo extremo se articula un brazo y a este se articula el cucharón.

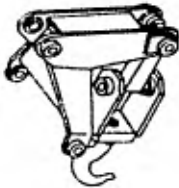
ADITAMENTOS PARA LAS RETROEXCAVADORAS



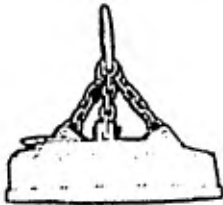
Cuchilla, para relleno.



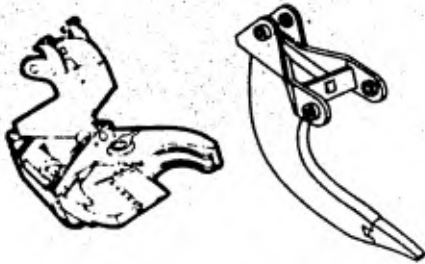
Grúa, para grandes cargas.



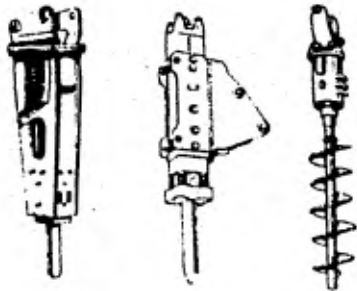
Gancho grúa, para cargas - medianas.



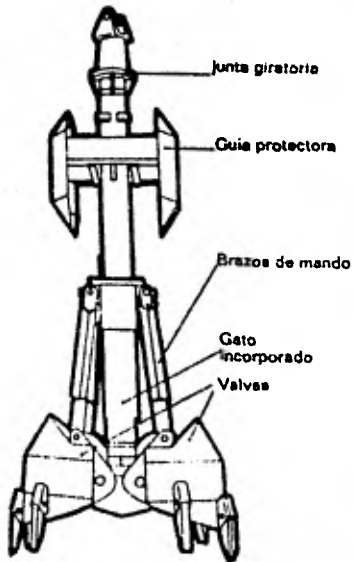
Electroimán, para movimiento de metales.



1. Cizalla hidráulica para corte.
2. Diente escarificador.

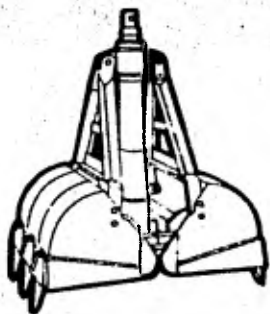


1. Martillo hidráulico.
2. Martillo neumático.
3. Taladro.



Batilón, para excavaciones profundas entre entibados, perforación de pozos con alargaderas.

BIVALVAS O ALMEJAS



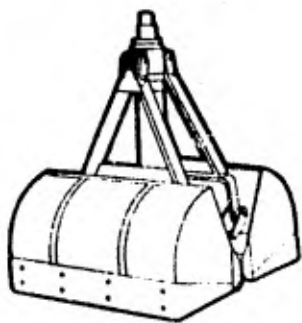
B I V A L V A

Para excavaciones y terraple-
nados (rectangulares).



B I V A L V A

Para excavación de hoyos re-
dondos.

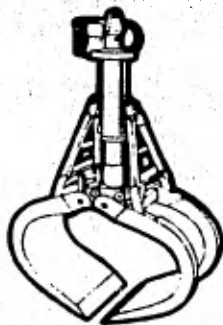


B I V A L V A

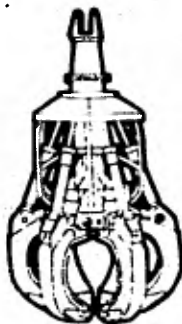
Para recogida de materia.
Se le pueden montar dientes-
para excavación.

N O T A: Existen en el mer-
cado gran variedad de tamaños
en todos los tipos de bivalvas.

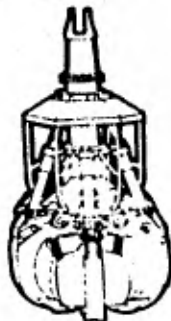
EQUIPOS PARA MANIPULACION



Para madera, este equipo está provisto de un motor hidráulico de orientación.



Para piedra, consta de 6 garras *

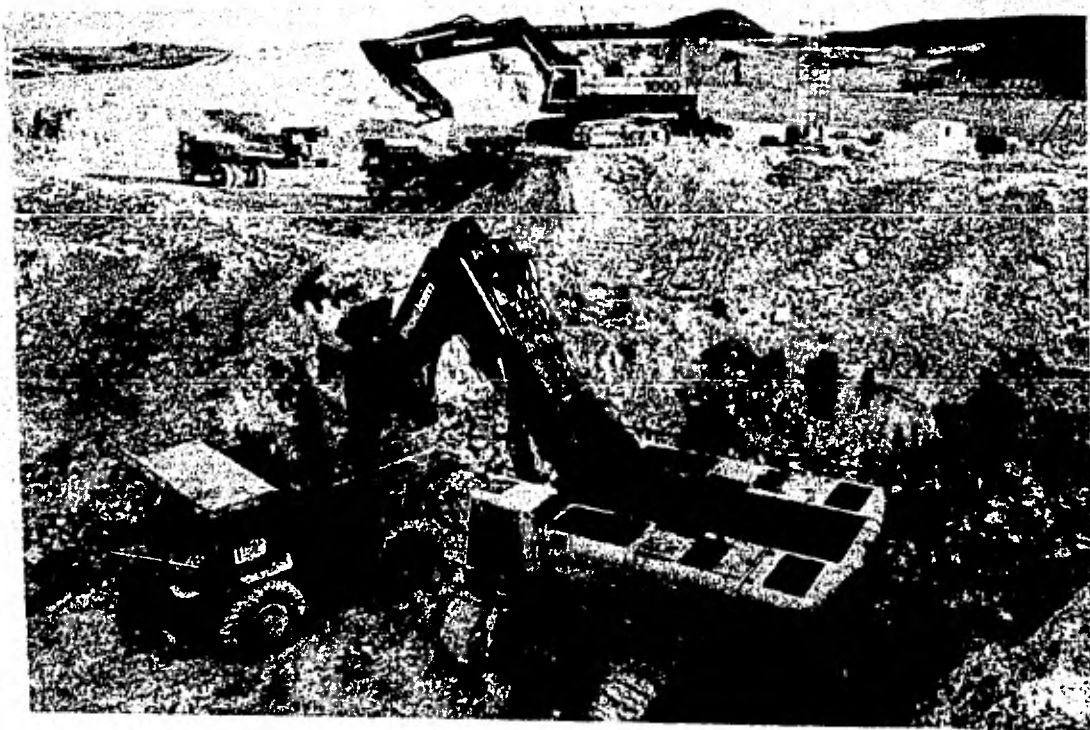


Para chatarra, consta de 6 garras *

* Este equipo está provisto de gatos independientes en cada una de las garras.

Como en el caso de la retro, para el equipo cargador se tiene diferentes tipos de cucharón, de brazos y plumas de acuerdo al modelo y marca.

Este tipo de cargador con capacidad de hasta 15.3 m^3 - (20 Yd^3) se empieza a imponer como equipo de carga principalmente en minas a cielo abierto.



C A P I T U L O I I I

SELECCION DE RETROEXCAVADORAS

Escoger la excavadora correcta para un trabajo específico de remoción de tierras es tanto una ciencia como un arte -una mezcla de experiencia práctica, evaluación sistemática y sentido común-.

Antes de que un Constructor pueda adquirir de manera razonable una excavadora hidráulica debe determinar sus necesidades; lo que debe hacer el equipo; cómo se puede usar adecuadamente, con eficiencia y con economía, y cómo encajará a largo plazo en sus operaciones de remoción de tierras.

En el proceso de selección nada puede sustituir al conocimiento de las características y limitaciones de operación de la máquina adquirida de primera mano, a través de la experiencia práctica.

Igualmente importante para la selección correcta, es un estudio minucioso de las especificaciones de los fabricantes del equipo. Sin embargo, las hojas con tales especificaciones, suelen presentar a menudo tantos problemas de interpretación al constructor como la selección subsecuente de la máquina en sí. Por tal razón en seguida se mencionan algunas reglas que pueden ser de gran utilidad en la evaluación de esos datos de equipo para determinar que máquina conviene más a sus necesidades.

ZONA DE TRABAJO

Cada tipo de máquina para mover tierras tiene una área limitada donde puede excavar y cargar material de manera económica y eficiente.

Antes de hacer la elección de una máquina específica - se debe determinar la zona de trabajo más económica en el lugar de la obra. Y eso solamente se puede hacer comparando -- las zonas de trabajo una por una.

Los parámetros que determinan la zona de trabajo de una excavadora son la profundidad de excavación, el alcance y la altura de descarga.

PROFUNDIDAD Y ALCANCE.

La extensión de la pluma, el brazo excavador y el cucharón, determinan el alcance de excavación y la profundidad de la misma. Es necesario verificar los datos para asegurar que la excavadora que se desea tiene la extensión y el alcance de descarga que se requiere.

La extensión se mide desde la línea central de rotación (con la pluma y el brazo excavador extendido) hasta la punta del cucharón. La distancia a la cual una excavadora -- puede vaciar su carga desde el lugar donde trabaja, sin mover sus carriles o ruedas (girando 360° completos) define el alcance de descarga de la máquina.

CAPACIDAD DEL CUCARON.

Al determinar la capacidad del cucharón de una máquina, debe cerciorarse de que el fabricante identifica el volumen - del cubo - nivel rasado o copeteado-. Si se agregan cortadores laterales se aumentará la capacidad de carga en 1/4 de -- yarda según las condiciones del suelo y el área superior del cubo. También se debe asegurar que el diseño del cucharón elegido, sea el adecuado para el tipo de trabajo por realizar. Los fabricantes ofrecen muchas opciones en los cucharones -tra bajo ligero, mediano o pesado- para cada tamaño de excavado-

ras. La selección del cucharón depende de muchos factores: el tamaño (volumen) y lo ancho del cubo que se requiere para una aplicación específica, más el tipo y el peso del material con el que se va a trabajar.

Hay que determinar si un cucharón de borde recto sería mejor que un cucharón con dientes. Y si se necesitan dientes, escojer el tipo y número necesario. Para determinar la penetración del cubo, se debe verificar los tamaños de los cilindros de excavación y descarga. Hay que recordar que la penetración del diente del cucharón está determinado por la fuerza del brazo del cucharón y el cilindro de excavación y por la rotación del cucharón y el cilindro de descarga.

ALTURA DE DESCARGA

La altura necesaria para la descarga del cubo depende: el espacio libre bajo el cubo mientras el brazo del cucharón gira en su radio de alcance cuando está extendido; el espacio libre del borde mientras el cubo gira en el radio de alcance del cucharón en tanto que descarga; y la extensión cuando el cubo alcanzó la altura de descarga requerida.

Algunas máquinas tienen extensiones opcionales de cilindros para levantar que permiten poner los carros más cerca de la línea central de rotación de la excavadora a diferentes alturas de espacio libre.

C A P I T U L O IV

COSTO HORARIO

La práctica de muchos años ha enseñado la conveniencia de estructurar todos los análisis de costos sobre la base del costo de operación por hora de las máquinas. Para calcular -- los costos previamente a la realización de una obra, es práctica generalizada iniciarlos haciendo el estudio de los costos -- directos por hora de trabajo. Estos costos se basan, más o me -- nos, dependiendo del analista, en los conceptos que se mues -- tran en la tabla siguiente y mismos que se obtienen mediante -- datos proporcionados por los fabricantes o por la experientiade las empresas constructoras o las oficinas especializadas en -- las dependencias oficiales.

En el presente capítulo y dado que las fórmulas emplea -- das para el cálculo del costo horario, han sido discutidas con oportunidad en la parte correspondiente al estudio del equipo, en el primer curso de Construcción teniendo como base los apun -- tes de "Factores de Consistencia de Costos y Precios Unita --- rios", solo nos abocaremos a la tarea de obtener los costos ho -- rarios de algunas retroexcavadoras.

COSTO HORA - MAQUINA

	CARGO	FORMULA	NOMENCLATURA
CARGO FIJO	DEPRECIACION	$D = \frac{Va - Vr}{Ve}$	Va=Valor inicial. Vr=Valor rescate.
	INVERSION	$I = \frac{Va + Vr}{2 Ha} i$	Ve=Vida económica en horas. Ha=No. horas trabajadas por año.
	SEGUROS	$S = \frac{Va + Vr}{2 Ha} s$	i=Tasa de interés
	ALMACENEJE	A= KD	s=Prima seguro.
	MANTENIMIENTO	M= QD	K=Coef. de Almacenaje Q=Factor de Mantenimiento
CONSUMOS	Combustibles	Diesel $E = 0.20X \text{ HP.OP.XPc}$ Gasolina $E = 0.24X \text{ HP.OP.XPc}$	Pc=Precio combustible por litro. HP.OP.=Potencia de operación.
	lubricantes	$L = a Pe$ $a = c/t + \frac{0.0035}{0.0030} X \text{ HP.OP.}$	Pe=Precio lubricante por litro. c=Capacidad cárter. t=cambios de aceite.
	Llantas	$Ll = \frac{VLL}{Hv}$	VLL=Valor Llantas. Hv=Vida económica de las llantas.
OPERACION	Operación	$O = \frac{S}{H}$	S=Salario. H=Rendimiento por turno.

RETROEXCAVADORA CATERPILLAR

MODELO 235

CAPACIDAD DEL CUCHARON	1.43m (1 7/8 Yd ³)
PRECIO DE ADQUISICION	\$5'060,000
VALOR DE RESCATE	10% = \$506,000
TASA DE INTERES ANUAL	15%
PRIMA ANUAL DE SEGUROS	2%
VIDA ECONOMICA	5 años (2000 hrs/año)
MOTOR DIESEL DE	195 H.P.
FACTOR DE OPERACION	0.8
COEFICIENTE DE ALMACENAJE	0.08
FACTOR DE MANTENIMIENTO	1.00
COSTO DIESEL	\$1.00/litro
CAPACIDAD DEL CARTER	27 litros
COSTO DEL ACEITE	\$25.0/litro
TIEMPO ENTRE CAMBIO DE ACEITE	100 Hrs.
OPERADOR, SALARIO BASH	\$400.00/dfa
FACTOR DE RENDIMIENTO	0.83

CONSTRUCTORA	Máquina: <u>Retroexcavadora</u>	Hoja No: _____
	Modelo: <u>Cat. 235</u>	Calculó: <u>L.C.R.</u>
OBRA:	Datos Adic: <u>Cap. 1.43</u>	Revisó: _____
		Fecha: <u>18-03-81</u>

DATOS GENERALES

Precio adquisición:	\$ <u>5'060 000</u>	Fecha cotización:	<u>11-03-81</u>
Equipo adicional -	_____	Vida económica (Ve):	<u>5</u> años
	_____	Horas por año (Ha):	<u>2000</u> hr/año
	_____	Motores Cat. de	<u>195</u> HP.
Valor inicial (Va):	<u>5'060 000</u>	Factor operación:	<u>0.8</u>
Valor rescate (Vr):	<u>10% = \$ 506 000</u>	Potencia operación:	<u>156</u> HP. op.
Tasa interés (I):	<u>15%</u>	Coficiente almacenaje (K):	<u>0.08</u>
Prima seguros (s):	<u>2%</u>	Factor mantenimiento (Q):	<u>1.0</u>

I. CARGOS FIJOS.

$$a) \text{ Depreciación: } D = \frac{Va - Vr}{Ve} = \frac{5060000 - 506000}{10000} = \$ 455.40$$

$$b) \text{ Inversión: } I = \frac{Va + Vr}{2 Ha} = \frac{5060000 + 506000}{4000} \times 0.15 = 208.75$$

$$c) \text{ Seguros: } S = \frac{Va + Vr}{2 Ha} \times 0.02 = \frac{5060000 + 506000}{4000} \times 0.02 = 27.83$$

$$d) \text{ Almacenaje: } A = KD = \frac{455.40 \times 0.08}{1} = 36.43$$

$$e) \text{ Mantenimiento: } M = QD = \frac{455.40 \times 1.0}{1} = 455.40$$

1183.81

Suma Cargos Fijos por Hora \$ 1183.81

II. CONSUMOS.

a) Combustible: $E = e Pc$

Diesel: $E = 0.20 \times 156 \text{ HP. op.} \times \$ 1.0 / \text{lt.} = \$ 31.20$

Gasolina: $E = 0.24 \times \text{HP. op.} \times \$ \text{ /lt.} =$

b) Otras fuentes de energía: _____ =

c) Lubricantes: $L = a Pe$

Capacidad carter: $C = \frac{27}{100}$ litros

Cambios aceite: $t = \frac{100}{\text{horas}}$

$a = C/t + \begin{cases} 0.0035 \\ 0.0030 \end{cases} \times 156 \text{ HP. op.} = 0.816 \text{ lt/hr.}$

$L = 0.816 \text{ lt/hr} \times \$ 25.0 / \text{lt.} = 20.40$

d) Llantas: $LI = \frac{Vll}{Hv}$ (valor llantas / vida económica)

Vida económica: $Hv =$ _____ horas

$LI = \frac{\text{_____}}{\text{_____}} = \underline{\underline{51.60}}$

Suma Consumos por Hora \$ 51.60

II. OPERACION .

Salario base : \$ 400.00

Salario real -
operador : 624.00

Sal/turno-prom: \$ 624.00

Horas/turno-prom.: (H)

$H = 8 \text{ horas} \times 0.83 \text{ (factor rendimiento)} = 6.64 \text{ horas}$

Operación = $0 = \frac{S}{H} = \frac{\$ 624.00}{6.64 \text{ horas}} = \$ \underline{\underline{93.97}}$

Suma Operación por Hora \$ 93.97

COSTO DIRECTO HORA - MAQUINA (TIMO) \$ 1329.38

RETROEXCAVADORA POCLAIN

MODELO LY - 2P

CAPACIDAD DEL CUCHARON	1.0 m ³ (1.3 Yd ³)
PREDIO DE ADQUISICION	\$3'890.000 (incluye llantas)
VALOR DE RESCATE 10%	\$389,000
PRECIO DE C/LLANTA	\$15,000 (vida económica 3000 hrs.)
TASA DE INTERES	15%
PRIMA ANUAL DE SEGUROS	2%
VIDA ECONOMICA	5 años (2000 hrs/año)
MOTOR DIESEL DE	95 H.P.
FACTOR DE OPERACION	0.80
COEFICIENTE DE ALMACENAJE	0.08
FACTOR DE MANTENIMIENTO	1.00
COSTO DIESEL	\$1.00/litro
CAPACIDAD DEL CARTER	15 litros
COSTO DEL ACEITE	\$25/litros
TIEMPO ENTRE CAMBIO DE ACEITE	100 Hrs.
OPERADOR, SALARIO BASE	\$350
FACTOR DE RENDIMIENTO	0.83

CONSTRUCTORA	Máquina: <u>Retroexcavadora</u>	Hoja No: _____
	Modelo: <u>Poolain LY-2F</u>	Calculó: <u>I.C.R.</u>
OBRA: _____	Datos Adic: <u>Cap. 1.0m³</u>	Revisó: _____
		Fecha: _____

DATOS GENERALES

Precio adquisición: \$ <u>3.890.000</u>	Fecha cotización: <u>11-03-81</u>
Equipo adicional - <u>llantas 8 x 15000</u> <u>120.000</u>	Vida económica (Ve): <u>5</u> años
<u>10x24 Dumper TR-12</u>	Horas por año (Ha): <u>2000</u> hr/año
Valor Inicial (Va): <u>3.770.000</u>	Motores <u>Leuta</u> de <u>95</u> HP.
Valor rescate (Vr): <u>10%</u> = \$ <u>389.000</u>	Factor operación: <u>0.80</u>
Tasa Interés (i): <u>15%</u>	Potencia operación: <u>76</u> HP. ca.
Prima seguros (s): <u>2%</u>	Coefficiente almacenaje (K): <u>0.08</u>
	Factor mantenimiento (Q): <u>1.0</u>

I. CARGOS FIJOS.

a) Depreciación: $D = \frac{Va - Vr}{Ve} = \frac{3770000 - 389000}{10000} = \$ 338.10$

b) Inversión: $I = \frac{Va + Vr}{2Ha} = \frac{3770000 + 389000}{4000} \times 0.15 = 155.96$

c) Seguros: $S = \frac{Va + Vr}{2Ha} \times s = \frac{3770000 + 389000}{4000} \times 0.02 = 20.80$

d) Almacenaje: $A = KD = \frac{338.10 \times 0.08}{1} = 27.05$

e) Mantenimiento: $M = QD = \frac{338.10 \times 1.0}{1} = 338.10$

Suma Cargas Fijas por Hora \$ 890.01

II. CONSUMOS.

a) Combustible: $E = e P_c$
 Diesel: $E = 0.20 \times \frac{76 \text{ HP. op.} \times \$ 1.0}{\text{lt.}} = \$ 15.20$
 Gasolina: $E = 0.24 \times \frac{\text{HP. op.} \times \$}{\text{lt.}} =$

b) Otras fuentes de energía: _____ =

c) Lubricantes: $L = a P_e$
 Capacidad carter: $C = \frac{15}{100}$ litros / horas
 Cambios aceite: $t = \frac{15}{100}$ horas
 $a = C/t = \left\{ \begin{array}{l} 0.0035 \\ 0.0030 \end{array} \right. \times \frac{76 \text{ HP. op.}}{\text{hr.}} = 0.378 \text{ lt./hr.}$
 $L = 0.378 \text{ t/hr} \times \$ 25.0 / \text{lt.} = 9.45$

d) Llantas: $Ll = \frac{Vll}{Hv}$ (valor llantas) / (vida económica)
 Vida económica: $Hv = 3000$ horas
 $Ll = \frac{120.000}{3.000 \text{ horas}} = \frac{40.00}{64.65}$

Suma Consumos por Hora \$ 64.65

II. OPERACION.

Salario base: \$ 350.00

Salario real -
 operador: 553.00

Sal/turno-prom.: \$ 553.00

Horas/turno-prom.: (H)

$H = 8 \text{ horas} \times 0.83 \text{ (factor rendimiento)} = 6.64 \text{ horas}$

Operación = $O = \frac{S}{H} = \frac{\$ 553.00}{6.64 \text{ horas}} = \$ 83.28$

Suma Operación por Hora \$ 83.28

COSTO DIRECTO HORA - MAQUINA (HMD) \$ 1027.94

DRAGA LINK - BELT

MODELO LS - 408

CAPACIDAD	2.28 m ³ (3 Yd ³)
PRECIO DE ADQUISICION	\$7,350.000
VALOR DE RESCATE 10%	\$735,000
TASA DE INTERES ANUAL	15%
PRIMA ANUAL DE SEGUROS	2%
VIDA ECONOMICA	5 años (2000 hrs/año)
MOTOR DIESEL DE	230 H.P.
FACTOR DE OPERACION	0.8
COEFICIENTE DE ALMACENAJE	0.08
FACTOR DE MANTENIMIENTO	0.8
COSTO DEL DIESEL	\$1.0/litro
CAPACIDAD DEL CARTER	35 litros
COSTO DEL ACEITE	\$25.00/litro
TIEMPO ENTRE CAMBIO DE ACEITE	100 horas
OPERADOR SALARIO BASE	\$400.00/día
FACTOR DE RENDIMIENTO DEL OPERADOR	0.83

CONSTRUCTORA

Máquina: DRAGA

Hoja No: _____

Modelo: LS-40BCalculó: L. G. R.Datos Adic: Cap. 1.2B

Revisó: _____

OBRA: _____

Fecha: _____

DATOS GENERALES

Precio adquisición: \$7.350 000 Fecha cotización: 11-03-81
 Equipo adicional - _____ Vida económica (Ve): 5 años
 _____ Horas por año (Ha): 2000 hr/año
 _____ Motores GM de 230 HP.
 Valor inicial (Va): 7.350 000 Factor operación: 0.8
 Valor rescate (Vr): 10% = \$ 735 000 Potencia operación: 184 HP. op.
 Tasa interés (i): 15% Coeficiente almacenaje (K): 0.08
 Prima seguros (s): 2% Factor mantenimiento (Q): 0.8

I. CARGOS FIJOS.

$$a) \text{ Depreciación: } D = \frac{Va - Vr}{Ve} = \frac{7350000 - 735000}{10000} = \$ 661.50$$

$$b) \text{ Inversión: } I = \frac{Va + Vr}{2 Ha} = \frac{7350000 + 735000}{4000} \times 0.15 = 303.19$$

$$c) \text{ Seguros: } S = \frac{Va + Vr}{2 Ha} \times s = \frac{7350000 + 735000}{4000} \times 0.02 = 40.42$$

$$d) \text{ Almacenaje: } A = KD = \frac{661.50 \times 0.08}{1} = 52.92$$

$$e) \text{ Mantenimiento: } M = QD = \frac{661.50 \times 0.8}{1} = 529.20$$

1587.23

Suma Cargos Fijos por Hora \$ 1587.23

II. CONSUMOS.

a) Combustible: $E = e P_c$
 Diesel: $E = 0.20 \times 184 \text{ HP. op.} \times \$1.0 / \text{lt.} = \$ 36.80$
 Gasolina: $E = 0.24 \times \text{HP. op.} \times \$ \text{ /lt.} =$

b) Otras fuentes de energía: _____ =

c) Lubricantes: $L = a P_e$
 Capacidad carter: $C = \frac{35}{100}$ litros
 Cambios aceite: $t = \frac{100}{\text{horas}}$
 $a = C/t + \begin{cases} 0.0035 \\ 0.0030 \end{cases} \times 184 \text{ HP. op.} = 0.994 \text{ lt/hr.}$
 $L = 0.994 \text{ lt/hr} \times \$ 25 / \text{lt.} = 24.85$

d) Llantas: $Ll = \frac{Vll}{Hv}$ (valor llantas)
 Hv (vida económica)
 Vida económica: $Hv = \text{_____ horas}$
 $Ll = \text{_____} = \underline{\underline{61.65}}$

Suma Consumos por Hora $\$ \underline{\underline{61.65}}$

II. OPERACION.

Salario base: $\$ 400.00$

Salario real -
 operador: $\underline{624.00}$

Sal/turno-prom: $\$ 624.00$

Horas/turno-prom.: (H)

$H = 8 \text{ horas} \times 0.83 \text{ (factor rendimiento)} = \underline{6.64} \text{ horas}$

Operación = $O = \frac{S}{H} = \frac{\$ 624.00}{6.64 \text{ horas}} = \underline{\underline{\$ 93.97}}$

Suma Operación por Hora $\$ \underline{\underline{93.97}}$

COSTO DIRECTO HORA - MAQUINA (HMD) $\$ \underline{\underline{1742.85}}$

C A P I T U L O V

RENDIMIENTOS

En esta parte del presente estudio nos interesa saber la forma de determinar la cantidad de material que maneja este equipo en cierto período. La determinación usual, consiste en conocer el número de metros cúbicos (yardas cúbicas) movidos por hora, a esto último se le denomina rendimiento ó producción.

Para conocer el rendimiento necesitamos principalmente de dos valores: el tiempo de ciclo y la capacidad útil del cucharón.

El ciclo de excavación de una retroexcavadora se compone de cuatro partes:

- 1.- Carga de Cucharón.
- 2.- Oscilación con Carga.
- 3.- Descarga del Cucharón.
- 4.- Oscilación sin Carga.

Este tiempo depende del tamaño de la máquina (el de una pequeña es más corto que el de una grande), del tipo de terreno en que se excave (un terreno duro presenta más dificultad a la penetración y por lo tanto más tiempo que un terreno suave), de las condiciones de trabajo (excavaciones más profundas, con más obstáculos) y por último de la habilidad del operador.

A continuación se presenta una gráfica para estimar tiempos de ciclos de máquinas marca Caterpillar. Incluye toda la escala de tiempos de ciclo total que se esperan al cambiar las condiciones del trabajo de excelentes a muy malas. Debido a --

las muchas variables que afectan la velocidad de trabajo de las retroexcavadoras, es difícil determinar cuál será su tiempo de ciclo. Sin embargo, la tabla es para definir la escala de tiempos de ciclo que corresponden a una máquina, y servir además de guía sobre lo que es un "trabajo fácil", y en qué consiste un "trabajo duro".

TIEMPO DEL CICLO según las CONDICIONES DEL TRABAJO

Carta de estimación de ciclos.

Tiempo Ciclo	Tamaño de máquina.				Tiempo Ciclo
	215	225	235	245	
10 SEG					10 SEG
15	■	■			15
20 SEG	■	■	■	■	20 SEG
25		■	■		25
30 SEG	■	■	■	■	30 SEG
35		■	■	■	35
40 SEG			■	■	40 SEG
45			■	■	45
50 SEG				■	50 SEG
55				■	55
60 SEG				■	60 SEG

Rapidez
máx.
posible.

Lo más-
rápido y
práctico

Zona
Típica

Menos de
Medianas

Lento

Muy
difícil



- Excavación fácil (tierra no compactada, arena, grava; limpieza de zanjas, etc). Excavar a menos del 40% de la profundidad máx. de la capac. de la máquina. Ang. de oscilación menor de 30%. Descarga en un montón de desechos. Sin obstrucciones. Buen operador.
- Excavación media (tierra compactada, arcilla seca y tenaz, suelo con menos del 25% de rocas). Profundidad del 50% de la capac. máx. de la máquina. Angulo de giro de 60°. Lugar amplio para descarga. Pocos obstáculos.
- Excavación de mediana a dura (suelo duro compactado y hasta 50% de rocas). Profundidad hasta del 70% de la capac. máx. de la máquina. Ang. de oscilación hasta de 90°. Carga de camiones cerca de la excavadora.
- Excavación dura (rocas de voladura o suelo difícil - hasta con 75% de rocas). Profundidad hasta del 90% de la capac. máx. de las máquinas. Ang. de oscilación hasta de 120°. Zanja entibada. Area pequeña de descarga. Trabajo por encima de los que tienden la tubería.
- Excavación muy difícil (arenisca, caliche, esquisto-arcilloso, ciertas piedras calizas; tierra congelada dura). Más del 90% de la capac. de excavación a la profundidad máxima. Oscila más de 120°. Cargan el cucharón - en la caja de protección, al fondo de la zanja. Lugar pequeño para descarga y que requiere el alcance máximo de las excavadoras. Personas y obstáculos -- en la zona de trabajo.

La capacidad útil del cucharón depende del tamaño de la máquina (a una máquina grande se le puede adaptar un cucharón mayor que a una pequeña), del tipo de terreno (del ángulo de reposo) y de la facilidad de llenar el cucharón.

EVALUACION DE LA CAPACIDAD DE CUCHARONES

CAPACIDAD AL RAS: Es el volumen que corresponde al espacio encerrado dentro de los límites de las planchas laterales, la del frente y la de atrás, sin considerar la cantidad de material que retenga o conduzca la plancha para evitar derrames, o los dientes del cucharón.

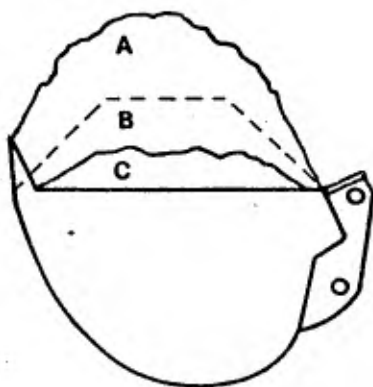
CAPACIDAD COLMADA: Es el volumen del cucharón por debajo del plano de enrasamiento, más la cantidad de material amontonado, a un ángulo de reposo de 1:1*, por encima de dicho plano sin tomar en cuenta la cantidad de material que pudiera retener o conducir la plancha para evitar derrames o los dientes del cucharón, (según norma No. 3 PCSA y norma 296 SAE).

A continuación se presenta la tabla de factores promedio para evaluar la cantidad de material que carga un cucharón en cada ciclo de acuerdo a las características de dicho material.

* El Comité del Equipo Europeo de Construcción (CECE) fija la capacidad de la carga útil colmada del cucharón a un ángulo de reposo 2:1 del material acumulado sobre el plano de enrasamiento.

CARGA UTIL MEDIA DEL CUCHARON = (CAPACIDAD COLMADA) (FACTOR-PROMEDIO)

M A T E R I A L	FACTOR PROMEDIO (Porcentaje de la Capacidad Colmada).			
MARGA MOJADA O ARCILLA ARENOSA.	100	al	110%	A
ARENA Y GRAVA.	95	al	100%	B
ARCILLA DURA Y CORREOSA.	80	al	90%	C
ROCA DE VOLADURA BIEN FRAGMENTADA.	60	al	75%	
ROCA DE VOLADURA MAL FRAGMENTADA.	40	al	50%	



Después de haber visto la forma de conocer el tiempo de ciclo y la capacidad útil del cucharón, a continuación veremos las formas de obtener el rendimiento.

El rendimiento aproximado de una retroexcavadora se puede valorar de las siguientes formas:

Por observación directa.

Por medio de reglas y fórmulas (teórico)

Por medio de tablas proporcionadas por el fabricante.

CALCULO DEL RENDIMIENTO DE UNA RETROEXCAVADORA POR OBSERVACION DIRECTA.

Esta forma de cálculo consiste en la medición de los volúmenes de material movidos por la retroexcavadora durante las horas de trabajo, cronómetro en mano.

Este método nos proporciona los rendimientos reales, sin embargo requeriría contar con la máquina en el frente de trabajo, por lo tanto no es posible utilizar este método para tomar una decisión de compra.

Debemos por otro lado hacer notar que una sola observación no es representativa del rendimiento por lo que es recomendable llevar a cabo varias observaciones cuyo promedio nos dará el rendimiento por observación directa.

Por último el presente método nos proporciona un medio-objetivo de comparación entre el rendimiento real y el rendimiento teórico.

CALCULO DEL RENDIMIENTO DE UNA RETROEXCAVADORA POR MEDIO DE REGLAS Y FORMULAS.

El Rendimiento aproximado del equipo en estudio por medio de este método puede estimarse de la forma siguiente:

- 1.- Se calcula el tiempo de ciclo (lo que ya se vió con anterioridad) y los ciclos por hora, que es igual al cociente del tiempo efectivo trabajado en una hora entre el tiempo que dura un ciclo, es decir:

$$\text{CICLOS/HORA} = \frac{\text{TIEMPO EFECTIVO EN UNA HORA}}{\text{TIEMPO DE DURACION DEL CICLO}}$$

- 2.- Se calcula la cantidad de material que mueve el cucharón en cada ciclo (también ya se presentó la -- forma de cálculo).
- 3.- Con los datos anteriores se calcula el rendimiento:

$$\begin{aligned} \text{m}^3/\text{HORA} &= \text{m}^3/\text{CICLO} \quad \times \quad \text{CICLOS/HORA} \\ (\text{RENDIMIENTO} &= \text{PASO 2} \quad \times \quad \text{PASO 1}) \end{aligned}$$

CALCULO DEL RENDIMIENTO POR MEDIO DE TABLAS PROPORCIONADAS POR- EL FABRICANTE.

Todos los fabricantes editan manuales donde aparecen tablas de los rendimientos obtenidos de las máquinas que producen, de acuerdo a ciertas condiciones de trabajo. Los datos incluidos en las tablas están basados en pruebas de campo, análisis estadísticos en computadora, investigación en laboratorio, etc., pero a pesar del empeño que se ponga en todo lo anterior, debetomarse en cuenta, primeramente, que todos los datos se basan en un 100% de eficiencia, lo cual no ocurre ni en el mejor de los casos y en segundo lugar, que cada obra presenta condiciones diferentes o especiales por lo que no es posible que los datos del fabricante sean correctos.

Sin embargo haciendo los ajustes necesarios en cada caso, por medio de factores adecuados a fin de compensar el menor grado de eficiencia alcanzada, ya sea por las características del material, la habilidad del operador, la altitud y otro número de factores que pudieran reducir la producción, es posible tener una idea aproximada del rendimiento que se presentará en la realidad.

A continuación se presentan unas tablas que nos señalan la forma de obtener rendimiento de acuerdo al material por excavar así como a la capacidad del cucharón,

P R O D U C C I O N		H O R A R I A			A P R O X I M A D A			
Capacidad Cucharón m ³	Capacidad Cucharón Yd ³	0.76	1.0	1.4	1.9	2.3	2.65	3
		1	1.25	1.875	2.5	3	3.5	4
Marca húmeda o arcilla arenosa		(76) 100	(100) 130	(145) 190	(195) 255	(245) 320	(295) 385	(340) 445
Arena y grava		(72) 95	(90) 120	(138) 180	(180) 240	(230) 300	(280) 365	(325) 425
Tierra común		(65) 85	(82) 110	(125) 165	(170) 220	(210) 275	(250) 330	(295) 385
Arcilla dura, densa		(57) 75	(76) 100	(110) 145	(150) 195	(188) 245	(225) 295	(265) 345
Roca de voladura bien fragmentada		(53) 70	(68) 90	(105) 140	(140) 188	(180) 235	(215) 280	-
Excavación común, con rocas		(50) 65	(65) 85	(100) 130	(130) 175	(168) 220	(200) 265	-
Arcilla mojada, pegajosa		(45) 60	(60) 80	(95) 125	(125) 165	(160) 210	(195) 255	-
Roca de voladura mal fragmentada				(80) 105	(105) 140	(138) 180	(165) 215	-

Volúmen medido en banco, horas de 50 minutos (83% de eficiencia en el trabajo), profundidad de corte 4.5 m. (15 pies) ángulo de giro 60°

Producción Horaria Ajustada = Producción Horaria Aproximada x I x II x III x IV.

FACTORES DE AJUSTE

FACTOR POR EFICIENCIA DE TRABAJO I			
EFICIENCIA	Minutos Trabajados por hora	Eficiencia % de 60 Min.	Factor
EXCELENTE	55	92%	1.10
PROMEDIO	50	83%	1.00
ABAJO DEL PROMEDIO	45	75%	0.90
DESAVORA BLE	40	67%	0.807

FACTOR POR PROFUNDIDAD DE CORTE II

PROF. MAXIMA PIES	PROF. PROM. PIES	PROF. PROM. MTROS.	FACTOR
5	1.5	2.5	0.97
10	3.0	5.	1.15
15	4.5	7.5	1.00
20	6.0	10	0.95
25	7.6	12.5	0.85
30	9.1	15	0.75

FACTOR POR ANGULO DE GIRO III

GIRO EN GRADOS	FACTOR
45	1.05
60	1.00
75	0.93
90	0.86
120	0.76
180	0.61

CARGABILIDAD DEL MATERIAL IV

CARGA DEL CUCHARON	F A C T O R
CARGA FACIL	0.90 - 1.00
CARGA MEDIA	0.80 - 0.90
CARGA DIFICIL	0.65 - 0.80
CARGA MUY DIFICIL	0.40 - 0.65

Para ilustrar lo antes expuesto es conveniente hacerlo mediante la solución de un ejemplo práctico, que consiste en obtener el rendimiento de una retroexcavadora por medio de los tres métodos expuestos y comparar los resultados.

Las características son las siguientes:

RETROEXCAVADORA MARCA "CATERPILLAR"

Modelo 235

Capacidad del Cucharón 1.43 m^3
($1 \frac{7}{8} \text{ Yd}^3$)

CONDICIONES DE TRABAJO: El trabajo se realizó en la -
Presa el Comedero, Sinaloa.

Profundidad Medio de Excavación	1.5 m
Angulo de Giro.	60°
Material de excavación	grava - arena

El Material es cargado en Camiones.

PRIMER METODO. Observación directa.

El rendimiento que se obtuvo fué de $208 \text{ m}^3/\text{hr}$.

SEGUNDO METODO. Reglas y fórmulas.

Con los datos que tenemos y viendo la carta de estimación de tiempos de ciclo tenemos que se puede tomar un ciclo de 20 segundos.

La capacidad útil del cucharón es de:

1.43 m^3 ya que se trata de grava - arena.

Entonces obtengamos el número de ciclos por hora = $\frac{3600 \text{ Seg/hr.}}{20 \text{ Seg/ciclo}} = 180 \text{ Ciclos/hr.}$

Producción = $180 \text{ Ciclos/hr.} \times 1.43 \text{ m}^3/\text{ciclo}$
 = $257.4 \text{ m}^3/\text{hr.}$

Este último resultado hay que afectarlo por un factor de eficiencia de trabajo; supongamos que se trabajan 50 min. c/hora o sea 83%.

Producción Corregida = $257.4 \text{ m}^3/\text{hr} \times 0.83 = 213.6 \text{ m}^3/\text{hr.}$

TERCER METODO. Tablas proporcionadas por el fabricante, usando la tabla del fabricante presentada anteriormente, entrando con la capacidad del cucharón y el tipo de material vemos que:

Producción horaria aproximada = 180 m^3

Ajustando la producción por medio de los 4 factores - tenemos:

Eficiencia de trabajo	Factor	=	1.00
Profundidad de corte	"	=	1.15
Angulo de giro	"	=	1.00
Cargabilidad del material	"	=	1.00

Producción horaria ajustada = $180 \text{ m}^3 \times 1 \times 1.15 \times 1$
 $\times 1 = 207 \text{ m}^3/\text{hr.}$

Si vemos los tres rendimientos:

M E T O D O	RENDIMIENTO m ³ /hr.
Observación directa	208
Reglas y fórmulas	213.6
Tablas del fabricante	207

Se puede observar que son sumamente parecidos por lo que podemos concluir que estimar el rendimiento de una retroexcavadora por medio de reglas y fórmulas o de acuerdo a las tablas de fabricantes nos dan una buena idea del rendimiento real que se obtendrá en campo.

A continuación se presentan tres ejemplos en los que el rendimiento es un factor muy importante:

- 1.- Se requiere una producción mensual de 15,000 m³ - en un terreno de suelo arcilloso y difícil de cargar a una profundidad máxima de excavación de 8 m con un ángulo de giro de 90°. Determinar qué capacidad debe tener la retroexcavadora apropiada para este trabajo.

Se trabajará un turno, con una eficiencia de 50 min./hora.

S O L U C I O N:

$$\begin{aligned} \text{Horas disponibles por mes} &= 25 \text{ días} \times 8 \text{ h/día} \\ &= 200 \text{ horas.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Rendimiento aproximado necesario por hora.} &= \frac{15\,000 \text{ m}^3/\text{mes}}{200 \text{ Horas/mes}} \end{aligned}$$

$$= 75 \text{ m}^3/\text{hora}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Rendimiento ajustado} &= \frac{\text{Rendimiento aproximado necesario por hrs.}}{\text{Factor de carga, eficiencia, giro, profundidad de corte.}} \\
 \text{necesario por hora -} & \\
 \text{segun tablas.} & \\
 &= \frac{75 \text{ m}^3/\text{hora.}}{0.70 \cdot x \cdot 1.0 \cdot x \cdot 0.86 \cdot x \cdot 0.80} \\
 &= 155.7 \text{ m}^3/\text{hr.}
 \end{aligned}$$

De la tabla del fabricante se considera apropiado un equipo con cucharón de 1.4 a 1.9 m³.

- 2.- Se requiere cargar 2,650,000 m³ de grava-arena para la construcción de una cortina, el material se extrae del cauce del río a una profundidad promedio de 3 m y un giro de 90° cargandose a camiones de 6-m³.

Equipo disponible:

Retroexcavadora Caterpillar 235.

Cap. 1.43 m³ (1.7/8 Yd³) H.M.D. \$1329.38

Retroexcavadora Poclairn LY - 2 P

Cap. 1 m³ (1.3 Yd³) H.M.D. \$1027.94

Draga Link-Belt L.S - 408

Cap. 2.28 m³ (3 Yd³) H.M.D. \$1745.56

Tiempo de realización 15 meses.

S O L U C I O N:

Tiempo disponible $25 \times 15 \times 3 \times 8 = 9000$ horas.

Producción requerida $\frac{2650\ 000\ m^3}{9,000} = 294.5\ m^3/hr.$

Obtengamos el rendimiento de las retroexcavadoras --
Caterpillar 235.

Según tabla del fabricante para un cucharón de $1.4\ m^3$ y material grava-arena se tendría una producción de: -----
 $180\ m^3/hr.$ ajustando de acuerdo a la profundidad de corte al ángulo de giro y suponiendo que se trabajen 50 minutos cada hora y que la carga es fácil tendremos:

Producción horaria ajustada $= 180 \times 1.0 \times 0.95 \times 0.86 \times 0.95$
 $= 139\ m^3/hr.$

De igual forma para la POCLAIN LY - 2P tenemos -----
 $120\ m^3/hr.$ y

Producción horaria ajustada $= 120 \times 1.0 \times 0.95 \times 0.86 \times 0.95$
 $= 93\ m^3/hr.$

Por último de la operación de la draga se obtuvo el siguiente rendimiento: $70\ m^3/hr.$

SI VEMOS LOS COSTOS:

Retroexcavadora	$1.43\ m^3$	$\frac{1329.38}{139} = \$9.56/m^3$
-----------------	-------------	------------------------------------

Retroexcavadora	$1.0\ m^3$	$\frac{1027.94}{93} = \$11.05/m^3$
-----------------	------------	------------------------------------

Draga	2.28 m ³	$\frac{1745.56}{70} = \$24.93/m^3$
-------	---------------------	------------------------------------

Como puede observarse el costo más bajo lo dá la retroexcavadora.

Ahora veamos cuantas retroexcavadoras necesitamos para cubrir la producción requerida.

$$\begin{aligned} \text{NUMERO DE RETROEXCAVADORAS} &= \frac{\text{Producción requerida}}{\text{Producción retroexcavadora}} \\ &= \frac{294.5 \text{ m}^3/\text{hr.}}{139 \text{ m}^3/\text{hr.}} = 2.11 \end{aligned}$$

Del anterior resultado vemos que de acuerdo a las condiciones del problema, dos retroexcavadoras no son suficientes y tres serían demasiado por lo que se hace necesario hacer un análisis más extenso sobre las combinaciones que se pueden hacer utilizando la máquina de 1 m³ o bien, ver la posibilidad de usar un cucharón mayor o tratar de mejorar las condiciones de trabajo.

- 3.- Calcular el costo por metro cúbico de material excavado y colocado a un lado de una zanja para alojar unas tuberías para drenaje. Se utiliza una retroexcavadora de 1.0 m^3 (1.3 Yd^3), la zanja tiene una profundidad máxima de 7.0 m y el giro para descargar es de 90° . La zanja se hará en un suelo arcilloso de muy dura extracción. Se considera una eficiencia de la obra de 0.90.

COSTO HORARIO DE LA RETROEXCAVADORA \$1,027.94

S O L U C I O N

De la tabla de producciones.

Producción Horaria Aproximada $76 \text{ m}^3/\text{hr}$.

AJUSTANDO LA PRODUCCION DE ACUERDO A LAS CONDICIONES DE TRABAJO TENEMOS:

Eficiencia de trabajo	Factor	0.90
Profundidad de Corte	"	0.90
Angulo de Giro	"	0.86
Cargabilidad del Material	"	0.53

$$\text{Producción Horaria Ajustada} = 76 \text{ m}^3 \times 0.9 \times 0.9 \times 0.86 \times 0.53 = 28 \text{ m}^3/\text{hr}.$$

$$\begin{aligned} \text{COSTO UNITARIO} &= \frac{\text{Costo Horario de la Retroexcavadora}}{\text{Producción Horaria Ajustada}} \\ &= \frac{\$1027.94/\text{hr}}{28 \text{ m}^3/\text{hr}} = \$36.71/\text{m}^3 \end{aligned}$$

C A P I T U L O VI

APLICACION DE LAS RETROEXCAVADORAS

En este capítulo se pretende exponer de una forma sencilla y clara la gran variedad de usos que se le puede dar a las retroexcavadoras, tanto con su equipo convencional de carga -- y/o excavación es decir, con un cucharón, así como con equipos opcionales de carga, excavación, barrenado, manipulación, etc.

Así pues, los trabajos que puede desempeñar esta máquina con su equipo convencional y con la mayor eficiencia son:

Alimentación de equipos de trituración y cribado.

Carga a camiones u otro equipo de acarreo.

Colocación de tubos.

Desmontes y demoliciones.

Excavación de zanjas.

Excavación y afinamiento de canales.

Trabajos de cantera.

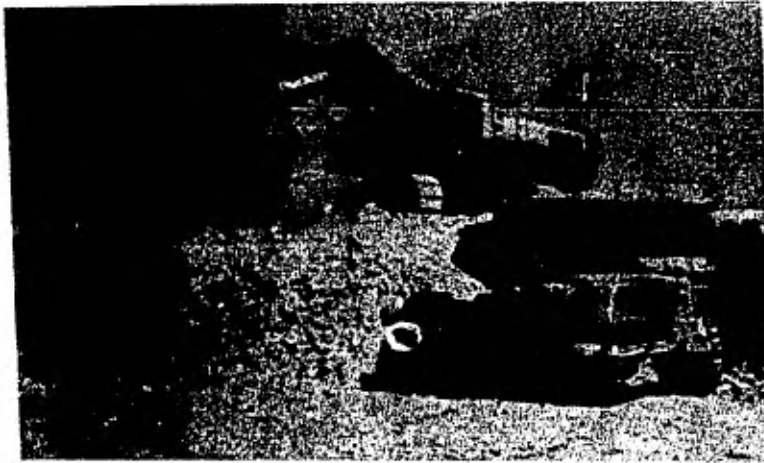
Excavaciones bajo el agua y dragados.

ALIMENTACION DE EQUIPOS DE TRITURACION Y CRIBADO

Este trabajo lo puede desempeñar satisfactoriamente una retroexcavadora, sobre todo si el material por triturar se encuentra a un nivel bajo con respecto al equipo de trituración, su funcionamiento sería el tradicional de esta máquina es decir, cargar el cucharón, girar con la carga hasta el punto de descarga, descargar y girar nuevamente para iniciar otro ciclo, se debe advertir que en los trabajos en conjunto (retro - trituradora) se deben analizar perfectamente las capacidades de ambas.

CARGA A CAMIONES U OTRO EQUIPO DE ACARREO.

Quizá es esta una de las aplicaciones más comunes del equipo en estudio, generalmente el material de carga proviene de un nivel inferior en el cual se encuentre la retroexcavadora, en cambio los camiones pueden estacionarse para la carga, en el nivel de la retro ó en el nivel al que se este excavando, este último caso representa un ahorro en el tiempo del ciclo ya que la retro no tendrá que alzar la carga por arriba de su nivel, su funcionamiento es similar al del punto anterior y como se dijo se debe tener especial cuidado en el análisis de las capacidades del equipo de carga y del acarreo.



COLOCACION DE TUBOS

Este trabajo lo puede desempeñar perfectamente bien -- una retroexcavadora ya que generalmente el cucharón tiene en su parte exterior un gancho en el que se puede fijar un cable para así poder tomar el tubo y depositarlo dentro de una zan-

ja que con anterioridad pudo haber excavado ella misma.



DESMONTES Y DEMOLICIONES

Debido a la gran precisión que se alcanza con el equipo operado hidráulicamente es fácil hacer trabajos de desmonte y demolición, en el primer caso quizá no es necesario aplicar toda la potencia pero en el segundo aparte de la precisión se necesita gran potencia por lo que la retroexcavadora es un excelente equipo para este tipo de trabajo.

EXCAVACION DE ZANJAS

Quizá uno de los trabajos más encomendados a las retroexcavadoras hidráulicas pequeñas y medianas es la excavación de zanjas ya sea para servicios municipales (alcantarillado ó agua potable) o para cualquier otro tipo de conducto, este trabajo consiste al igual que los trabajos de carga y alimentación en carga, giro con carga, descarga y giro sin carga, pero además al ir avanzando en la excavación de la zanja, la máquina se va moviendo hacia atrás con lo cual queda en posición de

seguir atacando.



EXCAVACION Y AFINAMIENTO DE CANALES.

En la construcción de canales la retroexcavadora es un equipo eficiente ya que adaptándole un cucharón afinador o bien un cucharón trapezoidal el canal queda prácticamente terminado, este en un trabajo que se ha venido haciendo cada vez más frecuente con lo que la retro ha venido desplazando a otros equipos como la draga, en este mismo sentido tenemos los trabajos de excavación por debajo del agua en los cuales la retroexcavadora ha aumentado una posibilidad de aplicación.

TRABAJOS DE CANTERA

Estos trabajos que tradicionalmente habían sido para las palas mecánicas, se han visto invadidas por la retroexcava

dora ya sea como tal o con equipo cargador, en estos trabajos se utilizan las grandes máquinas como los mostrada en la fotografía que tienen capacidades de hasta 10 m^3 (13 Yd^3) con equipo cargador.



Además de los anteriores trabajos la retroexcavadora - puede aplicarse en:

Limpieza de terrenos.

Terraplenas.

Rellenos.

Levantar pavimentos asfálticos deteriorados.

Desazolve de canales.



La retroexcavadora tiene también una gran aplicabilidad gracias a los aditamentos con que cuenta, a continuación se presentan algunos ejemplos de estas aplicaciones.

Como grúa, para cargas medianas y grandes ya sea con -- pluma- grúa o con un gancho - grúa.

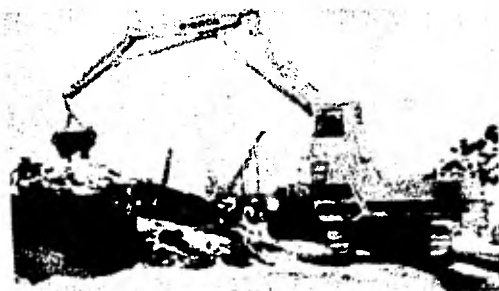
Como Martillo, neumático o hidráulico.



Como Piloteadora, en este caso la fuerza hidráulica - de la retroexcavadora se aplica verticalmente sobre el pilote para incarlo.



Como Electroiman, para manipular metales o chatarra fe rrosos.



Como manipulador, ya sea de roca, madera o chatarra - con equipo a base de garras.



Como Excavadora de almeja, con bivalva para hoyos redondos o rectangulares.



Como Escarificador, para remover terrenos muy duros -- por medio de un diente de acero especialmente tratado.

C A P I T U L O VII

MANTENIMIENTO.

Para que el equipo de construcción de el máximo rendimiento, debe estar siempre en condición de funcionar en la forma para la cual fué diseñado, y esto es simplemente para que justifique la inversión que implicó, además debemos tomar en cuenta que, al no trabajar un equipo, no solo se pierde el dinero que se deja de ganar por la inactividad de dicho equipo, sino que también se pierde al tener parados a los operadores, a otros trabajadores relacionados y al equipo interdependiente.

Un caso típico de lo anterior es el de la retroexcavadora utilizada en el movimiento de tierras, ya que por si sola no puede transportar el material excavado, por lo que necesita, por ejemplo, de camiones, entonces si la retro falla, no solo se pararía ella sino también el ó los camiones a los que esta sirviendo.

Por estas razones es muy importante mantener al equipo de construcción y por supuesto a la retroexcavadora en buenas condiciones de trabajo, la cual constituye el proposito del buen mantenimiento.

Se denomina mantenimiento, a aquella serie de actividades que tiene como fin lograr y asegurar el aprovechamiento más ventajoso de las máquinas y obtener la óptima recuperación de la inversión.

TIPOS DE MANTENIMIENTO

- Mantenimiento Preventivo.
- Mantenimiento Predictivo.
- Mantenimiento Correctivo.
- Mantenimiento por Conjuntos o Componentes.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Entendemos por Mantenimiento Preventivo todas las operaciones de ajuste, comprobación, reemplazo de partes o conjuntos, lubricación y limpieza, que como rutina y a intervalos definidos son necesarios para asegurar al usuario que la maquinaria y equipo que necesita están en condiciones apropiadas para su uso inmediato.

También se dice que Mantenimiento Preventivo es la serie de actividades cuyo fin es evitar el desgaste excesivo o prematuro que hacen necesarias las reparaciones costosas y originan los tiempos muertos.

Por lo anterior se deduce que el Mantenimiento Preventivo logra considerables ahorros y baja los costos de operación.

MANTENIMIENTO PREDICTIVO

La característica principal de este tipo de mantenimiento es que es teórico, es decir, es la planeación del mantenimiento, es más una filosofía que un método de trabajo; se basa fundamentalmente en detectar una falla antes de que suceda, para dar tiempo a corregir sin perjuicio al servicio.

Se basa en el análisis estadístico de vidas útiles, de piezas y conjuntos; el análisis físico de piezas de desgaste; el análisis de laboratorio y diagnóstico de campo.

Este Mantenimiento Predictivo nos proporciona: el programa de mantenimiento preventivo; pronóstico de cambios y reparaciones; datos para el reemplazo económico.

Esto significa pues que con el Mantenimiento Predictivo de aplicarse adecuadamente se han acabado los siguientes problemas:

- a).- Sustituir en forma rutinaria partes costosas sólo para estar del lado seguro.
- b).- Adivinar qué tiempo le quedan de vida a baleros, aislamientos, etc.
- c).- Suspender el servicio fuera del programa por fallas imprevistas.

MANTENIMIENTO CORRECTIVO

Este es el mantenimiento realizado después de la falla, ya sea por síntomas claros y avanzados ó por falla total. Es el mantenimiento fuera de programa y origina cargas de trabajo incontrolables que causan actividad intensa y lapsos sin trabajo: su ejecución inmediata es imperativa, es decir nos obliga al pago de horas extras, se interrumpe el servicio y la producción, hay necesidad de comprar todos los materiales en un momento dado. En resumen son las consecuencias lógicas cuando se sufre un accidente inesperado.

Esta forma de aplicar mantenimiento impide el diagnóstico exacto de las causas que provocaron la falla, pues se ignora si falló por mal trato, por abandono, por desconocimiento de manejo, por tener que depender del reporte de una persona para proceder a la reparación, por desgaste natural, etc.

Son muchos los aspectos negativos que trae consigo este sistema y sólo debe aplicarse como emergencia.

MANTENIMIENTO POR CONJUNTOS O COMPONENTES

Es una variante del mantenimiento correctivo en cuanto a que substituye una parte o un todo de un conjunto en mal estado, o bien una variante del mantenimiento preventivo en lo que se refiere a evitar mediante la substitución de un componente reparado o nuevo a tiempos predeterminados o planeados.

que el componente original sea severamente dañado o inutilizado por uso excesivo.

Este tipo mantenimiento es el verdadero mantenimiento - planeado o programado, cuando se cuenta con flotillas de maquinaria del mismo tipo y marca y debe coordinarse con un buen manejo de partes y reparaciones en taller.

Tiene además la ventaja de que pueden hacerse las reparaciones fuera de obra y con mucha anticipación. Igualmente -- permite hacer pedidos de partes anticipadamente y a máquina -- abierta, lo cual se traduce en economía y eficiencia.

Día a día, tiene más adeptos este sistema en las grandes constructoras con la colaboración de los distribuidores de maquinaria y talleres especializados.

Gran parte del mantenimiento esta basado en las indicaciones que los fabricantes dan en sus manuales, dichos manuales contienen una serie de recomendaciones para el mejor y mayor -- rendimiento del equipo y para la seguridad del operador así como la del personal de mantenimiento.

Para ejemplificar se presentan a continuación la Recomendación de Una Inspección Visual y Carta de Lubricación y Mantenimiento de una retroexcavadora Caterpillar modelo 235.

INSPECCION VISUAL ALREDEDOR DE LA MAQUINA.

Para operar y dar servicio de mantenimiento con toda seguridad para las personas, y para maximisar la vida de servicio de la máquina, hacer una inspección alrededor cuando se esté - lubricando o haciendo trabajos de mantenimiento es sumamente -- conveniente. Por medio de esta inspección podremos percatarnos de algunos pequeños desperfectos que de no advertirse pueden -- provocar grandes daños, por ejemplo que una tuerca este floja o se halla perdido, la acumulación de suciedad, perdidas o goteos de lubricante, combustible o líquido enfriador.

COMPARTIMIENTO DEL MOTOR. Posibles goteos de aceite o combustible y acumulación de suciedad.

SISTEMA HIDRAULICO. Posibles fugas por mangueras gastadas o líneas dañadas.

CUBIERTAS. Posibles daños o desajustes.

RODILLOS GUÍA. Posible avería o daño.

MANDOS HIDRAULICOS DE GIRO. Posibles fugas de lubricante.

COMPARTIMIENTO DEL ENGRANE DE GIRO. Posibles goteos de lubricante.

CUCHARON. Posibles deterioros o averías.

SISTEMA DE ENFRIAMIENTO. Posibles fugas por mangueras gastadas y acumulación de suciedad. Observar el nivel del líquido.

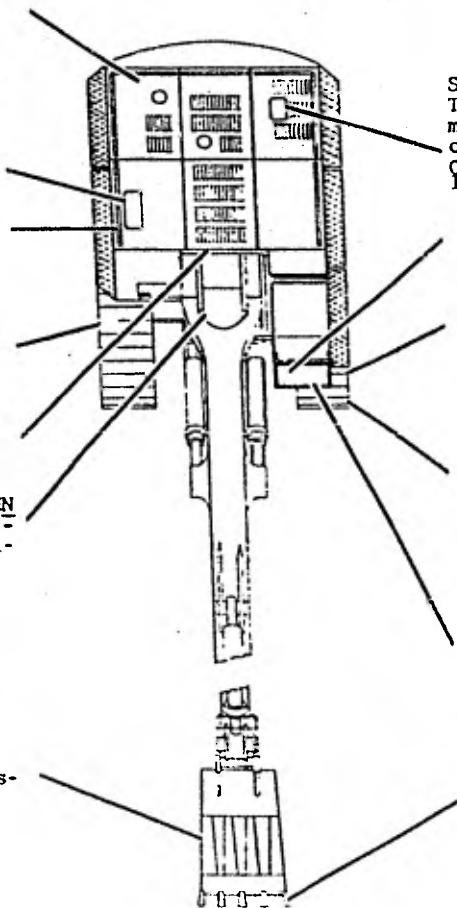
INDICADORES Y MEDIDORES. Posibles daños.

CATARINA Posible avería.

ORUGA Posible rotura o pérdida de zapata o pernos.

CABINA Posibles desajustes y limpieza.

DIENTES DEL CUCHARON. Posibles daños, pérdida de dientes o dientes gastados.



CARTA DE LUBRICACION Y MANTENIMIENTO

(RETROEXCAVADORA CATERPILLAR 235).

T I E M P O

S E R V I C I O

CADA 10 HORAS DE SERVICIO O DIARIAMENTE

RADIADOR	OBSERVAR EL NIVEL DEL LIQUIDO ENFRIADOR
FILTRO DEL AIRE	INSPECCIONAR - LIMPIAR
ACEITE DEL MOTOR	CHECAR NIVEL DE ACEITE
TANQUE DE COMBUSTIBLE	DRENAR EL TANQUE
SISTEMA DE INDICADORES	PROBARLOS
SEPARADOR DE AGUA	DRENAR EL AGUA

CADA 50 HORAS DE SERVICIO O SEMANALMENTE

BOMBA DE MANEJO	MEDIR NIVEL DE ACEITE
SISTEMA HIDRAULICO	INSPECCIONAR NIVEL DE ACEITE
BATERIAS	OBSERVAR EL NIVEL DEL ELECTROLITO
MECANISMO DE ROTACION DE LA TORRETA	LUBRICAR
CUCHARON, BRAZO Y AGUILON	LUBRICAR PERNOS DE SOPORTE

CADA 250 HORAS DE SERVICIO O MENSUALMENTE

ACEITE DEL MOTOR	CAMBIAR ACEITE Y FILTRO
MANDOS HIDRAULICOS DE GIRO	INSPECCIONAR EL NIVEL DEL ACEITE
BANDA DEL VENTILADOR Y GENERADOR	INSPECCIONAR - AJUSTAR
VENTILADOR	LUBRICAR
AIRE ACONDICIONADO	INSPECCIONAR Y AJUSTAR LA BANDA DEL COMPRESOR-OBSERVE EL MONOMETRO - PRUEBE LA CORRECTA OPERACION
ALARMA DE FUNCIONAMIENTO	PRUEBE

CADA 500 HORAS DE SERVICIO O CADA 3 MESES

SISTEMA HIDRAULICO	CAMBIAR FILTRO Y LAVAR SU RECIPIENTE
RESPIRADERA DEL ACEITE DEL MOTOR	LAVAR RESPIRADERA
SISTEMA DE ENFRIAMIENTO	AÑADIR ANTICORROCIVO
CUBIERTA Y FILTRO DE TANQUE - DE COMBUSTIBLE	LAVAR Y ACEITAR LA CUBIERTA - INSPECCIONAR Y LIMPIAR EL FILTRO

CADA 2000 HORAS DE SERVICIO O ANULAMENTE

VALVULAS DE ADMISION DEL MOTOR	CHECAR, AJUSTAR
SISTEMA DE ENFRIAMIENTO	CAMBIAR SOLUCION ANTICONGELANTE
BOMBA DE MANEJO	CAMBIAR ACEITE
ENGRANAJE DE GIRO	INSPECCIONAR NIVEL DE LA GRASA
SISTEMA HIDRAULICO	CAMBIAR ACEITE Y LAVAR EL FILTRO, INSPECCIONAR MANGUERAS

CUANDO SE REQUIERA

ENTRADA DEL SISTEMA DE AIRE	LIMPIA EL FILTRO CUANDO EL INDICADOR SE ENCIENDA AL ACELERAR EL MOTOR
SISTEMA DE ENFRIAMIENTO	CAMBIAR LIQUIDO Y LIMPIAR CUANDO EL MO- TOR SE SOBRECALIENTE O CUANDO EL LIQUI- DO ESTE SUCIO
TAPON DE RADIADOR	REEMPLAZAR O LIMPIAR CUANDO EL MOTOR SE- SOBRECALIENTE O EL LIQUIDO SE ESTE PER- DIENDO
SISTEMA DE COMBUSTIBLE	CAMBIE EL FILTRO CUANDO EL MOTOR PIERDA POTENCIA
FRENOS DE GIRO	AJUSTAR CUANDO EL FRENO NO EVITA EL GI- RO CUANDO SE APLICA
ORUGA	AJUSTE CUANDO CUELGA MAS DE 25 ó 40 MM.

DIENTES Y CORTADORES LATERA

LES DEL CUCHARON

AIRE ACONDICIONADO

CINTURON DE SEGURIDAD

SISTEMA ELECTRICO

SEPARADOR DE AGUA

CAMBIAR O ROTAR

**CAMBIAR FILTRO SI EL AIRE QUE CIR
CULA ES POCO.**

INSPECCIONAR - REMPLAZAR CADA 3 AÑOS

**INSPECCIONAR LOS FUSIBLES CUANDO EL
SISTEMA FUNCIONE MAL, REMPLAZARIOS
SI ESTAN QUIMADOS**

**CAMBIAR EL ELEMENTO CUANDO EL SEPA-
RADOR ESTA CONTAMINADO**

N O T A S:

Bajo condiciones extremadamente severas de humedad o de polvo, puede ser necesaria la lubricación más frecuente que la especificada en la carta de lubricación y mantenimiento.

El equipo de construcción cuenta generalmente con un me didor de horas de servicio ya que gran parte del mantenimiento se lleva a cabo cada cierto número de horas por ejemplo cada 50 horas o semanalmente.

He dejado para la última parte de este capítulo un aspecto de gran importancia para cualquier maquinaria pesada como lo es la retroexcavadora, porque en el se encierra practicamente todo el mantenimiento que se le da al equipo en su vida, porque en el es fácil ver su estado físico exterior, así como deducir su estado físico interior, este aspecto es su bitácora.

A la bitácora la podemos definir como el conjunto de las diversas cartas de mantenimiento de una máquina de acuerdo con sus respectivas periodicidades, es decir, la bitácora no es otra cosa más que la historia de la máquina, lo cual nos permite conocer su estado en forma inmediata y fácil.

A continuación se anexa el Índice General de la Bitácora, que son las partes de las que debe estar compuesta, y algunas formas que son las más usuales.

INDICE GENERAL DE LA BITACORA

- I.- FOTOGRAFIAS DE LA MAQUINA
 - a) ENVIO DE LA MAQUINA
 - b) RECEPCION DE LA MAQUINARIA
 - c) TOMADAS CADA 6 MESES

- II.- CONTROL MANTENIMIENTO PREVENTIVO
 - a) CARACTERISTICAS DE LA MAQUINA
 - b) INSTRUCTIVO PARA SU APLICACION
 - c) CONTROL GENERAL DE HORAS ACUMULADAS
 - d) CONTROL DIARIO Y DE SERVICIOS
 - e) CARTAS DE MANTENIMIENTO
 - f) CONTROL DE INCIDENCIAS (COMENTARIOS BREVES)

- III.- COPIAS DE LOS CONTROLES DE ENVIO Y RECEPCION DE LA MAQUINA.

- IV.- COPIAS DE LOS CONTROLES DE CALIDAD ENVIO-RECEPCION.

- V.- CONTROL MANTENIMIENTO PREDICTIVO.
 - a) COPIAS DEL INFORME DE LA CAMIONETA DE DIAGNOSTICOS.
 - b) COPIAS DEL INFORME DEL LABORATORIO DE ANALISIS DE ACEITE

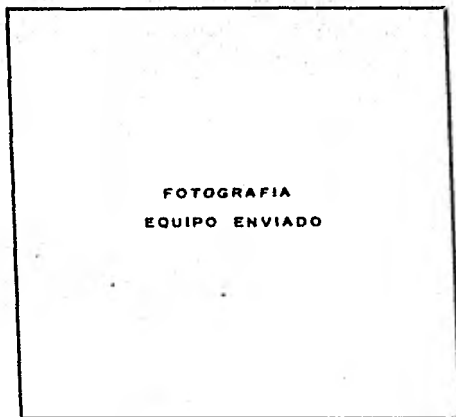
- VI.- COPIAS CERTIFICADAS DE:
 - a) FACTURA DE LA MAQUINA
 - b) PEDIMENTO DE IMPORTACION DE LA MAQUINA

- VII.- COPIAS DE OTROS REPORTES O INFORMES DE LA MAQUINA.
 - a) SOLICITUDES DE REPARACION
 - b) LIQUIDACIONES MAYORES
 - c) RADIOGRAMAS O MEMORANDUMS REFERENTES A (A) Y (B)
 - d) REGISTRO DE REPARACIONES EFECTUADAS A LA MAQUINA

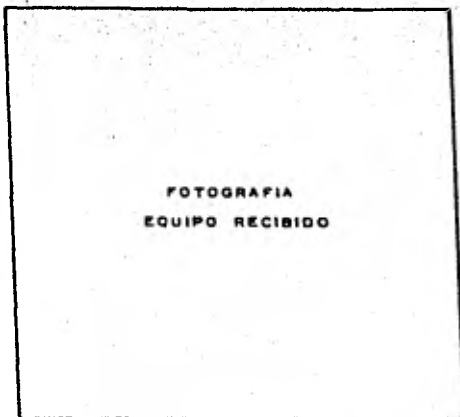
FOTOGRAFIAS DE LA MAQUINA

76

ECO. _____



FOTOGRAFIA
EQUIPO ENVIADO



FOTOGRAFIA
EQUIPO RECIBIDO

FECHA DE ENVIO _____

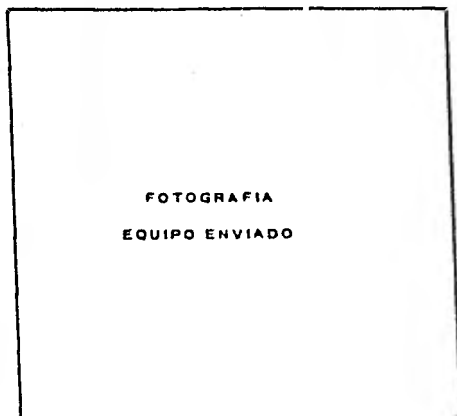
FECHA DE RECEPCION _____

HOROMETRO _____

HOROMETRO _____

LUGAR DE ENVIO _____

LUGAR DE RECEPCION _____



FOTOGRAFIA
EQUIPO ENVIADO



FOTOGRAFIA
EQUIPO RECIBIDO

FECHA DE ENVIO _____

FECHA DE RECEPCION _____

HOROMETRO _____

HOROMETRO _____

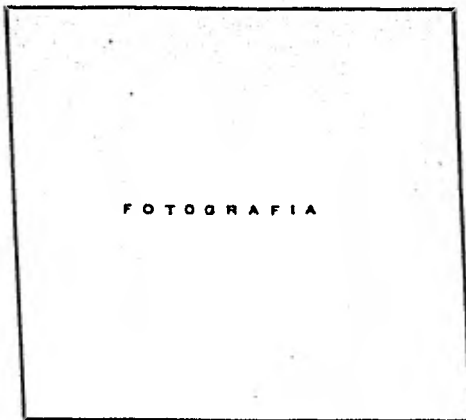
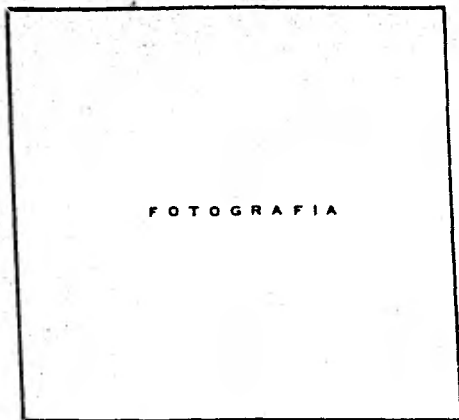
LUGAR DE ENVIO _____

LUGAR DE RECEPCION _____

FOTOGRAFIAS DE LA MAQUINA
TOMADAS CADA 6 MESES

77

ECO _____



FECHA _____

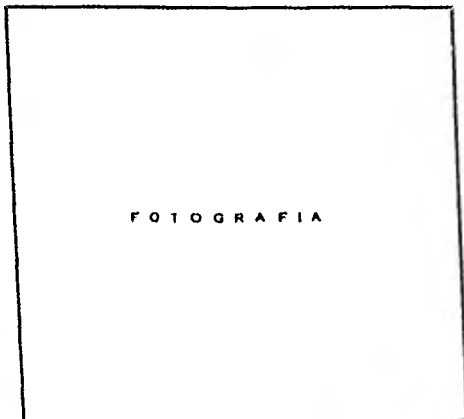
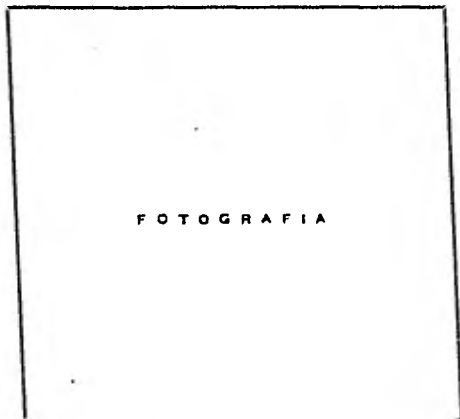
FECHA _____

HOROMETRO _____

HOROMETRO _____

OBRA _____

OBRA _____



FECHA _____

FECHA _____

HOROMETRO _____

HOROMETRO _____

OBRA _____

OBRA _____

MANTENIMIENTO PREVENTIVO



NUMERO ECONOMICO:

CARACTERISTICAS	MÁQUINA	MOTOR	ADITAMENTOS
CLASE			
MARCA			
MODELO			
TIPO			
SERIE			
CAPACIDAD			
VELOCIDAD R.P.M.			
DIMENSIONES:	LARGO _____	ANCHO _____	ALTO: _____ MTS.

PESO DE LA UNIDAD COMPLETA EN KGS. _____

DEPTO. DE MANTENIMIENTO GENERAL

INSTRUCTIVO PARA LA APLICACION DE LAS
CARTAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

79

- 1.- "Reporte del operador" (forma MP 1); este reporte debe con tener el informe del estado físico de la máquina y lectura de horómetro, datos indispensables para la realización -- del mantenimiento preventivo.
- 2.- "Control de Servicios" (forma MP 2); el secretario encargado del Departamento de Mantenimiento Preventivo, en la obra deberá vaciar diariamente en esta hoja de Control, -- las lecturas de horómetros que contiene el "Reporte del Operador".
Con base en esta hoja de Control, el secretario deberá -- formular el "Programa de Mantenimiento Preventivo" (forma MP 3), mismo que entregará al jefe de Maquinaria y al jefe de Servicio, para su ejecución.
- 3.- "Programa Diario de Mantenimiento Preventivo" (forma MP 3) Como se dijo anteriormente esta hoja la formulará el secretario quien se encargará de ver con el jefe de Servicio, que se lleve a cabo de acuerdo con la Carta de Mantenimiento correspondiente, la cual deberá ser llenada y -- firmada por el jefe de Servicio y el Vo. Bo. del Ing. de Mantenimiento correspondiente.
- 4.- "Carta de Mantenimiento" (el número de la forma varía de acuerdo con el tipo de máquina a que corresponde).
En estas cartas se especifican todas las operaciones que es necesario realizar para darle a la máquina el servicio que le corresponde.
A la derecha de cada hoja aparecen cuadros que deberán -- llenarse con la clave siguiente:
Servicio Ejecutado
Servicio NO Ejecutado (anotaciones al reverso)

El reverso de cada carta se deberá llenar con anotaciones importantes referidas al servicio efectuado.
- 5.- "Control Mensual" (forma MP 4); esta hoja deberá llenarla el Secretario y practicamente servirá como auxiliar en el Mantenimiento Preventivo.

MANEJO DEL TRACTOR

- 1.- Revisar reporte del Operador.
- 2.- Lavar la unidad.
- 3.- Cambiar agua del radiador, revisar el sistema, localizar y corregir fugas en: radiador, bomba de agua, mangueras, etc.
- 4.- Lubricar baleros y soportes de ventiladores, revisar tensión de bandas.
- 5.- Cambiar elemento de filtro de aire, revisar mangueras y apretar abrazaderas.
- 6.- Cambiar elemento de filtro de combustible, localizar y corregir fugas del sistema.
- 7.- Cambiar aceite y elemento filtro del motor, localizar y corregir fugas.
- 8.- Revisar nivel de agua en la batería, limpiar y engrasar terminales, revisar tensión de bandas del generador o alternador, baleros de los mismos, verificar funcionamiento del motor de arranque, revisar los indicadores, reemplazar los necesarios.
- 9.- Cambiar el aceite de las siguientes partes: hidráulico y filtro del mismo, transmisión, convertidor o cople hidráulico, caja de engranes de levante de la pluma.
- 10.- Ajustar banda de bomba hidráulica, localizar y corregir fugas, revisar mangueras, verificar presiones del sistema y carga del acumulador de gas.
- 11.- Revisar y ajustar los siguientes mecanismos: embrague principal, balatas, tambores y cinchos de fricción.
- 12.- Revisar el desgaste de los roles cónicos de la caseta y cable de acero.
- 13.- Revisar los siguientes mecanismos: latines de la vara del equipo (únicamente si trabaja como cargador), cadenas de tránsito, ajuste y alineación de cadena silenciosa, tránsito en general (elaborar reporte), dientes, pernos, bote y equipo en general.
- 14.- Efectuar revisión general del sistema eléctrico de la máquina, luces, indicadores, etc.
- 15.- Revisar fugas de agua en: radiador, mangueras y bomba de agua, apretar abrazaderas del sistema (motor camión).
- 16.- Revisar condición del filtro de aire, limpiar con aire comprimido y cambiar si es necesario, revisar mangueras y apretar abrazaderas de los sistemas.
- 17.- Cambiar elemento de filtro de combustible, localizar y corregir fugas del sistema.
- 18.- Cambiar aceite y elemento del filtro, limpiar respiradero, localizar y corregir fugas del sistema.
- 19.- Revisar nivel de agua de la batería y la carga, limpiar y engrasar terminales, revisar tensión de bandas y polea del generador o alternador baleros de los mismos, verificar funcionamiento del motor de arranque.
- 20.- Revisar y ajustar embrague (camión).
- 21.- Revisar niveles de aceite en la transmisión y diferenciales.
- 22.- Revisar y ajustar frenos.

Nota: Los puntos 14 al 22, deberán efectuarse en caso de que se trate de una fotografía.

CONTROL MENSUAL

FORM. MP-4

No. Eco. _____
 MES _____
 AÑO _____
 OBRA _____

HOROMETRO FINAL _____
 HOROMETRO INICIAL _____
 TOTAL DE HORAS _____

DIA	HORAS TRABAJADAS TURNOS				TIEMPOS PERDIDOS		OBSERVACIONES
	1	2	3	TOTAL	OCIOSO	REPARACION	
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							
26							
27							
28							
29							
30							
31							

CONTROL MENSUAL

.RM.MP4

No. Eco. _____
MES _____
AÑO _____
OBRA _____

HOROMETRO FINAL _____
HOROMETRO INICIAL _____
TOTAL DE HORAS _____

DIA	HORAS TRABAJADAS TURNOS				TIEMPOS PERDIDOS		OBSERVACIONES
	1	2	3	TOTAL	OCIOSO	REPARACION	
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							
26							
27							
28							
29							
30							
31							

C A P I T U L O VIII

CONCLUSIONES

1.- A pesar que la retroexcavadora hidráulicas tiene relativamente poco tiempo de competir con otros equipos de construcción se ha impuesto ya que su gran fuerza de penetración proporcionada por el brazo y por el cucharón trabajando en conjunto le dan posibilidades de aplicación donde otros equipos necesitarían que les aflojaran el terreno.

2.- El gran número de aditamentos con que cuenta el equipo en estudio le hace tener una versatilidad que no se compara con ningún otro equipo, esto hace que la retroexcavadora rinda el máximo siempre, porque sino se tiene trabajo de excavación podría utilizarse como cargador, grúa, electroimán, etc.

3.- Lo anterior se traduce en un mayor beneficio económico para el constructor al evitar tiempos muertos del equipo.

4.- Si a los dos puntos anteriores le añadimos el buen mantenimiento con que debe contar toda máquina, tendremos el óptimo aprovechamiento del equipo y por supuesto la óptima recuperación y recompensa económicas a que se tiene derecho.

5.- Claro está que el logro de los óptimos beneficios que trae consigo la buena operación y mantenimiento, han dependido en un principio de la buena elección que se halla hecho de la máquina adecuada al tipo y volumen de trabajo que se espera realizar, ésta última, es decir la elección, es el principal problema al que se enfrenta el constructor, pero precisamente para eso se ha elaborado el presente trabajo, para que se tenga una guía en el problema de seleccionar una retroexcavadora dentro de la gran gama de marcas y modelos que existen en la actualidad.

A P E N D I C E

INFORME SOBRE EL MERCADO DE LAS RETROEXCAVADORAS EN MEXICO.

BREVE HISTORIA DE LA DEMANDA.

Entre los años 1971 y 1975 la demanda de las retroexcavadoras aumentó a ritmo bastante rápido, según iba creciendo la capacidad productiva de los fabricantes nacionales, pero el cambio de administración económica, junto con la devaluación del peso en el año siguiente iniciaron una breve caída.

La estabilidad relativa de la administración de López Portillo, y el ingreso de divisas como resultado del petróleo, actuaron como estímulo a la inversión pública y privada, y la actividad en el sector de la construcción aumentó a un ritmo considerable, lo que dió inicio a otro ciclo de crecimiento de la demanda.

ESTRUCTURA DEL MERCADO POR TIPO Y TAMAÑO DE MAQUINA 1973 - 1979.

Las ventas totales de retroexcavadoras durante 1973-1979.

se detallan en el cuadro siguiente:

<u>FABRICACION:</u>	<u>1973</u>	<u>1974</u>	<u>1975</u>	<u>1976</u>	<u>1977</u>	<u>1978</u>	<u>1979</u>
Fabricación nacional	80	107	119	115	160	240	285
Importación	10	20	25	20	50	110	130
T O T A L:	90	127	144	135	210	350	415

Como lo demuestra el cuadro, tanto las de retroexcavadoras de importación como las de fabricación nacional, han aumentado en forma impresionante. La estructura del mercado, por

país de origen del producto indica también, la estructura por tamaño de máquina, en el sentido de que son únicamente las excavadoras de gran potencia (superiores a 125 cv) que no se fabrican en el país, que se permite importar.

El tamaño de máquina que en mayor volumen, se vende en México, tiene una capacidad de cuchara de entre 0,5 y 1,0 yardas cúbicas. Por potencia CV. Se estima que en el año 1979, el mercado estaba estructurado como sigue:

P O T E N C I A CV.	POR CIENTO DE VENTAS.
Hasta 60	6,0
60 - 110	56,5 Fabricación
110 - 125	7.5 nacional.
Superior a 125	30.0 Importación

De las que son de fabricación nacional, se estima que el 90 por ciento están montadas sobre orugas, siendo estas las más pesadas y no pudiendo montarse sobre neumáticos. El trabajo efectuado por las retroexcavadoras, hoy en día es en su mayoría sobre terrenos poco preparados, lo cual exige una máquina con la capacidad de tracción, y estabilidad que sólo tiene una máquina sobre cadenas.

ESTRUCTURA DEL MERCADO POR TIPO DE APLICACION

A grandes rasgos, la división del trabajo ejecutado por las retroexcavadoras por sectores, en orden de importación, se pueden detallar como sigue:

- Instalaciones industriales (principalmente en las regiones de producción de petróleo)
- Agricultura, riego con obras hidráulicas.
- Oleoductos y gaseoductos.

- Fundaciones y obras generales de construcción.
- Minería.

MARCAS REPRESENTADAS Y SU IMPORTANCIA RELATIVA

El mercado de las retroexcavadoras hasta 125 CV, está dominado por las tres marcas de fabricación nacional: YUMBO, POCLAIN, y LINK - BELT. Sólo una marca de importación está representada en este sector del mercado: KOEHRING, cuya penetración en 1979, se estima en un 7 por ciento. La penetración de LINK-BELT; está aproximadamente al nivel, mientras el 86% restante - está dividido igualmente entre POCLAIN Y YUMBO.

De las marcas de importación (máquinas con una potencia superior a 125 CV.) están representadas las siguientes, en órden de importancia:

CATERPILLAR
 POCLAIN
 LINK - BELT
 KOEHRING
 HITACHI

La penetración de Caterpillar, se estima en un 45 - 50 -- por ciento, con el 50 por ciento restante distribuido igualmente entre las próximas tres marcas. La marca Hitachi, acaba de introducirse en el mercado y será comercializada a través de la red de distribución DIKONA.

I M P O R T A C I O N E S

Por la política de sustitución de importaciones del gobierno mexicano, la importación de retroexcavadoras, está limitada a aquellas máquinas que no sean de la misma capacidad o potencia de las que se fabrican en el país. En la práctica, alcanzando la gama de máquinas de producción nacional, una poten-

cia de alrededor de 120 C.V, son sólo las que tienen una potencia superior a éste nivel que se dejan importar.

Hay una falta de datos precisos sobre la importación de retroexcavadoras; su volumen, valor y país de origen, debido principalmente a que en la nomenclatura aduanera, estas máquinas vienen clasificadas bajo varios capítulos que incluyen también otros tipos de maquinaria de movimiento de tierras.

Sin embargo, un análisis de las marcas vendidas en el mercado a través de los últimos 5 años, nos permite estimar, con cierta precisión el volumen y país de origen. Como lo indica el cuadro siguiente, el exportador más importante es EE. UU., contando con el 80 por ciento de las importaciones en México en 1979, seguido por Francia.

MEXICO: IMPORTACIONES DE NUEVAS RETROEXCAVADORAS 1974 A 1979, (unidades)

PAIS DE ORIGEN:	1974	1975	1976	1977	1978	1979
EE. UU.	15	18	13	40	90	108
FRANCIA.	5	7	7	10	20	22
<u>TOTAL:</u>	20	25	20	50	110	130

PERSPECTIVAS FUTURAS

La estabilidad política que se refleja en una confianza empresarial actualmente, alta, y el estímulo que el sector de la construcción ha recibido como consecuencia de los ingresos del petróleo, han actuado para impulsar el mercado de maquinaria para la construcción a niveles previamente desconocidos.

Nuestro propio asesoramiento de la coyuntura que indica que las tasas de crecimiento que se han experimentado durante los próximos 5 años, está confirmado por el optimismo de los 2 -

principales fabricantes nacionales, cuyos planes de expansión e inversión preveen un mercado, en pleno desarrollo.

B I B L I O G R A F I A .

- APUNTES DE MOVIMIENTO DE TIERRAS
AUTORES VARIOS
FACULTAD DE INGENIERIA, UNAM.
- CURSO EQUIPO DE CONSTRUCCION
CENTRO DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA, UNAM.
- FACTORES DE CONSISTENCIA DE COSTOS Y PRECIOS UNITARIOS
SAMUEL REIFER G.
DEPTO. DE CONSTRUCCION, UNAM.
- MAQUINARIA AUXILIAR DE OBRA
ADIL GABAY
TECNOS S. A., MADRID
- METODOS PLANEAMIENTO Y EQUIPO DE CONSTRUCCION
R. L. PEURIFOY
EDITORIAL DIANA
- MOVIMIENTO DE TIERRAS
H. L. NICHOLS
C.E.C.S.A.
- MANUEL DE MANTENIMIENTO Y LUBRICACION
CARTERPILLAR 235
- MAQUINARIA PARA CONSTRUCCION
DAVID A. DAY
LIMUSA
- CATALOGOS Y REVISTAS

Retroexcavadoras hidráulicas *



Make	Modelo	C	Rango de operación				Cilindrada	Motor	DIMENSIONES GENERALES															BASTIDOR										
			Alc.	Prof.	Alc. + Prof.	Alc. - Prof.			Capacidad	Altura	Ancho	Profundidad	Longitud	Altura	Ancho	Profundidad	Longitud	Altura	Ancho	Profundidad	Longitud	Altura	Ancho		Profundidad	Longitud								
Allman	H98	C	20	30.0	24.8		99,649	76,280		24.32	5.1%	Volvo	T580A	173	38,000	27.4	9.6	1.6	7.6	7.6	12.0	8.2	31	16	10.1	10.1	42	30	4,800	Tractor	1.6	70		
	H128	C	27.10	35.1	30.6		126,325	84,880		30.41	5.1 2/5%	Volvo	TD708	204	54,000	32.0	9.10	1.10	8.3	8.3	13.0	9.0	31	18	10.6	10.2	41	30	7,700	Tractor	1.2	70		
	H16C	C	27.11	42	36.9		140,212	110,891		30.48	1% 2%	Volvo	TD100A	275	85,000	42	10.2	10.2	8.7	8.7	15.2	9.6	30	18	10.11	11.8	44	38	15,650	Tractor	1.2	70		
	H25C	C	29.10	43.4	33.8		185,000	185,000		40.56	2.2%	Volvo	TD120C	368	118,000		10.4	13.7%			15-10	9-11	45	19	12.0	12.0	54	27	18,270	Tractor	2.6	70		
American	25 A	C	22.4	35.6	20-10	77.3	158	19,700	26,400		28.54	3.2%	GM DD	6V-53N	182	84,500	36.6	10.7	10.7	8.1	8.1	14-10%	8-10	41	22	10.6	22%	48	30	8,900	Tractor	1.7	100	
	480	C	25.1	40.0	22-10	31	162	28,800	36,000		35.60	3.2%	GM DD	6V92T	300	92,600	41.5	11.3	12.6	8.3	9.8	14-10%	9.6	47	22	11.3	11-11	62	38	14,000	Tractor	1.4	100	
	680	C	34.11	60.3	25-3	40.9	163	42,305	57,250		58.65	3.6%	GM DD	12V-71N	456	160,000	51.2	14.7	14.7	11.0	11.0	18-11%	10.4	47	22	11.8	10.8	64	43	37,000	Crawler	2.0	87	
	C-106	C	18.10	29.4	14.10	25-10	196	44,863	44,863	40,293	20.60	5/16-1%	GM DD	4-53N	107	32,775	29-7%	7-10%	7-10%	6.3	6.3	12-3	9-8	34	17%	9-10	10.4	46	19.7	10,000	Hyd. Tractor	2.2	81	
Bantam/Kochweg	C-266	C	21.2	32.9	19.1	27.2	174	77,683	77,683	65,697	21.60	9/16-1%	GM DD	4-71N	143	47,240	33-4	9.5%	9.3%	7.5	7.5	14-2%	9.7	30.7%	19	10-0	10.9	48%	23.8	8,000	Hyd. Tractor	2.2	81	
	C-368	C	22.9%	35.3	19-10	29.6	174	86,210	86,210	78,700	26.70	3.4%	GM DD	6V-53N	182	84,982	36.7	10.3	10.2	8.2%	8.2%	14-10	10.4	39%	19%	10.6	11.4	82%	23.6	8,000	Hyd. Tractor	2.3	78	
	S-155 (U)	RT	18.8	30.9	19.2		175				21.60	4.5%	GM DD	4-53N	120	34,325	30-1	8.0																
	S-155 (E)	RT	19.6	31.9	17-11		106				21.60	4.5%	GM DD	4-53N	120	33,000	29-10	8.0																
Bucyrus-Erie	300 H	C	20.0	32.9	19.9	27.5	175				12.41	To 1	GM DD	6V-53N	176	49,884	34.9																	
	325 H	C	23.1	37.6	21.4	31.9	192				20.48	To 1%	GM DD	V-555	172																			
	350 H	C	24.9	41.1	25-9	37.3	177				35.68	To 2%	GM DD	6V-71N	214	73,375	38.9																	
	400 H	C	31.7	48.4	28.1	49.3	179				48.66	To 2%	GM DD	8V-71N	180	89,014	41-10	10-10%	11.4%															
	500 H	C	35.8	55.0	24-10	50-10	170				48.12	3.4%	GM DD	8V-92T	392	153,574	N/A	13.4	14.8	10.4	11.8	19.2 5/8	11.5%	45	20	11-11	13.6	48	30	20,585	Triple Grouser	2.0	100	
	500 H	C	35.8	55.0	24-10	50-10	170				48.12	3.4%	GM DD	8V-92T	392	153,574	N/A	13.4	14.8	10.4	11.8	19.2 5/8	11.5%	45	20	11-11	13.6	48	30	21,240	Triple Grouser	2.0	100	
J.I. Case/Tenneco	880-B	C	18-11	20.1	27.6	20.0	170		3,750	26.47	3.8%	Case	338 BDT	120	30,750	26.6	8.0	8.0	8.0	8.0	12.2	8.0	35%	18	8-10	10.5	50.4	30	4,500	Semi Grouser	1.7	60		
	980B	C	22.2	20.4	30.8	24-10	170	19,690	21,760	7,600	24.42	9/8-1%	Case	504 BDT	180	48,800	30-4	9-10	10-10	7.4	6.4	13.8	7-11	37-7	18	10-0	10.8	44.4	30	6,600	Semi Grouser	2.3	60	
Caterpillar	215	C	20.3	30.4	18.8		174	23,810	20,800		30.54		Cat	330C	95	61,000*	32.3	10.3	21-7	8														
	215	C											Cat	230C	85	84,430*	37.6	11-10	30	8-10														
	225	C	22.5	33.4	19.9		175	26,100	25,700		24.54	5.1%	Cat	320C	136	138,800*	43.3	12.0	32	9.4	10.8	18.3	12	41	29	11-2	11.2	44	30	12,000	Crawler	2.4	80	
	245	C	26.0	39.1	22.4		175	39,600	40,700		30.54	1.2 2%	Cat	330C	195	38,100*	29.6	7-11%	20	9.3%	7.3%	11-11	8.0	36.9	18	10-1	10.1	35.5	20	17,500	Crawler	1.9	80	
	245	C	31.7	46.0	28.0		177	56,900	64,600		36.40	2.2%	Cat	34.6	375	38,100*	29.6	7-11%	30	8.3%	7.3%	11-11	8.0	36.9	18	10-1	10.1	35.5	20	4,500	Crawler	2.1	80	
John Deere	JD 690 B	C	20.0	30.0	15.0	20.0	150		33,921	13,800	24.80	9/16-7%	Deere	6404T	131	34,700	29.6	7-11%	9.6%	8.0	7.6	12.6	7-11	31	15	9-10	10-10	28	24.30	4,500	Crawler	1.7	70	
	JD 890	C	27.0	40.0	22.0	29.6	150		45,000	27,860	33.60	1%	Deere	JD 6-619A	250	89,000	39.8%	11.5	11-11	8-11	8-11	15-10	9-10	38	16%	10-4.3	12.0	40	50.30	15,000	Crawler	2.1	70	
Drom/Puolan	35	C	20.6	30.5	22.3		158	18,400	24,500	NA	24.72	4-1	Case	338	120	35,000	29-10	8.0	1.0	6.0	6.0	12.2	7-11	35	17%	8.9%	10.9	38%	24/30	8,700	Tractor	1.2	60	
	40R	RT	18.6	30.1	19.2		170	11,850	14,050	NA	24.72	5/7/8	DD	4-53N	123	35,800	33.4	NA	NA	NA	NA	NA	7-11	NA	14	11-4	12-11	58	NA	7,825	4WD	23	45	
	45R	RT	18.8	30.1	23.8		158	17,420	27,800	NA	24.72	4-1	Case	504	164	40,800	34.2	NA	NA	NA	NA	NA	7-11	NA	15	11.6	12-11	80	NA	9,200	4WD	25	60	
	40	C	20.8	30.5	22.3		158	17,420	27,800	NA	24.72	4-1	Case	504	184	37,300	30.0	9.5	8.5	7.5	7.5	12.8	7-11	35	17%	9-10	10-10	40	74/70	8,200	Tractor	2.5	60	
	50	C	22.0	31.9	21.1		162	19,945	36,700	NA	27.60	5-1%	Case	504	206	48,000	31.4	10.8	11.6	8.0	9.0	14.8	9.0	38	18	10-0	10.8	42	30	8,200	Tractor	2.8	60	
FMC	LS 2600A	C	20.9	21.2	20-11	12-11	180				24.33	7/8	GM DD	3-71N	100	41,370	30.8	9.0																
	LS 3400	C	23.7	24.1	20.8	18.6 5/8	100				25.78	1 1/2 3/8	GM DD	4-71N	139	61,200	33.0	9.9																
	LS 4800	C	24.11	25.4	21.6	12.1	161				26.45	1 1/2	GM DD	6-71	206	78,816	38.8	11.4																
	LS 5100	C	25.5	25.9	21.7	13.6	161				29.15	1 1/2 7/8	GM DD	8-71	208	77,478	37.0	11.4																
	LS 5800	C	27.4	27.9	23.2	14.0	166				29.45	1 1/2 6/8	GM DD	8V-71	280	91,900	39.3%	11.4																
	LS 6400	C	31.11	32.3	25-10		165				39.65	2 1/8 7/8	GM DD	8V-92	330	132,260	44.1	12.4	13.9%	8.7	10.8													
	LS 7100A	C	35.6	31.6	43.6	53.4	165				45.65	3 1/16	GM DD	17V-71N	456	157,725	51.6	12.2	13.6	8.11	10.6													
	LS 7100A	C	35.6	31.6	43.6	53.4	165				45.65	3 1/16	GM DD	17V-71N	456	157,725	51.6	12.2	13.6	8.11	10.6													
	LS 7100A	C	35.6	31.6	43.6	53.4	165				45.65	3 1/16	GM DD	17V-71N	456	157,725	51.6	12.2	13.6	8.11	10.6													
	LS 7100A	C	35.6	31.6	43.6	53.4	165				45.65																							

Retroexcavadoras hidráulicas



Make	Model	RANGE DE OPERACION										DIMENSIONES GENERALES										SISTEMA											
		Capacidad (m³)	Capacidad (yd³)	Alto (m)	Alto (ft)	Peso (kg)	Peso (lb)	Motor	Velocidad (km/h)	Velocidad (mph)	Radio (m)	Radio (ft)	Radio (m)	Radio (ft)	Radio (m)	Radio (ft)	Radio (m)	Radio (ft)	Radio (m)	Radio (ft)	Radio (m)	Radio (ft)	Radio (m)	Radio (ft)	Radio (m)	Radio (ft)							
Komatsu	466E	C	23.5	30.10	18.3	34.6	171	28,700	30,000	33,900	31-66	1.14	GM DD	8V-71N	288	72,900	37.2	11.11	11.11	9.5	9.5	15.5%	11.11	28	21%	104'	10.11	47	30	15,700	Tractor	1.8	72
	686E	C	27.3	43.3%	19.3	38.6	186	35,500	36,400	47,800	36-66	1.16	GM DD	8V-71N	278	100,430	11-E	12-10	13.4	8-11	10.4	16.10	12.7	40	26%	10-10	13.0	48%	30	20,500	Tractor	1.3	83
	886E	C	29.3	47.3	21.2	42.7	194	42,150	48,100		32-70	1.16-3	GM DD	8V-82N	328	130,000	48-11%	12.0	14.2	9.0	11.2	18.4%	13.4%	43	28	11.5	13.7%	54%	36	31,000	Tractor Exc.	1.8	100
	1186E	C	24.8	42.11%	20.5%	38.3	172	68,988	71,853		32-70	1.14	GM DD	12V-71N	430	951,819	50-10	13-10	13.10	11.4	11.4	20.7	14.4%	49%	17	11.11	14.0	57%	36	31,000	Tractor or Exc.	1.8	100
	1166E HOE	C	25.0	53.5	23.1	48-10	178	48,868	57,033		48-78	24-82	GM DD	12V-71N	416	78,437	46-7%	14.8	14.8	11.4	11.4	20.10	14.4%	53%	14	12.3	17.0	62	40	31,720	Tractor or Exc.	1.8	100
	1286D EXC	C	39.0	50-10	23.3	46-11	171	72,266	80,538		32-70	1.14	GMDD	12V-71N	416	181,240	52-4	14.8	14.8	11.4	11.4	20.10	14.4%	53%	14	12.5	17.0	67	40	34,000	Tractor	1.9	100
1286D HOE	C	38.6	50-10	26.8	54.8%	170	80,700	86,800		62-115	6-12	[2] GMDD	12V-71N	780	258,240	53-7	17-10	17-10	13.4	13.4	21.5	15-10%	52%	18%	13.4'	17.3	63	54	30,800	Excavator	1.18	35	
Kubota	KH-10-D	C	8.8	14.4%	8.4	12.4	187	3,628	3,988	NA	12.24	0.16-0.32	Kubota	D1100BH	18	6,174	15-1	4-9															
	KH-10-D Extended	C	11.2	17.8%	12.4	15.5	187	3,108	3,988	NA	12.22	0.16-0.32	Kubota	D1100BH	18	8,842	15-2	4-9															
	KH-18-L	C	11.9	18.5	10.8%	NA	178	5,148	6,882	NA	22.36	0.43-0.81	Kubota	S2200D	36	10,143	17-11	6-6															
Liebherr-America	R901 CLC	C	16.8	28.0	13.0	16.0	142	14,770	13,270	2,860	9-38	1/8	Deutz	F4L912	67	29,920	24.1	8.2															
	R971 CLC	C	14.10	17.8	26.10	18.5	146	22,937	18,502	8,800	8-3%	1/8	Deutz	F8L912	88	36,980		9.0															
	R921 CHD	C	19.6	31.0	16.0	22.1	146	26,950	20,540	8,180	24-48	1/8	Deutz	F8L912	108	46,240		9.10															
	R942 LC	C	23.8	38.0	22.10	33.8	172	32,150	32,800	9,833	23-67	7/8	Deutz	RFG91238	170	60,280	33.3	9-10															
	R942 HD	C	23.8	36.0	22.10	33.6	172	32,150	32,800	9,833	25-57	7/8	Deutz	RFG91238	170	66,000	33.3	10.8															
	R9658	C	25.0	38.8	25.7	78.0	165	34,280	33,000	13,420	25.60	1-1 7/8	Deutz	RFG91238	170	90,865	38.6	11.0															
	R982	C	33.0	45.6	30.0	46.6	172	62,840	68,260		55-65	3.2-4.8	Cummins	NTA855-C	360	148,900	40.3	14.5															
	R982 HD	C	33.0	45.6	30.0	46.6	172	62,840	68,260		76-97	3.2-7.3	Cummins	NTA855-C	380	186,500	40.0	15.0															
	R991	C	30.0	51.8	40.0	38.6	160	99,460	89,450	46,420	67	6.7.3	Cummins	I2INTA855C	720	129,832	26.7	17.5															
	A801C	T	15.0	25.8	14.8	16.0	142	14,770	13,270	2,860	9-38	1/8	Deutz	F4L912	67	24,860	24.1	8.1															
	A811C	T	18.0	28.0	18.0	17.0	146	22,807	18,502	8,380	8-38	1/8	Deutz	F5L912	89	30,800	27.10	8.0															
	A921C	T	19.9	31.0	18.0	21.8	148	26,260	20,540	8,180	24.48	1/8-1 1/8	Deutz	F8L912	108	41,960		8.2															
Mitsubishi Heavy Industries	MC2780	C	20.7	31.3	30.2	15.0	175	14,800	22,900	NA	20.47	1/8-1 1/8	Mitsubishi	G015C	94	38,300	29.8	5.2	9.2	7.3	7.3	12-10	8.6	39	16	8.7	8.7	39	24.32	6,380	Tractor	1.9	70
	MC280	C	22.10	35.10	33.0	18.8	175	22,000	33,000	NA	20.6	1 1/8	Mitsubishi	GDC20C	167	60,208	36.1	10.6	10.6	8.6	8.6	14.6	9.6	39	19	9.9	9.10	40	24.32	10,100	Tractor	1.9	70
	MS380	C	24.6	38.1	35.3	NA	191	29,500	38,800	NA	30.81	1 1/8-2 1/8	Mitsubishi	BOCGIC	330	84,720	38.5	9-10	11.6	7-10	9.6	15.9	9.9	48	25	10.7	11.0	63	24.32	15,400	Tractor	1.7, 2.3	70
Nissan Kuga	N1	C	5.0	12.5%	6.5%	7.3%	175	11,429	11,429	11,847	10.20	0.12	Mitsubishi	KE96	18	4,500	13.4	4.3	NA	3.8	NA	5-9	4.2%	20.1%	10	7.8	NA	21%	11 1/8	NA	Crawler	1.6	60
	N2	C	6.4	14.2%	7.4%	9-11	170	11,853	11,853	16,478	10.24	0.18	Iscuz	ZAB1	24	5,250	18.9	4.7	NA	3.7%	NA	6.3	4.3%	20	10	7.5	NA	24	11 1/8	NA	Crawler	1.4	60
	N3	C	8.4	14.1%	7.8%	9-11	170	11,853	11,853	18,475	10.24	0.18	Iscuz	AZB1	34	5,580	16.8	4.7	NA	3.7%	NA	6.3	4.3%	20	10	7.6	NA	24	11 1/8	NA	Crawler	1.4	60
	N35	C	7.8	15.4	7	10.7	180	13,547	13,547	17,684	14.24	0.2	Iscuz	ZAB1	28	6,850	18.11	5.1	NA	4.0	NA	6.7	4.7%	20%	10	7.8%	NA	25	11 1/8	NA	Crawler	1.8	60
	N4	C	8.4	15.1%	9.3%	10.4	180	17,892	17,892	33,307	12.28	0.2	Iscuz	ZAB1	37	7,730	18.1	5.2	NA	4.1%	NA	7.2%	4.8	22%	10	7.8%	NA	24	11 1/8	NA	Crawler	1.8	60
	N45	C	10.4	18.1	10.6	10.6	180	17,892	17,892	27,637	12.28	0.24	Iscuz	C240	40	8,420	18.0	5.7	NA	4.4	NA	7.4%	5.0	22%	13%	7.1%	NA	25	15.7/8	NA	Crawler	1.8	60
Northwest	450H	C	22.3	36.5	18.11	26.3	161	25,800	28,400	24,530	20.48	1 1/8-1 7/8	GM DD	6V-82N	278	84,130	37.0																
	55.0H Series II	C	27.8	42.6	21.11	28.7	163	37,650	40,900	27,990	45.65	3.6%	GM DD	1GV-92T	466	78,000	44.2	11.1	13.2	8.11	10.2	16.8	10.2%	37	14	11.10	12.0	53	36	26,500	Flat	1.0	30
	1000H	C	31	39.1	24.2	24.9	173	80,500	80,500	60,500	65-110	6% 15	GM DD	16V-92T	800	28,960	57.6																
Oranor & Koppel	M44	T	22	33	17	31	13,230	15,435	NA	20.39	3.81	D	F4L912	61	23,000																		
	M44	C	26	35	17	33	13,230	15,435	NA	20.39	3.81	D	F4L912	61	26,000																		
	M45	T	NA	NA	NA	NA	19,845	20,918	NA	72.90	NA	D	F4L912	72	30,000																		
	M45	C	22	7.2	18	29	19,845	20,918	NA	70.47	NA	D	F4L912	72	30,000																		
	M46	T	24.6	31.8	18	32	150	26,460	26,460	NA	28.47	81-144	D	F5L912	92	35,000	21.7	8.6															
	RHGL1	C	24.8	35.6	18	32	150	26,460	26,460	NA	28.47	52.144	D	F5L912	92	39,000																	

1 R11 models may be equipped with L.C. or H.D. undercarriage.
 2 3000 lb / yd³
 3 Deutz, Cummins, E Electric optional
 4 Without extenders

Retroexcavadoras hidráulicas *



Make	Model	Rango de operación										Cilindros	Motores	DIMENSIONES GENERALES										SISTEMA									
		Altura	Longitud	Anchura	Profundidad	Capacidad	Velocidad	Capacidad	Velocidad	Capacidad	Velocidad			Capacidad	Velocidad	Capacidad	Velocidad	Capacidad	Velocidad	Capacidad	Velocidad	Capacidad	Velocidad	Capacidad	Velocidad	Capacidad	Velocidad	Capacidad					
	RH9LC	C	31.3	42	19	36	167	28,665	28,800	NA	28.55	37.15	D	BFGL913	130	96,500	33-10	10-2		7-10		15	9	34	17	10-1	11-8	47	24/28	8,470	Track	1.7	100
	RH12LC	C	22	34	20	31	178	33,516	33,280	NA	37.67	9.28	D	BFGL913	160	67,000		10-11		8.8		18-3	9.8	38	20	10-2	11.5	43	24/28	10,540	Track	1.7	100
	RH18LC	C	28	41	23	38	167	35,280	35,280	NA	39.63	9.20	D	F8L413	210	87,500		11.8		9.2		14.8	9.8	42	25	10-11	12	50	20/25	12,200	Track	1.8	100
	RH30	C	35	45	25	40	168	56,125	55,865	NA	55.87	2.44.7	DC	F101 VT903	288	133,000		12.8		10.3		16.4	11.5	49	27	11-8		57	24/28	19,250	Track	1.88	65
	RH40	C	37	56	30	50		56,890	67,035	NA	62.102	3.05.9	CC	BF128	484	186,000		14-10		12.7		19-1	13.2	83	28	12-1		61	27/28	24,300	Track	1.5	75
	RH75	C	48	87	28	82		110,000	10,000	NA	83.106	3.7.8.6	C	KTA1150	500						21-2	14.7	84	32	18-3		62	31/28	38,000	Track	1.25	65	
	RH300	C	58	90	42	82		185,000	132,000	70,000	NA	NA	20	C	KTA2300	2,390	800,000					27.8	24-10	74	40	23		88	59	88,000	Track	1.7	47
Pisten	180	C	23.2	26.8	23	35.8	170	30,450	29,850	4A	24.57	5.2	Deutz	BFGL913	150	85,000	35-11	10-10	10-10	8.4	8.8	14.2	9.2	3.8	1.8	10-8	13	4.4	20-34	10,580	C	2.88	60
	220	C	23-1	28.1	24.7	38-1	170	40,300	34,000	NA	42.71	1.4.2	Deutz	F10L413	223	60,000	29-1	12	12	9.8	9.8	15.8	10-2	3-10	1.8	11	11.6	4.8	20-34	13,200	C	1.88	64
	300	C	30-4	43.8	26-11	43.8	186	39,200	32,000	4A	54.78	1.5/8 2.3	Deutz	F12L413	326.7	122,500	42.8	13-1	13-1	11	11	17-1	10-10	4-1	1-1	11.8	14.8	8-2	24-34	18,700	C	1.83	70
	400	C	32-11	47-11	29.6	47-11	186	50,800	38,300	4A	54.78	2.3	Deutz	B112L41	461.6	180,000	45.2	14.8	14.8	11-10	11-10	18.8	13.3	4-1	2-2	12.2	17.3	5-16	24-40	23,100	C	1.83	60
	600	C	35.5	53-10	34.7	52-10	186	55,100	67,000	NA	54.89	2.5/8 4.4	Deutz	F12L413	308.6	225,000	48-11	15-7	15-7	12-10	12-10	21	18.3	5.7	2.8	13.5	17.8	5-1	24-24	24,200	C	1.87	61
	1000	C	33.3	53	34.1	53	186	109,200	17,150	4A	71-100	5.5-10	Dumaine	K.T1150CA50	441.7	250,000	55-9	17.4	17.4	13-7	13.7	21-10	28.8	5-11	2-16	18	18.8	6.8	21-44	55,000	C	1.12	58
Unit	H-202C	C	21.4	18.2	30.2	26.3	170			8,600	24.72	5-1	DMDO	4-71N	152	43,140	31.7	8.0	10-4	6.0	8.4	13-10			12	10.2	10-11	41	34		1.8	78	
	H-202CT	C	21.4	18.2	30.2	26.3	170			4,600	24.72	5-1	DMDO	4-71N	152	47,000	31.7	10.6		8.0		13.6			17	10.3	10-11	41	30		2.2	70	
	H342	C	22.8	18.0	36.0	30-10	167			9,098	28.42	1 1/8 1 5/8	DMDO	8V-71N	228	73,000	38-11	11.0		9-6		15-10		28	20	10-1	11.5	81	30		1.2	80	
	H-471	C	26.6	19.3	40-11	35-7	166			1,686	28.48	1.2	DMDO	8V-71N	304	100,000	42.5	10-2		8-4		16-1		45	17	10.7	12-10	83	30		2.4	82	