



**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA  
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

CURSO: "RESIDENTES DE CONSTRUCCION"  
FECHA: DEL 18 AL 22 DE NOVIEMBRE DE 1985  
LUGAR: CULIACAN, SINALOA

C A R G A D O R E S

NOVIEMBRE, 1985.

## ORIGEN DE LOS CARGADORES

La evolución de tractores potentes para el movimiento de tierras y el manejo de otros materiales pesados se ha producido con tal rapidez que es imposible generalizar acerca de las mejoras adicionales que aún puedan conseguirse en este tipo de máquinas. En los pocos años transcurridos desde la segunda guerra mundial, el desarrollo de nuevos tipos de neumáticos, grupos motopropulsores, convertidores de par, transmisiones automáticas, reducciones por planetarios en las ruedas, materiales estructurales y diseño general del tractor han hecho una realidad tanto de los tractores de ruedas como de orugas que son en la actualidad adecuados virtualmente para todo tipo de trabajo intensivo realizable con tractor.

Originalmente los tractores cargadores sólo tenían movimiento de giro del bote y vertical a lo largo de un marco que le servía de guía al bote, que se colocaba en la parte delantera del tractor. Cuando el bote estaba a nivel de piso, el tractor avanzaba hacia adelante y el bote se introducía en el material para cargar; después se subía el bote a base de cables y poleas accionadas por una toma de fuerza del motor del tractor, y con el bote en esta posición, el tractor se movía hasta colocarse con el bote en la parte superior del vehículo, que se deseaba cargar y se dejaba que el bote girara por el peso del material, y del bote mismo, aflojando uno de los cables de control. De este tipo de equipo quedan muy pocos trabajando pero fueron el origen de los actuales. Estas máquinas tenían embrague de fricción y ejes de tipo usado en automoción; apenas si podían realizar trabajos de carga de materiales sueltos.

El trabajo pesado, incluyendo la excavación de material en su estado natural, estaba reservado casi por entero a las excavadoras giratorias montadas sobre orugas.

Los tractores cargadores de hoy en día nacieron principalmente de las necesidades económicas de la vida. El constructor de carreteras, por ejemplo, se enfrentó con el uso de maquinaria que no se adaptaba al ritmo de aumento del costo de los trabajos. Acudió pues, a los fabricantes de maquinaria para la construcción; la necesidad inmediata era conseguir una máquina que excavara y cargara, es decir, un tractor cargador que proporcionase:

- a) Mayor producción
- b) Menor costo de funcionamiento
- c) Mayor movilidad
- d) Más facilidad de servicio

Para esto fue necesario desarrollar, motores más potentes, mejores transmisiones, componentes hidráulicos más eficaces, en el caso de cargadores con llantas estas deberían de ser más grandes y con base más ancha, diseñadas para suministrar la tracción y flotación necesaria.

Todo el concepto de mover una amplia variedad de materiales, en mayores cantidades, a menor costo gracias a la velocidad, potencia y movilidad, operando eficazmente, y con una sola máquina, pasó de ser un proyecto para convertirse en un hecho tan pronto como los ingenieros desarrollaron los nuevos componentes.

El campo de aplicación de los tractores sobre ruedas se ha popularizado al resolverse paulatinamente el problema histórico de obtener en la barra de arrastre la potencia adecuada en las más variadas condiciones, problema que ha señalado durante mucho tiempo la división entre tractores de oruga y sobre neumáticos.

En el año de 1954, Clark Equipment Company, lanzó al mercado su primer tractor Michigan con tracción en las cuatro ruedas, convertidor de par, transmisión automática y reducciones planetarias en las ruedas, bajo la denominación de cargador modelo 75-A, el papel del tractor de ruedas en las tareas de movimientos de tierras y manejos de otros materiales pesados, se hallaba estrechamente limitado.

Al principio, en la línea de tractores cargadores, resultaba evidente que el eslabón más débil eran los organismos de transmisión de la fuerza motriz desde el motor hasta las ruedas. De hecho, para fabricar una línea de tractores cargadores que pudiese resistir las cargas de una ardua excavación y al mismo tiempo proporcionar otras características deseables, se hizo preciso proyectar piezas diseñadas exclusivamente para este tipo de máquina.

El convertidor de par reemplazó al embrague convencional. Para excavar y cargar materiales compactos el convertidor suministra un par de torsión que varía en forma continua. A diferencia del embrague de fricción corriente, el convertidor de par tiene la capacidad de multiplicar la porción. El par de torsión suministrado se adapta automáticamente a la demanda de carga. Para aprovechar plenamente la potencia que se desarrolla mediante el conjunto motoconvertidor de par, se instaló un cambio automático de cuatro velocidades. Todos los ejes se montaron sobre rodamientos de bola y rodillos, de larga duración y funcionamiento suave. Los engranajes de toda la gama de velocidades hacia adelante y hacia atrás engranan en toma constante. Los embragues hidráulicos de acción rápida que controlan el par suministrado al árbol principal de transmisión se accionan con facilidad y precisión mediante la palanca de control situadas en la columna de dirección.

Los ejes motores, tanto el de dirección como el de carga y sus carcasas hubieron de fabricarse con aceros de la más alta resistencia, para que pudieran soportar las durísimas condiciones de trabajo inherentes a la utilización de las máquinas en los terrenos más accidentados.

En el eje motor de dirección la fuerza de accionamiento es transmitida por el árbol del eje al piñón planetario a través de una junta universal.

Ponemos de relieve los puntos que anteceden sencillamente porque fueron, y aún son, factores esenciales en el diseño de un tractor realmente funcional y adecuado para infinidad de aplicaciones. Gracias a esta tecnología avanzada han surgido nuevas oportunidades para la aplicación de motores mayores y más potentes, neumáticos y otros componentes de las eficientes máquinas que constituyen los tractores cargadores.

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

Cuando se comparan las palas mecánicas con los cargadores, se ve que una pala mecánica tiene una duración de vida de dos a tres veces mayor que un cargador, pero hay que hacer notar que la pala mecánica impone un gasto mayor de capital, amortización e intereses del capital invertido. Por otra parte el alto costo de transportación de esta maquinaria de una obra a otra es mucho mayor.

La movilidad del cargador es superior, pues éste puede moverse fuera del área de voladura rápidamente y con seguridad; y antes de que el polvo de la explosión se disipe el cargador puede estar recogiendo la roca regada y preparándose para la entrega de material.

El uso de cargadores da soluciones modernas a un problema de acarreo y carga de materiales, con la finalidad de reducir los costos y elevar la producción.

El objeto principal de este trabajo es evaluar el cargador frontal de hoy en día con relación al trabajo que realiza para la construcción.

CLASIFICACION  
DE  
LOS  
CARGADORES

00 04

Por conveniencia podemos clasificar a los cargadores desde dos puntos de vista: en cuanto a su forma de descarga y en cuanto al tipo de rodamiento.

- A) Por la forma de efectuar la descarga se clasifican en:
- a) Descarga Frontal
  - b) Descarga Lateral
  - c) Descarga Trasera

#### Descarga Frontal

Los cargadores con descarga frontal son los más usuales de todos. Estos voltean el cucharón o bote hacia la parte delantera del tractor, accionándolo por medio de gatos hidráulicos

Su acción es a base de desplazamientos cortos y se usa para excavaciones en sótanos, a cielo abierto, para la manipulación de materiales suaves o fracturados, en los bancos de arena, grava, arcilla, etc. También se usa con frecuencia en rellenos de zanjas y en alimentación de agregados a plantas dosificadoras o trituradoras.

Una derivación de este tipo de descarga, es cuando se usa el cucharón tipo concha de almeja al que también se le llama bote de uso múltiple. Este se puede abrir en dos para cargar o descargar, además de que se puede usar como bote de descarga frontal.

El objeto de que el bote se abra es que, cuando el labio superior que es el que forma la caja del bote se separa de la parte vertical y ésta queda como cuchilla topadora, y se puede usar como tal, además de que cuando está cargando se pueden forzar ciertos materiales a entrar dentro de él al cerrar las dos partes del bote. En la parte trasera del cucharón, un par de cilindros hidráulicos de doble acción hacen que éste se abra o se cierre.

#### Descarga Lateral

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

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

Descarga Trasera

Los equipos de descarga trasera se diseñaron con la intención de evitar maniobras del cargador. En éstos el cucharón ya cargado pasa sobre la cabeza del operador y descarga hacia atrás directamente al camión o a bandas transportadoras o a tolvas, etc.

Estos equipos resultan sumamente peligrosos y causan muchos accidentes, porque los brazos del equipo y bote cargado pasan muy cerca del operador.

Algunos de estos equipos han sido diseñados con una cabina especial de protección, pero esto resta eficiencia a la máquina porque reduce la visibilidad, además de que añade peso al cargador.

En realidad han sido desechados para excavaciones a cielo abierto y sólo se usa en la rezaga de túneles, cuya sección no es suficientemente amplia, para usar otro tipo de cargador.

A este equipo de descarga trasera diseñado especialmente para excavaciones de túneles, se les llama rezagadoras y hay algunas fábricas que se han dedicado especialmente a perfeccionarlos por lo que en muchas ocasiones resulta ser el equipo adecuado para cargar el producto de la excavación dentro de túneles. Vienen montados generalmente sobre orugas, aunque algunos pequeños vienen sobre ruedas metálicas que ruedan sobre una vía previamente instalada dentro del túnel. Es muy raro encontrar este equipo montado sobre llantas.

- B) Clasificación por la forma de Rodamiento:
  - a) De Carriles (orugas)
  - b) De Llantas (neumáticos)

Las orugas son de calibre ancho para mejorar la estabilidad contra el volcamiento lateral cuando acarrean cargas pesadas.

6  
000-00  
00

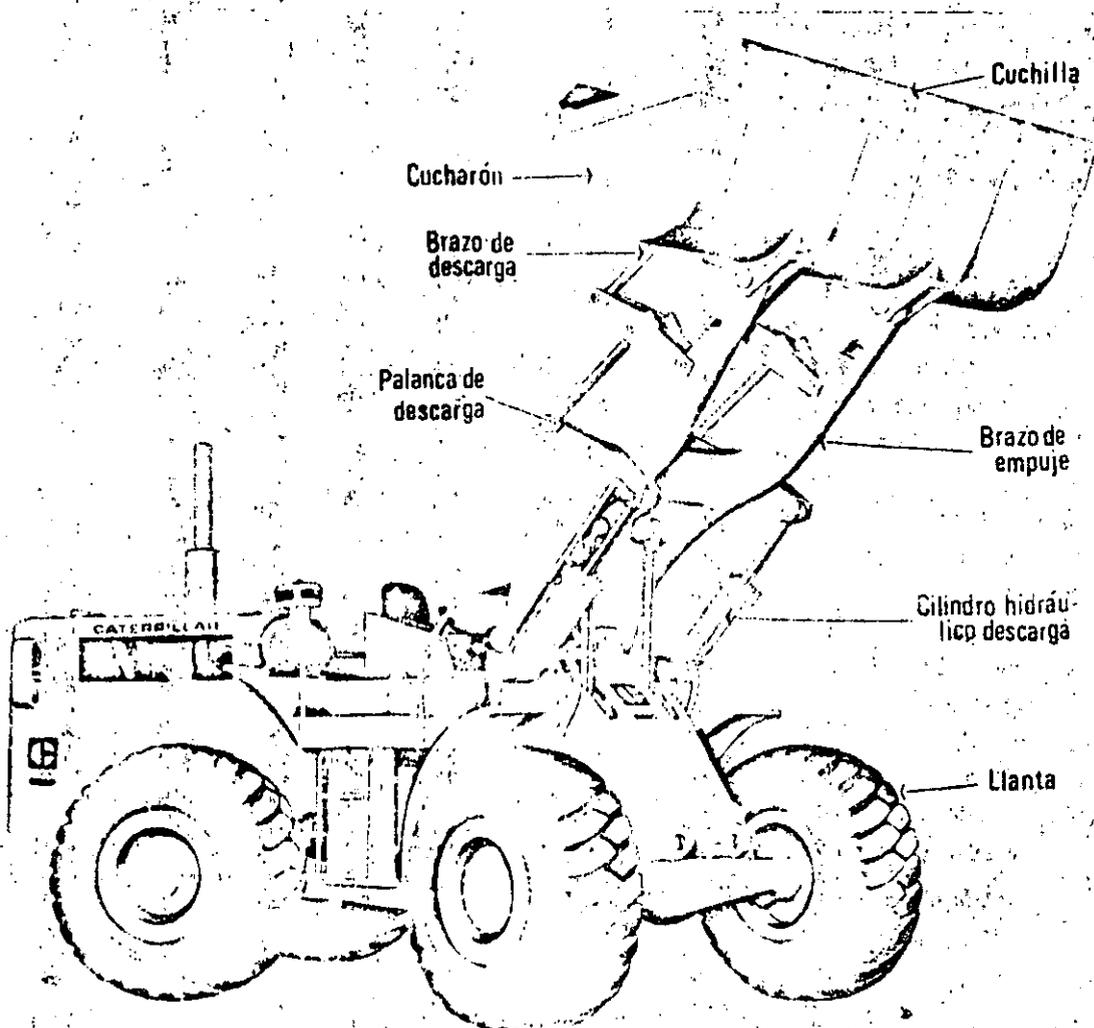
Los cargadores montados sobre llantas pueden ser de dos o cuatro ruedas motrices. Generalmente se utilizan llantas muy grandes. Estas sirven para proporcionar una excelente flotación que les permite trabajar en la mayoría de los terrenos.

En el siguiente capítulo, se tratará con detalle los diferentes trabajos que pueden desarrollar tanto los cargadores montados sobre orugas, como los de llantas.

DESCRIPCION  
DE  
LOS  
CARGADORES  
FRONTALES

CARGADORES FRONTALES MONTADOS  
SOBRE NEUMATICOS.

Los cargadores frontales montados sobre neumáticos, son equipos de excavación, carga y acarreo que tienen un cucharón o bote para estos fines y que se adaptan en la parte delantera de los tractores (Fig. 6).



Mediante la selección del convertidor de par, bombas, motores adecuados, ejes de transmisión, diferencial y reducciones planetarias perfectamente conjuntados para suministrar la máxima potencia utilizable con pérdidas por rozamientos mínimos, se pueden realizar las siguientes funciones:

1. Transmitir fuerza suficiente a las ruedas para proporcionar una acción de empuje adecuado al peso de la máquina.
2. Suministrar fuerza al sistema hidráulico que excavará, levantará y volcará las cargas adecuadas por anticipado.

Estas máquinas por tanto no son simples tractores equipados con componentes adecuados para la excavación y carga, sino que son máquinas básicamente proyectadas para excavar, elevar y cargar, cada uno de ellas formada por componentes estructurales, motrices y mecánicos, plenamente integrados y concebidos para trabajar conjuntamente.

### NEUMATICOS

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

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

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

**inflado del neumático.**

Se ha conseguido aún otra mejora que relaciona la duración de los neumáticos con la cantidad de lonas utilizadas en su fabricación según las diversas condiciones de trabajo. Se ha demostrado mediante una gran cantidad de estudios, efectuados sobre el terreno que, por ejemplo, un neumático del tipo que se utiliza en las máquinas para el movimiento de tierra, equipado con pocas lonas, suministra un área de apoyo superior.

En contra de la creencia popular de que los neumáticos de los cargadores se deterioran bajo condiciones de trabajo intensivo en proporción similar, e incluso superior a los de los neumáticos de las motoescrepas, la experiencia nos demuestra lo contrario. El armazón básico del neumático montado en un cargador se desgasta mucho más despacio, debido a que la cantidad de calor generada en el neumático es menor a la que se produce en el mismo neumático cuando este es utilizado en una motoescrepa. Esto es debido principalmente por que tanto la velocidad y distancia de acarreo de los cargadores, son menores que los de la motoescrepa.

El tractor básico del cargador se ha diseñado para permitir modificaciones en la distribución del peso, ya sea mediante el inflado de los neumáticos con agua o adición de contrapesos, por lo que se puede adaptar con mayor precisión a las diversas condiciones de trabajo.

Existe una gran variedad de tamaños de neumáticos, número de lonas y diseño de cubiertas adecuadas para su utilización en los cargadores, por lo que por considerarlo interesante anexamos la tabla que a continuación se muestra.

Dimensión Neumático	Número de lonas	Tipo de Neumático	Precio agosto-1975
23.5 x 25	20	L-3	26,538.00
	24	L-2	29,297.00
26.5x25	14	L-3	26,900.00
	16	L-3	32,552.00
29.5x25	22	L-4	46,255.00
29.5x29	22	L-3	47,967.00
	28	L-4	53,361.00
33.25x35	20	L-3	66,305.00
	25	L-3	77,738.00

L-2 Tipo de Tracción

L-3 Para Roca

L-4 Para Roca (huella profunda)

A los neumáticos se les designan, generalmente por tres números visibles en la cara lateral por ejemplo, 23.5 x 25-20 indican: el primero la anchura nominal exterior en pulgadas, el segundo, el diámetro de la llanta en pulgadas y el tercero el número de lonas.

### Protección de los Neumáticos

Para aumentar la duración de las costosas llantas, se debe recomendar a los operadores que no acomoden las cargas mediante arrancones y frenajes bruscos, pues esta pésima costumbre, se traduce en severos impactos y frecuentemente causan la rotura del tejido de las lonas de los neumáticos.

La presión de aire apropiado, es base para la duración y el buen funcionamiento de estos equipos.

Cuando la superficie de rodamiento está compuesta de materiales

abrasivos y fragmentos de roca que puedan dañar a los neumáticos, es práctica recomendable proteger a éstos, por medio de accesorios que constan de zapatas y eslabones de acero (Fig. 7).

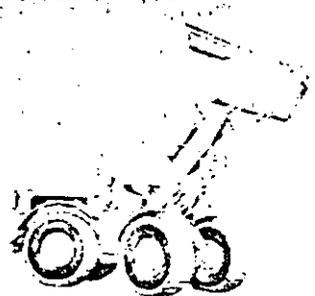


Fig. 7. Cargador Frontal con Cadenas amortiguadas.

Para resolver el problema de las cortaduras y daños por calentamiento de los neumáticos, en los cargadores de gran producción, se usa una llanta sin ceja (beadless), que consiste en un cinturón de montaje reemplazable, que está compuesto de zapatas de acero



Fig. 8. Beadless

Este tipo de llantas se importan actualmente de Alemania pero está en proyecto fabricarlas en México.

Las ventajas principales que se obtienen al utilizar estas llantas son: su más larga duración y su más bajo costo de operación, para los usuarios.

### MANDOS FINALES

Los cargadores montados sobre neumáticos pueden ser de dos o cuatro ruedas motrices.

Por las duras condiciones de trabajo los cargadores de dos ruedas motrices están siendo desplazados en el movimiento de tierra y su aplicación más bien es para fines agrícolas.

Los cargadores con tracción en las cuatro ruedas, puesto que aprovechan un mayor porcentaje de peso en la máquina comparado con los de tracción en un solo eje, realizan la acción de excavado y acarreo mucho mejor.

La mayoría de los cargadores de cuatro ruedas motrices se dirigen con las ruedas traseras. Sin embargo, los hay con dirección frontal e inclusive en las cuatro ruedas.

Algunos cargadores utilizan un mecanismo de dirección que hacen girar la mitad delantera del tractor, incluyendo el sistema articulado del tractor y el cucharón, alrededor de un pivote central (Fig. 9). Esto ofrece las mismas ventajas que los de dirección en las ruedas traseras, manteniendo el peso del cargador directamente detrás del cucharón y haciendo que todas las ruedas sigan el rastro del trayecto del cucharón. Además, permite que el cucharón gire antes de que vire el tractor, aumentando la facilidad de la colocación, tanto en el banco como sobre el camión, reduciendo de esta manera el tiempo consumido en la distancia de recorrido entre banco y el camión.

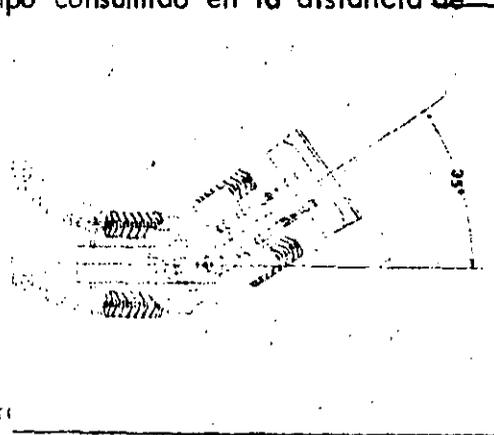


Fig. 9. Dirección de Bastidor

La fuerza de empuje describe la capacidad que tiene una máquina para hacer penetrar la cuchara en el material que se excave. La fuerza de

00  
13

tracción útil disponible y las condiciones del terreno determinan la fuerza de empuje disponible. Si el operario de la máquina permite que patinen las ruedas, ello significa que se ha alcanzado la fuerza de empuje máximo y nada se consigue sino reducir la duración de los neumáticos. Puesto que el debido ajuste entre la unidad motriz y la máquina permite que el cargador haga patinar las ruedas en velocidad baja, cuanto mejores sean las condiciones del terreno, mayor esfuerzo tractor puede ser desarrollado para incrementar la acción de empuje.

El eje delantero del cargador es el que soporta los mayores esfuerzos resultantes de la excavación y el transporte de la carga.

El eje oscilante trasero se ha perfeccionado mediante el uso del sistema de dirección de doble émbolo accionado hidráulicamente, lo que proporciona al operario un manejo eficaz de la dirección con un mínimo esfuerzo. Ello permite la obtención de máxima maniobrabilidad y perfecto control del vehículo. El eje oscilante es especialmente valioso en terrenos accidentados, debido a que asegura la permanencia de las cuatro ruedas sobre el suelo con objeto de proporcionar el máximo esfuerzo de tracción.

## SISTEMA DE FRENOS

Los cargadores cuentan con frenos de servicio y para estacionamiento. Los primeros son hidráulicos, con circuitos independientes para los ejes delantero y trasero; y están dotados de un sistema de alarma con objeto de que cuando se produzca algún fallo en cualquiera de los circuitos, entre en función el freno de emergencia de modo automático y se detenga la máquina. Los segundos, son de disco y se aplican manualmente.

Es importante hacer notar las ventajas que representa una adecuada conservación del sistema de frenos, ya que el costo tan elevado del equipo, nos obliga a ser muy cuidadosos en este renglón y si a eso aunamos la seguridad que representa para el personal que de alguna forma esté laborando cerca de la zona de maniobras de las máquinas, la buena conservación del sistema nos garantiza un manejo seguro y eficaz, tanto para el equipo como para el elemento humano.

### CUCHARONES:

Toca ahora hablar de los elementos básicos de carga, es decir, de los cucharones. Para ello, mencionaremos los diferentes tipos existentes en el mercado, concretándonos a continuación, a hacer una breve descripción de los mismos.

- a) Bote Ligero
- b) Bote Reforzado
- c) Bote Super Reforzado con Dientes
- d) Bote para Demolición
- e) Bote Eyector de Roca
- f) Bote de Rejilla.

#### a) Bote Ligero

Los equipos que únicamente van a cargar materiales sueltos y poco abrasivos tienen un bote ligero y en la parte extrema del labio inferior están reforzados por una cuchilla que es la que primero entra en el material que se va a mover (Fig. 10)



Fig. 10. Bote Ligero

#### b) Bote Reforzado

Cuando se necesita excavar además de cargar entonces el bote es un poco más fuerte que el anterior y viene equipado con una serie de puntas o dientes repartidos en el mismo sitio en que el anterior lleva cuchilla. Los dientes tienen por objeto facilitar la penetración del cucharón dentro del

material (Fig 11)



Fig. 11. Bote de Dientes para Excavar y Cargar.

Estos dientes están cubiertos por un castillo de acero especial, resistente a la abrasión y cuando sufren desgaste considerable se cambian por nuevos con objeto de proteger a los dientes y al bote mismo.

c) Bote Super Reforzado con Dientes

Cuando el material que se va a cargar es roca fragmentada o lajar entonces se debe usar un bote especial, super reforzado, que es igual al bote de excavaciones pero más fuerte (Fig. 12). Algunos botes para roca tienen su borde inferior en forma de "V" y no llevan dientes sino cuchilla (Fig. 13).

Fig. 12. Bote Super Reforzado

Fig. 13

roca con borde inferior en "V"

d) Bote para Demolición



Este tipo sirve para cargar desechos y escombros de forma irregular, para esto cuenta con una mandíbula con fuerza hidráulica cuyos bordes son dentados (Fig. 14) Las planchas laterales son desmontables para mejor agarre de materiales grandes.

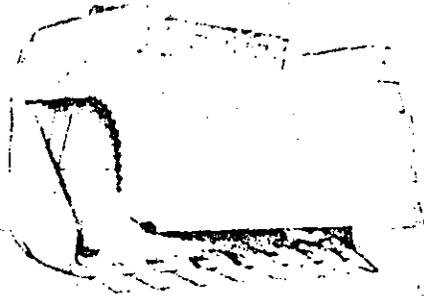


Fig. 14. Bote para Demolición

e) Bote Ejector de Rocas

El eyector es utilizado para descargar el material que se encuentra en el bote, ya que éste avanza hasta el extremo delantero; por esta causa es posible regular la eyección del material a fin de situar bien la carga y minimizar los choques en la caja del camión. La cuchilla en "V" truncada facilita la penetración y la carga (Fig 15).



Fig. 15. Bote Ejector de Roca

f) Bote de Rejilla

Se utiliza para el manejo de roca suelta. Las aberturas del fondo permiten que el material indeseable caiga a través de estas (Fig. 16).

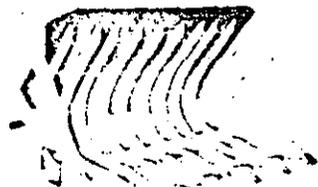


Fig. 16. Bote de Rejilla

Los fabricantes además de estos tipos hacen otros según las necesidades del cliente.

### Capacidades

La resistencia mecánica de toda la máquina y en particular de los componentes de los brazos y la cuchara, ha de ser suficiente para soportar las tremendas fuerzas que se desarrollan durante esta parte del ciclo de trabajo del cargador. Probablemente de ninguna otra parte del diseño básico del cargador, tienen los fabricantes tantas opiniones diferentes, como en el método de construir las piezas que componen el conjunto de brazos-cuchara, para mejor resistir las cargas de choque de excavación, elevación, acarreo y volteo. Cuanto menor sea el número de puntos articulados, palancas acodadas y elementos de conexión, mayor será el período de tiempo que puede esperarse que el mecanismo brazo-cuchara funcione sin fallas estructurales.

Intimamente ligado a lo anterior esta la capacidad de los botes los cuales varían con la potencia del tractor, el uso al que se destine y también debe relacionarse al tamaño de las unidades de transporte. Por lo que si se desea adaptar uno de estos equipos a un tractor, es conveniente consultar los catálogos correspondientes, porque cada equipo ha sido diseñado para un tractor determinado, y lo anterior por lo general no será posible, ya que estos equipos vienen adaptados al tractor que corresponde desde la fábrica; pero vale la pena tenerlo en cuenta, pues una mala adaptación puede costar mucho dinero y ser ineficaz.

Las capacidades más usuales de los botes varían de  $1/2$  a  $5 \text{ yd}^3$ , aunque actualmente hay fábricas que están haciendo equipos más grandes, que pueden dar magníficos resultados en determinados trabajos, de los que más adelante se hablará.

## SISTEMA HIDRAULICO

El conjunto brazo-cuchara de los cargadores, se acciona por medio de un sistema hidráulico, que está formado por una bomba que recibe movimiento del motor del tractor, un depósito general de aceite, una red de circulación cerrada del fluido, los correspondientes pistones y los controles instalados al alcance del operador en el puesto de mandos en el propio tractor.

Casi en todos los cargadores son dos pares de gatos los que se accionan, sirviendo uno de los pares para subir y bajar el equipo, mientras que el otro para accionar el cucharón en sus movimientos de excavación y volteo.

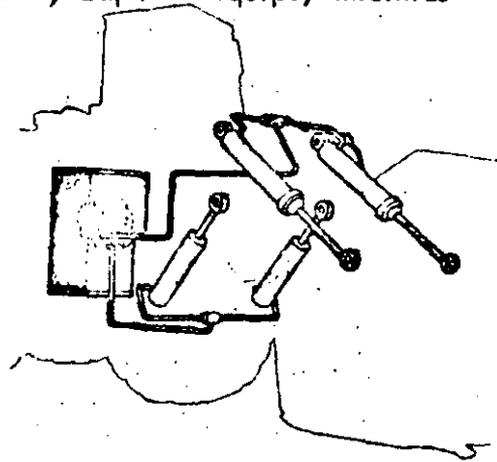


Fig. 17. Sistema Hidráulico

El tamaño de los cilindros, la presión hidráulica y la longitud de los brazos de palanca mediante los cuales se transmite la fuerza hidráulica, nos determina la fuerza de ruptura que puede ser desarrollada en el borde de ataque de la cuchara.

Los cilindros de elevación proporcionan la fuerza suficiente para elevar una carga capaz de hacer bascular la máquina sobre su eje delantero, cuando la cuchara se encuentra situada en su posición de máximo alcance hacia adelante. Esta carga se define como carga de vuelco.

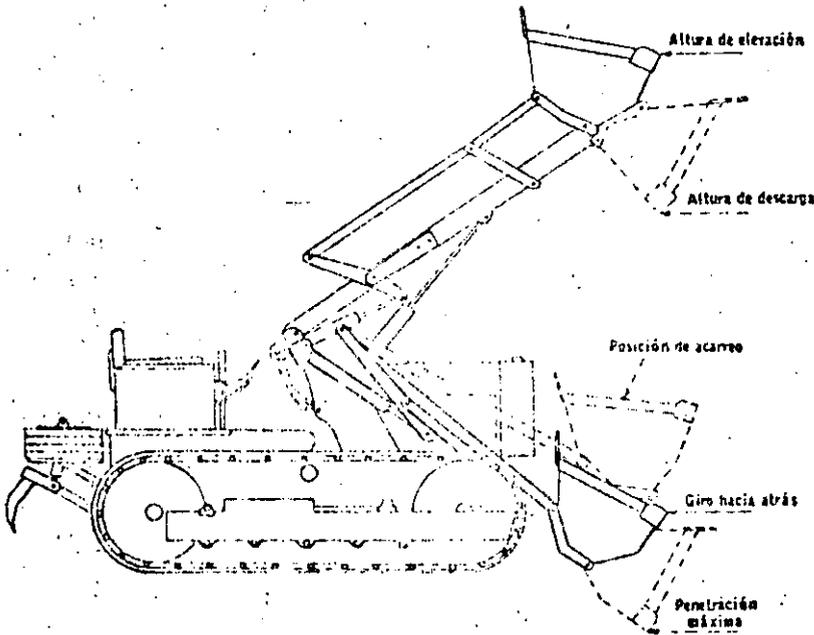
El mismo efecto se puede conseguir sujetando el borde de ataque de

la cuchara, mediante algún objeto fijo haciendo que la máquina bascule sobre su eje delantero, aplicando la fuerza de ruptura disponible. Puesto que no se puede realizar prácticamente ningún trabajo con la máquina, cuando uno de los ejes está levantado sobre el suelo, la fuerza de ruptura o capacidad de elevación que exceda del punto de carga de vuelco no tiene significado práctico alguno.

Como es lógico suponer otra bomba hidráulica independiente a la del sistema de carga y descarga de material, permite en todo momento accionar la dirección del cargador. Este sistema de dos bombas proporciona rendimientos óptimos cuando la máquina se encuentra debidamente conjuntada con el convertidor de par y con la adecuada selección de marchas.

### CONTROLES AUTOMATICOS

Algunos cargadores tienen el mecanismo de descarga dispuesto de tal



Si no se desea esta inclinación hacia atrás, el operador puede usar el control de descarga para contrarrestarla. Además algunos tipos o marcas de cargadores están dotados de unos interruptores especiales automáticos, que se accionan con el pie, para detener la elevación a la altura máxima o en algún otro punto elegido y para regresar el cucharón al ángulo de excavación después de la descarga; teniendo como ventaja estos dispositivos que permiten al operador utilizar ambas manos sobre los controles del cargador **mientras maniobra.**

MOTOR

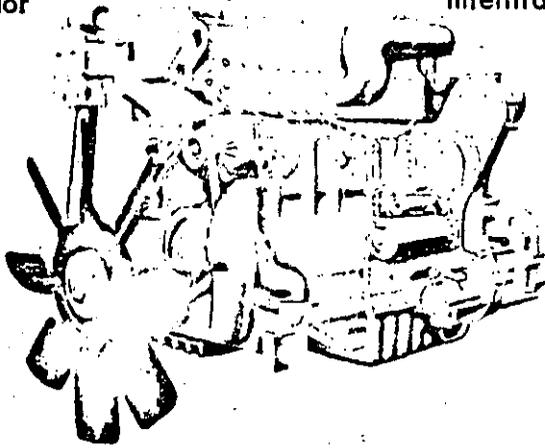


Fig. 19. Motor Caterpillar de Diesel D343 (988)

El puesto del operario por lo general se encuentra en la parte delantera del cargador pues esto permite una visibilidad máxima de la zona de trabajo y mejor distribución del peso, debido al efecto contra-pesante del motor. Se dispone igualmente de mejor accesibilidad para el servicio, puesto que el motor se encuentra alejado de los mecanismos de carga.

El motor de los cargadores por lo general es de diesel, con potencias que varían de 80 a 570 H.P., de cuatro tiempos y de cuatro a ocho cilindros, todo esto dependiendo de las características de cada cargador.

Las marcas de los motores que se usan con más frecuencia son caterpillar, Cummins y General Motors.

Una de las funciones del motor de un cargador, es proporcionar la potencia necesaria para generar fuerza hidráulica para el movimiento del bote y la dirección. Hasta el 35% de la potencia del motor en H.P. es recomendable para satisfacer a esta. La otra función es transmitir fuerza suficiente a las ruedas para proporcionar una acción de empuje adecuado, para que se cumpla, nunca se debe hallar en la barra de tiro, menos del 65% restante, deducida la fuerza de arrastre del vehículo; siendo ésta la fuerza requerida para mover el vehículo durante el transcurso de la prueba con la transmisión en punto muerto, expresándose en libras e incluye como variables mecánicas los rozamientos en los cojinetes de las ruedas, en el engranaje diferencial y otras fricciones, el esfuerzo requerido para "flexionar" los neumáticos, para compactar o desplazar el material sobre el que avanza la máquina y la tracción necesaria para remontar las irregularidades de la superficie.

### CARGADORES FRONTALES MONTADOS SOBRE ORUGAS

Al conjunto formado por el tractor de orugas y el equipo se le llama cargador frontal, tractor pala y más comúnmente traccavo, que es la degeneración del nombre de un modelo de una marca determinada, pero que en México se ha generalizado y se le nombra así a la de todas las marcas (Fig. 20).

En cuanto al sistema hidráulico, controles automáticos, cucharones y

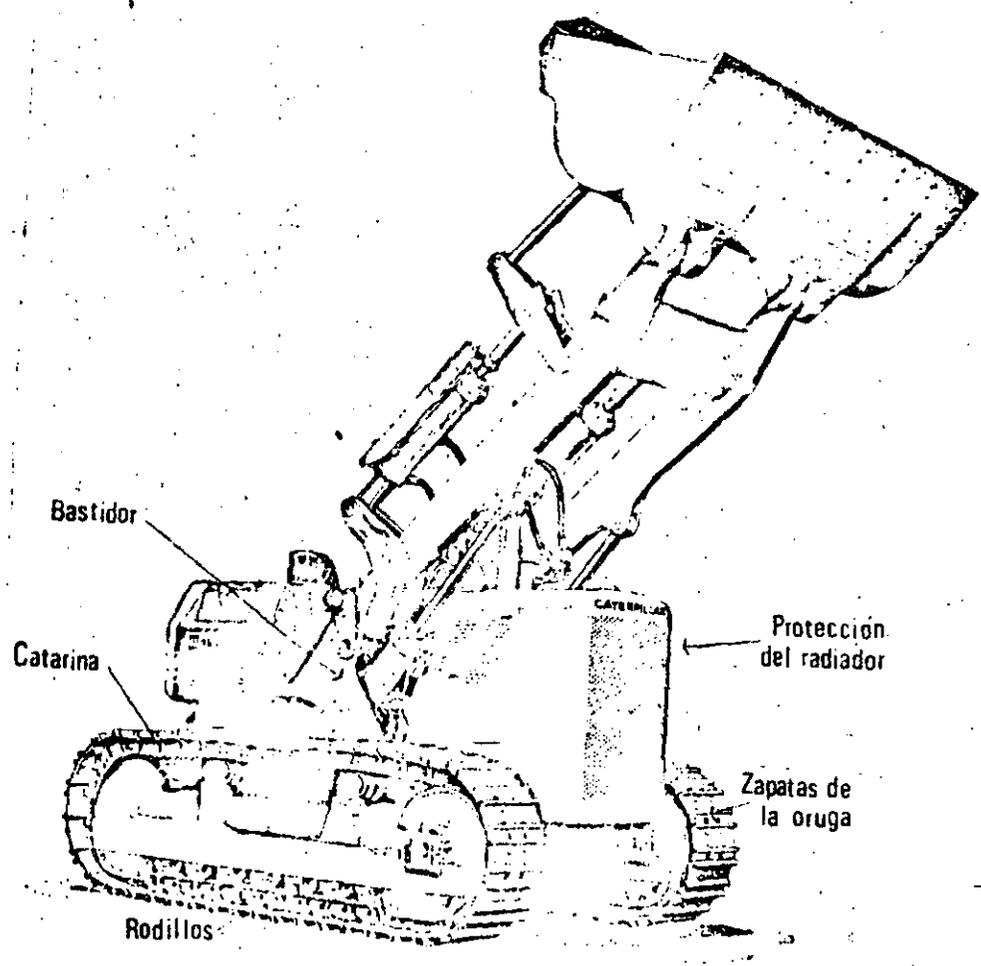


Fig. 20. Cargador Frontal sobre Orugas

motor, se rigen en forma general bajo el mismo principio que los cargadores montados sobre neumáticos ya descritos anteriormente. Por esa razón en adelante se describirán solamente las diferencias más significativas.

### ORUGAS

El sistema de tránsito de estos cargadores consta de cadenas formadas por pernos y eslabones, a las cuales se atornillan las zapatas de apoyo. Estas cadenas se deslizan sobre rodillos, conocidos comúnmente como roles. En el extremo posterior de la cadena se encuentra la catarina que es un engranaje propulsor que transmite la fuerza tractiva (Fig. 21).

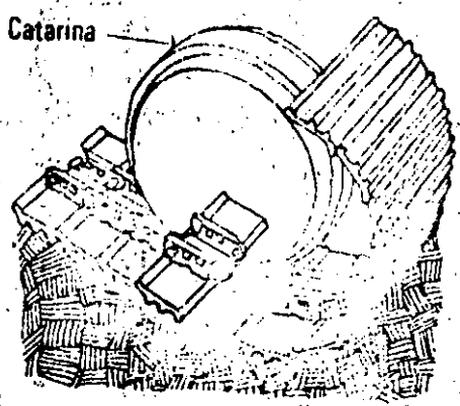


Fig. 21. Sistema de Tránsito

Un adecuado ancho y largo de las orugas es necesario para la estabilidad contra el volcamiento lateral cuando acarrean cargas pesadas.

Estos tipos de cargadores tienen una conexión rígida entre el bastidor de las orugas y el bastidor principal, pues de esta manera se mejora la estabilidad (Fig. 22).

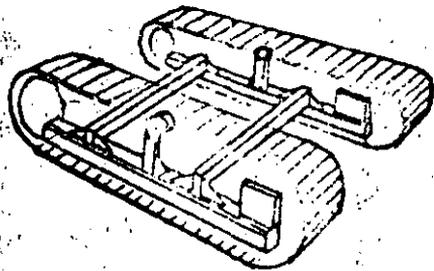


Fig. 22. Conexión Rígida entre Bastidores.

El tipo de zapatas de las orugas utilizadas, tienen una influencia considerable en la técnica de excavación.

En ocasiones se utiliza la zapata lisa para no deteriorar la superficie de trabajo, pero ésta tiene el inconveniente de que patina bastante sobre muchos suelos e impide que toda la potencia de la máquina se aplique al trabajo.

Cuando por condiciones de trabajo se necesita que el cargador gire muy frecuentemente, se usan zapatas con garra pequeña de 1/2" a 3/4" aproximadamente. Este tipo de zapata proporcionan mejor tracción que las lisas pero aún patinarán con facilidad en condiciones resbalosas.

A medida que la zapata con semigarra se desgasta, las cabezas de los pernos de sujeción quedan expuestas y se desgastan y las orillas de las zapatas se debilitan de manera que pueden doblarse. Su vida puede prolongarse soldando una tira de aleación a lo largo de la barra central. Un cargador soldado de esta manera podrá tener buena tracción, pero puede producir una marcha molesta sobre terrenos duros.

Las zapatas lisas o de semigarra no son adecuados para trabajar en terrenos lodosos, ya que se hacen tan resbalosos que proporcionan poca tracción y no sujetan tablonés u otros objetos colocados debajo de ellas para ayudar a salir de los agujeros. También permiten que la máquina se deslice cuesta abajo cuando trabaja sobre un talud lateral.

La garra grande da muy buena tracción pero presenta dificultad en el pivoteo o giro. También hacen a la máquina muy susceptible a dar tirones y somete a ésta y al cucharón a impactos y sobrecargas que pueden acortar la vida del cucharón.

Para condiciones especiales pueden sujetarse garras sobre las zapatas regulares. Las garras pueden colocarse en sólo seis u ocho zapatas de las orugas uniformemente espaciadas de cada lado para el trabajo en lodo.

## DIRECCION

La dirección de los cargadores montados sobre orugas se maneja por medio de un sistema de tres pedales (Fig. 23).

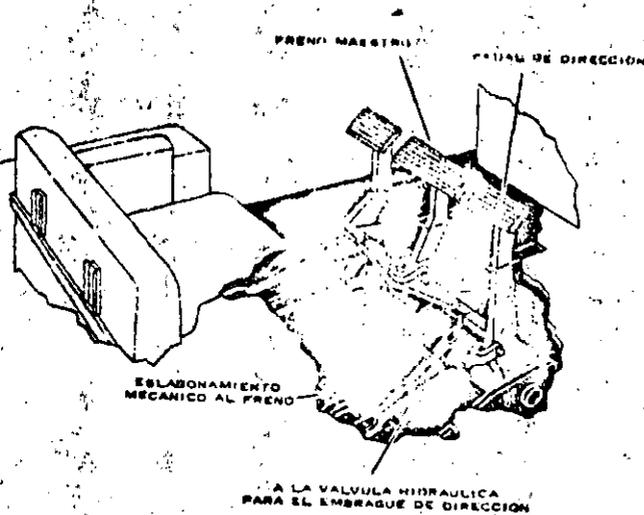


Fig. 23. Sistema de Dirección

Mediante éstos se hacen todos los giros y paradas. Para soltar el embrague de la dirección, a fin de hacer un giro lento, se oprime hasta la mitad el pedal de la derecha o de la izquierda. Cuando se requiere un giro más cerrado, se oprime el pedal hasta el fondo. El pedal del centro frena también ambos carriles, pero no suelta los embragues y puede fijarse como freno de estacionamiento. Los embragues de la dirección se enfrían con aceite y tienen varios discos para servicio pesado.

### VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS DOS TIPOS DE CARGADORES

Los cargadores frontales montados sobre neumáticos, se puede utilizar con ventajas en los siguientes casos.

- a) Cuando sea importante el acarreo de material en tramos cortos.
- b) Cuando los puntos de trabajo están diseminados.
- c) Cuando los materiales están sueltos y pueden atacarse fácilmente con el cucharón.

- d) Donde el uso de orugas sea perjudicial al terreno o por no ajustarse a las restricciones de tipo legal.
- e) Cuando los materiales abrasivos provoquen desgaste excesivo en las orugas, siempre que los neumáticos resistan las condiciones de trabajo.
- f) Donde el terreno es duro y seco.
- h) El radio de giro es mucho mayor que el de orugas, de manera que se requiere más espacio para maniobrar.
- i) La presión sobre el suelo es aún mucho mayor que los de orugas, pero el efecto de compactación de las llantas y las vueltas más graduales le hacen posible trabajar fácilmente en suelos arenosos que se partirían bajo las orugas, causando un excesivo desgaste a éstas.
- j) En superficies resbalosas pueden ocasionar la pérdida, tanto de la tracción como de la precisión de la dirección.

Una de las características de estos tipos de cargadores, es que da una mayor facilidad de desplazamiento y por ésto, se obtiene mayor rendimiento a distancias considerables de acarreo, en comparación con los de orugas.

Los cargadores frontales montados sobre orugas se pueden utilizar con ventajas en los siguientes casos:

- a) En terrenos flojos donde el área de apoyo de las orugas aseguran un movimiento adecuado y una estabilidad correcta.

- b) Cuando las condiciones del terreno o las pendientes exijan buena tracción y amplia superficie de apoyo.
- c) Donde no hay necesidad de hacer movimientos frecuentes y rápidos.
- d) Cuando los materiales son duros y no pueden excavar fácilmente.
- e) En donde los fragmentos de roca pueden dañar los neumáticos.
- g) En trabajos que requieren volúmenes pequeños.

Por su diseño los cargadores sobre orugas, pueden salvar las irregularidades del terreno y su característica principal es su buena tracción, su baja velocidad y su limitación a distancias cortas de acarreo.

TIPOS  
DE  
CARGADORES  
EN EL  
MERCADO  
ACTUAL  
FABRICADOS  
EN  
MEXICO

En el mercado se encuentran varios proveedores que distribuyen cargadores tanto de carriles como de neumáticos, de distintos tipos y tamaños, que pueden tener características especiales que los hacen más o menos populares entre el gremio de constructores, pero quizá los factores que más influyan para adquirir una determinada marca, sea la oportunidad, la existencia, facilidad de pago, precio, posible valor de rescate, pero muy especialmente el servicio de refacciones y mantenimiento que ofrezca la casa vendedora.

El gobierno ha establecido una serie de medidas, estímulos y facilidades tendientes a procurar que parte de los bienes intermedios y de capital que actualmente se importan, sean sustituidos por productos fabricados en el país. Algunos de estos productos se fabrican en México pero no en las cantidades suficientes, para poder considerar que un determinado cargador sea considerado 100% de fabricación nacional.

A fin de proteger a la Industria Nacional productora de maquinaria, comprometidas ante el Gobierno a programas de fabricación, las importaciones de bienes de capital (maquinaria, refacciones, piezas etc.) están controladas por los Comités Consultivos para la importación de la

Secretaría de Industria y Comercio, integrada por representantes gubernamentales y de la iniciativa privada.

Los principales productos que hace la Industria Nacional para el ensamblaje de un cargador, entre otros, son: filtros, mangueras, sellos, bandas, balatas, carcasas, motores y baleros.

Para que un cargador sea considerado de fabricación Nacional, deberá de contener cuando menos el 51% de conjuntos básicos. Estos conjuntos son los siguientes:

- a) Chasis o estructura principal
- b) Motor
- c) Convertidores o transmisiones
- d) Mandos finales
- e) Sistema eléctrico en general
- f) Sistema hidráulico.

En México la industrialización ha seguido el proceso tradicional de los países de menor desarrollo. Esto se puede constatar en las tablas que a continuación presentamos de algunos modelos de cargadores frontales, que existen en el mercado actual en el mundo, en la cual, una minoría son de fabricación Nacional.

CARGADORES DE RUEDA (TRACCION EN LAS 4 RUEDAS)

DATOS DE FUNCIONAMIENTO

Fabricante	Modelo	Año	Cilindros	Cilindros de 1.25 Litros				Cilindros de 1.6 Litros				Cilindros de 2.0 Litros				Cilindros de 2.5 Litros				Cilindros de 3.0 Litros						
				litros	CV	litros	CV	litros	CV	litros	CV	litros	CV	litros	CV	litros	CV	litros	CV	litros	CV	litros	CV			
Ade (Chrysler)	840	Y	40	1.25-1.75	955 (1.34)	1.5	1.7	112	2044.0	39	690.0	208.75	3102.75	124	2149.0	67	1801.0	98								
	840	Y	40	1.5-2	1.5 (1.5)	1.75	1.34	112	2044.0	39	690.0	212	3389.0	122.5	3111.5	72	1922.0	98								
	15200	Y	40	1.5-3	1.5 (2.3)	2	1.52	104	2041.0	38.5	677.0	216	3740.4	80	2752.2	70	1904.0	97								
	15230	Y	40	1.75-3.5	1.34 (2.7)	2.5	1.9	104	2041.0	38.5	677.0	228	6781.2	80	2752.2	70	1904.0	97								
Avery (Ford)	15240	Y	40	2.2-5	1.9 (3.8)	3.5	2.7	119	2044.0	40	1014	255	6477	73	1955.0	81	2057.0	98								
	155-0	Y	40	3-7	2.3 (4.4)	5	3.0	122	3058.0	55	1307	332	8432.0	114	2895.0	115.5	2711.1	130								
	342	Y	40	1-2	784 (1.5)	1.25	955					224	5081.0	108	2743.2	86	1878.0	81								
	344	Y	40	1-2	784 (1.5)	1.25	955					224	5081.0	108	2743.2	86	1878.0	81								
Bayer	346	Y	40	1-2	784 (1.5)	1.25	955					224	5081.0	108	2743.2	86	1878.0	81								
	347	Y	40	1-2	784 (1.5)	1.25	955					224	5081.0	108	2743.2	86	1878.0	81								
	348	Y	40	1-2	784 (1.5)	1.25	955					224	5081.0	108	2743.2	86	1878.0	81								
	349	Y	40	1-2	784 (1.5)	1.25	955					224	5081.0	108	2743.2	86	1878.0	81								
Case	974	Y	90	1.25-1.75	96 (1.3)	1.25(D)	1.15	109.5	2701.3	30	742	218	3445.0	123	3124.2	68	1927.2	100								
	W124	Y	80	1.25-1.75	96 (1.3)	1.5(D)	1.30	106.5	2705.1	32	812.0	220	504.0	123	3124.2	68	1927.2	100								
	W12	Y	90	1.25-2	145 (1.5)	1.5(D)	1.34	108	2750.0	35.5	901.7	239	6070.0	124	3149.0	73	1944.0	104								
	W20	Y	80	1.75-2.5	134 (1.8)	2(D)	1.5	108.5	2705.1	30	665.2	243	6172.0	181.5	4510.1	73	1944.0	104								
Caterpillar	W20B	Y	80	2-5.5	1.0 (3.4)	3(D)	2.29	119	3022.0	38.9	977.9	296	7578.4	206	5027.4	87	2259.0	127								
	910	Y	35	1.4-2.5(D)	8 (1(D))	1.25(D)	1(D)	97	2440	34	860	218	5480	107	2700	82	2100	98								
	920	Y	35	1.5-1.75(D)	1.25-1.25(D)	1.5(D)	1.15(D)	100	2770	39	740	228	3718	123	3120	83	2100	108								
	930	Y	35	1.75-2.75(D)	1.25-1.75(D)	2(D)	1.15(D)	117.0	2880	31.0	630	238	5045	120	3200	80	2700	108								
Eaton	957	Y	35	2.25-3.5(D)	1.72-2.5(D)	2.5(D)	1.9(D)	111	2570	29	740	243	6170	124	3150	95	2410	115								
	960	Y	35	3.4-5(D)	2.3-3.4(D)	3.5(D)	2.6(D)	118	2740	31	740	259	5810	134	3410	106.5	2700	127								
	963	Y	35	4.5-5(D)	3.45-4.7(D)	4.5(D)	3.45(D)	124	3470	44	1120	273	7470	142.5	3620	114.5-127	2900-3100	130								
	964	Y	35	6 (D)	4.8-5.4(D)	6(D)	4.8(D)	131	4070	50	1180	420	10470	173(B)	4500(B)	153	3540	140								
	965	Y	35	10(D)	7.85(D)	10(D)	7.85(D)	181	6740	66	1900	620	10470	173(B)	4500(B)	153	3540	140								
	966	Y	35	12	7.85(D)	10(D)	7.85(D)	181	6740	66	1900	620	10470	173(B)	4500(B)	153	3540	140								
	967	Y	35	1.5	1.25	1.25	955	102(A)	2740(A)	25(A)	711(A)	225	3715	119(B)	3021(B)	66	1900	98.5								
	968	Y	35	1.5	1.25	1.5	1.15	109(A)	2740(A)	25(A)	711(A)	225	3715	119(B)	3021(B)	66	1900	98.5								
	969	Y	35	2.25	1.5-2.7	2	1.5	108(A)	2743.2(A)	31(A)	852.1(A)	245	6731	137(B)	3327.4(B)	74.5	1900	112								
	970	Y	35	2.5-4	1.9-3.1	2.5	1.9	108(A)	2743.2(A)	31(A)	852.1(A)	245	6731	137(B)	3327.4(B)	74.5	1900	112								
	971	Y	35	2.5-5	2.2-3.4	3.5	2.7	119(A)	3025(A)	37(A)	957(A)	297	7503(A)	138(B)	3501.2(B)	88	2200	128								
	972	Y	35	3.4-5.5	3.4-5.5	5	3.8	119(A)	3027(A)	37(A)	957(A)	297	7503(A)	138(B)	3501.2(B)	88	2200	128								
	973	Y	35	4.5-7	3.4-5.5	7	5.4	125(A)	3187.2(A)	53.2(A)	1252(A)	349	8444.0	153(B)	4178-1091	104.4	2400	145								
	974	Y	35	6.5-9	5-8	10	7.8	182(A)	4870(A)	87(A)	1500(A)	429	11414.0	194(A)	4027(A)	114	2400	182								
	975	Y	35	10-18	7.8-13.8	12	10	182(A)	4870(A)	87(A)	1500(A)	429	11414.0	194(A)	4027(A)	114	2400	182								
	976	Y	35	10-20	7.8-13.8	12	10	182(A)	4870(A)	87(A)	1500(A)	429	11414.0	194(A)	4027(A)	114	2400	182								
977	Y	35	20	18.3	20(L)	18.3(E)	224	5182(F)	82(F)	2337(F)	60(F)	15418(F)	244(G)	6471.5(G)	140	444	221.5									
Eaton (Ford)	978	Y	35	1.5	1.25	2	1.5	109	2740	25	740	232	5802.0	124(E)	3145(A-E)	68	2100	94.5								
	979	Y	35	1.5-2.5	1.25-2.1	2	1.5	112	2844.0	34	843.0	251.5	6388.1	125.5	3181.7	96.5	2200	104								
	980	Y	35	2-3	1.5-2.3	2.25	1.9	109	2740.0	30	814.0	251.5	6388.1	125.5	3181.7	95	2400	104								
	981	Y	40	2.5-4	1.9-3.1	2.5	1.9	114	2951.5	38	965.2	265	6731	133	3378.2	95	2400	116								
	982	Y	40	3.25-5	2.5-3.8	3.25	2.5	122	3049.0	39	990.0	297	7543.0	139	3531.0	113	2900	128								
	983	Y	40	3.75-5.5	2.9-4.2	3.75	2.9	124	3149.0	42	1088.0	301	7845.0	139	3530.0	113	2900	128								
	984	Y	40	4-5	3-3.8	4.5	3.4	129	3200.4	39	970.0	325	8215	138	3505.2	119	3200	138								
	985	Y	40	6.7-5	4.8-5.7	6	4.8	129	3276.0	45	1143	340	8400	134	3400	134	3400	148								
	986	Y	40	1-7	784 (1.5)	1	784	38	945.2	31.25	539.0	181	4587.4	44(F)	1117.6(F)	48	1210.0	60								
	987	Y	45	1-8	784 (1.5)	1	784	38	965.2	31.25	539.0	181	4587.4	44(F)	1117.6(F)	48	1210.0	60								
Eaton (Ford)	988	Y	45	2	1.5	2	1.5	70	1820.0	41.8	1057.3	313.75	7869.3	63(B)	1600-190(F)	80(B)	1524-2134	95								
	989	Y	45	3	2.3	3	2.3	87	1447.0	50	863.0	304	7221.0	60(F)	1524(F)	72	1920.0	114								
	990	Y	45	4	3.4	4	3.4	88	1501.0	57	1001.0	370	9200	60(F)	1752.0(F)	90	2400.0	144								
	991	Y	45	6	6.0	6	6.0	88	1878.0	60	1001.0	370	9200	60(F)	1752.0(F)	90	2400.0	144								
	992	Y	45	8	8.0	8	8.0	88	1878.0	60	1001.0	370	9200	60(F)	1752.0(F)	90	2400.0	144								
	993	Y	45	10	10.0	10	10.0	88	1878.0	60	1001.0	370	9200	60(F)	1752.0(F)	90	2400.0	144								
	994	Y	45	10	10.0	10	10.0	88	1878.0	60	1001.0	370	9200	60(F)	1752.0(F)	90	2400.0	144								

## CARGADORES DE RUEDA (TRACCION EN LAS 4 RUEDAS)

Fabricante	Modelo	DATOS DE FUNCIONAMIENTO																MOTOR	
		Carga de trabajo en tierra				Carga de trabajo en nieve				Carga de trabajo en hielo				Carga de trabajo en agua				Marca	Potencia
		mm	kg	kg	kg	mm	kg	kg	kg	mm	kg	kg	kg	mm	kg	kg	kg		
Allis Chalmers	880	2638.4	18.550	7044.2	N	11.090	8023.8	8890	8027.2	13.300	8024.9	53	13	391			PERMINS	4.748	
	977	2638.4	17.810	7295.5	N	12.586	8694.7	10.890	8842.8	14.400	8523.2	53	13.2	306			A.C.	2000 WATTS	
	TS-200	2209.8	20.953	9445.7	N	13.530	8115.5	N/A	N/A			43	18.5	419			FORM	2000	
Avco Bucard	TS-20	2209.8	21.070	9524.7	N	15.800	8775	15.090	8795	15.000	8795	43	14.5	353.2	246	828.4	LELAND	100	
	78250	2438.8	30.909	13.580	N	21.000	11.9513	21.000	9593	N/A	N/A	60	18	426.4	300	7676	LELAND	100	
	TS-500	3574.2	50.873	23.045	N	26.313	18.467.9	21.725	16.371.4	N/A	N/A	43	18	482.6	275	6595	CUMMINS	1500 KVA	
Case	542	2057.4	15.182	6877.9	N	9000	4077	N/A	N/A	12.500	5642.5	48	16.75	471.5	234	5943.6	PERMINS	4.756	
	544	2057.4	15.938	7233.4	N	9000	4077	N/A	N/A	12.500	5642.5	48	16.75	425.5	171	4343.4	PERMINS	4.756	
	546	2057.4	16.918	7233.4	N	9000	4077	N/A	N/A	12.500	5642.5	48	16.75	425.5	834	4845.8	PERMINS	4.756	
Case	582	2744	25.000	11.329	N	19.800	7821.9	16.4	N/A	17.000	7701	43	17.8	444.5	295	7453	LELAND	100	
	586	2298	25.000	11.325	N	15.500	7021.3	N/A	N/A	17.000	7701	45	17.5	414.5	180	4532	LELAND	100	
	W-4	2540	14.100	6509.5	N	10.732	4862	9122	4734.6	14.022	6352	45	16	476.4	342.4	8552.3	CASE	4000 WATTS	
Caterpillar	910	2310	13.400(1)	6306(1)		6053	4700(1)	6575(1)	5150(1)	10.000(1)	4250(1)	16	16	301	175	4722	CAT	100	
	912	2310	17.400(1)	7893(1)		11.230(1)	5400(1)	7893(1)	6410(1)	17.400(1)	6410(1)	13.2	13.2	325	205	5710	CAT	100	
	916	2750	16.870(1)	8750(1)		13.820(1)	6230(1)	12.500(1)	6770(1)	18.100(1)	6770(1)	13.69	13.69	348	220	5590	CAT	100	
Clark	950	2900	24.200	11.000		18.500	7450	15.000	1590	22.970(1)	10.400(1)	15	15	226	226	5876	CAT	100	
	952	3170	33.700	15.200		24.100	11.100	22.400	10.200	26.800(1)	13.000(1)	15.8	15.8	248	248	6300	CAT	100	
	954	3500	49.700(1)	22.500(1)		33.900(1)	15.300(1)	30.800(1)	13.300(1)	35.700(1)	18.230(1)	18.20.6	400.528	288	7310	CAT	100		
John Deere	985	3553	61.600	26.800		40.200	18.250	38.400	18.540	47.200(1)	21.420(1)	43	22.5	530	261	7264	CAT	100	
	950	4375	133.000(1)	61.100(1)		82.200(1)	42.000(1)	53.900(1)	28.000(1)	81.100	38.710	22	22	275	275	8890	CAT	100	
	75	2120	15.400	5575	N	8415	2613.3	N/A	N/A	5100	4122.9	40	17.04	417.3	361.4	3342.4	GM	100	
Eaton	456	2511.3	17.800	8754.9	N	12.284	5425.3	11.071	8031.5	15.070	8802.0	42.5	16.64	475.4	442.4	11.385.4	GM	100	
	554	2794	22.300	10.101.9	N	14.420	6537.3	13.321	8033.9	18.240	8767.3	45	16.64	515.6	476.2	11.335.7	GM	100	
	754	2914.3	27.000	12.240	N	19.300	8607	17.320	8018.1	18.900	8961.7	45	16.64	519.7	442.4	12.476.4	GM	100	
Eaton	729	3261.2	38.200	17.214	N	25.180	11.978.3	23.180	10.500.5	30.100	13.615.3	45	18.04	466.4	549.4	13.315.4	GM	100	
	750	3425	51.200	27.249	N	34.740	15.737	31.460	14.257.4	34.000	15.450	46	17.04	571.4	571.4	14.254.5	GM	100	
	2158	3708.4	76.400	34.574.9	N	48.700	21.200	43.400	19.440	51.000	23.104	44	20.44	570.4	554.4	15.611.4	CUMMINS	1500 KVA	
Eaton	475B (100)	4827.8	154.000	59.121.2	N	981.400	43.934.2	88.700	40.181	105.200	47.655.6	48	22.31	564.4	819.4	20.872.4	CUMMINS	1500 KVA	
	475N	4677.8	154.000	21.577	N	91.400	45.118.8	80.000	43.770	93.500	40.545.2	48	22.31	566.4	813.4	20.850.4	CUMMINS	1500 KVA	
	675	5676.8	261.475	172.808.4	N	181.400	87.174	162.100	73.431	188.200	67.134	47	28.04	865.4	1041.4	26.441.4	CUMMINS	2000 KVA	
Eaton	2041D	2407.3	21.400	9.811.4	N	18.285	7286.5	13.970	8305.8	15.650	7094	42	16.5	348.3	337	8412.6	DELTA	100	
	2041D	2841.6	28.260	12.812.5	N	22.470	10.156.5	19.160	8.678.5	21.345	8649.3	42	17.2	436.8	370	9340	DELTA	100	
	VALE100	2692.4	18.045	8174.4	N	12.344	8054.8	19.161	5509.8	20.700	8195.8	40	14	361	730	5942	DELTA	100	
Eaton	VALE150	2692.4	18.310	8781.2	N	14.962	8777.8	19.161	6168.1	20.535	9302.4	40	14	371	722.5	5965.5	DELTA	100	
	VALE200	2946.4	29.000	11.778	N	19.340	8778.1	12.119	7781.7	25.800	11.667.8	40	16	406.8	276	5791.7	CUMMINS	1500 KVA	
	VALE250	3200.4	35.100	15.407.3	N	24.960	11.378.9	21.800	8678.4	38.000	17.214	40	16	406.4	257	6470.8	GM	100	
Eaton	VALE3000	3251.2	39.130	17.728	N	28.850	12.978.5	25.000	11.325	39.200	17.157.8	40	16	408.4	296	6502.8	CUMMINS	1500 KVA	
	VALE4000	3505.2	48.500	21.064.5	N	37.084	18.791.9	30.331	14.827.1	38.241	17.323.2	40	16	361	269	6832.6	GM	1500 KVA	
	VALE5000	3759.2	68.800	21.164.4	N	45.178	20.845.9	40.248	16.220.5	51.000	25.103	40	18	457.2	305	7747	CUMMINS	1500 KVA	
Elenco TMD	811LHD	1524	8000	4077	N	7000	3171		8000	3624	7.625	182.7	722	5139.6	722	5639.6	DELTA	100	
	811ELHD	1524	8000	4077	N	7000	3171		8000	3624	7.625	182.7	722	5639.6	722	5639.6	DELTA	100	
	812RHD	2413	20.100	9105.3	N	18.060	8438		18.000	8438	10.345	293.9	330	4382	330	4382	DELTA	100	
Elenco TMD	813LHD	2895.8	28.000	12.884	N	24.000	10.877		24.000	8154	12	12	304.6	307	8937.8	CAT	100		
	815CLHD	41.500	18.799.5	N	24.000	10.877		24.000	13.187	13.187	12.375	318.3	385	12.375	385	12.375	DELTA	100	
	816RHD	3657.4	86.000	29.896	N	45.000	20.380		45.000	20.380	16	16	600	600	14.708.6	DELTA	100		
Elenco TMD	880C	5810	61.000	41.875	N	47.000	21.982.8		47.000	28.374	16	16	600	600	15.240	CAT	100		

CARGADORES DE RUEDA (TRACCIÓN EN LAS 4 RUEDAS)

Fabricante	Modelo	NEUMÁTICOS ESTÁNDAR										TRANSMISIÓN								
		No. de ruedas	Cilindros	Potencia en CV (kW)	Altura	Número de ejes	Capacidad de carga (kg)	Límite de velocidad (km/h)	Distribución	Límite	Tipo	Tipo de transmisión	RPM	km/h	RPM	km/h				
																	CV (kW)	Altura	J B (kg)	kg (kg)
All-Champion	94B	13-2100	D	4	249	4.9	4	30	25	113.7	16.9424	10	R-4	CS,PS	3	0.187	0.30	3	0.187	0.30
	94D	80-2600	D	8	301	4.9	4	30	25	113.7	15.542	8	L-2	CS,PS	3	0.187	0.31	3	0.187	0.31
	15200	132-2500	D	8	380	6.2	4	38	30	136.3	17.5075	12	L-3	PS	4	3.734	6.388	4	3.734	6.388
	15230	145-2400	D	8	421	6.8	4	38	30	136.3	17.5075	12	L-3	PS	4	3.734	6.388	4	3.734	6.388
	15250	202-2200	D	8	877	11.1	4	45.8	38	132.8	18.0675	12	L-3	PS	4	3.425	5.542	4	3.525	5.841
Bayer	94B	80-2600	D	4	236	3.9	4	27	22	99.9	14.0024	8	EARTHMOVER	PS	4	5.246	8.398	4	5.246	8.398
	94D	88-2600	D	4	278	3.9	4	28.4	22	99.9	14.0024	8	EARTHMOVER	PS	4	5.246	8.398	4	5.246	8.398
	94E	110-2500	D	8	254	4.2	4	28.4	22	99.9	14.0024	8	EARTHMOVER	PS	4	5.246	8.398	4	5.246	8.398
	94Z	148.5-2600	D	8	330	6.5	4	38	30	136.3	18.0674	12	EARTHMOVER	PS	4	5.246	8.398	4	5.246	8.398
	95B	148.5-2600	D	8	330	6.5	4	38	30	136.3	18.0674	12	EARTHMOVER	PS	4	5.246	8.398	4	5.246	8.398
Case	9114	83-2200	D	4	336	8.5	4	38	31.7	144	15.5826	10	G-2	PS,PL,SS	4	0.25	0.479	2	0.25	0.445
	9114H	83-2200	D	4	336	8.5	4	38	31.7	144	15.5826	10	L-2	PS,PL,SS	4	0.25	0.479	2	0.25	0.445
	9118	103-2200	D	8	401	8.8	4	50	41.7	189.4	14.0024	10	G-2	PS,PL,SS	4	0.25	0.41	2	0.25	0.41
	9120	103-2200	D	8	401	8.8	4	50	41.7	189.4	14.0024	10	L-2	PS,PL,SS	4	0.25	0.41	2	0.25	0.41
	9128B	185-2200	D	8	804	8.3	4	82	68.3	318.8	23.5475	12	L-2	PS,PL	3	0.29	0.48	2	0.30	0.49
Caterpillar	916		D	4	318	5.2		31	25.8	117	15.4225	8	TR	PL,PS	3	6.15	8.261	2	6.6	10.8
	920		D	4	425	7		38	32.3	148	OPT	OPT G-2 L-3 L-2	PS	4	4.262	6.442	3	4.814	7.923	
	930		D	4	425	7		38	32.3	148	OPT	OPT G-2 L-3 L-2	PS	4	4.262	6.442	3	5.151	8.243	
	950		D	4	425	7		53	44.2	201	OPT	OPT L-3 L-2	PS	4	4.422	7.135	4	5.264	8.542	
	966C		D	8	638	10.5		45	54.2	248	OPT	OPT L-2 L-3	PS	4	4.823	7.38	4	5.726	8.745	
	967C		D	8	638	10.5		95	78.2	308	OPT	OPT L-3 L-4 L-5	PS	4	4.1267	6.643	3	5.37	8.274	
	981		D	8	891	14.9		130	108.3	490	24.4229	77	L-3 L-4 L-5	PL,PS	3	3.879	6.156	3	3.879	6.156
	987B		D	12	1781	29.3		275	229	1040	OPT	OPT L-4 L-5	PL,PS	3	4.5279	7.238	3	4.528	7.242	
	997		D	3	159.2	2.8	2	28	23.3	106	14.0024	8	G-2	CS,PS	4	4.227	6.437	4	4.227	6.437
	150		D	4	212	3.5	2	45	37.5	170.5	12.0024	10	G-2	CS,PS	3	4.185	6.629	3	4.186	6.629
Case	95A	135-2500	D	4	212	3.5	2	70	58.3	265	17.5475	12	L-3	CS,PS	3	4.179	6.5316	3	4.18	6.5306
	95B	142-2200	D	4	284	4.7	2	70	58.3	265	17.5475	12	L-3	CS,PS	4	3.8205	6.133	4	3.8205	6.133
	1250	212-2500	D	6	425.4	7	3	75	62.3	283.9	23.5475	16	L-3	CS,PS	4	3.7203	6.327	4	3.7203	6.327
	175B	273-2100	D	8	567.4	9.3	2	116	96.7	439	26.5475	20	L-3	CS,PS	4	4.22	6.4354	4	4.22	6.4354
	275B	342-2300	D	8	855	14	4	165	137.5	624.5	29.5429	29	L-4	CS,PS	4	3.8183	5.831	4	3.8183	5.831
	475B (HCD)	812-2500	D	12	1710	28	4	275	229.2	1040.9	37.25475	36	L-5	CS,PS	4	3.4183	5.5295	4	3.4183	5.5295
	475B	812-2500	D	12	1710	28	4	275	229.2	1040.9	37.25475	36	L-5	CS,PS	4	3.4183	5.5295	4	3.4183	5.5295
	675	2133-2100	2.D	2	2171.0	37.8	4	500	416.7	1892.5	40.5451	END	L-5	CS,PS	4	3.163	0.272	6	3.163	0.272
	AD544B	105-2200	D	6	414	8.9	4	40	33.3	151.5	17.5475	12	L-2	PL,PS,SS	4	0.25	0.402	2	0.10	0.161
	AD544B	145-2200	D	6	531	8.7	4	58	46.1	212.2	20.5475	12	L-1	PL,PS,SS	4	0.25	0.415	2	0.10	0.164
Eaton	YALE 100	104-2500	D	6	351	5.8	4	37	30.8	140.7	14.0024	12	G-2	PS	3	3.9187	6.329	3	3.9187	6.329
	YALE 150	104-2500	D	6	354	5.8	4	37	30.8	140.7	17.5425	12	L-2	PS	4	3.9187	5.5319	4	3.9187	5.5319
	YALE 200	185-2500	D	8	425	9	4	55	45.8	209.4	16.0024	12	G-2	PS	4	3.8226	6.3364	4	3.8226	6.3364
	YALE 250	182-2300	D	8	426	9	2	68.7	50.3	23.5475	12	L-2	PS	4	3.721	6.118	4	3.721	6.118	
	YALE 300	228-2300	D	8	503	14.9	4	80	66.7	303	23.5475	16	L-2	PS	4	4.212	6.4341	4	4.212	6.4341
	YALE 400	280-2100	D	8	568	9.3	3	103	85.8	380.2	26.5475	14	L-2	PS	4	4.1212	6.6341	4	4.1212	6.6341
	YALE 6000	398-2100	D	8	885	14	8	110	81.7	418.7	29.5429	22	L-3	PS	4	4.2209	6.8336	4	4.2209	6.8336
	911LHD	38-2500	D	2	160	2.8	4	18	8.3	37.9	825815	14	SPECIAL	H	(0)	0.5	0.8	(0)	0.5	0.8
911ELHD	30/1800	(H)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	825815	14	SPECIAL	H	(0)	0.5	0.8	(0)	0.5	0.8	
912BLHD	77/2300	D	6	344.88	5.7	4	40	33.3	151.5	12.0024	18	E-3	PS	2	0.6	0.97	2	0.6	0.97	
912LHD	110-2200	D	4	425	7	4	80	61.7	189.4	17.5425	16	L-3	PS	3	2.918	5.181	3	2.918	5.181	
915LHD	175/2300	D	8	774	18.7	4	75	62.5	284	16.0024	24	E-3	PS	4	3.7614	6.25	4	3.7614	6.25	
918LHD	270/2300	D	12	1158	18	8	125	104.3	472.9	24.0024	24	E-3	PS	4	3.7614	6.25	4	3.7614	6.25	
920C	400/1800	D	8	883	16.8	8	190	168.3	718.8	26.3271	L-6	PS	4	3.8184	6.1298	4	3.8184	6.1298		

CARGADORES DE RUEDA (TRACCION EN LAS 4 RUEDAS)

DATOS DE FUNCIONAMIENTO

Fabricante	Modelo	Año modelo	Capacidad de carga en toneladas	Capacidad de carga en toneladas			Capacidad de carga en toneladas											
				kg	kg	kg												
Erickson	Encly G	N		278 815	212 623		80	2032	175	444.5	113.75	2983.3	84.75	2140	58	1473.2	34	
	Encly W.G	N		278 815	212 623		90	2032	175	444.5	113.75	2983.3	84.75	2140	58	1473.2	34	
Ford	A67	Y	90	152	115.15	1.5	1.55	110	2164	34	852.6	274	569.6	133	3759.7	83.5	2720.9	103
	A64	Y	90	22.75	15.21	2	1.5	110.5	2806.7	36	814.4	257	6527.8	132	3322.8	87.5	2722.2	111
	A66	Y	90	2.3	15.23	2.5	1.8	110	2774	35	889	278	678.8	137	3423.8	91.5	2324	111
International Harvester	H 50C	N		183.55	138.27	1.5	1.9	105	2641	37	939.8	212.75	5403.9	87.25	2216.2	80.25	2282.4	96
	H 40C	Y	35	153.55	118.27	2	1.5	102.5	2601.5	47.6	1706.5	225	5868	121.6	3056.1	83	2347.2	170
	H 35C	Y	35	254.5	191.4	2.3	1.8	111.5	2832.1	41	1041.4	250.9	6362.7	728	3751.2	96	2438.4	168
	H 30B	Y	35	34	234.6	2.8	2.7	118.5	3034.3	47	1193.8	281.5	7156.1	132.5	3390.9	107	2717.8	177
	H 30E	Y	35	4.7	33.6	4	3	114.5	2989.3	46	1168.4	283.75	7207.3	139	3230.6	113.5	2887.8	179
	H-100C	Y	40	45.55	344.2	4.5	3.4	134	3148.8	58	1473.2	329	8331.2	150	3810	126	3200.4	140
	S60	Y	35	85.12	687.92	8.5	4.97	140	3784.6	52.5	1323.5	352	8440.8	158.5	4025.9	133	3378.2	159
	H 420C	Y	46	11	84	11	8.4	148	4064	72	1824.8	433	10944.2	189	4572	159	4736.4	190
Lomb	3852	N		125.15	95.15	1.25	95.5	102	2590.8	43	1082.2	207	5257.8	115.5	2833.7	69.5	1732.9	81
	4652	N		5.525	382.15	625	478	94	181.6	33	638.7	144	4873.6	57.5	1462.9	64.5	1625.2111	78
Massey Ferguson	M111	N		3.2	1.15	1.3	1.10	110	2184	34	863.8	188	4775.2	112	2844.6	44	1818.4	82
	M133	N		1.2	764.15	1.215	1.05	108.5	2181.2	29.375	745.1	212.5	5747.5	115	2921	75.5	1987.7	83.5
	M148	Y		7.3	152.3	2	1.5	108	2743.2	32	838.2	259	6578.8	126	3200.4	72.5	1841.5	108
	M152	Y	78	23.5	152.7	2.5	1.9	109	2788.8	36	965.2	254	6440.2	74	2421.6	76	1987.2	110
	M156	Y		25.4	27.3	3.5	2.7	109	2788.8	36	965.2	300.5	7412.2	133.25	2784.6	80	2784.6	130
	M172	Y		45.5	343.8	4.5	3.4	118.5	3009.9	49	1218.2	327.5	8191.5	192.75	2729.9	89	2235.2	138
	M172	Y		55.4	424.1	6	4.6	129	3278.8	50	1272	354.5	8741.2	197.5	2731.5	96	2414.2	148
	M172	Y		10.1	7622.9	15	11.5	149	4815.8	96	2449.7	576	1412.4	182	4878.8	224	3142.5	214
Massey Ferguson	Massey 1200	Y	45	162.5	513.18	1.25	96	108	2743.2	38.5	877.8	227	5744.2	110.5E1	2676.7E1	68.5	1739.8	96
	Massey 1250	Y	45	252.5	573.18	1.75	133	108	2743.2	38.5	877.8	230	5744.2	110.5E1	2676.7E1	68.5	1739.8	96
	Massey 1350	Y	45	1.1	784.23	2	1.5	108	2743.2	41	1041.4	210	449	110.5E1	2676.7E1	68.5	1739.8	96
	Massey 1350	Y	45	2.4	153	3	2.3	108	2743.2	43.75	1111.3	282	6564.8	110.5E1	2676.7E1	68.5	1739.8	170
McCoy	M-37-Subcat	N	(21)	185.17	141.31	1.65	141	71@37	1802.237	132@37	335@37	92	2236.8	72	1511.2	31	894	78
	M-613	N	(21)	37.8	26.87	37	28	86@34	2184.234	17.5@34	180.5@34	107	2712.8	82	2062.6	53.5	1358.8	35
	M-700	N	(21)	37.8	26.87	37	28	87@36	2208.8734	16.5@36	418@36	161.5	2872.7	84	2169.7	23.5	1362.8	35
	M-915	N	(21)	112	764.5	1.25	95.5	84	2481.6	78	711.2	158.75	3416.4	81.5	2324.1	83.25	2114.8	45
Karl Schmidt	S11100	Y	40	75.12	6.95	75	6	95	2400		173	4472	95	2440	89	1750	76	
	72-21	Y	30	2.1	1.523	2	1.9	105	2567	24	609.6	225	5715	123	1587.2	78	1587.2	96
	72-31	Y	30	25.5	183.8	2.5	1.9	120	3048	27	685.5	247	6273.8	123	3125	82	2782.8	99
	72-41	Y	30	25.5	193.8	3	2.3	120	3048	41	1041.4	253	6473.2	125	3175	83	2108.7	101
	72-51	Y	30	35.6	274.8	3.5	2.7	122	3098.8	28	965.7	244	6705.8	133	3378.2	86	2184.4	108
	72-71	Y	40	85.7	487.54	8.5	4.97	147	3733.8	50	1270	386	9404.4	162	4174.8	107	2717.8	163
	72-81	Y	40	9-10	687.8	9	6.9	154	3911.8	64	1625.8	426	10420.4	166	4216.4	110	2794	163
Terra Scotland	72-11	Y	80	152.5	119.18	1.5	1.15	108	2743.2	36	914.4	218	5446.4	91	2311.4	74	1879.8	92
	S-5100	N		2.4	185.305	2	1.52	72	1878.8	14	705.8	96.25	2444.8	75.5	1817.7	35	887	63
Thomas	B161200	N		4.8	306.811	4	306	78	1881.2	12	570.2	112	2844.8	61	1549.4	58.5	1444.9	35
	B17100	N		5-1	382.784	5	382	78	1881.2	13	570.2	112	2844.8	61	1549.4	58.5	1444.9	35
	B181700	N		5-1	382.784	5	382	78	1881.2	13	570.2	112	2844.8	61	1549.4	58.5	1444.9	35
	B181750	N		6-1	388.764	6	387	78	1881.2	13	570.2	112	2844.8	61	1549.4	58.5	1444.9	35
	B181750	N		6-1	388.764	6	387	78	1881.2	13	570.2	112	2844.8	61	1549.4	58.5	1444.9	35
Vohr	BM441	N		133.8	13	13	118	2916.8	39.6	749.3	218.8	5520	104	2641.4	71.6	1810	91.5	
	BM441	N		17.82	13.4	1.7	1.3	122	3048.8	38	990.8	278	6740	106.5	2755.8	78	1905	86
	BM445	Y	40	188.8	14.5	2.1	1.6	118	2916.8	41	1041.4	296	6802.8	118	2848.4	77	1855.8	108
	BM124C	Y	60	8.14.8	14.7	8.1	118.5	3010	41.5	1041.4	388	6802.8	170	3048	77	1855.8	118	
	BM1241	Y	37.8	83-14.4	28-11	6.2	3.8	118.5	2808.3	47	1283.8	318.8	7886.7	178	3700.4	81	8311.4	136.8

130  
33

CAÑADORES DE RUEDA (TRACCIÓN EN LAS 4 RUEDAS)

Fabricante	Modelo	MOTOR										REDUCCIONES STANDARD			TRANSMISIÓN					
		HP (CV)	Litros	Cilindros	Velocidad (km/h)	Velocidad (mi/h)	Velocidad (km/h)	Velocidad (mi/h)	Velocidad (km/h)	Velocidad (mi/h)	Velocidad (km/h)	Velocidad (mi/h)	Velocidad (km/h)	Velocidad (mi/h)						
Etna	ENC LV G	30/2800	G	4	107.7	1.8	4	10	8.3	37.0	7.50/15	0	FUG	H	0.83	0.101	0.83	0.101		
	ENC LVW G	40/2900	G	4	103.7	1.7	4	10	8.3	37.0	7.50/15	0	LUG	H	0.83	0.101	0.83	0.101		
	URW Enc	25/3000	G	2	90	90	4	8	8.1	36.3	5.90/19	4	SPECIAL	H	0.83	0.09	0.83	0.09		
	A62	(M)	D	0	254	4.2	4	40	33.7	151.5	15.5/25	12	L2	PS PL SS	4	0.20	0.172	20.76	0.110	
	AB4	(M)	D	0	401	6.6	4	30	48.7	189.4	17.5/25	12	L2	PS PL SS	4	0.21	0.178	0.8	0.120	
	A64	(M)	D	0	401	6.6	4	50	47.7	187.4	20.5/25	12	L2	PS PL SS	4	0.21	0.178	0.8	0.120	
	Int'l. Honda	M-50C	93/2700	G	0	301	4.9	4	22	25	119.1	13.00/14	0	G2	PS	3	3.85/233	6.7/74	4.65/28	7.5/45
		M-50E	100/2500	D	0	300	5.9	4	22	25	122.4	16.5/25	17	L2	PS	3	5.27/8	0.44/4	0.3	0.330
		M-50C	147/2400	D	0	414	6.1	4	34	37.3	222.5	17.5/25	12	L2	PS PL CS	3	3.8/21.8	4.3/25	0.7/20.2	1.6/47.3
		M-50E	184/2400	D	0	455	7.6	4	34	37.3	222.5	20.5/25	12	L2	PS PL CS	3	4.22/1	6.4/56.6	4.7/26.5	7.6/47.8
M-50E		234/2500	D	0	573	9.4	4	37	40.8	267.5	23.5/25	12	L3	PS CS	4	4.8/32	7.4/51.4	4.6/27	7.4/51.5	
Long	M-1000	295/2100	D	0	817	13.4	4	61	65.8	435.7	26.5/25	14	L3	PS CS	4	6.7/37.8	7.5/43.6	4.7/30.8	7.6/49.8	
	S60	380/2300	D	0	817	13.4	4	135	139.2	507.2	26.5/20	20	L4	PS CS	2	4.8/22.2	7.7/25.7	4.6/27.2	7.1/35.7	
	M-4000	580/2100	D	12	1710	28	4	250	206.3	947	65.40/19	30	L4	PS SS	2	8.7/21.4	14.3/46	8.7/21.8	14.3/46	
	S67	80/2500	G	0	253	4.3	4	31	34.8	117.4	14.8/24	0	R4	PS	4	0.21	0.159	0.11	0.114	
	645DT	45/2400	D	3	142.8	2.3	4	14.2	11.9	54	14.8/24	0	R1	GD	5	1.43/14.1	2.3/23.4	1.43/14.5	2.3/23.4	
	Massey Ferguson	MF11	74/2300	D	4	248	4	4	26	26	136.4	14.00/24	0	R4	CS JS	4	1.99/20.8	3.7/31.5	1.97/20.3	3.1/32.1
		MF13	74/2300	D	4	248.2	4.1	4	37	30.8	149.7	13.00/24	0	G2	CS	4	4.24	6.4/36.6	4.24	6.4/36.6
		MF44B	93/2200	D	0	324	5.8	4	51	42.5	163.2	17.5/25	12	L2-L3	CS	4	4.24	6.4/36.6	4.24	6.4/36.6
		MF55	138/2200	D	0	510.7	8.4	4	73	60.8	274.4	17.5/25	12	L2	PS	4	3.21	4.6/33.6	3.21	4.6/33.6
		MF55	175/2100	D	0	517.8	5.2	2	75	60.4	274.4	23.5/25	12	L2-L3	PS	3	2.724	4.3/39.1	3	4.6/33.6
Massey Ferguson	MF55	224/2100	D	0	551	14	4	95	79.2	359.3	25.5/25	30	L2	PS	4	2.722	3.2/37.3	4	3.7/54	
	MF55	264/2100	D	0	551	14	4	120	100	454.6	25.5/20	32	L2	PS	6	2.725	3.5/42.4	4	2.4/27.3	
	MF55	300/2100	D	16	1156	18.4	2	315	281	1212.4	37.5/29	32	L3	E	(G)	0.47/25	0.27/4	(G)	0.17/25	
	MF55	360/2100	D	0	363	6	4	30	25	113.6	15.00/24	0	EARTH-OVER	PS	6	0.25	0.472	4	0.25	
	MF55	408/2100	D	0	384	6.2	4	30	25	113.6	14.00/24	0	EARTH-OVER	PS	6	0.25	0.402	4	0.25	
Massey Ferguson	MF55	408/2100	D	0	384	6.2	4	30	25	113.6	14.00/24	12	EARTH-OVER	PS	4	0.25	0.402	4	0.25	
	MF55	456/2100	D	0	384	6.2	4	30	25	113.6	14.00/24	12	EARTH-OVER	PS	4	0.25	0.402	4	0.25	
	MF55	504/2100	D	0	384	6.2	4	30	25	113.6	14.00/24	12	EARTH-OVER	PS	4	0.25	0.402	4	0.25	
	MF55	552/2100	D	0	384	6.2	4	30	25	113.6	14.00/24	12	EARTH-OVER	PS	4	0.25	0.402	4	0.25	
	MF55	600/2100	D	0	384	6.2	4	30	25	113.6	14.00/24	12	EARTH-OVER	PS	4	0.25	0.402	4	0.25	
Massey Ferguson	M-610	30/2400	G	4	107.2	1.8	4	11	8.2	41.2	7.00/15	6	NYLON	VS	(G)	0.68	0.108	(G)	0.6	
	M-700	30/2400	G	4	107.2	1.8	4	12.5	10.4	47.4	7.00/15	6	STEEL CAP	H	0.7	0.113	0.7	0.113		
	M-800	30/2400	G	4	107.2	1.8	4	13	11.5	52.5	7.00/15	12	DUPLEX	H	0.87	0.16	0.87	0.16		
	S-1000	30/2400	G	3	107.2	1.8	4	12.5	10.4	47.4	12.1/18	0	TRAC	H	0.74	0.29	0.74	0.29		
	72-31	336/2100	D	0	212	3.5	2	50	41.7	164.4	17.5/25	12	L2	PL SS PS	2	0.174	0.26	1	0.6	
Toro	72-31	336/2100	D	0	284	4.7	2	50	41.7	164.4	20.5/25	12	L2	PL SS PS	2	0.205	0.332	1	0.74	
	72-41	336/2100	D	0	284	4.7	2	50	41.7	164.4	20.5/25	12	L2	PL PS	3	0.267	0.43	3	0.275	
	72-51	336/2100	D	0	426	7	2	75	62.5	244.2	25.5/25	12	L2	SS PL PS	2	0.22	0.354	1	0.85	
	72-71	336/2100	D	0	588	9.3	2	146	121.7	515	29.5/29	22	L4	PL PS	3	0.208	0.335	3	0.21	
	72-91	434/2100	D	0	852	14	2	200	164.7	757.7	33.25/15	20	L4	SS PS PL	3	0.15	0.241	3	0.17	
Toro	72-11	86/2500	G	0	330	3.4	4	36	30	136.3	13.00/24	0	G2	PL PS	2	0.7	0.113	1	0.65	
	S/5700	18/3000	G	2	53.9	0.8	4	10	8.3	37.9	5.9/15	0		H	0.48	0.73	0	0.48		
	S/51200	30/2800	G	4	107.7	1.8	4	21.6	18	81.8	7.00/15	0		H	0.8	0.97	0	0.8		
	S/51700	37/2400	G	4	154	2.5	4	21.6	18	81.8	7.00/15	0		H	0.10	0.161	0	0.10		
	S/52750D	42/3000	G	4	108	1.8	4	21.6	18	81.8	7.00/15	0		H	0.10	0.161	0	0.10		
Toro	S/52750G	37/2400	G	4	154	2.5	4	21.6	18	81.8	10.1/15	0		H	0.10	0.161	0	0.10		
	BM641	80/2300	D	4	258	4.2	4	29	24.2	110	12.40/24.5	12(5)	R4	PS	4	18.6	29.9	4	18.6	
	BM641	112/2400	D	0	313	5.1	4	37	30.8	140	14.98/24.5	12(3)	R4	PS	4	18.4	26.4	4	18.4	
	BM646	115/2400	D	0	313	5.1	4	51	42.5	183.1	20.5/25	12	L2	PS	4	18.8	26.8	4	18.8	
	BM1240	180/2500	D	0	409	6.7	4	61	60.8	231	20.5/25	18	L2	PS	4	41.8	4	26	41.8	
BM1641	240/2700	D	0	508	8.8	4	65	64.2	248.1	25.5/25	18	L2	PS	4	41.8	4	26	41.8		

### CARGADORES DE RUEDA (TRACCION EN LAS 4 RUEDAS)

#### DATOS DE FUNCIONAMIENTO

#### MOTOR

Fabricante	Modelo	Cilindros a 1500 rpm		Peso a 1500 rpm (kg)	Máxima velocidad (km/h)	Consumo a 1500 rpm (litros/hora)	Carga de trabajo en 4 ruedas (kg)		Carga de trabajo en 2 ruedas (kg)		Carga de trabajo en 1 rueda (kg)		Velocidad máxima (km/h)	Consumo a máxima velocidad (litros/hora)	Máxima velocidad (km/h)	Modelo		
		mm	hp				kg	kg	kg	kg	kg	mm						
Eaton	ENC1V G	863.5	3700	1878	N	1960	887.9	N/A	N/A	2900	1313.7	8	152.4	73	1814.2	WISCONSIN	V440	
	ENC1V G	863.5	3700	1878	N	1960	887.9	N/A	N/A	2900	1313.7	8	152.4	73	1814.2	FORD	V4106	
	Low Etc.	787.4	2900	1313	N	1500	879.9	N/A	N/A	1600	724.6	6.5	185.1	67	1574.8	ONAR	V400	
Ford	A82	2816.2	18,900	8561	N	18,000	8342.0	12,000	5478.7	17,000	7701.6	51	19.3	383.7	358	8793.2	FORD	75E 1
	A84	2816.2	23,400	10,527.4	N	17,300	7836.9	18,850	8727.1	20,800	8467.7	50	18	408.4	396	10,158.6	FORD	801-D
	A88	2817.1	26,300	12,827	N	21,800	9075.0	19,700	8471.1	19,400	8572.9	50	18	457.9	400	10,180	FORD	801-T
International Harvester	H 500	2784.1	17,410	7904	N	11,571	5211.7	11,571	5291.7	21,521	9748	41	18.8	497.8	217	8400.8	INTERNATIONAL	IG 301(G)
	H 60E	2784.1	21,010	9551	N	14,880	8740.8	13,360	6061.1	21,340	9487	43	14.8	370.8	207.5	6100.8	INTERNATIONAL	O 190
	H 65C	2743.2	28,480	12,903.7	N	20,700	9378	18,637	8447.8	34,333	15,558.8	40	15.4	397.2	240.0	8093	INTERNATIONAL	DI 444
	H 80B	2971.8	33,470	15,254.4	N	23,870	10,716.2	21,500	9741.8	26,506	12,007.2	44	13.8	353.1	281	8121.4	INTERNATIONAL	DI 448
	H 90E	3045	39,500	17,333.8	N	28,810	12,961.2	29,800	11,887.4	30,842	14,075.8	43	16.5	419.1	244.5	8119.8	INTERNATIONAL	DI 473B
	H 100C	3356	48,810	21,219.7	N	35,027	15,867.7	39,772	13,487.2	38,338	16,681.1	48	23.25	590.8	296	8502.4	INTERNATIONAL	DI 517C
	500	3037	78,210	35,882.1	N	52,207	23,849.8	68,351	21,267.4	84,181	29,074	45	20.8	529.3	316	8208.8	INTERNATIONAL	DI 517C
	H 430C	4572	129,510	58,478	N	87,737	39,741.7	74,570	33,780	88,000	38,858	45	18.9	470	364.0	9241.6	CUMMINS	VT 1214-G
	3800	1827.4	12,510	5712.2	N	8000	4071	N/A	N/A	8400	4259.9	60	15	381	440	11,978	INTERNATIONAL	C 365-G
	4400	2217.4	15,700	6701	N	8400	4247.4	N/A	N/A	8400	4215.3	25	14.3	401.5	112	1245.4	INTERNATIONAL	2145
Massey	M 33	2172.7	14,500	6514	N	8000	4074	8200	2608.8	10,000	4930	47	13	36	116	3567.8	PERKINS	44 248
	M 33	2172.7	15,300	6918	N	8200	4155	N/A	N/A	14,700	6477.8	44	15	42.6	154	3111.6	PERKINS	44 248
	M 440	2832.4	29,200	13,508	N	13,900	8115.5	12,000	5438	18,100	7293.3	43	14.5	369.3	212	1184.8	PERKINS	48 244
	M 45	2754	28,200	12,858	N	18,500	7474.5	15,500	7021.5	21,000	11,725	45	16.25	412.8	210	5334	PERKINS	48 250
	M 45	2862	34,700	15,813.2	N	25,450	11,324.8	22,000	9946	30,190	13,678.1	43.5	15.4	391.2	280	1089.8	PERKINS	48 250
	M 47	3072	42,100	19,777.8	N	30,570	13,815.5	27,000	13,200	39,300	17,462.8	42	8	457.2	244.5	8710.3	PERKINS	48 250
	M 47	3704	47,200	22,180	N	42,000	19,025	37,000	13,012.8	61,000	27,451	41	17.4	444	266	8711.4	PERKINS	48 250
	M 47	5474	102,000	81,540	N	117,000	51,001	105,000	47,565	115,000	52,048	50	18	442.4	188	9452.2	INTERNATIONAL	16 317
Massey Ferguson	M 5000	2172.7	14,700	6514	N	8000	4074	8200	2608.8	10,000	4924	57	15.25	387.4	318	8028.4	FORD	7714E
	M 5000	2172.7	16,700	7474.5	N	10,900	5433	8200	3714.8	15,400	7268.8	57	15.25	387.4	318	8028.4	INTERNATIONAL	2714E
	M 5700	2472.7	18,500	8115.5	N	14,900	6342	11,500	5209.5	15,600	7086.8	57	15.25	387.4	316	8027.4	INTERNATIONAL	2714E
	M 5700	2172.7	21,000	9512	N	20,000	8000	18,400	7429.2	22,900	10,328.4	57	15.25	387.4	318	8027.4	INTERNATIONAL	2714E
Massey Ferguson	M 3700	1172	1900	865	N	1158	524.8	N/A	N/A	1795	495	24	4.15	120.1	118	2740.7	HOLLER	H 321-5
	M 410	870	3810	1721	N	2750	1084.8	N/A	N/A	1850	638.1	28	8	202.2	130	3172	WISCONSIN	V440
	M 400	870	4200	1916.2	N	2900	1132.5	N/A	N/A	1950	683.4	24	8	203.7	130	3302	WISCONSIN	V440
New South	M 475	1143	11,810	5271.1	N	7400	3352.2	N/A	N/A	6790	2849.4	25	8	219.8	182	4620.8	CHRYSLER	8018
	SK 47	1841	6778	1750	N	5000	2245	N/A	N/A	2940	2100	35	8	221.0	153	1450	CHRYSLER	8018
Texas	TZ 71	2439.4	21,700	9837.2	N	15,400	8978.2	18,000	8347	20,100	8105.2	41	12	314.1	452	15,481.8	DETROIT	8174
	TZ 31	2514.5	28,120	12,728	N	18,800	8940	18,000	8154	28,400	12,183.7	41	12	304.8	460	11,186	DETROIT	8174
	TZ 41	2565.4	31,200	14,134	N	21,800	8873.4	19,400	8788	26,000	11,778	40	12	304.8	472.1	11,941	DETROIT	8174
	TZ 51	2743.2	26,100	18,350	N	15,400	8978.2	14,000	8347	20,100	8105.2	41	12	304.8	451.8	11,478.8	DETROIT	8174
	TZ 71	4064	76,500	34,541.3	N	52,100	23,811	48,990	20,340	85,800	29,807	40	18	457.2	560.1	14,425	DETROIT	8174
	TZ 81	6191	111,490	50,505	N	78,400	35,513	80,700	31,576	81,100	27,878	44	18	457.2	587.1	15,033	DETROIT	724-711
Texas Scotland	TZ 11	2242.7	16,540	7474.5	N	10,450	4733.9	9300	4212.8	18,700	7465	41	11	408.4	390	8716	INTERNATIONAL	2140
	TZ 11	812.8	3400	1540.2	N	1400	634.7	N/A	N/A	1500	678.5	24	5.75	118.1	57	1447.8	WISCONSIN	210
Thomas	T/S 1200	889	5600	2536.5	N	2400	1087.2	N/A	N/A	2200	1268.4	28	8	202.2	73	1854.2	WISCONSIN	V440
	T/S 1700	889	8750	3057.8	N	3400	1840.7	N/A	N/A	3000	1358	28	8	201.2	73	1854.2	WISCONSIN	V440
	T/S 2250	887	7800	3442.8	N	4500	2038.3	N/A	N/A	3100	1404.3	28	8	201.2	73	1854.2	PERKINS	410R
	T/S 2250	889	7500	3397.5	N	4500	2038.3	N/A	N/A	3100	1404.3	28	8	201.2	73	1854.2	WISCONSIN	V440
Volvo	BM 641	2375	12,300	7847.2	N	7240	3284	N/A	N/A	8360	4218.4	44	14	355.8	444	11,278	VOLVO	D 42
	BM 641	2138.4	21,700	8843	N	8480	4300	N/A	N/A	12,100	5488.5	43	18.5	393.7	444	11,278	VOLVO	D 40B
	BM 645	2992.4	22,000	9079	N	8238.8	N/A	12,100	5488.5	12,000	7211.1	43	18	412.8	390	9900	VOLVO	D 400
	BM 1240	2895.8	28,900	12,064	N	18,050	8187.3	16,000	7257.5	18,150	8048.3	43	17.8	444.5	613	10,490	VOLVO	D 408
BM 1641	3487.1	37,400	18,064	N	28,800	11,703	22,000	10,705	27,600	12,518	48	18.6	393.7	520	13,208	VOLVO	10 100	

- PI -- Se puede importar
- EM -- Ensamblado en México
- \*N -- No
- Y -- Si
- IN -- No
- Y -- Si
- \*\* -- La estabilidad de la máquina depende del tamaño de llantas, balasto en llantas traseras, o de accesorios utilizados.
- ±D -- Diesel
- G -- Gasolina
- CP -- Cara de laminación transversal
- OPT -- Opcional
- TR -- De tracción
- ZA -- Autopalanca
- CC -- De embrague tipo convencional
- CS -- Centraje
- E -- Eléctrica
- HD -- De hidromotors
- H -- Hidrostática
- HS -- DE valven hidráulico
- L -- De cierre
- PL -- Planetaria
- PS -- De cambio automático
- SA -- Semiautomática
- SS -- De cambio suave
- VS -- De poleas variables
- Todo item N/A -- No aplica

- (A) Modelo Ford 2711-E disponible como opción
- (B) Modelo Ford 2713-E disponible como opción
- (C) Modelo Perkins T6.354 disponible como opción
- (D) Cangilón para uso general.
- (E) Con cabina
- (F) Solamente máquina
- (G) Infinitamente variable
- (H) Motor eléctrico
- (I) Adelante-frente al operador
- (J) Frente, trasero
- (K) Con llantas normales, balasto con llantas traseras; cangilón normal; cabina, combustible y 175 lbs. (79kg) por operador.
- (L) Al cangilón: Levantamiento = 16,200 lbs. (7338.6 kg).
- (M) Todavía no se encuentra disponible.
- (N) Al cangilón: levantamiento = 18,800 lbs. (8516.4 kg).
- (P) Al cangilón: levantamiento = 22,500 lbs. (10,193 kg.)
- (Q) Modelo D-282 diesel también disponible
- (R) Por fuera de cangilón.
- (S) Llantas traseras
- (T) Modelo GMC 6V-71-N también disponible
- (U) Modelo GMC 8V-71-N también disponible
- (V) Modelo Cummins VTA-1710-C también disponible.
- (W) Sin extra balasto.
- (X) Modelo Perkins 6.354 también disponible.
- (Y) Perkins T6.354 también disponible. Ambos modelos con turbina.

- (Z) Dirección de largueros.
- (AA) Con llantas normales
- (BB) Con llantas normales y techo de protección.
- (CC) Modelo Cummins también disponible.
- (DD) Con brazos de alta elevación opcionales.
- (EE) Cangilón de canto derecho.
- (FF) Con llantas normales y dientes de cangilón
- (GG) Con llantas normales, techo de protección y lámparas inundantes.
- (HH) Bajo articulación
- (II) Incluye tanque lleno, operador, cangilón y llantas 15.5 x 25 - 8PR.
- (JJ) Medido 3 pulgadas (102 mm) de tria de junta de arista cortante, con espiga de cangilón como pivote.
- (KK) Incluye llantas 15.5 x 25 - 12 PR con 846 lbs. (382 kg) de solución CaCl<sub>2</sub> en llantas traseras.
- (LL) Incluye llantas 17.5 x 25 - 12 PR con 1182 lbs. (540 kg) de solución CaCl<sub>2</sub> en llantas traseras.
- (MM) Incluye llantas 25.5 x 25 - 20 PR con 3038 lbs. (1380 kg) de solución CaCl<sub>2</sub> en llantas traseras
- (NN) Incluye cabina estándar y llantas 38.00 x 39-30-PR con 7880 lbs. (3570 kg) de solución CaCl<sub>2</sub> en llantas traseras.

### CARGADORES DE ORUGA

NOTACION: (en todos los aspectos)

Fabricante	Modelo	Cilindro superior del cabezal (S.C.F. (mm))		Cilindro inferior del cabezal (S.C.F. (mm))		Punto de pivote del cabezal (mm)		Punto de pivote del eje de transmisión (mm)		Punto de pivote del eje de dirección (mm)		Punto de pivote del eje de dirección (mm)		Punto de pivote del eje de dirección (mm)		Punto de pivote del eje de dirección (mm)		Punto de pivote del eje de dirección (mm)		Punto de pivote del eje de dirección (mm)		Punto de pivote del eje de dirección (mm)		
		yd	mm	yd	mm	D	Hg	ln	mm	ln	mm	ln	mm	ln	mm	ln	mm	ln	mm	ln	mm	ln	mm	
JCB	350	608	574	75	573	640	299.4	63	1600.2	95	2438.4	38	965.2	158	3962.4	155	3937	60	1524	10.600	4908			5300
	450	800	812		785	775	351.5	87.8	1722.1	98	2483.2	38.75	933.5	180	4064	182	4114.8	64	1625.6	12.940	5705		1550	
	850	1.178	901	1.375	1.1	1345	613.1	78.5	1943.1	98.5	2721.9	45.5	1181.1	180	4572	168.5	4280	67	1707.8	18.940	8572.9	11.700	4949.5	11.500
	1150B	1.52	1.2	1.75	1.3	1745	797.5	81.2	2072.5	154	2441.8	54	1378.8	188	4820.8	184	4672.8	77	1950.8	24.800	11.249	18.700	75.78	18.400
	1450	1.85	1.4	2.25	1.7	2305	1045.5	88	2235.2	115	2921	88	1478.4	216.5	5245.1	202	5130.8	81	2051.4	31.320	14.208.5	18.600	8436.8	27.199
Caterpillar	PI 351	871(D)	871(D)	101	60	750	345			102	2443(C)	32	810	183	3890	180	2440(D)	70.5	1790	15.150(E)	6700(F)	8100(E)	6120(E)	10.750
	PI 841B	1.24(D)	850(D)	1.5(D)	1.15(D)			88.5(D)	2750(J)	114	2805	63.5	1800(F)	185	4950	185	4950	85(J)	2160(J)	17.700	13.700	18.650	8450	29.170
	PI 975L	1.64(D)	1.25(D)	2(D)	1.5(D)			98.5	2490(J)	126	3200	32(F)	1800(F)	221	5610	213	5410	84	2390	47.500	18.700	24.710	11.210	34.260
	PI 977L	2.33(D)	1.78(D)	2.15(D)	2.1(D)			130.5(D)	1660(J)	144	3650	85(F)	2160(F)	267	6780	245	6200	114	2970	71.400	32.500	48.640	22.540	47.814(M)
	PI 983	3.74(D)	2.84(D)	4.5(D)	3.5(D)			164	3714	227.5	5374			300	762	144.5	3670.2	154.3	3919.2	12.450	5824.6	7150	3243.2	12.180
John Deere	JD150R	832	483	75	573	775	351.5	66	1678.4	98	2483.2	30	782	184.5	4670.4	170	4318	66	1675.4	16.700	7878	9780	6135	14.785
	JD450C	1.05	803	1.25	555	896	451.8	72.25	1835.2	103	2616.2	33	838.2	180.25	4070.4	170	4318	66	1675.4	18.255	6780.3	70.459	4078	15.250
	JD455	1.05	804	1.25	555	896	451.8	72.25	1835.2	103	2616.2	33	838.2	180.25	4070.4	170	4318	66	1675.4	18.255	6780.3	70.459	4078	15.250
Case	832				785			74	1878.4	98	2483.2	30	782	184.5	4670.4	170	4318	66	1675.4	16.700	7878	9780	6135	14.785
	852				785			74	1878.4	98	2483.2	30	782	184.5	4670.4	170	4318	66	1675.4	16.700	7878	9780	6135	14.785
	872				785			74	1878.4	98	2483.2	30	782	184.5	4670.4	170	4318	66	1675.4	16.700	7878	9780	6135	14.785
International Harvester	50CE-75	88	52	75	513	650	299.4	86.5	1689	98.7	2507	29.4	748.8	154.6	3728.8	178	4445	62	1574.8	12.350	1402	7539	3402	10.300
	100E	102	753	1.13	864	780	353.8	88.5	1739.9	97	2453.8	31.7	805.2	158	3962.4	160.5	4076.7	65	1651	15.481	1022.1	9051	8112.7	15.144
	FM 25E	1.12	854	1.38	1.1	940	426.4	71.8	1818.6	103.5	2674.8	18.2	870.3	164.75	4184.7	171.8	4958.1	68	1727.2	19.555	8461.8	11.799	5131.4	18.818
	35C	1.72	1.3	2	1.5	1572	858.2	80	2124.4	134	3412.6	80	1624	184.5	4940.3	180	4572	87	2071.4	22.140	13.154	18.110	8158.2	21.170
	25C	2.22	1.7	2.75	2.1	2332	1057	88	2438.4	124	3276.6	89	1752.8	225	5715	211	5355.4	94	2387.5	43.900	18.648	29.078	11.435	30.278
Massey Ferguson	MF200	651	474	75	513	455	206.4	82	1514.8	99.5	2477.2	30	752	152	3660.8	139.5	3543.3	60	1524	18.375(B)	8704(B)	8400	2944.8	10.99
	MF300	1.125	860	1.25	525	1215	551	77	1955.8	96.5	2451.1	37	838.8	154	3911.8	151	3835.4	72	1826.6	18.711	8240.6	12.578	5781.4	18.500
	MF400	1.8	1.2	1.825	1.2	1765	800.8	80	2032	100	2540	37	838.8	208	5232.4	168	4775.2	78	1908	24.950	11.322	17.366	1874.4	15.400
	MF500E	2	1.5	2.25	1.7	1810	846.4	80	2032	102	2590.8	35	888	180	4377	181	4851.4	83	2042.8	36.531	18.570	19.842	1958.1	13.840

CARGADORES DE ORUGA

Fabricante	Modelo	MOTOR					CARRILES																					
		Fuente de alimentación del motor (tempo en h)		Potencia nominal (CV)		D. cilindro (mm)	Marca	Modelo	RPM	Carril					Carril					Carril								
		kg	deg	deg	in					cm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm		mm	mm						
Case	350	2404	40	110	11	219.4	CASE	G168D	30 2000	4	188	31	18	13.3	80.5	33	12	304.8	43	1092.2			12-14	304.8	355.6	GD		
	450	3472	40	110	12	304.8	CASE	G168D	51-2000	4	188	31	20	16.7	75.9	38	12	374.8	52	1320.8			12-14	304.8	355.6	PS		
	650	4585.5	40	125	10	254	CASE	A3018D	72-2000	4	261	4.9	36	30	136.4	39	13	330.2	54	1371.6			13-14	330.2	351.4	PS		
	1150B	8348	40	103	13	330.2	CASE	A4518D	100-2100	6	461	7.4	52	43.3	198.8	40	13	381	62	1574.8			15-18	381	454.4	PS		
	1450	12297	40	106	15	381	CASE	A5040D1	130-2100	6	504	8.9	63	64.2	244.4	36	13	381	66	1676.4			15-18	381	456.4	PS		
Caterpillar	831	4850			13.7	348	CAT	3204	82 2100	4	318	5.2	30	28	114	36	12	303	58	1470						PL PS		
	941B	8512		74	15.0	340.7	CAT	CAT	80-2000	4	425	7	42	35	159	38	13	330	60	1521						PS PL		
	955L	10503		75	15.75(0)	429(0)	CAT	D337	130 2145	4	425	7	48	56.7	257	41	15	351	58	1525						PS PL		
	977L	15543		75	18(0)	485(0)	CAT	D333	190-1955	6	636	10.5	100	83.3	378.7	41	18	455	76	1930						PS PL		
	983	18 890(47)		18	23.5(0)	600(0)	CAT	D343	275-2640	6	683	14.6	136	112.5	570	42	22	440	87	2340						PS PL		
John Deere	JD350B	5483.5	40	70	12.25	326.5	JOHN DEERE	JD1152	42 2500	3	152	2.5	22	18.3	89.2	38	12	304.8	48	1219.2	7.2	48.7	12			304.8	355.6	PSR
	JD450C	8513.8	40	70	14.25	362	JOHN DEERE	JD4219	65 2600	4	218	3.8	31	25.8	117.3	37	14	355.6	52	1370.8	7.8	51.8	14			355.6	AS	
	JD515	7144	40	70	14.25	362	JOHN DEERE	JD4276	72 2700	4	278	4.5	31	25.6	117.3	37	14	355.6	52	1370.8	8.5	49.8	14			355.6	PS	
Evinrude	830				8	152.4	EMCO	271	22 1200	5						25	8	228.6	45	1143							AMD	
	832	2424			8	152.4	EMCO	271	22 1200	5						28	8	228.6	45	1143							AMD	
International Harvester	504-75	4572	40		13.1	327.7	INTERNATIONAL	D155	45 2500	3	155	2.5	27.5	22.8	104.1	35	12	304.8	50	1270	7.8	52.4	12-14			254.2	PS	
	127E	5853.2	38.5	80.3	12.6	325.4	INTERNATIONAL	D1259	65 2500	4	239	3.8	30	25	113.7	37	12	304.8	52	1320.8	8	62	12-13			304.8	PS CS	
	125E	8554.3	38.5	80.9	15	381	INTERNATIONAL	D1239	78 2700	4	239	3.0	34	31.7	144.1	38	13	330.2	54	1371.6	8.6	64.9	13-14			330.2	PS CS	
	122E	11568	43.5	86.1	17.75	456.7	INTERNATIONAL	D1155	130 2700	6	464	7.0	60	50	227.3	38	15	381	66	1676.4	11.1	76.5	15-18			381	454.4	PS CS
	1250	17339	47	81.1	18.5	463.7	INTERNATIONAL	D1572B	190 2800	6	573	9.4	66	71.6	325.5	43	18	457.2	76	1930.4	11.3	77.8	18			457.2	PS CS	
Perkins	113	5657.4	40	75	15	381	PERKINS	A248	71 2250	4	248	6.1	46	38.3	174.1	37	13	330.2	56	1422.4	9.6	55.2	13			330.2	PL	
	MF140	3175.4	45	54	10.9	266.7	PERKINS	A3152	44 2250	3	152.3	2.3	11.1	8.3	42.3	36	12	304.8	48	1219.2	6.7	44.2	12			304.8	CS NY	
Massey Ferguson	MF300	8781.5	45	57	15	381	PERKINS	A4248	63 2100	4	248	4.1	28.8	23.8	108.9	37	14	355.6	58	1473.2	8.6	60.7	14			355.6	PS	
	MF400	8999	41	58	12.5	317.5	PERKINS	A8354	85 2200	6	354	5.8	36	30	136.4	37	15	381	60	1524	9.4	64.8	16			381	CS NY	
	MF550B	9909.3	41	62	13.02	330.2	PERKINS	AV8-610	125 2100	6	516.71	8.4	55	45.8	204.7	40	18	381	64	1676.4	13.1	80.3	16-18			381	402.4	PS

Fabricante	Modelo	TRANSMISIÓN				SISTEMA HIDRÁULICO						
		Convertidor de fuerza de tracción	Embrague del motor	Velocidad máx. (transmisión en marcha)		Capacidad del sistema			Presión máx. de trabajo		Tipos de bombas	Número de bombas
				MPH	km/h	U.S. gal	Imp. gal.	Litros	psi	kPa		
J.I. Case	350	Y	N	4.85	7.8	8	6.7	30.5	2000	13,790	G	1
	450	Y	N	7.2	11.8	7.5	6.3	28.6	2000	13,790	G	1
	850	Y	N	6.5	10.5	8.6	7.2	32.7	1850	12,755	G	1
	1150B	Y	N	6.2	10	15	12.5	56.8	2000	13,790	G	1
	1450	Y	N	5.5	8.9	22	18.3	83.2	2500	17,237	G	1
Caterpillar	* 931	-	-	6.9	11.1	13	10.8	49.2	-	-	G	-
	* 941B	Y	-	5.5	8.9	21	17.5	79.5	-	-	V(H)	-
	* 955L	Y	-	5.6	9	37(K)	30.8(K)	140(K)	-	-	V(H)	-
	* 977L	Y	-	5.8	9.3	36.5(L)	30.4(L)	138(L)	-	-	V(H)	-
	* 983	-	-	6.3	10.1	38(L)	31.7(L)	144(L)	-	-	-	-
John Deere	JD350B	N	Y	1.4-6.5	2.3-10.5	12.5	10.4	47.3	2250	15,513	G	1
	JD450C	N	Y	1.3-6.7	2.1-10.8	12.25	10.2	46.4	2250	15,513	G	1
	JD555	Y	N	5.63	9.1	12.25	10.2	46.4	2250	15,513	G	1
Eimco TMD	630	N	N	0-1.5	0-2.4	-	-	-	-	-	-	-
	632	N	N	0-1.5	0-2.4	15	12.5	56.8	1250	8618.5	G	1
International Harvester	500E-75	Y	N	5.9	9.5	17	14.2	64.6	2250	15,513	G	1
	100E	Y	N	5.28	8.5	15.4	12.8	58.2	2150	14,824	G	1
	FN 125E	Y	N	5.32	8.6	15	12.5	56.8	2150	14,824	G	1
	175C	Y	N	5.2	8.4	24	20	90.9	1900	13,100	G	1
	250C	Y	N	5.28	8.5	28	23.3	105.9	2000	13,789.5	G	1
JCB	110	N	N	5.5	8.9	84	70	318.2	2500	17,237	G	1
Massey Ferguson	MF200	N	N	1.7-5.7	2.7-9.2	11.1	9.3	42.3	2150	14,824	G	1
	MF300	Y	N	2.17-4.04	3.5-6.5	8	6.7	30.5	2150	14,824	G	1
	MF400	Y	N	2.17-3.95	3.5-6.4	27	22.5	102.3	2200	15,159	G	1
	MF500B	Y	N	2.64-5.28	4.3-8.5	28.6	23.8	108.2	2000	13,790	G	1

PI	-	Se puede Importar
EM	-	Ensamblado en México
FN	-	Fabricación Nacional.
*AMD	-	Motor neumático
CS	-	Contraeje
CD.	-	De engranajes
HY	-	Hidrostática
PL	-	Planetaria
PS	-	De cambio automático
PSR	-	De reversion automático
†N	-	No
Y	-	Si
‡G	-	De engranajes
V	-	De paletas

Todo ítem N/A - No aplica.

- (A) - Altura de paso de la máquina.
- (B) - Peso de embarque
- (C) - A plena elevación
- (D) - Cangilón para uso general
- (E) - Incluye tanque lleno, 170 lbs. (77 kg) por operador, protectores inferiores, y de rodillos de orugas, dientes de cangilón, iluminación, gancho de tracción, y techo de protección.
- (F) - Con 7 pies (2130 mm.) de paso.
- (G) - De la cara de zapata
- (H) - Sistema hidráulico del cangilón
- (I) - A arista cortante
- (J) - Por fuera de tapas del árbol de catalina
- (K) - Controles de cangilón, incluyendo tanque y tuberías hidráulicas.
- (L) - Controles de cangilón
- (M) - Medido 4 pulgadas (102 mm) detrás de junta de arista cortante con espiga de cangilón como pivote.

## RENDIMIENTO

En el movimiento de tierras lo que más nos interesa es minimizar los costos de producción, es decir obtener el costo más bajo posible por unidad de material movido.

Se entenderá por rendimiento al volumen de material movido durante la unidad de tiempo. Este depende de numerosos factores como son:

- a) Capacidad del cucharón y su posibilidad de llenado
- b) Tipo de material
- c) Altura del terreno a excavar y la altura de descarga
- d) La rotación necesaria entre la posición de excavación y descarga
- e) La habilidad del conductor
- f) La rapidez de evacuación de los materiales
- g) Características de la organización de la empresa
- h) Capacidad del vehículo o recipiente que se cargue

El rendimiento aproximado de un cargador se puede valorar de las siguientes formas:

- A) Por observación directa
- B) Por medio de reglas y fórmulas (teórico)
- C) Por medio de tablas proporcionadas por el fabricante

A) Cálculo del Rendimiento de un Cargador por medio de Observación Directa.

La obtención de los rendimientos por observación directa, es la medición física de los volúmenes de materiales movidos por el cargador.

durante la unidad horaria de trabajo, cronómetro en mano.

Con este método se obtienen los rendimientos reales, sin embargo, este sistema requiere de contar con la máquina en el frente de trabajo, por esta razón no es posible usarlo para tomar una decisión de compra. Este método nos proporciona un medio objetivo de comparación entre el rendimiento real y el rendimiento teórico.

B) Cálculo de Rendimiento de un Cargador por medio de Reglas y Fórmulas.

El rendimiento aproximado de un cargador por medio de este método puede estimarse del modo siguiente:

Se calcula la cantidad de material que mueve el cucharón en cada ciclo y ésta se multiplica por el número de ciclos por hora. De esta forma se obtiene el rendimiento horario.

$$m^3/\text{Hora} = m^3/\text{Ciclo} \times \text{Ciclos}/\text{Hora}$$

La cantidad de material que mueve el cucharón en cada ciclo es la capacidad nominal del cucharón afectada por un factor que se denomina "Factor de Carga", expresado en forma de porcentaje, que depende del tipo de material que se cargue. Este factor de llenado o de carga debe tomarse muy en cuenta pues el cucharón no se puede llenar al ras más que en los terrenos ligeros en condiciones óptimas. En terrenos pesados especialmente arcilla, el cucharón sólo se llena parcialmente, mientras que en materiales rocosos el llenado es aún más imperfecto.

$$m^3/\text{Ciclo} = \text{Capacidad nominal del Cucharón} \times \text{Factor de Carga}$$

El factor de carga se puede determinar empíricamente para cada caso en particular o sea por medio de mediciones físicas, o tomarse de los manuales de fabricantes, por ejemplo, tenemos los siguientes valores, tomados de un fabricante:

<u>MATERIAL SUELTO</u>	<u>FACTOR DE CARGA</u>
Agregados húmedos mezclados	95 - 100 %
Agregados uniformes hasta de 1/8"	95 - 100 %
Agregados de 1/8" a 3/8"	85 - 90 %
Agregados de 1/2" - 3/4"	90 - 95 %
Agregados de 1" - o más	85 - 90 %
<u>MATERIAL DINAMITADO.</u>	
Bien fragmentado	80 - 85 %
De fragmentación mediana	75 - 80 %
Mal fragmentado	60 - 65 %

Para determinar el número de ciclos/Hora en la operación de un cargador, se debe determinar la eficiencia de la operación o sea los minutos efectivos de trabajo en una hora y éste dividido entre el tiempo en minutos del ciclo total.

$$\text{Ciclos/Hora} = \frac{\text{Minutos Efectivos por Hora}}{\text{Tiempo total de un Ciclo (minutos)}}$$

La eficiencia de la operación o sea los minutos efectivos de trabajo en una hora, depende de las condiciones del sitio de trabajo y las características de la organización de la empresa. Se puede estimar de la forma siguiente:

Condiciones del sitio del trabajo.	Características de la Organización							
	Excelente		Buenas		Regular		Malas	
	%	Min/Hr.	%	Min/h	%	Min/H	%	Min/H
Excelentes	84	50.4	81	48.6	76	45.6	70	42.0
Buenas	78	46.8	75	45.0	71	42.6	65	39.0
Regular	72	43.2	69	41.4	65	39.0	60	36.0
Malas	63	37.8	61	36.6	57	34.2	52	31.2

El tiempo total de un ciclo está compuesto por el tiempo del ciclo básico más el tiempo del ciclo de acarreos.

El tiempo del ciclo básico incluye, el tiempo de carga, descarga, cambios de velocidades, el ciclo completo del cucharón y el recorrido mínimo.

El ciclo básico lo podemos tomar en forma teórica de estadísticas de varias obras o de recomendaciones de fabricantes. Estos nos dicen que el tiempo del ciclo básico es del orden de 20 a 25 segundos y que se ve afectado por diversos factores que se han estimado aproximadamente como sigue:

MATERIAL	Segundos que deben añadirse (+) o restarse (-) del tiempo del ciclo básico.
De diversos tamaños	+ 1.2
Hasta de 1/8"	+ 1.2
De 1/8" a 3/4"	- 1.2
De 3/4" a 6"	0.0
De 6" o más	+ 1.6 y más
En el banco o fragmentado	+ 2.4 y más

MONTON	
Apilado con transportador o tractor a 3 mts. o más	0.0
Apilado con transportador o tractor menos de 3 mts.	+ 0.6
Descargado de un camión	+ 1.2

DIVERSOS	Segundos que deben añadirse (+) o restarse (-) del tiempo del ciclo básico
Posesiones en común de camiones y cargador	- 2.4
Operación continua	- 2.4
Operaciones intermitentes	+ 2.4
Tolvas o camiones pequeños	+ 2.4
Tolvas o camiones endebles	+ 3.0

El ciclo de acarreo, es el tiempo que requiere la máquina en transportar el material de la salida del sitio de carga, al lugar de descarga y regresar vacío al lugar del abastecimiento.

El tiempo de este ciclo de acarreo, si se desconoce, puede tomarse de gráficas hechas por los fabricantes o prepararse con datos estadísticos medidos en la obra en forma apropiada.

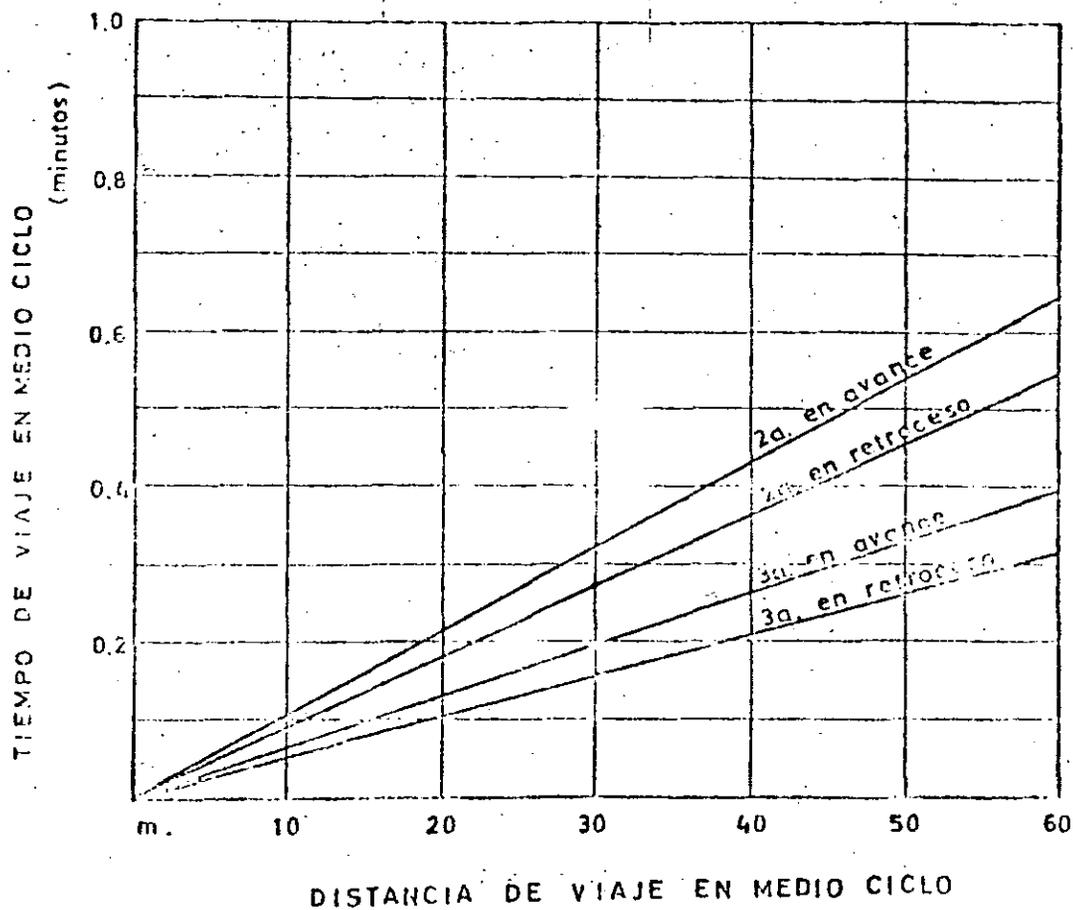
A continuación se presentan varias gráficas del tiempo estimado de acarreo o retorno para diversos cargadores, las cuales se han preparado en las siguientes condiciones:

— Sin pendiente

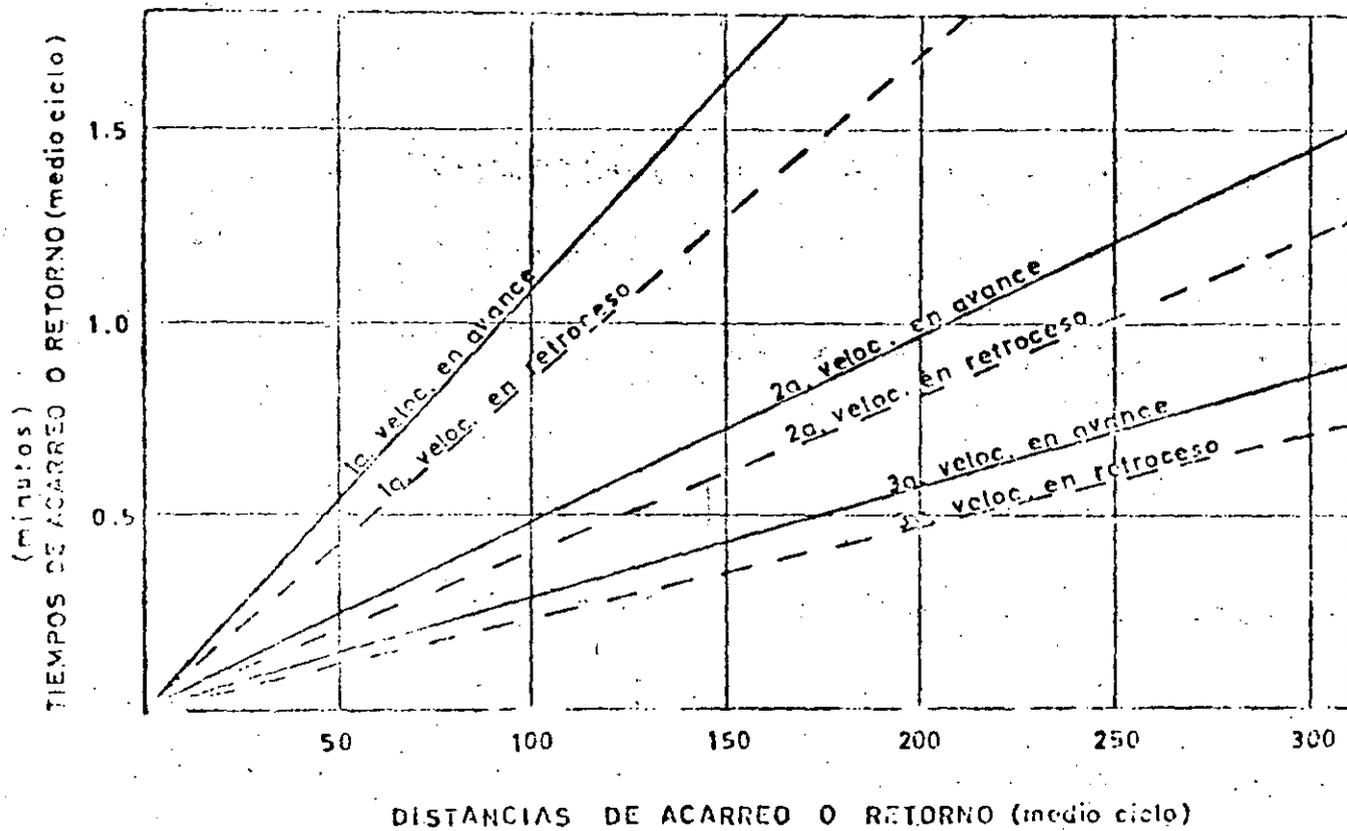
46

- Las velocidades son prácticamente las mismas con carga o sin ella.
- Se considera el tiempo de aceleración en el tiempo de maniobras.
- La posición del cucharón es constante en el recorrido.
- No se incluye el recorrido efectuado en el tiempo de maniobras.

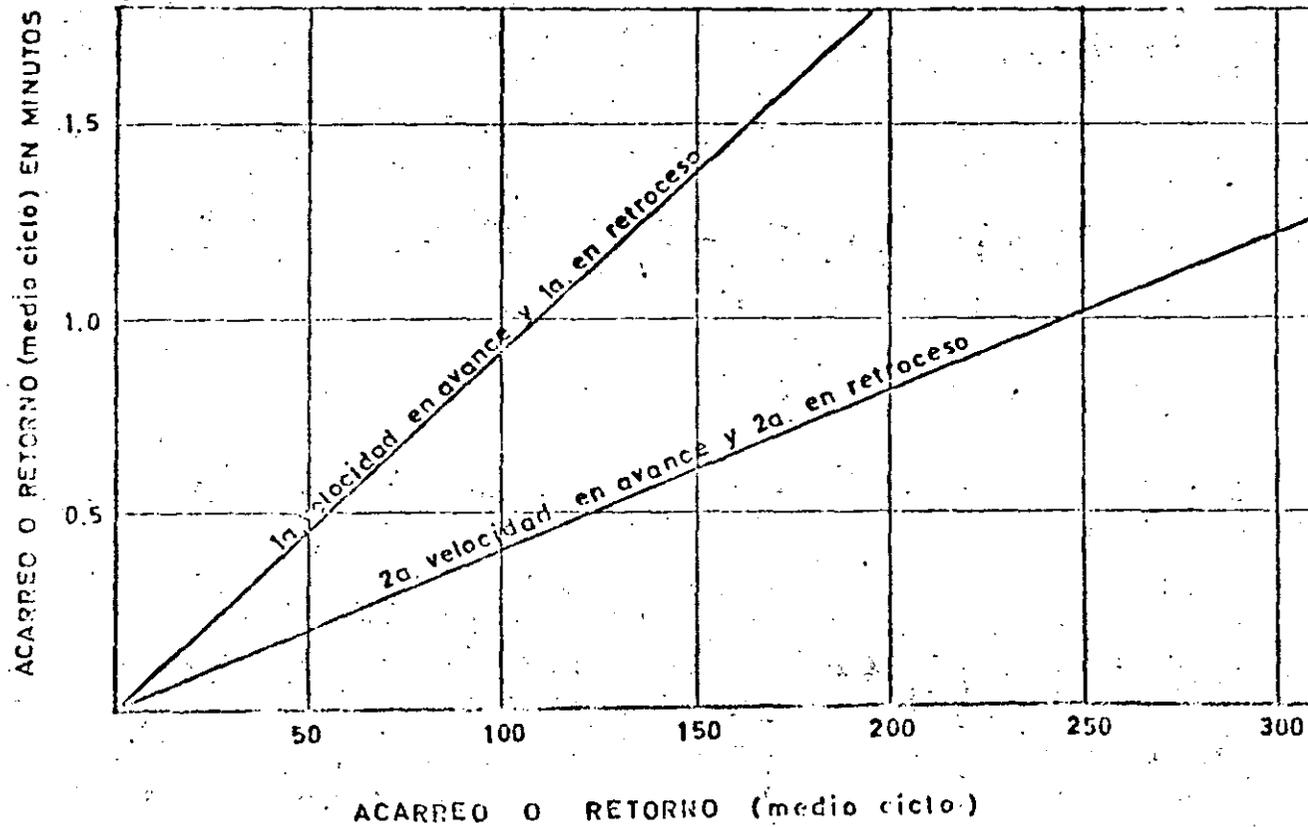
TIEMPO ESTIMADO DE VIAJE PARA UN CARGADOR  
DE CARRILES DE 2 Yd3.



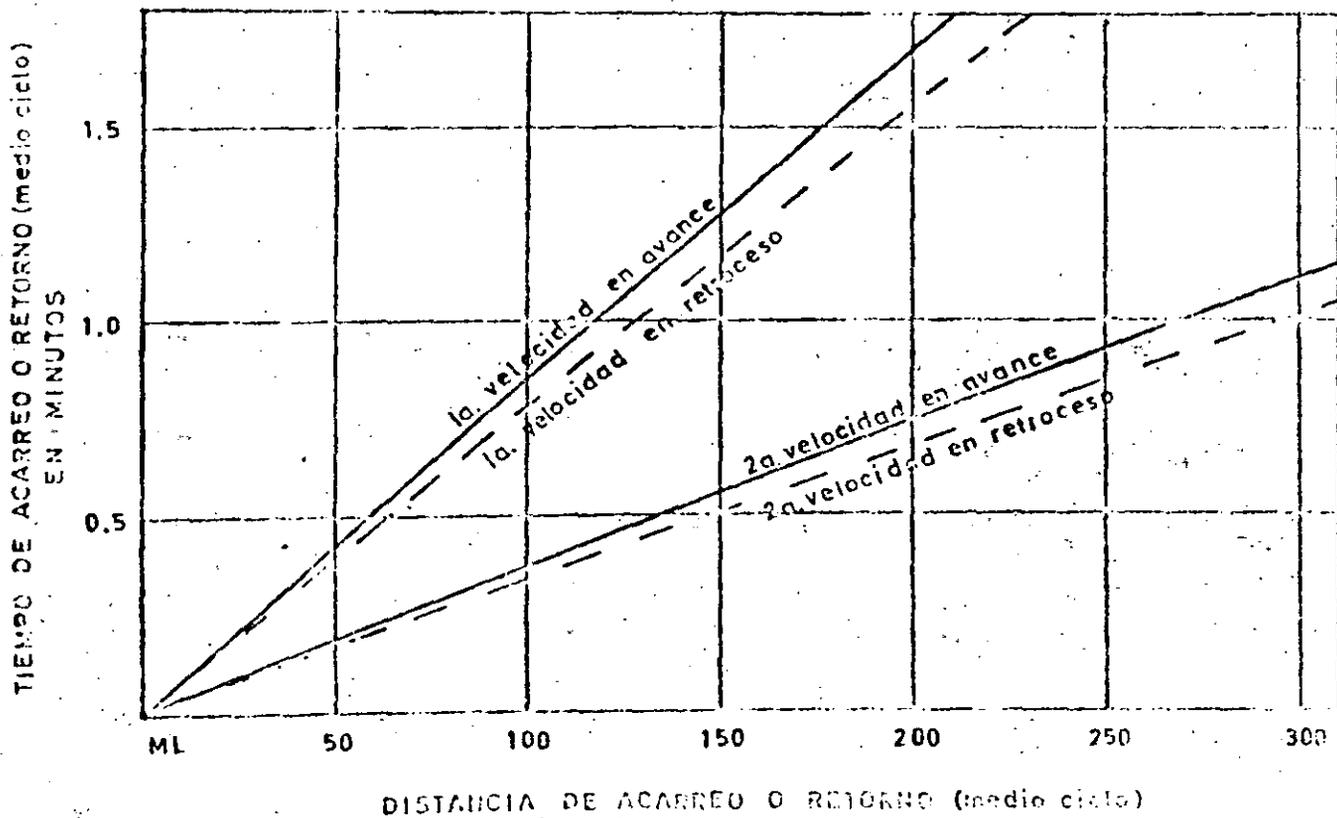
TIEMPO ESTIMADO DE ACARREO O RETORNO PARA UN CARGADOR DE RUEDAS DE 2 Yd3.



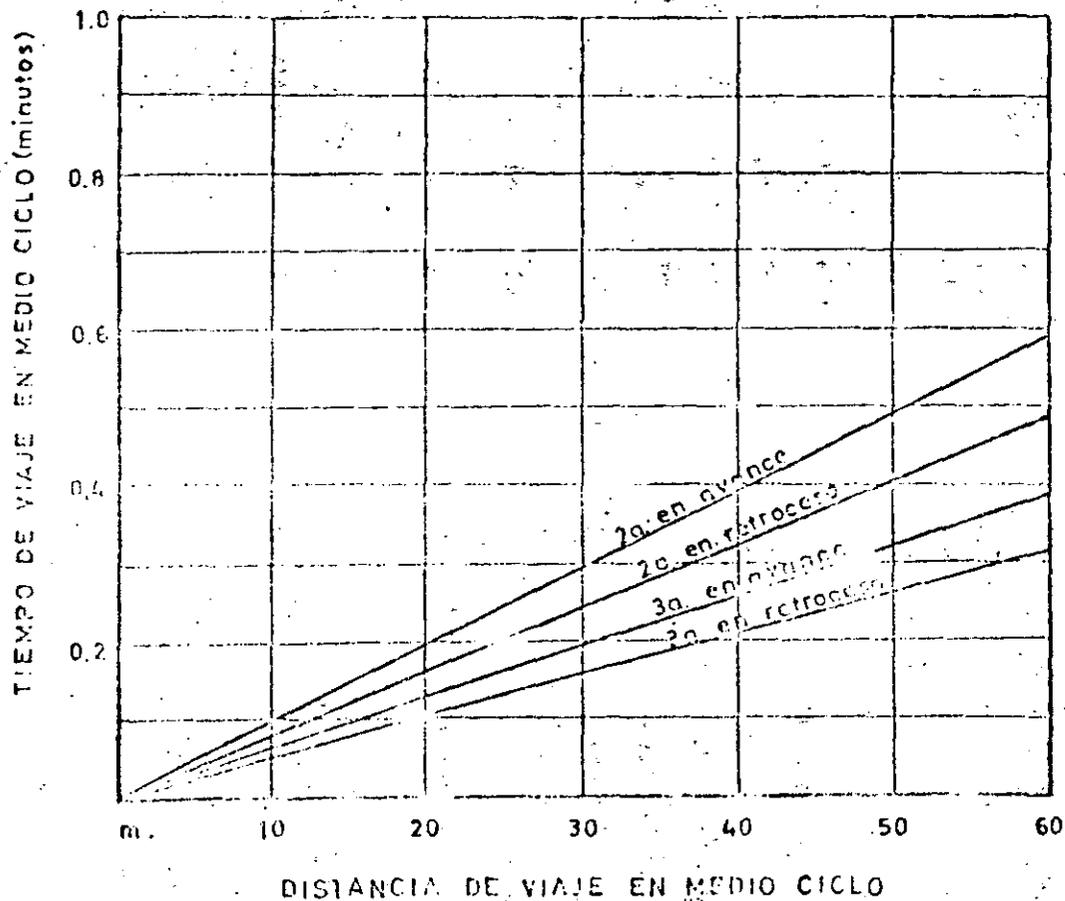
TIEMPO ESTIMADO DE ACARREO O RETORNO PARA UN CARGADOR  
DE RUEDAS DE 6 Yd3.



# TIEMPO ESTIMADO DE ACARREO O RETORNO PARA UN CARGADOR DE RUEDAS DE 10 Yd<sup>3</sup>.



TIEMPO ESTIMADO DE VIAJE PARA UN CARGADOR  
DE CARRILES DE 5. Yd3.



C) Cálculo del Rendimiento por medio de Tablas proporcionadas por el Fabricante.

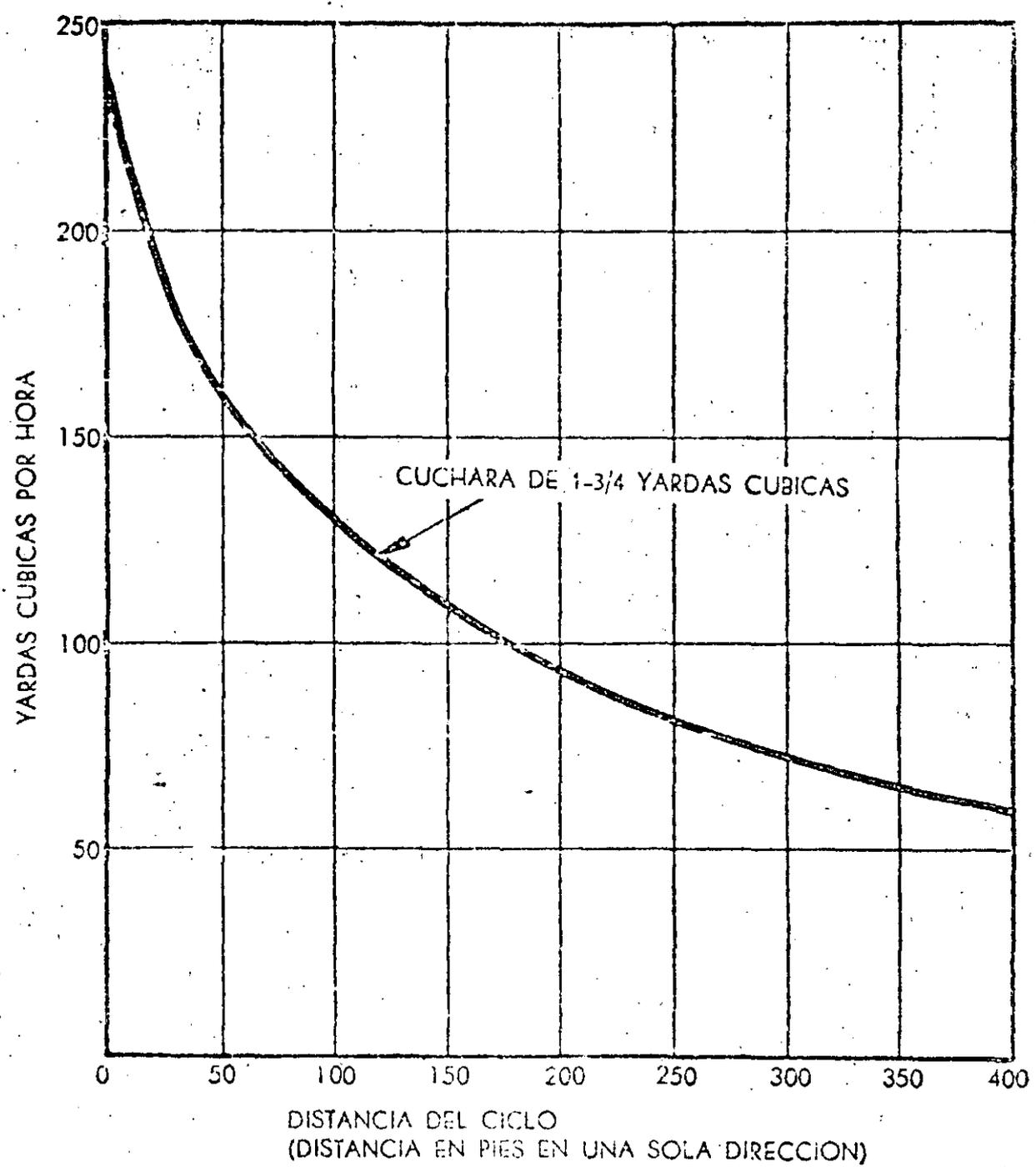
Los fabricantes de equipos cuentan con manuales donde se justifican los rendimientos teóricos de las máquinas que producen para determinadas condiciones de trabajo. Los datos se basan en pruebas de campo, análisis en computadora, investigaciones en el laboratorio, experiencia, etc. Tomando en cuenta las medidas necesarias para conseguir exactitud.

Debe tomarse en cuenta, sin embargo, que todos los datos se basan en un 100% de eficiencia, algo que no es posible conseguir ni aún en condiciones óptimas. Esto significa, que al utilizar los datos de eficiencia y producción, es necesario rectificar los resultados que se dan en las tablas, mediante 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 otros sin número de factores que pudieran reducir la producción en un determinado trabajo.

Por lo anterior mencionado se puede concluir que antes de utilizar cualquier información sobre rendimientos contenido en determinado manual, es esencial conocer detalladamente las condiciones que pueden afectar el trabajo de la máquina. Luego, el manual de rendimientos es tan solo una ayuda que si no se compara con la experiencia y el conocimiento de las condiciones donde se desarrolla el trabajo, los rendimientos obtenidos de esta manera resultan falsos.

De las investigaciones y pruebas llevadas a cabo por los fabricantes del cargador marca Michigan, sobre el terreno, se obtuvieron gráficas de producción como las siguientes:

# PRODUCCION EN YARDAS CUBICAS POR HORA CARGADOR MODELO 75A, SERIE II

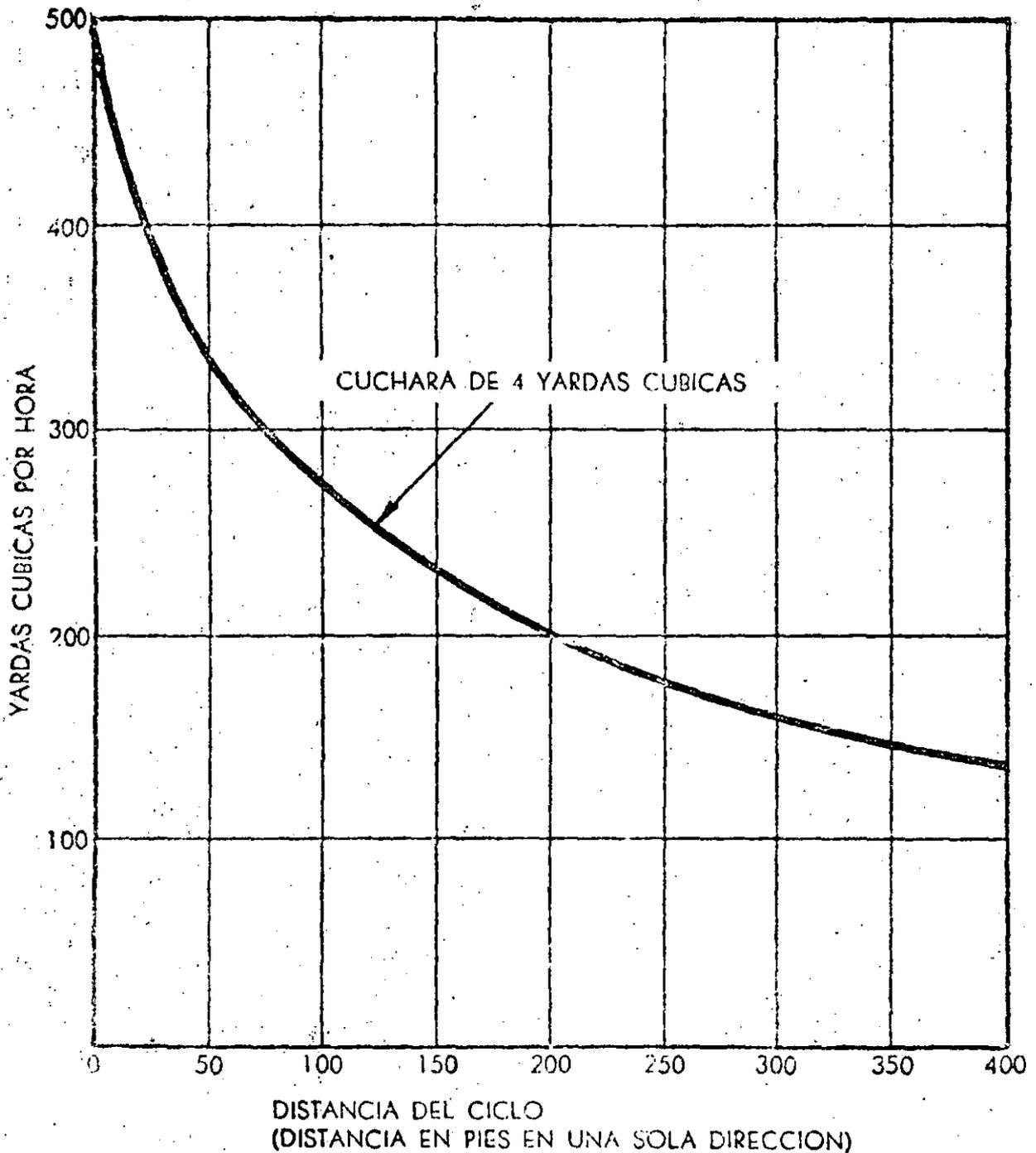


### SUPUESTO DE PRODUCCION:

- CARGA DE MONTON - TERRENO FIRME Y LLANO
- HORA DE TRABAJO - 60 MINUTOS
- PESO DEL MATERIAL - 2.800 LBS. POR YARDA CUBICA

PARA PENDIENTES ADVERSAS DE MAS DEL 5%: REDUZCASE LA PRODUCCION EN UN 2% POR CADA 1% ADICIONAL.

PRODUCCION EN YARDAS CUBICAS POR HORA  
CARGADOR MODELO 175A, SERIE II

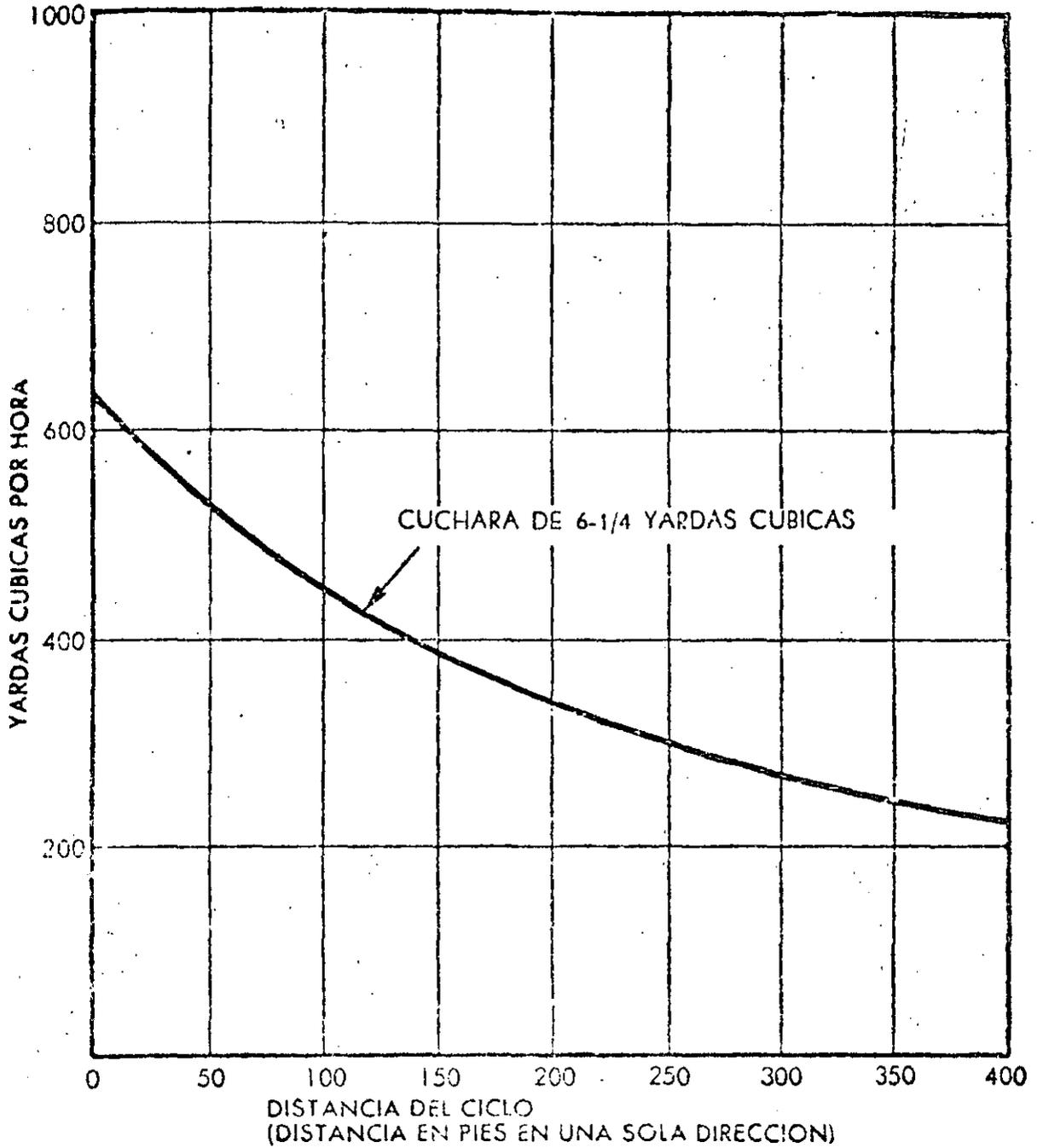


SUPUESTO DE PRODUCCION:

- CARGA DE MONTON - TERRENO FIRME Y LLANO
- HORA DE TRABAJO - 60 MINUTOS
- PESO DEL MATERIAL - 2.800 LBS. POR YARDA CUBICA

PARA PENDIENTES ADVERSAS DE MAS DEL 5%, REDUZCASE LA PRODUCCION EN UN 2% POR CADA 1% ADICIONAL.

PRODUCCION EN YARDAS CUBICAS POR HORA  
CARGADOR MODELO 275A, SERIE II



SUPUESTO DE PRODUCCION:

- CARGA DE MONTON - TERRENO FIRME Y LLANO
- HORA DE TRABAJO - 60 MINUTOS
- PESO DEL MATERIAL - 2.800 LBS. POR YARDA CUBICA

PARA PENDIENTES ADVERSAS DE MAS DEL 5%, REDUZCASE LA PRODUCCION EN UN 2% POR CADA 1% ADICIONAL.

PROBLEMA

a) Datos

Calculemos la producción de un cargador de ruedas equipado con cucharón de 3 1/2 y d3 (2.67 m<sup>3</sup>), cargando camiones de 10 m<sup>3</sup> de capacidad propiedad de la misma empresa.

Material Grava triturada 1 1/2" tam. max.  
almacenada en pilas de 6m. de altura en operación continua, con horas de 50 minutos efectivos.

Solución:

Paso 1

Capacidad del cucharón	2.67 m <sup>3</sup>
Factor de carga	0.85
Volumen por ciclo:	$2.67 \text{ m}^3 \times 0.85 = 2.27 \text{ m}^3$

Paso 2

Cálculo del tiempo del ciclo:

Ciclo básico	25.0 seg.
Correcciones:	
- por el material	0.0
- por el montón	0.0
- posesión en común de cargador y camiones	- 2.4
- operación continua	- 2.4
	<u>20.2 seg.</u>

$$\frac{20.2 \text{ seg.}}{60.0 \text{ seg.}} = 0.34 \text{ min.}$$

Paso 3

$$\text{Ciclos-hora} = \frac{50 \text{ min/hora}}{0.34 \text{ min/ciclo}} = 147 \text{ ciclos/hora}$$

Paso 4

$$\begin{aligned} \text{Producción} &= 2.27 \text{ m}^3/\text{ciclo} \times 147 \text{ ciclos/hora} \\ &= 333.7 \text{ m}^3/\text{hora} \end{aligned}$$

La elección del cargador apropiado para un determinado trabajo se puede hacer en la forma inversa de la solución del problema anterior; es decir, ustedes conocen sus necesidades de producción y las condiciones de su obra, su problema es, calcular la capacidad del cucharón; y con esto efectuarán la primera parte de la elección.

Cargador vs. Pala mecánica

Si recordamos la evolución habida en los trabajos de movimiento de roca y analizamos los cambios que ha habido en los últimos años, tanto en la maquinaria como en la utilización de la misma, notamos que la más significativa tendencia es que cada día más y más cargadores reemplazan a las palas mecánicas en el movimiento de rocas.

Históricamente, las palas, además de funcionar como una herramienta de carga, terminaban el trabajo que la barrenación y voladura habían iniciado. Sin embargo, con los avances tecnológicos en barrenación y explosivos, muchas de las necesidades que existían han sido eliminadas; y la utilización de cargadores en los bancos de roca se ha multiplicado rápidamente.

Es decir, las desventajas de las palas (alta inversión, poca movilidad, altos costos de transportación, etc.) aminoradas a los avances tecnológicos

en explotación de bancos de roca, han provocado la declinación de su uso.

Pero esto no es todo; el desenvolvimiento de este nuevo método de movimiento de rocas lo provocaron dos causas muy poderosas para nosotros: Producción y Costo.

Un cargador de 6 yd<sup>3</sup> ha probado que puede, por lo menos, igualar la productividad de palas de más de 5 yd<sup>3</sup> de capacidad; y que además puede cargar material a un costo comparable al de palas de 4 y hasta 5 yd<sup>3</sup> de capacidad. Veamos un ejemplo comparativo entre un cargador de 10 yd<sup>3</sup> y una pala de 6 yd<sup>3</sup>, en la carga de roca caliza de una cantera, a camiones.

<u>Concepto</u>	<u>Cargador</u>	<u>Pala</u>
Tiempo de carga	0.08	0.08
giro	0.14	0.09
descarga	0.05	0.04
regreso	<u>0.13</u>	<u>0.13</u>
ciclo	0.40	0.34
arreglo de piso	0.10	0.18
espera	<u>0.20</u>	<u>0.20</u>
ciclo total	0.70	0.72
ciclos por hora	85.7	83.3
producción por hora	523.3	305.6
diferencia	71 %	
costo horario	\$ 2,160.00	\$1,452.90
costo por m <sup>3</sup>	4.15	4.75
diferencia	15 %	

Además, el cargador ofrece otras ventajas sobre la pala:

Movilidad. - Un cargador puede moverse fuera del área de voladura rápidamente y con seguridad; y antes que el polvo de la explosión se disipe el cargador puede estar recogiendo la roca regada y preparándose para la entrega de material.

Podemos mover también el cargador hacia el taller para hacerle mantenimiento y reparaciones. Compáren esto con el tener que llevar herramienta y equipo para reparar una pala.

Versatilidad. - El cargador puede mover rápidamente de un lugar a otro el material que se requiera. Es decir, puede realizar la operación de carga y acarreo de roca, en ciertas condiciones, que más adelante discutiremos con detalle.

Sin embargo, los cargadores no están exentos de desventajas.

El problema número uno de los cargadores que trabajan en roca, es el desgaste y rotura de los neumáticos, que ha sido solucionado con el empleo de mallas metálicas y cadenas amortiguadas que protegen la llanta y alargan su vida útil, con el consiguiente abatimiento del costo de operación de la máquina.

#### Carga y acarreo con cargadores de llantas vs. carga con cargador a camiones volteo

Si un cargador realiza la carga y el acarreo del material del banco hasta la tolva de una planta que lo procesará y elimina el uso de unidades de acarreo tradicionales, se puede obtener, en ocasiones un ahorro de costo considerable.

Este trabajo se puede efectuar con cargadores chicos y grandes, dependiendo de las condiciones del terreno y de la producción, con limi-

taciones económicas por el costo unitario del material movido.

Es en esta operación donde destacan, sin lugar a dudas, las ventajas del empleo de cargadores de gran capacidad, pues es precisamente su gran producción lo que abate los costos del movimiento de tierras.

Véamos un ejemplo ilustrativo de lo que hasta aquí hemos tratado.

**EJEMPLO:**

Movamos un volumen de material de un banco a un lugar situado a 200 m. de aquel (condición muy usual en operaciones de trituración). Nuestro problema es elegir el equipo que nos dé un costo más bajo por m<sup>3</sup> de material movido. El volumen a mover es de un material de 3/4" a 6" apilado con tractor en montones de más de 3m. de altura.

El trabajo se puede hacer con:

- 1.- Cargador y camiones propiedad de la empresa
- 2.- Cargador propio y camiones de fleteros locales
- 3.- Cargador de gran producción (propiedad de la empresa), en una operación de carga y acarreo.

Analicemos el costo unitario de cada una de estas tres alternativas:

ALTERNATIVA 1

Operación de carga a camiones

Equipo propio:

1 cargador sobre llantas de 2 1/2 yd<sup>3</sup> (1.91 m<sup>3</sup>)

2 camiones de 6.0 m<sup>3</sup>

Costo horario cargador: \$ 210.75

Cálculo de la producción:

Factor de carga: 0.90  
 Volumen por ciclo:  $1.91 \text{ m}^3 \times 0.90$   
 $1.72 \text{ m}^3/\text{ciclo}$

Tiempo del ciclo (ciclo básico) 25.0 seg. = 0.42 min. Para cargar un camión de  $6.0 \text{ m}^3$  son necesarios 4 ciclos de operación del cargador; es decir, son necesarios  $0.42 \text{ min} \times 4 = 1.68 \text{ min.}$  para cargar  $6.0 \text{ m}^3$ .

$$\frac{6.0 \text{ m}^3}{1.72 \text{ m}^3} = 3.49 \text{ ciclos}$$

En una hora de 50.0 min., tenemos una producción de  $179 \text{ m}^3$ .

1.68 min	-	$6.0 \text{ m}^3$
<u>50.0 min</u>	-	<u>X</u>

Cálculo del costo unitario:

$$X = 179 \text{ m}^3$$

Costo horario del equipo: \$ 1,101.45

Costo unitario =  $\frac{1,101.45/\text{hora}}{179 \text{ m}^3/\text{hora}}$   
 \$ 6.15/ $\text{m}^3$

ALTERNATIVA 2

Operación de carga a camiones

Camiones de flateros locales

Equipo: 1 cargador sobre llantas de  $2 \frac{1}{2} \text{ yd}^3 (1.91 \text{ m}^3)$

2 camiones de  $6.0 \text{ m}^3$  de flateros

Costo horario del cargador \$ 616.75

Tarifa local de flates: 8.00 - 400

Cálculo de la producción

En este caso, la producción de la

Producción = 179 m<sup>3</sup>/hora

**Cálculo del costo unitario**

Costo horario del cargador:		\$ 616.75
Costo unitario de carga	=	$\frac{616.75/\text{hora}}{179.00 \text{ m}^3/\text{hora}}$
	=	3.44/m <sup>3</sup>
Costo unitario de acarreo	=	8.00/m <sup>3</sup>
(1er. km. tarifa de fletes)		
Costo unitario	+	11.44/m <sup>3</sup>

ALTERNATIVA 3

Operación de carga y acarreo

Equipo: Cargador sobre llantas de 10 yd<sup>3</sup> (7.64 m<sup>3</sup>)

Costo horario \$2,160.00

**Cálculo de la producción:**

Factor de carga		0.90
Volumen por ciclo		7.64 x 0.90
		6.88
Tiempo del ciclo básico: (25.0 seg)		0.42 min
Tiempo del ciclo de acarreo (2a. velocidad en retroceso)		0.26 min
Tiempo del ciclo de retorno (2a. velocidad en avance)		0.28 min
Tiempo total del ciclo		<u>0.96 min</u>
Ciclos por hora	=	$\frac{50.0 \text{ min/hora}}{0.96 \text{ min/ciclo}}$
	=	52.1

Producción = 52.1 ciclos/hora  $6.88 \text{ m}^3/\text{ciclo}$   
 = 358  $\text{m}^3/\text{hora}$

#### Cálculo del costo unitario

Costo unitario =  $\frac{\$ 2,160.00/\text{hora}}{358 \text{ m}^3/\text{hora}}$   
 =  $6.03/\text{m}^3$

#### RESUMEN

Alternativa	Costo unitario
1	\$ 6.15/ $\text{m}^3$
2	11.44/ $\text{m}^3$
3	6.03/ $\text{m}^3$

Es decir, la alternativa 3 es la que nos dá un costo más bajo por  $\text{m}^3$  de material. Hasta aquí, la elección a nivel de obra queda hecha; falta analizar, a nivel gerencia, la aceptabilidad de esta decisión, pues podría suceder que la empresa tuviera disponible un cargador de  $2\frac{1}{4} \text{ yd}^3$  al que podría dársele utilización en esta obra; o si no, revisar si la inversión de la compra de un cargador de  $10 \text{ yd}^3$  podría amortizarse en ésta u otras obras donde pudiera seguir utilizando esta máquina.

En fin, son éstos y muchos otros los factores que afectan la elección de un cargador para efectuar un determinado trabajo. Los principios básicos para el cálculo de la producción de este equipo y para el cálculo del costo unitario de movimiento de materiales con él, los hemos revisado en esta ocasión; y han oído las razones del uso de cargadores de gran producción en el movimiento de tierra y roca, y la forma cómo se utilizan en opera-

Analicemos el siguiente problema:

Una empresa adquirió una planta de trituración para procesar fuertes volúmenes de material en tiempos relativamente cortos. La gerencia decidió ya, - que un cargador sobre llantas es el equipo adecuado para alimentar del banco a la planta la roca que se triturará. Se requiere decidir en la obra, el cargador de capacidad adecuada y elegir entre dos disponibles.

#### Cargador 1

Capacidad	10 yd <sup>3</sup>
Costo horario	\$2,160.00

#### Cargador 2

Capacidad	6 yd <sup>3</sup>
Costo horario	\$1,992.13

#### Trituradora

Producción:	140 m <sup>3</sup> /hora
Costo horario	\$4,703.35

#### Operación

- carga y acarreo de roca bien fragmentada
- costo aproximado de un cambio de instalación de la planta trituradora dentro del banco: \$ 350,000.00
- Producción requerida en cada banco 200,000.00 m<sup>3</sup>
- Frente del banco 80.0 m. de ancho
- 12.5 m. de altura

#### Solución:

Dado que el costo horario de la trituradora es de \$4,703.35 es el equipo que debe operar en todo tiempo al 100% de eficiencia.

Cálculo de la máxima distancia de ... para una -

producción de 140 m<sup>3</sup>/hora. Consideramos un 83% de eficiencia de la operación, es decir, horas de 50.0 minutos.

### Cargador 1

Factor de carga: 0.80

Volumen por ciclo 0.80 x 7.65 m<sup>3</sup>

6.12 m<sup>3</sup>

Ciclos por hora necesarios para producir

140 m<sup>3</sup>/hora

$$C = \frac{140 \text{ m}^3/\text{hora}}{6.12 \text{ m}^3/\text{ciclo}}$$

$$C = 22.9 \text{ ciclos/hora}$$

Tiempo del ciclo total

$$T = \frac{50.00 \text{ min/hora}}{22.9 \text{ ciclos/hora}}$$

$$T = 2.18 \text{ min/ciclo}$$

Tiempo del ciclo básico: (25.0 seg.) 0.42 min

Tiempo del ciclo de acarreo y retornos

$$T = 2.18 - 0.42 = 1.76 \text{ min.}$$

De la gráfica de tiempo estimado de acarreo o retorno para un cargador de ruedas de 10 yd<sup>3</sup>, tenemos que a 255 m. de acarreo, los tiempos del ciclo de acarreo y retorno son:

Tiempo del ciclo de acarreo (2a. velocidad en retroceso)	0.85 min
---	----------

Tiempo del ciclo de retorno (2a. velocidad en avance)	0.91 min
--	----------

SUMA:	1.76 min
-------	----------

Es decir, el cargador de 10 yd<sup>3</sup> puede acarrear a 255 m., 140 m<sup>3</sup>/hora de

66

roca bien fragmentada.

$$\begin{aligned} \text{Costo unitario} &= \frac{\$ 2,160.00/\text{hora}}{140 \text{ m}^3/\text{hora}} \\ &= \$ 15.43/\text{m}^3 \end{aligned}$$

Sin necesidad de hacer cambios de instalación de la planta trituradora dentro del banco.

### Cargador 2

$$\begin{aligned} \text{Factor de carga} &: 0.80 \\ \text{Volumen por ciclo} &: 0.80 \times 4.58 \text{ m}^3 \\ &: 3.66 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Ciclos por hora necesarios para producir

140 m<sup>3</sup>/ hora

$$C = \frac{140. \text{ m}^3/\text{hora}}{3.66 \text{ m}^3/\text{ciclo}}$$

$$C = 38.2 \text{ ciclos/hora}$$

Tiempo de ciclo total

$$T = \frac{50.0 \text{ min/hora}}{38.2 \text{ ciclos/hora}}$$

$$T = 1.31 \text{ min/ciclo}$$

Tiempo del ciclo básico: (25.0 seg.) 0.42 min

Tiempo de ciclo de acarreo y retorno

$$T = 1.31 - 0.42 = 0.89 \text{ min}$$

De la gráfica de tiempo estimado de acarreo o retorno para un cargador de ruedas de 6 yd<sup>3</sup>, para un tiempo de ciclo de acarreo y retorno de 0.89 min., tenemos que la distancia de acarreo es de 105 m. (2a. velocidad en avance y 2a. velocidad en retroceso).

Es decir, si instalamos la planta a 30 m. de distancia del frente inicial -- (para protegerla de las voladuras), cada 75 m. debemos hacer un cambio de la planta dentro del banco.

Dadas las características del banco (80m. de ancho x 12.5 de altura) cada metro de avance en el banco produce  $1,000 \text{ m}^3$  de roca.

Así, son necesarios 2 cambios de instalación dentro del banco para producir los  $200,000 \text{ m}^3$  requeridos.

$$\text{Costo unitario por carga} = \frac{\$ 1,992.13}{140 \text{ m}^3/\text{hora}}$$

$$= \$ 14.23/\text{m}^3$$

Costo unitario por cambio de instalación dentro del banco

$$\frac{2 \text{ cambios} \times 350,000 \text{ m}^3/\text{cambio}}{200,000 \text{ m}^3}$$

$$\text{Costo unitario :} = \$ 3.50/\text{m}^3$$

$$= 17.73/\text{m}^3$$

Esto sin considerar el costo de los tiempos perdidos en los cambios de instalación dentro del banco.

En resumen, la elección del cargador de  $10 \text{ yd}^3$  es la que proporciona una operación más económica.

CONSTRUCTORA	Máquina: CARGADOR	Hoja No: _____
_____	Modelo: TEREX 72-81	Calculó: C A M
_____	Datos Adic: 10 yd <sup>3</sup>	Revisó: C CH M
OBRA: _____		Fecha: 17-1-80

## DATOS GENERALES

Precio adquisición:	\$10'238,717.52	Fecha cotización:	10-1-80
Equipo adicional - 4 llantas 33.25 x 33-26	616,509.28	Vida económica (Ve):	_____ años
Valor inicial (Va):	9'617,208.24	Horas por año (Ha):	2000 hr/año
Valor rescate (Vr):	20 % = \$1'923,441.65	Motores Diesel de	434 HP.
Tasa interés (i):	18 %	Factor operación:	0.75
Prima seguros (s):	2 %	Potencia operación:	325.5 HP. op.
		Coefficiente almacenaje (K):	0.01
		Factor mantenimiento (Q):	0.90

## I. CARGOS FIJOS.

a) Depreciación :  $D = \frac{Va - Vr}{Ve} = \frac{9'617,208.24 - 1'923,441.65}{12\ 000} = \$641.15$

b) Inversión :  $I = \frac{Va + Vr}{2\ Ha} i = \frac{9'617,208.24 + 1'923,441.65}{2 \times 2000} 0.18 = 519.33$

c) Seguros :  $S = \frac{Va + Vr}{2\ Ha} s = \frac{9'617,208.24 + 1'923,441.65}{2 \times 2000} 0.02 = 57.70$

d) Almacenaje :  $A = KD = 0.01 \times 641.15 = 6.41$

e) Mantenimiento :  $M = QD = 0.9 \times 641.15 = 577.04$

Suma Cargos Fijos por Hora \$ 1 801.63

## II. CONSUMOS.

a) Combustible:  $E = e P_c$ 

$$\text{Diesel: } E = 0.20 \times 325.5 \text{ HP. op.} \times \$ 1.00 / \text{lt.} = \$ 65.10$$

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

b) Otras fuentes de energía: \_\_\_\_\_ =

c) Lubricantes:  $L = a P_e$ 

$$\text{Capacidad carter: } C = \frac{32.2}{100} \text{ litros}$$

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

$$a = \frac{C}{t} + \frac{0.0035}{1.46} \times 325.5 \text{ HP. op.} = \frac{1.46}{\text{lt/hr.}}$$

$$L = \frac{1.46}{\text{lt/hr}} \times \$ 14 / \text{lt.} = 20.44$$

d) Llantas:  $Ll = \frac{VII \text{ (valor llantas)}}{Hv \text{ (vida económica)}}$ 

$$\text{Vida económica: } H_v = \frac{2800}{616,509.28} \text{ horas}$$

$$Ll = \frac{2800}{2800 \text{ horas}} = \underline{\underline{220.18}}$$

Suma Consumos por Hora

\$ 305.72

## III. OPERACION:

Salario base: \$ \_\_\_\_\_

Salario real -  
operador: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Sal/turno-prom.: \$ 349.60

Horas/turno-prom.: (H)

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

$$\text{Operación} = O = \frac{S}{H} = \frac{349.60}{6.64 \text{ horas}} = \$ \underline{\underline{52.65}}$$

Suma Operación por Hora

\$ 52.65

COSTO DIRECTO HORA - MAQUINA (H M D)

\$ 2,160.00

## II. INSUMOS.

a) Combustible:  $E = e P_c$   
 Diesel:  $E = 0.20 \times 130.5 \text{ HP. op.} \times \$ 1.00 / \text{lt.} = \$ 26.10$   
 Gasolina:  $E = 0.24 \times \text{HP. op.} \times \$ \text{ /lt.} =$

b) Otras fuentes de energía: \_\_\_\_\_ =

c) Lubricantes:  $L = a P_e$

Capacidad carter:  $C = \frac{30.3}{100}$  litros

Cambios aceite:  $t = \text{_____}$  horas

$a = C/t + \frac{0.0035}{0.0030} \times 130.5 \text{ HP. op.} = \frac{0.76}{\text{_____}}$  lt/hr.

$L = \frac{0.76}{\text{_____}} \text{ lt/hr} \times \$ 14 / \text{lt.} = 10.64$

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

Vida económica:  $Hv = \frac{2800}{103.611.84}$  horas

$Ll = \frac{2800}{2800 \text{ horas}} = \underline{\underline{37.00}}$

Suma Consumos por Hora \$ 73.74

## III. OPERACION.

Salario base: \$ \_\_\_\_\_

Salario real -  
operador: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Sal/turno-prom: \$ 349.60

Horas/turno-prom.: (H)

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

Operación =  $O = \frac{S}{H} = \frac{349.60}{6.64 \text{ horas}} = \$ \underline{\underline{52.65}}$

Suma Operación por Hora \$ 52.65

COSTO DIRECTO HORA - MAQUINA (H M D) \$ 616.75

CONSTRUCTORA

Máquina: CARGADOR

Hoja No: \_\_\_\_\_

Modelo: Michigan 75-111-A Calculó: C A MDatos Adic: 25 yd<sup>3</sup> Revisó: C C M

OBRA: \_\_\_\_\_

Fecha: 17-1-80

## DATOS GENERALES

Precio adquisición: \$2' 264,745 60Fecha cotización: 10-1-80

Equipo adicional -

Vida económica (Ve): 5 añosLlantas 20.5x25-12 103,611.84Horas por año (Ha): 2000 hr/añoMotores Diesel de 174 HP.Valor inicial (Va): 2' 161.133 76Factor operación: 0.75Valor rescate (Vr): 10% = \$ 216 113.38Potencia operación: 130.5 HP, op.Tasa interés (i): 18%Coeficiente almacenaje (K): 0.01Prima seguros (s): 2%Factor mantenimiento (Q): 0.90

## I. CARGOS FIJOS.

$$a) \text{ Depreciación : } D = \frac{Va - Vr}{Ve} = \frac{2' 161 133.76 - 216, 113.38}{5} = \$ 194.50$$

$$b) \text{ Inversión : } I = \frac{Va + Vr}{2 Ha} i = \frac{2' 161, 133.76 + 216, 113.38}{2 \times 2000} 0.18 = 106.98$$

$$c) \text{ Seguros : } S = \frac{Va + Vr}{2 Ha} s = \frac{2' 161, 133.76 + 216, 113.38}{2 \times 2000} 0.02 = 11.89$$

$$d) \text{ Almacenaje : } A = KD = \frac{0.01 \times 194.50}{1} = 1.94$$

$$e) \text{ Mantenimiento : } M = QD = \frac{0.90 \times 194.50}{1} = 175.05$$

Suma Cargos Fijos por Hora \$ 490.36

## II. CONSUMOS.

a) Combustible:  $E = e P_c$ 

Diesel:  $E = 0.20 \times \frac{\quad}{\quad} \text{HP. op.} \times \$ \frac{\quad}{\quad} / \text{lt.} = \$$

Gasolina:  $E = 0.24 \times \frac{120}{\quad} \text{HP. op.} \times \$ \frac{2.80}{\quad} / \text{lt.} = \$ 80.64$

b) Otras fuentes de energía:  $\quad =$ c) Lubricantes:  $L = a P_e$ 

Capacidad cárter:  $C = \frac{6.6}{\quad} \text{litros}$

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

$$a = C/t \pm \frac{0.0035}{0.0030} \times \frac{120}{\quad} \text{HP. op.} = \frac{0.48}{\quad} \text{lt/hr.}$$

$$L = \frac{0.48}{\quad} \text{lt/hr} \times \$ \frac{14}{\quad} / \text{lt.} = 6.72$$

d) Llantas:  $LI = \frac{VII \text{ (valor llantas)}}{HV \text{ (vida económica)}}$ 

Vida económica:  $H_v = \frac{1,600}{\quad} \text{horas}$

$$LI = \frac{23,363.94}{1,600 \text{ horas}} = \underline{\underline{14.60}}$$

Suma Consumos por Hora

\$ 101.96

## III. OPERACION.

Salario base: \$                     Salario real -                     operador:   :   :                     

Sal/turno-prom: \$ 298.77

Horas/turno-prom.: (H)

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

$$\text{Operación} = O = \frac{S}{H} = \frac{298.77}{6.64 \text{ horas}} = \underline{\underline{45.00}}$$

Suma Operación por Hora

\$ 45.00

COSTO DIRECTO HORA - MAQUINA (H M D)

\$ 242.35

CONSTRUCTORA	Máquina: <u>CAMION</u>	Hoja No: _____
_____	Modelo: <u>FORD</u>	Calculó: <u>C A M</u>
_____	Datos Adic: <u>6 m<sup>3</sup></u>	Revisó: <u>C CH M</u>
OBRA: _____		Fecha: <u>14-1-80</u>

DATOS GENERALES

Precio adquisición:	<u>\$ 436,430.45</u>	Fecha cotización:	<u>10-1-80</u>
Equipo adicional - 6 llantas	<u>23,363.94</u>	Vida económica (Ve):	<u>5 años</u>
<u>1000x20-12 c/cámara</u>		Horas por año (Ha):	<u>2 000 hr/año</u>
Valor inicial (Va):	<u>413,056.51</u>	Motores Gasolinade	<u>160 HP.</u>
Valor rescate (Vr):	<u>0 % = \$</u>	Factor operación:	<u>0.75</u>
Tasa interés (i):	<u>18 %</u>	Potencia operación:	<u>120 HP. cp.</u>
Prima seguros (s):	<u>2 %</u>	Coefficiente almacenaje (K):	<u>0.01</u>
		Factor mantenimiento (Q):	<u>0.80</u>

I. CARGOS FIJOS.

a) Depreciación :  $D = \frac{Va - Vr}{Ve} = \frac{413,056.51 - 0}{10,000} = \$ 41.30$

b) Inversión :  $I = \frac{Va + Vr}{2 Ha} i = \frac{413,056.51 + 0}{2 \times 2000} \times 0.18 = 18.58$

c) Seguros :  $S = \frac{Va + Vr}{2 Ha} s = \frac{413,056.51 + 0}{2 \times 2000} \times 0.02 = 2.06$

d) Almacenaje :  $A = KD = \frac{0.01 \times 41.30}{1} = 0.41$

e) Mantenimiento :  $M = QD = \frac{0.8 \times 41.30}{1} = 33.04$

Suma Cargos Fijos por Hora \$ 95.39

roblema

Se requiere cargar 1 000,000 m<sup>3</sup> de roca para la construcción de una cortina. El material es producto dinamitado bien fragmentado en pilas mayores de 3 m. hechas por un tractor y se cargarán a camiones de 35 ton. de capacidad.

Equipo disponible:

- Cargador 6 yd<sup>3</sup> cat 988 costo - horario \$ 1,992.13
- Cargador 10 yd<sup>3</sup> Terex 72-81 costo-horario \$ 2,160.00
- Tractor D8K Cat costo-horario \$ 1,104.86
- Tiempo de realización 15 meses

Solución:

Tiempo disponible 25 x 15 x 3 x 8 = 9 000 horas

Producción requerida  $\frac{1\,000,000}{9,000} = 111\text{ m}^3/\text{hora}$

Cargador 10 yd<sup>3</sup> (7.64 m<sup>3</sup>)

Factor de carga 0.75

Volumen por ciclo 0.75 (7.64) = 5.73 m<sup>3</sup>

Tiempo del ciclo básico = 25 seg

Tiempo por material = + 2.4 seg

Tiempo por apilado = - 2.4 seg

Posesión del equipo = 0 seg

ciclo = 25 seg = 0.42 min.

Número de ciclos por hora  $\frac{50 \text{ min}}{0.42 \text{ min}} = 119 \text{ ciclos/hora}$

Producción teórica =  $119 \times 5.73 = 682 \text{ m}^3/\text{hora}$

Producción real =  $143.2 \text{ m}^3/\text{hora}$

Factor utilización 21%

Costo =  $\frac{2,160.00}{143.2} = 15.08/\text{m}^3$

Cargador 6 yd<sup>3</sup> (4.58 m<sup>3</sup>)

Factor de carga 0.75

Volumen por ciclo 0.75 (4.58) =  $3.44 \text{ m}^3$

Tiempo del ciclo = 0.42 min.

Número de ciclos por hora  $\frac{50}{0.42} = 119 \text{ ciclos/hora}$

Producción teórica  $119 \times 3.44 = 409 \text{ m}^3/\text{hora}$

Producción real =  $112.5 \text{ m}^3/\text{hora}$

Factor utilización 27 %

costo =  $\frac{1,992.13}{112.5} = \$ 17.70/\text{m}^3$

CONSTRUCTORA <hr/> <hr/> OBRA: <hr/>	Máquina: <u>CARGADOR</u> Modelo: <u>988 B</u> Datos Adic: <u>6 yd<sup>3</sup></u>	Hoja No: <u>          </u> Calculó: <u>CAM</u> Revisó: <u>C CH M</u> Fecha: <u>17-1-80</u>
---	---	---

**DATOS GENERALES**

Precio adquisición:	<u>\$9' 508,186,6</u>	Fecha cotización:	<u>10-1-80</u>
Equipo adicional -	<u>512 442,74</u>	Vida económica (Ve):	<u>          </u> años
		Horas por año (Ha):	<u>2000</u> hr/año
		Motores Diesel de	<u>375</u> HP.
Valor inicial (Va):	<u>8' 995,743,90</u>	Factor operación:	<u>70</u>
Valor rescate (Vr):	<u>20% = \$1' 799,148,80</u>	Potencia operación:	<u>262,5</u> HP. op.
Tasa interés (i):	<u>18%</u>	Coficiente almacenaje (K):	<u>0.01</u>
Prima seguros (s):	<u>2%</u>	Factor mantenimiento (Q):	<u>0.90</u>

**I. CARGOS FIJOS.**

a) Depreciación : 
$$D = \frac{Va - Vr}{Ve} = \frac{8' 995,743,90 - 1' 799,148,80}{12 000} = 599.72$$

b) Inversión : 
$$I = \frac{Va + Vr}{2 Ha} i = \frac{8' 995,743,90 + 1' 799,148,80}{2 \times 2000} \times 0.18 = 485.72$$

c) Seguros : 
$$S = \frac{Va + Vr}{2 Ha} s = \frac{8' 995,743,90 + 1' 799,148,80}{2 \times 2000} \times 0.02 = 53.97$$

d) Almacenaje : 
$$A = KD = \frac{0.01 \times 599.72}{1} = 6.00$$

e) Mantenimiento : 
$$M = QD = \frac{0.90 \times 599.72}{1} = 539.75$$

Suma Cargos Fijos por Hora \$ 1 685.19

## II. CONSUMOS.

a) Combustible:  $E = e P_c$ 

$$\text{Diesel: } E = 0.20 \times \underline{262.5} \text{ HP. op.} \times \$ \underline{1.00} / \text{lt.} = \$ 52.50$$

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

b) Otras fuentes de energía:  $\underline{\quad\quad\quad} =$ c) Lubricantes:  $L = a P_e$ 

$$\text{Capacidad carter: } C = \frac{42}{100} \text{ litros}$$

$$\text{Cambios aceite: } t = \underline{\quad\quad\quad} \text{ horas}$$

$$a = C/t \pm \frac{0.0035}{0.0030} \times \underline{262.5} \text{ HP. op.} = \underline{1.34} \text{ lt/hr.}$$

$$L = \underline{1.34} \text{ lt/hr} \times \$ \underline{14} / \text{lt.} = 18.76$$

d) Llantas:  $Ll = \frac{Vl}{Hv}$  (valor Llantas)  
(vida económica)

$$\text{Vida económica: } Hv = \frac{2800}{512.442.74} \text{ horas}$$

$$Ll = \frac{2800}{\quad\quad\quad} \text{ horas} = \underline{\underline{183.01}}$$

Suma Consumos por Hora

\$ 254.27

## III. OPERACION.

Salario base: \$                     Salario real -  
operador:   :                    :

Sal./turno-prom.: \$ 349.60

Iniciat./turno-prom.: (H)

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

$$\text{Operación} = O = \frac{S}{H} = \frac{349.60}{6.64 \text{ horas}} = \$ \underline{\underline{52.65}}$$

Suma Operación por Hora

\$ 52.65

COSTO DIRECTO HORA - MAQUINA (H M D)

\$ 1,992.

INSTRUCTORA	Máquina: <u>TRACTOR</u>	Hoja No: _____
	Modelo: <u>D 3</u>	Calculó: <u>C A M</u>
	Datos Adic: _____	Revisó: <u>C·CH M</u>
OBRA: _____		Fecha: <u>17-1-80</u>

## DATOS GENERALES

Precio adquisición:	<u>\$4'624,070.88</u>	Fecha cotización:	<u>10-1-80</u>
Equipo adicional - cuchilla angulable	<u>477,562.80</u>	Vida económica (Ve):	_____ años
		Horas por año (Ha):	<u>2000</u> hr/año
		Motores Diesel de	<u>300</u> HP.
Valor inicial (Va):	<u>5'101,633.68</u>	Factor operación:	<u>0.75</u>
Valor rescate (Vr):	<u>20 % = \$1'020,326.74</u>	Potencia operación:	<u>225</u> HP. op.
Tasa interés (i):	<u>18 %</u>	Coefficiente almacenaje (K):	<u>0.01</u>
Prima seguros (s):	<u>2 %</u>	Factor mantenimiento (Q):	<u>1.0</u>

## I. CARGOS FIJOS.

Depreciación:	$D = \frac{Va - Vr}{Ve} = \frac{5'101,633.68 - 1'020,326.74}{12\ 000} = \$ 340.11$
b) Inversión:	$I = \frac{Va + Vr}{2\ Ha} \cdot i = \frac{5'101,633.68 + 1'020,326.74}{2 \times 2000} \cdot 0.18 = 275.49$
c) Seguros:	$S = \frac{Va + Vr}{2\ Ha} \cdot s = \frac{5'101,633.68 + 1'020,326.74}{2 \times 2000} \cdot 0.02 = 30.61$
d) Almacenaje:	$A = KD = \frac{0.01 \times 340.11}{1} = 3.40$
e) Mantenimiento:	$M = QD = \frac{1.0 \times 340.11}{1} = 340.11$

Suma Cargos Fijos por Hora

\$ 989.72

II. CONSUMOS.

a) Combustible:  $E = e P_c$   
 Diesel:  $E = 0.20 \times \frac{225}{100} \text{ HP. op.} \times \$ 1.00 / \text{lt.} = \$ 45.00$   
 Gasolina:  $E = 0.24 \times \frac{\quad}{\quad} \text{ HP. op.} \times \$ \frac{\quad}{\quad} / \text{lt.} =$

b) Otras fuentes de energía:  $\quad =$

c) Lubricantes:  $L = a P_e$   
 Capacidad carter:  $C = \frac{33.12}{100} \text{ litros}$   
 Cambios aceite:  $t = \frac{\quad}{\quad} \text{ horas}$   
 $a = C/t + \frac{0.0035}{0.0030} \times \frac{225}{100} \text{ HP. op.} = \frac{1.12}{\quad} \text{ lt/hr.}$   
 $L = \frac{1.12}{\quad} \text{ lt/hr} \times \$ \frac{14}{\quad} / \text{lt.} = 15.68$

d) Llantas:  $LI = \frac{VII \text{ (valor llantas)}}{Hv \text{ (vida económica)}}$   
 Vida económica:  $Hv = \frac{\quad}{\quad} \text{ horas}$   
 $LI = \frac{\quad}{\quad} \text{ horas} =$

Suma Consumos por Hora \$ 60.68

OPERACION.

Valor base: \$                       
 Valor real -  
 operador:                       
                      
                    

Sumo-prom.: \$ 361.67  
 Sumo-prom.: (H)

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

$\text{Operación} = 0 = \frac{S}{H} = \frac{361.67}{6.64} \text{ horas} = \$ \underline{\underline{54.46}}$

Suma Operación por Hora \$ 54.46

COSTO DIRECTO HORA - MAQUINA (H M D) \$ 1,104.87

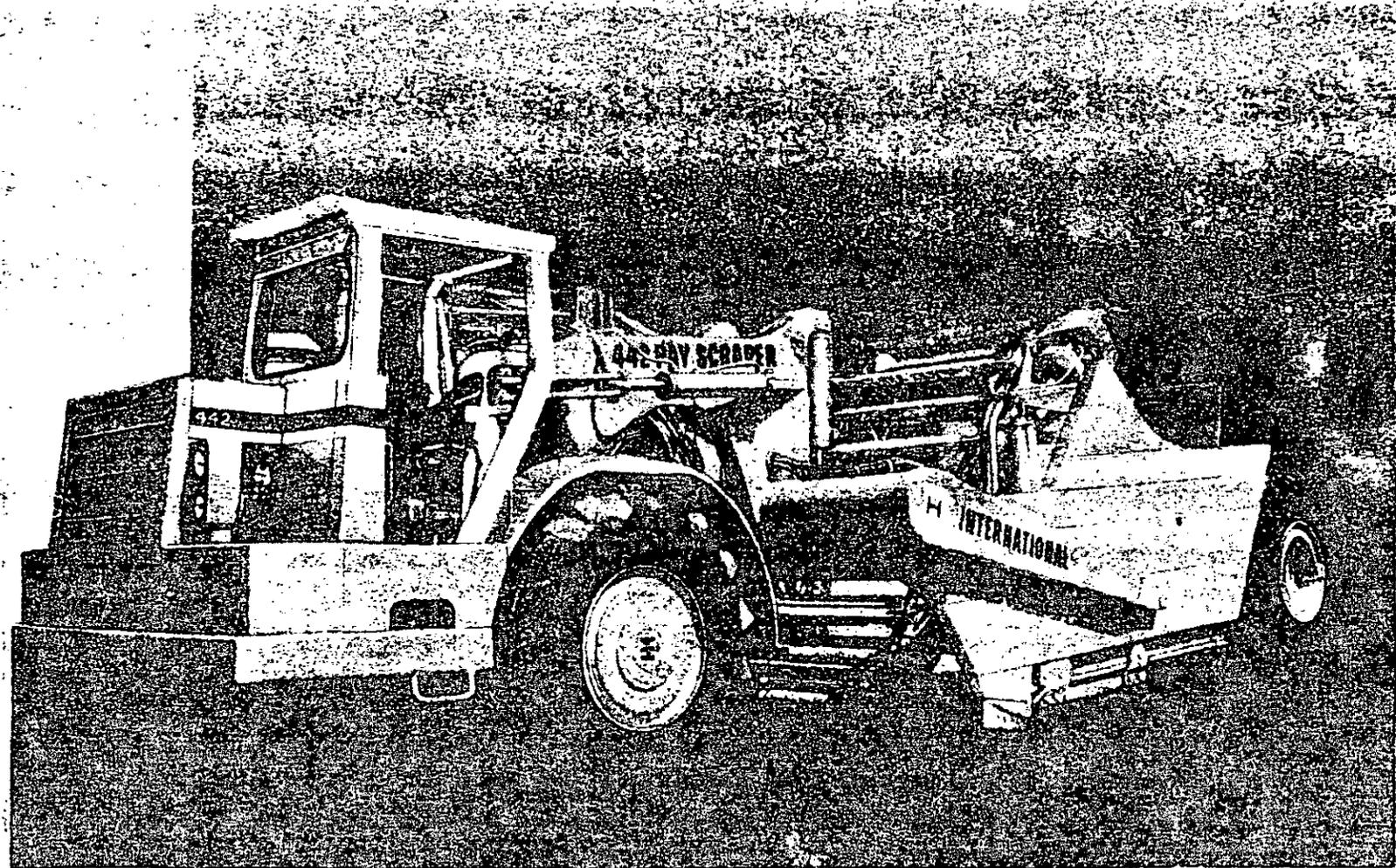


**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA  
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

CURSO: "RESIDENTES DE CONSTRUCCION"  
FECHA: DEL 18 AL 22 DE NOVIEMBRE DE 1985.  
LUGAR: CULIACAN, SINALOA

MOTOESCREPRAS

NOVIEMBRE, 1985.



## MOTOESCREPAS

Ing. Julio César Aceves Serrano.

En las obras de construcción los movimientos de tierra son cada vez más grandes tanto en carreteras, como aeropuertos y presas.

Para efectuar dichos movimientos existen varios tipos de máquinas, siendo las motoescrepas las que mayor demanda tienen sobre todo en aquellos tipos de obras, donde se requiere acarrear las terracerías a distancias que oscilan entre 200 a 300 mts. debido a que compiten en costo con los sistemas tradicionales de cargador y camión o también cargador-vagoneta, independientemente de otras ventajas de carácter técnico tales como la colocación del material en capas a espesores controlables que permiten un mejor control en la calidad de la construcción de terraplenes, en mejor control en los acabados en cortes, etc.

Esta máquina consta fundamentalmente de dos partes.

Una caja metálica reforzada soportada por un eje con 2 ruedas neumáticas en la parte trasera, una compuerta curva que puede subir o bajar mediante un mecanismo de cables, eléctrico o hidráulico, una cuchilla de material resistente en la parte inferior de la caja que sirve para cortar el material, una placa metálica móvil en la parte inferior, la cual al desplazarse hacia adelante permite desalojar el material contenido en la caja.

Todo este conjunto es jalado mediante un tractor de ruedas neumáticas que pueden ser de uno o dos ejes. Los controles de operación se encuentran en dicho tractor. En la figura 1 página 183, podemos ver en forma esquemática el proceso de carga acarreo y descarga, para una escrepa remolcada por tractor de orugas.

En la primera se observa como baja la caja presentando la cuchilla contra el terreno para realizar el corte, en algunos casos la penetración llega a ser hasta de 30 cms. en motoescrepas de 11 a 20 m<sup>3</sup> y del orden de 50 cms. en la de mayor tamaño. De acuerdo con la profundidad del corte y el ancho de la cuchilla será la longitud de corte para el llenado total de la caja. Una vez llena la caja se levanta, se cierra la compuerta delantera y se ejecuta el acarreo.

Llegada al sitio de descarga la operación consiste en bajar la caja, levantar la compuerta delantera y expulsar el material mediante la acción de la placa trasera hacia adelante. Esta actividad se realiza en movimiento y se irá extendiendo el material en una longitud y con un espesor de acuerdo con la abertura de descarga.

Existen y han existido una gran variedad de tipos de esta máquina desde la escrepa de mano, escrepa de arrastre, escrepa de tambor giratorio, etc. hasta llegar a la motoescrepa, las cuales a su vez han tenido una gran evolución debido a los avances en la tecnología.

Los principales adelantos han sido aplicados en los sistemas de operación, desde el sistema por cables, sistema eléctrico, hasta el sistema hidráulico el cual predomina en la actualidad. Las desventajas más importantes que se presentaban en las 2 primeras eran básicamente.

En el de cables el complicado y lento sistema de operación, así como su alto costo de mantenimiento.

En el eléctrico el polvo, que originaba grandes fallas en los motores y generadores a pesar de todas las protecciones y aditamentos que les fueran adaptados, independientemente también de lo complicado del sistema de manejo.

En el sistema hidráulico se superaron las desventajas iniciales que se tuvieron y que eran básicamente las fugas del líquido por roturas de mangueras y en las conexiones. Al mismo tiempo se obtuvo una gran ventaja que consiste en aprovechar la presión hidráulica en la penetración de la cuchilla en el terreno para la ejecución del corte.

Otra evolución que han tenido las motoescrepas es en relación con el tamaño de las mismas. Podemos ver motoescrepas desde 8 m<sup>3</sup> de capacidad hasta 50 m<sup>3</sup>.

Por ejemplo, tenemos la motoescrepa L-90 Le Tourneau, constituida por un conjunto de 32 mts. de longitud, 3.60 mts. de ancho y una altura al tope de la cabina de 4.20 mts. Todas sus funciones son operadas eléctricamente por medio de 3 motores diesel de 475 H.P. c/u acoplados a 3 generadores de corriente continua conectados a 12 motores para las ruedas y mecanismos. Esta motoescrepa carga en 40 segundos sin empujador 50 m<sup>3</sup> de material 4500 m<sup>3</sup>/hora.

4

La influencia que tiene el tamaño de la motoescropa en el costo, la podemos ver en la siguiente curva (pág. 183) que aunque es para determinadas condiciones específicas de operación, longitud de acarreo, tipo de camino, etc. se puede decir que es representativa.

En la gráfica vemos como aumenta el costo a medida que disminuye el tamaño de la motoescropa tomando como 100% de costo la de 54 yd<sup>3</sup> hasta llegar a la de 18 yd<sup>3</sup> con un incremento de un 20%

En el caso particular de México por las características de las obras sobre todo en carreteras y por los criterios de utilización del equipo las motoescropas predominantes son las de 14, 18 y en algunos casos las de 24 yd<sup>3</sup>

Una de las clasificaciones más actualizadas de los diferentes tipos de motoescropas y capacidades la tiene la Caterpillar la cual consiste básicamente de 4 grupos con 16 modelos todos operados por medio de sistemas hidráulicos.

<u>MAQUINA</u>	<u>TIPO</u>	<u>CAPACIDAD</u>	<u>No. DE MODELO</u>
Motoescropa	Estandárd	8-31 m <sup>3</sup>	6
Motoescropa	De potencia en Tandem	11-32 m <sup>3</sup>	4
Motoescropa	De tiro y empuje (Push-Pull)	11-49 m <sup>3</sup>	3
Motoescropa	De autocarga (con mecanismo elevador)	11-31 m <sup>3</sup>	3

Todos estos modelos están diseñados para mover todo tipo de materiales con excepción de roca. Para el caso de que quiera usarse para roca existe una caja reforzada especialmente y es usada en las motoescropas estándar ó de potencia en tandem. La roca deberá ser muy bien tronada o también para materiales no muy duros que requieran ser arados.

5

Las Motoescrepas Estandar tienen un solo motor en el tractor que puede ser de uno ó 2 ejes con reudas neumáticas; para ser cargados requieren de la ayuda de un tractor de orugas que se utiliza como empujador.

Estas unidades se utilizan tanto en distancias intermedias o largas con bajas pendientes y caminos de acareos en buenas condiciones. Trabajan generalmente en grupo de 2, 3 ó 4 unidades en combinación con el tractor empujador de acuerdo con las necesidades de la obra.

Las Motoescrepas de 2 Motores se utilizan al igual que las motoescrepas estandar en distancias intermedias o largas pero debido a su mayor potencia se adaptan para fuertes pendientes y disminuyen el tiempo de la carga siendo recomendable de todos modos el uso del tractor empujador. Sin embargo en materiales suaves se pueden cargar solas.

Las Motoescrepas de tiro y empuje (Push-Pull) Este nuevo concepto ha agregado versatilidad a las escrepas de 2 motores, abarcando la extensión de su aplicación a los demás tipos de motoescrepas. Sus ventajas se apoyan principalmente en lo siguiente:

Se elimina el tractor empujador.

Se elimina el problema de desproporción posible entre el número de escrepas convencionales y el empujador.

No se carga al costo el tiempo perdido del empujador.

Debido a que estas máquinas trabajan en parejas no tienen que esperar por el empujador, no se tiene amontonamiento de máquinas como en las convencionales.

Es un equipo balanceado con menor inversión.

El costo por el arreglo consistente en un refuerzo especial en los bastidores y el cuello de ganso más el sistema de enganche representa tan solo de un 6 a un 7% de la inversión de una motoescrepa de 2 motores.

#### Las Motoescrepas Autocargables

Con mecanismo elevador.- Funcionan mediante un sistema de paletas elevadoras las cuales van cargando el material dentro de la caja. Este tipo de máquinas no requieren del tractor empujador, se usan para materiales suaves. Son muy útiles para excavar en arenas donde el material

es difícil de cargarse con los demás tipos de motoescrepas, su utilización está limitada para acarreos cortos y con pendientes muy suaves.

Nos queda ahora responder a las siguientes preguntas dado un trabajo determinado: qué tipo y qué tamaño de Motoescrepa debemos seleccionar?. - Suponiendo que se trata por supuesto de un trabajo para Motoescrepas, lo mínimo que debemos conocer es:

- 1.- La evaluación de la obra
  - 2.- Los costos de las máquinas
  - 3.- Los rendimientos y características más importantes de las máquinas (Dimensiones, peso avances técnicos en sus componentes, etc)
- 
- 1.- Entendemos en este caso por evaluación de la obra las cantidades de volúmenes a mover, las distancias a que hay que mover dichos volúmenes, el tipo de material (arena, limo, arcilla, tepetate, roca etc) su configuración topográfica y todos aquellos datos de la observación directa que permitan escoger la estrategia más conveniente para la realización del trabajo partiendo de la base de ejecutarlo con el mínimo esfuerzo.
  - 2.- Los costos de las máquinas que generalmente se refieren a la unidad horaria y que dependen de muchos factores (vida económica la máquina que depende a su vez del criterio de cada empresario, del lugar donde se utilice, sobre el nivel del mar o en zonas altas, en zonas desérticas o lluviosas, etc.) pero que básicamente se integran en tres conceptos:
    - 1.- Cargos Fijos
      - a).- Depreciación anual
      - b).- Intereses seguros impuestos
      - c).- Reparaciones mayores y menores
      - d).- Talleres
      - e).- Almacenaje

II.- Cargos por consumos

- a).- Combustibles
- b).- Lubricantes
- c).- Llantas
- d).- Eléctricos
- e).- Otros

III.- Cargos por Operación

- a).- Salarios de Operadores, Ayudantes, etc. La suma de los 3 cargos nos dará el costo por hora de operación de la máquina.

Los rendimientos son los volúmenes movidos durante la unidad horaria y que pueden ser obtenidas mediante:

- 1).- Observación directa
- 2).- Por medio de reglas y fórmulas
- 3).- Por medio de datos del Fabricante

Dado el tema a tratar nos concretaremos a estudiar el aspecto de selección de Motoescrepas analizando los rendimientos y suponiendo sin analizar una determinada obra y los costos de las máquinas.

A continuación presentamos ejemplo de datos de rendimientos obtenidos por observación directa (promedio de 3 observaciones tomadas con cronómetro) de un conjunto de 3 unidades con un empujador en un trabajo de terracerías en material suave y con un acarreo total de 800 mts. en camino sin revestir. Tomando el ciclo de una de las Motoescrepas como observación.

Tiempo medio de espera	0.28 minutos
Tiempo medio de demora	0.25 "
Tiempo medio de carga	0.65 "
Tiempo medio de acarreo	4.26 "
Tiempo medio de descarga	0.50 "
Tiempo medio de retorno	2.06 "
<b>T o t a l :</b>	<b>8.00 minutos</b>

D

Peso de la unidad vacía (en báscula) 22 070 kgs.

Peso de la unidad cargada.

Pesada No. 1	42 375 kgs.
Pesada No. 2	40 720 kgs.
Pesada No. 3	40 260 kgs.
	<hr/>
	123 355 kgs.
Peso medio	41 120 kgs.

- 1.- Peso medio de carga  $41\ 120 - 22\ 070 = 19\ 050$  kgs.
- 2.- Peso volumétrico del material  $1\ 890$  kg/m<sup>3</sup> en banco.
- 3.- Carga =  $\frac{19\ 050\ \text{kgs.}}{1\ 890\ \text{kg/m}^3} = 10$  m<sup>3</sup> en banco
- 4.- Ciclo =  $\frac{60\ \text{minutos}}{8.00\ \text{min.}} = 7.5$  viajes/hora
- 5.- Producción Media =  $7.5 \times 10 = 75$  m<sup>3</sup>/hora en banco

Este sistema es muy útil cuando ya se tienen las máquinas; por medio de muchas observaciones se corrigen las fallas y se llega a obtener el máximo de eficiencia en los trabajos.

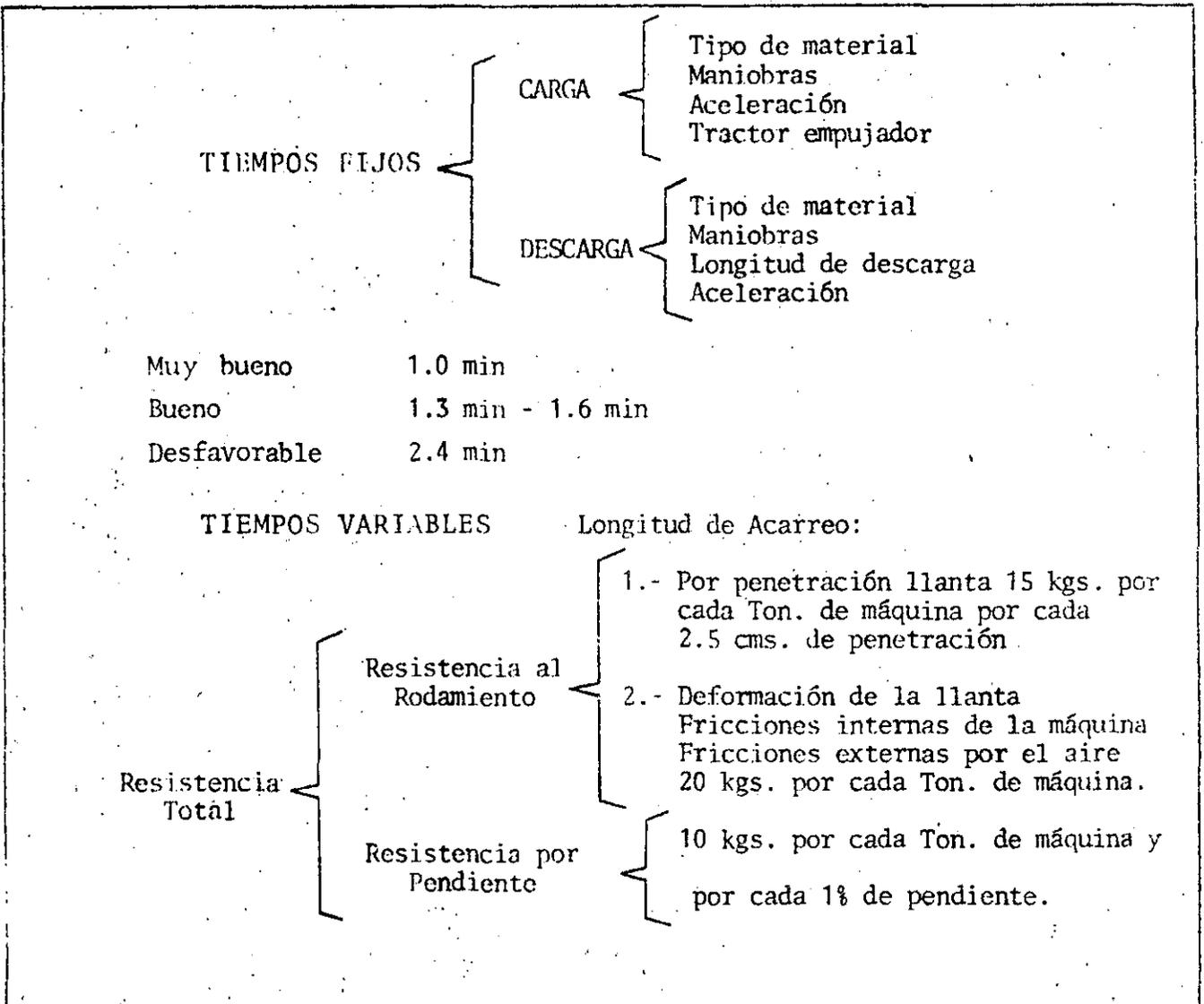
Por medio de Reglas y Fórmulas:

En general el ciclo de una motoescropa está formado por los tiempos durante los cuales la máquina carga, acarea, descarga y regresa al lugar de carga.

- a) La carga.- se realizará en el tiempo necesario cuando ayudada o no por el tractor empujador force el material con la cuchilla de la motoescropa hacia adentro de la caja y quede completamente llena.
- b) La descarga.- comprende el tiempo que necesita la máquina para que una vez en el lugar de depósito con la tapa semilevantada, la caja ligeramente inclinada y en movimiento tire todo el material en capas del espesor necesario.
- c) Las maniobras.- Son los tiempos que requiere la máquina en las vueltas que ejecute a la entrada de la carga y a la salida de la descarga.

- d) Las aceleraciones.- Son los tiempos que se requieren para ejecutar el cambio de velocidad de la caja de transmisión directa. En la actualidad las máquinas con cambios automáticos y de potencia permiten disminuir bastante estos tiempos.
- e) El acarreo.- Es el tiempo que requiere la máquina en transportar el material de la salida del sitio de carga al inicio en el sitio de descarga.
- f) El regreso o retorno.- Es el tiempo que requiere la máquina vacía de la salida del sitio de descarga al inicio en el sitio de carga.

Los tiempos anteriores han sido agrupados en 2 tiempos básicos: Tiempos fijos y Tiempos variables. En la tabla siguiente tenemos su división y sus dependencias.



Del material que va a ser movido es necesario conocer las siguientes características: PESO VOLUMETRICO, EXPANSION VOLUMETRICA Y COMPRESIBILIDAD.

El peso del material afecta la carga de la Motoescrepa y las velocidades de la misma durante el acarreo, no es lo mismo cargar y transportar -- escoria por ejemplo a transportar arcilla mojada, a mayor peso se requiere mayor potencia.

La Expansión Volumétrica es muy importante conocerla dado que la mayoría de las formas de pago al contratista es referida al volumen del material natural en el banco. Cuando el material es movido de su estado natural su volumen aumenta; por ejemplo un m<sup>3</sup> de arcilla en estado natural es igual a 1.4 m<sup>3</sup> en estado suelto. Si se transporta arcilla en una motoescrepa de 20 m<sup>3</sup> de capacidad colmada realmente estamos transportando  $\frac{20}{1.4} = 14.3$  m<sup>3</sup> de material en banco el cual es el que se multiplicará por el precio de paga y no los 20 m<sup>3</sup> abundados.

Para obtener los Pesos Volumétricos así como para los coeficientes de expansión volumétrica, que es la relación de volumen abundado a volumen en banco, existen tablas para los distintos tipos de materiales predominantes.

La compresibilidad es el estado del material después de aumentar artificialmente su peso volumétrico por medios mecánicos (compactado) mediante la reducción del porcentaje de vacíos al lograr que las partículas encuentren un mayor acomodo. La relación entre el volumen compactado y el volumen en banco obtenida de los datos de trabajo nos dará el coeficiente de compresibilidad.

Veamos un ejemplo de aplicación de los conceptos anteriores.

Volumen a colocar 10,000 m<sup>3</sup> de arcilla coeficiente de abundamiento=1.4

Coeficiente de compresibilidad = 0.8

Se moverá en motoescrepa de 20 m<sup>3</sup> colmados

Se desea saber:

- 1.- Volumen en banco necesario.
- 2.- Número de viajes.

$$\text{Volumen en banco} = \frac{10,000}{0.8} = 12,500 \text{ m}^3$$

Capacidad de la motoescrepa

$$\text{Referida a banco} = \frac{20 \text{ m}^3}{1.4} = 14.3 \text{ m}^3$$

$$\text{Número de viajes} = \frac{12,500}{14.3} = 869$$

Las maniobras y aceleraciones dependen básicamente de la habilidad del operador.

El objetivo que estamos persiguiendo es el de realizar un trabajo a la mayor velocidad posible para obtener el máximo de volumen movido en el tiempo mínimo posible y por supuesto al menor costo factible.

Para lograr esto necesitamos conocer la potencia necesaria de la máquina para realizar el trabajo. Las potencias disponibles de las máquinas existentes en el mercado y por último la potencia utilizable que es la potencia disponible limitada por las condiciones del trabajo.

Los factores que debemos considerar son:

Resistencia al Rodamiento que es una medida de la fuerza requerida para empujar o jalar y hacer rodar las ruedas en el suelo. Depende de las condiciones del terreno y del peso de la máquina vacía o cargada. Mientras más se hundan las ruedas en el terreno mayor es la resistencia.

12

La experiencia da como dato. -- 15 kgs. por cada tonelada de carga y por cada 2.5 cms. de penetración. Se puede considerar aproximada para caminos:

Sin revestir	-	7.5 cm. de penetración
Revestidos	-	5.0 cm. de penetración
Pavimentados	-	2.5 cm. de penetración

Otros factores que intervienen son: la deformación de la llanta, el ancho de la misma, el dibujo, la velocidad (a mayor velocidad mayor resistencia del aire), las fricciones internas de las componentes de la máquina, etc.

En una máquina que este funcionando normalmente se consideran los factores anteriores constantese igual a una resistencia de 20 kgs. por cada tonelada de máquina cargada o descargada según sea el caso.

Del ejemplo de observación.

Una motoescropa cuyo peso total es 41 120 kgs. en un camino revestido de penetración de llanta de 7.5 cms. la Resistencia al Rodamiento será:

$$\begin{aligned}
 15 \text{ kgs/Ton} \times 3 + 20 \text{ kgs/Ton} &= 65 \text{ kg/Ton.} \\
 65 \text{ kgs/Ton} \times 41.120 \text{ Tons.} &= \underline{2\ 673 \text{ kgs.}}
 \end{aligned}$$

Resistencia por Pendiente: Esta resistencia es causada por la fuerza de gravedad, puede ser a favor o en contra, dependiendo del sentido de movimiento de la máquina, se calcula aproximadamente tomando un valor de 10 kg. por tonelada por cada 1 % de inclinación.

Ya tenemos la Resistencia al Rodamiento y la Resistencia por pendiente.

$$\text{La Resistencia Total} = R. R. + R. P.$$

La Resistencia total nos marca la fuerza de tracción necesaria para mover la máquina.

13

Esta fuerza de tracción la debemos comparar con la fuerza de tracción disponible de la máquina, la cual está íntimamente ligada con las diferentes velocidades que desarrolla por medio del sistema de transmisión que tenga. Así tendremos que una máquina desarrolla una gran fuerza de tracción a baja velocidad y poca fuerza de tracción a altas velocidades.

Como ejemplo tenemos:

La Resistencia total de una motoescrepa es de 3 200 kgs. o (fuerza de tracción necesaria), la cual comparamos con las diferentes fuerzas de Tracción -Velocidad de la siguiente tabla:

Transmisión	Velocidad Km/h	Fuerza de Tracción disponible. Tons.
1a.	3.7	10.230
2a.	7.3	5.335
3a.	11.6	3.310
4a.	18.8	2.055
5a.	30.3	1.275

La Motoescrepa debe ser operada en 3a. velocidad con una fuerza de tracción 3 310 kgs. y una velocidad de 11.6 km/hora. Podríamos operarla en la. ó 2a. pero lo único que conseguiríamos es desperdiciar potencia y en consecuencia ir a menos velocidad. No podemos usar la 4a. ó 5a. porque la máquina no se movería.

La Potencia disponible no siempre es la potencia utilizable, está limitada por dos factores.

Coefficiente de Tracción.- que es la relación que existe entre la fuerza de tracción de las ruedas motrices y la fuerza que puede desarrollar contra el terreno. Es decir si una máquina trabaja en una superficie resbalosa es muy probable que la fuerza que desarrolla con el terreno sea inferior a la fuerza de tracción disponible y entonces las llantas - patinarán. Se tienen tablas donde se dan los datos de coeficiente de tracción para diferentes terrenos; por ejemplo en tierra firme el coeficiente de tracción es de 0.50 y en tierra suelta es de 0.40; la fuerza de tracción utilizable se obtiene multiplicando el coeficiente de tracción por el peso sobre las ruedas motrices.

Ejemplo:

Que fuerza de tracción utilizable en las ruedas puede ejercer una Motoescrepa cuyo peso en las ruedas propulsadas es de 23 600 kgs.

En tierra firme:

$$0.50 \times 23\ 600 = 11\ 800 \text{ kgs.}$$

En tierra suelta:

$$0.40 \times 23\ 600 = 9\ 440 \text{ kgs.}$$

El coeficiente de tracción depende del peso sobre las ruedas motrices y de las condiciones del suelo. Siempre podrá corregirse esto mejorando el terreno donde opere la máquina.

Altitud: La altitud es otra limitación a la potencia disponible de la máquina. A medida que aumenta la altura sobre el nivel del mar la eficiencia de los motores disminuye. En la actualidad algunas máquinas con motor turbo alimentado solo pierden potencia a partir de los 3000 m. sobre el nivel del mar. La mayoría de las máquinas se diseñan para funcionar hasta 1500 m. sin pérdida de potencia y se considera un porcentaje del 1% de pérdida de potencia para cada 100 m. de altitud después de los 1500 m. Cada fabricante proporciona tablas para corregir la potencia disponible por altitud.

En resumen estas son las secuencias para calcular la velocidad de trabajo de una máquina.

SECUENCIAS PARA CALCULAR LA VELOCIDAD DE TRABAJO DE UNA MÁQUINA

- 10.- Determinése la Fuerza de tracción necesaria que es la suma de la Resistencia al Rodamiento más la Resistencia por Pendiente.
- 20.- Compárese la Fuerza de Tracción necesaria con la Fuerza de Tracción Velocidad disponible de las especificaciones de la máquina.
- 30.- De la comparación anterior selecciónese la más alta velocidad que sea aconsejable usar.
- 40.- En caso necesario considérese la tracción que ofrece el terreno y de termínese la Fuerza de Tracción Utilizable - Velocidad.
- 50.- Si el trabajo se lleva a cabo a una altitud mayor de 1 500 mts. calcúlese la pérdida de potencia y revítese la nueva velocidad más aconsejable.

Una vez conocida la velocidad adecuada para la máquina en los diferentes tramos del camino de acarreo, estamos en posibilidad de calcular la velocidad media. Los fabricantes aconsejan que se multiplique la velocidad máxima por 0.65, suponiendo que la máquina parte del reposo. Si se supone que parte de una velocidad inicial el factor se modificará.

En general a lo largo de un camino podemos suponer que se presentan diferentes pendientes, diferentes resistencias al rodamiento y que no son factibles o convenientes de modificarse, en este caso las relaciones de transmisión de la máquina en movimiento, serán variables, es decir se requieran varios cambios de Transmisión. Para calcular la velocidad media se acostumbra en estos casos dividir el camino en los diferentes tramos y hacer el análisis de cada uno de ellos, calculando su velocidad media.

16

Una vez conocida la velocidad media y la longitud de recorrido estamos en posibilidad de calcular el tiempo o los tiempos en los diferentes tramos con solo dividir dicha longitud entre la velocidad media.

La suma de los tiempos de ida y vuelta más los tiempos fijos nos dará el Tiempo Total del Ciclo de Operación de la máquina.

Con este tiempo podemos calcular la producción horaria de la máquina y el costo por m<sup>3</sup> de material movido en Banco.

Ejemplo para ver el proceso de cálculo:

Problema:

La Empresa "A" tiene que ejecutar un trabajo consistente en mover - 800 000 m<sup>3</sup> para la construcción de una pista de aterrizaje, cuenta la Empresa con el siguiente Equipo.

6 Motoescrapas. Caterpillar 621 de 15 m<sup>3</sup> de capacidad colmada.

2 Tractores D-8H con empujador amortiguado.

Se supone que no se ejecutará la compactación del material, únicamente la extracción, carga, acarreo, transporte y colocación en capas del mismo.

Los Datos son:

Material	--	limo arenoso seco
Peso Volumétrico	-	1 600 kg/m <sup>3</sup>
Altitud S.N.M.	-	2 000 m.
Longitud de acarreo	-	1 300 m. de los cuales:
1 000 mts.	-	Tienen 4% de pendiente Ad-versa
y 300 mts. tienen	-	2% Favorables
Coeficiente de abundamiento	=	1.25 o su recíproco 0.8
Peso de la máquina vacía	=	23.6 Tons.
Peso de la máquina cargada del equipo	=	23.6 Tons. + 1 600x0.8x15m <sup>3</sup> = 43

Costos horarios: según la Empresa

Tractor - \$ 19,648.23/hora  
 Motoescropa - \$ 13,389.05/hora

La Empresa desea saber el costo por m<sup>3</sup> en banco más barato con los siguientes tipos de camino de acarreo.

- a) Sin revestir
- b) Revestido
- c) Pavimentado

## I.- Suposición de los tiempos fijos:

Dada la experiencia que tiene la Empresa de acuerdo con su equipo, toma como tiempos fijos (carga y descarga) = 1.3 minutos

## II.- Cálculo de los tiempos variables:

A).- Resistencia al Rodamiento - 15 kg/por cada Ton. de máquina por cada 2.5 cm. de penetración.

7.5 cm. en camino sin revestir = 45 kg/ton. M.  
 5.0 cm. en camino revestido = 30 kg/ton. M.  
 2.5 cm. en camino pavimentado = 15 kg/ton. M.

A estas cantidades habrá que sumarle 20 kg/ton. M. por deformación de llanta, fricciones internas, etc.

B).- Resistencia por Pendiente: 10 kg/Ton. M. por cada 1 %.

Sección de 1000 m. de ida = 4% x 10 = 40 kg/T.M.  
 Sección de 300 m. de ida = 2% x 10 = 20 kg/T.M.  
 Sección de 1000 m. de regreso = 4% x 10 = 40 kg/T.M.  
 Sección de 300 m. de regreso = 2% x 10 = 20 kg/T.M.

R E S U M I E N D O

## DE IDA (CARGADA)

Tipo de Camino	Resist. al Rod. kg/T.M.	R. por P. kg/T.M.		R. Total kg/T.M.	
		1000 m.	300 m.	1000 m.	300 m.
Sin revestir	65	40	-20	105	45
Revestido	50	40	-20	90	30
Pavimentado	35	40	-20	75	15

DE REGRESO (VACIA)

Tipo de Camino	Resist. al Rod. Kg/T.M.	P. por P. kg/T.M.		R. Total kg	
		300 m.	1000 m.	300 m.	1000 m.
Sin revestir	65	20	-40	85	25
Revestido	50	20	-40	70	10
Pavimentado	35	20	-40	55	-5

Cálculo de la R. Total o Rimpull de la máquina.

Resistencia Total x Peso de la máquina cargada.

Resistencia total x Peso de la máquina vacía.

También la Resistencia Total puede hacerse equivalente a la pendiente de un camino ficticio es decir si tenemos que la resistencia por pendiente es igual a 10 kg. por cada Ton. de Máquina y por cada 1% de pendiente bastará dividir la resistencia total entre 10 para obtener el % de pendiente equivalente. Esto se hace en virtud de que las gráficas de algunos fabricantes las presentan como Rimpull o en % de pendiente o ambos.

PESO MOTOCREPA CARGADA = 43 TONS. DE IDA

Tipo de Camino	R. T. o Rimpull Toneladas		R. T. en % Pendiente	
	1000	300	1000	300
Sin revestir 105 - 45	4.5	1.9	10.5	4.5
Revestido 90 - 30	3.9	1.3	9.0	3.0
Pavimentado 75 - 15	3.2	0.7	7.5	1.5

PESO MOTOESCREPA VACIA = 23.6 TON. DE REGRESO

Tipo de Camino	R. T. o Rimpull toneladas		R.T. en % de Pendiente	
	300	1000	300	1000
Sin revestir 85 - 25	2.0	0.6	8.5	2.5
Revestido 70 - 10	1.7	0.2	7.0	1.0
Pavimentado 55 - (-15)	1.3	-0.1	5.5	-0.5

Cuando se obtiene el Rimpull o el % de pendiente negativo quiere decir que la máquina puede acelerarse más allá de su velocidad máxima permisible, sin embargo las máquinas actuales tienen un retardador que impide que esto suceda, evitando el uso excesivo de los frenos.

Revisemos el coeficiente de Tracción contra el suelo para las condiciones más desfavorables.

Coeficiente en camino sin revestir = 0.45

Peso de la máquina cargada en las ruedas motrices 63%

$0.63 \times 43 \text{ T} \times 0.45 = 12 \text{ T.}$

Peso de la máquina vacía en las ruedas motrices 63%

$0.63 \times 23.6 \text{ T.} \times 0.45 = 6.8 \text{ T.}$

Cubren ampliamente para las resistencias totales de 4.5 Tons. cargada y 2.0 Tons. vacía.

#### Corrección por altitud.

La máquina puede trabajar al 100% de potencia a 1 500 m., los 500 mts. restantes serán igual a:

$$\frac{500}{100} \times 1\% \text{ por cada } 100 \text{ mts.} = 5\%$$

Habrã que multiplicar las Resistencias Totales o Rimpull de los cuadros anteriores por 1.05 .

## MOTOESCREPA CARGADA

Tipo de Camino	R. T. TONS. (RIMPULL)		R. T. % DE PENDIENTE	
	1000	300	1000	300
Sin revestir	4.7	2.0	11.0	4.7
Revestido	4.1	1.4	9.5	3.2
Pavimentado	3.3	0.7	8.0	1.6

## MOTOESCREPA VACIA

Tipo de Camino	R. T. TONS. (RIMPULL)		R. T. % DE PENDIENTE	
	300	1000	300	1000
Sin revestir	2.1	0.6	9.0	2.6
Revestido	1.8	0.2	7.5	1.1
Pavimentado	1.4	-0.1	6.0	-0.5

Con los datos anteriores entramos a la gráfica proporcionada por el fabricante.

Se puede entrar con el Rimpull o con el % de pendiente por ejemplo para 4.7 de Rimpull o 11% de pendiente, se procede de la siguiente forma:

En donde dice Fuerza de Tracción o Rimpull de la escala vertical del lado izquierdo, buscamos 4.7 Tons. seguimos en una línea horizontal hasta interceptar la curva correspondiente a la 4a. velocidad, de este punto bajamos verticalmente y encontramos en la escala horizontal la velocidad de 15 Km/h.

Si procedemos con la pendiente, buscamos del lado derecho en la escala aproximadamente el 11% de pendiente descendemos en una línea paralela a las demás líneas marcadas y donde cruce con la línea punteada vertical de carga de 21 800 kgs. trazamos una horizontal hacia la izquierda hasta encontrar el mismo punto de cruce con la curva correspondiente a la 4a. velocidad, después procedemos igual que en el caso anterior, bajamos verticalmente y encontramos la misma velocidad de 15 Km./hora.

Procediendo de la misma forma para todos los casos obtenemos los siguientes resultados:

#### VELOCIDADES DE LA MOTOESCREPA CARGADA

Tipo de Camino	Velocidad para los 1000 m.	Transmisión	Velocidad para los 300 m.	Transmisión
Sin Revestir	15 Km/h.	4a.	34 km/h.	7a.
Revestido	16 Km/h.	4a.	48 km/h.	8a.
Pavimentado	20 Km/h.	5a.	50 km/h.	8a.

#### VELOCIDADES DE LA MOTOESCREPA VACIA

Tipo de Camino	Velocidad para los 300 m.	Transmisión	Velocidad para los 1000 m.	Transmisión
Sin Revestir	34 km/h.	7a.	50 km/h.	8a.
Revestido	37 km/h.	7a.	50 km/h.	8a.
Pavimentado	49 km/h.	8a.	50 km/h.	8a.

Las tablas anteriores son muy importantes ya que físicamente en el camino se pueden marcar en un cuadro, como las señales de velocidad de los caminos, - la velocidad a la que debe transitar la Motocicleta.

Por ejemplo si se escogiera el tipo de camino pavimentado:

A la salida del corte se marcaría 20 km/h. y a los 1000 mts. otra señal - que indicará 50 km/h. en el sentido de ida. Y de regreso, prácticamente desde - la salida del tiro hasta la entrada del corte 50 km/h.

Las velocidades anteriores son las velocidades máximas, debemos multipli- carlas por 0.65 para obtener las velocidades medias que consideran las acce- raciones y desaceleraciones.

#### VELOCIDADES MEDIAS (CARGADA)

Tipo de Camino	Velocidad para los 1000 m.	Velocidad para los 300 m.
Sin revestir	10 km/h.	22 km/h.
Revestido	11 km/h.	31 km/h.
Pavimentado	13 km/h.	35 km/h.

#### VELOCIDADES MEDIAS (VACIA)

Tipo de Camino	Velocidad para los 300 m.	Velocidad para los 1000 m.
Sin revestir	22 km/h.	35 km/h.
Revestido	24 km/h.	35 km/h.
Pavimentado	31 km/h.	35 km/h.

Con las velocidades medias y las longitudes podemos calcular los tiempos; bastará dividir la longitud por 60 minutos entre la velocidad en metros - por hora.

$$t = \frac{L \times 60}{V \text{ (m/h)}} = \text{tiempo en minutos}$$

#### TIEMPOS DE MOTOESCREPA CARGADA

Tipo de Camino	Tiempo en los 1000 m.	Tiempo en los 300 m.	T. Total
Sin revestir	6.0 min.	0.8 min.	6.8 min.
Revestido	5.5 min.	0.6 min.	6.1 min.
Pavimentado	4.6 min.	0.5 min.	5.1 min.

#### TIEMPOS DE MOTOESCREPA VACIA

Tipo de Camino	Tiempo en los 300 m.	Tiempo en los 1000 m.	T. Total
Sin revestir	0.8 min.	1.7 min.	2.5 min.
Revestido	0.7 min.	1.7 min.	2.4 min.
Pavimentado	0.6 min.	1.7 min.	2.3 min.

El siguiente paso es obtener el tiempo total del ciclo. (Tiempos fijos más tiempos variables) y la producción horaria en banco.

24

TIEMPO TOTAL DEL CICLO EN SEGUNDOS Y  
M<sup>3</sup>/H. EN BANCO.

Tipo de Camino	Tiempos Fijos	Tiempos variables		Tiempo Total	Número de viajes por Hora	M <sup>3</sup> /H
		ida	regreso			
Sin revestir	1.3	6.8	2.5	10.5	5.7	67
Revestido	1.3	6.1	2.4	9.8	6.1	73
Pavimentado	1.3	5.1	2.3	8.7	6.9	83

COEFICIENTE DE ABUNDAMIENTO = 1.25 ó 0.8 por el P.  
 CAPACIDAD COLMADA DE LA MOTOESCREPA = 15 m<sup>3</sup>  
 CAPACIDAD DE LA MOTOESCREPA EN BANCO = 15 x 0.8 = 12 m<sup>3</sup>

Esta producción esta considerada para horas de 60 minutos, es lógico pensar que esto es poco real en virtud de que intervienen factores tales como la experiencia, la habilidad de los operadores, descomposturas, demoras imprevistas, etc., por lo cual la producción al 100% de eficiencia deberá afectársele del factor de eficiencia que considere cada empresa de acuerdo con su experiencia en términos generales un factor de eficiencia del 70% es bastante bueno. Con esto último calcularemos la producción real, el costo por m<sup>3</sup> de material movido en banco. Antes de pasar a realizar este cálculo analizaremos si el equipo de 2 tractores y 6 motoescrepas esta balanceado.

Las maniobras que realiza el empujador considerando que tiene placa amortiguadora hasta para una velocidad de 8 km/h y que no tiene pérdida en el acomodo para el empuje son: Impulso, retorno y maniobras se considera que este tiempo lo realiza entre 1.6 minutos con mucha eficiencia y 2.4 con regular. Tomaremos para este caso 2 minutos, el valor medio.

## NUMERO DE MOTOESCREPAS

Tipo de camino	Tiempo del ciclo de la Motoescrpa	Tiempo de ciclo del tractor empujador.	Número de Motoescrepas
Sin revestir	10.6	2.0	6
Revestido	9.8	2.0	5
Pavimentado	8.7	2.0	5

De este cuadro se observa que en el peor de los casos se requiere únicamente 1 tractor empujador y 6 motoescrepas.

## Costo de los conjuntos:

Costo horario del tractor                    \$ 19,648.23

Costo horario Motoescrpa                    \$ 13,389.05

## Costo conjunto 1 tractor y 6 Motoescrepas.

1 x \$19,648.23 = \$ 19,648.23/hora

6 x \$13,389.05 = \$ 80,334.30/hora

Costo total = \$ 99,982.53/hora

## Costo conjunto 1 tractor y 5 Motoescrepas

1 x \$19,648.23 = \$ 19,648.23

5 x \$13,389.05 = \$ 66,945.25

Costo total = \$ 86,593.48

26

Producción real para:

A.- Camino sin revestir:

67 m<sup>3</sup>/h x 0.7 x 6 máquinas = 281 m<sup>3</sup>/h

B.- Camino revestido:

73 m<sup>3</sup>/h x 0.7 x 5 máquinas = 256 m<sup>3</sup>/h

C.- Camino pavimentado:

83 m<sup>3</sup>/h x 0.7 x 5 máquinas = 291 m<sup>3</sup>/h

Costo por m<sup>3</sup>/h movido en banco:

A.- Camino sin revestir:

$\frac{\$99,982.53/h}{281 \text{ m}^3/h} = \$355.81$

Costo total = 355.81 x 800,000 m<sup>3</sup> = \$284'648,000.00

B.- Camino revestido:

$\frac{\$86,593.48/h}{256 \text{ m}^3/h} = \$338.25$

Costo total = 338.25 x 800,000 m<sup>3</sup> = \$270'604,620.00

C.- Camino pavimentado:

$\frac{\$86,593.48/h}{291 \text{ m}^3/h} = \$297.57$

Costo total = 297.57 x 800,000 m<sup>3</sup> = \$238'057,680.00

Por último:

27

Obtención de Rendimientos por medio de datos proporcionados por el fabricante:

En el siguiente ejemplo vemos los diferentes rendimientos y costos para un camino con una resistencia determinada. La Caterpillar ha estudiado un gran número de combinaciones con la cual facilita bastante la selección del equipo.

DISTANCIA DE ACARREO EN METROS (MEDIO CICLO)

CAMINO DE 100 kg/T

	75	152	305	610	915	1525
<b>627</b>						
Producción de una sola unidad m <sup>3</sup> en b/hr	343	287	217	146	110	73
Traíllas/Empujador	2	2	3	4	6	6
Costo (¢ m <sup>3</sup> en b*)	14,8	17,7	21,2	29,8	37,4	56,4
<b>621</b>						
Producción de una sola unidad m <sup>3</sup> en b/hr	288	241	183	123	93	62
Traíllas/Empujador	2	2	3	5	6	6
Costo (¢ m <sup>3</sup> en b*)	14,7	17,6	20,7	28,8	35,8	53,7
<b>623</b>						
Producción de una sola unidad m <sup>3</sup> en b/hr	243	204	154	103	78	52
Traíllas/Empujador	-	-	-	-	-	-
Costo (¢ m <sup>3</sup> en b*)	12,8	15,4	20,3	30,4	40,2	60,2
<b>627</b>						
Producción de una sola unidad m <sup>3</sup> en b/hr	281	239	184	126	96	65
Traíllas/Empujador	-	-	-	-	-	-
Costo (¢ m <sup>3</sup> en b*)	12,9	15,0	19,5	28,5	37,4	55,2
La unidad más económica	623	627 de T y E	627 de T y E	627 de T y E	621	621

\*Utilizando los porcentajes de la eficiencia de la flotilla y de la disponibilidad de la traílla.

28

Conclusiones:

Para cada tipo de trabajo deberá estudiarse la selección adecuada de equipo.

Siempre existirá alguna solución para reducir los tiempos fijos y variables, en el caso de las motoscrapas.

Reducción de Tiempos fijos.-

Realizar la carga con pendiente favorable.

Escoger el empujador más adecuado.

Educación del Operador.

etc.

Reducción de Tiempos variables.-

Camino adecuado (revestido o pavimentado), en caso de acarreos cortos o también en caminos revestidos conservación de los mismos mediante uso de Motoconformadora, riego de agua y en algunos casos equipo auxiliar de compactación.

Señalamiento de las velocidades a lo largo del camino.

Tratar de localizar el camino sin pendientes ó modificarlo al máximo.

etc.

Existen aditamentos especiales en las Motoscrapas que permiten también obtener una buena reducción en los tiempos tales como: Enganche o Empujador amortiguado, Asiento del operador amortiguado que permite una mejor operación de la máquina, transmisión automática, etc.

Recuérdese siempre que tiempo es dinero .

No olvidar respetar el mantenimiento que especifique el fabricante para la máquina .

29

## PROBLEMA:

Una compañía tiene por realizar un movimiento de tierras consistente en excavar y acarrerar a una distancia de 300 m. un material limo arenoso, con un peso volumétrico de  $1\ 500\ \text{kg/m}^3$  en banco y un coeficiente de abundamiento de 1.2

Las máquinas posibles de usarse son: "A" 621(1 motor), "B" 627 T. y E., "C" 637 (2 motores), "D" 637 T. y E. (2 motores).

Máquina	Tiempo carga Maniobras y Descarga (Minutos)	Capacidad ( $\text{m}^3$ )	Peso máquina v a c í a (Toneladas)	Costo Horario
a) "A"	1.3	10.7 a 15.3	23.6	\$ 320.00/h
b) "B"	1.7*	10.7 a 15.3	28.8	\$ 380.00/h
c) "C"	1.2	16.0 a 23.0	37.95	\$ 420.00/h
d) "D"	1.6*	16.0 a 23.0	37.95	\$ 460.00/h

a) Las 621 son ayudadas a cargar con un Tractor D-8 serie H.

c) Las 637 son ayudadas a cargar con un Tractor D-9 serie G.

El lugar de la obra se encuentra a 2 800 m. sobre el nivel del mar.

La resistencia total al rodamiento es de 100 kg/ton.

La longitud total de acarreo (cargada y vacía) = 600 m.

Se necesita determinar el grupo de máquinas que de el costo más bajo por metro cúbico movido en banco.

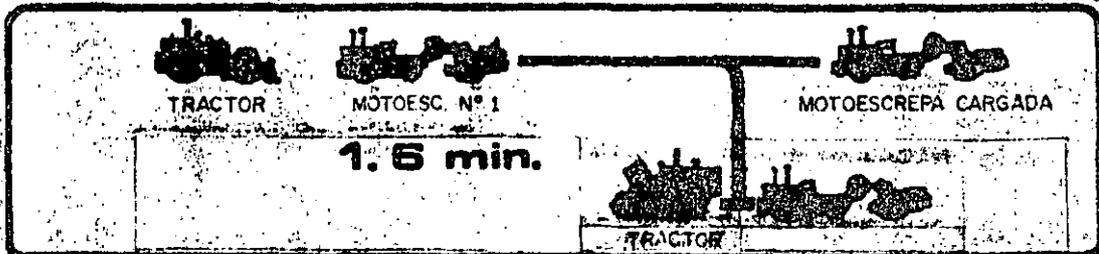
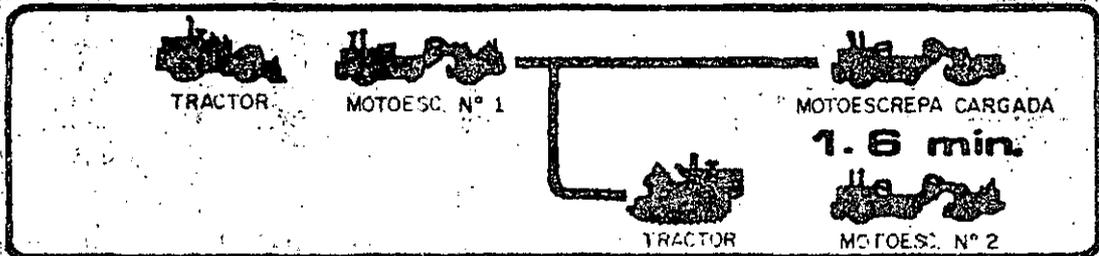
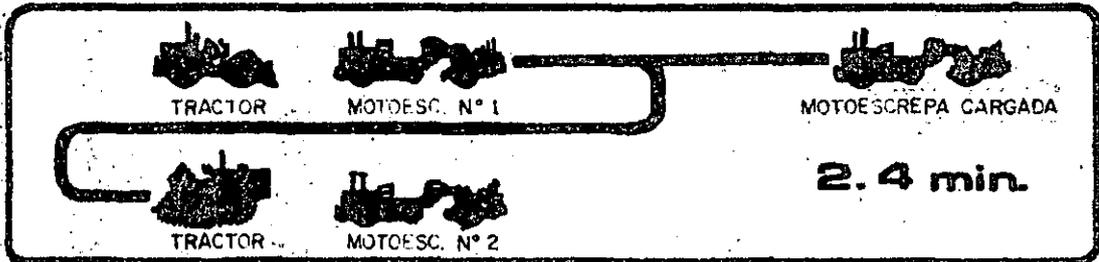
30

Los tiempos y costos de los Tractores son:

Máquina	Tiempo	Ciclo	Costo
D8H	1.5	a 2 min.	\$ 280.00/h
D9G	1.5	a 2 min.	\$ 350.00/h

\* Para las dos motoescrepas

## EMPUJADORES



31

DATOS:

SE USARAN MOTOESCREPAS CAT. 621 CAPACIDAD 14 - 20 Y d3.  
10.7-15.3 m3.

POTENCIA 300 HP

VELOCIDAD MAXIMA 50 K/H

PESO DE LA MOTOESCREPA (VACIA) = 25,600 KG

CARGA SOBRE EL EJE DE TRACCION = 53%

SE USARA TRACTOR EMPUJADOR D8-K CICLO DEL TRACTOR = 2.4

CAMINO SIN REVESTIR

EL MATERIAL ES ARCILLO LIMOSO.

SE CONSIDERARAN LOS SIGUIENTES FACTORES:

RESISTENCIA AL RODAMIENTO = 0.05

FACTOR DE VELOCIDAD = 0.7

EFICIENCIA = 45 min/hora

ALTURA SOBRE EL NIVEL DEL MAR = 600 M

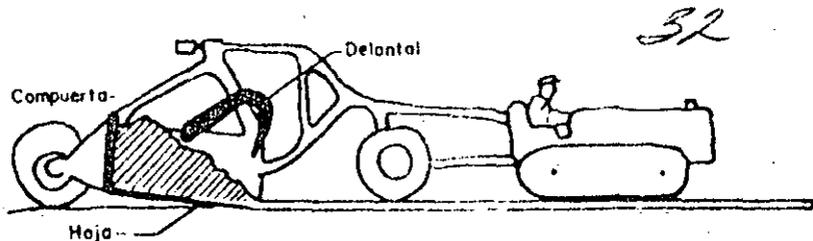
TIEMPOS Fijos DE 1.5 MIN.

RESISTENCIA POR PENDIENTES = 10 KG X TON X 1%

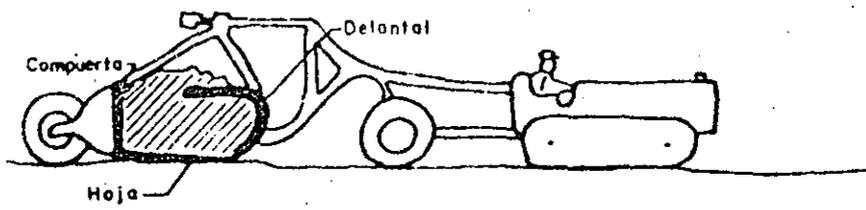
RESISTENCIA AL RODAMIENTO 15 KG X TON X 2.5 CM PENETRACION.  
20 KG X TON (DEFORMACION E INTERNA)

PREGUNTAS:

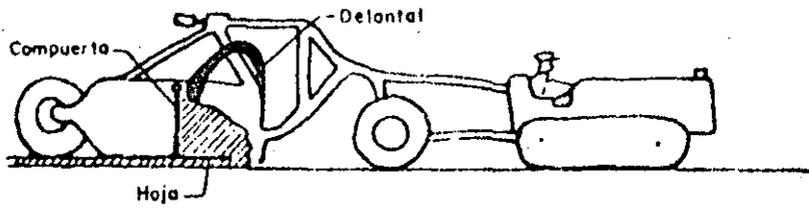
1. TIEMPO DEL CICLO
2. RENDIMIENTO DE UNA MOTOESCREPA POR HORA
3. EQUIPO REQUERIDO PARA REALIZAR ESTE TRABAJO EN 7 DIAS HABILES CON TURNOS DE 8 HORAS
4. DETERMINAR EL COSTO UNITARIO DIRECTO DE M3 DE MATERIAL EXCAVADO



C A R G A



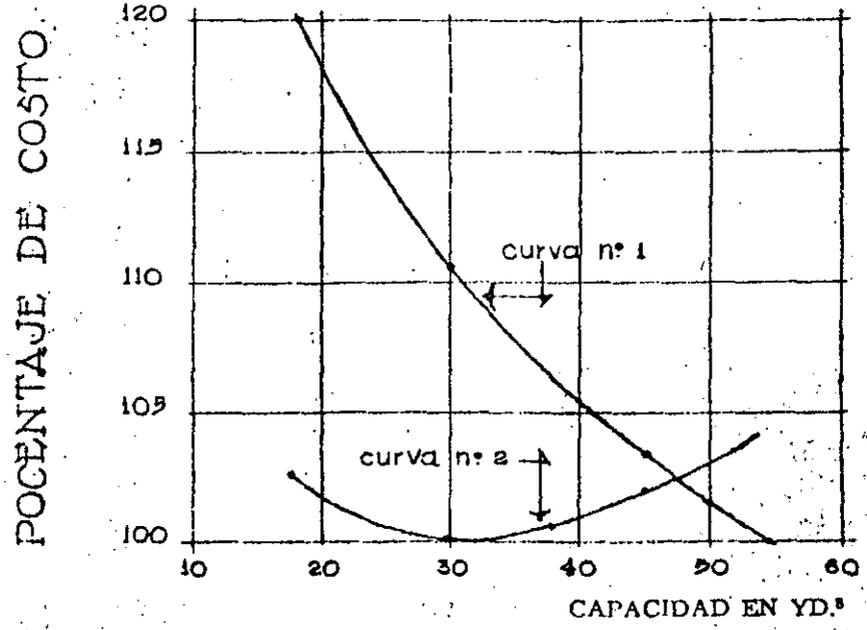
A C A R R E O



E X T E N D I D O

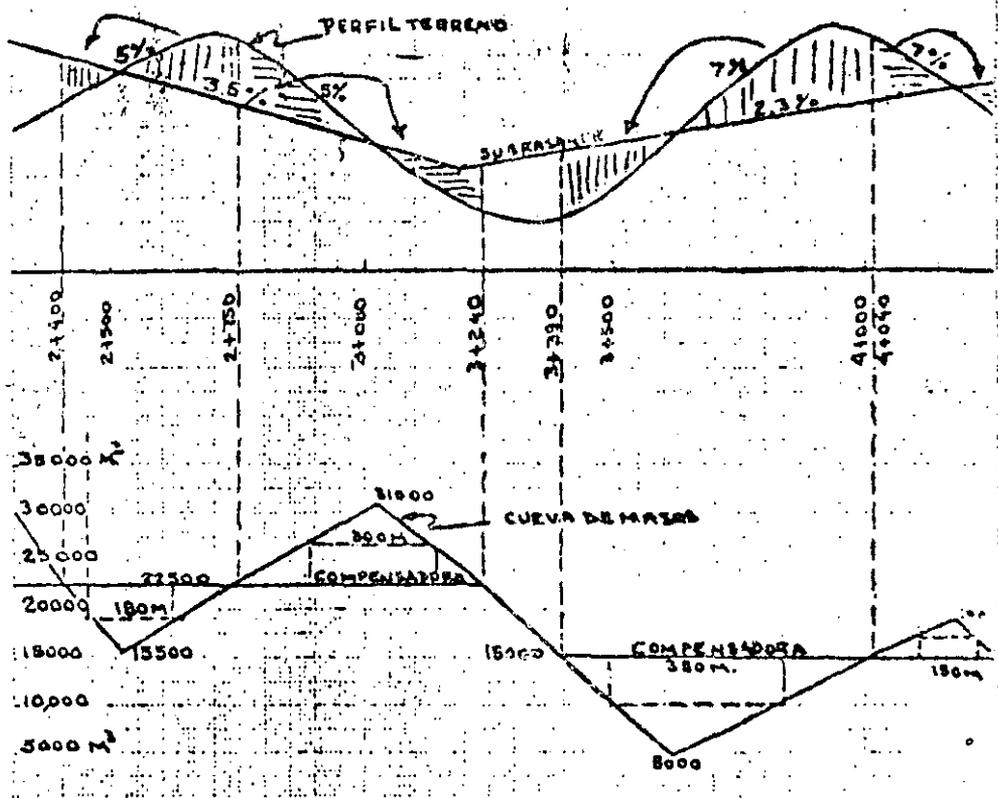
FIGURA 1

INFLUENCIA DEL TAMAÑO EN EL COSTO



GRAFICA 1

PROBLEMA



MATERIAL ARCILLO LINDO  
 PESO VOLUMETRICO SUELTO = 800 KG/M<sup>3</sup>  
 PESO VOLUMETRICO EN BANCO = 1150 KG/M<sup>3</sup>  
 LOS TRESTANOS LATERALES ESTAN DETERMINADOS A UNA FRONTE DE 40 A 60 M. MEDIDA TRANSVERSALMENTE DESDE EL EJE DEL CAMINO.  
 LOS DEPOSITOS PARA MATERIAL A DESPERDICIO ESTAN LOCALIZADOS A 700 M. A LA DERECHA DEL KM 2+000.

\_\_ EQUIPO REQUERIDO PARA REALIZAR ESTE TRABAJO EN 7 DIAS  
SE DEBERA ANALIZAR DE ACUERDO CON LOS RENDIMIENTOS CALCULADOS;  
DEBIENDOSE CONSIDERAR COMO ALTERNATIVAS:

- a).- INCREMENTA A TURNO DE 10 HORAS
- b).- INCREMENTAR A TURNO DOBLE
- c).- ANALIZAR EQUIPO CON MAYOR CAPACIDAD
- d).- ANALIZAR EQUIPO PUSH-PULL, CON CICLOS LARGOS

\_\_ EL COSTO UNITARIO DIRECTO DE M3 DE MATERIAL EXCAVADO SE OBTENDRA DEL COSTO HORARIO DE LA MAQUINARIA QUE INTERVIENE EN CADA TRAMO DIVIDIDO ENTRE EL RENDIMIENTO DE ESE TRAMO.

LOS COSTOS PODRAN SER DIFERENTES, DEPENDIENDO DE CADA ANALISIS PERO A MANERA DE RECOMENDACION SE SUGIERE TOMAR EN CUENTA:

- \_\_ RELACION COSTO UNITARIO - VOLUMEN DEL TRAMO
- \_\_ NUMERO DE MAQUINAS DE CADA TRAMO
- \_\_ CONSISTENCIA O VARIABILIDAD DE LOS CICLOS

DE ESTE ANALISIS SE PODRA DETERMINAR UN COSTO UNITARIO QUE SEA REPRESENTATIVO DE LOS RENDIMIENTOS CALCULADOS.

# Tractor - trailla 621B



### transmisión

Servomotor hidráulico de 8 velocidades, fabricado por Caterpillar. Primer, segundo y tercero son velocidades con convertidor de par, y los otros son en marcha directa. El control mediante una sola palanca suministra cambios automáticos desde la 2a velocidad hasta la 8a, pero no hace cambios más allá de la velocidad elegida con la palanca. Cuando se usa el pedal para fijación, no se producen cambios automáticos de otra hoja. Primer, segundo, tercero y la velocidad más alta que se desea se fijan a mano.



### control del diferencial

La tracción del diferencial, de fabricación Caterpillar, se acciona a pedal, y evita de modo efectivo que cualquiera de las ruedas propuloras gire en falso o sufra de las ruedas deslizantes del suelo. El diferencial funciona de modo usual cuando no está ocupada la tracción.



### ruedas finales

De aspecto diseño planetario y soportes totalmente flotantes que se ajustan independientemente del manejo de las ruedas. Cajas de doble hilera de raíllos, no requieren alineación especial. Conjuntos protegidos por sellos de Anillo Planetario Duo-Cone.



### sistema de la dirección

Dos cilindros hidráulicos de doble acción con accionamiento hidráulico de regulamiento para operación como si fuera un punto fijo. De velocidad constante. Con giro completo de 90° a la der. o a la izq., sin restricciones si hay cabina o techo con protecciones ROPS. Ancho requerido para girar sin paradas ..... 11,1 m (36' 6")



### freno

El sistema se cifra a las regulaciones de la OSHA.) De tipo resaca de expansión, activado por giro y operación a las velocidades de modo que actúan primero en la trailla. Los frenos de expansión se accionan y absorben la gran energía de los frenos de servicio. El freno de expansión se aplica a mano. El sistema de emergencia usa un tanque de aire auxiliar, como reserva. El freno de emergencia puede aplicarse a mano, pero se activa automáticamente si la presión de aire baja a 7,07 bar (101 lb/pulg<sup>2</sup>) en el sistema de los frenos de servicio. El accionamiento hidráulico es operativo.



### neumáticos

Es en la capacidad de rendimiento de un 621B que, en ciertas condiciones, pueden exceder las capacidades de trabajo de los neumáticos estándar u optativos, la cual limita la producción. Caterpillar recomienda que el dueño consulte antes las condiciones del trabajo a fin de hacer una elección adecuada de neumáticos. Es importante obtener toda la información necesaria sobre neumáticos.

Ver, además en el tractor y la trailla los siguientes estándares de carga: 29, 5-29, 28 toneladas (E-3)

Operación para el tractor y la trailla:

29, 5-29, 28 toneladas (E-2)	29, 5-29, 28 toneladas (E-2)
29, 5-29, 24 toneladas (E-2)	29, 5-29, 28 toneladas de acero
29, 5-29, 24 toneladas (E-3)	29, 5-29, 28 toneladas (E-3)
33, 25-29, 24 toneladas (E-3)	29, 5-33, 28 toneladas de acero



### enganche amortiguador y cuello de cisne

El enganche amortiguador tiene un gran número de piezas de acero fundido, lo cual elimina muchas juntas móviles. Las dos piezas del gancho se hallan conectadas mediante un subconjunto de barra de paralelogramo. El empleo de doble barra mejora gran resistencia a las fuerzas externas, y facilita la instalación y el desmontaje. La construcción del cuello de cisne de sección en espejo reduce las vibraciones en las articulaciones. El tubo de tiro fabricado y los cilindros de frenado reducen las pérdidas, montados en el gancho, reducen las oscilaciones en el amarre de tiro. La junta neutraliza la acción amortiguadora del enganche durante la carga, a fin de suministrar presión hacia abajo en la cuatruña.



### motor Caterpillar

Palanca en el volante a 1900 RPM ..... 130 hp  
Kilovatios ..... 246  
En el Sistema Internacional de Unidades, la potencia es mide en kilovatios.



### datos para servicio

	litros	(Gal. de E.U.A.)
Tanque de combustible	510	(135)
Cárga	34	(9)
Transmisión	83	(22)
Diferencial	132	(35)
Caja de mando (total)	13	(3,3)
Sistema de enfriamiento	76	(20)
Deposito del sistema hidráulico	110	(29)



### peso (aproximado)

(Unidad completa con techo R.O.P.S.)

Ninguna carga	19 900 kg (43 800 lb)
Tanque = 70%	8 750 kg (19 240 lb)
Trailla = 30%	28 430 kg (63 130 lb)
Carga a, considerando un rango indicado de 27 800 kg (61 300 lb)	
Tanque = 32%	27 230 kg (60 090 lb)
Trailla = 45%	22 040 kg (48 640 lb)
Trailla	30 410 kg (67 130 lb)



### capacidad de la trailla

Carga indicada ..... 21 800 kg (48 000 lb)  
Catenado, según la SAE ..... 15,1 m<sup>3</sup> (20 yd<sup>3</sup>)  
Aros, según la SAE ..... 10,7 m<sup>3</sup> (14 yd<sup>3</sup>)

# 627B

## Tractor - trilla



### transmisión

Tractor. Servotransmisión semiautomática de ocho velocidades, fabricada por Caterpillar. Las velocidades 1a, 2a y 3a están con con convertidor de par; las otras seis sin en marcha directa. El control mediante una sola palanca administra cambios automáticos desde la 2a velocidad hasta la 8a, pero no hace cambios más allá de la velocidad elegida con la palanca. Cuando se usa el pedal para fijación, no se producen cambios automáticos de alto a bajo. Retrasos, 1a y 2a se aligen a mano.

Trilla. De diseño planetario. De cuatro velocidades en marcha con convertidor de par.



### control del diferencial

Tractor. Trabajo del diferencial de fabricación Caterpillar. Se aplica el pedal, y evita que cualquier de los ruedas propuloras gire en falso o escape de las malas condiciones del terreno. El diferencial actúa de modo normal cuando no se utiliza la traba.

Trilla. De traba automática.



### mandos finales

De concepto diseño planetario y se monta totalmente flotante; se accionan independientemente al montaje de las ruedas. Coplinetas de doble hilos de radillos que no requieren atención rutinaria. Los conjuntos están bien protegidos con Sellos de Anillos Flotantes Durr-Cone.



### sistema de la dirección

Dos cilindros hidráulicos de doble acción con mecanismo hidráulico de seguimiento. De velocidad constante. Gira a 90° a la derecha o a la izquierda, sin limitaciones cuando se instala la cabina patentada ROPS.

Ancho requerido para girar sin paradas..... 11,1 m (36' 6")



### frenos

(El sistema se cita a las regulaciones de la OSHA.)

De tipo de zapata de expansión, activados por aire y operados a leve (línealización para que actúen primero en la trilla). El sistema de freno de estacionamiento y emergencia estándar usa los frenos de servicio. El freno de estacionamiento se aplica manualmente. Hay una reserva de aire para el sistema de emergencia. El freno de emergencia puede aplicarse a mano, pero se activa automáticamente si la presión de aire baja a 2,07 bar (30 lb/pulg<sup>2</sup>) en el sistema del freno de servicio. Los retardadores hidráulicos delanteros y traseros son opcionales.



### pneumáticos

Es tal la capacidad de rendimiento de un 627B que, en ciertas condiciones, pueden excederse las capacidades del trabajo de los neumáticos estándar u opcionales, lo cual incluye la producción. Caterpillar recomienda que el dueño considere todas las condiciones de trabajo a fin de elegir los neumáticos más adecuados. Es importante obtener toda la información necesaria sobre neumáticos.

Señ estándar en el tractor y la trilla los siguientes neumáticos:

- 29, 5-25, 28 telas (E-3)
- Opcionales para el tractor y la trilla:
- 29, 5-29, 28 telas (E-2)
- 29, 5-29, 34 telas (E-3)
- 29, 5-29, 34 telas (E-2)
- 33, 25-29, 28 telas (E-3)
- 29, 5-35, 28 telas (E-2)
- 29, 5-35, 28 telas (E-3)
- 29, 5-29 Cuerdas radiales de acero
- 29, 5-35 Cuerdas radiales de acero



### enganche amortiguador y eje de eje

El enganche amortiguador tiene un gran número de piezas de acero fundido, lo cual elimina muchos puntos débiles. Las dos piezas del enganche están conectadas mediante un ensamblamiento en forma de paralelogramo. El empleo de doble perno muestra ofrece gran resistencia a las fuerzas externas, y es fácil de instalar y desmontar. El eje de eje de tracción reduce las fuerzas en las planchas y soldaduras. El tubo de protección reduce las fuerzas en los cilindros de levantamiento de la caja, montados en el cono, reduce los esfuerzos en el basidor de traba. El control de traba del enganche amortiguador mantiene presión positiva hasta el momento en la curchilla durante la carga de la trilla.



### Motores Caterpillar

	Tractor	Trilla
Potencia en el volante	168 kW (225 hp)	188 kW (256 hp)
RPM indicadas del motor	2100	2700



### datos para servicio

	Tractor		Trilla	
	litros	(Gal. de E.U.A.)	litros	(Gal. de E.U.A.)
Tanque de combustible	511	(135)	490	(130)
Cámbi	27	(7,25)	27	(7,25)
Transmisión	65	(17)	77	(19)
Diferencial	132	(35)	51	(13)
Cada modo final	13	(3,5)	18	(5)
Sistema de enfriamiento	61	(16)	78	(20,5)
Dapores hidráulicos	110	(29)	-	-



### peso (aproximado)

(Unidad total con cabina R.O.P.S.)

	kg	(lb)
Vacío		
Tractor - 50%	19 240	(42 420)
Trilla - 41%	13 140	(28 970)
Total	32 380	(71 390)
Carga, limitada en una carga indicada de 21 800 kg (48 000 lb):		
Tractor - 50%	28 960	(63 970)
Trilla - 50%	27 290	(60 170)
Total	56 250	(124 140)

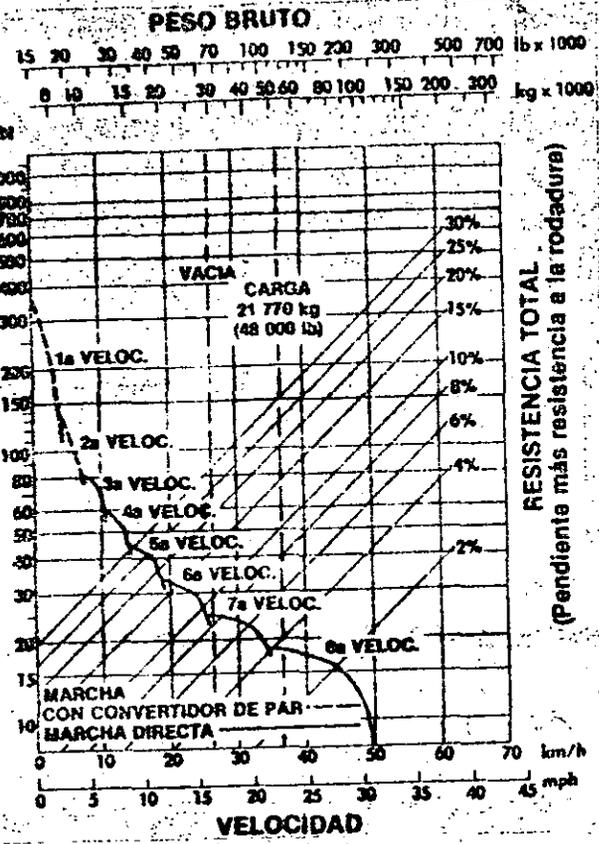
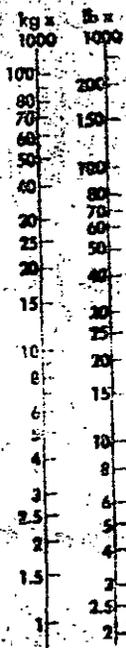


### capacidades

Carga indicada	21 800 kg (48 000 lb)
Capacidad según las normas SAE	13,3 m <sup>3</sup> (20 yd <sup>3</sup> )
A las, según las normas de la SAE	10,7 m <sup>3</sup> (14 yd <sup>3</sup> )

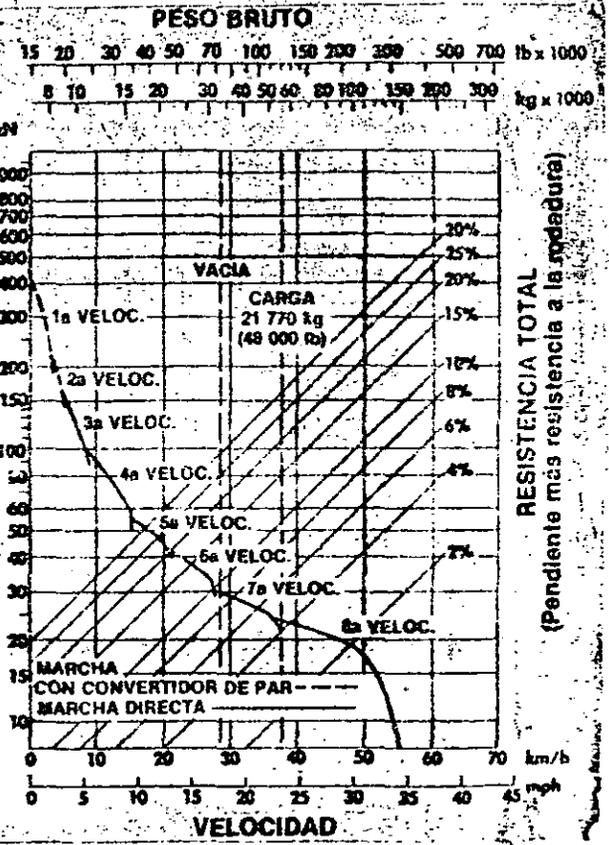
FUERZA DE TRACCION EN LAS RUEDAS PROPULSORAS

37



pendiente-velocidad-tracción **621B**

FUERZA DE TRACCION EN LAS RUEDAS PROPULSORAS



pendiente/velocidad/tracción **621B**

186 x 187  
2277

38

# Tractor 637

## MOTOR CATERPILLAR:

Tractor	Trullo
Potencia en el volante	415 hp / 225 hp
	a 1900 RPM / a 2700 RPM

Es la potencia neta en el volante de los motores cuando funcionan bajo las condiciones S.A.E. de temperatura y presión barométrica, a sea 29°C (85°F), y 760 mm (29.92") Hg. El equipo del motor del motor del vehículo incluye ventilador, filtro de aire, bombas de agua, de lubricante y de combustible, compresor de aire y alternador. Los motores mantienen su potencia plena hasta 1500 m (5000') de altitud.

## DATOS SOBRE EL DISEÑO:

### Motor del Tractor:

Diesel Modelo D343 Caterpillar, de cuatro tiempos y seis cilindros, con diámetro de 137 mm (5.4") y carrera de 165 mm (6.5"). Su cilindrada es de 14,6 lit (872 pulg<sup>3</sup>).

Turbocompresor regulado a retención de presión. Enfriador del aire de admisión. Hay dos válvulas de admisión y dos de escape por cilindro, y los conductos o los múltiples son paralelos entre sí. Los válvulas se operan directamente mediante árboles de levas sobre la culata. El sistema de inyección de combustible es de avance variable. Tiene cámara de precombustión, las bombas de inyección no requieren ajustes, y las válvulas de inyección no se obturan.

### Motor de la Tracción:

Diesel turbocompresor Modelo D330 Caterpillar de cuatro tiempos y seis cilindros, con diámetro de 121 mm (4.75") y carrera de 152 mm (6"). Su cilindrada es de 10,5 lit (638 pulg<sup>3</sup>).

Sistema de combustible de diseño con cámara de precombustión y bombas y válvulas de inyección individuales que no requieren ajustes. Turbocompresor. Las válvulas están revestidas de acero, las cámaras son de dúplex de acero de aleación, y tienen rotadores.

### Características de los Motores del Tractor y de la Tracción:

Pistones de aluminio de aleación, enfriados a chorro de aceite. Tienen leve conicidad y su sección es ligeramente elíptica, con tres anillos. Los cojinetes son de aluminio, reforzados con acero por el lado, y los muñones de los cigüeñales se endurecen por "nitruación". La lubricación es a presión, con aceite enfriado y filtrado en flujo continuo. El filtro de aire es seco, tiene un elemento primario y otro de seguridad, y está provisto de eyector automático de polvo.

### Módulo de Arranque:

Motor del Tractor arranque eléctrico directo de 24 voltios, con bujes inductores para calentar las cámaras de precombustión. El motor de la tracción se arranca con el sistema eléctrico del tractor.

## SERVO-TRANSMISIÓN:

Transmisión semiautomática Caterpillar de ocho velocidades y una sola palanca de cambios. El convertidor multiplica el par motor en primera y en segunda a fin de conseguirse gran fuerza de tracción en las ruedas, y alta velocidad en el sistema hidráulico durante las operaciones de carga y desatque. Las otras seis velocidades son en marcha directa para máxima eficiencia en el avance. Todos los cambios de alta o baja entre las 24 velocidades y la que se hace al lado son automáticos. La transmisión no cambia más allá de la velocidad elegida. Hay un pedal para controlar la transmisión en cualquiera de las velocidades.

## CONTROLES DE LOS DIFERENCIALES:

**Tractor:**  
El sistema de Traba del Diferencial, fabricado por Caterpillar, se opera a pedal, y evita de modo efectivo que cualquiera de las ruedas populosas gire en falso a causa de las malas condiciones del suelo. Cuando no se ocupe este sistema, la acción del diferencial es normal.

**Tracción:**  
Automática, que evita que las ruedas populosas giren en falso.

## MANDOS FINALES:

De diseño planeado compacto y sencillos totalmente. Operan, se accionan independientemente del montaje de las ruedas. Cojinetes de doble hilera de rodillos que no requieren atención rutinaria. Los conjuntos están debidamente protegidos con Sellos de Anillos Trenzados Duo-Cone.

## SISTEMA DE LA DIRECCIÓN:

Dos cilindros hidráulicos de doble acción con accionamiento hidráulico de regulación. De velocidad constante.

Ancho requerido para virajes en parado: 12,2 m (40')

## FINES:

De tipo de arrastre de explotación, activados por aire y operados a leve (incrementos de modo que actúan primero en la tracción). Hay un control adicional de palanca para frenar independientemente las ruedas populosas. El sistema de emergencia para frenos es estándar.

## NEUMÁTICOS (sin cámara):

En su configuración de rendimiento de un 637 que, en ciertas condiciones de trabajo, pueden excederse las capacidades de 4-km/h de los neumáticos estándar o aperturas, por lo tanto, se limitaría la producción. Caterpillar recomienda que el dueño considere todas las condiciones del trabajo a fin de elegir los neumáticos más adecuados.

### Señales para el tractor y la tracción:

Corrientes—  
Evaluación de 277 t-hm/h<sup>3</sup> ..... 33, 25-25 (32 telos) (E-31 a (E-21)  
Opciones para el tractor y la tracción:  
De unidades reductoras de acero—  
Evaluación de 428 t-hm/h<sup>3</sup> ..... 33, 25-25 (32 telos)

\*Capacidades en t-hm/h a la temperatura ambiente de 38°C (100°F). Fíjanse sólo una referencia. Solicite al fabricante de neumáticos datos específicos.

## ENGANCHE:

Opción de enganche amortiguador, o corriente. En ambos se utilizan un gran número de componentes de acero fundido, con lo cual se eliminan muchos puntos débiles. El empleo de doble para ambos confiere gran resistencia a los esfuerzos exteriores, y facilita el montaje y desmontaje. La construcción en sección de caja, del cuello de cierre, reduce las tensiones en las planchas, en las uniones soldadas. A fin de reducir las tensiones en el bastidor de tiro, la sección tubular de tiro se sustituye de una pieza, y hay amplia separación entre los cilindros de levantamiento.

## OPERACION DEL ENGANCHE AMORTIGUADOR:

Consiste en dos platos con tomas mediante un ensamblamiento resopulido. Un cilindro hidráulico, montado verticalmente, transfiere las cargas de choque de las ruedas a un acumulador de nitrógeno. El flujo regulado del aceite amortigua las oscilaciones causadas por los rebotes. Una válvula niveladora controla automáticamente la posición del pistón en el cilindro, para que, sean los cargos de la tracción. Se puede neutralizar la acción amortiguadora durante la carga y el reposicionamiento del relleno.

## DATOS PARA SERVICIO:

	Tractor		Tracción	
	litros	Gal. de E.U.A.	litros	Gal. de E.U.A.
Tanque de combustible	795	210	568	150
Cáncer	37	9 1/4	77	7 1/4
Transmisión	110	29	72	19
Diferencial	310	79	11	3
Cable mando final	23	6	19	5
Sistema de enfriamiento	102	26 1/2	79	20 1/2
Sistema hidráulico	95	25	—	—

## PESO SOBRE LAS RUEDAS:

Vacio:	Enganche Amortiguador		Enganche sin Amortiguación	
	kg	(lb)	kg	(lb)
Tractor	50%—23,500 (51,900)	59%	27,500 (60,700)	49,700
Tracción	40%—15,900 (35,000)	41%	15,800 (34,800)	34,800
Tami	29,400 (64,900)	—	28,300 (62,500)	—
Con una carga media de 22,700 kg (50,000 lb):				
Tractor	49%—25,100 (55,400)	48%	24,100 (53,100)	75,200
Tracción	51%—27,920 (61,500)	52%	26,900 (59,300)	81,300
Total	72,100 (158,900)	—	71,000 (156,500)	—

## EQUIPO OPORTIVO:

Sistema de estacionamiento para emergencia. Filtro seco de aire con eyector automático del polvo. Silenciador. Ventilador soportado. Altimetro digital con regulador integrado de voltaje normalmente estabilizado. Dos baterías de 12 voltios y 717 amperios-hora para sistemas de 24 voltios. Bacin de aire. Alarma de arranque de diseño de cuba, cubierta de seguridad. Guardafrenos de acero. Parabratis de vidrio de seguridad. Lumbrero de aire. Luces del tablero, luces delanteras.

## EQUIPO OPORTIVO:

Opción de enganche amortiguador o sin amortiguación. Neumáticos estándar. Resopulido hidráulico. Freno de frenado automático de acción neumática, protectores de las llantas. Palanca para el control combinado de la caja y el convertidor. Adaptador del flandero de combustible. Sistema de señales para la carga con empújor. Reflector de montaje fijo. Tapa de seguridad para el tanque de combustible del motor, el flandero de lubricante y el tanque hidráulico. Protección del árbol y del tablero de instrumentos. Furgón del capó auxiliar de área para arranque, recuperación del arranque auxiliar. Limpia-vidrios. Juego de herramientas. Velocidad reversible, grupo de ajuste para proteger el núcleo del reductor.

**CAPACIDAD:**

Cilindrada, según la S.A.E. .... 21 m<sup>3</sup> (1,0 yd<sup>3</sup>)  
A ras, según la S.A.E. .... 16 m<sup>3</sup> (21 yd<sup>3</sup>)

**OPERACION HIDRAULICA:**

La caja, la compuerta y el aparcete se controlan individualmente. (Hay disponible una combinación de palancas de la caja y la compuerta). La palanca de la caja tiene posiciones de ascenso, retención, fuerza descendente y descenso rápido. La palanca de la compuerta tiene posiciones de apertura, retención, cierre positivo y "libre". El control del aparcete tiene posiciones de avance, retención y retorno. Para automáticamente en la posición de retorno.

**DATOS SOBRE EL DISEÑO:**

La caja de la trailla, baja y de gran ancho, se opera con un sistema hidráulico de gran velocidad. La cuchilla está cerca del suelo de la caja para reducir al mínimo el recorrido del material. Compuesto de acero hidráulico y articulación concéntrica. Ejector amortiguador medio de fuerza hidráulica, de diseño de hoja topadora. La construcción en sección de caja, del cuello de cisne, reduce los tensiones en las planchas y en las uniones soldadas. La sección central fundida aumenta la resistencia de la sección tubular de tira. El montaje a gran espaciamiento de los cilindros de la caja mejora la torsión del conjunto del bastidor de tira. Con ancho mínimo para transporte, guías a que los brazos de la compuerta son de montaje interior y se pueden sacar los brazos de tira. Ruedas montadas en volantes, provistas de cojinetes de Lubricación Permanente y Sellos de Anillos Flotantes Duo-Cone.

**Caja:** Con dos cilindros de doble acción de 194 mm (7,25") de diámetro, y 874 mm (34,40") de carrera, y válvulas para descenso rápido. Las válvulas de retención de seguridad separan el circuito de la operación de carga en la posición de retención.

**Compuerta:** Tiene un cilindro de doble acción con 210 mm (8,25") de diámetro, y 727 mm (28,64") de carrera.  
Un solenoidismo multiplexado controla la fuerza, la velocidad y el sentido. La fuerza de cierre se regula mediante una válvula de seguridad que protege la compuerta y la caja. Una válvula de seguridad y de succión protege el circuito cuando la caja se levanta con la compuerta cerrada.

**Ejector:** Tiene un cilindro de doble acción con 210 mm (8,25") de diámetro, y 1880 mm (74") de carrera.

**Circuitos Hidráulicos:** Son sistemas filtrados y cerrados que utilizan juntas hidráulicas giratorias, en el cuello de cisne. Hay un solo depósito pistoleo de bombas separadas para la dirección, los controles de la trailla y el Enganche Amortiguador.

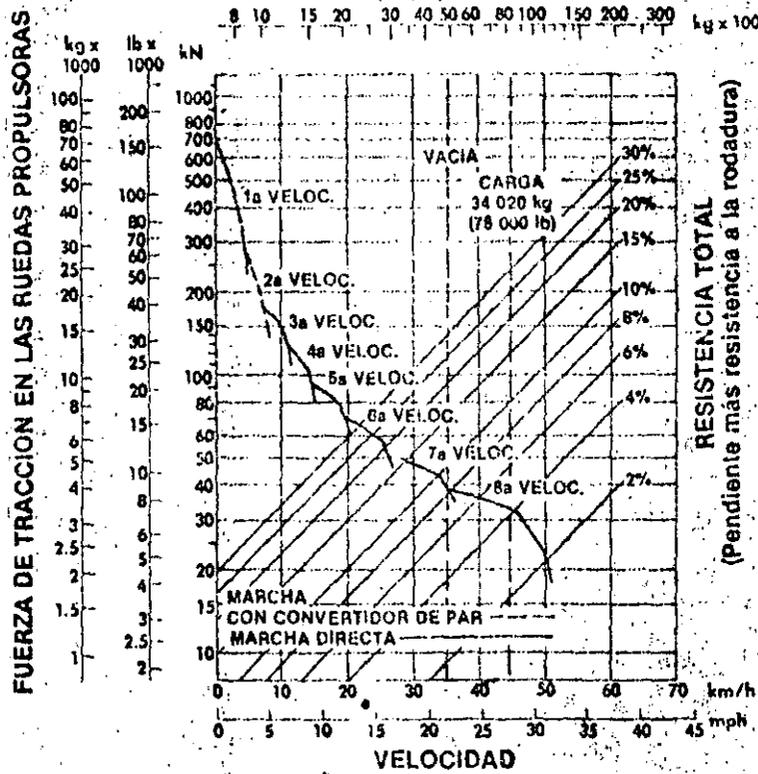
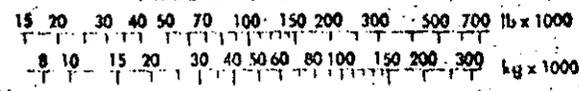
**DATOS DE OPERACION:**

Profundidad máxima del corte ..... 380 mm (15")  
Ancho del corte (fuera de las puntas direccionales) ..... 3700 mm (10' 10")  
Dimensiones de la cuchilla:  
Standard—Sección Central ..... 72 x 405 x 1380 mm (2 7/8" x 16" x 54 1/4")  
Cada Sección Lateral ..... 72 x 330 x 900 mm (2 7/8" x 13" x 35 1/2")  
Opcional—Sección Central ..... Disponible en espesores hasta de 41 mm (1 5/8")  
Cada Sección Lateral ..... Disponible en espesores hasta de 41 mm (1 5/8")  
Fuerza máxima hidráulica de penetración en la cuchilla (aproximada) ..... 37.400 kg (82.400 lb)  
Máximo espesor de espaciamiento ..... 460 mm (18")  
Abertura de la compuerta con la caja a 150 mm (6") sobre el nivel del suelo ..... 2280 mm (7' 6")  
Fuerza de Cierre de la Compuerta con la cuchilla totalmente levantada y la compuerta abierta 300 mm (12") ..... 14.100 kg (31.000 lb)

**Caudal a 1900 RPM del motor:**  
Trailla ..... 348 lit/min (92 gal/min)  
Dirección ..... 375 lit/min (99 gal/min)  
Enganche Amortiguador ..... 47 lit/min (12 1/2 gal/min)

**Ajuste de las válvulas de seguridad:**  
Trailla ..... 141 kg/cm<sup>2</sup> (2000 lb/pulg<sup>2</sup>)  
Dirección ..... 98 kg/cm<sup>2</sup> (1400 lb/pulg<sup>2</sup>)  
Enganche Amortiguador ..... 183 kg/cm<sup>2</sup> (2600 lb/pulg<sup>2</sup>)

**PESO BRUTO**





**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA  
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

CURSO: "RESIDENTES DE CONSTRUCCION"  
FEHCA: DEL 18 AL 22 DE NOVIEMBRE DE 1985  
LUGAR: CULIACAN, SINALOA

COMPACTACION EN EL CAMPO

NOVIEMBRE, 1985.

# COMPACTACION

## I. INTRODUCCION

La palabra "compactación" resulta de sustantivar el Adjetivo "compacto", que deriva del latín "compactus", participio pasivo de "compingere" - que quiere decir unir, juntar.

Desde tiempos antiguos se ha reconocido la conveniencia de compactar los terraplenes de los caminos. Los métodos primitivos incluían llevar borregos de un lado para otro del terraplén y arrastrar con caballos --- aplanadoras pesadas de madera.

Hasta hace pocos años se podía contar con la compactación hecha por las unidades de transporte y por aplanadoras casuales, junto con los --- asentamientos naturales, para estabilizar los terraplenes, de modo que --- retuvieran su forma y soportaran las cargas que se colocaran sobre ellos.

En los últimos quince años ha habido un gran progreso en la ciencia de la compactación de los suelos. Los estudios de laboratorio han resuelto muchos problemas del comportamiento del suelo, y los fabricantes han diseñado una amplia variedad de equipo para producir el máximo de compactación con el máximo de economía.

La compactación de los suelos debe ajustarse de la forma más adecuada, ya que, a excepción de unas correctas características de drenaje, es el factor que tiene mayor influencia en las condiciones funcionales de cualquier obra civil, como pueden ser terraplenes, sub-bases, bases y --- superficies de rodamiento.

Se desprende de lo anterior, que la vida útil de una obra, en la que interviene la compactación, dependerá en gran parte del grado de compactación especificado, el cual deberá ser estrictamente controlado.

La realización de proyectos cada vez más ambiciosos y de programas --- más agresivos ha originado una intensa y constante evolución del equipo de compactación.

Se ha introducido mejoras, tales como: poderosos sistemas hidráulicos, sensores electrónicos confiables, diseños más funcionales, mayor --- ver: atilidad en su uso, transmisiones rápidas, potentes motores, --- etc., las cuales se han traducido en una mayor producción de los equipos.

Con el objeto de poder cumplir con plazos cada vez menores en la ejecución de obras cada vez mayores, se ha llegado a la necesidad de utilizar equipos de gran producción.

Los grandes equipos de carga, acarreo y tipo de material, han obligado a los fabricantes de equipo de compactación a diseñar máquinas compactadoras capaces de balancear al tiro con la compactación, para evitar interferencia de actividades y pérdida de tiempo, lo que da por resultado un proyecto antieconómico.

## II. COMPACTACION

### 2.1. DEFINICION

En la terminología de Mecánica de Suelos, la reducción de los vacíos de un suelo recibe varios nombres: Consolidación, Compactación, Densificación, etc., existen ligeras diferencias en el significado de los dos primeros.

Consolidación, se usa para la reducción de vacíos, relativamente lenta, debida a la aplicación de una carga estática, usualmente acompañada de expulsión de agua del suelo, por ejemplo, la reducción de vacíos en el suelo bajo un edificio.

El término compactación se usa para la reducción de vacíos, más o menos rápida, producida por medios mecánicos durante el proceso de construcción. (Fig. 1).

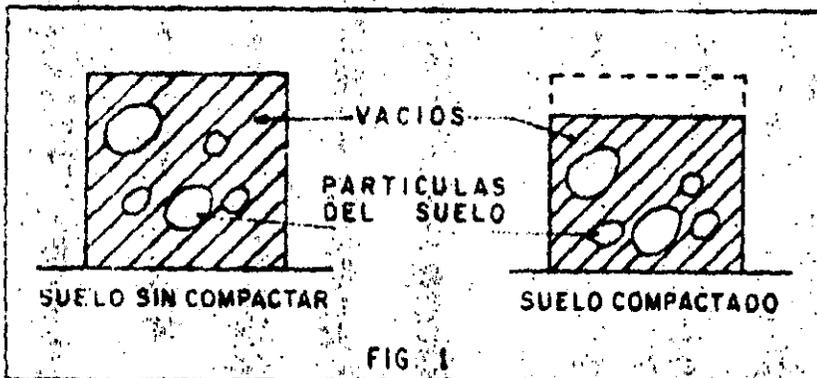


FIG. 1

Al reducirse los vacíos del suelo hay un incremento del peso volumétrico del material, de donde se puede dar la siguiente definición:

**Compactación:** Es el aumento artificial, por medios mecánicos, del peso volumétrico de un suelo, esto se logra a costa de la reducción de los vacíos del mismo al conseguir un mejor acomodo de las partículas que los forman mediante la expulsión de aire y/o agua del material.

## 2.2. PROPOSITO E IMPORTANCIA.

La compactación mejora las características de un suelo en lo que se refiere a:

- a) Resistencia mecánica
- b) Resistencia a los asentamientos bajo cargas futuras
- c) Impermeabilidad

Entre las obras que requieren compactación se pueden señalar como más importantes las carreteras, las aeropistas y las presas de tierra.

Estas estructuras deberán ser capaces de soportar su propio peso y el peso de las cargas super-impuestas. Si falla, el costo de la reparación puede ser muy elevado.

Desde el punto de vista del constructor el problema es: obtener la densidad especificada por el diseñador. Obtenida esta densidad se asegura que la resistencia a futuros asentamientos y la impermeabilidad sean las supuestas por el diseñador, sin embargo, la obtención de la densidad de diseño no necesariamente asegura la resistencia mecánica supuesta, ya que ésta depende, en muchos suelos, de la humedad a la cual fue compactado. Es necesario entonces que la compactación sea efectuada a la humedad especificada, especialmente para suelos cohesivos.

Se hace notar que compactar a mayores grados del especificado no es conveniente, es decir, compactar más, puede resultar perjudicial al proyecto.

La falla de algunas obras han obligado a que las especificaciones de compactación sean cada vez más estrictas: las tolerancias en más o en menos, del grado de compactación especificado, son generalmente fijadas desde el inicio de la obra.

## 2.3. PRUEBAS DE COMPACTACION

En la construcción de Terraplenes, sería igual poder medir la resistencia del suelo para determinar cuándo se ha alcanzado la resis-

tenencia necesaria, pero el equipo para medir esta resistencia (especialmente a esfuerzos de compactación y cortante) es difícil de manejar, es caro y no es aplicable a todos los suelos, por lo tanto se han preparado las siguientes pruebas de laboratorio.

- A) Proctor
- B) Proctor Modificada
- C) Porter

A). Proctor: R.R. Proctor estableció que hay una correspondencia entre el peso volumétrico seco de un suelo compactado y su resistencia. El equipo para hacer pruebas de compactación en la obra es un equipo económico y sencillo. Proctor desarrolló una prueba que consiste en:

- a) Se toma una muestra representativa del suelo a compactar, de humedad conocida.
- b) Se toma un cilindro de 4" de diámetro x 4 1/2" de altura, se llena en tres capas aproximadamente iguales con el material de la prueba.
- c) Cada capa se compacta con 25 golpes de un martillo de 2.5 kg -- con un área de contacto de 20 cm<sup>2</sup>, el que se deja caer de 35 cm de altura (Fig. 2). Todo esto con el objeto de siempre dar al material la misma energía de compactación.

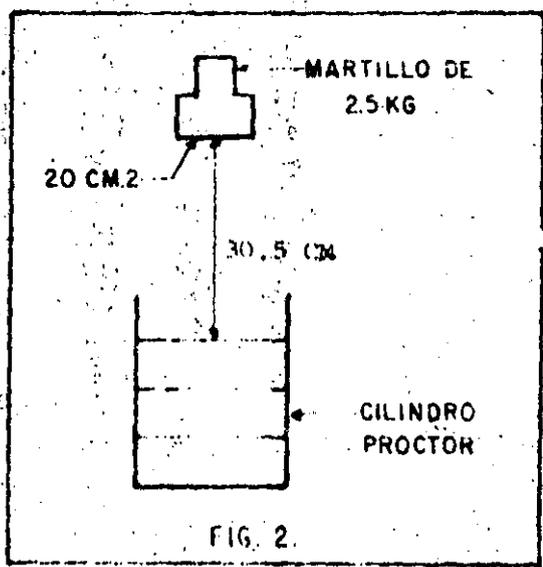
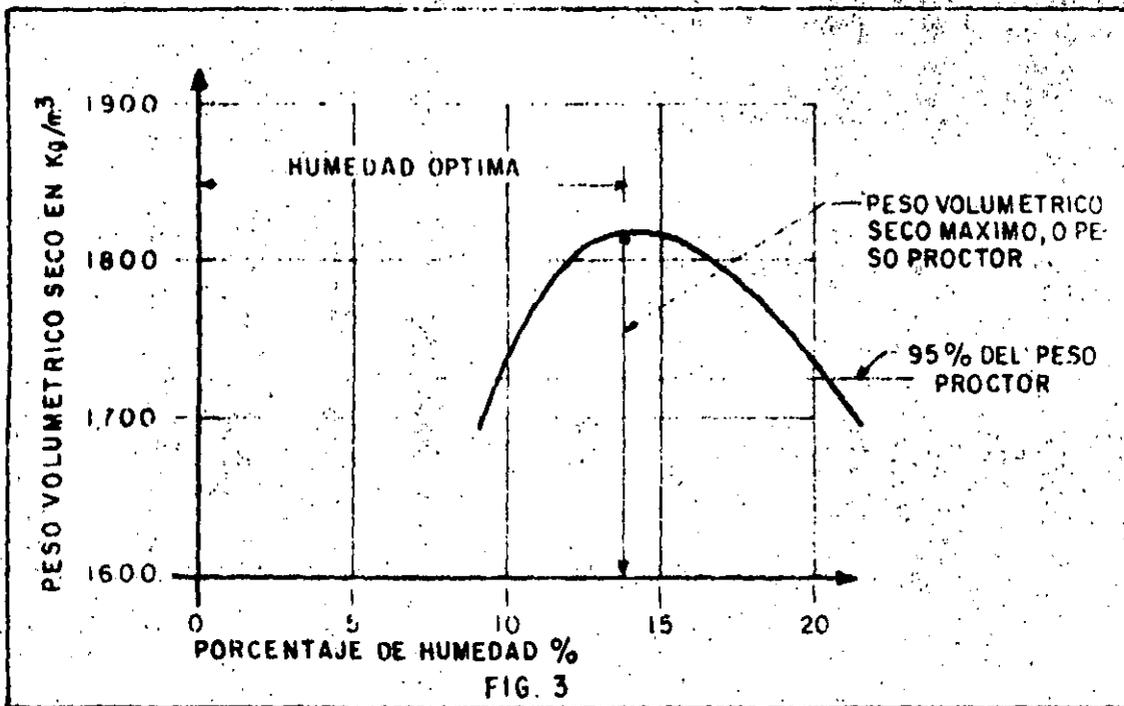


FIG. 2.

- d) Se pesa el material y como el volumen es conocido se calcula el peso volumétrico húmedo, simplemente dividiendo el peso del material entre su volumen. Como la humedad es conocida, se resta el peso del agua y se obtiene el peso volumétrico seco para esa humedad.
- e) Se repite la prueba varias veces, variando cada vez el grado de humedad, con lo que se obtienen pares de valores Humedad-Peso Volumétrico Seco.

Con estos pares de valores se dibuja la siguiente gráfica (Fig. 3).



Puede observarse que hay un cierto contenido de humedad para el cual el peso volumétrico es máximo, este peso se conoce como: "Peso Volumétrico Seco Máximo" (P.V.S.M.), o peso proctor, y el contenido de humedad como humedad óptima.

El diseñador entonces especifica el porcentaje del peso proctor -- que debe obtenerse en la construcción del terraplén y la humedad óptima.

Por ejemplo: Si el proyectista especifica 95% Proctor en el caso de la gráfica, tenemos: P.V.S.M. = 1820 kg/m<sup>3</sup>

$$95\% \text{ de P.V.S.M.} = 0.95 \times 1820 = 1729 \text{ kg/m}^3$$

6

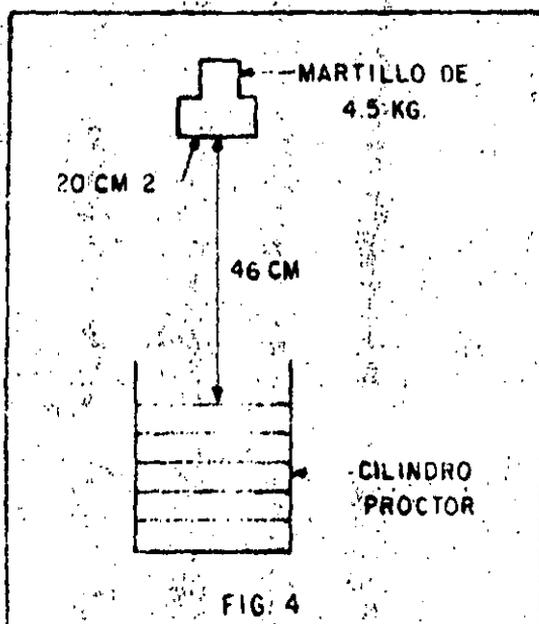
es decir el constructor debe obtener un peso volumétrico seco mínimo de  $1729 \text{ kg/m}^3$  en ese material.

La razón de la existencia de un peso volumétrico máximo es que a todos los suelos, al incrementarse su humedad, se les proporciona un medio lubricante entre sus partículas que permite un cierto acomodo de estas cuando se sujetan a un cierto trabajo de compactación. Si se sigue aumentando la humedad, con el mismo trabajo de compactación, se llega a obtener un mejor acomodo de sus partículas y en consecuencia un mayor peso volumétrico, si se aumenta más la humedad todavía, el agua empieza a ocupar el espacio que deberían ocupar las partículas del suelo y por lo tanto comienza a bajar el peso volumétrico del material, para el mismo trabajo de compactación.

Por lo tanto, si se aumenta o disminuye la humedad será necesario aumentar el trabajo del equipo de compactación, lo que, en general, no es económico.

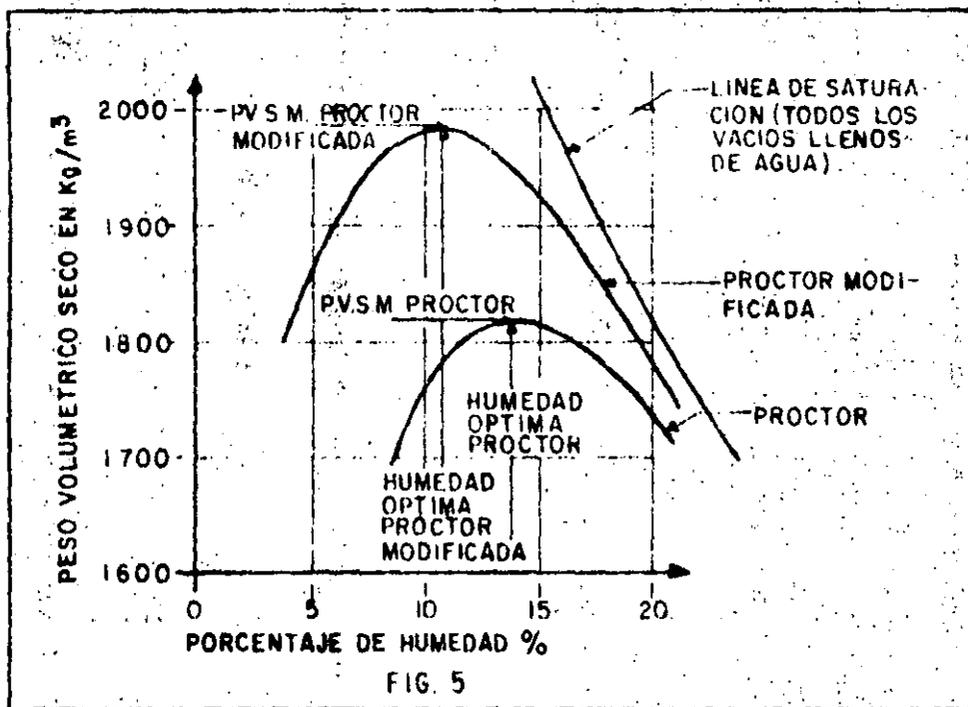
B) Proctor Modificada: Conforme fueron aumentando las cargas sobre las terracerías por el uso de camiones y aeroplanos cada vez más pesados, se vió la necesidad de desarrollar mayores densidades y resistencias en muchos materiales usando mayor trabajo de compactación. Por esta razón se desarrolló la prueba Proctor modificada.

Para esta prueba se usa el mismo proctor, pero el material se compacta en 5 capas con un martillo de  $4.5 \text{ kg}$  y cayendo de una altura de  $46 \text{ cm}$ , dando 25 golpes por capa (Fig. 4).



En todos los aspectos las dos pruebas son semejantes, únicamente el trabajo de compactación se ha incrementado aproximadamente 4.5 veces.

La gráfica siguiente es un ejemplo de la prueba proctor y la prueba proctor modificada efectuadas en el mismo material (Fig. 5).



Obsérvese en esta gráfica que aunque el trabajo de compactación se ha incrementado 4.5 veces, la densidad solamente se incrementó 9%, y que la humedad óptima disminuyó 3%. Esto último es invariablemente cierto.

C) Porter: Tanto la prueba Proctor como la Proctor modificada han dado muy buen resultado en suelos cuyos tamaños máximos son de 10 mm (3/8"), en suelos con partículas mayores el golpe del martillo no resulta uniforme y por lo tanto la prueba puede variar de resultados en un mismo material.

Para evitar esta dificultad se ideó la prueba Porter, que consiste en lo siguiente:

- a) Se toma una muestra del material a probar y se seca
- b) Se pasa por la malla de 25 mm (1") y se determina el porcentaje, en peso, retenido en la malla, si el porcentaje es menor del 15%, se usará para la prueba el material que pasó la malla. Si el porcentaje retenido es mayor del 15% se prepara, del material original, una muestra que pase la malla de 1" y que sea retenida en la malla No. 4, de esta muestra se pesa un tanto igual al peso del retenido, el que se agrega al material que pasó la malla de 1", con este nuevo material se procede a la prueba.
- c) A 4 kg de la muestra así preparada se le incorpora una cantidad de agua conocida; y se homogeniza con el material.
- d) Con este material se llena, en tres capas, un molde metálico de 6" de diámetro por 3" de altura con el fondo perforado. Cada capa se pica 25 veces con una varilla de 5/8" (1.9 cm) de diámetro por 30 cm de longitud con punta de bala.
- e) Sobre la última capa se coloca una placa circular ligeramente menor que el diámetro interior del cilindro, y se mete el molde en una prensa de 30 Ton.
- f) Se aplica la carga gradualmente de tal manera que en cinco minutos se alcance una presión de  $140.6 \text{ kg/cm}^2$ , la cual debe mantenerse durante un minuto, e inmediatamente se descarga en forma gradual durante un minuto.

Si al llegar a la carga máxima no se humedece la base del molde, la humedad ensayada es inferior a la óptima.

- g) Se prosigue por tanteos hasta que la base del molde se humedezca al alcanzar la carga máxima. La humedad de esta prueba es la humedad óptima. Se determina entonces el peso volumétrico seco de la muestra dentro del cilindro, a este peso se le conoce como el "Peso Volumétrico Seco Máximo Porter", y que será el peso comparativo para el trabajo de campo.

Por ejemplo: si en la prueba Porter obtuvimos un Peso Volumétrico Seco Máximo de  $2,000 \text{ kg/m}^3$ , y el diseñador ha pedido el 95% Porter, en la obra tendremos que alcanzar un peso volumétrico seco de:  $0.95 \times 2,000 = 1,900 \text{ kg/m}^3$ .

## 2.4. METODOS DE CONTROL

Para medir en la obra si se ha alcanzado el peso volumétrico especificado hay varios métodos:

- A) Medida física de peso y volumen
- B) Mediciones nucleares
- C) Otros

A) Medida Física de Peso y Volumen: En cualquiera de los métodos existentes el principal problema radica en la determinación de la humedad para poder calcular el peso volumétrico seco en función del peso volumétrico húmedo que es el que se obtiene en las pruebas de campo. Normalmente se calienta una parte del material hasta secarlo y por diferencia se obtiene la humedad, pero este método es lento y peligroso porque en algunos suelos se altera el peso con el calentamiento; debido a la evaporación de partes orgánicas principalmente. Nunca debe llegarse a la calcinación que también puede alterar el peso. Este método consiste en:

- a) Se excava un agujero de 10 a 15 cm de diámetro, o un cuadrado de 15 cm por lado, a la misma profundidad de la capa por probar.
- b) El material excavado es cuidadosamente recogido y pesado. Se seca para determinar la humedad y el peso volumétrico seco.
- c) El volumen del agujero es medido. El método usado generalmente es llenándolo con una arena de peso volumétrico constante.
- d) Conocidos el peso seco de la muestra y el volumen del agujero, se calcula el peso volumétrico seco de la muestra, que debe ser igual o mayor que el peso volumétrico seco especificado.

B) Prueba de medición Nuclear: Para evitar el tiempo y costo que significa la prueba anterior se han ideado varios métodos, uno de ellos es el Método Nuclear, que consiste en un bloque de plomo que contiene un isótopo y un tubo Geiger (Fig. 6).

En el suelo se desarrollan presiones, si unimos los puntos de igual presión, obtendremos superficies llamadas bulbos de presión.

Obsérvese lo siguiente:

- a) Si aumenta el tamaño de la placa pero la presión permanece constante, incrementando la carga: la profundidad del bulbo de presión aumenta (Fig. 9).

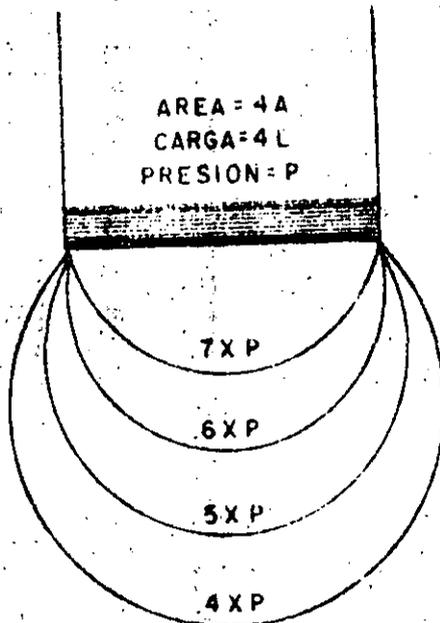


FIG. 9

- b) Si aumenta la presión, y el área permanece constante (Fig. 10) la profundidad del bulbo no aumenta significativamente, pero la presión, y por lo tanto la energía de compactación, si aumenta.

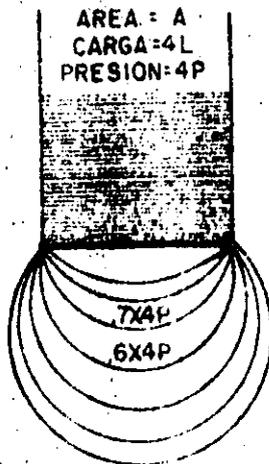


FIG. 10

Si consideramos un cierto equipo de compactación, trabajando capas de un determinado espesor:

de (a) y (b) se deduce que es necesario controlar el espesor de las capas para tener suficiente presión en el suelo para obtener la compactación deseada.

De (b) se deduce que no podemos aumentar significativamente el espesor de la capa de compactación simplemente lastrando excesivamente el equipo.

De (a) se deduce que para aumentar el espesor de la capa, debemos cambiar el equipo por otro que tenga mayor superficie de contacto, aunque la presión permanezca constante.

La teoría de los bulbos de presión fue desarrollada por Boussinesq para un medio elástico. Para fines prácticos todos los suelos son elásticos y la teoría es razonablemente cierta aún para suelos granulares.

Los esfuerzos mecánicos empleados en la compactación son una combinación de uno o más de los siguientes efectos:

3.1) PRESIÓN ESTÁTICA: La aplicación de una fuerza por unidad de área.

3.2) IMPACTO: Golpeo con una carga de corta duración, alta amplitud y baja frecuencia.

3.3) VIBRACIÓN: Golpeo con una carga de corta duración, alta frecuencia, baja amplitud.

3.4) AMASAMIENTO: Acción de amasado, reorientación de partículas próximas, causando una reducción de vacíos.

3.5) CON AYUDA DE ENZIMAS.

### 3.1. COMPACTACION POR PRESION ESTATICA.

Este principio se basa en la aplicación de pesos más o menos grandes sobre la superficie del suelo.

La acción de este principio de compactación es de arriba hacia abajo, es decir, las capas superiores alcanzan primero mayores densidades que las de abajo.

La vibración multiplica la movilidad interna del material en forma contundente; en suelos de granulometría gruesa la movilidad dinámica es de 10 a 30 veces mayor que la movilidad estática.

La experiencia sueca nos proporciona la siguiente tabla:

Material	Contenido de agua	Momento Resistivo (kg-cm)	
		En reposo	Con vibraciones
Grava	0	1700	40
Arena	10	600	45
Limo	12	150	25

La compactación por vibración tiene un efecto de penetración, como el sonido, el cual también es dinámico, pero tiene una frecuencia mayor y audible; este tipo de compactación evita los efectos de arco y disminuye la fricción interna del material permitiendo que las fuerzas compactivas trabajen a mayor profundidad y a mayor anchura.

Con este principio de compactación las partículas de material se ven sujetas a presión estática y a impulsos dinámicos de las fuerzas vibratorias, con lo cual se logra una compactación con menor esfuerzo.

La densificación de un material por medio de compactadores vibratorios es de abajo hacia arriba.

#### VENTAJAS DE LA COMPACTACION POR VIBRACION

- a) Es posible compactar a más altas densidades; facilita la obtención de los últimos porcentos del grado de compactación que son tan difíciles, y a veces imposibles, de obtener con compactadores estáticos.
- b) Permite el uso de compactadores más pequeños.
- c) Se puede trabajar sobre capas de mayor espesor.
- d) Permite hacer más rápidos por el menor número de pasadas.
- e) Por las razones anteriores los costos de compactación resultan menores.

### 3.4. COMPACTACION POR AMASAMIENTO

Amasar en este caso puede confundirse con exprimir, es decir - el efecto de una pata de cabra al penetrar en un material ejerce presión hacia todos lados, obligando al agua y/o al aire a salir por la superficie.

La compactación por este principio se lleva a cabo de abajo -- hacia arriba; es decir, las capas inferiores se densifican primero y las superiores posteriormente. Por esto se dice que un rodillo pata de cabra emerge o sale cuando el material se encuentra compactado -- debidamente.

Los rodillos pata de cabra se emplean fundamentalmente en materiales cohesivos; en cambio su efectividad es casi nula en materiales granulares.

### 3.5. COMPACTACION CON AYUDA DE ENZIMAS

Mediante la adición de productos enzimáticos en el agua de compactación, se ha pretendido obtener, en combinación con algún otro - esfuerzo compactador mecánico, la densificación más rápida de los -- materiales.

Una enzima es: "Cierta sustancia química-orgánica que está -- formada por plantas, animales y microorganismos, capaz de incrementar la velocidad de transformación química del medio donde se encuentra, sin que sea consumida por ello en este proceso, llegando a formar -- parte del conjunto".

Según los fabricantes de enzimas para compactación, esta se -- logra mediante una reacción química de ionización de los componentes orgánicos e inorgánicos del terreno, lo que trae por consecuencia -- que las partículas del suelo se agrupan y se transformen en una masa compacta y firme.

Se hace hincapié en que el agregar productos enzimáticos al -- agua de compactación no densificará al material tratado, sino que es necesario aplicar esfuerzo compactivo adicional; es decir, se usará algún equipo compactador y agua con enzimas, con lo cual puede reducirse el tiempo de compactación.

## IV. EQUIPO DE COMPACTACION

Hay una gran variedad de equipos de compactación, se describirán sus características básicas:

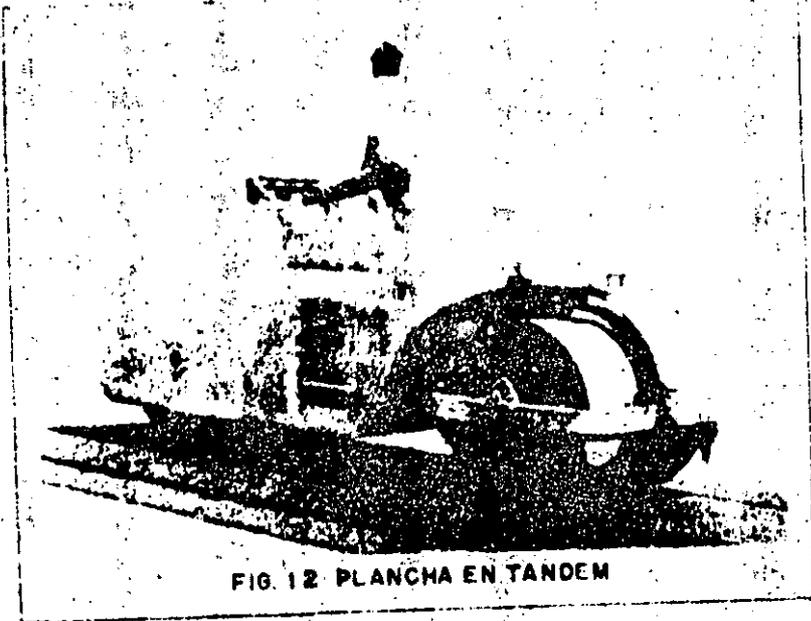


FIG. 12 PLANCHA EN TANDEM



FIG. 13 PLANCHA DE TRES RUEDAS

21-A

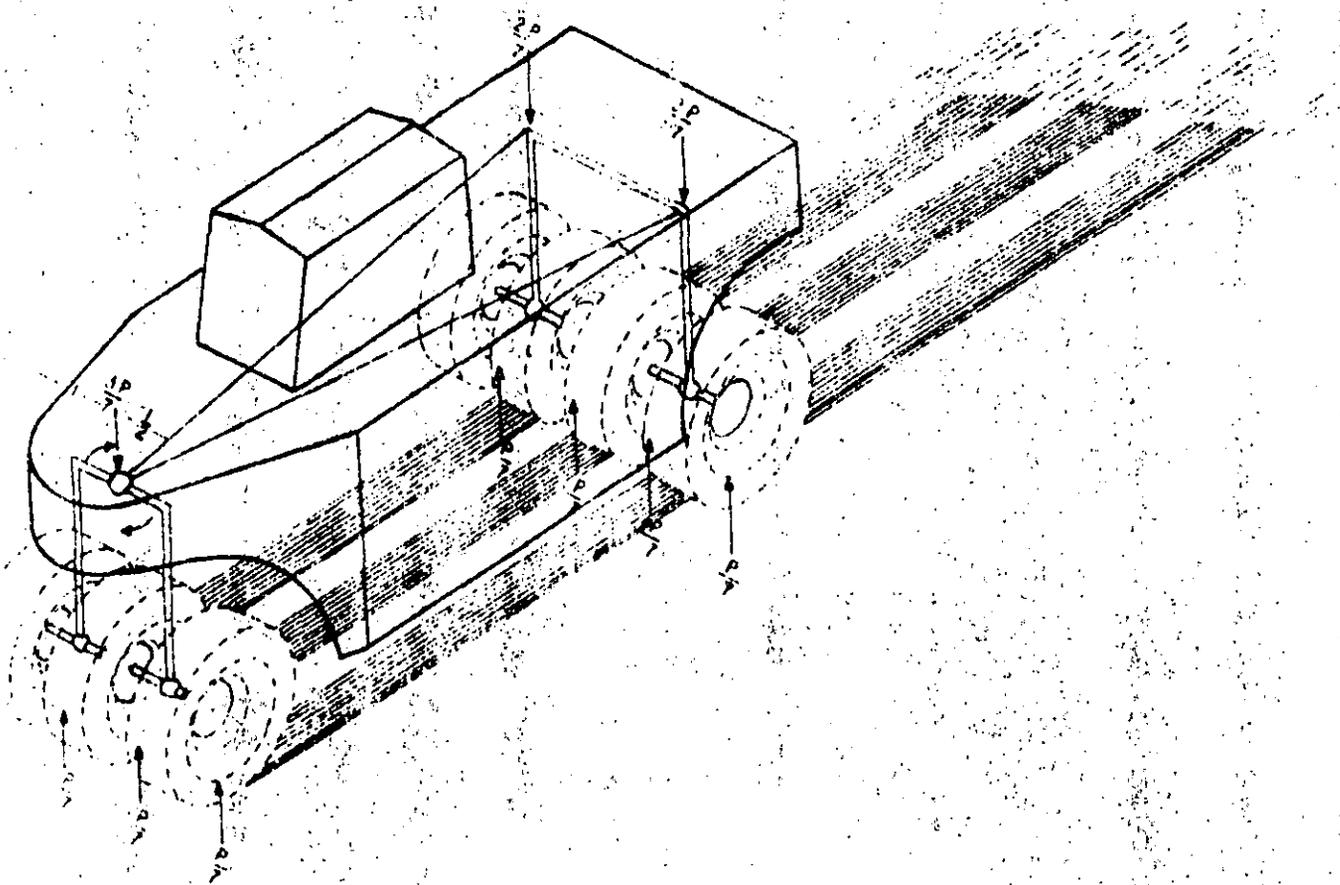


Fig. 14-A

además son difíciles de maniobrar y de transportar, por lo que están siendo desplazados por otros equipos más ligeros y versátiles.

Los factores más importantes que intervienen en este tipo de compactadores son:

a) Peso total.- Dependiendo del número total de llantas y del sistema de suspensión del compactador se puede conocer el peso o fuerza aplicada por llanta. A mayor peso total, mayor carga por llanta, en caso de tratarse de una suspensión isostática.

b) La presión de inflado es importante, pero está ligada íntimamente a la carga de la llanta. Si "W" es el peso del compactador, y "p" es la presión de contacto (Fig. 15):

Podemos observar que si aumentamos el peso sin aumentar la presión (Fig. 16), aumentamos la profundidad del bulbo, pero no aumentamos la presión, esto nos permitiría trabajar capas relativamente mayores, pero el aumento de eficiencia es casi nulo, y las llantas durarán menos pues estamos aumentando el trabajo de deformación de la llanta.

Si aumentamos la presión sin aumentar la carga (Fig. 17) disminuimos la profundidad del bulbo de presión, y podemos llegar a encarpetar la capa. Esto puede ser eficiente si la capa es delgada como suele serlo en bases y sub-bases y carpetas.

Si aumentamos el peso y la presión (Fig. 18), estamos aumentando la presión efectiva sobre la capa y por lo tanto el trabajo de compactación sobre la capa, sin embargo esto nos puede disminuir la vida útil de las llantas y del equipo, y aumentará la tendencia al rebote.

En el concepto moderno de un compactador neumático la carga sobre la llanta y la presión de inflado, deben ser las adecuadas para dar la presión de contacto suficiente para ejercer el esfuerzo requerido de compactación (es aconsejable no alejarse mucho de las recomendaciones del fabricante).

Por la razón anterior los fabricantes de equipo progresistas han provisto a sus máquinas, con implementos para variar rápidamente la presión de inflado de sus equipos.

Las presiones de inflado usuales son del orden de 50 psi, para compactadores pequeños (hasta 10 Ton) y pueden llegar hasta 80 psi en compactadores grandes (de 10 a 60 Ton).

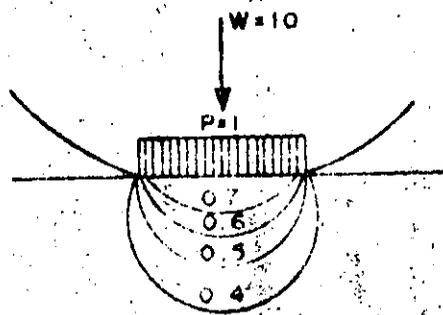


FIG. 15

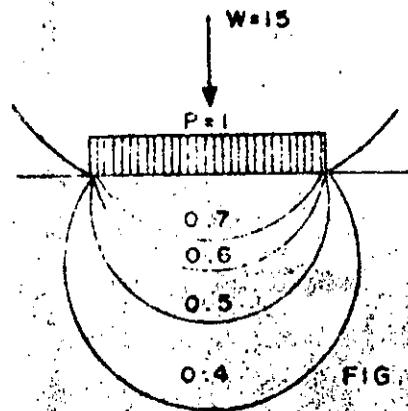


FIG. 16

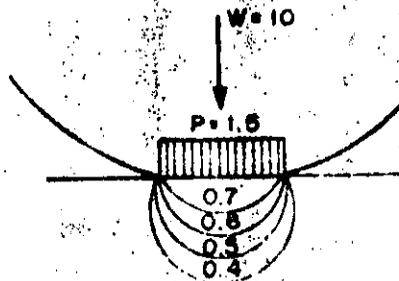


FIG. 17

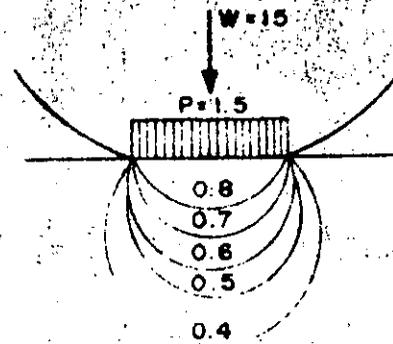


FIG. 18

La presión de inflado no es igual a la de contacto ya que interviene (en mucho) la rigidez de la llanta inflada.

Tienen aplicaciones especializadas como la compactación del terreno natural en aeropuertos (grandes extensiones, terreno plano, alto grado de compactación, fácil acceso, etc), tienen gran utilidad para sellar las capas superiores, con lo que se logra una buena impermeabilidad.

El rodillo de impacto ha probado ser uno de los más versátiles y económicos compactadores en terracerías, capaz de compactar eficientemente la mayor parte de los suelos (Fig. 25).



FIG. 25 RODILLO DE IMPACTO ( TAMPING-ROLLER )

#### 4.6. RODILLOS VIBRATORIOS

Estos rodillos funcionan disminuyendo temporalmente la fricción interna del suelo. Como en los suelos granulares (gravas y arenas) - su resistencia depende principalmente de la fricción interna (en los suelos plásticos depende de la cohesión), la eficiencia de estos rodillos está casi limitada a suelos granulares.

La vibración provoca un reacondo de las partículas del suelo - que resulta en un incremento del peso volumétrico, pudiendo alcanzar espesores grandes de la capa (0.80 m).

Estos rodillos pueden producir un gran trabajo de compactación en relación a su peso estático ya que la principal fuente de trabajo es la fuerza dinámica de compactación (Fig. 26).

Buscando extender ventajas a suelos cohesivos se han desarrollado rodillos pata de cabra vibratorios, en los que la fuerza y la amplitud de la vibración se han aumentado, y se ha disminuido la frecuencia. Con el mismo objeto se han acoplado dos rodillos vibratorios, "fuera de fase", a un marco rígido para obtener efecto de amasamiento.

Estos rodillos se clasifican por su tamaño, pequeños hasta 9.000 kg de fuerza dinámica y grandes de más de 9.000, pudiendo llegar hasta 20.000 kg o más. Los grandes pueden llegar a sobreesforzar suelos débiles por lo que hay que manejarlos con cuidado.

Todos los vibradores deben de manejarse a velocidades de 2.5 a 5 km/h. Velocidades mayores no incrementan la producción, y con frecuencia no se obtiene la compactación.

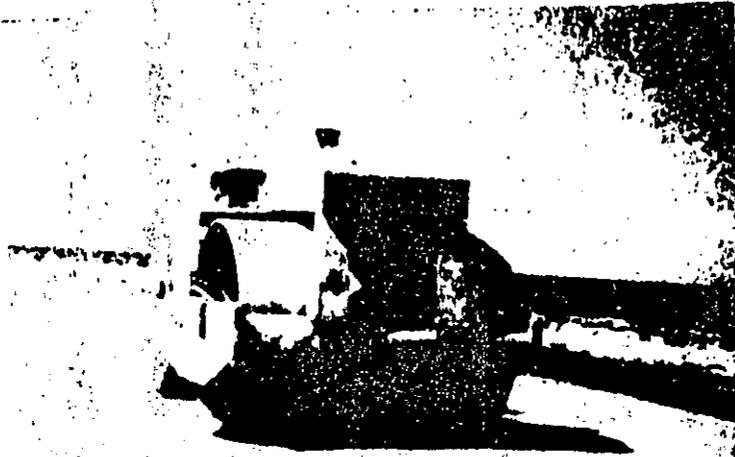


FIG. 26 RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO

#### V. FACTORES QUE INFLUYEN EN LA COMPACTACION

Los factores que primordialmente influyen en la obtención de una compactación económica son:

- 5.1) CONTENIDO DE HUMEDAD DEL MATERIAL
- 5.2) GRANULOMETRIA DEL MATERIAL
- 5.3) NUMERO DE PASADAS DEL EQUIPO
- 5.4) PESO DEL COMPACTADOR
- 5.5) PRESTON DE CONTACTO
- 5.6) VELOCIDAD DEL EQUIPO COMPACTADOR
- 5.7) ESPESOR DE CAPA

5.1) CONTENIDO DE HUMEDAD. El agua tiene en el proceso de compactación, el papel de lubricante entre las partículas del material. - Una falta de humedad exigirá mayor esfuerzo compactivo, así como también lo exigiría un exceso de la misma.

Debe recordarse que todo material tiene un contenido óptimo de humedad, para el cual se obtiene, bajo una cierta energía de compactación, una densidad máxima.

El agua, entonces, facilita el trabajo de compactación.

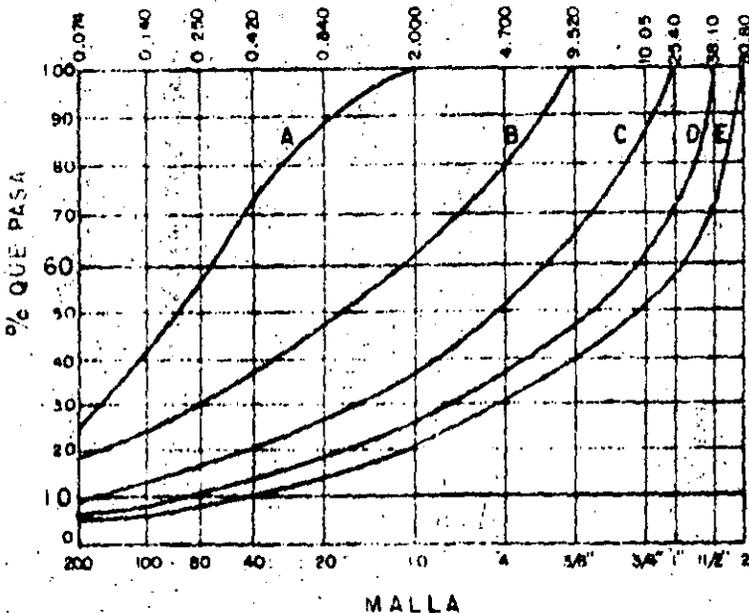
5.2) GRANULOMETRÍA DEL MATERIAL. Para la obtención de una eficiente compactación es necesario, que haya partículas de varios tamaños en el material por compactar, ya que las partículas de menor tamaño ocuparán los espacios formados entre partículas de mayor tamaño.

Un suelo que contiene un tamaño muy uniforme de partículas -- (mal graduado), será difícilmente compactado. En cambio un suelo -- con amplia gama de tamaños (bien graduado), se compacta mejor ya -- que las partículas de menor tamaño ocuparán los espacios formados -- entre las partículas de mayor tamaño.

Por lo que es muy importante considerar el Coeficiente de Uniformidad de Lars forssblad, que es la relación entre el  $D_{60}$  y el  $D_{10}$ .

### COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD (Cu) DE LARS FORSSBLAD

GRAFICA DE COMPOSICION GRANULOMETRICA



$$Cu = \frac{D_{60}}{D_{10}}$$

En donde:

El  $D_{60}$  : Es el tamaño de la malla por el que pasa el 60% del material.

El  $D_{10}$  : Es el tamaño de la malla por el que pasa el 10% del material.

Si el  $C_u > 7$ , se tiene un excelente suelo (bien graduado) para compactar. Con amplio margen de tamaños de partículas y cantidades apreciables de cada tamaño intermedio.

Si el  $7 > C_u > 3$ , se tienen suelos, que presentan ciertos problemas para la compactación, las que podemos eliminar mejorando la granulometría y así obtener buenos resultados.

Si el  $C_u < 3$ , se tiene un pésimo suelo (mal graduado) para compactar.

Por ejemplo en la gráfica de composición granulométrica, podemos observar de la curva (D), el  $D_{60}$  corresponde al material que pasa la malla de  $1 \frac{1}{2}$ , tamaño igual a 19.05 mm y el  $D_{10}$  corresponde al material que pasa por la malla 80, tamaño igual a 0.250 mm. Si calculamos el coeficiente de uniformidad tenemos que:

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} = \frac{19.05 \text{ mm}}{0.250 \text{ mm}} = 76.2$$

lo que nos indica que es un excelente suelo para compactar, porque tiene una amplia gama de tamaños.

Es oportuno hacer notar aquí, que la forma de las partículas también tiene importancia en la compactación. Materiales con partículas de forma angulosa son generalmente más difícilmente compactados por sus acunamientos, que materiales con partículas redondeadas.

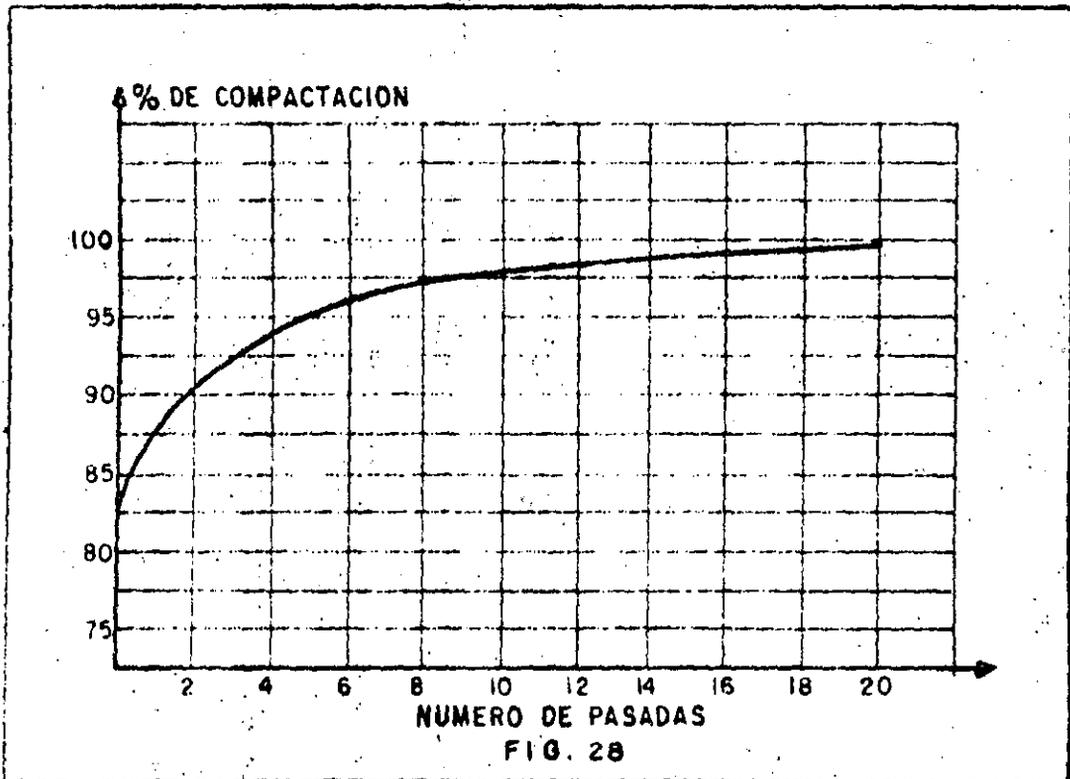
5.3) NUMERO DE PASADAS. El número de pasadas que un equipo debe dar sobre un material dependerá de (Fig. 28):

- A) Tipo de compactador
- B) Tipo de material

- C) Contenido de humedad
- D) Forma en que aplique la presión al material
- E) Maniobrabilidad del equipo

5.4) PESO DEL COMPACTADOR. La presión ejercida sobre el material dependerá, en parte, del peso del equipo de compactación.

5.5) PRESION DE CONTACTO. Más que el peso del compactador importa la presión de contacto: ésta depende de:



- A) Tipo de material
- B) Estado del material (Suelto o Semisuelto)
- C) Area expuesta por el compactador
- D) Presión de inflado en el caso de un equipo sobre neumáticos

E) peso del compactador

F) temperatura del material tratándose de mezclas asfálticas.

Los fabricantes de equipo de compactación se han preocupado por que sus máquinas ejerzan presiones de contacto uniformes, lo cual han logrado mediante suspensiones isostáticas.

Es necesario hacer hincapié, que resulta de mayor importancia la presión de contacto de un compactador, que el peso mismo.

Por ejemplo un compactador muy pesado necesita de un mayor número de llantas o de llantas más grandes, con lo cual, el área de contacto entre el compactador y el material se incrementa, resultando la presión de contacto, similar a la de un compactador normal con menos llantas o llantas menores.

## 5.6) VELOCIDADES DE OPERACION

De la velocidad de translación del compactador y del número de pasadas dependerá, principalmente la producción. La velocidad estará entre los siguientes valores:

### 5.6.1. Rodillos Metálicos y Patas de Cabra

Son lentos por naturaleza, entre más rápido mejor, limitados sólo por la seguridad. 5 km por hora es un buen máximo.

### 5.6.2. Rodillos de Reja o de Impacto

Entre más rápido mejor, limitado sólo por la seguridad, normalmente de 10 a 20 km por hora.

### 5.6.3. Rodillos Neumáticos

Entre más rápido mejor, excepto que haya rebotes, lo que puede ocasionar ondulación de la capa, compactación dispareja y desgaste -- acelerado del equipo. Normal de 4 a 8 km por hora.

### 5.6.4. Rodillos Vibratorios.

La máxima eficiencia se obtiene entre 3 y 5 km por hora, a velocidades mayores la eficiencia baja rápidamente y se puede llegar a no obtener la compactación.

## VI. SELECCION DE COMPACTADORES EN CUANTO A SU FUNCION

La selección de compactadores más adecuado no siempre es sencilla, ya que depende de muchos factores: tipo de suelo, tipo de trabajo, método de movimiento de tierras, compatibilidad de trabajo, etc., en la selección final deben hacerse intervenir, cuando menos, los factores mencionados. Es frecuente y muy eficiente el uso de varios equipos que combinen los diferentes efectos de compactación.

Los factores más importantes que deben tomarse en cuenta para esta selección son:

- 6.1. Tipo de Material
- 6.2. Tamaño de la Obra
- 6.3. Requerimientos especiales

### 6.1. TIPO DE MATERIAL

En la figura 29 se muestra en los renglones 4 y 5 los diferentes materiales y su respectivo tamaño en mm. En el renglón 3 se clasifican en cohesivos, semicohesivos y no cohesivos. (los más finos son cohesivos y los granulares no cohesivos) en los renglones 1 y 2 se indica su uso más frecuente:

- 1) Sub-bases, bases y carpetas: siempre materiales no cohesivos (arenas y gravas).
- 2) Terracerías: normalmente materiales cohesivos y semicohesivos, a veces no cohesivos.

En el renglón 6: la compactación por presión estática (rodillos metálicos y neumáticos) es aplicable a todos los suelos. Limitación: bajo rendimiento, excepto en los compactadores neumáticos grandes.

En el renglón 7: la compactación por amasamiento (rodillo pata de cabra estática y pata de cabra vibratoria) es útil para suelos cohesivos y semicohesivos (arcillas, limos y algo en arenas limosas). Limitación: alto costo de pata de cabra estática.

En el renglón 8: la compactación por impacto (rodillo de impacto y rodillo de reja) aplicable a toda clase de suelos, pero el mal acabado que dan a la capa sólo permite aplicarlos en terracerías, normalmente arcillas y limos, a veces arenas. Limitación: el rodillo de reja se atasca con los materiales cohesivos y hay que parar frecuente

per se, (1)  
Todos los equipos combinan  
diferentes es fuerza de compactación, por lo que no hay que  
combinar equipos (línea A)

mente a limpiarlo, sin embargo es un excelente disgregador, por lo que el rodillo de reja es extraordinario en terracerías que necesitan disgregado.

En el renglón 9: la compactación por vibración (rodillo liso vibratorio) es aplicable en suelos no cohesivos (arenas y gravas) y a veces algunos semicohesivos (arenas limosas).

Conclusiones: (Fig. 29)

- a) Para suelos cohesivos se debe preferir pata de cabra vibratoria o rodillo de impacto. (Línea A).
- b) Para suelos no cohesivos se debe preferir rodillo liso vibratorio. (Línea B).
- c) Para todos los suelos: rodillo neumático
- d) Las mejores combinaciones son:

Para suelos cohesivos: Neumático grande y pata de cabra o neumático y rodillo de impacto. (Línea A, Fig. 29);

Para suelos no cohesivos: Neumático y rodillo vibratorio (Línea B, Fig. 29).

### 6.2. TAMAÑO DE OBRA.

Dependiendo del tamaño de la obra y habiendo ya seleccionado el tipo de compactador adecuado para el material por compactar, se puede determinar el número de compactadores necesarios para cumplir con el plazo estipulado.

### 6.3. REQUERIMIENTOS ESPECIALES.

Existen casos en que por requerimientos especiales es necesario decidirse por un determinado tipo de compactador, como cuando las especificaciones solicitan un compactador que no estratifique el terraplén (corazones arcillosos), ésto nos haría seleccionar una pata de cabra vibratoria o un rodillo de impacto.

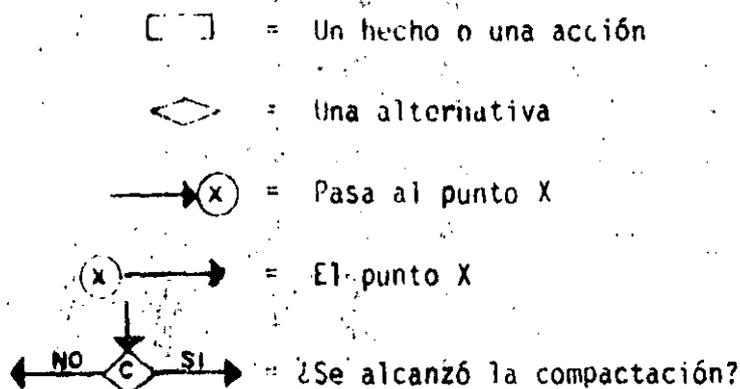
Debemos tener en mente que, en construcción pesada, la inversión en equipo es cuantiosa y que éste se adquiere usualmente fuera del país, por lo que es muy importante pesar cuidadosamente todas las posibilidades para poder escoger la máquina más eficiente; esto es: la menor inversión posible al más bajo costo unitario en el mínimo tiempo realizable.

## VII. REGLAS A SEGUIR EN CASO DE TENER PROBLEMAS CON LA COMPACTACION

¿Qué hacer cuando el control nos indica una falla?

Esta pregunta la vamos a contestar por medio de diagramas lógicos, que siguen a continuación, en los que intenta, en forma general, mostrar un camino lógico para un análisis formal.

En estos diagramas se usan los siguientes símbolos:



## VIII. SELECCIÓN DEL EQUIPO DE COMPACTACION EN CUANTO AL RENDIMIENTO Y AL COSTO DE LA COMPACTACION

### 8.1. RENDIMIENTO

Para determinar la producción horaria de un equipo de compactación se debe tomar en cuenta los siguientes factores:

- A) Ancho compactado por la máquina = A
- B) Velocidad de operación = V
- C) Espesor de capa = E
- D) Número de pasadas para obtener la compactación especificada = N

Para calcular la producción se determina primero el área cubierta en una hora con una pasada; dividiendo la cifra así obtenida entre el número de pasadas requeridas para obtener la compactación estipulada, resulta el área compactada de suelo por hora. Multiplicando esta última área por el espesor compactado de capa se obtiene el volumen compactado por hora.

# SELECCION DE EQUIPO

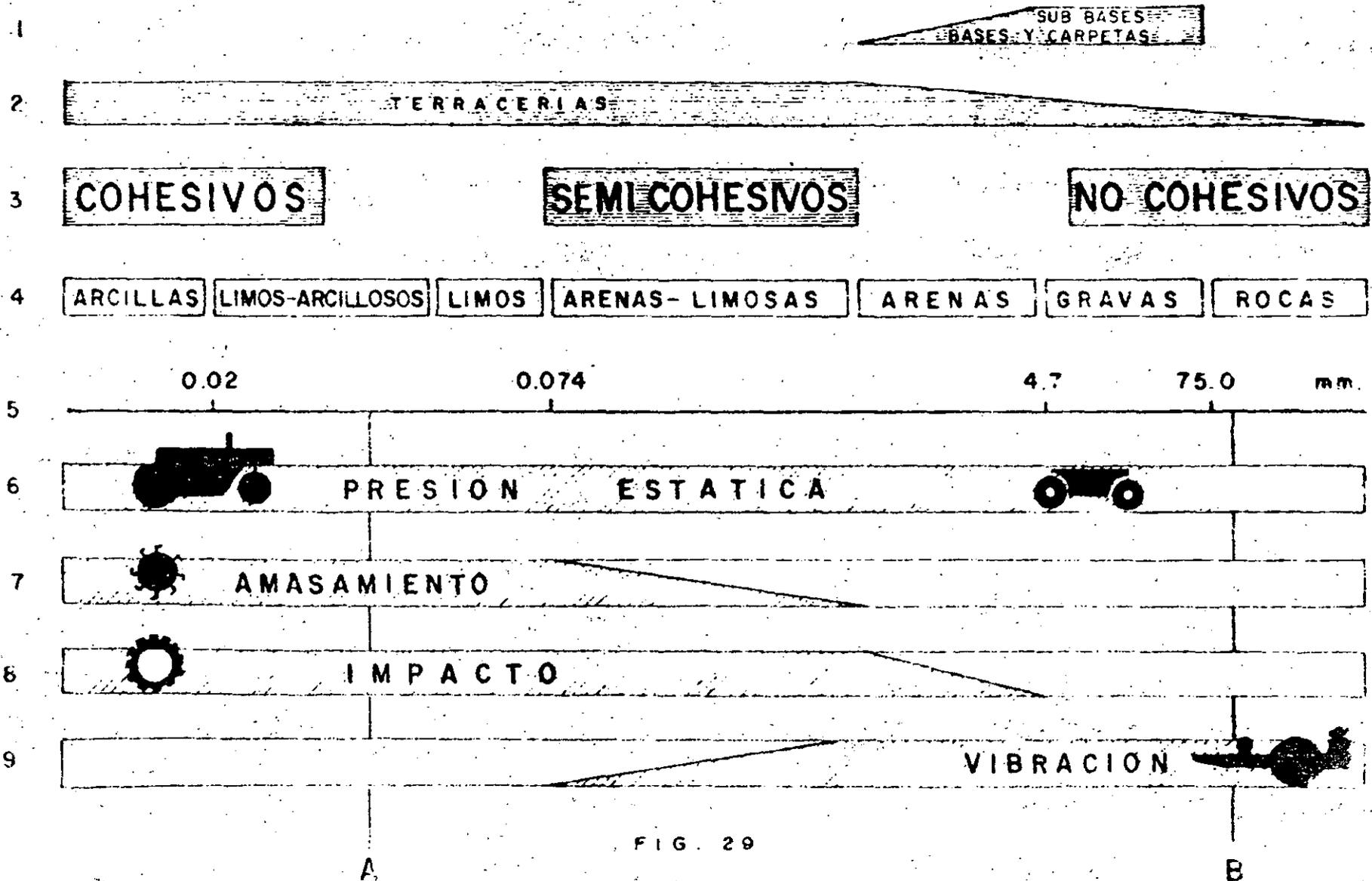
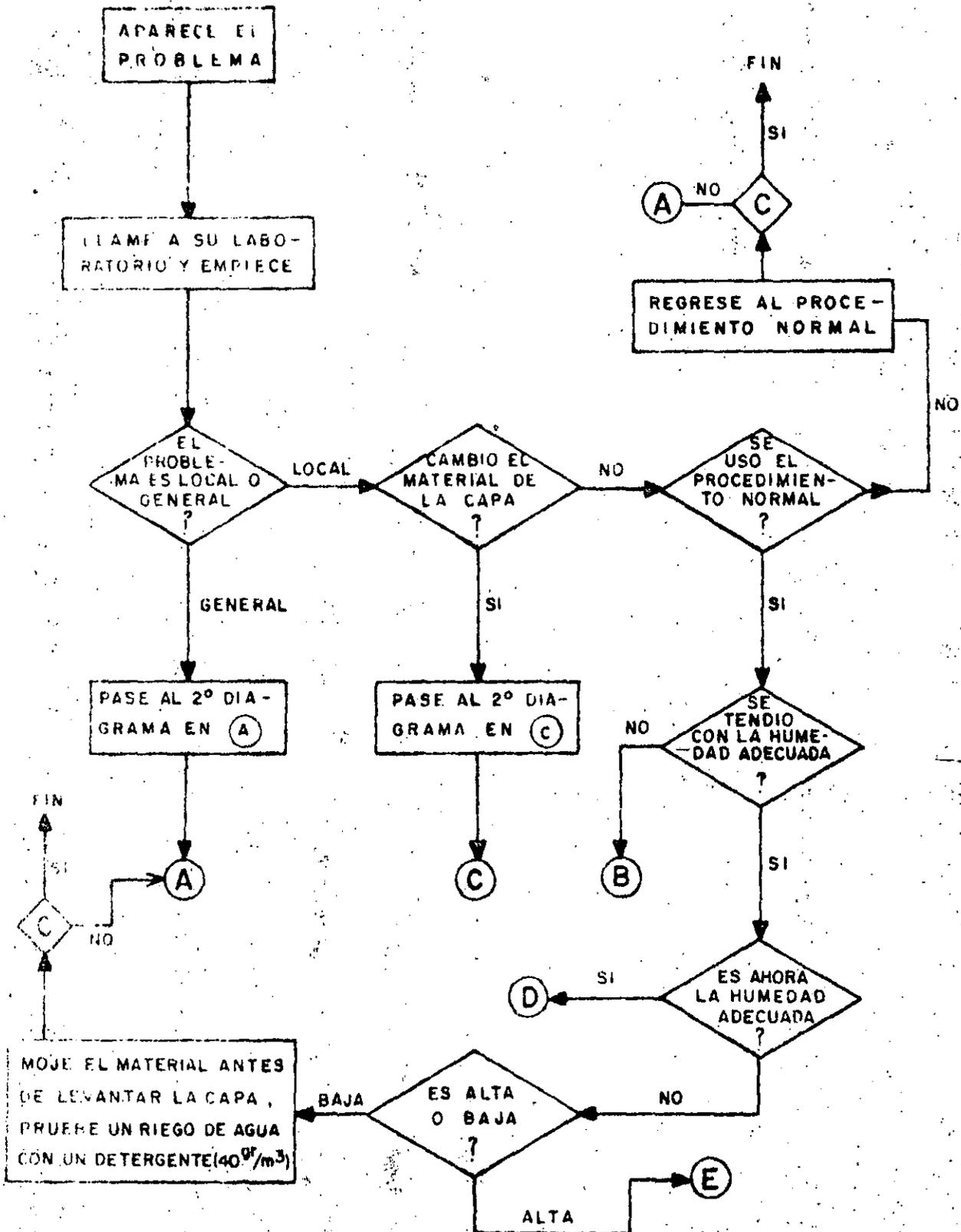


FIG. 29

37

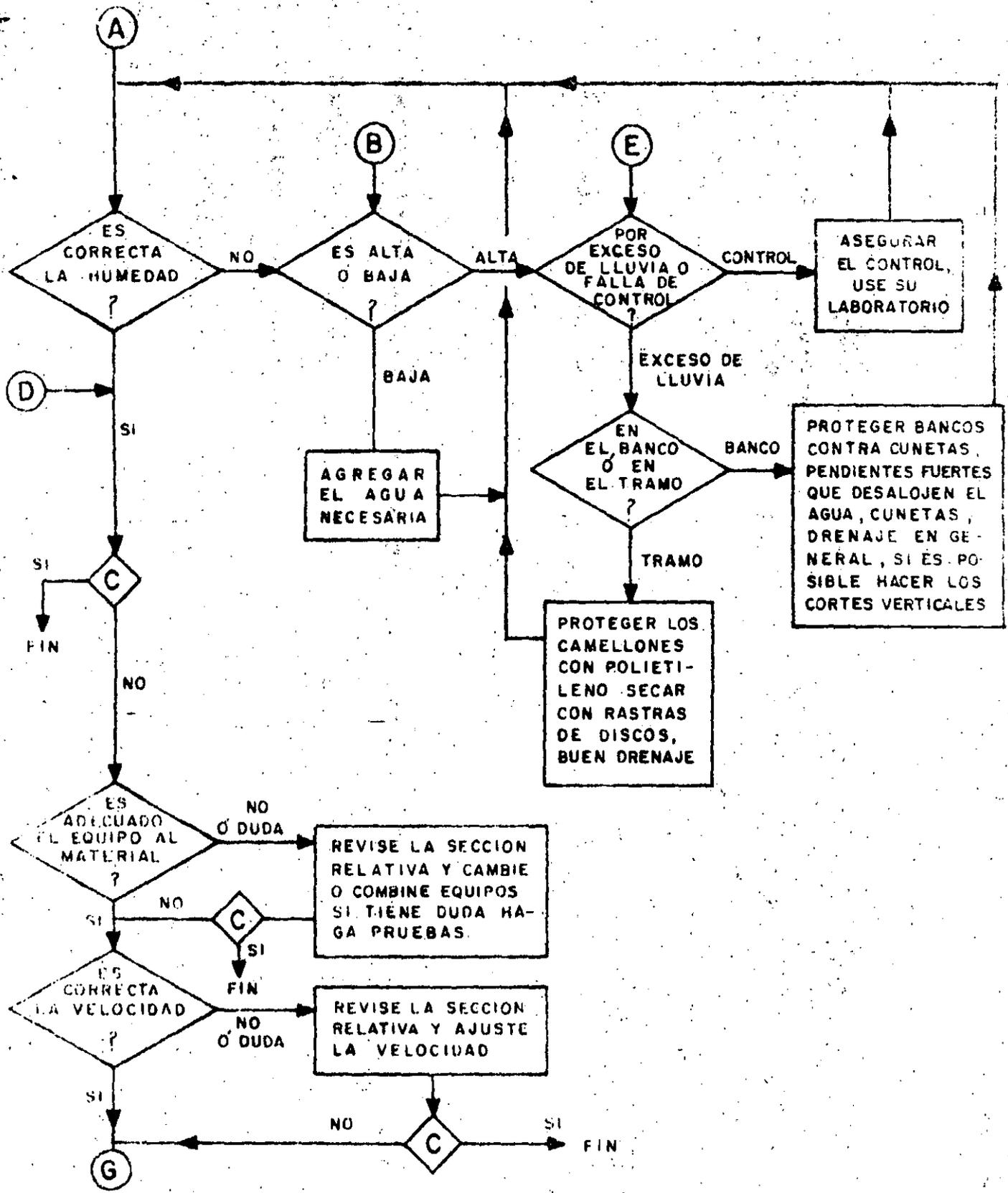
# PRIMER DIAGRAMA

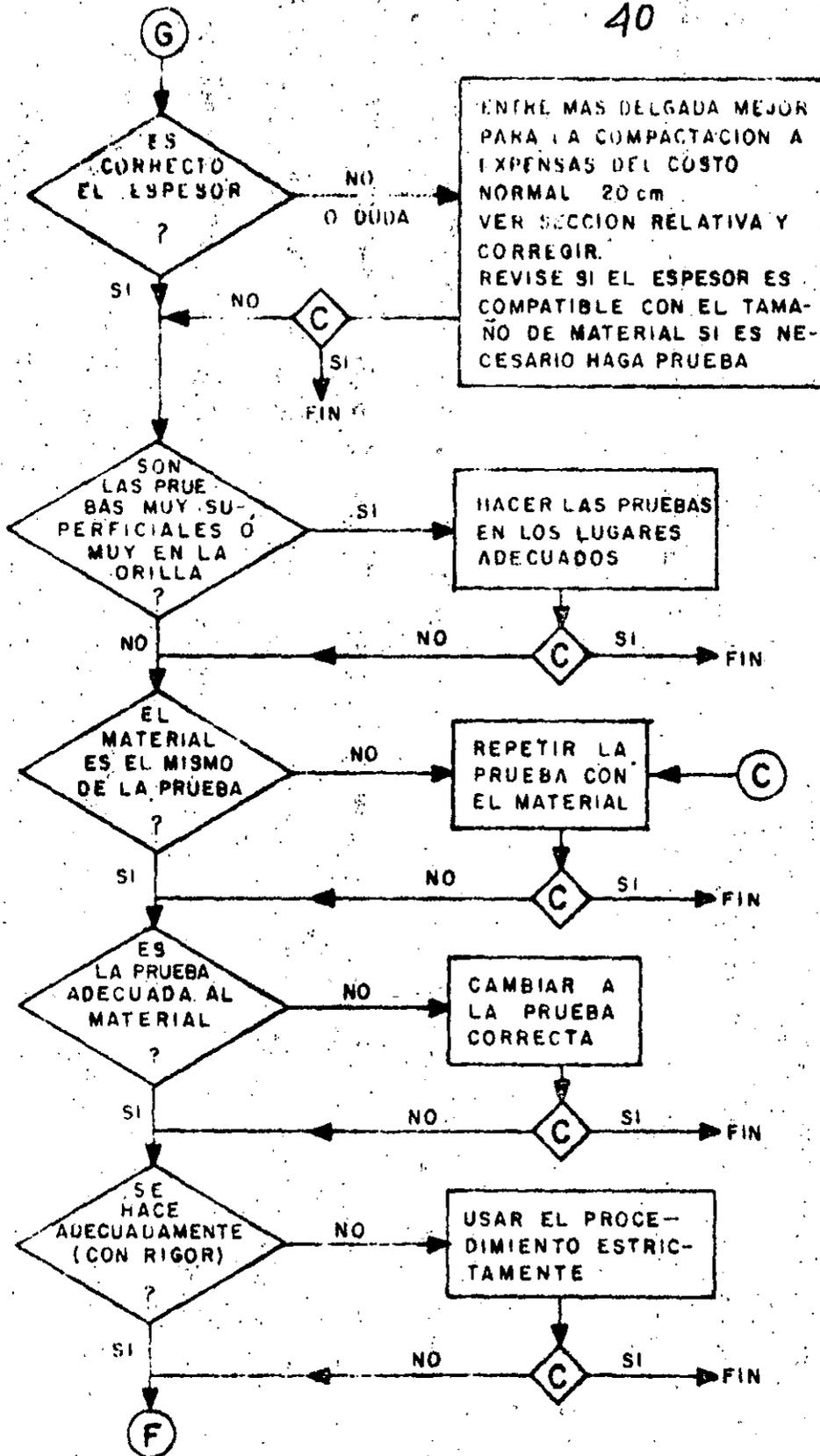
38



# SEGUNDO DIAGRAMA

39





La fórmula puede escribirse:

$$P = \frac{A \times V \times E \times 10 \times C}{N}$$

P = Producción horaria (m<sup>3</sup>/h)

A = Ancho compactado por la máquina (m)

V = Velocidad (km/h)

E = Espesor de capa (cm)

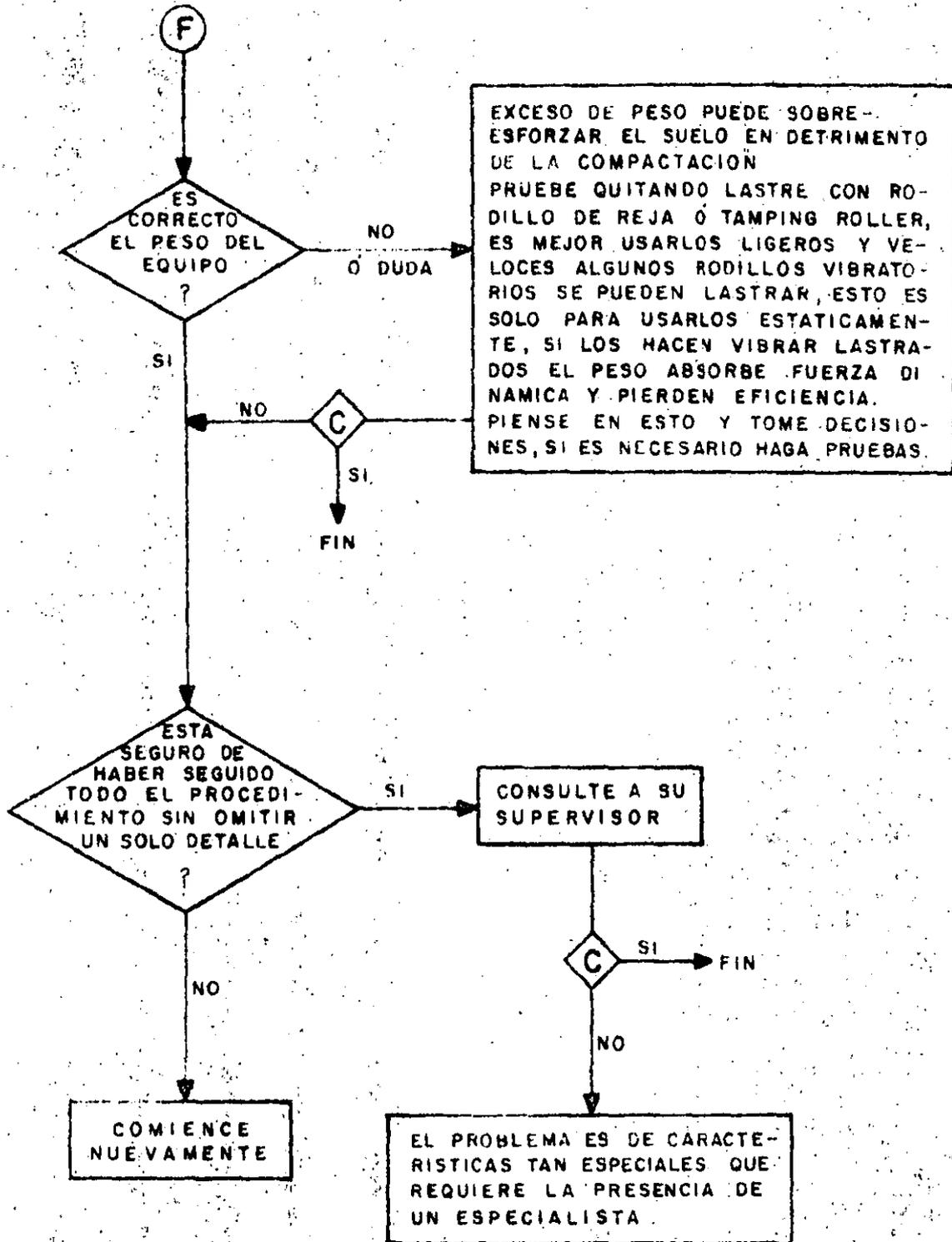
N = Número de pasadas

10 = Factor de conversión

C = Eficiencia (0.6 a 0.8)

La eficiencia (C) afecta la capacidad teórica, reduciéndola por traslapes de pasadas paralelas, por tiempo perdido para dar vuelta y otros factores propios del equipo.

El número de pasadas depende de la energía que el equipo puede proporcionar al suelo:



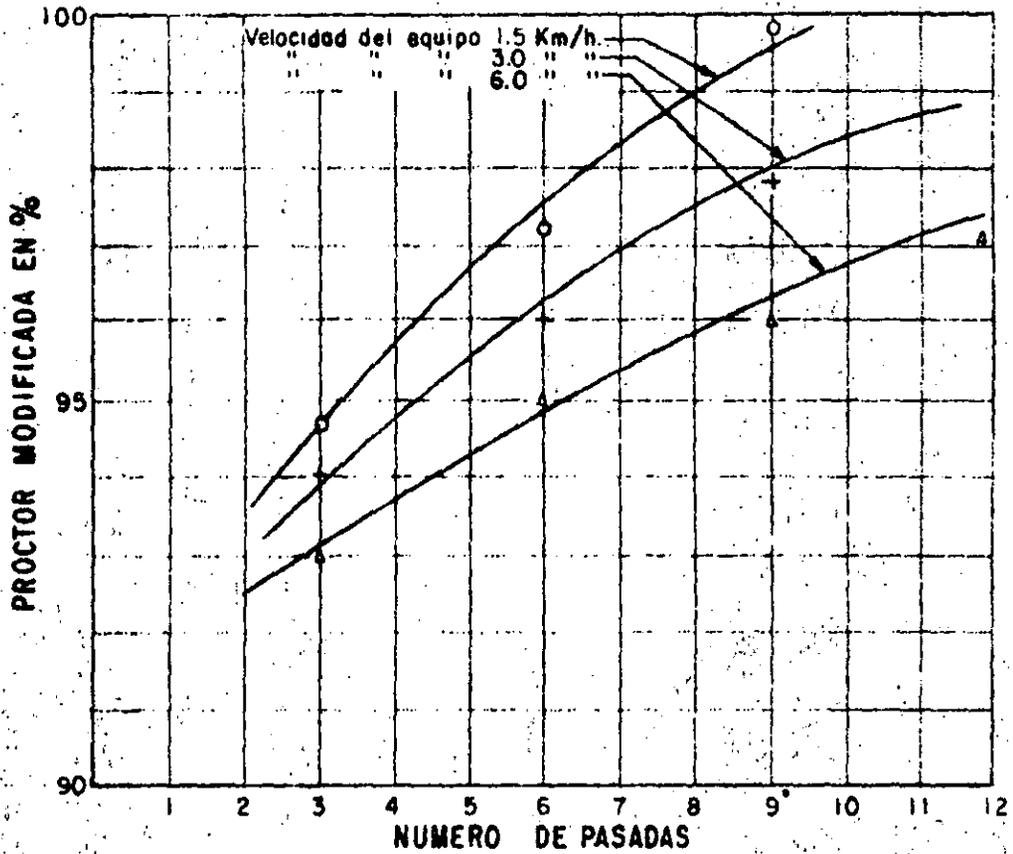
EJEMPLOS TÍPICOS:

EQUIPO	PROFUNDIDAD DE LA CAPA (CM)	No. DE PASADAS	
		PARA 90%	PARA 95%
RODILLO METALICO	10 A 20	7 A 9	10 A 12
NEUMATICO LIGERO	15 A 20	5 A 6	8 A 9
NEUMATICO PESADO	HASTA 70	4 A 5	6 A 8
RODILLO DE IMPACTO	20 A 30	5 A 6	6 A 8
RODILLO DE REJA	20 A 25	6 A 7	7 A 9
PATA DE CABRA VIBRATORIA	20 A 30	3 A 5	6 A 7
LISO VIBRATORIO	20 A 30	VER GRAFICA SIGUIENTE	

Conociendo la capacidad de producción de un compactador y para conocer el costo del (m<sup>3</sup>) compactado es necesario determinar el costo horario del equipo.

8.2. COSTOS

Para la determinación del costo horario del equipo de compactación se siguen los mismo pasos que se siguen para la determinación -



RELACION ENTRE EL GRADO DE COMPACTACION Y NUMERO DE PASADAS  
Equipo liso-vibratorio

de cualquier otro costo horario de equipo de construcción.

Es decir se deben obtener:

A) Cargos fijos.

Depreciación

Intereses

Seguros

Almacenaje

Mantenimiento

B) Consumos

Combustibles

Lubricantes

Llantas

C) Operación

D) Transporte

Sumando.

A) Cargos fijos

B) Consumos

C) Operación

D) Transporte

COSTO HORARIO

Determinado el costo horario del equipo y conociendo la producción del mismo, para un cierto grado de compactación, se puede obtener el costo por (m<sup>3</sup>) compactado:

$$\text{Costo por m}^3 = \frac{\text{Costo Horario Equipo}}{\text{Producción Horaria Equipo}}$$

### 8.3. EJEMPLOS

#### Ejemplo (1)

Si tiene por ejemplo un material compuesto por un 30% limo y 70% arena. Consideramos que se trata de un material granular y por lo tanto un compactador vibratorio es el indicado.

Se analizarán las siguientes alternativas:

- 1.- Rodillo liso vibratorio arrastrado por tractor agrícola
- 2.- Rodillo sencillo liso vibratorio autopropulsado
- 3.- Rodillo doble (Tandem) vibratorio autopropulsado

#### 1.- Determinación de costos horario

1. Rodillo liso arrastrado por tractor agrícola.

Precio de adquisición rodillo \$ 1'100,000.00

Precio de adquisición del tractor --- 840,000.00

Se considera una vida útil del conjunto de 8000 horas y un valor de rescate de cero.

Cargos fijos	\$ 612.00
Consumos	36.00
Operación	72.00
	<hr/>
	\$ 720.00

## 2.- Rodillo sencillo vibratorio autopropulsado.

Precio de adquisición \$ 2'400,000.00

Se considera también una vida útil de 8000 horas y un valor de rescate de cero:

Cargos fijos	\$ 672.00
Consumos	36.00
Operación	72.00
	-----
	\$ 780.00/hora

## 3.- Rodillo Tandem vibratorio autopropulsado

Precio de adquisición \$ 4'300,000.00

Haremos la misma consideración por lo que respecta a vida útil y valor de rescate que las alternativas anteriores.

Cargos fijos	\$ 1,150.00
Consumos	52.00
Operación	72.00
	-----
	\$ 1,274.00

## 1.- Determinación de producciones horarias

## 1. Rodillo arrastrado por tractor agrícola.

Ancho	= 1.50 m
Velocidad	= 4 km/h
Espeor	= 20 cm (suelos)
Número de pasadas	= 4 para 95%

Coefficiente de reduc. = 0.7

Eficiencia = 0.75

$$P = \frac{1.50 \times 4 \times 20 \times 10 \times 0.7}{4} \times 0.75$$

$$P = 157 \text{ m}^3/\text{hora}$$

### 2. Rodillo autopropulsado

Ancho = 2.14 m

Velocidad = 4.5 km/h

Espesor = 20 m (suelos)

Número de pasadas = 4 para 95%

Coefficiente de reduc. = 0.7

Eficiencia = 0.75

(Es de mayor maniobrabilidad y de mayor energía dinámica)

$$P = \frac{2.14 \times 4.5 \times 20 \times 10 \times 0.7}{4} \times 0.75$$

$$P = 253 \text{ m}^3/\text{hora}$$

### 3. Rodillo vibratorio Tandem autopropulsado

Ancho = 1.50

Velocidad = 4 km/h

Espesor = 20 cm (suelos)

Número de pasadas = 2 (por ser dos rodillos)

Coefficiente de reduc. = 0.7

Eficiencia = 0.75

$$P = \frac{1.50 \times 4 \times 20 \times 10 \times 0.8}{2} \times 0.75$$

$$P = 315 \text{ m}^3/\text{hora}$$

### III. Determinación de costo de compactación.

	COSTO HORARIO	PRODUCCION	COSTO X m <sup>3</sup>
Caso 1	\$ 720.00/h	157 m <sup>3</sup> /h	\$ 4.59/m <sup>3</sup>
Caso 2	\$ 780.00/h	253 m <sup>3</sup> /h	\$ 3.03/m <sup>3</sup>
Caso 3	\$ 1,274.00/h	315 m <sup>3</sup> /h	\$ 4.36/m <sup>3</sup>

Se hace notar que a pesar de que la diferencia de valor de adquisición entre los casos (1) y (3) es de 280% aproximadamente, se obtiene un ahorro en el caso (3), del costo de compactación, cercano al 10%.

Suponiendo que se contara con un compactador de impacto auto-propulsado, con un costo horario de \$ 1,240.00 y se tratara de compactar el material granular del ejemplo, se obtiene:

Producción horaria:

$$\text{Ancho} = 1.94 \text{ m}$$

$$\text{Velocidad} = 9 \text{ km/hora}$$

$$\text{Espesor} = 20 \text{ cm (suelos)}$$

$$\text{Número de pasadas} = 8 \text{ pasadas (contando sus cuatro rodillos)}$$

$$\text{Coeficientes de reducción} = 0.7$$

$$\text{PRODUCCION} = \frac{1.94 \times 9 \times 20 \times 10 \times 0.7}{8} \times 0.8$$

$$\text{PRODUCCION} = 244 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\text{COSTO POR COMPACTACION} = \frac{\$ 1,240.00/\text{h}}{244 \text{ m}^3/\text{h}} = \$ 5.08$$

El costo obtenido demuestra una mala selección del equipo, ya que resultó mayor que los obtenidos para rodillos vibratorios.

En caso contrario puede encontrarse cuando con un rodillo vibratorio liso traten de compactarse materiales altamente cohesivos - para los cuales el compactador de impacto resultara más ventajoso.

#### E J E M P L O (2)

Material por compactar: Arena bien graduada

Volumen por compactar: 300 m<sup>3</sup> compactados/hora

Compactación al 95%

Eficiencia 70%

#### A) Plancha Tandem

Ancho rodillos = 1.20

Velocidad máxima de desplazamiento: 2 km/h

Número de pasadas para obtener el 95% de compactación = 11

Espesor compacto de capa = 12 cm

Costo horario = \$ 400.00/h

#### B) Rodillo Vibratorio Autopropulsado

Ancho rodillo = 1.50

Velocidad máxima de desplazamiento = 4 km/h

Número de pasadas para obtener el 95% de compactación = 4

Espesor compacto de capa = 25 cm

Costo horario = \$ 1,000.00/hora

## PREGUNTAS

- 1.- ¿Cuántas planchas tandem son necesarias para compactar 300 m<sup>3</sup> compactos por hora?
- 2.- ¿Cuántos rodillos vibratorios son necesarios para compactar 300 m<sup>3</sup> compactos por hora?
- 3.- ¿Cuál equipo proporcionará una compactación más económica?

Se determinan primero las producciones horarias de los equipos.

A) Plancha Tandem:

$$P = \frac{1.20 \times 2 \times 12 \times 10}{11} \times 0.70$$

$$P = 13.3 \text{ m}^3/\text{h (compactos)}$$

B) Rodillo Vibratorio

$$P = \frac{1.50 \times 4 \times 25 \times 10}{4} \times 0.70$$

$$P = 262 \text{ m}^3/\text{h (compactos)}$$

## RESPUESTAS:

1.- Se necesitan tantas planchas como:

$$\frac{300}{18.3} = 16 + = 17 \text{ planchas}$$

Se pueden utilizar 16 unidades, pero con utilización óptima -- que frecuentemente resulta difícil de obtener.

Se necesitan usar 17 unidades, lo cual es totalmente impráctico.

2.- Los rodillos vibratorios necesarios son:

$$\frac{300 \text{ m}^3/\text{h}}{262 \text{ m}^3/\text{h}} = 1.14 + = 2 \text{ rodillos}$$

3.- Determinación del costo de compactación:

A) Planchas Tandem (6 - 8 Tons)

$$\text{Costo} = \frac{\text{Costo Horario}}{\text{Producción}}$$

$$\text{Costo} = \frac{\$ 400.00/\text{h}}{18.3} = \$ 21.85/\text{m}^3$$

Costo que es muy elevado !!

B)- Rodillos Vibratorios

$$\text{Costo} = \frac{\$ 1,000.00/\text{h}}{262 \text{ m}^3/\text{h}} = \$ 3.82/\text{m}^3$$

Que es un costo razonable.

## IX. CONCLUSIONES

- 9.1. La forma de mejorar los elementos mecánicos en un suelo es la compactación.
- 9.2. Los efectos más importantes que produce una buena compactación en un suelo son: Resistencia mecánica, minimización de asentamientos y reducción de la permeabilidad.
- 9.3. El factor de mayor importancia para dar una compactación óptima en un suelo, es el contenido de humedad del material.
- 9.4. Los esfuerzos de compactación pueden transmitirse al suelo por la combinación de uno o más de los siguientes efectos: Presión estática, impacto, vibración y amasamiento.
- 9.5. El compactador que deba usarse dependerá básicamente del tipo de suelo que se quiera compactar (Fig. 29).
- 9.6. La selección de compactadores deberá hacerse con mucho cuidado y tratando de hacer intervenir las variables ya que de esto dependerá el éxito económico y funcional de la compactación.
- 9.7. De un buen control depende que la compactación se lleve a cabo correctamente.



**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA  
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

CURSO: "RESIDENTES DE CONSTRUCCION".  
PARA: DIRECCION GENERAL DE CAMINOS RURALES  
LUGAR: CULIACAN, SINALOA  
FECHA: DEL 18 AL 22 DE NOVIEMBRE DE 1985.

PRODUCCION DE AGREGADOS PETREOS

NOVIEMBRE, 1985.

## TECNICAS MODERNAS DE PRODUCCION DE AGREGADOS.

### INTRODUCCION.

La correcta selección del equipo de trituración es uno de los factores, que sin lugar a dudas, influyen más en el buen resultado técnico y económico de las obras civiles de construcción pesada, tales como caminos, aeropuertos, presas, vías férreas, etc.

Es por lo tanto muy importante poder contar con toda la información necesaria para poder plantear correctamente el problema de selección del equipo de trituración y complementario respectivo, y así elegir las máquinas que a partir de un material natural o greña, serán capaces de producir en el tiempo requerido, los agregados pétreos necesarios para la ejecución de la obra en cantidad suficiente y con la calidad adecuada.

### I. AGREGADOS PETREOS.

#### Especificaciones Generales.

Los agregados pétreos con fragmentos duros y resistentes, libres de materiales contaminados, conforme a las siguientes especificaciones granulométricas (materiales más utilizados en obras civiles).

#### Agregados para Concretos Hidráulicos

Arena:	0	-	1/4"
Grava # 1:	1/4"	-	3/4"
Grava # 2:	3/4"	-	1 1/2"
Grava # 3:	1 1/2"	-	3"
Grava # 4:	3"	-	6"

### Agregados para caminos

Material de subbase:	0	-	2"
Material de Base:	0	-	1 1/2"
Material de Carpeta:	0	-	3/4"
Material de Sello:	3/16"	-	3/8"

Generalmente es de una tolerancia de  $\pm 5\%$  tanto en sobre tamaño como en sub-tamaño, existiendo normas estrictas para la composición granulométrica interna de las arenas para elaborar concretos hidráulicos (norma ASTM C33-61T), como sigue:

Malla	Porcentaje de Material que pasa
3/8"	100
# 4 (4.76 mm)	95 a 100
# 8 (2.38 mm)	80 a 100
# 16 (1.19 mm)	50 a 85
# 30 (0.595 mm)	25 a 60
# 50 (0.297 mm)	10 a 30
# 100 (0.149 mm)	2 a 10

## II. OBTENCION DE LOS AGREGADOS.

La materia prima (material en greña) para la producción de agregados pétreos, se obtiene de bancos de roca o de yacimientos de agregados naturales de río o de depósitos de aluvión, conglomerados, etc., fundamentalmente. En mucha menor proporción, de escorias de alto horno, así como de productos sintéticos provenientes de la cocción de horno rotatorio de materiales sílico-aluminosos.

Las rocas se dividen en tres grandes categorías geológicas:

- Rocas Igneas (Basaltos, granitos, riolitas, andesitas).
- Rocas Sedimentarias (caliza, arenisca, dolomitas).
- Rocas Metamórficas (esquistos, gneiss, mármol).

Para la extracción y preparación de los agregados, son los factores de dureza y de grado de abrasividad (medido por el porcentaje de sílice), los que importan principalmente para la selección del equipo.

La extracción de las rocas a cielo abierto, tiene dos series de operaciones:

- a) Trabajos preparatorios.
- b) Extracción propiamente dicha.

En efecto, antes de proceder a la extracción del material, es necesario retirar los terrenos constituidos de tierra vegetal, tepetate, limos y arcillas, etc., realizando las operaciones de despalme y desentrañe con escrapas, tractores, arados, etc., hasta dejar abierta a la pedrera con su frente de ataque en uno o varios pisos, con las terrazas respectivas para permitir la evolución de las máquinas de perforación, del equipo de carga y del equipo de evacuación del material extraído.

La extracción puede realizarse manualmente (en desuso), por medios mecánicos y por explosivos.

Los materiales suaves (pizarra, calizas, lignito, etc.), se extraen por medio de equipos análogos a los empleados para las operaciones de despalme.

El caso más general, es la extracción por medio de explosivos, con los cuales se deslocan los bancos de roca y se obtiene una fragmentación en bloques de un tamaño tal, que se permite su manejo con los medios de carga y de transporte disponibles, así como su entrada a la boca de la quebradora primaria.

En muchas ocasiones, a pesar de las precauciones tomadas en las tronadas masivas de roca, un porcentaje medio del 20% al 30% de bloques, son demasiado grandes para manejarse con los medios de que se dispone. Es necesario una reducción secundaria de dichos bloques por medio de dinamita (barrenación secundaria o plastas), o por medios mecánicos (pilón o "drop-ball").

La carga se realiza por cargadores frontales sobre neumáticos o sobre orugas y por palas mecánicas y el transporte a la planta de trituración, por camiones de diversas capacidades. En caso de acarreo relativamente cortos, el cargador frontal sobre neumáticos, puede satisfactoriamente realizar la operación de transporte a la planta de trituración.

La preparación de los agregados tiene por objeto transformar el "Material en Greña" proveniente de la pedrera o de un banco de agregados naturales, y compuesto de elementos de todas dimensiones, desde bloques grandes hasta elementos finos e impurezas de arcilla y limo, en materiales limpios, clasificados en las categorías granulométricas requeridas.

Para realizar dichas operaciones, se cuenta con equipo de trituración -- propiamente dicho y equipo complementario, o sea aquellas máquinas que sin -- participar directamente en las operaciones de trituración, son indispensables para realizar los procesos necesarios para transformar el material en greña o natural, en material útil que reúna ciertas especificaciones.

Por lo que respecta al equipo de trituración, desgraciadamente hasta la -- fecha no se ha diseñado una máquina universal que en un solo paso a etapa, -- convierta el material natural en agregados útiles, sino que dicha transforma- ción se deberá realizar en varios pasos o etapas de acuerdo con el material -- natural disponible y con las especificaciones que deban cumplirse.

Se describirán someramente los siguientes tipos de equipo:

- |                               |  |
|-------------------------------|--|
| A: Equipo de<br>Trituración   | 1. Trituradoras Primarias (Quijadas y Giratorias.<br>2. Trituradoras Secundarias de Cono, Rodi-<br>llos, Martillos<br>3. Trituradoras Terciarias e Impacto.<br>4. Molinos (de Barras y de Bolas)<br>5. Cribas Vibratorias (Horizontales e Inclinadas)<br>6. Alimentadores (de Delantal, de Plato o Recipro-<br>cantes, Vibratorios). |
| B: Equipo Com-<br>plementario | 7. Gusanos Lavadores<br>8. Bandas Transportadoras<br>9. Elevadores de Cangilones.  |

### III. EQUIPO DE TRITURACION.

Las máquinas de trituración más utilizadas en las Obras Civiles, emplean los métodos mecánicos de reducción indicados en el siguiente cuadro:

QUEBRADORA	METODOS DE REDUCCION			
↓	 Impacto	 Desgaste	 Corte	 Compresion
IMPACTO	●			
PULVERIZADOR	●			
MARTILLOS	●	●	●	
RODILLOS	●		●	●
GIRATORIAS	●			●
QUIJADAS	●			●
CONO	●			●

Figura No. 1.

Para decidir cual es el equipo de trituración apropiado para resolver un determinado problema de producción de agregados, es necesario tener en consideración tanto la naturaleza de la materia prima por procesar, como el trabajo idóneo para cada tipo de trituración, para poder hacer una selección de -- equipo técnica y económicamente válida.

Dos de los conceptos básicos que definen el comportamiento y campo de -- aplicación de los diferentes tipos de quebradoras son: índice de reducción y -- coeficiente de forma.

#### IV QUEBRADORAS DE QUIJADA.

##### a) TRITURACION PRIMARIA.

Definitivamente es la quebradora de quijadas de simple toggle con excéntrico superior (figura 4), la que se utiliza para realizar la primera etapa de reducción de los materiales pétreos, en las plantas móviles camineras, en prácticamente todos los casos, así como en la mayoría de las instalaciones fijas de producción de agregados para la industria de la construcción.

Equipo de mecánica simple, se utiliza en las plantas portátiles, en tamaños que van desde 12" x 36" hasta 42" x 48", con pesos de 5,300 kilogramos hasta 48,000 kilogramos y producciones desde 18 toneladas por hora, de acuerdo con el tamaño de la máquina, su abertura de salida y la naturaleza geológica del material, alcanzando índices de reducción promedio de  $8 \div 1$ .

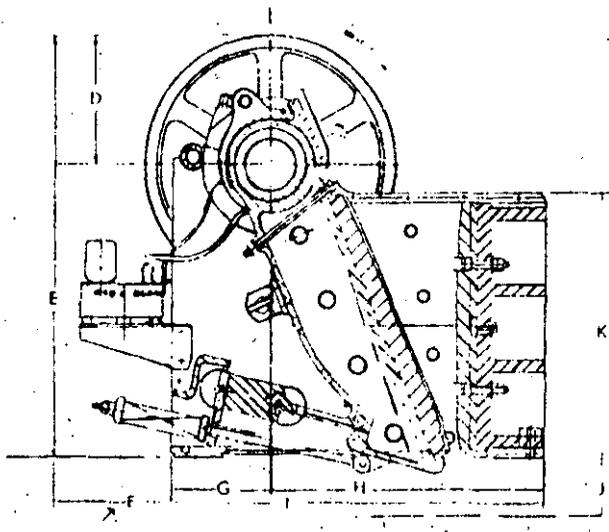


Figura 4.

En algún tiempo se utilizaron quebradoras de quijadas gemelas (figura 5) móviles, pero hoy prácticamente han quedado en desuso debido a su alto costo de adquisición y de operación.

La quebradora de quijadas tipo "Blake" de doble biela y las giratorias, prácticamente no se utilizan en los grupos móviles primarios de trituración, por ser máquinas muy pesadas y de grandes dimensiones, lo cual hace poco práctico instalarlas en chassis remolques, empleándose fundamentalmente instalaciones mineras y cementeras.

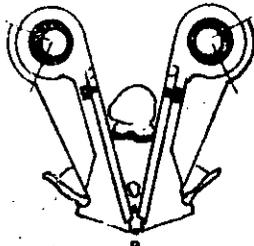


Figura 5.

NOTAS: Las dimensiones de las quebradoras de quijadas se indican por las dimensiones del rectángulo de su boca de admisión (ancho por longitud, generalmente en pulgadas).

Las dimensiones de las quebradoras primarias giratorias se indican por el tamaño de admisión (generalmente en pulgadas) de roca en su alimentación.

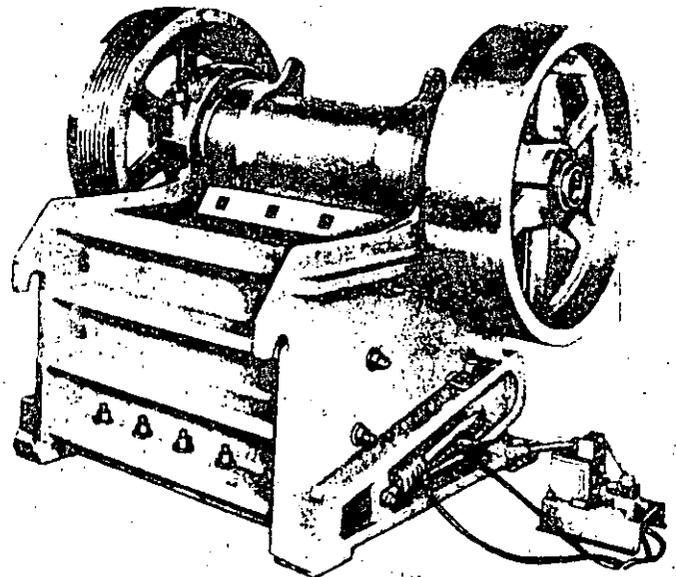
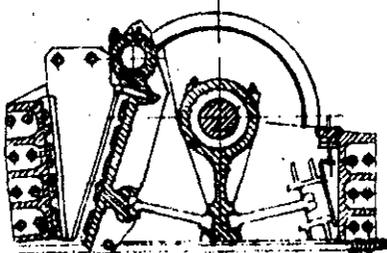


Figura 6.

Quebradoras de quijadas tipo "Blake" o de "doble toggle" o "doble biela", utilizada fundamentalmente para la trituración primaria de minerales extremadamente duros y abrasivos (hematita, taconita, etc.): Muy utilizada en el campo de las obras civiles.

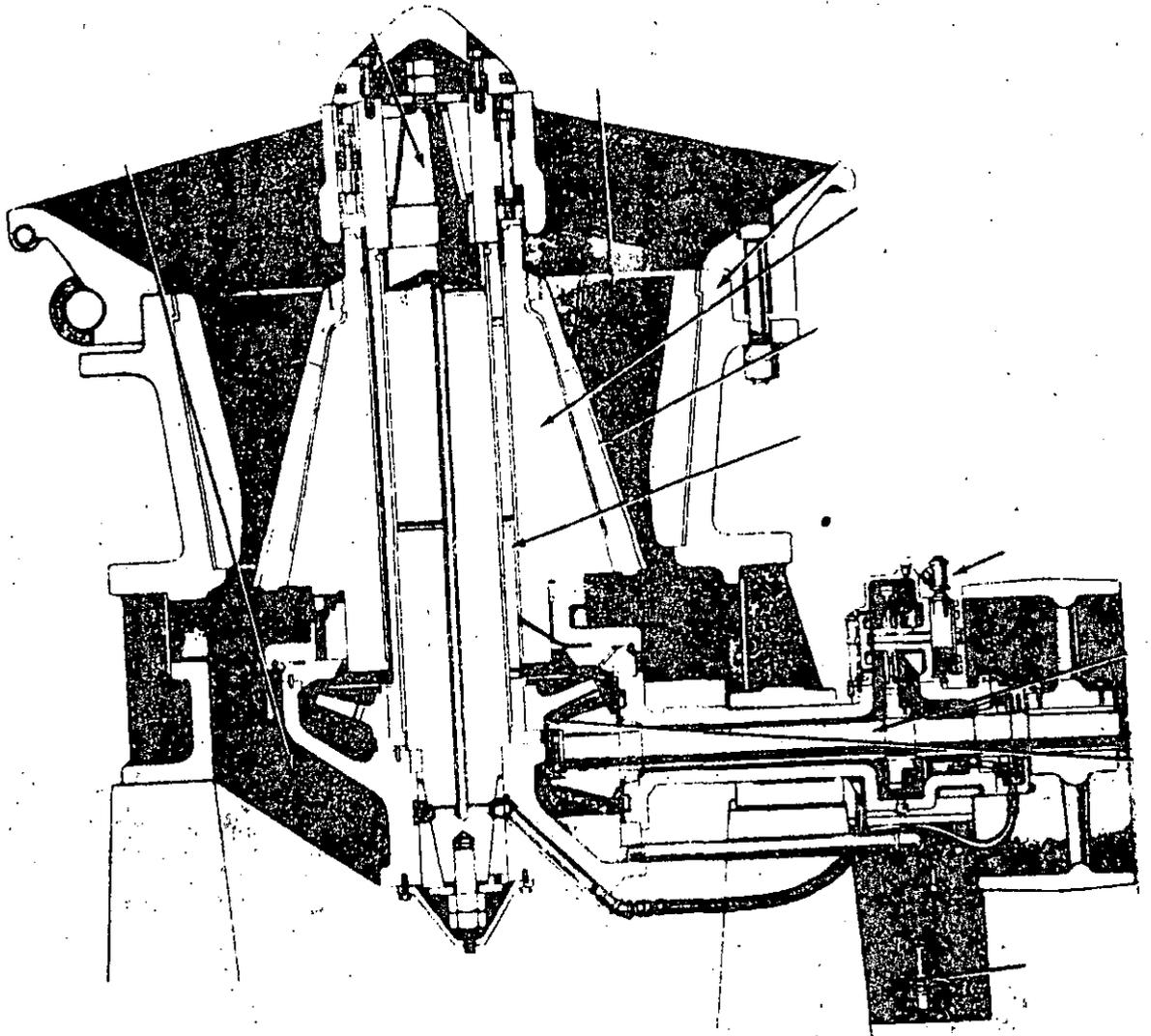


Figura 7.

Quebradora Giratoria Primaria, utilizada fundamentalmente en las Instalaciones Mineras y Cementeras de muy elevadas producciones. Muy poco utilizada en el campo de las obras civiles.

b) TRITURACION SECUNDARIA Y TERCIARIA.

Si bien en la etapa primaria de trituración, desde hace ya muchos años se ha definido a la quebradora de quijadas como el equipo idóneo para las instalaciones de producción de agregados, en lo que respecta a las etapas secunda

rias y terciarias han existido en los últimos tiempos cambios sensibles en la preferencia de los usuarios de dichos equipos, como se verá a continuación.

Las trituradoras tradicionalmente empleadas para realizar las etapas segunda y tercera de la reducción de los materiales pétreos, han sido las de rodillos, impacto y cono.

## V TRITURADORAS DE RODILLOS.

Este tipo de trituradoras de mecánica simple, utiliza los efectos de compresión y corte para efectuar la reducción de tamaño del agregado pétreo.

En el pasado, era éste el tipo de máquina más popular para realizar trituraciones secundarias y terciarias en las plantas móviles camineras, y en plantas fijas de producción de agregados para concretos hidráulicos. Hoy en día su utilización ha quedado reducida al tratamiento de materiales suaves y poco abrasivos, como caliza, carbón, yeso, fosfato, etc., debido a que son rocas de alto contenido de sílice, el desgaste que se presenta en forma de surcos profundos en la superficie cilíndrica de los rodillos, hace que se tengan costos de mantenimiento muy elevados, presentando además las limitaciones que se indican en los párrafos siguientes.

El diámetro de los rodillos debe ser de 20 a 30 veces superior al tamaño de los fragmentos en la alimentación (figura 8), para que pueda aprisionarlos y triturarlos.

La producción es directamente proporcional al ancho de los rodillos (figura 9), sin embargo, un ancho demasiado grande, provoca un desgaste irregular y rápido, más fuerte en el centro que en los extremos.

El índice de reducción que se logra con estas máquinas es relativamente bajo: 3-1 como máximo, debido fundamentalmente a las limitaciones que se tienen en los tamaños de alimentación. Se ha procurado disminuir un poco este inconveniente, introduciendo un tercer rodillo, obteniéndose así una máquina que puede trabajar con mayores índices de reducción, aún cuando más costosa en inversión inicial y en operación (figura 10).

Para disminuir los problemas del alto costo de mantenimiento en dinero y tiempo, en el rectificado de los surcos de desgaste, se han diseñado máquinas de soldadura automática (figura 11) que mitigan un poco estos inconvenientes.

El coeficiente de forma del material triturado en los rodillos, es por regla general bajo, con tendencia a formar muchas lascas en cierto tipo de rocas.

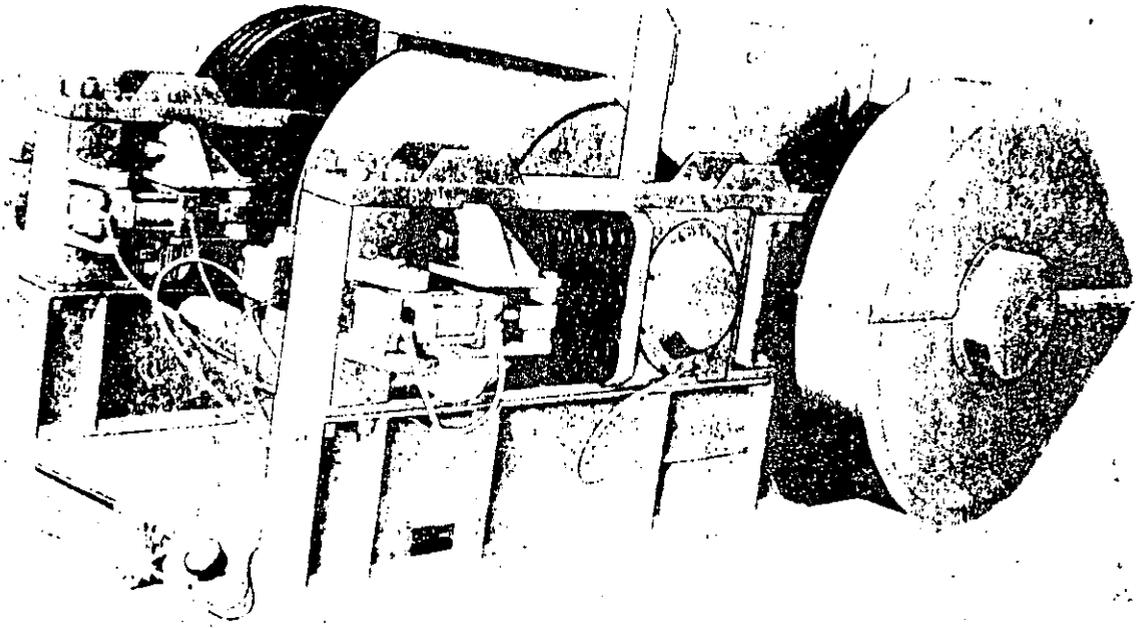


Figura 8.

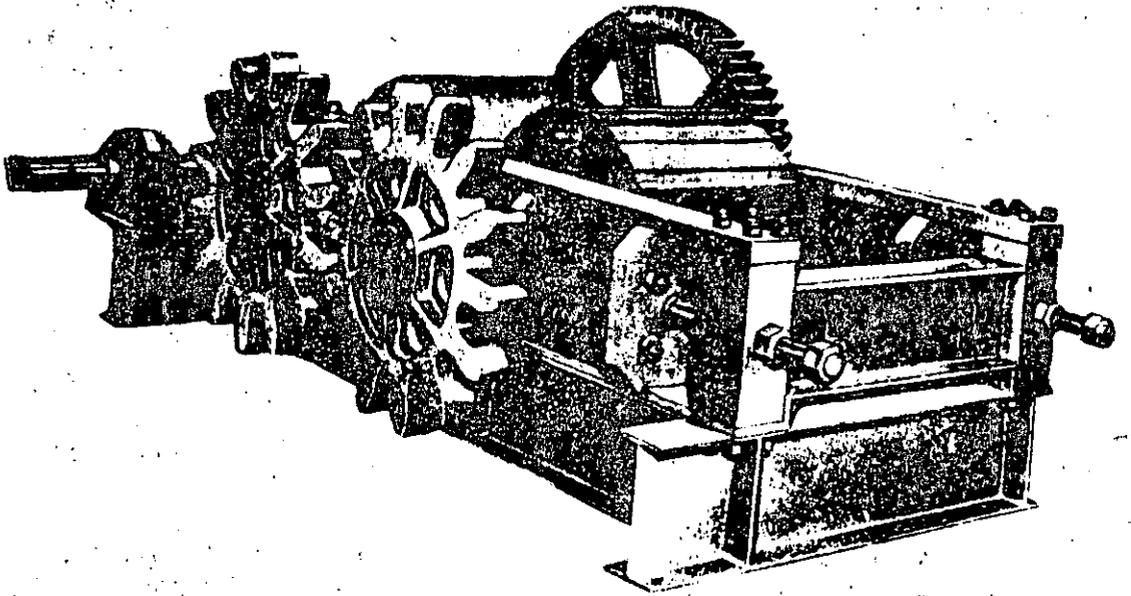


Figura 9.

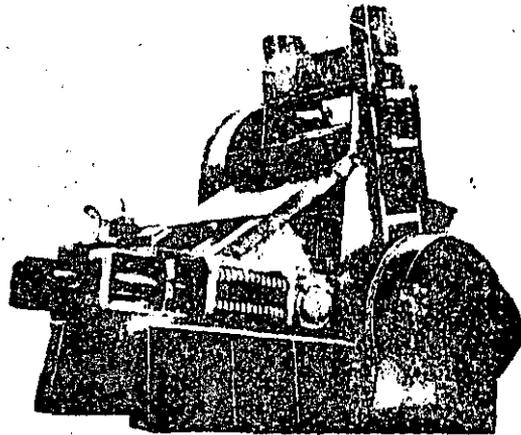


Figura 10.

Por los motivos anteriormente descritos, en muchas instalaciones de producción de agregados, las trituradoras de rodillo han venido siendo substituidas por otro tipo de máquinas, limitándose su campo de acción al proceso de cierto tipo de rocas suaves y poco abrasivas, como ya se dijo.

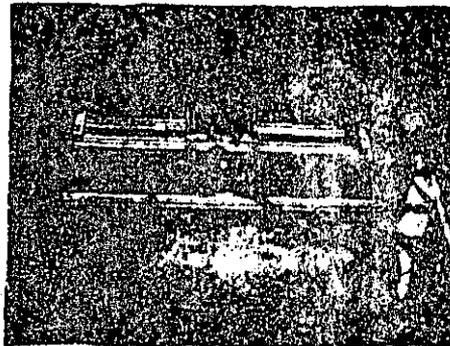


Figura 11.

## VI TRITURADORAS DE IMPACTO O DE MARTILLO.

Tanto las trituradoras de impacto (figura 12) como las de martillo (figura 13), utilizan básicamente el efecto de fuertes impactos de la roca contra las placas del bastidor, impulsadas por uno o dos rotores que están girando a elevadas revoluciones por minuto. En las trituradoras de martillo con rojilla inferior (figura 13) existen también los efectos secundarios de corte y desgaste de la roca entre el martillo y la rejilla.

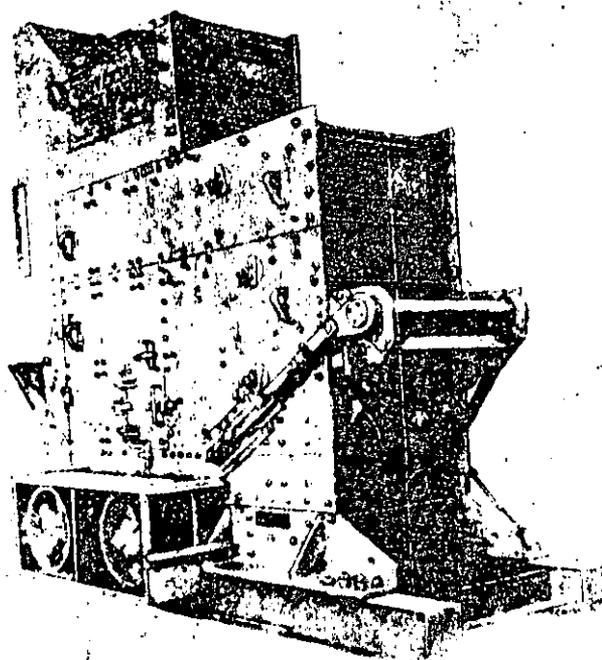


Figura 12A.

Trituradoras de Impacto. Vista exterior.

Con este tipo de máquinas se obtiene un material cúbico de elevado coeficiente de forma, con índices de reducción de  $20 \div 1$  y en ocasiones de  $30 \div 1$ . Desgraciadamente estas máquinas no son adecuadas para procesar rocas con más de 6% de contenido de sílice ( $SiO_2$ ), por el fuerte desgaste que sufren sus martillos y barras de impacto, con los materiales pétreos abrasivos; siendo aconsejable su empleo para tratar calizas, dolomitas, yesos, asbestos y en general todo tipo de minerales no abrasivos, pues de lo contrario se elevan muy fuertemente sus costos de operación.

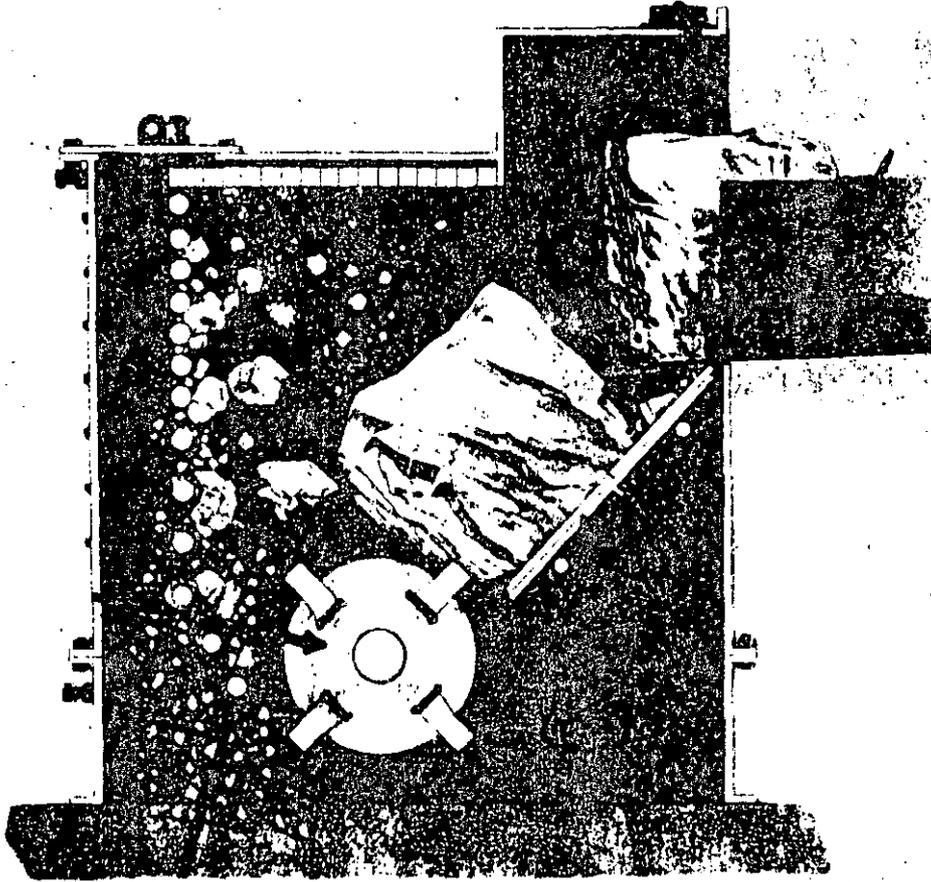


Figura 12B.

Trituradora de Impacto. Corte longitudinal esquemático, mostrando su principio de funcionamiento.

#### VII. TRITURADORAS DE CONO.

Este tipo de trituradoras se ha utilizado en las plantas mineras desde hace más de 40 años. En el campo de las obras públicas se ha generalizado su uso a partir de unos 10 años aproximadamente, pues se temía que estas máquinas tuvieran una mecánica muy complicada que necesitara cuidados especiales y personal altamente capacitado para operarlas. La realidad ha demostrado que si bien son unidades robustas de mecánica precisa, los cuidados que requieren en su operación y mantenimiento no son mayores que los que necesitan, por ejemplo, una quebradora de quijadas o una trituradora de rodillos en operación normal.

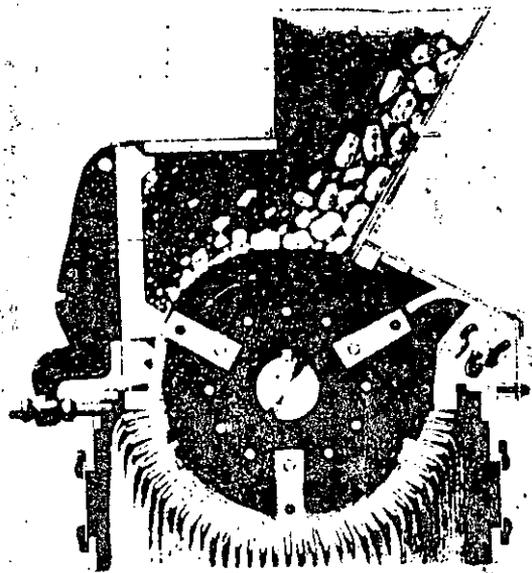
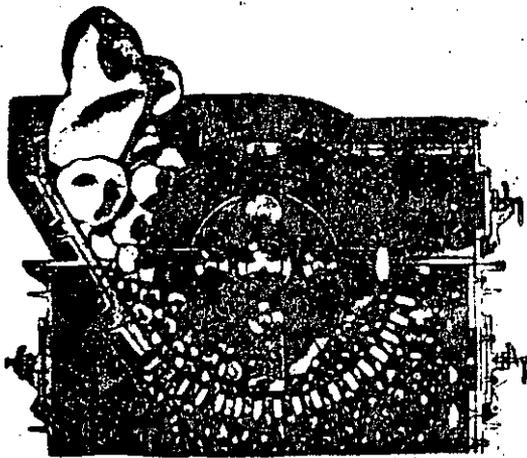


Figura 13.

Trituradoras de Martillo, con rotores de cuatro y seis cabezas de percusión.

Presentan este tipo de máquinas una serie de ventajas adicionales, entre las cuales sobresalen las siguientes:

- a) Producciones relativas elevadas con un alto índice de reducción, que puede llegar a  $10 \div 1$ .

- b) Utilización completa y regular de sus elementos de desgaste en la cámara de trituración, utilizándose los efectos combinados de compresiones e impactos (figura 14), dando como resultado poco desgaste por abrasión y un producto con muy buen coeficiente de forma.

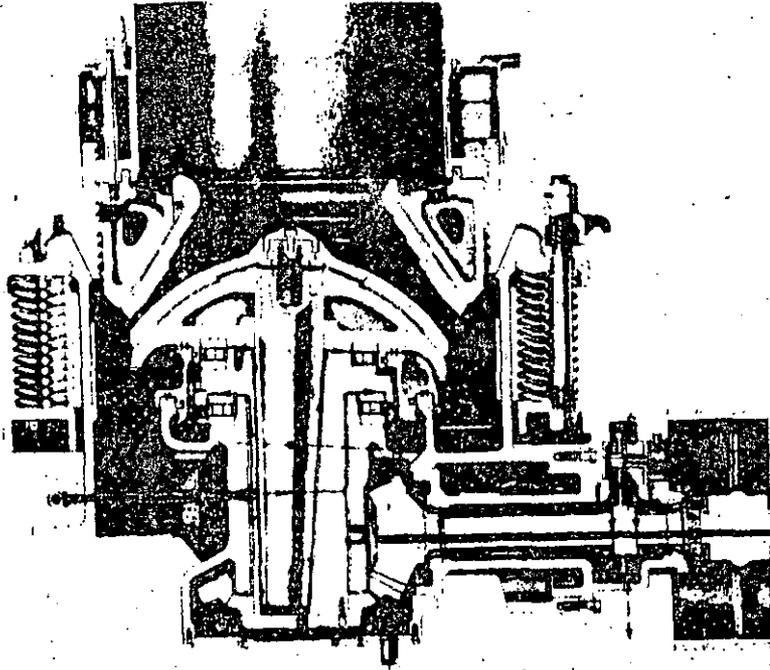


Figura 14.

- c) Protección contra fragmentos metálicos (dientes de cucharón de cargador, cabezas de marro, etc.) no triturables, por un dispositivo a base de resortes en el perímetro de su bastidor (figura 15).
- d) Dimensiones compactas que hacen práctica su instalación en grupos móviles de trituración.
- e) Costos de mantenimiento muy bajos, por la elevada duración de sus piezas de desgaste.

Los constructores de caminos empezaron en unidades portátiles los tamaños de 36" (diámetro inferior del cono), que es una máquina de aproximadamente - - 11,000 kilogramos de peso, con una producción de 60 toneladas a una abertura de salida de 1" (para producir material de 1 1/2"). Posteriormente los grandes volúmenes de materiales requeridos en los nuevos proyectos de autopistas, obligaron a utilizar los tamaños de 48", máquinas de 22,000 kilogramos de peso y -

producciones del orden de 170 toneladas por hora de materiales de 1 1/2" y hoy en día ya los tamaños de 66" (figura 16), máquinas con peso de 42,000 kilogramos y producción de 275 toneladas por hora de material de base, tienen bastante demanda entre los grandes contratistas de caminos.

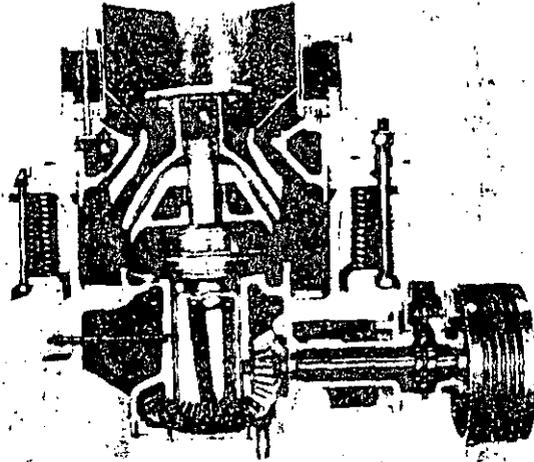


Figura 15.

Las trituradoras de cono se fabrican en modelos especiales para cumplir las etapas secundaria, terciaria y cuaternaria de reducción, modelos que si bien desde el exterior presentan prácticamente el mismo aspecto (figura 17), la geometría de sus cámaras de trituración tiene grandes diferencias, según se trate de una trituradora secundaria (figura 18), terciaria (figura 19) o cuaternaria (figura 20), siendo lógicamente las máquinas que se pueden cerrar a menor dimensión para producir material más pequeño, las que admiten menor tamaño de piedra a la entrada.

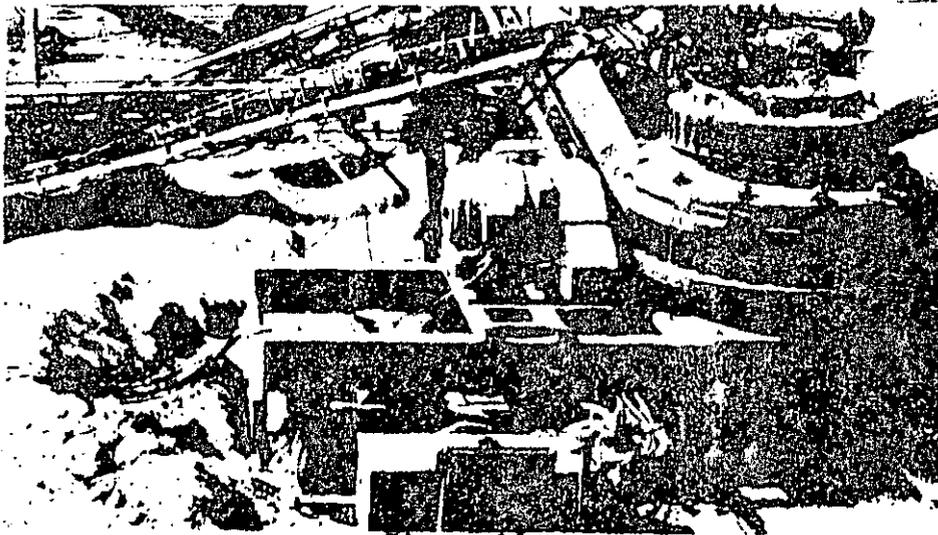


Figura 16.

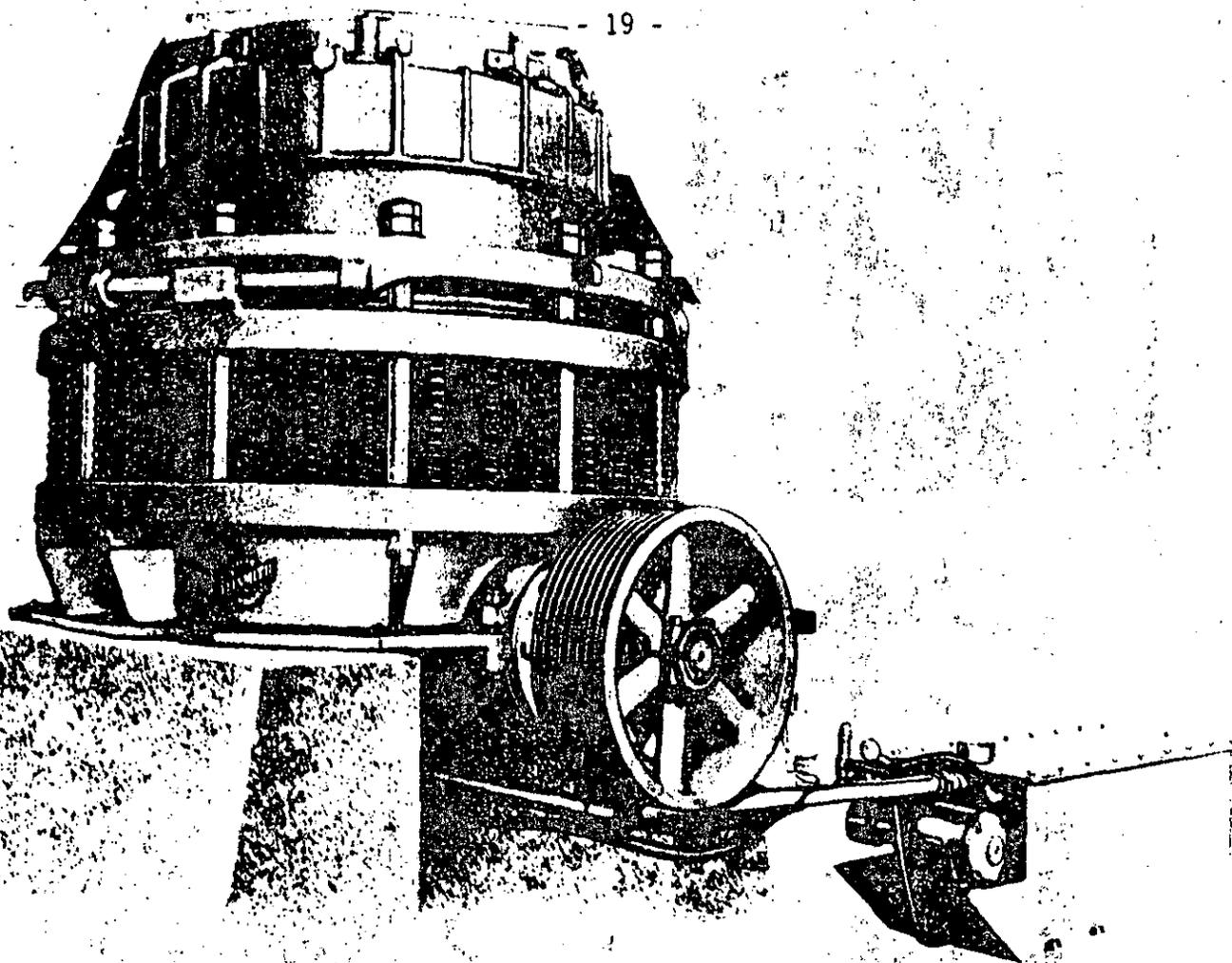


Figura 17.

### VIII MOLINOS DE BARRAS.

En algunos casos de producción de arenas calibradas, tanto para la elaboración de concretos hidráulicos, como para corregir las curvas granulométricas de los materiales producto de las trituraciones secundarias y terciarias que acusan déficits de partículas de 0 a 2 mm para cumplir con las especificaciones de los materiales de base y carpeta asfálticas para la construcción de caminos, es necesario efectuar una cuarta etapa en la reducción de los materiales pétreos, para lo cual se utilizan básicamente los molinos de barras.

Dichas máquinas están constituidas especialmente por un tambor cilíndrico de placa de acer estructural, horizontal, y revestido con placas de acero al manganeso para su protección interior, estando accionado bien a través de una corona dentada y un piñón, o bien a través de un tren de neumáticos con ejes

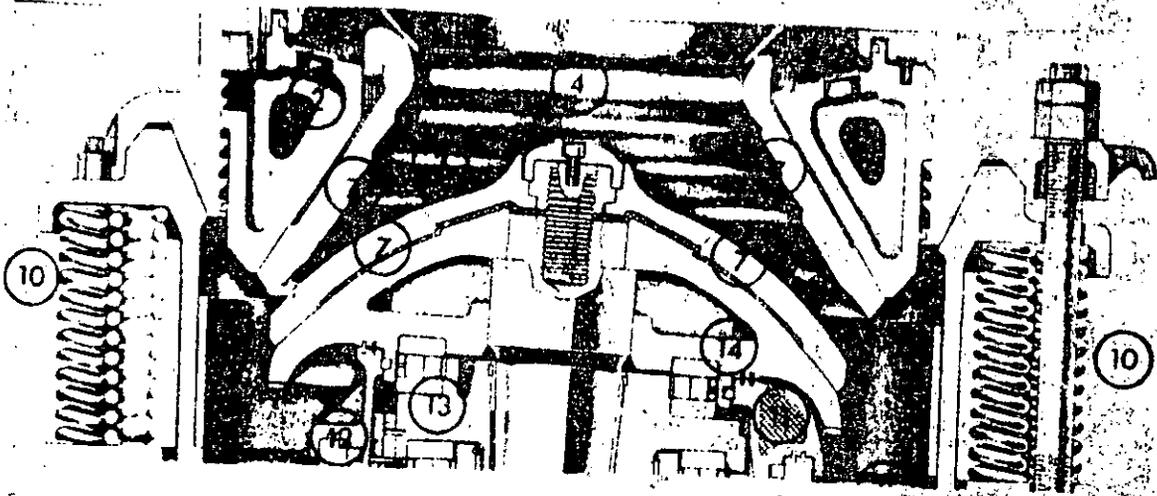


Figura 18.

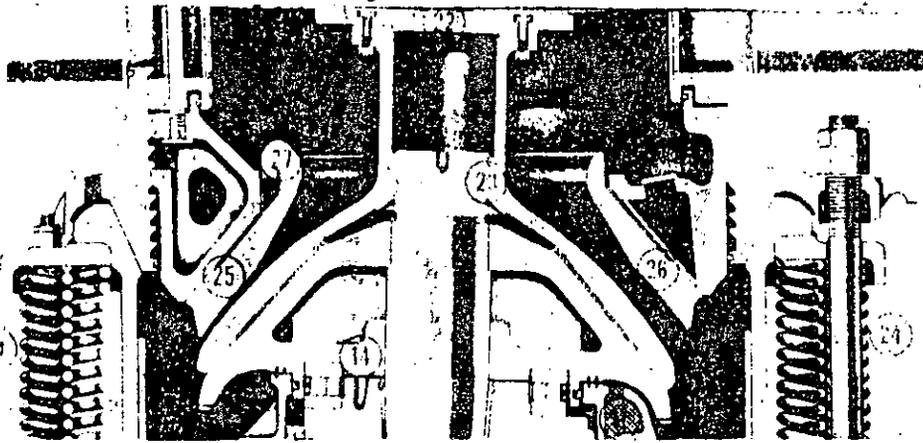


Figura 19.

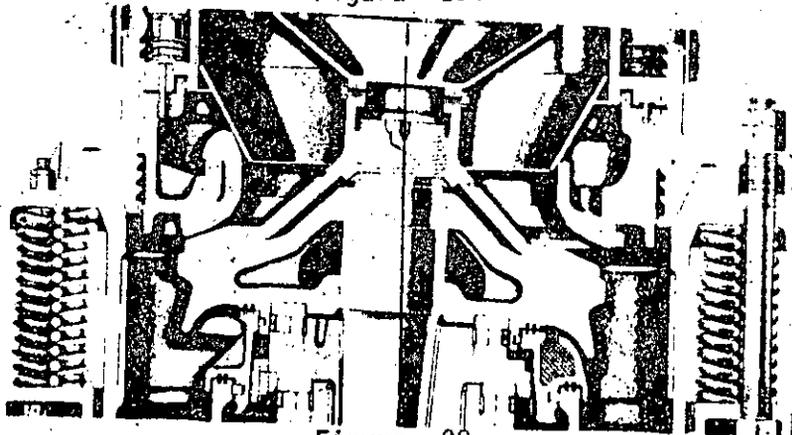
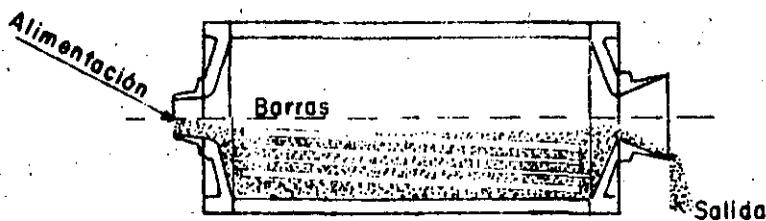


Figura 20.

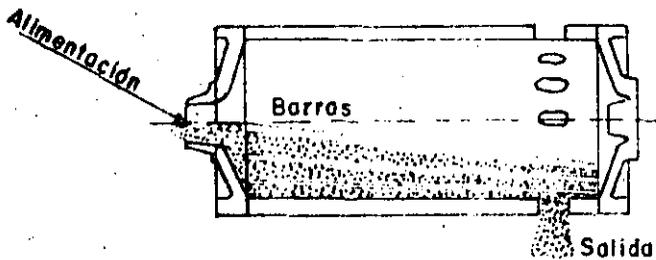
horizontales. El cilindro está cargado con barras cilíndricas de acero duro de 2" y 3" de diámetro, de longitud ligeramente inferior a la del cilindro.- Estas barras accionadas por la rotación del tubo, ruedan las unas sobre las

otras, y su movimiento relativo genera una acción intensa de molienda. Los molinos pueden trabajar por vía húmeda o por vía seca, y según el grado de finura del producto por obtener, existen tres tipos de alimentación y descarga, los cuales se ilustran en la figura 21.

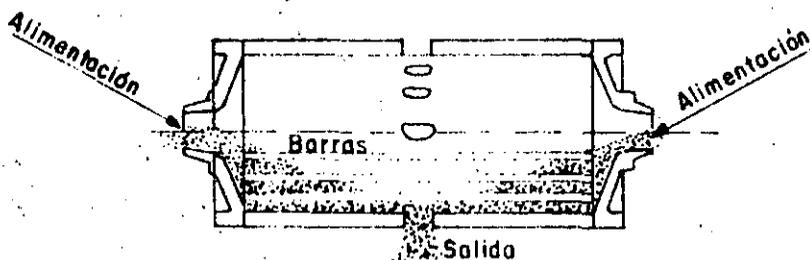
### MOLINOS DE BARRAS



Con entrada y salida axiales.  
Se obtienen finuras hasta malla # 50



Con entrada axial y salida periférica por un extremo.  
Finuras hasta malla # 20



Con doble entrada axial y salida periférica por la parte media.  
Finuras hasta malla # 4

Figura 21.

## IX EQUIPO COMPLEMENTARIO.

### A) Cribas Vibratorias.

Las cribas vibratorias tienen por objeto la clasificación o selección de los materiales pétreos granulares, en diversas categorías de acuerdo con los tamaños especificados. Dichas máquinas se componen de uno, dos o tres pisos de malla de alambre o de placa perforada en orificios cuadrados, rectangulares o redondos, montados en el interior de una caja o bastidor flotante, equilibrado apoyado sobre resortes o suspendido por medio de cables. Las vibraciones son producidas por el efecto de una flecha excéntrica o provista de contrapesos que gira a elevada velocidad, accionada por un motor eléctrico.

La superficie de cribado está constituida en la mayoría de los casos, por mallas cuadradas, siendo las más comúnmente empleadas, las siguientes:

#### 10. Estados Unidos Norma ASTM

Designación de la malla. (Mallas más usuales)	Claro entre alambres en mm
3"	76
1-1/2"	38
3/4"	19
1/4"	6.3
Número 4	4.76
" 8	2.38
" 16	1.19
" 30	0.59
" 50	0.297
" 100	0.149
" 200	0.074
" 400	0.037

2o. Francia: Norma AFNOR NF-XII-501

	50	50
	20	20
	15	15
	10	10
	5	5
Módulo	37	4
"	35	2.5
"	32	1.25
"	28	0.500
"	25	0.250
"	22	0.125
"	20	0.080
"	17	0.040

3o. Inglaterra: Norma BSA-410

	3"	76
	1-1/2"	38
	3/4"	19
	1/4"	6.3
Número	5	3.35
"	10	1.67
"	22	0.699
"	44	0.353
"	85	0.178
"	100	0.152
"	200	0.076
"	300	0.053

NOTA: En México rigen en la mayoría de los casos las normas americanas de la ASTM.

Existen cribas vibratorias horizontales con doble mecanismo excéntrico, aconsejables para equipar los grupos móviles y cribas vibratorias inclinadas de mecanismo excéntrico simple, utilizadas en las plantas fijas principalmente. Con ambos tipos se logran las mismas producciones y eficiencias. Las inclinadas son más económicas por su excéntrico simple, pero ocupan, para tamaños iguales, un mayor espacio vertical de instalación, que sus homólogos horizontales.

Los tamaños más utilizados (ancho por longitud de la superficie de cribado) en obras civiles son: 4' x 8', 4' x 10', 4' x 12', 5' x 12' 5' x 14', 5' x 16', 6' x 16', en sus versiones de uno, dos y tres pisos.

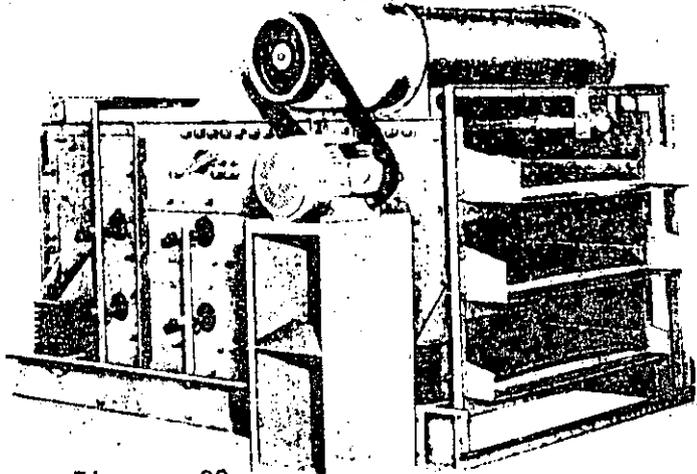


Figura 22.

Criba Vibratoria Horizontal de tres pisos.

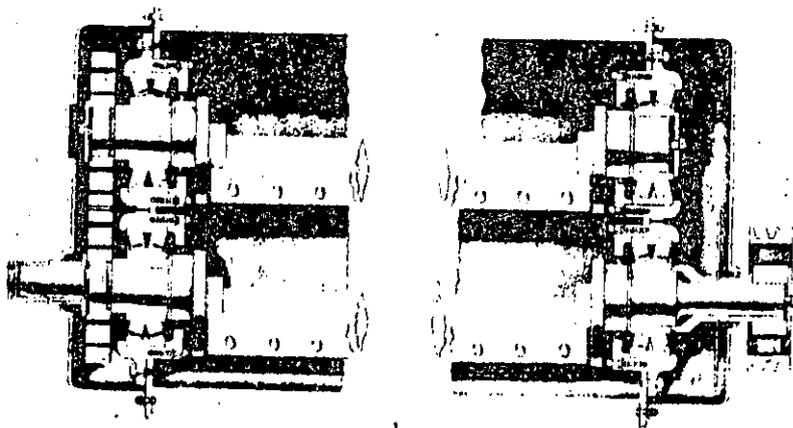


Figura 23.

Mecanismo excéntrico doble para Cribas Vibratorias Horizontales.

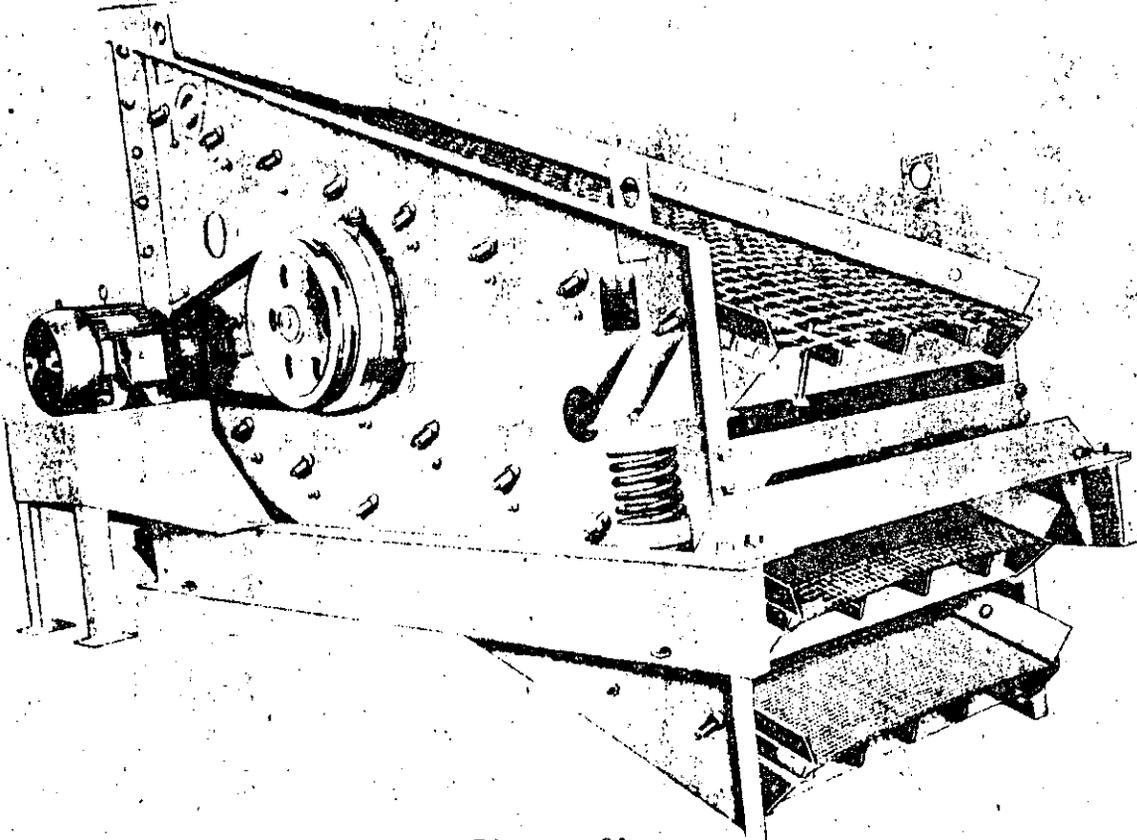


Figura 24.  
Criba Vibratoria Inclínada en Tres Pisos

El cribado de agrwgados para caminos se realiza por vía seca, mientras que el cribado de agregados para concretos hidráulicos se realiza por vía húmeda, equipando para ello a las cribas, con "Flautas de Riego". (Figura 25).



Figura 25.

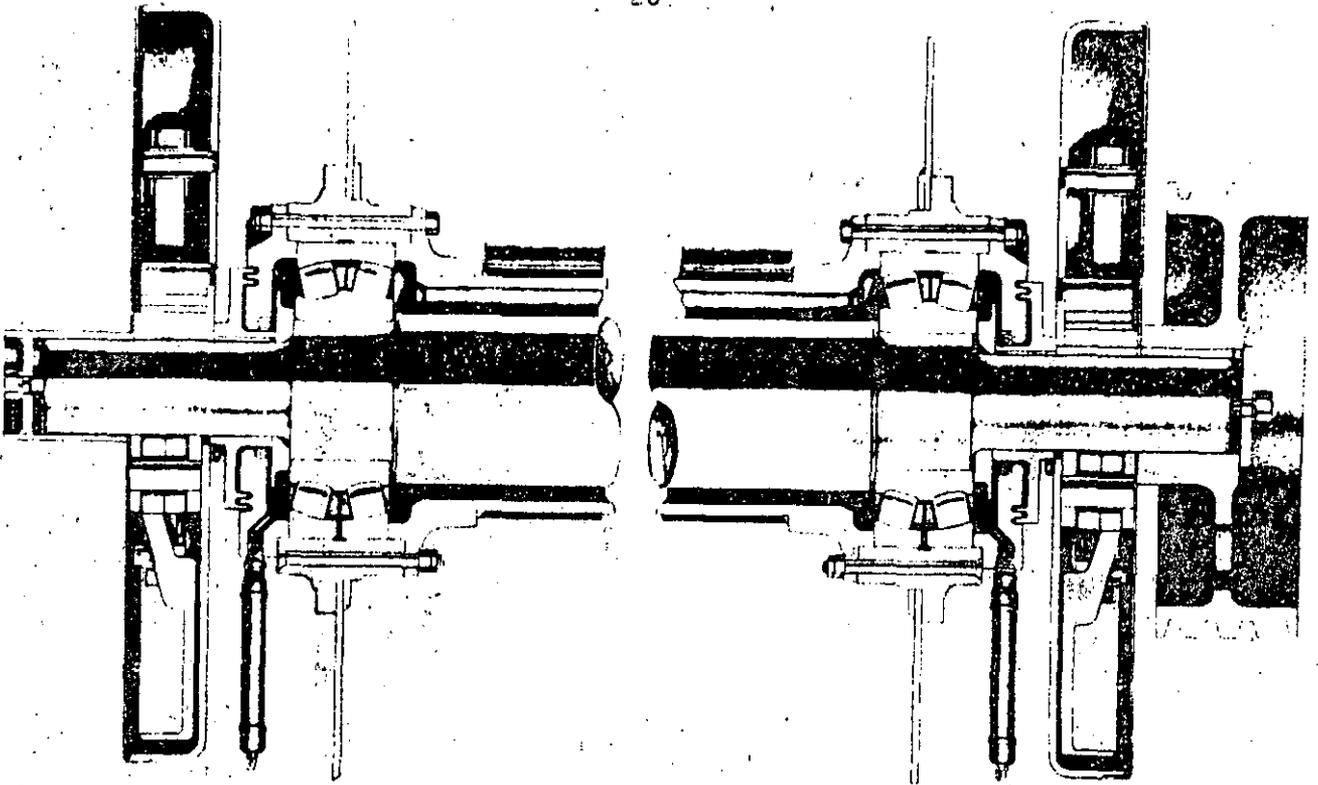


Figura 26.

Mecanismo excéntrico simple para Criba Vibratoria Inclínada.

#### B) Alimentadores.

La alimentación del material en greña a la quebradora primaria, puede realizarse por el vaciado directo de los medios de transporte arrojando la roca a la boca de la quebradora, o bien por medio de un equipo especial mecánico o "alimentador", con o sin dispositivo de pre-cribado.

Los tipos más populares de alimentadores son:

a) Alimentador de Mandil o de Tablero Metálico. Se compone de paletas metálicas que forman un tablero continuo que se mueve a una velocidad relativamente lenta (3 a 10 metros por minuto), accionado por un sistema de motor eléctrico, reductor, catanás y dadas. Este tipo de alimentador se recomienda para instalaciones de alta producción donde se manejan grandes bloques de roca, sobre todo en plantas mineras y cementeras.

b) Alimentador Recíprocante o de Plato. Se compone de una placa metálica rectangular, montada sobre rodillos, animada de un movimiento de vaivén ocasionado por una biela excéntrica. Dicho tipo de alimentador se recomienda para instalaciones de depósitos de río o de aluvión.

c) Alimentador Vibratorio con Rejilla (Grizzly) de Pre-Cribado. Se utiliza en instalaciones de mediana y elevada producción para elaborar agregados pétreos para la industria de la Construcción, con la ventaja de que sólo envían a la quebradora primaria el material que requiere la trituración primaria, precribando el material pequeño que pueda contener el material en greña (Figura 27).

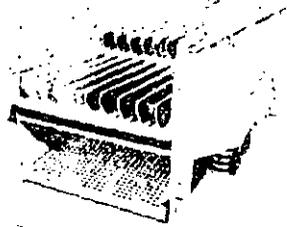


Figura 27.

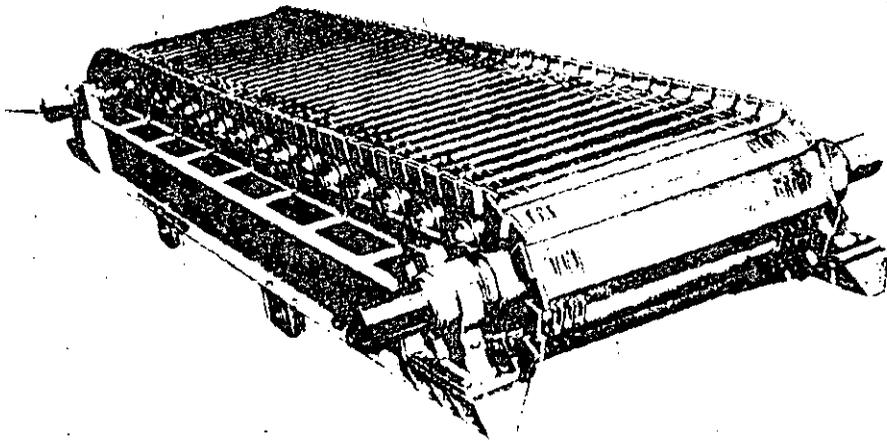


Figura 28.

Alimentador de Mandil o de Tablero Metálico (Tipo Apron).  
Anchos más utilizados: 36", 42", 54", 60" y 72".

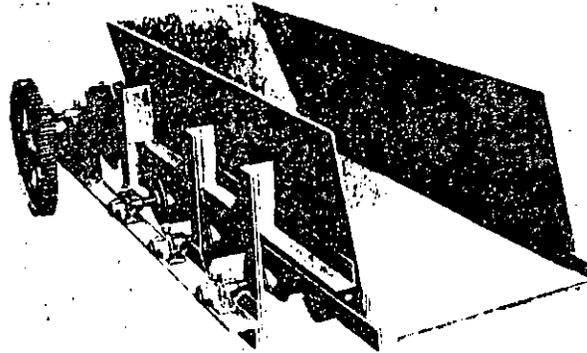


Figura 29.

Alimentador Reciprocante o de Plato. Anchos más uti  
lizados: 16", 20", 24", 30" y 36".

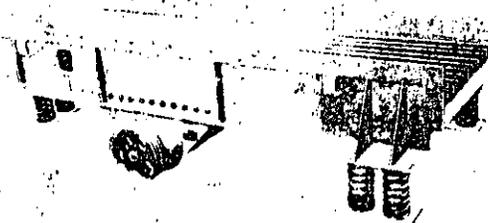


Figura 30.

Alimentador Vibratorio con Rejilla de Precibado. Anchos  
más utilizados: 36", 42", 48" y 60".

C) Gusanos Lavadores y Desenlodadores.

En la producción de agregados pétreos por vía húmeda, fundamentalmente para la elaboración de concretos hidráulicos, son indispensables los gusanos lavadores o clasificadores de Tornillo de Arquímedes. Se compone de un recipiente de placa metálica, cuya parte inferior por regla general se ensancha para formar un tanque de clasificación con un vertedor para arrojar el agua excedente con los limos y arcillas disueltos en ella. En el interior del cuerpo o recipiente, gira lentamente una espiral longitudinal accionada en su extremidad superior por un motor eléctrico con reductor de velocidad. El gusano lava de impurezas (limos, arcillas, materia orgánica, etc.), las arenas naturales y trituradas, escurriéndolas del agua excedente y evacuándolas por su parte antero-superior para su almacenamiento en tolvas o pilas.

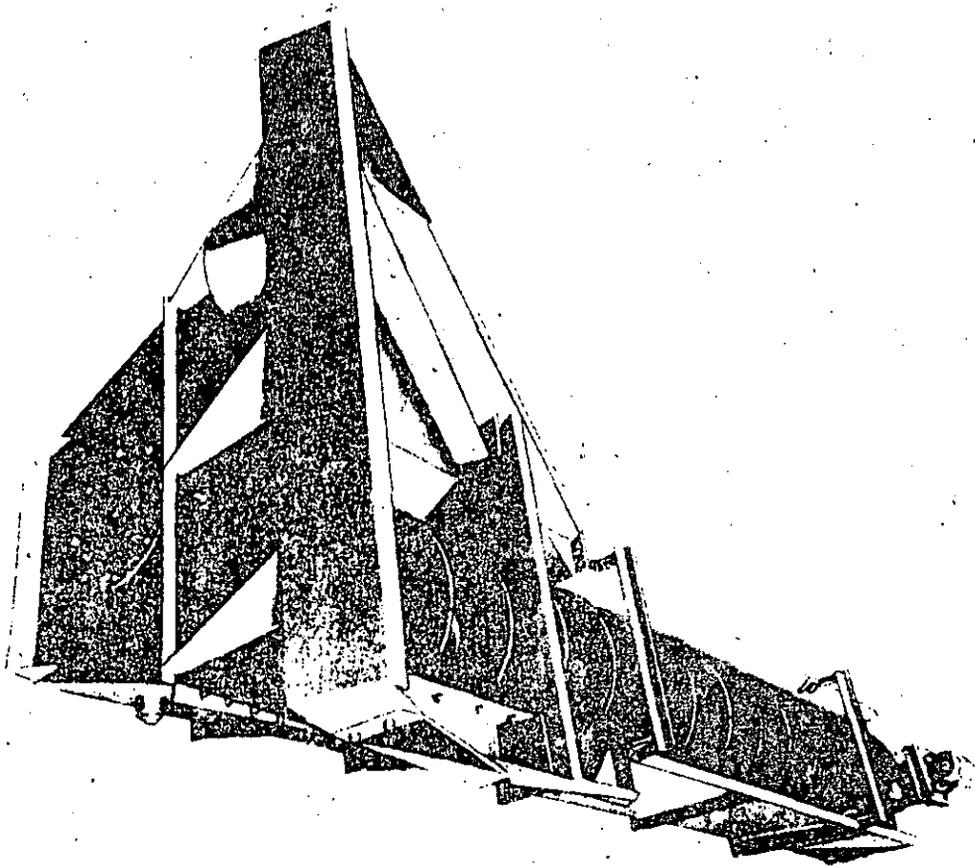


Figura 31.

Gusano lavador de espiral simple. Diámetros más usuales:  
20", 24", 30", 36", 42" y 48".

Para el lavado enérgico de minerales y de gravas naturales fuertemente contaminadas con arcilla, se emplean los tambores desmenuadores o "Scrubbers", que constan de un cilindro de placa de acero en cuyo interior se montan espas o paletas metálicas, que mueven el material en su interior. Existe asimismo, un dispositivo de riego de agua a presión para realizar en el interior del tambor, el lavado de los agregados. A la salida, el agua sucia se escurre por los orificios del cilindro de evacuación (figuras 32 y 33).

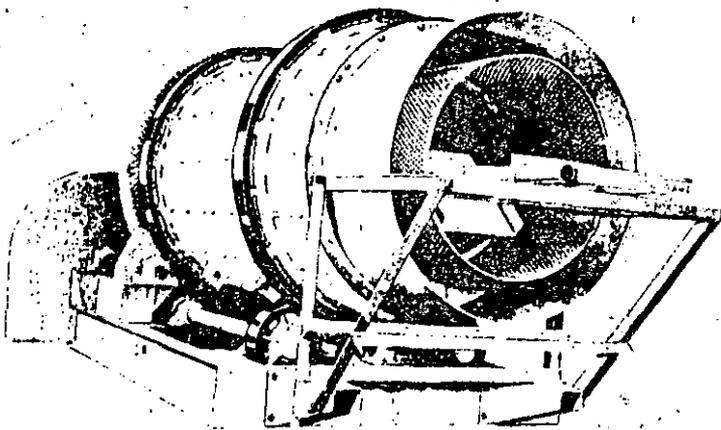


Figura 32.

#### D) Transportadores de Banda.

Para el manejo de los materiales granulares en las plantas de producción de agregados pétreos se utilizan básicamente las bandas transportadoras, equipo de mecánica simple y de gran eficiencia en el transporte de cualquier tipo de materiales a granel.

Varios tipos de transportadores de banda se han diseñado para satisfacer las amplias necesidades de la industria en general, para el manejo de cualquier clase de materiales, pero todos constan de una cinta o banda de hule reforzada con capas de lona o de nylon, de anchos de 18", 24", 30", 36", 42", 48", 54", 60", etc., montada sobre trenes de tres rodillos uniformemente espaciados y accionada por una polea de cabeza motriz que a su vez es accionada por un moto-reductor eléctrico, que le imprime a la banda una velocidad lineal que va de 100 a 600 pies por minuto en la mayoría de los casos, para transportar de este modo un flujo uniforme de material.

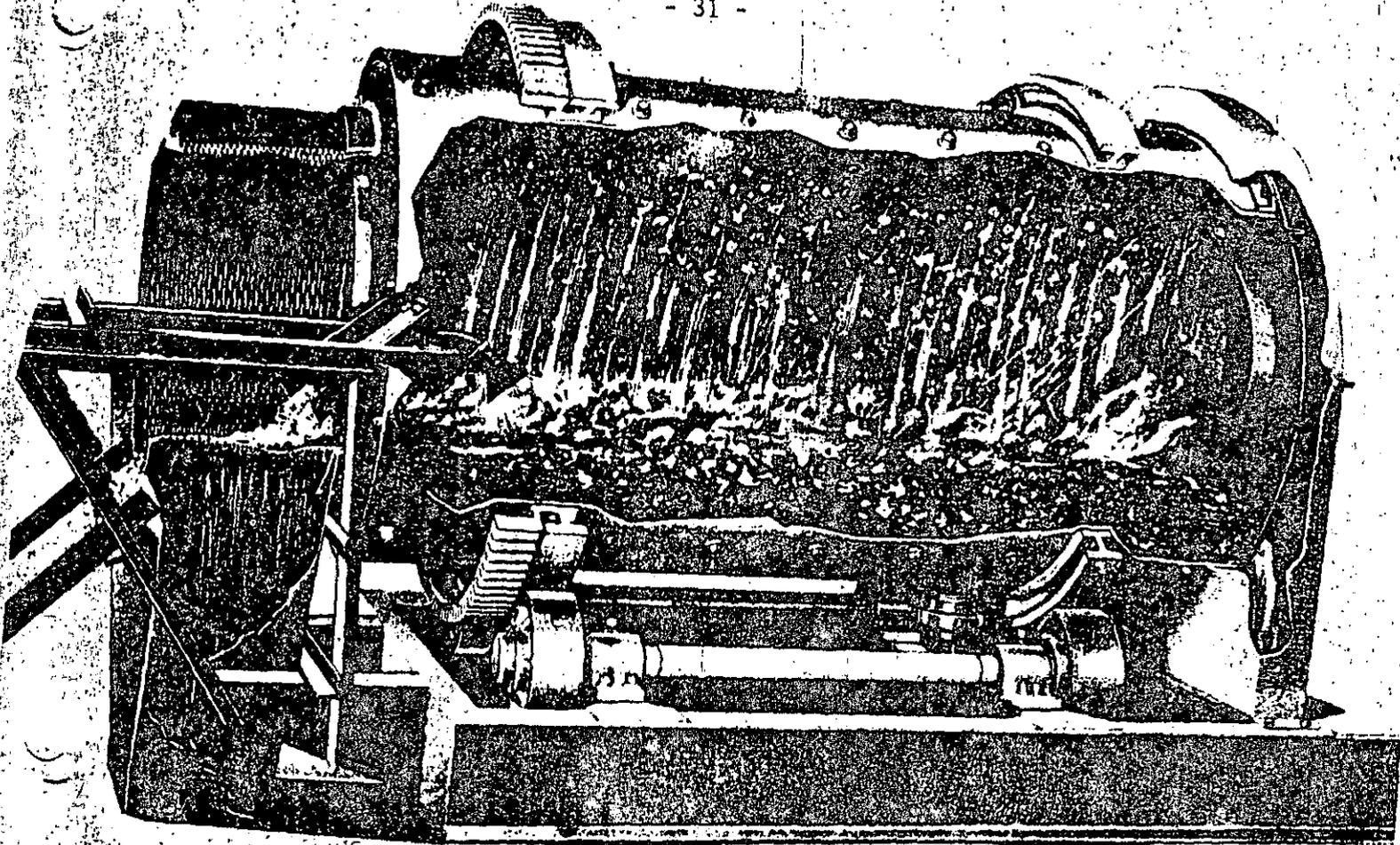


Figura 33.  
Corte longitudinal de un tambor desenlodador en operación. Diámetros más utilizados del tambor: 60", 72", 84", 96" y 114".

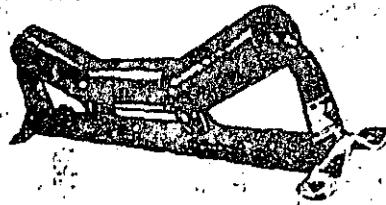


Figura 34.  
Tren de tres rodillos de carga, lubricables, con inclinación  $\phi$  20°.

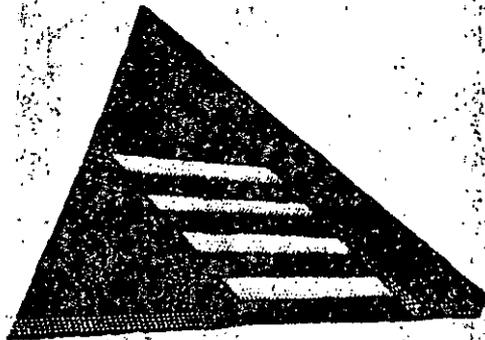


Figura 35.

Corte de la banda transportadora, mostrando las capas de lona y hule alternadas.

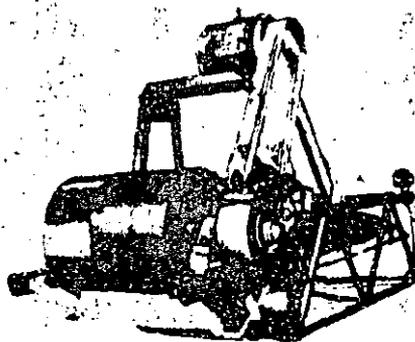


Figura 36.

Cabeza motriz de un transportador de banda con su polea de cabeza, motor eléctrico, reductor y transmisión a base de bandas "V".

La estructura de soporte de los transportadores de banda, es de acero - estructural tipo celosía para transportadores grandes, o tipo viguetas de canal para los transportadores medianos y pequeños.

Para los grupos móviles de trituración existen diseños de bandas transportadoras portátiles, fácilmente transportables, que no necesitan ningún trabajo de cimentación.

Existen sistemas de transporte por medio de bandas, de varios kilómetros de longitud, sobre todo en la industria minera, por ser un medio económico y eficaz, justificándose ampliamente la relativamente elevada inversión inicial, en el manejo de grandes volúmenes de minerales.

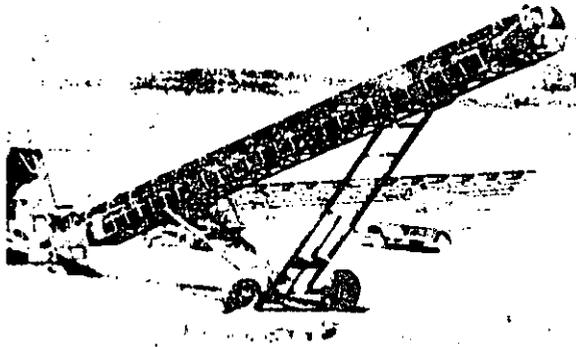


Figura 37.

Banda transportadora radial (Stacker) para almacenamiento de agregados en pilas sobre el terreno.

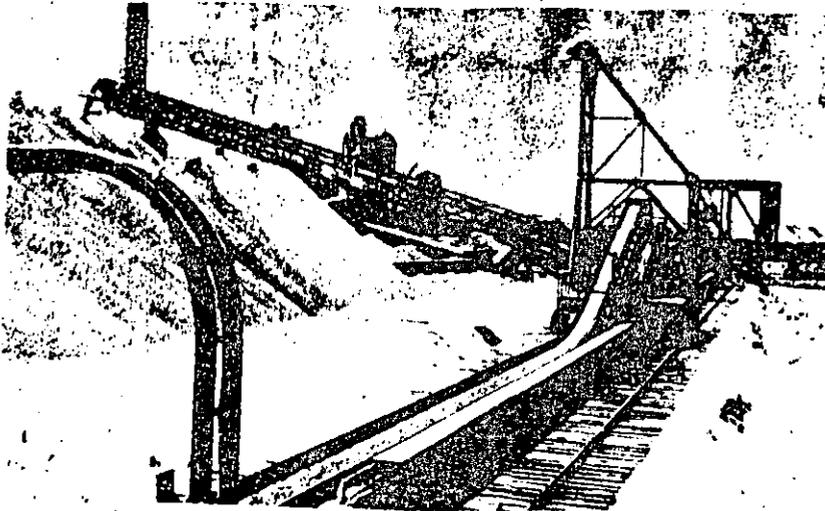


Figura 38.

Sistema estacionario de transporte de agregados y almacenamiento sobre el terreno, a base de transportadores con puntos de descarga variables a lo largo de su longitud (Tripper).

E) Elevadores de Cangilones.

Es un tipo de equipo de elevación de materiales a granel, que consiste básicamente en una serie de botes o cangilones montados bien sobre cadenas o bien sobre una banda de hule. Tanto las cadenas como la banda están animadas de movimiento líneal, que permite la elevación de los materiales recogidos por lo cangilones en la tolva de recepción situada en la parte inferior del elevador..

Si bien es un equipo muy utilizado en las industrias de la cal, cemento, yeso y en minería, en las instalaciones de agregados pétreos ha visto muy -

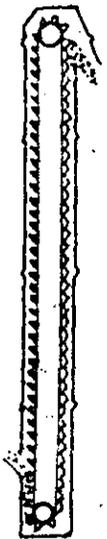


Figura 39.  
Elevador de cangilones  
montados sobre banda -  
tipo continuo



Figura 40  
Elevador de Cangilones montados sobre cadena, tipo de descarga centrífuga.

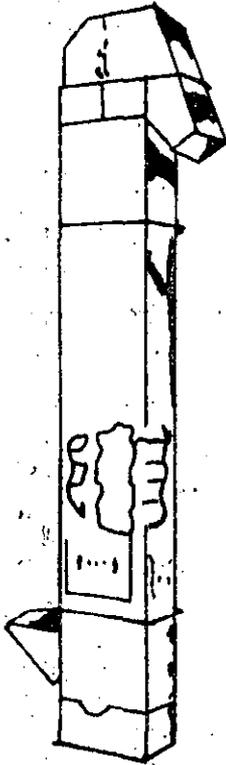


Figura 41.

Elevador de Cangilones Vertical, montados sobre cadena, cerrado, especial para la elevación de productos minerales finos y pulvurulentos.

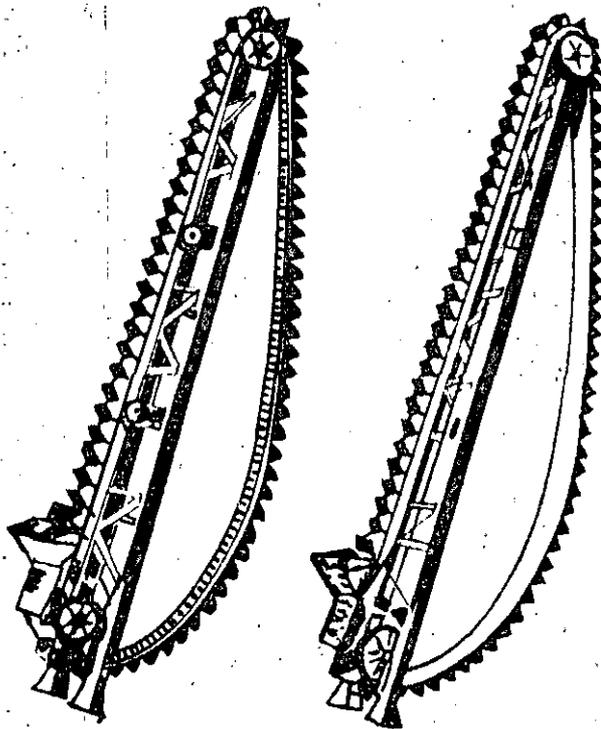


Figura 42.

Elevadores de Cangilones montados sobre banda, inclinados, abiertos, indicados para la elevación y manejo de gravas y arenas de construcción.

X TENDENCIAS ACTUALES EN LA SELECCION DEL EQUIPO DE TRITURACION PARA INTEGRAR GRUPOS MOVILES.

Se hará especial referencia a los equipos de trituración destinados a elaborar los agregados pétreos necesarios para la construcción de sub-bases, bases, carpetas asfálticas y materiales de sello para la construcción de carreteras y aeropuertos.

Desde hace poco más de 20 años se ha venido observando en todo el mundo, una solución muy rápida en las técnicas de construcción de caminos, evolución que ha puesto a los contratistas y a los productores de agregados pétreos, frente a problemas completamente nuevos que han ocasionado modificaciones substanciales en el concepto de sus plantas, así como en las técnicas de producción. Dicha evolución parece haber alcanzado a la fecha, un cierto grado de estabilidad.

Los materiales pétreos destinados a formar las diversas capas que constituyen un camino, lógicamente han seguido muy de cerca la evolución de las técnicas de construcción. En efecto, en tiempos pretéritos se utilizaban términos tales como piedra de 2", grava de 3/4", arena a secas, etc., que generalmente definían un producto que era utilizado para todo tipo de trabajos de construcción. Hoy en día la tecnología de la construcción ha cambiado radicalmente. Por ejemplo, el diseño del concreto hidráulico requiere agregados pétreos completamente distintos a los que se necesitaban en la construcción de una carretera. Por esta razón el equipo que necesita cada uno de estos productos, tendrá características peculiares de acuerdo con el tipo de agregados a producir, situación que no prevalecía, por ejemplo: en los años treinta en donde el productor de agregados con una sola quebradora producía un agregado adecuado para todas las necesidades.

Hoy en día una planta moderna, fija o portátil, es mucho más compleja y representa un capital elevado invertido, obteniéndose sin embargo, costos unitarios inferiores al utilizar el equipo idóneo, con producciones elevadas de productos de alta calidad.

Se hará aquí particular referencia al equipo de trituración utilizado en la elaboración de materiales para sub-bases, bases, carpetas y sellos empleados en la construcción de caminos y autopistas.

Las primeras de dichas máquinas (secundarias) producen materiales en el rango de 1" a 3" de tamaño, las terciarias con cámara fina materiales en el rango de 1/2" a 3/4" y las cuaternarias materiales en el rango de 1/4" a 3/8" de tamaño máximo, en términos generales.

Es de hacer notar, el hecho de que en problemas de trituración total, tanto en los materiales de base (0 - 1 1/2") como en los de carpeta, se en -

cuenta un déficit de materiales finos abajo de la malla número 10 (2 milímetros aproximadamente). Para hacer que la curva granulométrica quede dentro de especificaciones, es necesario "levantarla" (figura No. 43) adicionando finos que bien pueden obtenerse a partir de arenas naturales en bancos próximos a la explotación, o bien producirlos artificialmente en un proceso cuaternario de producción.

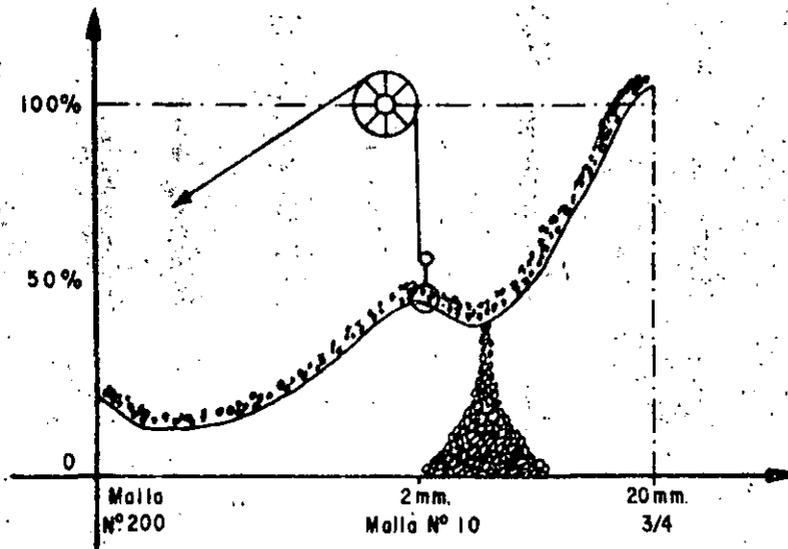


Figura 43.

Una mezcla asfáltica será tan buena, como buenos sean los agregados que se emplearon para elaborarla, por lo tanto, el control de calidad para el producto de una planta de asfalto sea del tipo continuo o del tipo de bacha, debe empezar por los agregados pétreos en la alimentación de las mismas (figura 44). Si no se tienen agregados con la correcta granulometría a la entrada, será imposible obtener un producto de calidad. El problema de la construcción en bases y carpetas para caminos y autopistas, empieza pues, con el problema de trituración.

Un problema de trituración quedará correctamente resuelto, si se cuenta con el equipo idóneo, en cada proceso establecido en la planta.

Se había visto, que en lo que respecta a la trituración primaria, el equipo seleccionado universalmente como el apropiado en todos los casos para integración de los grupos móviles camineros, lo constituyen las quebradoras de quijadas.

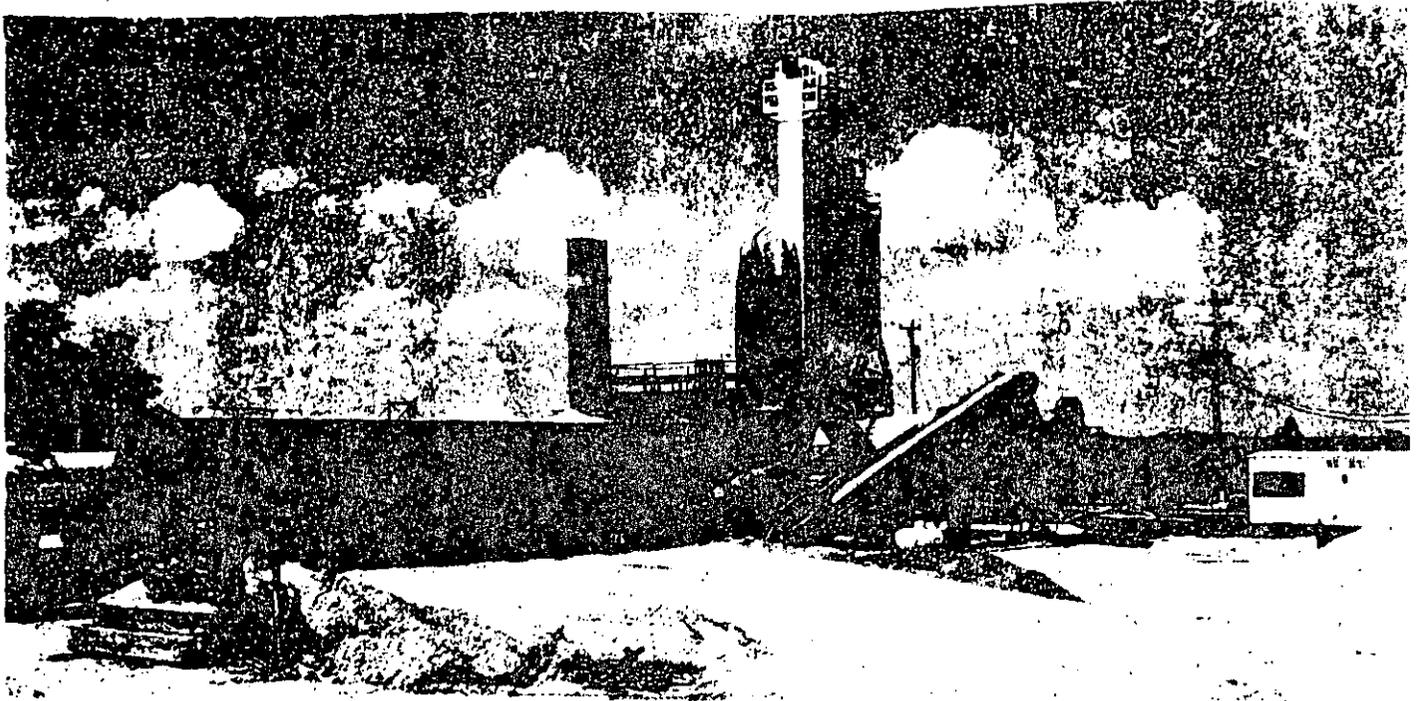


Figura 44.

Sistema de alimentación de agregados pétreos de cinco tamaños, para una planta de asfalto.

Por lo que respecta al equipo secundario y terciario, se puede resumir lo expresado anteriormente, en el cuadro siguiente:

Tipo de Trituradora	Indice de Reducción	Coefficiente de forma del producto.	Grado de abrasividad recomendada de la roca.	Consumo específico de energía
Rodillos	Bajo: 3:1	Bajo: Muchas lascas.	Poco abrasiva	Normal
Martillos e Impacto	Muy alto: 20:1	Muy bueno	No abrasiva.	Muy alto
Conos	Alto: 10:1	Bueno	Todo tipo de rocas.	Normal

Del examen de la tabla anterior, se deduce que el tipo de trituradora más versátil, capaz de triturar eficiente y económicamente todo tipo de rocas, cualidad indispensable para los grupos móviles camineros, por la diversidad de bancos en los cuales van a trabajar a todo lo largo de su vida útil, son las trituradoras de cono, que cuentan además con un elevado índice de reducción y dan productos con un buen coeficiente de forma teniendo consumos específicos de energía (kilowatts por toneladas producidas) muy razonables.

Por las razones anteriormente expuestas, y una vez roto el "tabú" de -- que las trituradoras de cono eran máquinas de mecánica complicada y de operación y mantenimiento delicados y complejos, su uso se ha popularizado entre los constructores de caminos y autopistas, para integrar los grupos móviles de trituración secundaria y terciaria, en un principio en los tamaños de 36" y en la actualidad en los tamaños de 48" y 66", de muy elevada capacidad, -- que si bien tienen mayores costos de adquisición, se compensa con creces este factor, por los bajos costos de producción que se obtienen y el poco tiempo en el que trituran los volúmenes asignados para cada banco.

El modo de disposición de las máquinas de trituración sobre los chasis-remolque para integrar los grupos móviles ha variado desde el sistema "Dual" preferido hace 25 años aproximadamente, en tiempo de la postguerra, que fue cuando se inició el gran auge de las plantas portátiles o grupos móviles para equipar a los constructores de caminos.

Dicho sistema "Dual", consiste en instalar sobre el mismo chasis-remolque, la quebradora primaria de quijadas, la trituradora secundaria de rodillos, la criba vibratoria, la rueda de cangilones de elevación, las bandas de evacuación y recirculación, etc. En las figuras 45, 46 y 47, pueden apreciarse el aspecto exterior de dichos grupos móviles "Dual", y en las figuras 48 y 49 dos ejemplos del flujo de materiales en dicho sistema "Dual".

Debido a que dicho dispositivo daba unidades de grandes dimensiones, -- muy pesadas, de difícil mantenimiento y operación, en los últimos años se ha adoptado el sistema de grupos móviles "Unitarios".

Para la integración de dichos grupos móviles "Unitarios", la experiencia ha indicado que la quebradora de quijadas es la máquina más adecuada para realizar la etapa primaria de trituración, mientras que las trituradoras de cono en sus versiones de cabeza estándar y corta, son las máquinas apropiadas para realizar las etapas secundarias y terciaria de reducción de materiales pétreos.

En casos de unidades de muy elevada producción, se prefiere poner los alimentadores y cribas en remolques por separado, con el objeto de no tener unidades de pesos exagerados que hagan muy difícil su transporte por las carreteras ordinarias.

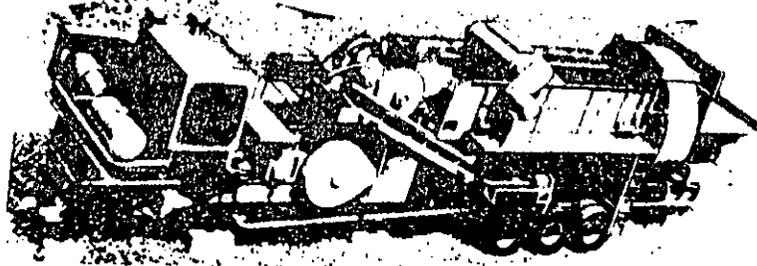


Figura 45.

Grupo móvil "Dual" de trituración primaria y secundaria, con quebradora de quijadas, trituradora de rodillos y criba vibratoria horizontal, con rueda de canchales.

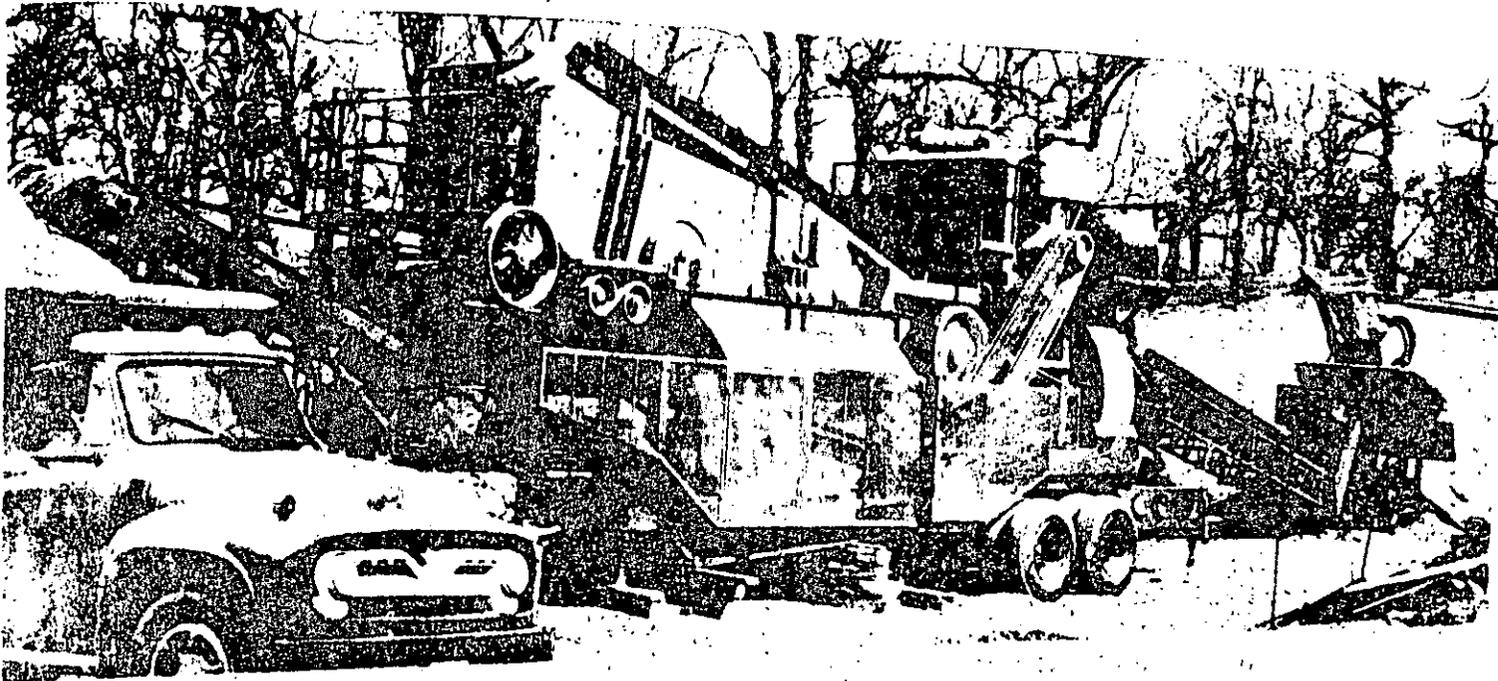


Figura 46.

Grupo móvil "Dual", con quebradora de quijadas, trituradora de rodillos y criba vibratoria inclinada.

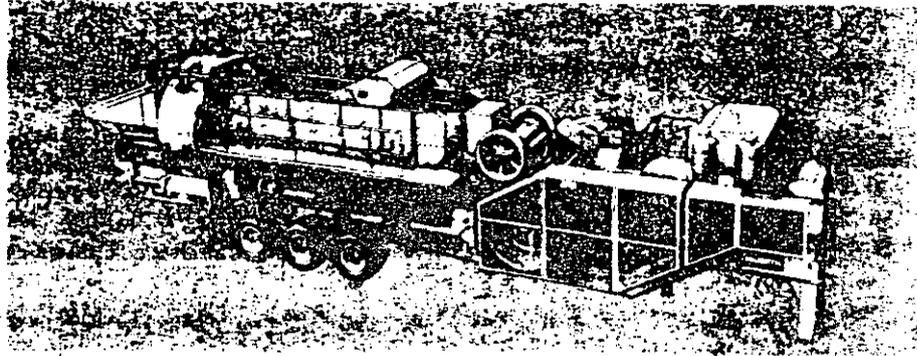


Figura 47.

Grupo móvil con quebradora primaria de quijadas (doble quijada móvil) trituradora de rodillos, criba horizontal y rueda de cangilones de elevación.

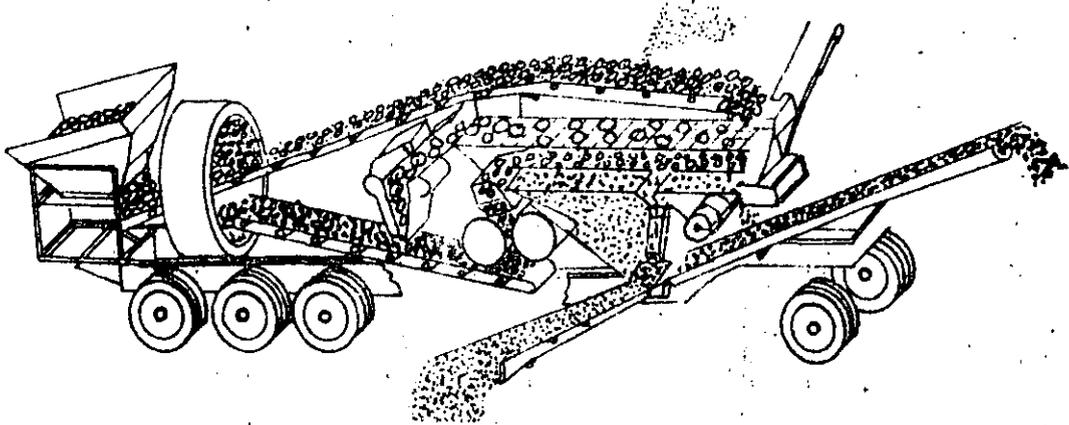


Figura 48

Esquema de flujo de materiales de un grupo móvil "Dual", con tolva de recepción del material de alimentación, alimentador de plato, con producción de cuatro tamaños de agregados.

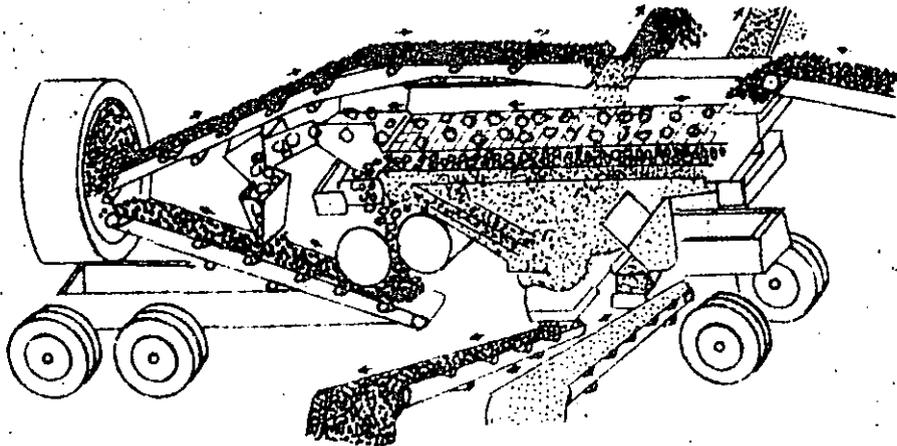


Figura 49

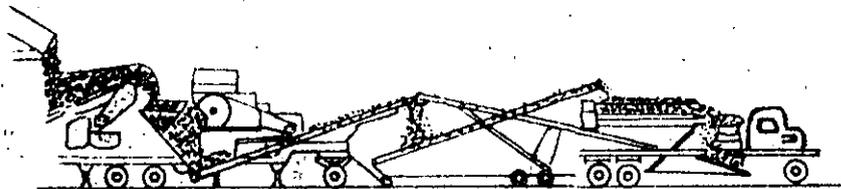
Esquema de flujo de materiales de un grupo móvil "Dual", con alimentación directa a la criba por medio de un -- transportador.

Se procurará trabajar la última etapa de trituración siempre en circuito cerrado, con el objeto de tener un control del tamaño máximo del producto, así como una mezcla de la fracción triturada con la natural, para tener un agregado homogéneo.

El esquema mostrado en la figura 50, muestra la disposición típica de un grupo móvil primario y de un grupo móvil secundario de trituración, trabajando a circuito cerrado, con sus respectivas bandas transportadoras de conexión, recirculación y almacenamiento de los productos.

## GRUPOS MOVILES DE TRITURACION A CIRCUITO CERRADO

CORTE ESQUEMATICO LONGITUDINAL



FLUJO DE MATERIALES CON PRIMARIO DE QUIJADAS Y SECUNDARIO DE CONOS

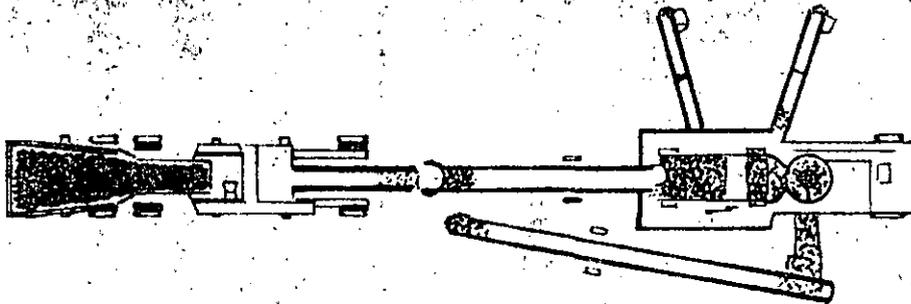


Figura 50.

En las figuras 51, 52, 53, 54, 55, 56 y 57, pueden apreciarse diversos ejemplos de integración de grupos móviles "Unitarios" de alimentación, trituración primaria, secundaria y terciaria, cribado y lavado de materiales pétreos, que es el sistema empleado actualmente en las plantas modernas portátiles de producción de agregados.

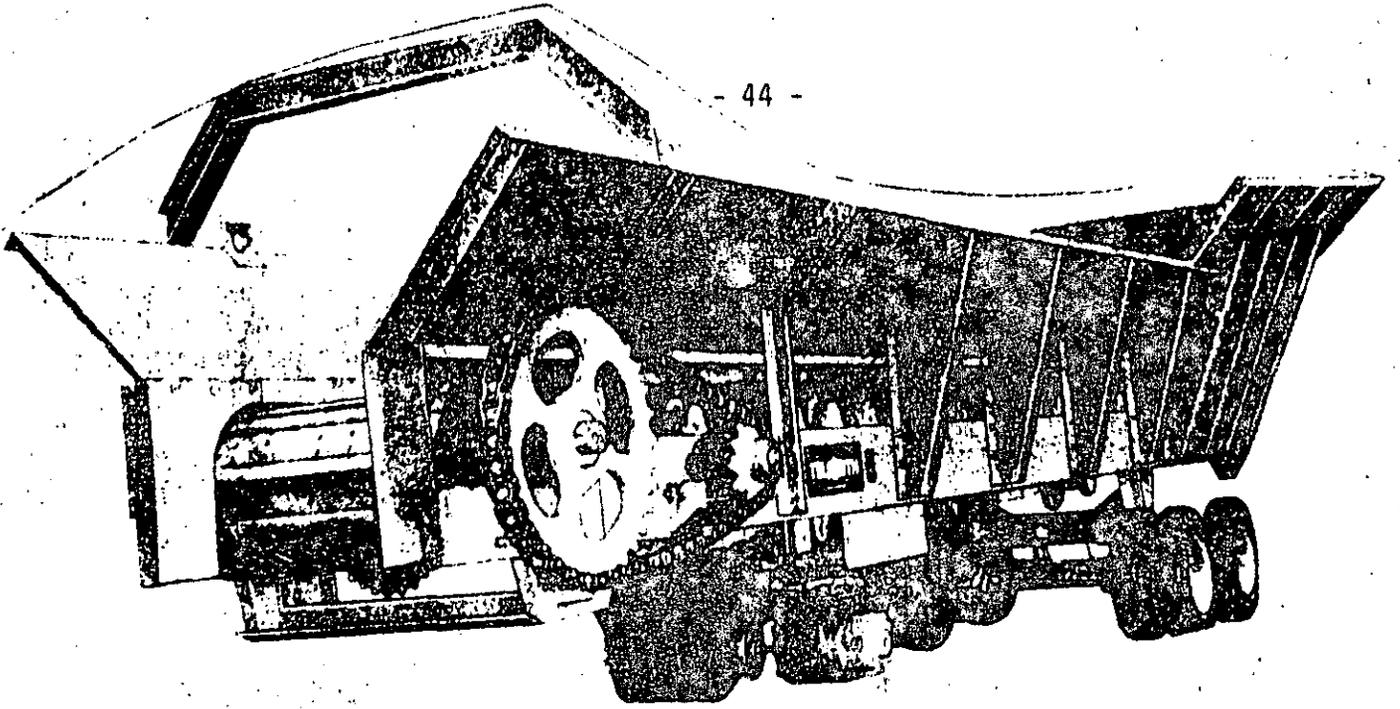


Figura 51.

Grupo móvil de alimentación, con alimentador de de lantal de 42" x 30".

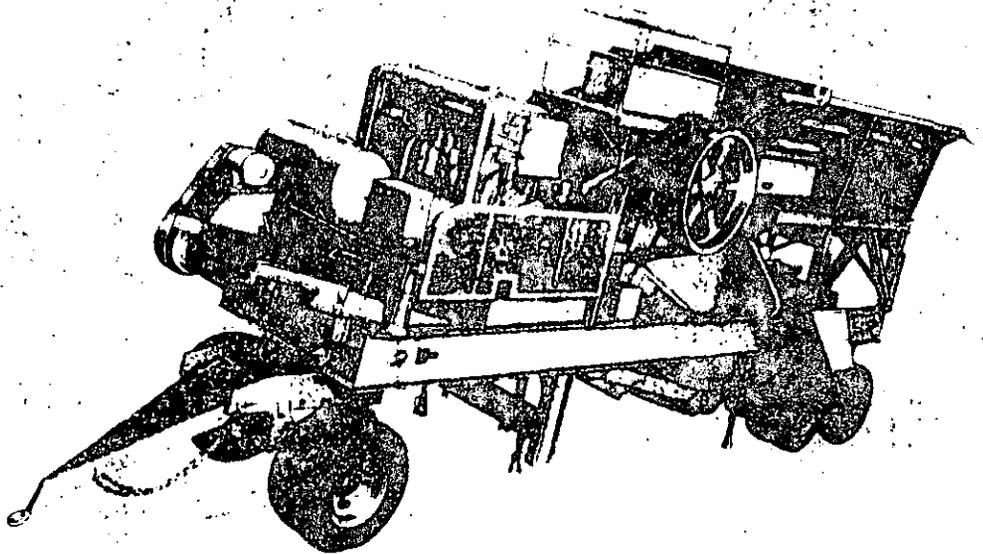


Figura 52.

Grupo móvil de trituración primaria con quebradora de quijadas 30" x 42".

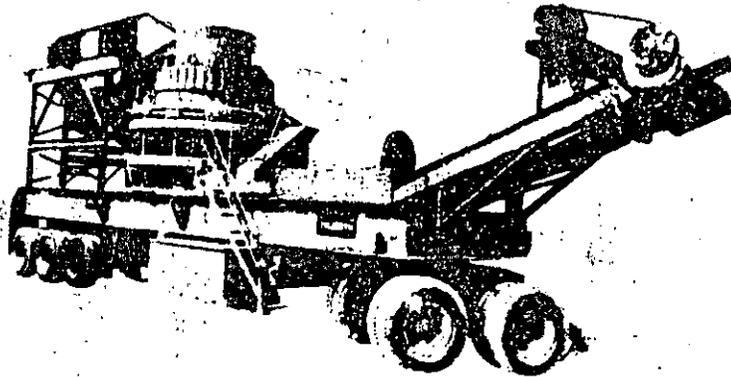


Figura 53.

Grupo móvil de cribado y trituración secundaria con criba vibratoria de dos pisos 5' x 12', trituradora de cono 489S (4') trabajando a circuito abierto.

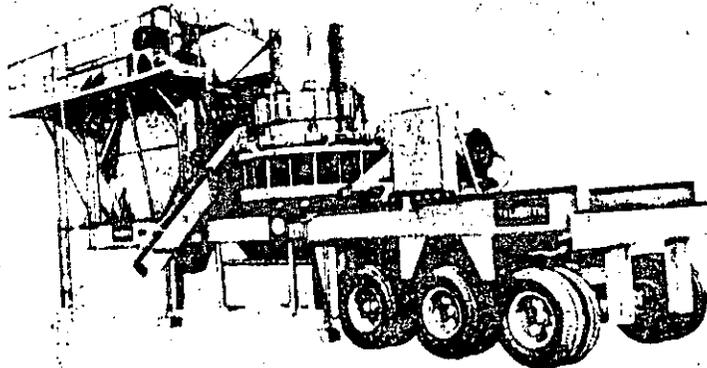


Figura 54.

Grupo móvil de cribado y trituración terciaria, con - criba vibratoria horizontal de dos pisos 5' x 16', y - trituración terciaria de cono 48FC (4'), trabajando a - circuito cerrado.

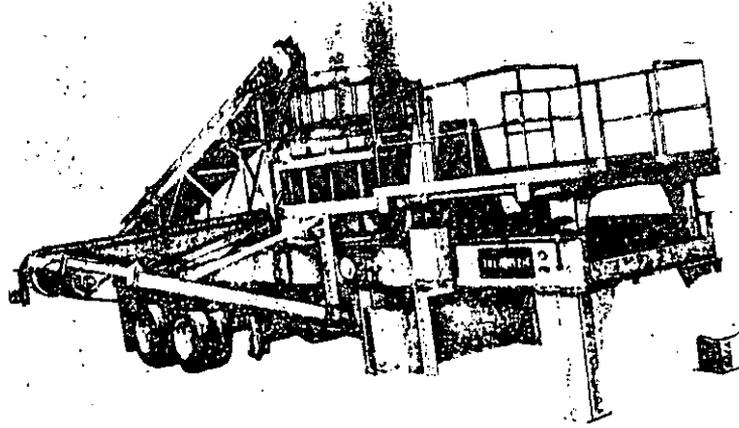


Figura 55.

Grupo móvil de trituración secundaria exclusivamente, con trituradora de cono 66S (5 1/2'), trabajando en circuito cerrado.

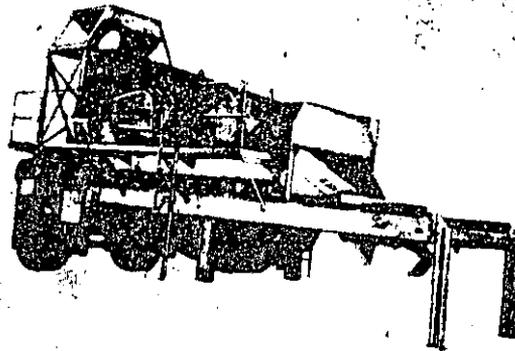


Figura 56.

Grupo móvil de cribado por vía seca, equipado con criba - vibratoria inclinada de dos pisos 7' x 16'.

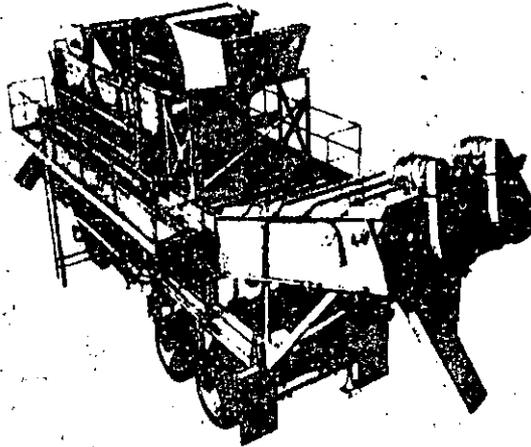


Figura 57.

Grupo móvil de cribado y lavado, equipado con una criba vibratoria horizontal 5' x 14' de tres pisos con flautas de riego, y gusano lavador doble de 30" x 25'.

En la integración de las plantas portátiles modernas de producción de agregados, se procura siempre que sea posible, equipar a las máquinas con motores eléctricos debido a que los motores de combustión interna son muy sensibles a desgastes por los polvos que se producen en este tipo de trabajo.

Si no existe suministro por línea de energía eléctrica, se deberá adquirir un grupo electrógeno que se instalará al abrigo de los polvos producidos, para proporcionar la energía eléctrica requerida por los motores de cada componente de la planta portátil.

Las tendencias actuales entre los grandes constructores de caminos, es la de utilizar equipos de elevadas producciones, sin más limitaciones que su portabilidad, para obtener bajos costos de producción, y poder cumplir con la elaboración de los volúmenes de agregados especificados, en un plazo de tiempo relativamente corto.

Por lo que respecta a las quebradoras primarias de quijadas, en la actualidad los tamaños preferidos por los constructores de caminos, para los cuales ya existen diseños de unidades portátiles son: 20" x 36", 25" x 40", 30" x 42", 36" x 46" y 44" x 48", cuya producción se balanceará con los tamaños respectivos de las trituradoras secundarias y terciarias de cono: 36" (3"), 48" (4"), 57" (4 3/4") y 66" (5 1/2").

Las cribas vibratorias más utilizadas, de preferencia horizontales, por que requieren menor espacio vertical de instalación, son sus versiones de --

dos y tres pisos, las siguientes: 4' x 12', 4' x 14', 5' x 12' 5' x 14', - - 5' x 16' 6' x 16', 6' x 18' 6' x 20', 7' x 16', 7' x 18', 7' x 20', 8' x 18', - 8' x 20' y 8' x 22'. Para los tamaños superiores a 5' x 16', se procurará - instalar la criba por separado en un chasis-remolque individual, para no tener un grupo móvil secundario o terciario de muy elevados peso y dimensiones.

Ultimamente, ciertos fabricantes de equipo de trituración, han diseñado un tipo de criba vibratoria horizontal con excéntrico inferior, la cual instalada en los grupos móviles de trituración secundaria y terciaria, permiten su transporte por carretera, sin necesidad de desmontar la criba, o bajarla de su posición de trabajo, para poder pasar los pasos superiores o inferiores que se encuentre en el curso de su trayecto de un sitio de explotación a otro.

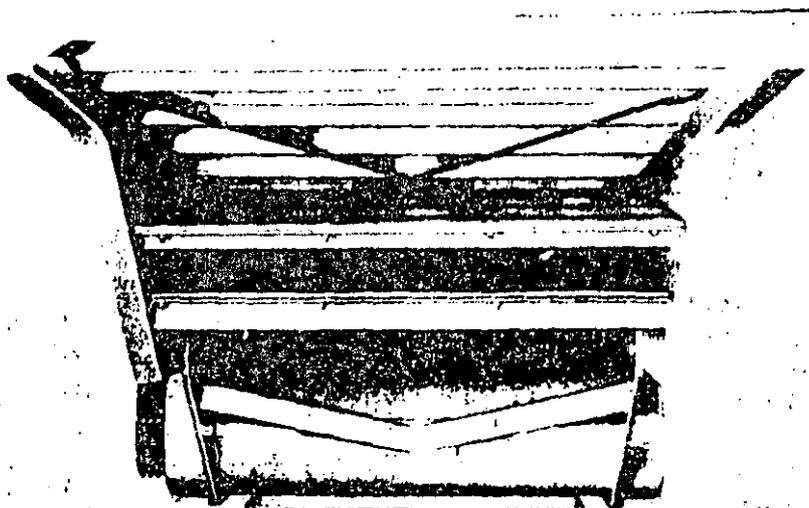


Figura 58.

Criba vibratoria horizontal de dos pisos, con el mecanismo excéntrico instalado en la parte inferior del bastidor.

Esta cualidad del nuevo diseño de grupos móviles de "bajo perfil", permite ahorrar tiempo en el campo de estos equipos, ya que no se requiere hacer ninguna maniobra adicional de acomodo a desmontaje, estando siempre listo el grupo móvil para su traslado.

Se puede establecer de lo expuesto anteriormente, las siguientes:

- 1°. La evolución en las técnicas de construcción de caminos y autopistas, ha conducido a establecer la utilización de agregados pétreos mucho más elaborados, con controles de calidad más estrictos que -

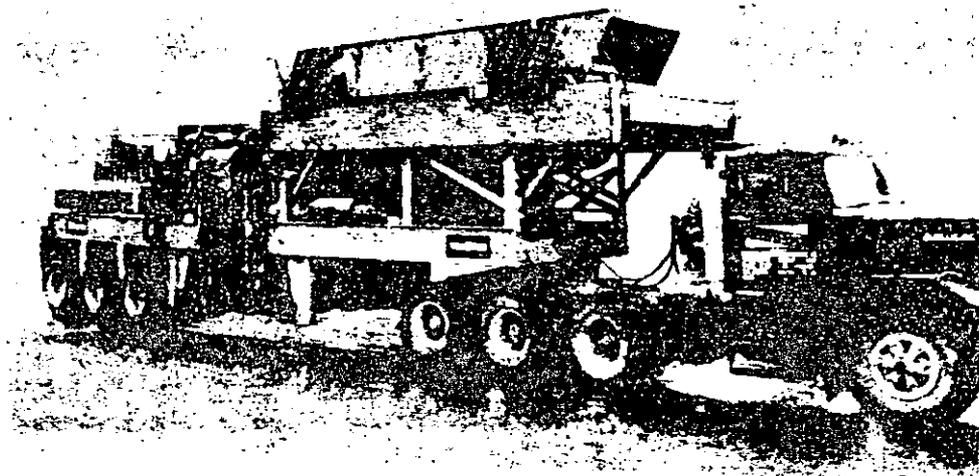
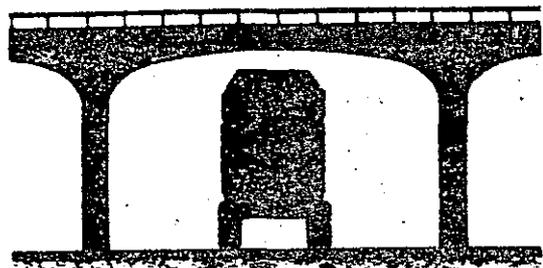


Figura 59.

Grupo móvil de trituración secundaria de "bajo perfil", trasladándose para explotar un nuevo banco de agregados, con todos sus componentes (criba, trituradora, etc.) en posición de trabajo.

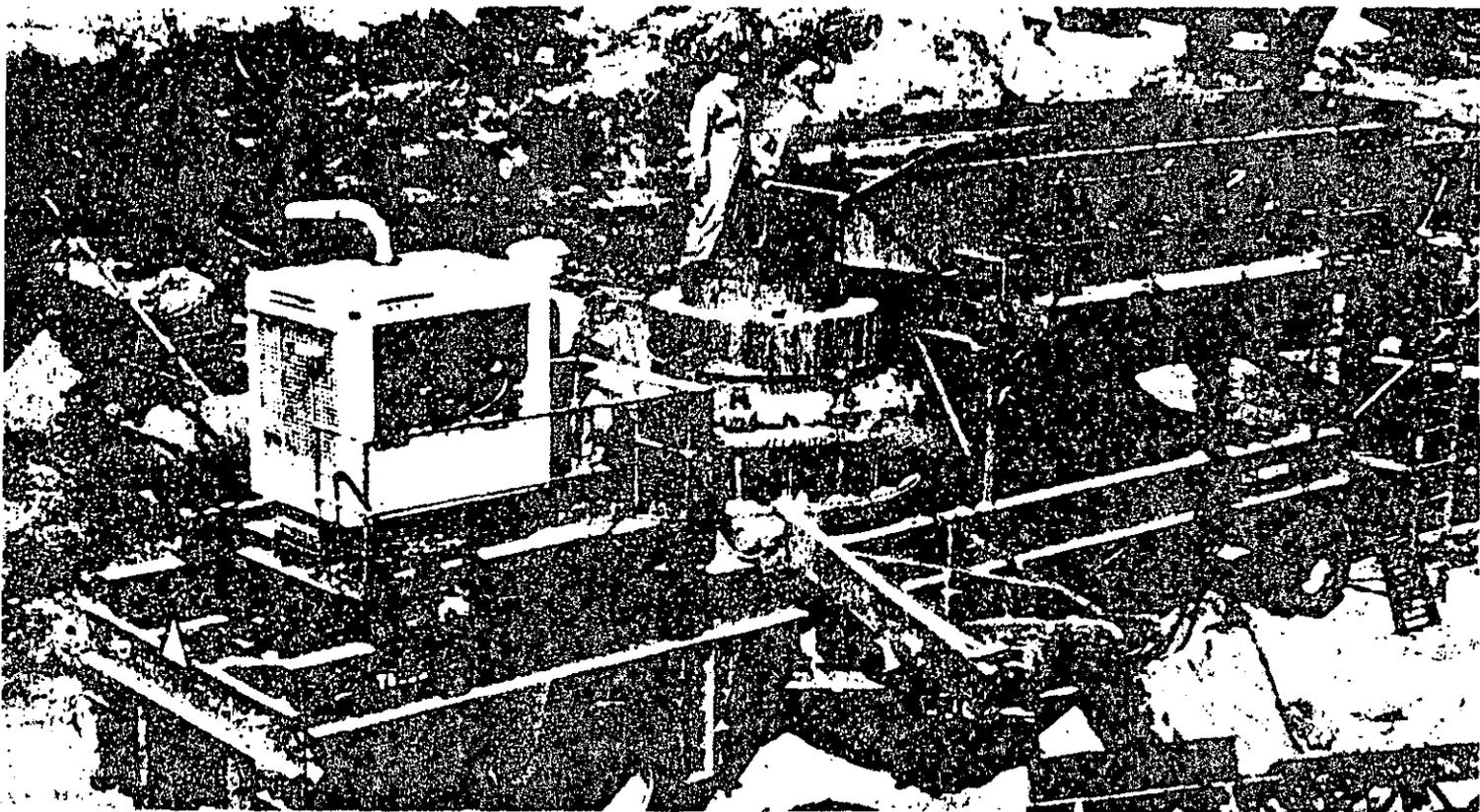


Figura 60.

Grupo móvil de trituración secundaria de "bajo perfil", en posición de trabajo, pocas horas después de haber llegado de su ubicación anterior, con criba vibratoria horizontal de excéntrico inferior -- 5' x 16' de dos pisos, y trituradora de cono 48S (4').

los que se utilizaban anteriormente, situación que se ha reflejado particularmente en los materiales de base y de carpeta, que tienen hoy en día especificaciones muy rigurosas.

20. Los productores de agregados pétreos han tenido que seguir muy de cerca la evolución de dichas especificaciones, debiendo adaptar -- sus equipos a la producción de los agregados de calidad exigidos.
30. Se considera que la trituradora de cono, es la máquina idónea para integrar los grupos móviles secundarios y terciarios, por sus cualidades intrínsecas y su versatilidad para procesar cualquier tipo de roca.
40. Las tendencias modernas en la constitución de las plantas portátiles de trituración, es la de emplear máquinas básicas cada vez de mayores capacidades, en quebradoras de quijadas los tamaños de 30" x 42 y 42" x 48" y en trituradoras de cono los tamaños de 48" y 66",

capaces de producir del orden de 350 toneladas por hora de materiales de gase (0 - 1"), a costos de producción reducidos y cumpliendo los programas de trabajo en corte plazo, con las ventajas inherentes de estos hechos.

#### XI EJEMPLO NUMERICO DE CALCULO.

Para que el constructor de obras de ingeniería, pueda seleccionar adecuadamente el equipo de trituración necesario para la producción de agregados pétreos, es indispensable que por lo menos, tenga los siguientes cuatro datos fundamentales:

- 1o. Naturaleza geológica de la roca.
- 2o. Tamaño máximo a la alimentación de la quebradora primaria y en caso de ser una trituración parcial, la granulometría media del banco de agregados naturales.
- 3o. Producción requerida en toneladas por hora.
- 4o. Granulometría del producto a la salida (dimensiones y porcentajes).

La ausencia de cualquiera de estas cuatro informaciones básicas puede dar como consecuencia el seleccionar o bien un equipo menor en capacidad del necesario, o bien un equipo de mayor capacidad y por lo tanto mayor costo; - siendo en ambos casos los perjuicios técnicos y económicos muy considerables para el usuario.

Con ayuda de tablas de producciones y curvas granulométricas elaboradas por los fabricantes de este tipo de equipo, se resolverá el siguiente problema de selección de equipo de trituración y cribado.

- 1o. Banco de basalto limpio, de dureza media.
- 2o. Tamaño máximo de la orca a la alimentación de 18".
- 3o. Se requiere una producción de 90 toneladas cortas (2000 libras) -- por hora.
- 4o. Tamaños del producto a la salida:

3/8" - 3/4"

0" - 3/8"

Para elaboración de carpeta asfáltica.

En términos generales, en la etapa primaria de reducción, se reduce la roca natural a un tamaño máximo entre 4" y 10" por medio de una quebradora -- primaria. En la etapa secundaria, se reducirá el producto de la trituración primaria, a un tamaño entre 1 1/2" y 3". En la trituración terciaria, se reducirá al producto de la trituración secundaria a un tamaño menor de 3/4".

La primera máquina que deberá seleccionarse es la quebradora primaria; -- siendo el alimentador seleccionado a continuación, de acuerdo con el ancho de la boca de la quebradora primaria.

Haciendo uso de las tablas de capacidades de las quebradoras de quijadas, que es el tipo de quebradora primaria utilizado en los trabajos de ingeniería civil, se ve que una quebradora de quijadas con boca de admisión de 20" x 36", además de admitir sin problemas rocas de 18", tiene una capacidad entre 70 a 125 Toneladas por hora (de acuerdo con la dureza del material), a una abertura de salida de 3". Suponemos que para un basalto de dureza media, nos puede dar sin problema 90 toneladas por hora. En caso de materiales blandos (calizas, dolomitas, yeso, carbón), podemos considerar la capacidad máxima indicada de 125 toneladas por hora; mientras que en caso de materiales muy duros y abrasivos (cantos rodados de río, mineral de hierro y trapo), debemos considerar la capacidad mínima indicada de 70 toneladas por hora.

A continuación utilizando la curva granulométrica respectiva, vemos que la quebradora de quijadas 20" x 36", con una abertura de salida de 3" nos da material con un tamaño máximo de 5", anotando para nuestro balance granulométrico, los porcentajes producidos de los tamaños entre 5" y 1 1/2", 1 1/2" y 3/4", 3/4" y 3/8" y 3/8" y 0, anotándolos en la tabla de registro elaborada -- para tal propósito.

La fracción entre 1 1/2" y 5", requerirá trituración secundaria, para reducir la toda a material menor de 1 1/2". Utilizando la tabla de producción -- respectiva, seleccionamos una trituradora secundaria de cono modelo 36 S (3'), la cual abierta a 3/4" en la salida, tritura las 55 toneladas por hora de material de 1 1/2" - 5". Utilizando la curva granulométrica respectiva, se anotan en la tabla de registro los porcentajes y toneladas por hora de los materiales producidos.

Al realizar el balance granulométrico de las etapas primaria y secundaria, se ve que quedan 44.5 toneladas por hora de material entre 3/4" y 1 1/2" que es necesario reducir en una etapa terciaria a material menor de 3/4". -- Por medio de la tabla de capacidades respectiva, se selecciona para realizar esta producción, una trituradora terciaria de cono, modelo 36 FC (3'), la -- cual abierta a 7/16" en la salida produce 44.5 toneladas por hora de material menor de 3/4"

Después de efectuar la cuantificación de los porcentajes y toneladas por hora de materiales de 0 - 3/8" y 3/8" - 3/4" producidos por esta etapa, utili

zando la curva granulométrica respectiva, se anotará el resumen final del producto producido en las tres etapas de reducción.

Se elaborará a continuación el diagrama de flujo (Flow-Sheet) del proceso, haciendo trabajar tanto la quebradora primaria de quijadas 20" x 36" como la trituradora secundaria de conos 36 S (3'), en circuito abierto, y la trituradora de conos terciaria 36 FC (3'), en circuito cerrado, para tener control del tamaño máximo del producto final.

Si se trata de una instalación portátil o móvil, se dispondrán en chasis remolques separados: alimentador y quebradora primaria de quijadas, criba-scalper y trituradora secundaria, criba de productos y trituradora terciaria, con las bandas transportadoras de conexión, recirculación y almacenamiento ne cesarias para establecer el flujo de la planta.

La ventaja de disponer el equipo en grupos móviles de "función unitaria", además de tener unidades de más fácil transporte, operación y mantenimiento, es la de contar con grupos móviles autónomos que pueden trabajar por separado; es decir, en caso por ejemplo, de explotación de un banco de agregados naturales de río, pudiera no necesitarse el grupo primario, o el grupo primario o secundario, solamente necesitándose el grupo terciario, y por lo tanto, se produciría el material necesario con un costo mínimo, ya que únicamente se utilizaría el equipo que realmente se requiera de acuerdo con el material natural disponible y el producto que debe elaborarse.

Para el cálculo de la criba, con el auxilio de las tablas de factores, elaboradas por los fabricantes de este tipo de equipo, se aplicará la fórmula siguiente:

$$\text{Area en pies cuadrados} = \frac{\text{Alimentación menos sobretamaño}}{A \times B \times C \times D \times E \times F}$$

Fórmula en la cual:

- A = Capacidad específica de la malla en toneladas por hora por pie cuadrado de malla.
- B = Factor en función del porcentaje de sobretamaño en la alimentación a la criba.
- C = Factor en función del porcentaje de la eficiencia de cribado deseada.
- D = Factor en función del porcentaje de material menor a la mitad de la malla calculada, contenido en el material alimentado.

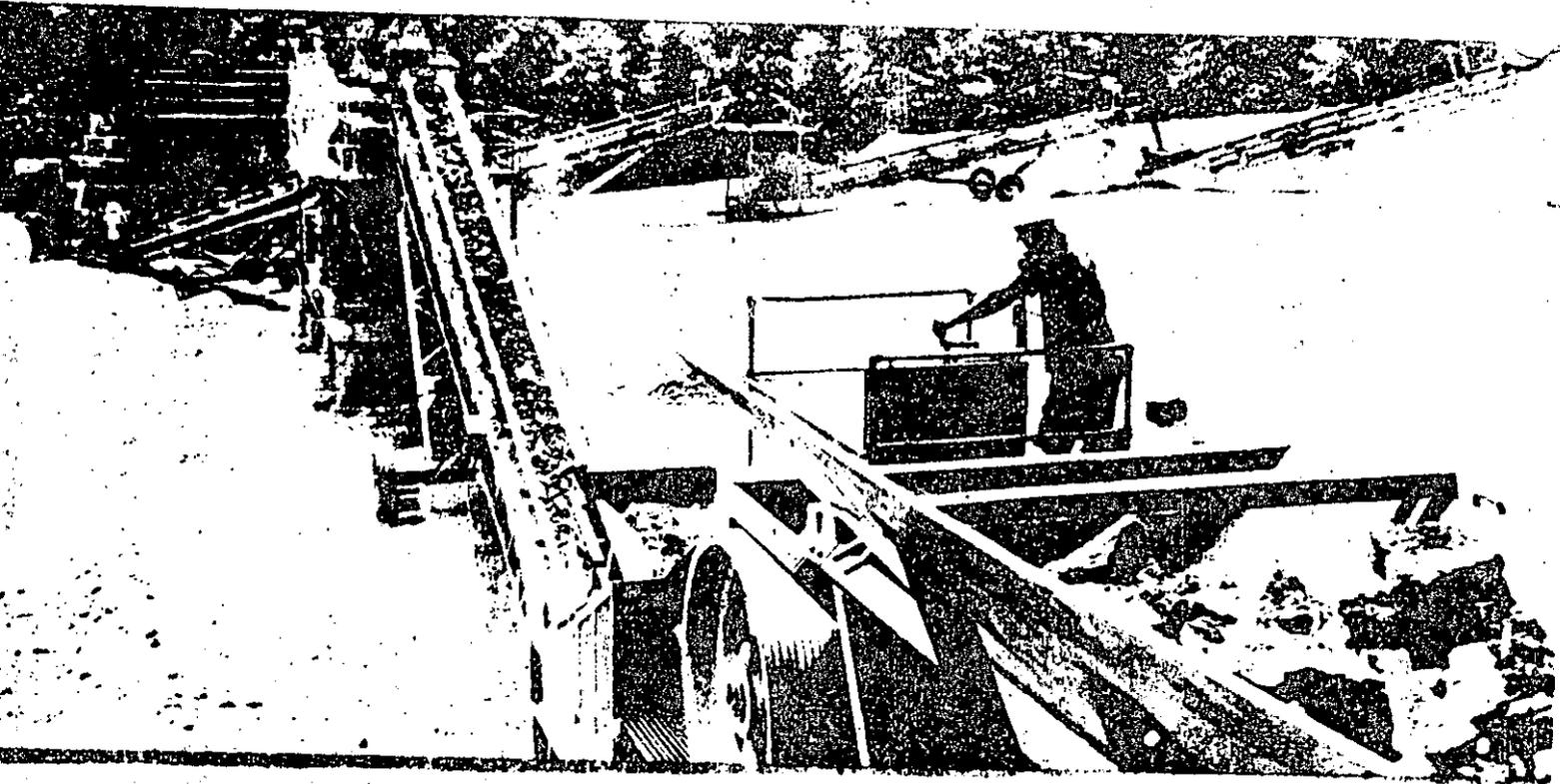


Figura 61. Planta portátil de trituración, con los grupos móviles primario y secundario en circuito abierto, y el grupo móvil terciario en circuito cerrado. Nótese en la parte inferior derecha, la alimentación de roca a la quebradora primaria de quijadas, por medio de un alimentador-grizzly vibratorio. Todas las unidades son accionadas por medio de motores eléctricos.

- E = Factor en función de la abertura de la malla; cuando se criba por vía se tomará este factor igual a la unidad.
- F = Factor en función del orden que tenga la malla calculada en la criba. - En la actualidad, se utilizan cribas de uno, dos y tres pisos. En caso de criba de dos o tres pisos, se calculará cada una de las mallas separadamente; y para seleccionar el tamaño de la criba, regirá la malla mayor.

En el problema resuelto anteriormente, la hoja de flujo muestra que la criba de productos tiene dos mallas 3/4" y 3/8" y que trabaja en circuito cerrado.

10. Cálculo de la malla de 3/4".

$$\text{Area en pies cuadrados} = \frac{134.5 - 44.5}{A \times B \times C \times D \times E \times F}$$

A = Para grava triturada: 1.80 toneladas por hora por pie cuadrado malla 3/4".

B = Para sobretamaño de:  $= \frac{44.5}{134.5} \times 100 = 33\%: - 0.97.$

C = Porcentaje de eficiencia de cribado deseada: 94%: - 1.00.

D = Porcentaje de material inferior a 3/8":  $\frac{46.1}{134.5} \times 100 = 34\%: - .88$

E = Para cribado por vía seca: - 1.00.

F = Para el primer piso: - 1.00.

Substituyendo estos valores en la fórmula

$$A_{3/4"} = \frac{90}{1.80 \times 97 \times 1.00 \times .88 \times 1 \times 1} = \frac{90}{1.54} = 58 \text{ pies cuadrados.}$$

Para la malla de 3/8" del segundo piso, el cálculo será:

$$\text{Area en pies cuadrados} = \frac{90.0 - 43.9}{A \times B \times C \times D \times E \times F}$$

A = Para grava triturada, malla de 3/8": 1.19 toneladas por hora por pie cuadrado.

B = Para sobretamaño de  $\frac{43.9}{90} \times 100 = 49\%: - 0.90.$

C = Porcentaje de eficiencia de cribado deseado: 94%: - 1.00.

D = Porcentaje de material inferior a 3/16": - 30%: - 0.80.

E = Para cribado por vía seca: 1.00.

F = Para el segundo piso: 0.90.

Substituyendo estos valores en la fórmula:

$$A_{3/8"} = \frac{46.1}{1.19 \times .9 \times 1 \times .8 \times 1 \times .9} = \frac{46.1}{.78} = 59 \text{ pies cuadrados.}$$

Puesto que 59 pies cuadrados es mayor que 58 pies cuadrados, en este caso regirá el piso inferior de malla 3/8" para seleccionar el tamaño de la criba.

Se seleccionará una criba vibratoria horizontal de dos pisos de 5' de ancho por 12' de longitud, con una área efectiva de cribado de: 5' x 12' = 60 - pies cuadrados.

En la integración de plantas portátiles, se prefiere a las cribas horizontales sobre las cribas inclinadas, debido a que las primeras tienen necesidad de menor espacio vertical de intalación, cualidad muy importante para el traslado por carretera de los grupos móviles, ya que con las cribas horizontales se obtienen alturas de la unidad sensiblemente menores a las de los mismos grupos móviles equipados con cribas inclinadas.

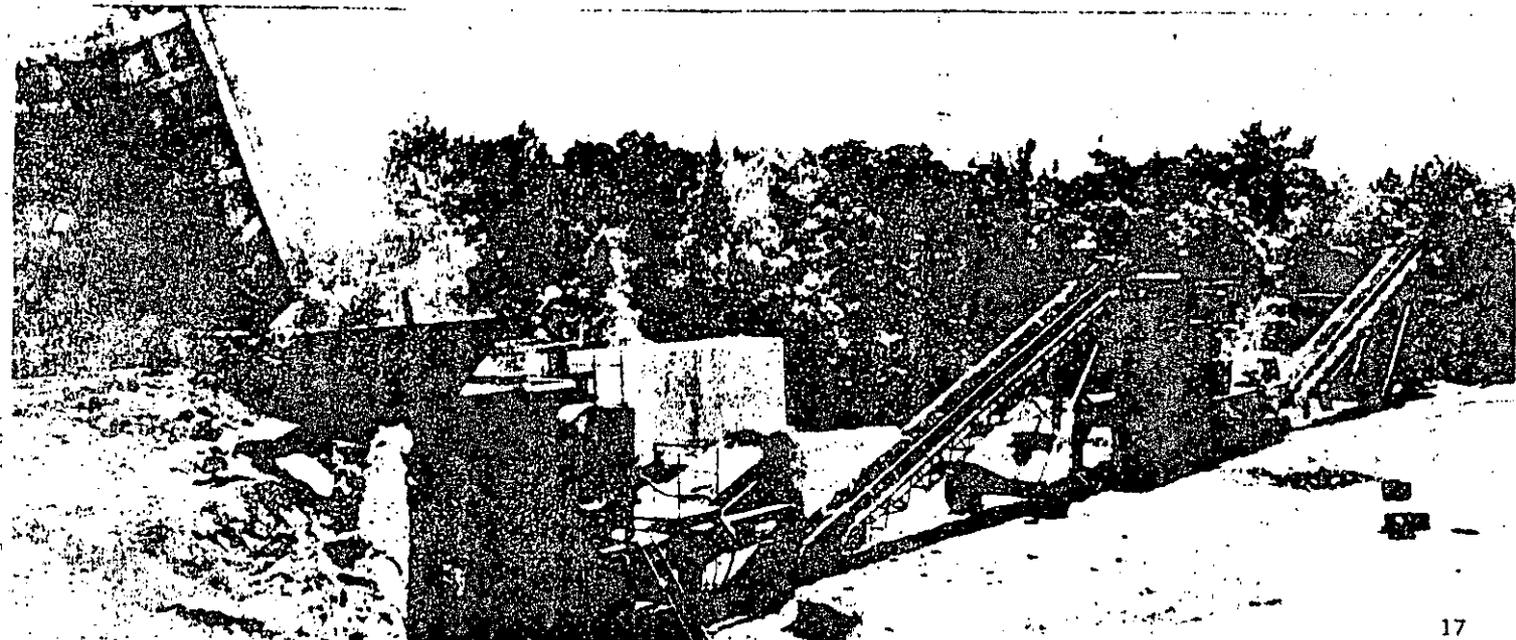


Figura 62. Planta portátil de trituración y cribado por vía seca, mostrándose la descarga de roca del camión a la tolva de recepción del grupo primario y las bandas transportadoras portátiles de conexión del grupo primario al secundario, y del grupo secundario al terciario...

# BALANCE GRANULOMETRICO

## TABLA DE REGISTRO

Tamaño de los materiales	Trituración primaria quebradora de guijas 20" x 36" abierta a 3", produce 90 toneladas por hora		Trituración secundaria tritadora de conos 36 S abierta a 3/4", produce 55 toneladas por hora.		Resumen de las etapas - primaria y secundaria		Trituración terciaria tritadora de conos 36 FC abierta a --- produce 44.5 toneladas por hora		Resumen final del producto	
	%	Ton/h	%	Ton/h	%	Ton/h	%	Ton/h	%	Ton/h
1 1/2" - 5"	61%	55.0	---	---	---	---	---	---	---	---
3/4" - 1 1/2"	22%	19.7	45%	24.8	49%	44.5	---	---	---	---
3/8" - 3/4"	9%	8.1	27%	14.8	26%	22.9	47%	21.0	49%	43.9
0 - 3/8"	8%	7.2	28%	15.4	25%	22.6	53%	23.5	51%	46.1
<b>S U M A</b>	<b>100%</b>	<b>90.0</b>	<b>100%</b>	<b>55.0</b>	<b>100%</b>	<b>90.0</b>	<b>100%</b>	<b>44.5</b>	<b>100%</b>	<b>90.0</b>

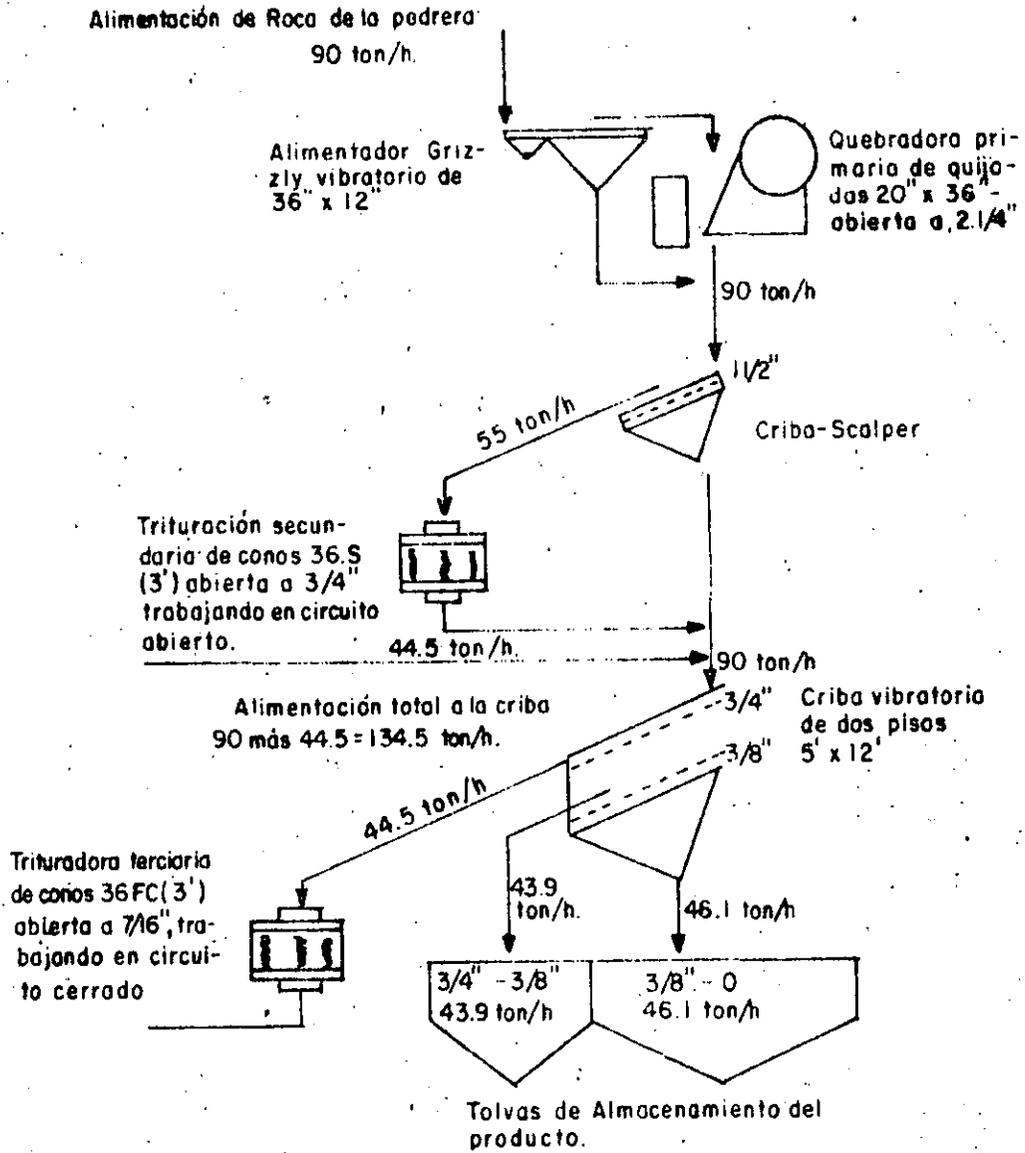


Figura 63

## PROBLEMA DE SELECCION DE EQUIPO

Resolver los siguientes problemas de selección de equipo de trituración y cribado, utilizando las tablas y gráficas correspondientes.

### PROBLEMA No. 1.

Se requiere una producción de 90 Ton/hr, siendo los tamaños de los materiales que se necesitan, los siguientes:

Un producto de 1 1/2" a 3/4"

Otro de 3/4" a 3/8"

Y el último de 3/8" a 0

Se trata de un banco de basalto, el cual por medio de voladura de dinamita es fragmentado, obteniéndose un material en "greña" con tamaño máximo de 18".

El tamaño de los materiales es el siguiente:

-	18"	+	5"	80%
-	5"	+	1 1/2"	10%
-	1 1/2"	+	3/4"	4%
-	3/4"	+	3/8"	4%
-	3/8"	+	0	2%

Obtener la solución óptima.

PROBLEMA No. 2.

Producción 90 Ton/hr.

3/4" a 3/8"

0 a 3/8"

El único cambio en este problema con respecto al anterior, es que ahora requiere el 100% de material menor de 3/4".

Obtener la solución para primaria y secundaria.

PROBLEMA No. 3.

Mismos datos que el problema No. 2; pero ahora la solución es para primaria, secundaria y terciaria.

PROBLEMA No. 4.

Datos Básicos.

- A) Explotación de un banco de agregados naturales, conglomerado en desí tico.
- B) Tamaño máximo a la alimentación de 8" y una granulometría media del banco como sigue:

Tamaño:		Porciento:
3"	- 8" : -	40%
1 1/2"	- 3" : -	20%
3/4"	- 1 1/2" : -	12%
1/4"	- 3/4" : -	10%
0	- 1/4" : -	18%
S u m a : -		<u>100%</u>

- C) Se desea producir material de base 0 - 1 1/2" para construcción de un camino, necesitándose para cumplir el programa establecido, 225 - toneladas métricas por hora de dicho material.
- D) Granulometría del producto: 0 - 1 1/2", según especificaciones SOP, para material de base.

Se pregunta lo siguiente:

- a) Equipo de trituración necesario para producir el material al tamaño y cantidad estipulados. (Seleccionar quebradora de quijadas para la etapa primaria, y trituradora de cono tipo S y FC, para las etapas secundaria y terciaria respectivamente).
- b) Equipo de cribado necesario para integrar la planta.
- c) Tamaño y tipo del alimentador aconsejable para recibir el material natural en greña (ver el siguiente Capítulo VI).
- d) Establecimiento de la hoja de flujo (Flow Sheet) aconsejable, para el acomodo del equipo (alimentador, trituradoras, cribas) seleccionado, indicando las toneladas por hora y tamaño del material, en cada etapa del proceso de trituración y cribado.

## XII SELECCION DE LOS ALIMENTADORES DE ROGA.

Datos requeridos para seleccionar un Alimentador:

1. Toneladas por hora que deben ser manejadas, incluyendo alimentaciones máxima y mínima.
2. Peso volumétrico del Material.
3. Distancia a la cual debe transportarse el material.
4. Altura a la cual el material debe ser elevado.
5. Limitaciones de espacio.
6. Método utilizado para la carga del Alimentador.
7. Características del Material.

Procedimiento seguido para seleccionar un Alimentador:

Etapa 1: Seleccionar el tipo de Alimentador de acuerdo con el cuadro de "APLICACION DE LOS ALIMENTADORES".

Etapa 2: Seleccionar el ancho del Alimentador. El ancho puede depender de la quebradora que va a ser alimentada; por ejemplo, una Quebradora de quijadas con una determinada boca de admisión, o por el tamaño de la abertura de la Tolva que va a utilizarse. El ancho del Alimentador puede también ser determinado por el tamaño máximo de la roca en la alimentación, o por la profundidad deseada del material y su velocidad de transporte. (Ver nota).

Etapa 3: Verificar la capacidad del Alimentador seleccionado, contra las cifras indicadas en las páginas de capacidades respectivas (8 a 11).

Etapa 4: Determinar los HP (caballos de potencia) requeridos de las tablas de selección del tipo de Alimentador respectivo (Etapa 1).

N O T A: La profundidad para un material con peso volumétrico de 100 - libras por pie cúbico (aproximadamente 1500 kilogramos por metro cúbico), puede encontrarse por medio de la fórmula siguiente:

$$D = \frac{4 \times \text{TPH}}{W \times \text{FPM}}$$

en la cual:

D = Profundidad en pulgadas.

TPH = Toneladas por hora.

FPM = Pies por minuto a los cuales es alimentado el material

W = Ancho neto del Alimentador en pies.

## APLICACION DE LOS ALIMENTADORES.

### TIPO DE TRABAJO

Carga de volteo de camión o carga directa por Bulldozer, Pala o Dragga. El tamaño máximo de la roca no deberá exceder al 75% del Ancho del Alimentador.

Alimentación de una tolva de carga de material no abrasivo. El tamaño máximo de la roca no deberá exceder al 75% del Ancho del Alimentador.

Carga de volteo de camión o carga directa por Bulldozer, Pala o Dragga. El tamaño máximo de la roca no deberá exceder al 50% del ancho del Alimentador.

Alimentación de una tolva de carga de material no abrasivo. El tamaño máximo de la roca no deberá exceder al 30% del ancho del Alimentador.

Carga de volteo de camión o carga directa por Bulldozer. El tamaño máximo de la roca no deberá exceder al 75% del ancho del Alimentador.

Alimentador bajo la Quebradora -- Primaria para proteger a la Banda Transportadora de evacuación.

### TIPO DE ALIMENTADOR RECOMENDADO.

Alimentador de Tablero Metálico tipo Apron, para trabajo extrapesado con paletas de acero al Manganeseo.

Alimentador de Tablero Metálico tipo Apron, para trabajo extrapesado con paletas de acero al carbón.

Alimentador de Tablero Metálico tipo Apron, para trabajo pesado.

Alimentador de Tablero Metálico tipo Apron, para trabajo Standard.

Alimentador Vibratorio de Charola o Alimentador Vibratorio de Rejilla.

Alimentador Vibratorio de Rejilla.

TIPO DE TRABAJO

Alimentador bajo tolvas o pilas de Almacenamiento. El tamaño máximo del Agregado no deberá exceder al 50% del ancho del Alimentador.

Alimentador bajo tolvas o pilas de Almacenamiento. El tamaño máximo del Agregado no deberá exceder al 30% del ancho del Alimentador.

TIPO DE ALIMENTADOR RECOMENDADO

Alimentador reciprocante de Plato.

Alimentador de Banda.

T A B L A S

D E

P R O D U C C I O N

Y

C U R V A S

G R A N U L O M E T R I C A S

la realización de las obras; con ello la iniciativa contribuye a dar contenido al propósito plasmado en el Artículo 134 Constitucional, de garantizar que los recursos económicos se administren con eficiencia, eficacia y honradez y que aseguren al Estado las mejores condiciones en su aplicación.

Cabe señalar, que al igual que la Ley vigente, el proyecto regula todas las fases a que se sujeta el proceso de la obra pública, a través de un esquema normativo que permitirá imprimir uniformidad y congruencia a la planeación, programación, presupuestación, ejecución, control y evaluación de la obra pública, estableciendo en cada caso la vinculación que debe existir entre éstas y la planeación nacional del desarrollo y la programación presupuestaria.

Bajo estas consideraciones, en el Título Primero, de Disposiciones Generales, se aclara el concepto de obra pública y se amplía a otros trabajos que se consideran implícitamente en la Ley vigente, pero que es conveniente precisar para dar mayor objetividad, como son los que se realizan para la explotación de los recursos no renovables del subsuelo y aquéllos de infraestructura necesaria para mejorar las actividades productivas agropecuarias.

Se unifican las funciones normativas de todas las fases de la obra pública, para quedar a cargo, con excepción del control, de la Secretaría de Programación y Presupuesto. En cuanto a la integración de la Comisión Consultiva de la Obra Pública, se adecúa conforme al nuevo esquema de la Administración Pública Federal y además, se incluye al Departamento del Distrito Federal, como integrante de la Comisión, en razón del número y magnitud de las obras públicas que contrata y realiza.

En cumplimiento a lo dispuesto por el artículo quinto transitorio de la Ley de Planeación, el capítulo primero del Título Segundo se adecúa a las disposiciones relativas a la planeación nacional del desarrollo, estableciendo los criterios que permitirán garantizar que la planeación de las obras públicas se ajusten a los objetivos y prioridades de la planeación del desarrollo.

Por lo que respecta al Padrón de Contratistas de Obras Públicas, regulado en el capítulo segundo del Título Segundo del proyecto, se eliminan los requisitos que deben cubrir los interesados en inscribirse, para trasladarlos a las disposiciones reglamentarias, por considerarse a éstos de orden administrativo, y se agiliza el trámite de registro, al reducirse el plazo de que dispondrá la Secretaría de Programación y Presupuesto para resolver sobre las solicitudes que se le presenten, a sólo veinte días hábiles, lo que para el contratista representará contar oportunamente con el registro correspondiente que le permita mayores posibilidades de participación

en los concursos de obras públicas.

En cuanto a la contratación de la obra pública, regulada en el Título Segundo del proyecto, se adecúa para reproducir, en lo conducente, el texto del Artículo 134 Constitucional y establecer el procedimiento general de adjudicación mediante licitaciones públicas, que garanticen al Estado las mejores condiciones de precio, calidad, financiamiento y oportunidad en su realización. En consecuencia, y siguiendo el texto del citado Artículo 134 Constitucional, se establecen los casos en que se considera que no es idónea la licitación pública para llevar a cabo la contratación de las obras, desarrollándose las bases, procedimientos, reglas y requisitos a que se sujetarán. De esa suerte, se otorga a las dependencias y entidades la facultad para optar, bajo su responsabilidad, por la contratación de las obras o trabajos sin licitar públicamente en los casos de excepción que, según la urgencia o naturaleza, se señalan; debiendo acreditarse en tales casos, que la contratación de las obras o trabajos se funda en criterios de economía, eficacia, eficiencia, imparcialidad u honradez.

A su vez, en la consideración de la contratación de obras de monto menor, se partió de las disposiciones ya previstas en la Ley vigente, a fin de precisar que el criterio de economía es la base para su regulación, lo que deberá reflejarse en los límites máximos que, a ese efecto, fijará anualmente el Presupuesto de Egresos atendiendo a la cuantía de las obras y en función de la inversión total autorizada a las dependencias y entidades; una variante de esa contratación es la que se refiere a las obras de menor cuantía, que podrán contratarse directamente; se prevé igualmente, el caso de las obras que superen el monto de aquéllas, las que se adjudicarán mediante un concurso simplificado, en el que se convocará a un mínimo de tres personas.

Con el propósito de que exista mayor flexibilidad sobre las condiciones pactadas originalmente, se eliminan los acuerdos escritos que contempla la Ley actual y se incrementa el porcentaje que puedan modificar las dependencias y entidades sin autorización previa, hasta en 25%, sin límite de número de convenios, quedando sujeta a la responsabilidad de los titulares de las dependencias y entidades la celebración de un único convenio adicional cuando las modificaciones de que se trate excedan dicho porcentaje, así como la consideración y calificación de las razones en que se funden y motiven. Esta regla se aplicará también para las obras realizadas por administración directa; pero en ambos casos se mantiene la restricción de que los convenios no deberán afectar la naturaleza y características esenciales de la obra de que se trate, ni convenirse para eludir en cualquier forma el cumplimiento de la Ley.

Por lo que respecta al capítulo quinto del mismo Título Segundo, sólo se a-

decidan aquéllos preceptos que deben contemplar la participación de la Secretaría de la Contraloría General de la Federación en las materias que regulan.

En los Títulos Tercero y Cuarto de las infracciones y sanciones y de los recursos administrativos, la iniciativa contempla las disposiciones que tienen por objeto procurar la debida observancia de la Ley y se mantienen sin variación sustancial las medidas y sanciones previstas por la Ley actual. Por lo que hace a la forma de determinar los montos de las multas que podrán imponerse, el proyecto propone adoptar un sistema que considere la dinámica de la situación económica actual, lo que hace posible operar los ajustes que la propia situación demanda. Asimismo, se da la participación que corresponde a la Secretaría de la Contraloría General de la Federación en la determinación y aplicación de sanciones y multas y en la resolución de los recursos relativos.

Por lo antes expuesto, y con fundamento en lo dispuesto en la fracción I del Artículo 71 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, y por el digno conducto de ustedes, me permito someter a la consideración del H. Congreso de la Unión, la presente iniciativa de

## LEY DE OBRAS PUBLICAS

### TITULO PRIMERO

#### Disposiciones Generales

#### CAPITULO UNICO

ARTICULO 1o.- La presente Ley es de orden público e interés social y tiene por objeto regular el gasto y las acciones relativas a la planeación, programación, presupuestación, ejecución, conservación, mantenimiento, demolición y control de la obra pública que realicen:

- I. Las unidades de la Presidencia de la República;
- II. Las Secretarías de Estado y Departamentos Administrativos;
- III. Las Procuradurías Generales de la República y de Justicia del Distrito Federal;
- IV. El Departamento del Distrito Federal;
- V. Los organismos descentralizados;
- VI. Las empresas de participación estatal mayoritaria, y
- VII. Los fideicomisos en los que el fideicomitente sea el Gobierno Federal, el Departamento del Distrito Federal o cualquiera de las entidades mencionadas en las fracciones V y VI.

22

- II. Cuando sean varios los responsables, cada uno será sancionado con el total de la multa que se imponga;
- III. Tratándose de reincidencia, se impondrá otra multa mayor, dentro de los límites señalados en el artículo precedente, o se duplicará la multa inmediata anterior que se hubiere impuesto, y
- IV. En el caso en que presista la infracción, se impondrán multas como tratándose de reincidencia, por cada día que transcurra.

ARTICULO 68.- No se impondrán sanciones cuando se haya incurrido en la infracción por causa de fuerza mayor o de caso fortuito, o cuando se observe en forma espontánea el precepto que se hubiere dejado de cumplir. No se considerará que el cumplimiento espontáneo cuando la omisión sea descubierta por las autoridades o mediante requerimiento, visita, excitativa o cualquier otra gestión efectuada por las mismas.

ARTICULO 69.- En el procedimiento para la aplicación de las sanciones a que se refiere este capítulo, se observarán las siguientes reglas:

- I. Se comunicarán por escrito al presunto infractor los hechos constitutivos de la infracción, para que dentro del término que para tal efecto se señale y que no podrá ser menor de diez días hábiles, exponga lo que a su derecho convenga y aporte las pruebas que estime pertinentes;
- II. Transcurrido el término a que se refiere la fracción anterior, se resolverá considerando los argumentos y pruebas que se hubieren hecho valer, y
- III. La resolución será debidamente fundada y motivada, y se comunicará por escrito al afectado.

ARTICULO 70.- Los servidores públicos de las dependencias y entidades que en el ejercicio de sus funciones tengan conocimiento de infracciones a esta Ley o a las normas que de ella se deriven, deberán comunicarlo a las autoridades que resulten competentes conforme a la Ley.

La omisión a lo dispuesto en el párrafo anterior será sancionada administrativamente.

ARTICULO 71.- Las responsabilidades a que se refiere la presente Ley son independientes de las de orden civil, penal u oficial que puedan derivar de la comisión de los mismos hechos.

ARTICULO 72.- Los actos, convenios, contratos y negocios jurídicos que las dependencias y entidades realicen en contravención a lo dispuesto por esta Ley, serán nulos de pleno derecho.

TITULO CUARTO

De los Recursos Administrativos

CAPITULO UNICO

ARTICULO 73. - En contra de las resoluciones que dicte la Secretaría, el interesado podrá interponer ante ésta, recurso de revocación dentro del término de quince días hábiles, contados a partir del día hábil siguiente al de la notificación.

La tramitación del recurso se sujetará a las normas siguientes:

- I. Se interpondrá por el recurrente mediante escrito en el que expresará los agravios que el acto impugnado lo cause, ofreciendo las pruebas que se proponga rendir y acompañando copia de la resolución impugnada, así como la constancia de la notificación de esta última, excepto si la notificación se hizo por correo;
- II. En el recurso no será admisible la prueba de confesión de las autoridades. Si dentro del trámite que haya dado origen a la resolución recurrida, el interesado tuvo oportunidad razonable de rendir pruebas, sólo se admitirán en el recurso las que hubiere allegado en tal oportunidad;
- III. Las pruebas que ofrezca el recurrente deberá relacionarlas con cada uno de los hechos controvertidos, y sin el cumplimiento de este requisito serán desechadas.
- IV. Se tendrán por no ofrecidas las pruebas de documentos si éstos no se acompañan al escrito en que se interponga el recurso y en ningún caso serán recabadas por la Secretaría, salvo que obren en el expediente en que se haya originado la resolución recurrida;

V. La prueba pericial se desahogará con la presentación del dictamen a cargo del perito designado por el recurrente. De no presentarse el dictamen dentro del plazo de ley, la prueba será declarada desierta;

VI. La Secretaría podrá pedir que se le rindan los informes que estime pertinentes por parte de quienes hayan intervenido en el acto reclamado;

VII. La Secretaría acordará lo que proceda sobre la admisión del recurso y de las pruebas que el recurrente hubiere ofrecido, que deberán ser pertinentes e idóneas para dilucidar las cuestiones controvertidas. La Secretaría ordenará el desahogo de las mismas dentro del plazo de quince días hábiles, el que será improrrogable, y

VIII. Vencido el plazo para la rendición de las pruebas, la Secretaría dictará resolución en un término que no excederá de treinta días hábiles.

ARTICULO 74. - Contra la resolución que cancele o suspenda el registro en el Padrón de Contratistas de Obras Públicas podrá solicitarse la suspensión del acto impugnado, conforme a las siguientes bases:

- I. Será solicitada en el mismo escrito en el que se interponga el recurso;
- II. Dentro de los diez días hábiles siguientes, la Secretaría señalará la garantía y el monto por el que ésta deba otorgarse, y
- III. Otorgada la garantía, se suspenderá la aplicación de la resolución impugnada.

24

## ARTICULOS TRANSITORIOS DE LA LEY DE OBRAS PUBLICAS

**ARTICULO PRIMERO.** - Esta Ley entrará en vigor el primero de enero de 1981.

**ARTICULO SEGUNDO.** - Se abroga la Ley de Inspección de Contratos y Obras Públicas del 21 de diciembre de 1965, publicada en el Diario Oficial de la Federación del 4 de enero de 1966, y se derogan todas las disposiciones que se opongan a la presente.

**ARTICULO TERCERO.** - El Reglamento de la presente Ley se expedirá a más tardar 180 días después de la publicación de esta, en tanto se continuará aplicando el Reglamento de la Ley de Inspección de Contratos y Obras Públicas, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 2 de febrero de 1967, así como las demás disposiciones administrativas relacionadas, en todo lo que no se oponga a esta Ley.

**ARTICULO CUARTO.** - Las personas físicas o morales que al 31 de diciembre de 1980 tengan vigente su registro en el Padrón de Contratistas del Gobierno Federal, se considerarán inscritas en el Padrón de Contratistas de Obras Públicas, hasta el 30 de junio de 1981.

Quienes estén interesados en inscribirse en el Padrón de Contratistas de Obras Públicas para el periodo comprendido entre el 1o. de enero y el 30 de junio de 1981, pagarán la cantidad de \$ 1,000.00 por concepto de derechos.

**ARTICULO QUINTO.** - Durante el ejercicio fiscal de 1981 las dependencias y entidades podrán realizar obras de acuerdo a lo establecido en el Artículo 33, siempre que el importe de cada obra no exceda del límite señalado en la tabla siguiente, conforme a su inversión total autorizada en los

Presupuestos de Egresos de la Federación y del Departamento del Distrito Federal.

Inversión Total Autorizada (millones de pesos)	Límite máximo total de cada obra (millones de pesos)
Hasta 2 000	3.0
Mayor de 2 000 a 5 000	4.0
Mayor de 5 000 a 8 000	5.0
Mayor de 8 000 a 10 000	6.0
Mayor de 10 000 a 15 000	7.0
Mayor de 15 000 a 20 000	8.0
Mayor de 20 000 a 50 000	10.0
Mayor de 50 000 a 80 000	12.0
Mayor de 80 000	14.0

La Ley de Obras Públicas fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el 30 de diciembre de 1980.

La fe de erratas fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el 23 de enero de 1981.

25

**ARTICULOS TRANSITORIOS DEL DECRETO DE REFORMAS Y ADICIONES DE LA LEY DE OBRAS PUBLICAS**

**EXPOSICION DE MOTIVOS DE LA INICIATIVA DE REFORMAS Y ADICIONES A LA LEY DE OBRAS PUBLICAS**

**ARTICULO PRIMERO.** - El presente Decreto entrará en vigor el día primero de enero de mil novecientos ochenta y cuatro.

**ARTICULO SEGUNDO.** - Se derogan: el párrafo segundo del Artículo 40, el párrafo segundo del Artículo 45, el Artículo 60, así como las demás disposiciones que se opongan a lo dispuesto por este Decreto.

**ARTICULO TERCERO.** - Para los efectos de inscripción y revalidación en el Padrón de Contratistas de Obras Públicas y en tanto no se expidan las modificaciones al Reglamento de la Ley, consecuentes con este Decreto, seguirán siendo exigibles los requisitos que establece el Artículo 20 de la Ley de Obras Públicas que por este ordenamiento se reforma.

**ARTICULO CUARTO.** - Las disposiciones reglamentarias y administrativas de la Ley de Obras Públicas, continuarán aplicándose en todo lo que no se opongan a este ordenamiento.

El Decreto por el que se reforma y adiciona la Ley de Obras Públicas, fué publicado en el Diario Oficial de la Federación el 28 de diciembre de 1983.

**CC. SECRETARIOS DE LA CAMARA DE SENADORES DEL H. CONGRESO DE LA UNION**  
**P r e s e n t e s .**

El Ejecutivo a mi cargo, en continuación de las líneas de acción definidas a partir de la tesis de renovación moral, ha promovido las reformas legales y administrativas necesarias para fortalecer el marco jurídico que regula la actividad pública, con el objetivo primordial de perfeccionar los mecanismos de administración del Estado que tienden a asegurar disciplina, eficiencia y escrupulosa honradez en la aplicación del gasto público federal.

Este reforzamiento jurídico de la gestión pública ha tenido un bivalente propósito, ya que es preocupación de la actual administración que a través del mismo, se propicien las condiciones para el cambio de conductas en el servidor público y con ello inducir el cambio hacia todos los sectores de la población, dado que la actividad pública no puede entenderse desligada de los sectores a que sirve.

Como medio para facilitar esta relación de la ciudadanía con la Administración Pública, el Ejecutivo Federal a mi cargo ha instrumentado el Programa de Simplificación Administrativa que conlleva las acciones necesarias para la desregulación en los trámites y procedimientos como una medida impostergable para alcanzar grados razonables de productividad y eficiencia en la gestión pública y propiciar con ello agilidad y economía en la actividad administrativa en beneficio del particular que establece una relación con el Estado y contribuir así a la reactivación, fomento e impulso de la actividad económica y social del país.

Dado que lo anterior implica que la Administración Pública asuma la obligación de concretar acciones que tiendan a revolucionar su propia gestión de manera más responsable y democrática, la iniciativa que por el digno conducto de ustedes hoy se somete a la consideración de ese H. Congreso de la Unión, contempla el establecimiento de los criterios esenciales para cumplir con tal propósito, amén de que responde al análisis de propuestas formuladas por las dependen

26

cias y entidades, así como del sector privado involucrado en el proceso de la obra pública, captadas en el seno de la Comisión Intersecretarial Consultiva de la Obra Pública.

En este sentido, el contenido de la presente iniciativa pretende solucionar la problemática detectada en la aplicación de la Ley de Obras Públicas para lograr mayor oportunidad y dinamismo en las fases de contratación y ejecución de la obra pública.

En este contexto, se prevé que la vigencia del registro en el Padrón de Contratistas de Obras Públicas que soliciten y obtengan las personas físicas y morales interesadas, sea indefinida con objeto de propiciar su libre concurrencia en los procesos de adjudicación de contratos y acabar con las injustificadas revalidaciones anuales que sólo acarrearán a la Administración Pública el empleo de recursos humanos y financieros en cargas de trabajo extraordinarios y la correspondiente, por contrapartida, para el contratista. A cambio de ello se propone que el contratista asuma responsablemente la obligación de informar oportunamente los cambios que impliquen variación en su capacidad legal, técnica y económica.

Asimismo, en reconocimiento de la existencia de personas físicas y morales que contratan trabajos con las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal, considerados como obra pública, bajo circunstancias especiales previstas por la propia Ley, pero que dadas sus características no se les puede conceptualizar como contratistas o bien tal actividad no es su ocupación habitual, se prevé la excepción de registro en el citado Padrón.

De la misma manera, con la finalidad de que la ejecución de las obras se realice con la oportunidad que reclaman las necesidades públicas a satisfacer, se propone exceptuar del registro en dicho Padrón a las personas físicas y morales a las que se otorguen trabajos por cuyo monto o por la premura con que deban efectuarse, las dependencias y entidades no se encuentren obligadas, en los términos previstos por la Ley, a llevar a cabo las adjudicaciones correspondientes mediante licitación pública.

Por lo antes expuesto, y con fundamento en lo dispuesto en la fracción I del Artículo 71 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, y por el digno conducto de ustedes, me permito someter a la consideración del H. Congreso de la Unión, la presente iniciativa de

## DECRETO

### QUE REFORMA Y ADICIONA A LA LEY DE OBRAS PUBLICAS

ARTICULO PRIMERO.- Se reforman los Artículos 19, tercer párrafo, 21, 22 y 25, para quedar como sigue:

"ARTICULO 19.- . . . . .

Las dependencias y entidades sólo podrán celebrar contratos de obra pública o de servicios relacionados con la misma, con las personas inscritas en el Padrón.

"ARTICULO 21.- El registro en el Padrón de Contratistas de Obras Públicas tendrá una vigencia indefinida. La Secretaría podrá verificar en cualquier tiempo la información que los contratistas hubieren aportado para la obtención de su registro".

"ARTICULO 22.- La Secretaría, dentro de un término que no excederá de veinte días hábiles, contados a partir de la fecha de recepción de la solicitud, resolverá sobre la inscripción. Transcurrido este plazo sin que haya respuesta, se tendrá por registrado el solicitante".

"ARTICULO 25.- Contra las resoluciones que nieguen las solicitudes de inscripción o determinen la suspensión o la cancelación del registro en el Padrón de Contratistas de Obras Públicas, el interesado podrá interponer recurso de revocación en los términos de esta Ley".

ARTICULO SEGUNDO.- Se adiciona la Ley de Obras Públicas con los artículos 60. Bis y 20 Bis, para quedar como sigue:

**"ARTICULO 60. Bis.-** Los titulares de las dependencias y entidades, incluidos los de las Secretarías de Estado a las que, en los términos del artículo anterior compete la aplicación de la Ley, serán responsables de que, en la adopción e instrumentación de los sistemas y procedimientos para la realización de las acciones, actos y contratos que deben llevar a cabo en cumplimiento de esta Ley, se observen los siguientes criterios:

- I. Proveer a la simplificación administrativa, reducción, agilización y transparencia de los procedimientos y trámites;
- II. Ejecutar las acciones tendientes a descentralizar las funciones que realicen, con objeto de procurar que los trámites se lleven a cabo y resuelvan en los mismos lugares en que se originen las operaciones;
- III. Promover la efectiva delegación de facultades en servidores públicos subalternos, empleando criterios de tasas porcentuales o cualquier otro que dinamice los topes o rangos que se establezcan en dicha delegación, a efecto de garantizar mayor oportunidad en la toma de decisiones y flexibilidad de diferenciación en la atención de los asuntos, considerando monto en dinero, complejidad, ocasionalidad y mayor o menor vinculación con las prioridades nacionales de los mismos;
- IV. Fortalecer la operación, estructura y niveles de decisión de sus órganos regionales, y
- V. Racionalizar y simplificar las estructuras con que cuenten a efecto de utilizar los recursos estrictamente indispensables para llevar a cabo sus operaciones.

La Contraloría vigilará y comprobará la aplicación de los criterios a que se refiere este artículo".

**"ARTICULO 20 Bis.-** Quedan exceptuados de la obligación de registro en el Padrón de Contratistas de Obras Públicas:

- I. Las personas con quienes se contrate la realización de trabajos en los supuestos previstos por la fracción II del artículo 56 de esta Ley;

II. Quienes contraten con las dependencias y entidades la realización de trabajos en los términos de la fracción VI del artículo 56 de esta Ley, y

III. Aquellos que, exclusivamente, contraten trabajos cuyo monto se encuentre establecido dentro de los límites a que se refiere el párrafo segundo del artículo 57 de esta Ley".

**T R A N S I T O R I O S**

**ARTICULO PRIMERO.-** El presente Decreto entrará en vigor el día primero de enero de mil novecientos ochenta y cinco.

**ARTICULO SEGUNDO.-** Se deroga el artículo 64 de la Ley de Obras Públicas y las demás disposiciones que se opongan a lo dispuesto por este Decreto.

**ARTICULO TERCERO.-** Los contratistas que antes de la entrada en vigor del presente Decreto hubieren solicitado y obtenido su inscripción o revalidación en el Padrón de Contratistas de Obras Públicas, para el periodo comprendido entre el 1o. de julio de 1984 y el 31 de junio de 1985, se considerarán inscritos en los términos del artículo 21 que por este ordenamiento de reforma.

Las resoluciones que recaigan a las solicitudes de inscripción o revalidación presentadas con anterioridad a la entrada en vigor del presente Decreto, tendrán los efectos que previene el artículo 21 del mismo.

**ARTICULO CUARTO.-** Para los efectos del artículo 60. bis de este Decreto, las dependencias y entidades a más tardar sesenta días después de su publicación deberán proveer en el ámbito de su competencia a la debida observancia de los criterios que en el citado numeral se establecen, sin que ello implique el incremento en términos absolutos o relativos de carácter presupuestal, organización o de recursos materiales. Las dependencias competentes no autorizarán propuestas en tal sentido, salvo que se trate de incrementos reales de las operaciones.

28

Decreto que deroga, modifica y adiciona diversas disposiciones del Código Civil para el Distrito Federal; del Código de Procedimientos Civiles para el Distrito Federal; del Título especial de la Justicia de la Paz del Código de Procedimientos Civiles para el Distrito Federal; de la Ley Orgánica de los Tribunales de Justicia del Fuero Común del Distrito Federal; de la Ley del Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado; de la Ley Federal de Protección al Consumidor; de la Ley del Notariado del Distrito Federal; de la Ley del Desarrollo Urbano del Distrito Federal; de la Ley de Obras Públicas; que establece un régimen de excepción a la Ley sobre el Régimen de propiedad en condominio de inmuebles para el Distrito Federal y que establecen estímulos fiscales.

ARTICULO DECIMO.- Se adiciona un segundo párrafo a la fracción IV del Artículo 13 de la Ley de Obras Públicas para quedar como sigue:

ARTICULO 13.- . . . . .

- I.- . . . .
- II.- . . . .
- III.- . . . .
- IV.- . . . .

" Tratándose de la edificación de vivienda de interés social, se procurará que en su construcción se utilicen, preferentemente, módulos, sistemas y componentes industrializados".

ARTICULO TRANSITORIO

UNICO.- El presente Decreto entrará en vigor al día siguiente de su publicación en el Diario Oficial de la Federación.

Este Decreto fue publicado en el Diario Oficial de la Federación el día 7 de Febrero de 1985.

ARTICULO QUINTO.- Las disposiciones reglamentarias y administrativas de la Ley de Obras Públicas, continuarán aplicándose en todo lo que no se oponga a este ordenamiento.

Este Decreto fue publicado en el Diario Oficial de la Federación el 31 de diciembre de 1984.



**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA  
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

CURSO: "RESIDENTES DE CONSTRUCCION"  
FECHA: DEL 18 AL 22 DE NOVIEMBRE DE 1985.  
LUGAR: CULIACAN, SINALOA

REGALMENTO DE LA LEY DE OBRAS PUBLICAS

NOVIEMBRE, 1985.

I N D I C E

CAPITULO I ..

DISPOSICIONES GENERALES . . . . . 9

CAPITULO II

DE LA PLANEACIÓN, PROGRAMACIÓN Y PRESUPUESTACIÓN  
DE LA OBRA PÚBLICA. . . . . 13

CAPITULO III

DEL PADRÓN DE CONTRATISTAS. . . . . 19

CAPITULO IV

DE LA CONTRATACIÓN Y EJECUCIÓN DE LAS OBRAS . . . . 25

CAPITULO V.

DE LOS SERVICIOS RELACIONADOS CON LA OBRA PÚBLICA 53

TRANSITORIOS . . . . . 55

REGLAMENTO DE LA LEY DE OBRAS PUBLICAS

MIGUEL DE LA MADRID H., PRESIDENTE CONSTITUCIONAL DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS, EN EJERCICIO DE LA FACULTAD QUE ME CONFIERE LA FRACCIÓN I DEL ARTÍCULO 89 DE LA CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS, Y

CONSIDERANDO

QUE DENTRO DE LOS OBJETIVOS PERMANENTES ASUMIDOS POR EL GOBIERNO A MI CARGO, DESTACA EL FORTALECIMIENTO DEL MARCO JURÍDICO QUE REGULA LAS ACTIVIDADES PÚBLICAS, A FIN DE PROPICIAR LOS CAMBIOS QUE IMPONE LA TESIS DE RENOVACIÓN MORAL DE LA SOCIEDAD QUE SE TRADUCE EN LA PRÁCTICA EN EL PERFECCIONAMIENTO DE LOS MECANISMOS A TRAVÉS DE LOS CUALES EL ESTADO PROMUEVE LA SATISFACCIÓN DE LAS NECESIDADES DE LA SOCIEDAD;

QUE PARA EL LOGRO DE TALES OBJETIVOS, EN EL PLAN NACIONAL DE DESARROLLO 1983-1988 SE CONSIGNA COMO ESTRATEGIA PARA HACER FRENTE A LOS GRANDES RETOS DEL PAÍS, REVISAR A FONDO EL SISTEMA NORMATIVO NACIONAL Y SIMPLIFICAR LOS PROCEDIMIENTOS ADMINISTRATIVOS, PROPONIENDO Y, EN SU CASO, AUSPICIANDO LAS REFORMAS LEGALES Y REGLAMENTARIAS QUE SE ESTIMEN NECESARIAS;

QUE EN ESTE SENTIDO; EN SU OPORTUNIDAD, EL EJECUTIVO A MI CARGO PROPUSO REFORMAS AL MARCO JURÍDICO VIGENTE QUE TIENDEN A REFORZAR LAS NORMAS QUE ASEGUREN DISCIPLINA, ADECUADA PROGRAMACIÓN, EFICIENCIA Y ESCRUPULOSA HONRADEZ EN LA EJECUCIÓN DEL GASTO PÚBLICO FEDERAL, QUE SE CONCRETARON EN EL ACTUAL ARTÍCULO 134 CONSTITUCIONAL, CUYOS PRINCIPIOS PERSIGUEN LA MEJOR APLICACIÓN DE LOS RECURSOS DE QUE DISPONE EL ESTADO Y QUE LOS SERVIDORES PÚBLICOS SE AJUSTEN ESENCIALMENTE A LAS DISPOSICIONES QUE REGULAN SU MANEJO;

QUE DE IGUAL MANERA, LOS CAMBIOS INTRODUCIDOS AL PRECEPTO CONSTITUCIONAL CITADO, DIERON ORIGEN A LA NECESIDAD DE REGLAMENTAR INTEGRALMENTE SUS PRINCIPIOS EN CADA UNA DE LAS MATERIAS DE QUE SE OCUPA, MOTIVO POR EL CUAL, CON FECHAS 28 DE DICIEMBRE DE 1983 Y 31 DE DICIEMBRE DE 1984, SE PUBLICARON EN EL DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN LOS CORRESPONDIENTES DECRETOS DE REFORMAS Y ADICIONES A LA LEY DE OBRAS PÚBLICAS, ESTABLECIENDO LAS NORMAS, MECANISMOS Y PROCEDIMIENTOS A QUE SE DEBE SUJETAR LA ADMINISTRACIÓN DE LOS RECURSOS DESTINADOS A LA EJECUCIÓN DE OBRA PÚBLICA, DE MANERA CONSECUENTE CON EL MANDAMIENTO CONSTITUCIONAL;

QUE AL QUEDAR DEFINIDO EL MARCO JURÍDICO-NORMATIVO QUE REGLAMENTA AL YA CITADO ARTÍCULO 134 CONSTITUCIONAL, EN MATERIA DE OBRA PÚBLICA, LA RESPONSABILIDAD DE SU ADECUADA INTERPRETACIÓN Y CUMPLIMIENTO COMPETE AL EJECUTIVO A MI CARGO, A TRAVÉS DE LA EMISIÓN DE LAS NORMAS REGLAMENTARIAS CONDUCTENTES;

2  
QUE LAS NORMAS A QUE SE HA HECHO REFERENCIA DEBEN ESTAR INCORPORADAS EN UN ORDENAMIENTO DE OBSERVANCIA GENERAL PARA LOS SUJETOS DE LA LEY Y RECOGER LAS OPINIONES DE LOS SECTORES INVOLUCRADOS, ASÍ COMO LA EXPERIENCIA DE LAS DEPENDENCIAS ENCARGADAS DE SU APLICACIÓN Y LA PROPIA DE LAS DEPENDENCIAS Y ENTIDADES A QUIENES VA DIRIGIDO Y EJECUTAN OBRA PÚBLICA, MOTIVO POR EL CUAL EL PRESENTE REGLAMENTO ES EL RESULTADO DE UN PROCESO EXHAUSTIVO DE CONSULTA, ANÁLISIS DE OPINIONES Y PROPUESTAS QUE RESPONDEN CABAL Y CONGRUENTEMENTE A LAS DISPOSICIONES DE LA LEY QUE REGLAMENTA Y PRETENDE SER EL INSTRUMENTO QUE APOYE LA EVOLUCIÓN DE LA ADMINISTRACIÓN PÚBLICA FEDERAL HACIA UNA GESTIÓN MÁS RESPONSABLE Y OPORTUNA, ACORDE CON LOS PRINCIPIOS DEL PROGRAMA DE SIMPLIFICACIÓN ADMINISTRATIVA Y

QUE POR ELLO, SU CONTENIDO PRETENDE EN SU CONJUNTO DAR CONTINUIDAD A LOS PRINCIPIOS QUE ORIENTAN LA LEY DE OBRAS PÚBLICAS, AL ESTABLECER LOS MECANISMOS Y PROCEDIMIENTOS ADMINISTRATIVOS DE REGULACIÓN PARA DAR AGILIDAD Y OPORTUNIDAD A LA REALIZACIÓN DE LAS OBRAS CON LAS MEJORES CONDICIONES PARA EL ESTADO; EN UN PLANO DE EQUIDAD CUANDO ÉSTAS SON REALIZADAS POR PARTICULARES, HE TENIDO A BIEN EXPEDIR EL SIGUIENTE:

3

# REGLAMENTO DE LA LEY DE OBRAS PUBLICAS

## CAPITULO I

### DISPOSICIONES GENERALES

ARTICULO 10.- EN TODOS LOS CASOS EN QUE ESTE REGLAMENTO HAGA REFERENCIA A LA LEY, SE ENTENDERÁ QUE SE TRATA DE LA LEY DE OBRAS PÚBLICAS. CUANDO ALUDA A LA SECRETARÍA, CONTRALORÍA, DEPENDENCIAS, ENTIDADES, DEPENDENCIA COORDINADORA DE SECTOR Y SECTOR, SERÁN LAS QUE SE CONSIDERAN COMO TALES EN LA LEY.

ARTICULO 20.- LAS DEPENDENCIAS Y ENTIDADES, EN LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS PÚBLICAS Y EN LA CONTRATACIÓN DE SERVICIOS RELACIONADOS CON LAS MISMAS, SE SUJETARÁN ESTRICTAMENTE A LAS BASES, PROCEDIMIENTOS Y REQUISITOS QUE ESTABLECEN LA LEY, ESTE REGLAMENTO Y LAS DEMÁS DISPOSICIONES ADMINISTRATIVAS QUE SOBRE LA MATERIA EXPIDA LA SECRETARÍA.

ARTICULO 30.- LAS DISPOSICIONES ADMINISTRATIVAS QUE CON FUNDAMENTO EN LA LEY EXPIDA LA SECRETARÍA, LAS HARÁ DEL CONOCIMIENTO DE LAS DEPENDENCIAS Y ENTIDADES PARA SU APLICACIÓN. CUANDO DICHAS DISPOSICIONES SE REFIERAN A LAS CONDICIONES QUE SE DEBERÁN OBSERVAR EN LA CONTRATACIÓN Y EJECUCIÓN DE LAS OBRAS, SE PUBLICARÁN EN EL DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN.

ARTICULO 40.- ENTRE LOS TRABAJOS QUE TIENDAN A ME  
JORAR Y UTILIZAR LOS RECURSOS AGROPECUARIOS Y EXPLOTAR Y DE  
SARROLLAR LOS RECURSOS NATURALES DEL PAIS, QUE LA LEY CONSI  
DERA OBRA PÚBLICA, QUEDAN COMPRENDIDOS:

I. DESMONTES, SUBSOLÉOS, NIVELACIÓN DE TIERRAS,  
DESAZOLVE Y DESHIERBE DE CANALES Y PRESAS, LAVADO DE TIE-  
RRAS;

II. INSTALACIONES PARA LA CRÍA Y DESARROLLO PE-  
CUARIO;

III. OBRAS PARA LA CONSERVACIÓN DEL SUELO, AGUA Y  
AIRE;

IV. INSTALACIÓN DE ISLAS ARTIFICIALES Y PLATAFOR-  
MAS LOCALIZADAS EN ZONAS LACUSTRES, PLATAFORMA CONTINENTAL  
O ZÓCALOS SUBMARINOS DE LAS ISLAS, UTILIZADAS DIRECTA O IN-  
DIRECTAMENTE EN LA EXPLOTACIÓN DE RECURSOS;

V. INSTALACIONES PARA RECUPERACIÓN, CONDUCCIÓN,  
PRODUCCIÓN, PROCESAMIENTO O ALMACENAMIENTO, NECESARIAS PARA  
LA EXPLOTACIÓN Y DESARROLLO DE LOS RECURSOS NATURALES QUE  
SE ENCUENTREN EN EL SUELO O SUBSUELO, Y

VI. LOS DEMÁS DE INFRAESTRUCTURA AGROPECUARIA O  
PARA LA EXPLOTACIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES QUE SEÑALEN  
LAS LEYES DE LA MATERIA.

ARTICULO 50.- SE SUJETARÁN A LAS DISPOSICIONES DE  
LA LEY Y ESTE REGLAMENTO:

I. LA INSTALACIÓN, MONTAJE, COLOCACIÓN O APLICA  
CIÓN DE BIENES MUEBLES QUE DEBAN INCORPORARSE, ADHERIRSE O  
DESTINARSE A UN INMUEBLE;

II. LA CONTRATACIÓN DE LA INSTALACIÓN, MONTAJE,  
COLOCACIÓN O APLICACIÓN DE LOS BIENES A QUE SE REFIERE LA  
FRACCIÓN ANTERIOR, CUANDO INCLUYA LA ADQUISICIÓN O FABRICA-  
CIÓN DE LOS MISMOS;

III. LA CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO Y RESTAURA-  
CIÓN DE LOS BIENES A QUE SE REFIERE ESTE ARTÍCULO.

## CAPITULO II

DE LA PLANEACIÓN, PROGRAMACIÓN Y PRESUPUESTACIÓN  
DE LA OBRA PÚBLICA

ARTICULO 6o.- LAS DEPENDENCIAS Y ENTIDADES EN LA PLANEACIÓN DE LAS OBRAS PÚBLICAS, REALIZARÁN LOS ESTUDIOS DE PREINVERSIÓN QUE SE REQUIERAN PARA DEFINIR LA FACTIBILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA DE LA OBRA.

ARTICULO 7o.- EN LA PLANEACIÓN DE LAS OBRAS POR ADMINISTRACIÓN DIRECTA, LAS DEPENDENCIAS Y ENTIDADES DEBERÁN CONSIDERAR LA DISPONIBILIDAD REAL DE MAQUINARIA Y EQUIPO DE CONSTRUCCIÓN A SU SERVICIO O DE SU PROPIEDAD, ASÍ COMO SUS RECURSOS HUMANOS DISPONIBLES.

ARTICULO 8o.- LA DEPENDENCIA O ENTIDAD ENCARGADA DE LA PLANEACIÓN DE UN CONJUNTO DE OBRAS EN CUYA REALIZACIÓN INTERVENGAN DOS O MÁS EJECUTORAS, SERÁ RESPONSABLE DE PROPONER Y PROMOVER ANTE ÉSTAS, LA ADECUADA COORDINACIÓN DE LAS DIVERSAS INTERVENCIONES DE LAS PROPIAS EJECUTORAS.

ARTICULO 9o.- LAS DEPENDENCIAS Y ENTIDADES AL DETERMINAR EL PROGRAMA DE REALIZACIÓN DE CADA OBRA, DEBERÁN PREVER LOS PERÍODOS O PLAZOS NECESARIOS PARA LA ELABORACIÓN DE LOS ESTUDIOS Y PROYECTOS ESPECÍFICOS, ASÍ COMO LOS REQUERIDOS PARA LLEVAR A CABO LAS ACCIONES DE CONVOCAR, LICITAR, CONTRATAR Y EJECUTAR LOS TRABAJOS CONFORME A LO DISPUESTO EN LA LEY Y ESTE REGLAMENTO.

ARTICULO 10.- LAS DEPENDENCIAS Y ENTIDADES DEBERÁN ELABORAR SU PROGRAMA Y PRESUPUESTO ANUAL DE OBRAS, INCLUYENDO:

I. LAS OBRAS, ESTUDIOS TÉCNICOS Y PROYECTOS DE DISEÑO, QUE SE ENCUENTRAN EN PROCESO DE EJECUCIÓN O LAS QUE DEBAN INICIARSE;

II. LOS TRABAJOS DE CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO DE BIENES INMUEBLES, Y

III. LAS OBRAS QUE DEBAN REALIZARSE, POR REQUERIMIENTO DE OTRAS DEPENDENCIAS O ENTIDADES, ASÍ COMO LAS DE DESARROLLO REGIONAL A TRAVÉS DE LOS CONVENIOS QUE CELEBREN LOS EJECUTIVOS FEDERAL Y ESTATAL, CUANDO SEA EL CASO.

6  
ARTICULO 11.- LAS DEPENDENCIAS Y ENTIDADES EN LA FORMULACIÓN DE SU PROGRAMA Y PRESUPUESTO ANUAL DE OBRAS DEBERÁN CONSIDERAR LOS OBJETIVOS, METAS, PRIORIDADES Y ESTRATEGIAS DERIVADAS DE LAS POLÍTICAS Y DIRECTRICES CONTENIDAS EN EL PLAN NACIONAL DE DESARROLLO Y EN LOS PROGRAMAS SECTORIALES, INSTITUCIONALES, REGIONALES Y ESPECIALES.

SIN PERJUICIO DE LO ESTABLECIDO EN LA LEY, EN ESTE REGLAMENTO, Y EN OTRAS DISPOSICIONES LEGALES APLICABLES, LAS DEPENDENCIAS Y ENTIDADES OBSERVARÁN LAS DISPOSICIONES ADMINISTRATIVAS QUE DICTE LA SECRETARÍA RESPECTO DEL EJERCICIO DEL GASTO EN LAS OBRAS PÚBLICAS.

ARTICULO 12.- LAS ENTIDADES RESPONSABLES DE LA REALIZACIÓN DE CADA PROYECTO DE OBRA, DEBERÁN PRESENTAR A LA DEPENDENCIA COORDINADORA DE SECTOR, EL PROGRAMA DE INVERSIÓN RESPECTIVO, ACOMPAÑADO DE LOS ESTUDIOS DE FACTIBILIDAD, ASÍ COMO EL ANÁLISIS CORRESPONDIENTE.

LAS DEPENDENCIAS COORDINADORAS DE SECTOR, CON LA INFORMACIÓN A QUE SE REFIERE EL PÁRRAFO ANTERIOR, VERIFICARÁN QUE LOS PROGRAMAS Y PRESUPUESTOS SE AJUSTEN A LOS RECURSOS DISPONIBLES Y QUE SE HAYAN PREVISTO LOS IMPACTOS ECONÓMICOS, SOCIALES Y ECOLÓGICOS QUE SE ORIGINARÁN CON LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS.

LAS DEPENDENCIAS COORDINADORAS DE SECTOR ENVIARÁN A LA SECRETARÍA SU PROGRAMA DE INVERSIÓN JUNTO CON EL DE LAS ENTIDADES AGRUPADAS EN EL SECTOR QUE LE CORRESPONDA COORDINAR. LAS ENTIDADES NO SECTORIZADAS LO ENVIARÁN DIRECTAMENTE.

LA SECRETARÍA AL EVALUAR LOS PROGRAMAS DE INVERSIÓN EN OBRAS DE LAS DEPENDENCIAS Y ENTIDADES, PODRÁ FORMULAR OBSERVACIONES EN BENEFICIO DEL INTERÉS GENERAL, LAS QUE COMUNICARÁ A LA DEPENDENCIA COORDINADORA DE SECTOR, PARA QUE ÉSTA LAS HAGA DEL CONOCIMIENTO DE LA ENTIDAD DE QUE SE TRATE, O BIEN, TRATÁNDOSE DE ENTIDADES NO SECTORIZADAS, EN FORMA DIRECTA, PARA QUE, RESPECTIVAMENTE LLEVEN A CABO LAS MODIFICACIONES QUE PROCEDAN PARA EL EJERCICIO DEL PRESUPUESTO CORRESPONDIENTE.

ARTÍCULO 13.- EN EL CASO DE OBRAS Y SERVICIOS CUYA EJECUCIÓN REBASE UN EJERCICIO, EL PRESUPUESTO DE INVERSIÓN DE CADA UNO DE LOS AÑOS SUBSECUENTES, CUANDO PROCEDA, SE AJUSTARÁ A LAS CONDICIONES DE COSTOS QUE RIJAN EN EL MOMENTO DE LA FORMULACIÓN DEL PROYECTO DE PRESUPUESTO ANUAL CORRESPONDIENTE.

ARTÍCULO 14.- LAS DEPENDENCIAS Y ENTIDADES, PREVIA MENTE A LA REALIZACIÓN DE LA OBRA PÚBLICA, DEBERÁN TRAMITAR Y OBTENER DE LAS AUTORIDADES COMPETENTES LOS DICTÁMENES, PERMISOS, LICENCIAS Y DEMÁS AUTORIZACIONES QUE SE REQUIERAN PARA SU REALIZACIÓN. LAS AUTORIDADES COMPETENTES DEBERÁN OTORGAR A LAS DEPENDENCIAS Y ENTIDADES QUE REALICEN OBRAS PÚBLICAS LAS FACILIDADES NECESARIAS PARA SU EJECUCIÓN.

7  
ARTÍCULO 15.- EN LOS TÉRMINOS DE LA LEY, LAS DEPENDENCIAS Y ENTIDADES SÓLO PODRÁN REALIZAR LAS OBRAS PÚBLICAS POR ADMINISTRACIÓN DIRECTA O POR CONTRATO. PARA TAL EFECTO DENTRO DE SU PROGRAMA, ELABORARÁN LOS PRESUPUESTOS DE CADA UNA DE LAS OBRAS PÚBLICAS QUE DEBEN REALIZAR, DISTINGUIENDO LAS QUE SE HAN DE EJECUTAR POR CONTRATO O POR ADMINISTRACIÓN DIRECTA.

8

## CAPITULO III

### DEL PADRON DE CONTRATISTAS

ARTICULO 16.- LAS PERSONAS INTERESADAS EN INSCRIBIRSE EN EL PADRÓN DE CONTRATISTAS DE OBRAS PÚBLICAS, DEBERÁN SOLICITARLO POR ESCRITO, ACOMPAÑANDO, SEGÚN SU NATURALEZA JURÍDICA Y CARACTERÍSTICAS, LA SIGUIENTE INFORMACIÓN Y DOCUMENTOS:

- I. DATOS GENERALES DE LA INTERESADA;
- II. CAPACIDAD LEGAL DE LA SOLICITANTE;
- III. EXPERIENCIA Y ESPECIALIDAD;
- IV. CAPACIDAD Y RECURSOS TÉCNICOS, ECONÓMICOS Y FINANCIEROS;
- V. MAQUINARIA Y EQUIPO DISPONIBLES;
- VI. ÚLTIMA DECLARACIÓN DEL IMPUESTO SOBRE LA RENTA;
- VII. TESTIMONIO DE LA ESCRITURA CONSTITUTIVA Y REFORMAS;

VIII. INSCRIPCIÓN EN EL REGISTRO FEDERAL DE CONTRATISTAS BUENOS Y, EN SU CASO, EN LA CÁMARA DE LA INDUSTRIA QUE LE CORRESPONDA;

IX. CÉDULA PROFESIONAL DEL RESPONSABLE TÉCNICO, PARA EL CASO DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS;

X. REGISTRO EN EL INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL, EN EL INSTITUTO DEL FONDO NACIONAL DE LA VIVIENDA PARA LOS TRABAJADORES, Y

XII. LOS DEMÁS DOCUMENTOS E INFORMACIÓN QUE LA SECRETARÍA O EL PROPIO INTERESADO CONSIDERE PERTINENTES.

ARTICULO 17.- QUIENES CONFORME A LA LEY ESTÉN OBLIGADOS A INSCRIBIRSE EN EL PADRÓN A QUE SE REFIERE EL ARTÍCULO ANTERIOR, ADQUIRIRÁN EL CARÁCTER DE CONTRATISTAS AL QUEDAR INSCRITOS EN EL MISMO; QUIENES CONTRATEN CON LAS DEPENDENCIAS Y ENTIDADES Y ESTÉN EXENTOS DE INSCRIPCIÓN EN EL PADRÓN CONFORME A LA LEY, SERÁN CONSIDERADOS PARA EFECTOS DE LA PROPIA LEY Y ESTE REGLAMENTO COMO CONTRATISTAS; EN CONSECUENCIA LAS DEPENDENCIAS Y ENTIDADES NO PODRÁN EXIGIR NI A LOS CONTRATISTAS OBLIGADOS NI A LOS EXENTOS, EL QUE ÉSTOS SE ENCUENTREN INSCRITOS EN OTRO REGISTRO DISTINTO PARA CONCURSAR O CONTRATAR.

LAS DEPENDENCIAS Y ENTIDADES DEBERÁN SOLICITAR A LA SECRETARÍA LA SUSPENSIÓN O CANCELACIÓN DEL REGISTRO DE LOS

CONTRATISTAS, CUANDO TENGAN CONOCIMIENTO QUE ÉSTOS SE ENCUENTRAN DENTRO DE ALGUNO DE LOS SUPUESTOS DE SUSPENSIÓN O CANCELACIÓN QUE ESTABLECE LA LEY, FUNDANDO Y MOTIVANDO DICHA SOLICITUD.

ARTICULO 18.- EN EL MES DE AGOSTO DE CADA AÑO, LA SECRETARÍA PUBLICARÁ EN EL DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN, LA RELACIÓN DE PERSONAS FÍSICAS O MORALES REGISTRADAS EN EL PADRÓN DE CONTRATISTAS DE OBRAS PÚBLICAS E INFORMARÁ BIMESTRALMENTE A LAS DEPENDENCIAS Y ENTIDADES DE LAS INSCRIPCIONES, SUSPENSIONES Y CANCELACIONES QUE SE LLEVEN A CABO CON POSTERIORIDAD A LA PUBLICACIÓN MENCIONADA.

ARTICULO 19.- LOS CONTRATISTAS QUE DESEEN PARTICIPAR EN CONCURSOS DE SU ESPECIALIDAD Y CUYA SOLICITUD DE INSCRIPCIÓN EN EL PADRÓN HUBIERE SIDO PRESENTADA DENTRO DEL PLAZO DE VEINTE DÍAS QUE ESTABLECE EL ARTÍCULO 22 DE LA LEY, PODRÁN HACERLO, PRESENTANDO ANTE LA DEPENDENCIA O ENTIDAD CONTRATANTE:

I. DECLARACIÓN POR ESCRITO SEÑALANDO QUE SU REGISTRO SE ENCUENTRA EN TRÁMITE, LA FECHA DE PRESENTACIÓN DE LA SOLICITUD Y LA ESPECIALIDAD QUE MANIFESTÓ, Y

II. COPIA DE LA SOLICITUD DE INSCRIPCIÓN, CON SELLO O ACUSE DE RECIBO DE LA SECRETARÍA.

PARA LA FIRMA DEL CONTRATO EL ADJUDICATARIO DEBERÁ CUANDO PROCEDA, EN TÉRMINOS DE LA LEY, TENER VIGENTE SU REGISTRO EN EL PADRÓN DE CONTRATISTAS DE OBRAS PÚBLICAS.

ARTÍCULO 20.- TRANSCURRIDO EL PLAZO QUE ESTABLECE LA LEY SIN QUE LA SECRETARÍA HAYA RESUELTO SOBRE LA SOLICITUD DE INSCRIPCIÓN EN EL PADRÓN DE CONTRATISTAS DE OBRAS PÚBLICAS, EL INTERESADO PODRÁ PARTICIPAR EN CONCURSO Y CONTRATAR EN SU ESPECIALIDAD.

AL EFECTO, EL CONTRATISTA INTERESADO DEBERÁ PRESENTAR ANTE LA DEPENDENCIA O ENTIDAD CONTRATANTE:

I. DECLARACIÓN POR ESCRITO SEÑALANDO QUE SE ENCUENTRA EN EL SUPUESTO A QUE SE REFIERE EL ARTÍCULO 22 DE LA LEY, INDICANDO LA ESPECIALIDAD QUE MANIFESTÓ AL SOLICITAR SU REGISTRO. DE ESTE ESCRITO SE LE ASIGNARÁ COPIA A LA SECRETARÍA;

II. COPIA DEL ESCRITO A QUE SE REFIERE LA FRACCIÓN ANTERIOR, CON SELLO O ACUSE DE RECIBO DE LA SECRETARÍA.

III. COPIA DE LA SOLICITUD DE INSCRIPCIÓN, CON SELLO DE ACUSE DE RECIBO DE LA SECRETARÍA.

ARTÍCULO 21.- LOS CONTRATISTAS COMUNICARÁN POR ESCRITO A LA SECRETARÍA, LAS MODIFICACIONES RELATIVAS A SU CAPA

10  
CIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA Y A SU ESPECIALIDAD, CUANDO A SU JUICIO CONSIDEREN QUE ELLO IMPLICA UN CAMBIO EN LA CLASIFICACIÓN. LA SECRETARÍA RESOLVERÁ LO CONDUENTE EN UN PLAZO QUE NO EXCEDERÁ DE VEINTE DÍAS HÁBILES CONTADOS A PARTIR DE LA FECHA EN QUE SE PRESENTE LA COMUNICACIÓN.

ARTÍCULO 22.- EN EL PROCEDIMIENTO PARA NEGAR LA INSCRIPCIÓN O PARA SUSPENDER O CANCELAR EL REGISTRO EN EL PADRÓN DE CONTRATISTAS DE OBRAS PÚBLICAS, LA SECRETARÍA OBSERVARÁ LAS SIGUIENTES REGLAS:

I. SE COMUNICARÁN POR ESCRITO AL CONTRATISTA LOS HECHOS QUE AMERITEN LA NEGATIVA DE INSCRIPCIÓN, SUSPENSIÓN O CANCELACIÓN DEL REGISTRO SEGÚN SEA EL CASO, PARA QUE DENTRO DEL TÉRMINO QUE A TAL EFECTO SE LE SEÑALE Y QUE NO PODRÁ SER MENOR DE DIEZ DÍAS HÁBILES, EXPONGA LO QUE A SU DERECHO CONVENGA Y APORTE LAS PRUEBAS QUE ESTIME PERTINENTES;

II. TRANSCURRIDO EL TÉRMINO A QUE SE REFIERE LA FRACCIÓN ANTERIOR, LA SECRETARÍA RESOLVERÁ CONSIDERANDO LOS ARGUMENTOS Y PRUEBAS QUE HUBIEREN HECHO VALER, Y

III. LA SECRETARÍA FUNDARÁ Y MOTIVARÁ DEBIDAMENTE LA RESOLUCIÓN QUE PROCEDA Y LA COMUNICARÁ POR ESCRITO AL AFECTADO.

ARTICULO 23.- LAS PERSONAS FÍSICAS O MORALES QUE PARTICIPEN EN LA CONTRATACIÓN DE OBRAS PÚBLICAS, LO HARÁN SIEMPRE Y CUANDO POSEAN PLENA CAPACIDAD PARA CELEBRAR LOS CONTRATOS RESPECTIVOS, DE CONFORMIDAD CON LAS DISPOSICIONES LEGALES QUE REGULAN SU OBJETO SOCIAL O CONSTITUCIÓN, SE ENCUENTREN INSCRITOS EN EL PADRÓN DE CONTRATISTAS DE OBRAS PÚBLICAS, CUYO REGISTRO SE ENCUENTRE VIGENTE Y SATISFAGAN LOS DEMÁS REQUISITOS QUE ESTABLECEN LA LEY Y ESTE REGLAMENTO.

EN NINGÚN CASO PODRÁN PRESENTAR PROPUESTA NI CELEBRAR CONTRATO ALGUNO DE OBRA PÚBLICA O DE SERVICIOS RELACIONADOS CON LAS MISMAS, POR SÍ O POR INTERPÓSITA PERSONA, QUIENES SE ENCUENTREN EN CUALESQUIERA DE LOS SUPUESTOS DEL ARTÍCULO 37 DE LA LEY.

24

## CAPITULO IV

### DE LA CONTRATACIÓN Y EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

ARTICULO 24.- PARA ASEGURAR LA SERIEDAD DE LAS PROPOSICIONES EN EL PROCESO DE ADJUDICACIÓN EN LOS CONCURSOS, EL PROPONENTE ENTREGARÁ CHEQUE CRUZADO, EXPEDIDO POR EL MISMO CON CARGO A CUALQUIER INSTITUCIÓN DE BANCA Y CRÉDITO, Y A FAVOR DE LA DEPENDENCIA O ENTIDAD CONVOCANTE, EL QUE SE CONSERVARÁ EN CUSTODIA HASTA LA FECHA EN QUE SE DÉ A CONOCER EL FALLO, EN QUE SERÁN DEVUELTOS A LOS CONCURSANTES, EXCEPTO AQUEL QUE CORRESPONDA AL POSTOR A QUIEN SE LE HAYA ADJUDICADO EL CONTRATO, EL CUAL SE RETENDRÁ HASTA EL MOMENTO EN QUE EL CONTRATISTA CONSTITUYA LA GARANTÍA DE CUMPLIMIENTO CORRESPONDIENTE.

EL MONTO DE LA GARANTÍA DE SERIEDAD DE LA PROPOSICIÓN SERÁ FIJADO POR LAS DEPENDENCIAS Y ENTIDADES, Y PODRÁ SER HASTA DEL CINCO POR CIENTO DEL VALOR APROXIMADO DE LA OBRA.

ARTICULO 25.- LA GARANTÍA DEL ANTICIPO QUE SE LE OTORQUE AL CONTRATISTA, SERÁ POR LA TOTALIDAD DEL MONTO CONCEDIDO Y SE CONSTITUIRÁ MEDIANTE FIANZA OTORGADA POR INSTITUCIÓN DE FIANZAS DEBIDAMENTE AUTORIZADA, QUE SERÁ PRESENTA

25

12

LA PREVIAMENTE A LA ENTREGA DEL ANTICIPO, DENTRO DE LOS QUINCE DÍAS HÁBILES SIGUIENTES CONTADOS A PARTIR DE LA FECHA EN QUE EL CONTRATISTA HUBIERE SUSCRITO EL CONTRATO Y, EN SU CASO, PARA LOS EJERCICIOS SUBSECUENTES EN IGUAL PLAZO A PARTIR DE LA FECHA EN QUE LA CONTRATANTE LE NOTIFIQUE POR ESCRITO EL MONTO DEL ANTICIPO CONCEDIDO PARA LA COMPRA DE EQUIPO Y MATERIALES DE INSTALACIÓN PERMANENTE, CONFORME A LA INVERSIÓN AUTORIZADA.

ESTA GARANTÍA SUBSISTIRÁ HASTA LA TOTAL AMORTIZACIÓN DEL ANTICIPO CORRESPONDIENTE, EN CUYO CASO, LA DEPENDENCIA DANDO CONOCIMIENTO A LA TESORERÍA DE LA FEDERACIÓN, O LA ENTIDAD LO NOTIFICARÁ A LA INSTITUCIÓN AFIANZADORA PARA SU CANCELACIÓN.

ARTÍCULO 26.- LA GARANTÍA DE CUMPLIMIENTO DEL CONTRATO SE AJUSTARÁ A LO SIGUIENTE:

I. SE CONSTITUIRÁ FIANZA POR EL DIEZ POR CIENTO DEL MONTO DEL CONTRATO CUANDO ÉSTE SE EJERZA DENTRO DEL MISMO EJERCICIO PRESUPUESTAL. CUANDO LA EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS REBASE UN EJERCICIO PRESUPUESTAL, LA FIANZA DEBERÁ GARANTIZAR EL DIEZ POR CIENTO DEL MONTO AUTORIZADO PARA EL PRIMER EJERCICIO, Y EN LOS EJERCICIOS SUBSECUENTES, LA FIANZA DEBERÁ AJUSTARSE EN RELACIÓN AL MONTO REALMENTE EJERCIDO E INCRE-

MENTARSE EN EL DIEZ POR CIENTO DEL MONTO DE LA INVERSIÓN AUTORIZADA PARA LOS TRABAJOS EN EL EJERCICIO DE QUE SE TRATE Y ASÍ SUCESIVAMENTE, HASTA COMPLETAR EL DIEZ POR CIENTO DEL MONTO IMPORTE TOTAL DEL CONTRATO:

II. LA FIANZA DEBERÁ SER PRESENTADA DENTRO DE LOS QUINCE DÍAS HÁBILES SIGUIENTES CONTADOS A PARTIR DE LA FECHA EN QUE EL CONTRATISTA HUBIERE SUSCRITO EL CONTRATO Y, SEGÚN EL CASO, LAS SUBSECUENTES DENTRO DE LOS QUINCE DÍAS HÁBILES SIGUIENTES CONTADOS A PARTIR DE LA FECHA EN QUE LA CONTRATANTE COMUNIQUE POR ESCRITO AL INTERESADO EL IMPORTE DE LA AUTORIZACIÓN PRESUPUESTAL RESPECTIVA PARA EL EJERCICIO CORRESPONDIENTE. SI TRANSCURRIDOS ESTOS PLAZOS NO SE HUBIERE OTORGADO LA FIANZA RESPECTIVA, LA DEPENDENCIA O ENTIDAD CONTRATANTE PODRÁ DETERMINAR LA RESCISIÓN ADMINISTRATIVA DEL CONTRATO.

III. ESTA GARANTÍA SUBSISTIRÁ POR UN AÑO A PARTIR DE LA FECHA DE TERMINACIÓN DE LOS TRABAJOS, LA QUE SE HARÁ CONSTAR EN EL ACTA DE RECEPCIÓN FORMAL DE LOS MISMOS AL TÉRMINO DEL CUAL LA INSTITUCIÓN AFIANZADORA PROCEDERÁ A SU CANCELACIÓN, Y

IV. CUANDO LAS OBRAS O LOS SERVICIOS RELACIONADOS CON LAS MISMAS, EN LOS TÉRMINOS PREVISTOS EN EL CONTRATO RE-

LATIVO, CONSTEN DE PARTES QUE PUEDAN CONSIDERARSE TERMINADAS Y CADA UNA DE ELLAS COMPLETA O UTILIZABLE A JUICIO DE LA DEPENDENCIA O ENTIDAD Y SE HAYA PACTADO SU RECEPCIÓN EN EL PROPIO CONTRATO, LA FIANZA SE SUJETARÁ EN LO CONDUCTENTE, A LO DISPUESTO EN LOS ARTÍCULOS 24 Y 25 ANTERIORES, Y PODRÁ OTORGARSE PARA CADA UNA DE LAS PARTES DE LOS TRABAJOS.

ARTICULO 27.- EL OTORGAMIENTO DE LOS ANTICIPOS PARA LA REALIZACIÓN DE LAS OBRAS PÚBLICAS, SE DEBERÁ PACTAR EN LOS CONTRATOS DE OBRA Y EN LOS DE SERVICIOS RELACIONADOS CON LAS MISMAS, CONFORME A LAS SIGUIENTES BASES:

I. PARA EL INICIO DE LOS TRABAJOS, SE DEBERÁ OTORGAR HASTA UN DIEZ POR CIENTO DE LA ASIGNACIÓN A ROBADA AL CONTRATO CORRESPONDIENTE PARA EL PRIMER EJERCICIO;

II. ADEMÁS DEL ANTICIPO A QUE SE REFIERE LA FRACCIÓN ANTERIOR, SE PODRÁ OTORGAR HASTA UN VEINTE POR CIENTO DE LA ASIGNACIÓN APROBADA EN EL EJERCICIO DE QUE SE TRATE, PARA LA COMPRA DE EQUIPO Y MATERIALES DE INSTALACIÓN PERMANENTE, PORCENTAJE QUE PODRÁ SER MAYOR CUANDO POR LAS CONDICIONES DE LA OBRA SE REQUIERA, EN CUYO CASO, SERÁ NECESARIA LA AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL TITULAR DE LA DEPENDENCIA O ENTIDAD, FACULTAD QUE SERÁ INDELEGABLE;

13 III. EN LAS CONVOCATORIAS PARA LA ADJUDICACIÓN DE LOS CONTRATOS DE OBRAS PÚBLICAS Y EN LA INVITACIÓN PARA PRESENTAR PROPOSICIÓN PARA LOS SERVICIOS RELACIONADOS CON LAS MISMAS, SE DEBERÁ INDICAR LOS PORCENTAJES QUE SE OTORGARÁN POR CONCEPTO DE ANTICIPO;

IV. LA AMORTIZACIÓN DEBERÁ EFECTUARSE PROPORCIONALMENTE CON CARGO A CADA UNA DE LAS ESTIMACIONES POR TRABAJOS EJECUTADOS QUE SE FORMULEN, DEBIÉNDOSE LIQUIDAR EL FALTA POR AMORTIZAR EN LA ÚLTIMA ESTIMACIÓN, Y

V. EN LOS SUPUESTOS SEÑALADOS EN LA FRACCIÓN II Y PARA EFECTO DE LA APLICACIÓN DEL ARTÍCULO 46 DE LA LEY, EL IMPORTE DEL O LOS AJUSTES RESULTANTES DEBERÁ AFECTARSE EN UN PORCENTAJE IGUAL AL DEL ANTICIPO CONCEDIDO.

ARTICULO 28.- PARA LOS EFECTOS DE LA FRACCIÓN III DEL ARTÍCULO 31 DE LA LEY, LAS DEPENDENCIAS Y ENTIDADES EXIGIRÁN EXCLUSIVAMENTE A LOS INTERESADOS QUE CUMPLAN CON LOS REQUISITOS SIGUIENTES:

I. CAPITAL CONTABLE MÍNIMO REQUERIDO;

II. REGISTRO EN EL PADRÓN DE CONTRATISTAS DE OBRAS PÚBLICAS, O CUANDO SEA EL CASO, LA DOCUMENTACIÓN A QUE SE REFIEREN LOS ARTÍCULOS 19 Y 20 DE ESTE ORDENAMIENTO.

III. TESTIMONIO DEL ACTA CONSTITUTIVA Y MODIFICACIONES EN SU CASO, SEGÚN SU NATURALEZA JURÍDICA;

IV. REGISTRO, EN SU CASO, ACTUALIZADO EN LA CÁMARA DE LA INDUSTRIA QUE LE CORRESPONDA;

V. RELACIÓN DE LOS CONTRATOS DE OBRAS EN VIGOR - QUE TENGAN CELEBRADOS TANTO CON LA ADMINISTRACIÓN PÚBLICA, - ASÍ COMO CON LOS PARTICULARES, SEÑALANDO EL IMPORTE TOTAL -- CONTRATADO Y EL IMPORTE POR EJERCER DESGLOSADO POR ANUALIDADES;

VI. CAPACIDAD TÉCNICA, Y

VII. DECLARACIÓN ESCRITA Y BAJO PROTESTA DE DECIR VERDAD DE NO ENCONTRARSE EN LOS SUPUESTOS DEL ARTÍCULO 37 - DE LA LEY,

ARTICULO 29.- HABIÉNDOSE SATISFECHO LOS REQUISITOS A QUE SE REFIERE EL ARTÍCULO ANTERIOR, LA FRACCIÓN VII DEL - ARTÍCULO 31 DE LA LEY Y, SEGÚN EL CASO, PAGADO EL COSTO DE - LA DOCUMENTACIÓN E INFORMACIÓN NECESARIA PARA PREPARAR SU -- PROPOSICIÓN, EL INTERESADO QUEDARÁ INSCRITO Y TENDRÁ DERECHO A PRESENTARLA.

ARTICULO 30.- LA INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN MÍNIMA QUE LAS DEPENDENCIAS Y ENTIDADES PROPORCIONARÁN A LOS INTERESADOS PARA PREPARAR SU PROPOSICIÓN SERÁ:

I. ORIGEN DE LOS FONDOS PARA REALIZAR LOS TRABAJOS Y EL IMPORTE ESTIMADO PARA EL PRIMER EJERCICIO, EN EL CASO DE OBRAS QUE REBASEN UN EJERCICIO PRESUPUESTAL;

II. IMPORTE DE LA GARANTÍA DE SERIEDAD DE LA PROPOSICIÓN Y PORCENTAJE DEL O LOS ANTICIPOS SOBRE EL IMPORTE A CONTRATAR;

III. LUGAR, FECHA Y HORA PARA LA VISITA AL SITIO - DE REALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS LA QUE SE DEBERÁ LLEVAR A CABO DENTRO DE UN PLAZO NO MENOR DE TRES DÍAS HÁBILES CONTADOS A PARTIR DE LA FECHA LÍMITE PARA LA INSCRIPCIÓN, NI MENOR DE SIETE DÍAS HÁBILES ANTERIORES A LA FECHA Y HORA DEL ACTO DE APERTURA DE PROPOSICIONES;

IV. FECHA DE INICIO DE LOS TRABAJOS Y FECHA ESTIMADA DE TERMINACIÓN;

V. PROYECTOS ARQUITECTÓNICOS Y DE INGENIERÍA QUE SE REQUIERAN PARA PREPARAR LA PROPOSICIÓN; NORMAS DE CALIDAD DE LOS MATERIALES Y ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCIÓN APPLICABLES; CATÁLOGO DE CONCEPTOS, CANTIDADES Y UNIDADES DE TRABAJO; RELACIÓN DE CONCEPTOS DE TRABAJO, DE LOS CUALES DEBERÁN PRESENTAR ANÁLISIS Y RELACIÓN DE LOS COSTOS BÁSICOS DE MATERIALES, MANO DE OBRA Y MAQUINARIA DE CONSTRUCCIÓN QUE INTERVIENEN EN LOS ANÁLISIS ANTERIORES;

VI. RELACIÓN DE MATERIALES Y EQUIPOS DE INSTALACIÓN PERMANENTE, QUE EN SU CASO, PROPORCIONE LA CONVOCANTE, Y

VII. MODELO DE CONTRATO.

ARTICULO 31.- LA PROPOSICIÓN QUE EL CONCURSANTE DEBERÁ ENTREGAR EN EL ACTO DE PRESENTACIÓN Y APERTURA, CONTENDRÁ SEGÚN LAS CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA:

I. GARANTÍA DE SERIEDAD Y CARTA DE COMPROMISO DE LA PROPOSICIÓN;

II. MANIFESTACIÓN ESCRITA DE CONOCER EL SITIO DE LOS TRABAJOS;

III. CATÁLOGO DE CONCEPTOS, UNIDADES DE MEDICIÓN, CANTIDADES DE TRABAJO, PRECIOS UNITARIOS PROPUESTOS E IMPORTE PARCIALES Y EL TOTAL DE LA PROPOSICIÓN;

IV. DATOS BÁSICOS DE COSTOS DE MATERIALES, DE MANO DE OBRA Y HORARIOS DE MAQUINARIA DE CONSTRUCCIÓN;

V. ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS DE LOS CONCEPTOS DE TRABAJO SOLICITADOS;

VI. COSTOS INDIRECTOS, LOS QUE ESTARÁN REPRESENTADOS COMO UN PORCENTAJE DEL COSTO DIRECTO; DICHS COSTOS SE DESGLOSARÁN EN LOS CORRESPONDIENTES A LAS ADMINISTRACIONES DE OFICINAS CENTRALES Y DE LA OBRA, SEGUROS, FIANZAS Y FINANCIAMIENTO. SE DEBERÁ ANEXAR EL ANÁLISIS DEL COSTO FINANCIERO Y EL PROGRAMA DE UTILIZACIÓN DEL PERSONAL ENCARGADO DE LA DIRECCIÓN, SUPERVISIÓN Y ADMINISTRACIÓN DE LOS TRABAJOS;

VII. PROGRAMA DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS;

VIII. RELACIÓN DE MAQUINARIA Y EQUIPO DE CONSTRUCCIÓN, INDICANDO SI ES DE SU PROPIEDAD Y SU UBICACIÓN FÍSICA, Y

IX. PROGRAMA DE UTILIZACIÓN DE LA MAQUINARIA Y EQUIPO DE CONSTRUCCIÓN.

TRATÁNDOSE DE PROPUESTAS QUE PRESENTEN CONCURSANTES EXTRANJEROS, ÉSTOS DEBERÁN ACREDITAR QUE LA INTEGRACIÓN DE LAS MISMAS PARTIÓ DE IGUALES CONDICIONES EN CUANTO A PRECIO, COSTO, FINANCIAMIENTO, OPORTUNIDAD Y DEMÁS QUE RESULTEN PERTINENTES, DE LAS QUE HUBIEREN SERVIDO A LOS NACIONALES PARA INTEGRAR LAS SUYAS.

ARTÍCULO 32.- LA DEPENDENCIA O ENTIDAD INVITARÁ AL ACTO DE APERTURA DE PROPOSICIONES A LA CÁMARA DE LA INDUSTRIA QUE CORRESPONDA, A LAS DEPENDENCIAS QUE CONFORME A SUS ATRIBUCIONES DEBAN ASISTIR, ASÍ COMO A OTROS SERVIDORES PÚBLICOS O REPRESENTANTES DEL SECTOR PRIVADO QUE CONSIDERE CONVENIENTE, CON UNA ANTICIPACIÓN NO MENOR DE CINCO DÍAS HÁBILES A LA FECHA DEL ACTO.

ARTÍCULO 33.- EL ACTO DE PRESENTACIÓN Y APERTURA DE PROPOSICIONES SERÁ PRESIDIDO POR EL SERVIDOR PÚBLICO QUE DESIGNE LA CONVOCANTE, QUIEN SERÁ LA ÚNICA AUTORIDAD FACULTADA PARA ACEPTAR O DESECHAR CUALQUIER PROPOSICIÓN DE LAS QUE SE HUBIEREN PRESENTADO, EN LOS TÉRMINOS DE LA LEY Y ESTE REGLAMENTO, Y SE LLEVARÁ A CABO EN LA FORMA SIGUIENTE:

I. SE INICIARÁ EN LA FECHA, LUGAR Y HORA SEÑALADOS. LOS CONCURSANTES, AL SER NOMBRADOS ENTREGARÁN SU PROPOSICIÓN Y DEMÁS DOCUMENTACIÓN REQUERIDA EN SOBRE CERRADO EN FORMA INVOLABLE;

16 II. SE PROCEDERÁ A LA APERTURA DE LOS SOBRES Y NO SE DARÁ LECTURA A LA POSTURA ECONÓMICA DE AQUELLAS PROPOSICIONES QUE NO CONTENGAN TODOS LOS DOCUMENTOS O HAYAN OMITIDO ALGÚN REQUISITO, LAS QUE SERÁN DESECHADAS;

III. EL SERVIDOR PÚBLICO QUE PRESIDEA EL ACTO LEERÁ EN VOZ ALTA, CUANDO MENOS, EL IMPORTE TOTAL DE CADA UNA DE LAS PROPOSICIONES ADMITIDAS;

IV. LOS PARTICIPANTES EN EL ACTO RUBRICARÁN TODOS LOS DOCUMENTOS DE LAS PROPOSICIONES EN QUE SE CONSIGNEN LOS PRECIOS Y EL IMPORTE TOTAL DE LOS TRABAJOS MOTIVO DEL CONCURSO;

V. SE ENTREGARÁ A TODOS LOS CONCURSANTES UN RECIBO POR LA GARANTÍA OTORGADA;

VI. SE LEVANTARÁ EL ACTA CORRESPONDIENTE EN LA QUE SE HARÁ CONSTAR LAS PROPOSICIONES RECIBIDAS, SUS IMPORTES, ASÍ COMO LAS QUE HUBIEREN SIDO RECHAZADAS Y LAS CAUSAS QUE MOTIVARON EL RECHAZO, EL ACTA SERÁ FIRMADA POR TODOS LOS PARTICIPANTES Y SE ENTREGARÁ A CADA UNO COPIA DE LA MISMA. SE INFORMARÁ A LOS PRESENTES: LA FECHA, LUGAR Y HORA EN QUE SE DARÁ A CONOCER EL FALLO; ESTA FECHA DEBERÁ QUEDAR COMPROMETIDA DENTRO DE UN PLAZO QUE NO EXCEDERÁ DE VEINTE DÍAS HÁBILES CONTADOS A PARTIR DE LA FECHA DE APERTURA DE PROPOSICIONES. LA OMISIÓN DE FIRMA POR PARTE DE LOS CONCURSANTES NO -

INVALIDARÁ EL CONTENIDO Y EFECTOS DEL ACTA, Y

VII. SI NO SE RECIBE PROPOSICIÓN ALGUNA O TODAS LAS PRESENTADAS FUEREN DESECHADAS SE DECLARARÁ DESIERTO EL CONCURSO SITUACIÓN QUE QUEDARÁ ASENTADA EN EL ACTA.

ARTICULO 34.- LA DEPENDENCIA O ENTIDAD CONVOCANTE ANALIZARÁ LAS PROPOSICIONES ADMITIDAS Y VERIFICARÁ QUE LAS MISMAS CUMPLAN CON TODOS LOS REQUISITOS SOLICITADOS.

COMO RESULTADO DEL ANÁLISIS ANTERIOR, LA CONVOCANTE EMITIRÁ UN DICTAMEN QUE SERVIRÁ COMO FUNDAMENTO PARA QUE EL TITULAR DE LA DEPENDENCIA O ENTIDAD O EL SERVIDOR PÚBLICO EN QUIEN HAYA DELEGADO ESTA FACULTAD, EMITA EL FALLO CORRESPONDIENTE.

EN EL DICTAMEN SE ASENTARÁ CUÁLES PROPOSICIONES FUERON RECHAZADAS, INDICANDO LAS RAZONES QUE MOTIVARON DICHO RECHAZO; LA PERSONA QUE, DE ENTRE LOS PROPONENTES QUE REÚNAN LAS CONDICIONES NECESARIAS Y GARANTICEN SATISFACTORIAMENTE EL CUMPLIMIENTO DEL CONTRATO Y LA EJECUCIÓN DE LA OBRA, HAYA PRESENTADO LA POSTURA MÁS BAJA Y LOS LUGARES CORRESPONDIENTES A LOS DEMÁS PARTICIPANTES CUYAS PROPUESTAS SEAN CONVENIENTES, INDICANDO EL MONTO DE LAS MISMAS.

EN EL CASO DE QUE TODAS LAS PROPOSICIONES FUERAN RECHAZADAS, SE DECLARARÁ DESIERTO EL CONCURSO.

17  
ARTICULO 35.- LA DEPENDENCIA O ENTIDAD DARÁ A CONOCER EL FALLO DEL CONCURSO DE QUE SE TRATE, EN EL LUGAR, FECHA Y HORA SEÑALADOS PARA TAL EFECTO, DECLARANDO CUÁL CONCURSANTE FUE SELECCIONADO PARA EJECUTAR LOS TRABAJOS OBJETO DEL CONCURSO Y LE ADJUDICARÁ EL CONTRATO CORRESPONDIENTE; ACOTO AL QUE SERÁN INVITADAS TODAS LAS PERSONAS QUE HAYAN PARTICIPADO EN LA PRESENTACIÓN Y APERTURA DE PROPOSICIONES. PARA CONSTANCIA DE FALLO SE LEVANTARÁ ACTA, LA CUAL FIRMARÁN LOS ASISTENTES, A QUIENES SE LES ENTREGARÁ COPIA DE LA MISMA, CON TENIENDO ADEMÁS DE LA DECLARACIÓN ANTERIOR, LOS DATOS DE IDENTIFICACIÓN DEL CONCURSO Y DE LOS TRABAJOS OBJETO DEL MISMO; LUGAR, FECHA Y HORA EN QUE SE FIRMARÁ EL CONTRATO RESPECTIVO EN LOS TÉRMINOS DE LA LEY, Y LA FECHA DE INICIACIÓN DE LOS TRABAJOS; LA OMISIÓN DE FIRMA POR PARTE DE LOS CONCURSANTES NO INVALIDARÁ EL CONTENIDO Y EFECTOS DEL ACTA.

EN EL SUPUESTO DE QUE EL POSTOR A QUIEN SE HAYA ADJUDICADO EL CONTRATO NO SE ENCUENTRE PRESENTE, SE LE NOTIFICARÁ POR ESCRITO ANEXANDO COPIA DEL ACTA DE FALLO.

ARTICULO 36.- EL CONCURSANTE A QUIEN SE ADJUDIQUE EL CONTRATO DEBERÁ ENTREGAR SEGÚN EL CASO:

I. LOS ANÁLISIS DE PRECIOS QUE COMPLEMENTEN LA TOTALIDAD DE LOS CONCEPTOS DEL CATÁLOGO PROPORCIONADO, EN UN PLAZO NO MAYOR DE DIEZ DÍAS HÁBILES CONTADOS A PARTIR DE LA FECHA DEL FALLO, Y

II. EL PROGRAMA DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS DETALLADOS POR CONCEPTOS, CONSIGNANDO POR PERÍODOS LAS CANTIDADES POR EJECUTAR E IMPORTES CORRESPONDIENTES Y EL PROGRAMA DE UTILIZACIÓN DE MATERIALES Y EQUIPOS QUE EN SU CASO PROPORCIONE LA DEPENDENCIA O ENTIDAD; DICHS PROGRAMAS DEBERÁN ENTREGARSE A LA FIRMA DEL CONTRATO.

ARTICULO 37.- CUANDO POR CIRCUNSTANCIAS IMPREVISIBLES LA DEPENDENCIA O ENTIDAD SE ENCUENTRE IMPOSIBILITADA PARA DICTAR EL FALLO EN LA FECHA PREVISTA EN EL ACTO DE PRESENTACIÓN DE PROPOSICIONES, PODRÁ DIFERIR POR UNA SOLA VEZ SU CELEBRACIÓN, DEBIENDO COMUNICAR PREVIAMENTE A LOS INTERESADOS E INVITADOS LA NUEVA FECHA QUE HUBIERE FIJADO LA QUE EN TODO CASO QUEDARÁ COMPRENDIDA DENTRO DE LOS VEINTE DÍAS HÁBILES SIGUIENTES CONTADOS A PARTIR DE LA FECHA FIJADA EN PRIMER TÉRMINO.

ARTICULO 38.- SI LA DEPENDENCIA O ENTIDAD NO FIRMA EL CONTRATO RESPECTIVO DENTRO DE LOS VEINTE DÍAS HÁBILES SIGUIENTES AL DE LA ADJUDICACIÓN, EL CONTRATISTA FAVORECIDO SIN INCURRIR EN RESPONSABILIDAD PODRÁ DETERMINAR NO EJECUTAR LA OBRA.

EN ESTE SUPUESTO, LA DEPENDENCIA O ENTIDAD DEBERÁ REGRESARLE LA GARANTÍA OTORGADA PARA EL SOSTENIMIENTO DE SU PROPOSICIÓN, E INDEMNIZARLE DE LOS GASTOS NO RECUPERABLES EN QUE HUBIERE INCURRIDO EL CONTRATISTA PARA PREPARAR Y ELABORAR SU PROPUESTA.

18  
ARTICULO 39.- CUANDO EL CONTRATISTA A QUIEN SE HUBIERE ADJUDICADO EL CONTRATO NO FIRMARE ÉSTE O SI HABIÉNDOLO FIRMADO NO CONSTITUYE LA GARANTÍA DE CUMPLIMIENTO EN EL PLAZO ESTABLECIDO, PERDERÁ EN FAVOR DE LA CONVOCANTE LA GARANTÍA DE SERIEDAD DE SU PROPOSICIÓN.

ARTICULO 40.- SIN PERJUICIO DE LAS MODALIDADES QUE SE CONVENGAN EN FUNCIÓN DE LAS PARTICULARIDADES DE CADA CONTRATO LAS PREVISIONES SOBRE ANTICIPOS, GARANTÍAS Y PAGO A QUE SE REFIERE LA LEY Y ESTE REGLAMENTO, DEBERÁN FORMAR PARTE DE LAS ESTIPULACIONES DEL PROPIO CONTRATO. LA SECRETARÍA DARÁ A CONOCER LOS MODELOS DE CONTRATOS CORRESPONDIENTES.

LAS DEPENDENCIAS Y ENTIDADES EN LOS CONTRATOS QUE CELEBREN, SEÑALARÁN LA FECHA DE INICIACIÓN Y TERMINACIÓN DE LOS TRABAJOS Y ESTIPULARÁN PENAS CONVENCIONALES POR INCUMPLIMIENTO EN LA REALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS DENTRO DE LAS ETAPAS PROGRAMADAS PARA TAL EFECTO, INDEPENDIENTEMENTE DE LAS QUE SE CONVENGAN PARA ASEGURAR MEJOR EL INTERÉS GENERAL RESPECTO DE OBLIGACIONES ESPECÍFICAS DE CADA CONTRATO. LA APLICACIÓN DE DICHAS PENAS SERÁ SIN PERJUICIO DE LA FACULTAD QUE TIENEN LAS DEPENDENCIAS Y ENTIDADES PARA EXIGIR EL CUMPLIMIENTO DEL CONTRATO O RESCINDIRLO.

ARTICULO 41.- EN NINGÚN CASO LOS DERECHOS Y OBLIGACIONES DERIVADOS DE LOS CONTRATOS PARA REALIZACIÓN DE LAS OBRAS PÚBLICAS, PODRÁN SER CEDIDOS EN TODO O EN PARTES A

OTRAS PERSONAS FÍSICAS O MORALES DISTINTAS DE AQUELLA A LA QUE SE LE HUBIERE ADJUDICADO EL CONTRATO, CON EXCEPCIÓN DE LOS DERECHOS DE COBRO SOBRE LAS ESTIMACIONES POR TRABAJOS EJECUTADOS QUE CUENTEN CON LA APROBACIÓN PREVIA Y POR ESCRITO DE LA CONTRATANTE.

TAMPOCO PODRÁN SER OBJETO DE SUBCONTRATACIÓN LAS OBRAS, SALVO EN LOS SUPUESTOS Y CON ARREGLO A LOS REQUISITOS PREVISTOS EN EL ÚLTIMO PÁRRAFO DEL ARTÍCULO 38 DE LA LEY.

ARTÍCULO 42.- PARA LOS EFECTOS DEL ARTÍCULO 39 DE LA LEY, SE ENTENDERÁ POR:

I. PRECIO UNITARIO, EL IMPORTE DE LA REMUNERACIÓN O PAGO TOTAL QUE DEBE CUBRIRSE AL CONTRATISTA POR UNIDAD DE CONCEPTO DE TRABAJO TERMINADO, EJECUTADO CONFORME AL PROYECTO, ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCIÓN Y NORMAS DE CALIDAD, Y

II. PRECIO ALZADO, EL IMPORTE DE LA REMUNERACIÓN O PAGO TOTAL FIJO QUE DEBA CUBRIRSE AL CONTRATISTA POR LA OBRA TERMINADA EJECUTADA CONFORME AL PROYECTO, ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCIÓN Y NORMAS DE CALIDAD.

ARTÍCULO 43.- LA DEPENDENCIA O ENTIDAD PROVEERÁ LO NECESARIO PARA QUE SE CUBRAN AL CONTRATISTA:

I. EL O LOS ANTICIPOS DENTRO DE UN PLAZO NO MAYOR DE QUINCE DÍAS HÁBILES CONTADOS A PARTIR DE LA FECHA EN QUE HUBIERE ENTREGADO EN FORMA SATISFACTORIA LA O LAS FIANZAS CORRESPONDIENTES;

II. LAS ESTIMACIONES POR TRABAJOS EJECUTADOS DENTRO DE UN PLAZO NO MAYOR DE TREINTA DÍAS HÁBILES, CONTADOS A PARTIR DE LA FECHA EN QUE SE HUBIEREN ACEPTADO Y FIRMADO LAS ESTIMACIONES POR LAS PARTES, FECHA QUE SE HARÁ CONSTAR EN LA BITÁCORA Y EN LAS PROPIAS ESTIMACIONES, Y

III. EL AJUSTE DE COSTOS QUE CORRESPONDA A LOS TRABAJOS EJECUTADOS CONFORME A LAS ESTIMACIONES CORRESPONDIENTES, DENTRO DE UN PLAZO NO MAYOR DE TREINTA DÍAS HÁBILES, CONTADOS A PARTIR DE QUE LA DEPENDENCIA O ENTIDAD EMITA EL OFICIO DE RESOLUCIÓN QUE ACUERDE EL AUMENTO O REDUCCIÓN RESPECTIVO.

PARA EFECTOS DEL PAGO OPORTUNO LAS DEPENDENCIAS RADICARÁN LOS DOCUMENTOS DE PAGO EN LA TESORERÍA DE LA FEDERACIÓN CON SIETE DÍAS HÁBILES DE ANTELACIÓN AL VENCIMIENTO DEL PLAZO Y CON CUATRO DÍAS HÁBILES RESPECTO DE LAS QUE SE RADICUEN EN LO FORÁNEO.

ARTÍCULO 44.- EN EL CASO DE INCUMPLIMIENTO EN LOS PAGOS ESTABLECIDOS EN LAS FRACCIONES II Y III DEL ARTÍCULO ANTERIOR, LA DEPENDENCIA O ENTIDAD A SOLICITUD DEL CONTRATISTA

TA, DEBERÁ PAGAR GASTOS FINANCIEROS CONFORME A UNA TASA QUE SERÁ IGUAL A LA ESTABLECIDA POR LA LEY DE INGRESOS DE LA FEDERACIÓN EN LOS CASOS DE PRÓRROGA PARA EL PAGO DE CRÉDITO FISCAL. LOS CARGOS FINANCIEROS SE CALCULARÁN SOBRE LAS CANTIDADES NO PAGADAS, Y SE COMPUTARÁN POR DÍAS CALENDARIO DESDE QUE SE VENCió EL PLAZO, HASTA LA FECHA EN QUE PONGAN LAS CANTIDADES A DISPOSICIÓN DEL CONTRATISTA.

ARTICULO 45.- LAS ESTIMACIONES SE DEBERÁN FORMULAR CON UNA PERIODICIDAD NO MAYOR DE UN MES EN LA FECHA DE CORTE QUE FIJE LA DEPENDENCIA O ENTIDAD. PARA TAL EFECTO:

I. EL CONTRATISTA DEBERÁ ENTREGAR A LA RESIDENCIA DE SUPERVISIÓN, LA ESTIMACIÓN ACOMPAÑADA DE LA DOCUMENTACIÓN DE SOPORTE CORRESPONDIENTE DENTRO DE LOS CUATRO DÍAS HÁBILES SIGUIENTES A LA FECHA DE CORTE; LA RESIDENCIA DE SUPERVISIÓN DENTRO DE LOS OCHO DÍAS HÁBILES SIGUIENTES DEBERÁ REVISAR, Y EN SU CASO, AUTORIZAR LA ESTIMACIÓN;

II. EN EL SUPUESTO DE QUE SURJAN DIFERENCIAS TÉCNICAS O NUMÉRICAS, LAS PARTES TENDRÁN DOS DÍAS HÁBILES CONTADOS A PARTIR DEL VENCIMIENTO DEL PLAZO SEÑALADO PARA LA REVISIÓN, PARA CONCILIAR DICHAS DIFERENCIAS, Y EN SU CASO, AUTORIZAR LA ESTIMACIÓN CORRESPONDIENTE.

DE NO SER POSIBLE CONCILIAR TODAS LAS DIFERENCIAS, LAS PENDIENTES DEBERÁN RESOLVERSE E INCORPORARSE EN LA SI-

GUIENTE ESTIMACIÓN.

ARTICULO 46.- LAS DEPENDENCIAS Y ENTIDADES ESTABLECERÁN ANTICIPADAMENTE A LA INICIACIÓN DE LAS OBRAS, LA RESIDENCIA DE SUPERVISIÓN, LA QUE SERÁ RESPONSABLE DIRECTA DE LA SUPERVISIÓN, VIGILANCIA, CONTROL Y REVISIÓN DE LOS TRABAJOS.

ARTICULO 47.- LA RESIDENCIA DE SUPERVISIÓN REPRESENTARÁ DIRECTAMENTE A LA DEPENDENCIA O ENTIDAD ANTE EL O LOS CONTRATISTAS Y TERCEROS EN ASUNTOS RELACIONADOS CON LA EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS O DERIVADOS DE ELLOS, EN EL LUGAR DONDE SE EJECUTAN LAS OBRAS.

PARA LOS EFECTOS DEL PÁRRAFO ANTERIOR, LA DEPENDENCIA O ENTIDAD DESIGNARÁ AL RESIDENTE DE SUPERVISIÓN QUE TENDRÁ A SU CARGO CUANDO MENOS:

I. LLEVAR LA BITÁCORA DE LA O LAS OBRAS;

II. VERIFICAR QUE LOS TRABAJOS SE REALICEN CONFORME A LO PACTADO EN LOS CONTRATOS CORRESPONDIENTES, O EN EL ACUERDO A QUE SE REFIERE EL ARTÍCULO 51 DE LA LEY, ASÍ COMO A LAS ÓRDENES DE LA DEPENDENCIA O ENTIDAD A TRAVÉS DE LA RESIDENCIA DE SUPERVISIÓN;

III. REVISAR LAS ESTIMACIONES DE TRABAJOS EJECUTADOS Y CONJUNTAMENTE CON LA SUPERINTENDENCIA DE CONSTRUCCIÓN

DEL CONTRATISTA, APROBARLAS Y FIRMARLAS PARA SU TRÁMITE DE PAGO;

IV. MANTENER LOS PLANOS DEBIDAMENTE ACTUALIZADOS;

V. CONSTATAR LA TERMINACIÓN DE LOS TRABAJOS, Y

VI. RENDIR UN INFORME GENERAL SOBRE LA FORMA Y TÉRMINOS EN QUE FUERON EJECUTADOS LOS TRABAJOS.

ARTICULO 48.- EL CONTRATISTA SERÁ EL ÚNICO RESPONSABLE DE LA EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS Y DEBERÁ SUJETARSE A TODOS LOS REGLAMENTOS Y ORDENAMIENTOS DE LAS AUTORIDADES COMPETENTES EN MATERIA DE CONSTRUCCIÓN, SEGURIDAD Y USO DE LA VÍA PÚBLICA, ASÍ COMO A LAS DISPOSICIONES ESTABLECIDAS AL EFECTO POR LA DEPENDENCIA O ENTIDAD CONTRATANTE. LAS RESPONSABILIDADES Y LOS DAÑOS Y PERJUICIOS QUE RESULTAREN POR SU INOBSERVANCIA, SERÁN A CARGO DEL CONTRATISTA.

ARTICULO 49.- LA DEPENDENCIA O ENTIDAD DENTRO DE LOS TREINTA DÍAS HÁBILES SIGUIENTES EN QUE SE HUBIERE CONSTA TADO LA TERMINACIÓN DE LOS TRABAJOS REALIZADOS POR CONTRATO O POR ADMINISTRACIÓN DIRECTA, DEBERÁ LEVANTAR UN ACTA EN LA QUE CONSTE ESTE HECHO, QUE CONTENDRÁ COMO MÍNIMO:

I. NOMBRE DE LOS ASISTENTES Y EL CARÁCTER CON QUE INTERVENGAN EN EL ACTO;

21  
II. NOMBRE DEL TÉCNICO RESPONSABLE POR PARTE DE LA DEPENDENCIA O ENTIDAD Y, EN SU CASO, EL DEL CONTRATISTA;

III. BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS O SERVICIOS QUE SE RECIBEN;

IV. FECHA REAL DE TERMINACIÓN DE LOS TRABAJOS;

V. RELACIÓN DE LAS ESTIMACIONES O DE GASTOS APROBADOS, MONTO EJERCIDO, CRÉDITOS A FAVOR O EN CONTRA Y SALDOS Y

VI. EN CASO DE TRABAJOS POR CONTRATOS, LAS GARANTÍAS QUE CONTINUARÁN VIGENTES Y LA FECHA DE SU CANCELACIÓN.

CON UNA ANTICIPACIÓN NO MENOR DE DIEZ DÍAS HÁBILES A LA FECHA EN LA QUE SE LEVANTE EL ACTA DE RECEPCIÓN LO COMUNICARÁN A LA CONTRALORÍA Y A LA DEPENDENCIA COORDINADORA DE SECTOR, A FIN DE QUE SI LO ESTIMAN CONVENIENTE, NOMBREN REPRESENTANTES QUE ASISTAN AL ACTO.

LA RECEPCIÓN DE LAS OBRAS CORRESPONDE A LA DEPENDENCIA O ENTIDAD CONTRATANTE Y SE HARÁ BAJO SU EXCLUSIVA RESPONSABILIDAD.

EN LA FECHA SEÑALADA, SE LEVANTARÁ EL ACTA CON O SIN LA COMPARECENCIA DE LOS REPRESENTANTES A QUE SE REFIERE

ESTE ARTÍCULO.

22

ARTICULO 50.- EN EL SUPUESTO QUE ESTABLECE EL ARTÍCULO 46 DE LA LEY, LA REVISIÓN DE LOS COSTOS SE HARÁ SEGÚN EL CASO, MEDIANTE CUALESQUIERA DE LOS SIGUIENTES PROCEDIMIENTOS:

I. REVISAR CADA UNO DE LOS PRECIOS DE CADA CONTRATO PARA OBTENER EL AJUSTE;

II. REVISAR UN GRUPO DE PRECIOS, QUE MULTIPLICADOS POR SUS CORRESPONDIENTES CANTIDADES DE TRABAJO POR EJECUTAR, REPRESENTEN CUANDO MENOS EL 80% DEL IMPORTE TOTAL FALTANTE DEL CONTRATO.

EN LOS PROCEDIMIENTOS ANTERIORES, LA REVISIÓN SERÁ PROMOVIDA POR LA CONTRATANTE O A SOLICITUD ESCRITA DEL CONTRATISTA, LA QUE SE DEBERÁ ACOMPAÑAR DE LA DOCUMENTACIÓN COMPROBATORIA NECESARIA; LA DEPENDENCIA O ENTIDAD DENTRO DE LOS VEINTE DÍAS HÁBILES SIGUIENTES, RESOLVERÁ SOBRE LA PROCEDENCIA DE LA PETICIÓN, Y

III. EN EL CASO DE LAS OBRAS EN LAS QUE SE TENGA ESTABLECIDA LA PROPORCIÓN EN QUE INTERVIENEN LOS INSUMOS EN EL TOTAL DEL COSTO DIRECTO DE LAS OBRAS, EL AJUSTE RESPECTIVO PODRÁ DETERMINARSE MEDIANTE LA ACTUALIZACIÓN DE LOS COSTOS DE LOS INSUMOS QUE INTERVIENEN EN DICHAS PROPORCIONES,

OYENDO A LA CÁMARA NACIONAL DE LA INDUSTRIA QUE CORRESPONDA.

EN ESTE SUPUESTO, LAS DEPENDENCIAS Y ENTIDADES PODRÁN OPTAR POR EL PROCEDIMIENTO ANTERIOR CUANDO ASÍ CONVENGA, PARA LO CUAL, DEBERÁN AGRUPAR AQUELLAS OBRAS O CONTRATOS QUE POR SUS CARACTERÍSTICAS CONTENGAN CONCEPTOS DE TRABAJO SIMILARES Y CONSECUENTEMENTE SEÁ APLICABLE AL PROCEDIMIENTO MENCIONADO. LOS AJUSTES SE DETERMINARÁN PARA CADA GRUPO DE OBRAS O CONTRATOS Y SE APLICARÁN EXCLUSIVAMENTE PARA LOS QUE SE HUBIEREN DETERMINADO, Y NO SE REQUERIRÁ QUE EL CONTRATISTA PRESENTE LA DOCUMENTACIÓN JUSTIFICATORIA.

ARTICULO 51.- LA APLICACIÓN DE LOS PROCEDIMIENTOS A QUE SE REFIERE EL ARTÍCULO ANTERIOR, DEBERÁ PACTARSE EN EL CONTRATO CORRESPONDIENTE Y SE SUJETARÁ A LO SIGUIENTE:

I. LOS AJUSTES SE CALCULARÁN RESPECTO DE LA OBRA POR EJECUTAR CONFORME AL PROGRAMA DE EJECUCIÓN PACTADO EN EL CONTRATO, O EN SU CASO, CUANDO HUBIESE ATRASO NO IMPUTABLE AL CONTRATISTA, EL VIGENTE PACTADO EN EL CONVENIO RESPECTIVO, EN LA FECHA EN QUE SE HAYA PRODUCIDO EL INCREMENTO O DECREMENTO EN EL COSTO DE LOS INSUMOS;

II. LOS INCREMENTOS O DECREMENTOS DE LOS COSTOS DE LOS INSUMOS, SERÁN CALCULADOS CON BASE EN LOS RELATIVOS O ÍNDICES QUE DETERMINE LA SECRETARÍA.

CUANDO LOS RELATIVOS QUE REQUIERA EL CONTRATISTA O LA CONTRATANTE NO SE ENCUENTREN DENTRO DE LOS PUBLICADOS POR LA SECRETARÍA, LAS DEPENDENCIAS Y ENTIDADES PROCEDERÁN A CALCULARLOS CONFORME A LOS PRECIOS QUE INVESTIGUEN, UTILIZANDO LOS LINEAMIENTOS Y METODOLOGÍA QUE EXPIDA LA SECRETARÍA;

III. LOS PRECIOS ORIGINALES DEL CONTRATO PERMANECERÁN FIJOS HASTA LA TERMINACIÓN DE LOS TRABAJOS CONTRATADOS. EL AJUSTE SE APLICARÁ A LOS COSTOS DIRECTOS, CONSERVANDO CONSTANTES LOS PORCENTAJES DE INDIRECTOS Y UTILIDAD ORIGINALES DURANTE EL EJERCICIO DEL CONTRATO;

IV. LA FORMALIZACIÓN DEL AJUSTE DE COSTOS DEBERÁ EFECTUARSE MEDIANTE EL OFICIO DE RESOLUCIÓN QUE ACUERDE EL AUMENTO O REDUCCIÓN CORRESPONDIENTE, EN CONSECUENCIA NO SE REQUIERE DE CONVENIO ALGUNO, Y

V. LOS DEMÁS LINEAMIENTOS QUE PARA TAL EFECTO EMITA LA SECRETARÍA.

ARTÍCULO 52.- CUANDO LA DEPENDENCIA O ENTIDAD DETERMINE LA SUSPENSIÓN DE LA OBRA O LA RESCISIÓN DEL CONTRATO POR CAUSA NO IMPUTABLE AL CONTRATISTA, PAGARÁ A ÉSTE LA PARTE DE LA OBRA O SERVICIOS EJECUTADOS Y LOS GASTOS NO RECUPERABLES, PREVIO ESTUDIO QUE HAGA LA CONTRATANTE DE LA JUSTIFICACIÓN DE DICHS GASTOS, SEGÚN CONVENIO QUE SE CELEBRE ENTRE LAS PARTES, DANDO CUENTA A LA SECRETARÍA, A LA CONTRALORÍA Y

EN SU CASO, A LA DEPENDENCIA COORDINADORA DE SECTOR, DENTRO DE LOS DIEZ DÍAS HÁBILES SIGUIENTES A LA FIRMA DEL CONVENIO.

ARTÍCULO 53.- EN TODOS LOS CASOS DE RESCISIÓN DE CONTRATO LA DEPENDENCIA O ENTIDAD CONTRATANTE DEBERÁ LEVANTAR UN ACTA CIRCUNSTANCIADA DE RECEPCIÓN DE LOS TRABAJOS EN EL ESTADO EN QUE SE ENCUENTREN, INFORMANDO A LA SECRETARÍA, A LA CONTRALORÍA Y, EN SU CASO, A LA DEPENDENCIA COORDINADORA DE SECTOR, EN LOS TÉRMINOS DE LA LEY.

ARTÍCULO 54.- LAS DEPENDENCIAS Y ENTIDADES PODRÁN REALIZAR OBRAS POR ADMINISTRACIÓN DIRECTA, SIEMPRE QUE POSEAN LA CAPACIDAD TÉCNICA Y LOS ELEMENTOS NECESARIOS PARA TAL EFECTO CONSISTENTES EN: MAQUINARIA Y EQUIPO DE CONSTRUCCIÓN, PERSONAL TÉCNICO, TRABAJADORES Y MATERIALES QUE SE REQUIERAN PARA EL DESARROLLO DE LOS TRABAJOS RESPECTIVOS Y PODRÁN SEGÚN EL CASO:

I. UTILIZAR LA MANO DE OBRA LOCAL COMPLEMENTARIA QUE SE REQUIERA, LO QUE INVARIABLEMENTE DEBERÁ LLEVARSE A CABO POR OBRA DETERMINADA;

II. ALQUILAR EL EQUIPO Y MAQUINARIA DE CONSTRUCCIÓN COMPLEMENTARIO;

III. UTILIZAR LOS MATERIALES DE LA REGIÓN;

IV. CONTRATAR INSTALADOS, MONTADOS, COLOCALOS O APLICADOS LOS EQUIPOS, INSTRUMENTOS, ELEMENTOS PREFABRICADOS TERMINADOS Y MATERIALES QUE SE REQUIERAN, Y

V. UTILIZAR LOS SERVICIOS DE FLETES Y ACARREOS COMPLEMENTARIOS QUE SE REQUIERAN.

ARTICULO 55.- EN LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS POR ADMINISTRACIÓN DIRECTA, BAJO NINGUNA CIRCUNSTANCIA PODRÁN PARTICIPAR TERCEROS COMO CONTRATISTAS, SEA CUALES FUEREN LAS CONDICIONES PARTICULARES, NATURALEZA JURÍDICA O MODALIDADES QUE ÉSTOS ADOPTEN, INCLUIDOS LOS SINDICATOS, ASOCIACIONES Y SOCIEDADES CIVILES Y DEMÁS ORGANIZACIONES O INSTITUCIONES SIMILARES.

ARTICULO 56.- EL ACUERDO PARA LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS POR ADMINISTRACIÓN DIRECTA DEBERÁ CONTENER COMO MÍNIMO LA MENCIÓN DE LOS DATOS RELATIVOS A LA AUTORIZACIÓN DE LA INVERSIÓN RESPECTIVA; EL IMPORTE TOTAL DE LA OBRA Y MONTO A DISPONER PARA EL EJERCICIO CORRESPONDIENTE; LA DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA OBRA, Y LAS FECHAS DE INICIACIÓN Y TERMINACIÓN DE LOS TRABAJOS.

ARTICULO 57.- LAS DEPENDENCIAS Y ENTIDADES PODRÁN SUSPENDER TEMPORAL O DEFINITIVAMENTE, EN TODO O EN PARTE, LAS OBRAS QUE REALICEN POR ADMINISTRACIÓN DIRECTA, POR RAZONES DE INTERÉS GENERAL O POR CUALQUIER CAUSA JUSTIFICADA.

24  
TRATÁNDOSE DE SUSPENSIÓN DEFINITIVA DE LA OBRA, SE DEBERÁ LEVANTAR ACTA CIRCUNSTANCIADA DONDE SE HAGA CONSTAR EL ESTADO EN QUE SE ENCUENTRAN LOS TRABAJOS Y LAS RAZONES DE SUSPENSIÓN DEFINITIVA:

LAS CIRCUNSTANCIAS ANTERIORES DEBERÁN COMUNICARSE A LA SECRETARÍA, A LA CONTRALORÍA Y A LA DEPENDENCIA COORDINADORA DE SECTOR, DENTRO DE LOS TREINTA DÍAS HÁBILES SIGUIENTES A LA FECHA EN QUE SE EMITA LA ORDEN DE SUSPENSIÓN.

ARTICULO 58.- LAS DEPENDENCIAS Y ENTIDADES POR SÍ O A PETICIÓN DE LA SECRETARÍA, PODRÁN SUSPENDER LAS OBRAS CONTRATADAS O QUE SE REALICEN POR ADMINISTRACIÓN DIRECTA O RESCINDIR LOS CONTRATOS CUANDO NO SE HAYAN ATENDIDO LAS OBSERVACIONES QUE LA SECRETARÍA O LAS DEPENDENCIAS COORDINADORAS DE SECTOR HUBIEREN FORMULADO CON MOTIVO DEL INCUMPLIMIENTO DE LAS DISPOSICIONES DE LA LEY Y DEMÁS APLICABLES.



**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA  
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

CURSO: "RESIDENTES DE CONSTRUCCION"  
FECHA: DEL 18 AL 22 DE NOVIEMBRE DE 1985.  
LUGAR: CULIACAN, SINALOA

CONTROL DE OBRA

NOVIEMBRE, 1985.

PROGRAMA DE CONTROL DE CALIDAD

FILOSOFIA DEL PROYECTO  
CONTRATACION

PROYECTO

CONSTRUCCION

OBRA TERMINADA  
Util. Económica y Duradera

MANTENIMIENTO

¿ qué  
ordenación y programación  
comprobación

INSPECCION  
MUESTREO  
PRUEBAS DE LABORATORIO

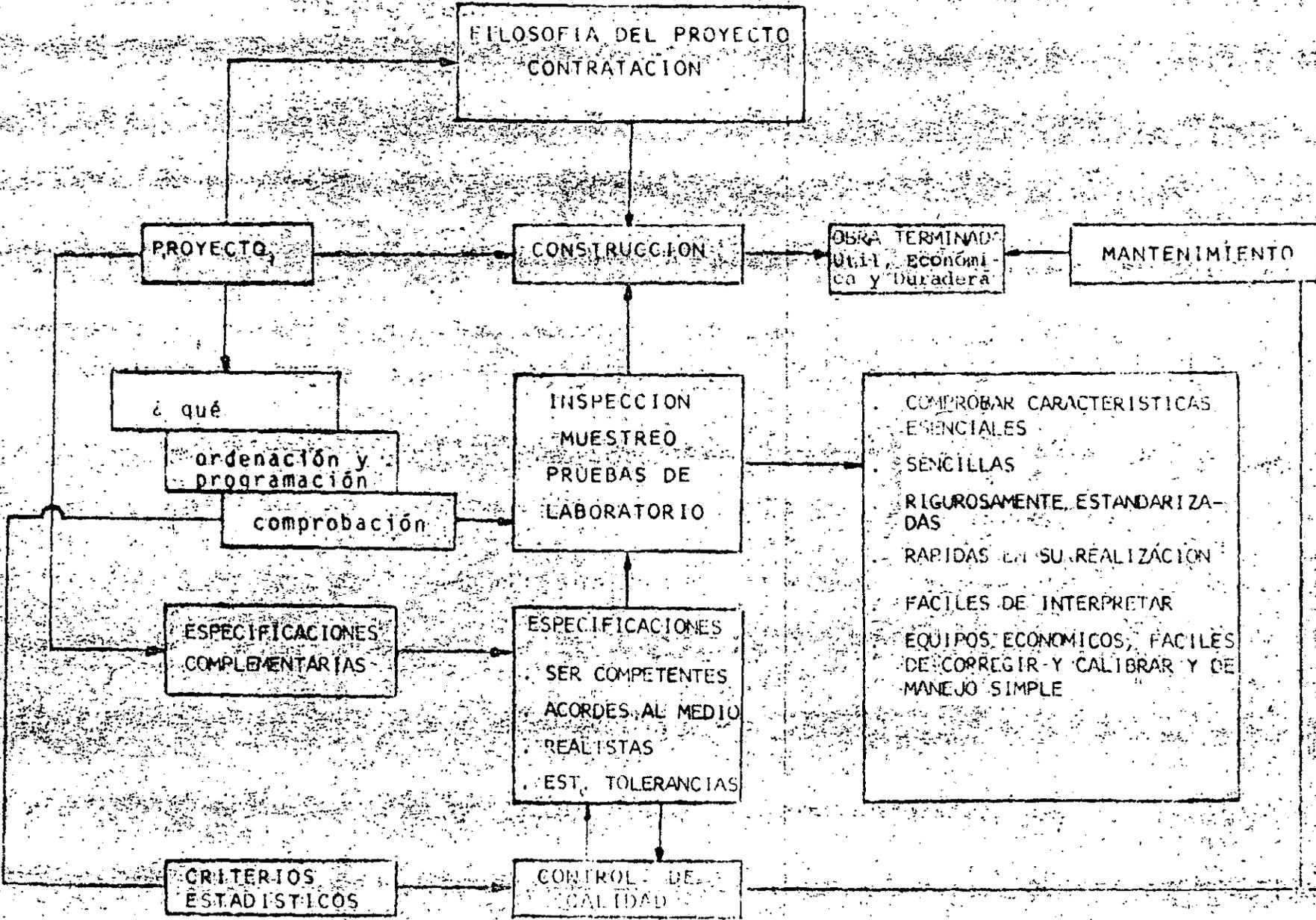
ESPECIFICACIONES  
COMPLEMENTARIAS

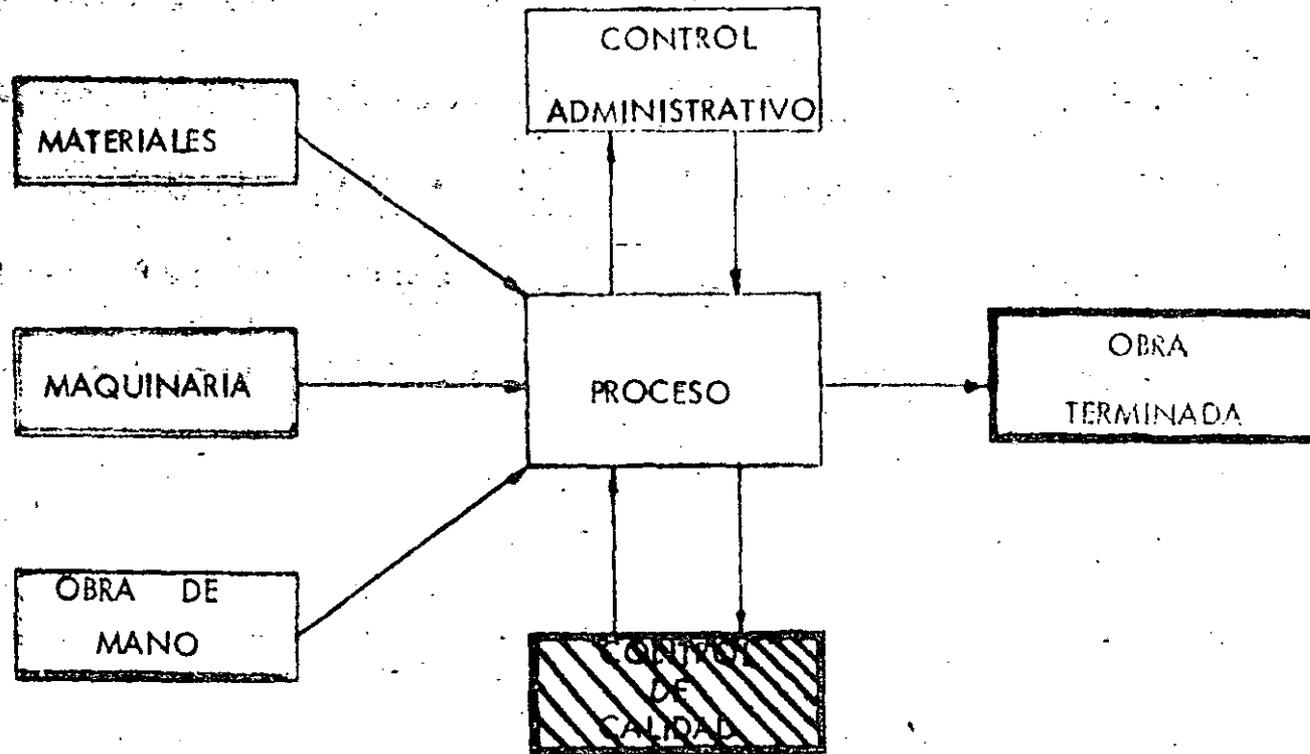
ESPECIFICACIONES  
SER COMPETENTES  
ACORDES AL MEDIO  
REALISTAS  
EST. TOLERANCIAS

COMPROBAR CARACTERISTICAS  
ESENCIALES  
SENCILLAS  
RIGUROSAMENTE ESTANDARIZADAS  
RAPIDAS EN SU REALIZACION  
FACILES DE INTERPRETAR  
EQUIPOS ECONOMICOS, FACILES DE CORREGIR Y CALIBRAR Y DE MANEJO SIMPLE

CRITERIOS ESTADISTICOS

CONTROL DE CALIDAD





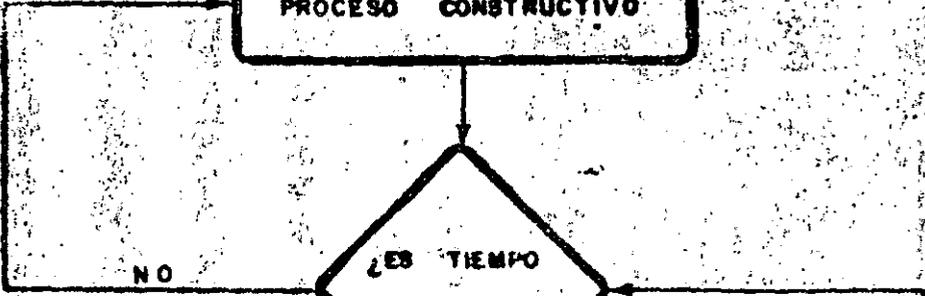
REPRESENTACION GRAFICA DEL PROCESO CONSTRUCTIVO

2

ESTABLECIMIENTO DE ESTANDARES,  
TOLERANCIAS Y PERIODICIDAD  
DE LAS REVISIONES.

3

PROCESO CONSTRUCTIVO



¿ES TIEMPO  
DE REVISAR?

DECISION  
CORRECTIVA

¿LO REAL  
CONTRA  
EL ESTANDAR?



CONTINUAR LA CONSTRUCCION

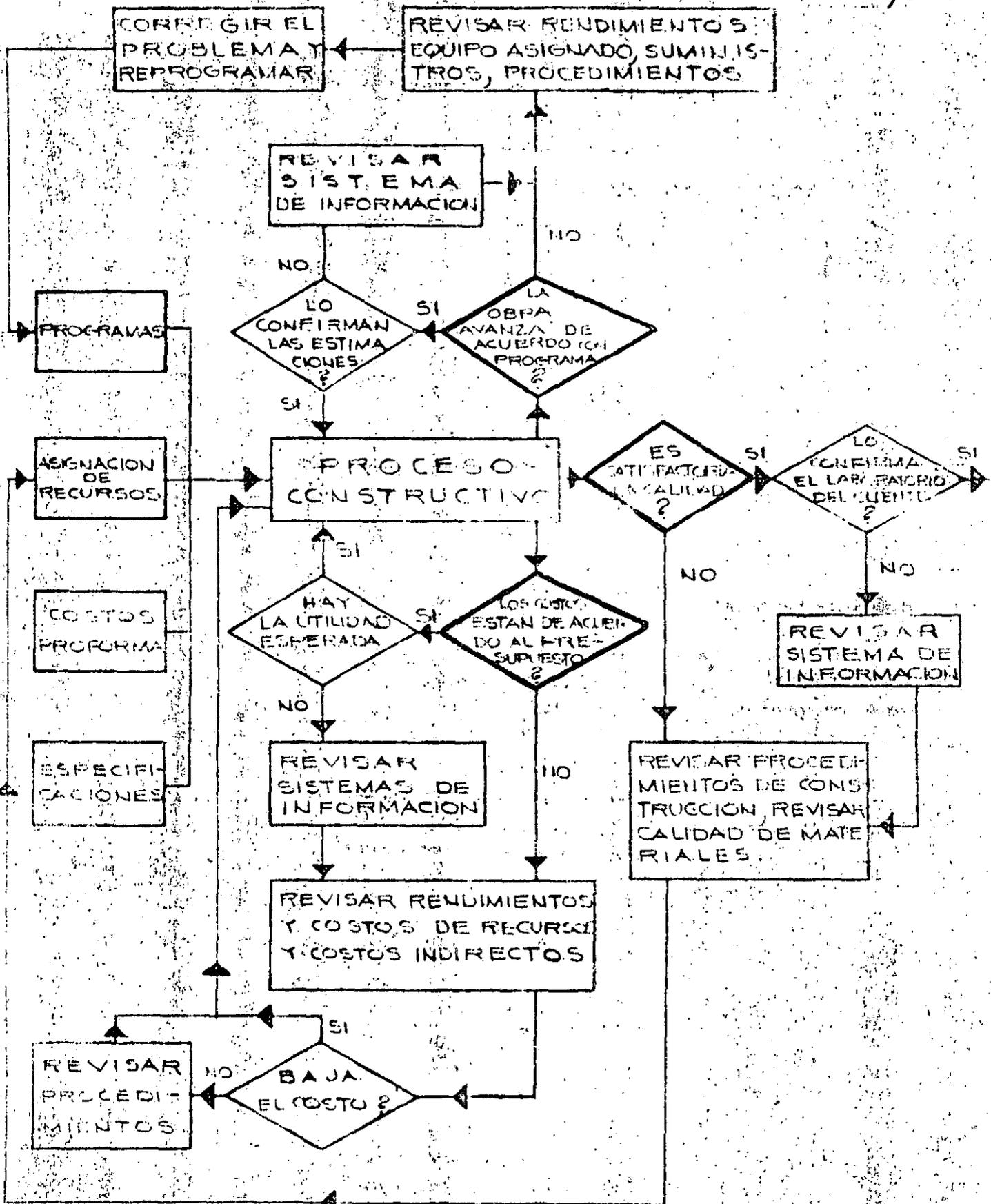
¿TERMINO EL  
PROCESO?



OPERACION Y MANTENIMIENTO  
DE LA OBRA.

# FLUJO DE INFORMACION

4



# Media, mediana, moda y otras medidas de centralización

## NOTACION CON INDICE O SUBINDICE

El símbolo  $X_j$  (léase «X sub j») denota cualquiera de los  $N$  valores  $X_1, X_2, X_3, \dots, X_N$  que una variable  $X$  puede tomar. (La letra  $j$  en  $X_j$  la cual puede representar cualquiera de los números  $1, 2, 3, \dots, N$  se llama *índice* o *subíndice*. Análogamente puede utilizarse como subíndice cualquier otra letra distinta de  $j$ , como  $i, k, p, q, s$ .

## NOTACION SUMATORIA

El símbolo  $\sum_{j=1}^N X_j$  se utiliza para indicar la suma de todas las  $X_j$  desde  $j = 1$  a  $j = N$ , es decir, por definición

$$\sum_{j=1}^N X_j = X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_N$$

Cuando no cabe confusión posible se representa esta suma por las notaciones más simples  $\Sigma X$ ,  $\Sigma X_j$  o  $\sum X_j$ . El símbolo  $\Sigma$  es la letra griega mayúscula sigma, denotando sumación.

Ejemplo 1.  $\sum X_j Y_j = X_1 Y_1 + X_2 Y_2 + X_3 Y_3 + \dots + X_N Y_N$

Ejemplo 2.  $\sum a X_j = a X_1 + a X_2 + \dots + a X_N$   
 $= a(X_1 + X_2 + \dots + X_N) = a \sum_{j=1}^N X_j$

donde  $a$  es una constante. Más sencillamente,  $\Sigma a X = a \Sigma X$ .

Ejemplo 3. Si  $a, b, c$  son constantes cualesquiera.  
 $\Sigma (aX + bY - cZ) = a \Sigma X + b \Sigma Y - c \Sigma Z$

## PROMEDIOS Y MEDIDAS DE CENTRALIZACION

Un *promedio* es un valor que es típico o representativo de un conjunto de datos. Como tales valores tienden a situarse en el centro del conjunto de datos ordenados según su magnitud, los promedios se conocen también como *medidas de centralización*.

Se pueden definir varios tipos de medidas de centralización, las más comunes son la *media aritmética* o brevemente *media*, la *mediana*, la *moda*, la *media geométrica* y la *media armónica*. Cada una de ellas tiene sus ventajas e inconvenientes, dependiendo la aplicación de una u otra de los resultados que se pretendan sacar de los datos.

### MEDIA ARITMETICA

La media aritmética o *media* de un conjunto de  $N$  números  $X_1, X_2, X_3, \dots, X_N$  se representa por  $\bar{X}$  (léase «X barra») y se define como

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_N}{N} = \frac{\sum_{j=1}^N X_j}{N} = \frac{\Sigma X}{N} \quad (1)$$

Ejemplo: La media aritmética de los números 8, 3, 5, 12, 10 es

$$\bar{X} = \frac{8 + 3 + 5 + 12 + 10}{5} = \frac{38}{5} = 7.6$$

6

Si los números  $X_1, X_2, \dots, X_k$  se presentan  $f_1, f_2, \dots, f_k$  veces, respectivamente (es decir, se presentan con frecuencias  $f_1, f_2, \dots, f_k$ ), la media aritmética es

$$\bar{X} = \frac{f_1 X_1 + f_2 X_2 + \dots + f_k X_k}{f_1 + f_2 + \dots + f_k} = \frac{\sum f_i X_i}{\sum f_i} = \frac{\sum f_i X_i}{N}$$

donde  $N = \sum f_i$  es la frecuencia total, es decir, el número total de casos.

Ejemplo: Si 5, 8, 6 y 2 se presentan con frecuencias 3, 2, 4 y 1 respectivamente, la media aritmética es

$$\bar{X} = \frac{(3)(5) + (2)(8) + (4)(6) + (1)(2)}{3 + 2 + 4 + 1} = \frac{15 + 16 + 24 + 2}{10} = 5.7$$

**MEDIA ARITMÉTICA PONDERADA**

A veces se asocia a los números  $X_1, X_2, \dots, X_k$  ciertos factores o pesos  $w_1, w_2, \dots, w_k$  que dependen de la significación o importancia de cada uno de los números. En este caso

$$\bar{X} = \frac{w_1 X_1 + w_2 X_2 + \dots + w_k X_k}{w_1 + w_2 + \dots + w_k} = \frac{\sum w_i X_i}{\sum w_i} \tag{3}$$

se llama *media aritmética ponderada*. Nótese la similitud con (2), que puede considerarse como una media aritmética ponderada con los pesos  $f_1, f_2, \dots, f_k$ .

Ejemplo: Si un examen final de curso se valora como una vez los exámenes parciales y otra vez el examen final, una nota de examen final de 85 y notas de exámenes parciales de 70 y 90, su nota final será

$$\bar{X} = \frac{1(70) + (1)(90) + 2(85)}{1 + 1 + 2} = \frac{415}{4} = 103.75$$

**PROPIEDADES DE LA MEDIA ARITMÉTICA**

(a) La suma algebraica de las desviaciones de un conjunto de números de su media aritmética es cero.

Ejemplo: Las desviaciones de los números 8, 3, 5, 12, 10 de su media aritmética 7.6 son  $8 - 7.6 = 0.4$ ,  $3 - 7.6 = -4.6$ ,  $5 - 7.6 = -2.6$ ,  $12 - 7.6 = 4.4$ ,  $10 - 7.6 = 2.4$ , cuya suma algebraica es  $0.4 - 4.6 - 2.6 + 4.4 + 2.4 = 0$ .

(b) La suma de los cuadrados de las desviaciones de un conjunto de números  $X_i$  de cualquier número  $a$  es mínima solamente si  $a = \bar{X}$ .

(c) Si  $f_1$  números tienen de media  $m_1$ ,  $f_2$  números tienen de media  $m_2$ , ...,  $f_k$  números tienen de media  $m_k$ , entonces la media de todos los números es

$$\bar{X} = \frac{f_1 m_1 + f_2 m_2 + \dots + f_k m_k}{f_1 + f_2 + \dots + f_k} \tag{4}$$

es decir, una media aritmética ponderada de todas las medias. Véase Problema 12.

(d) Si  $A$  es cualquier supuesta media aritmética (que puede ser cualquier número) y si  $d_i = X_i - A$  son las desviaciones de  $X_i$  de  $A$ , las ecuaciones (1) y (2) se convierten en

$$\bar{X} = A + \frac{\sum d_i}{N} = A + \frac{\sum d}{N} \tag{5}$$

$$\bar{X} = A + \frac{\sum f_i d_i}{\sum f_i} = A + \frac{\sum f d}{N} \tag{6}$$

# La desviación típica y otras medidas de dispersión

## DISPERSION O VARIACION

Al grado en que los datos numéricos tienden a extenderse alrededor de un valor medio se le llama *dispersión* o *dispersión de los datos*. Se utilizan distintas medidas de dispersión o variación, las más empleadas son el rango, la desviación media, el rango semiintercuartílico, el rango entre percentiles 10-90 y la desviación típica.

### RANGO

El rango de un conjunto de números es la diferencia entre el mayor y el menor de todos ellos.

Ejemplo: El rango de los números 2, 3, 3, 5, 5, 5, 8, 10, 12 es  $12 - 2 = 10$ . A veces el rango se da por la suma de los números mayor y menor. En el ejemplo anterior esto sería indicado como 2 a 12 o 3-12.

DESVIACION MEDIA O PROMEDIO DE DESVIACION, de una serie de N números  $X_1, X_2, \dots, X_N$  viene definido por:

$$\text{Desviación Media} = \text{M.D.} = \frac{\sum (X_i - \bar{X})}{N} = \frac{\sum |X - \bar{X}|}{N} = \frac{\sum |X - \bar{X}|}{N} \quad (1)$$

dónde  $\bar{X}$  es la media aritmética de los números y  $|X_i - \bar{X}|$  es el valor absoluto de las desviaciones de los diferentes  $X_i$  de  $\bar{X}$ . (El *valor absoluto* de un número es el mismo número sin asociarle signo alguno y se indica por dos barras verticales a ambos lados del número. Así,  $|-4| = 4$ ,  $|+3| = 3$ ,  $|6| = 6$ ,  $|-0.84| = 0.84$ .)

Ejemplo: Hallar la desviación media de los números 2, 3, 6, 8, 11.

$$\begin{aligned} \text{Media aritmética} &= \bar{X} = \frac{2+3+6+8+11}{5} = 6 \\ \text{Desviación media} &= \text{M.D.} = \frac{|2-6| + |3-6| + |6-6| + |8-6| + |11-6|}{5} \\ &= \frac{|-4| + |-3| + |0| + |2| + |5|}{5} = \frac{4+3+0+2+5}{5} = 2.8 \end{aligned}$$

Si  $X_1, X_2, \dots, X_N$  se presentan con frecuencias  $f_1, f_2, \dots, f_k$ , respectivamente, la desviación media puede escribirse como:

$$\text{Desviación media} = \text{M.D.} = \frac{\sum f_i |X_i - \bar{X}|}{N} = \frac{\sum f |X - \bar{X}|}{N} = \frac{\sum f |X - \bar{X}|}{N} \quad (2)$$

de  $N = \sum_{i=1}^k f_i = \sum f$ . Esta forma es útil para datos agrupados donde las diferentes  $X_i$  representan las marcas de clase y las  $f_i$  las correspondientes frecuencias de clase.

Ocasionalmente, la desviación media se define como desviaciones absolutas de la mediana en lugar de la media. Una propiedad interesante de la suma  $\sum (X_i - a)$  es que es mínima cuando  $a$  es la mediana, es decir, la desviación media respecto de la mediana es mínima.

Sería más apropiado utilizar el término *desviación media absoluta* que el de *desviación media*.

**RANGO SEMIINTERCUARTILICO O DESVIACION CUARTILICA** de una serie de datos se define por

$$\text{Rango semintercuartílico} = Q = \frac{Q_3 - Q_1}{2} \tag{3}$$

donde  $Q_1$  y  $Q_3$  son el primer y tercer cuartil de los datos. Véanse Problemas 6 y 7. El rango intercuartílico  $Q_3 - Q_1$  se emplea a veces, pero el rango semintercuartílico es más utilizado como medida de dispersión.

**RANGO ENTRE PERCENTILES 10-90** de una serie de datos viene definido por

$$\text{Rango percentil 10-90} = P_{90} - P_{10} \tag{4}$$

Donde  $P_{10}$  y  $P_{90}$  son los percentiles décimo y nonagésimo de los datos (véase Problema 3). El rango sempercentil 10-90,  $(P_{90} - P_{10})/2$ , puede también emplearse, aunque su empleo no es corriente.

**DESVIACION TÍPICA** de una serie de  $N$  números  $X_1, X_2, \dots, X_N$  se define por

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X})^2}{N}} = \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{N}} = \sqrt{\frac{\sum x^2}{N}} = \sqrt{\bar{x^2}} = \sqrt{\bar{X^2} - \bar{X}^2} \tag{5}$$

donde  $x$  representa las desviaciones de cada uno de los números  $X_i$  de la media  $\bar{X}$ . Así,  $s$  es la raíz cuadrada del cuadrado medio de las desviaciones a la media, o como a veces se le llama, *raíz del cuadrado medio de las desviaciones*.

Si  $X_1, X_2, \dots, X_N$  se presentan con frecuencias  $f_1, f_2, \dots, f_k$  respectivamente, la desviación típica puede escribirse como

$$s = \sqrt{\frac{\sum f_i (X_i - \bar{X})^2}{N}} = \sqrt{\frac{\sum f_i X_i^2}{N} - \bar{X}^2} = \sqrt{\bar{X^2} - \bar{X}^2} \tag{6}$$

donde  $N = \sum f_i = \sum f$ . En esta forma se emplea para datos agrupados.

A veces, la desviación típica de los datos de una muestra viene definida con  $(N - 1)$  en lugar de  $N$  en los denominadores de las expresiones (5) y (6), porque el valor resultante representa un estimador mejor de la desviación típica de una población de la que se ha tomado la muestra. Para valores grandes de  $N$  (por ejemplo,  $N > 30$ ), prácticamente no hay diferencia entre las dos definiciones. También, cuando se necesita el estimador mejor, puede obtenerse simplemente aplicando la desviación típica calculada con la primera definición por  $\sqrt{N/N - 1}$ . De aquí que se acostumbre a utilizar la primera definición.

**VARIANZA**

La **varianza** de un conjunto de datos se define como el cuadrado de la desviación típica y viene dada, por tanto, por  $s^2$  en (5) y (6).

T A B L A 1

Resistencia a la compresión simple obtenida en especímenes de una cierta roca.

Espécimen	Resistencia kg/cm <sup>2</sup>	Espécimen	Resistencia kg/cm <sup>2</sup>
1	247	51	236
2	249	52	236
3	241	53	211
4	197	54	261
5	252	55	243
6	252	56	243
7	241	57	249
8	197	58	251
9	304	59	261
10	276	60	247
11	249	61	233
12	322	62	249
13	348	63	249
14	241	64	267
15	249	65	211
16	194	66	238
17	236	67	253
18	233	68	241
19	208	69	246
20	231	70	246
21	261	71	253
22	304	72	211
23	283	73	217
24	308	74	213
25	281	75	224
26	265	76	204
27	279	77	208
28	314	78	203
29	308	79	208
30	293	80	196
31	283	81	277
32	239	82	253
33	246	83	253
34	283	84	251
35	300	85	224
36	286	86	268
37	281	87	271
38	288	88	216
39	277	89	216
40	268	90	251
41	267	91	203
42	257	92	229
43	267	93	217
44	227	94	227
45	236	95	193
46	257	96	204
47	273	97	193
48	266	98	204
49	257	99	187
50	271	100	193

En la Fig. 2 se muestran dos distribuciones normales, una alta y delgada y la otra más baja y más desparramada. Si ambas se refieren al mismo número de datos, las áreas bajo ellas serán iguales; es obvio que en la curva alta los datos están más cerca del promedio, en tanto que en la curva más baja se tiene una mayor dispersión.

Si esas curvas se han obtenido midiendo una cierta magnitud por medio de pruebas de laboratorio, utilizando un método A (curva alta) y otro B (curva baja), podrá decirse sin más, que el método A conduce a resultados más consistentes que el método B.

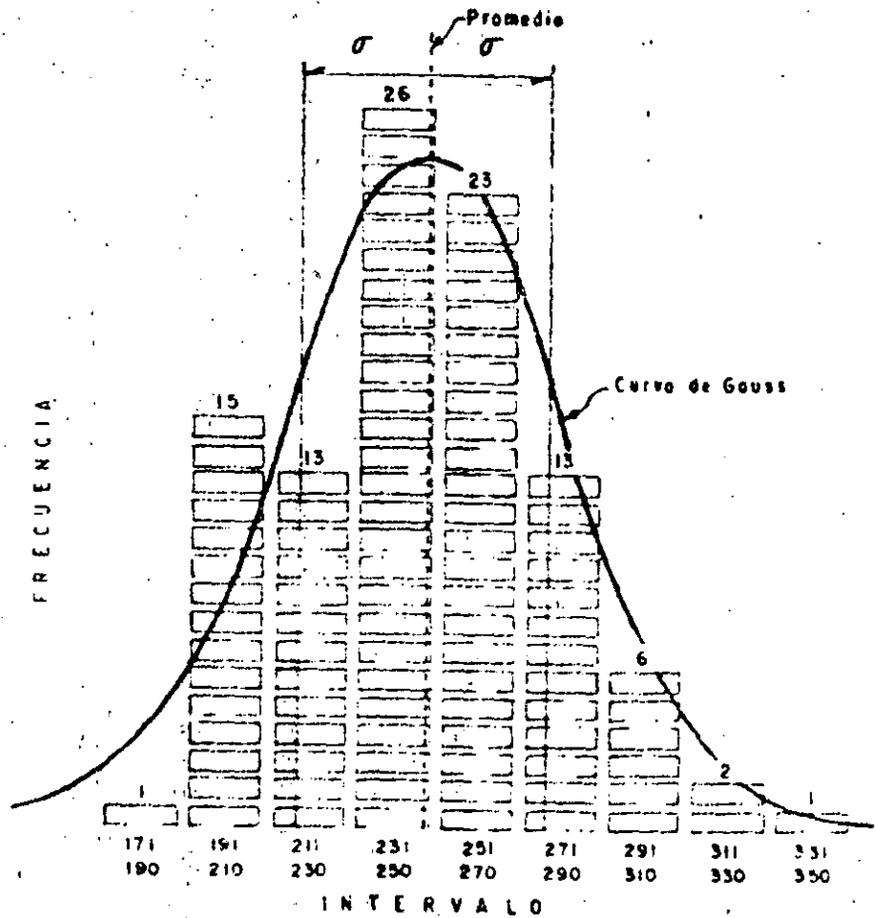


Figura 1. Histogramas de los datos de la Tabla 1.

Resulta fundamental en las aplicaciones poder valuar el grado de dispersión de los datos respecto al promedio. Una idea tosca de esta medida se tendría por la simple diferencia entre el dato más alto y el más bajo, pero

tal medida haría a un lado la idea de distribución, que es fundamental. Se define como desviación normal,  $\sigma$ , a la expresión:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n}}$$

donde,  $x$  representa el valor de un dato cualquiera y,  $\bar{x}$  el promedio de todos los datos;  $x - \bar{x}$  será entonces la desviación de un dato respecto a la media. En la expresión se considera el cuadrado de las desviaciones para eliminar la influencia del signo, pues unas pueden ser en más y otras en menos. Al dividir la suma de todas las desviaciones entre el número de ellas, se tiene lo que podría considerarse una media de las variaciones.

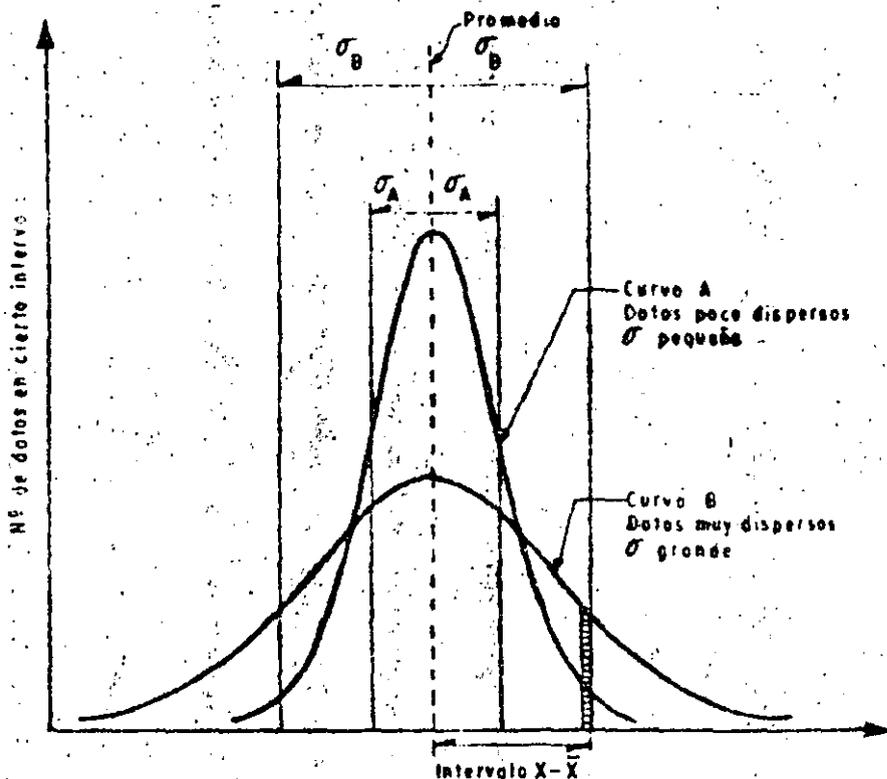


Figura 2. Formas de la curva de distribución normal.

El valor  $\sigma^2$  recibe el nombre de variancia de la distribución.

Se ve que la desviación estándar tiene las mismas unidades que los datos originales.

LAS DISTRIBUCIONES BINOMIAL, NORMAL Y DE POISSON

En 100 lanzamientos de una moneda el número medio de caras es  $\mu = Np = (100)(\frac{1}{2}) = 50$ . Este es el número esperado de caras en 100 lanzamientos de la moneda.

La desviación típica es  $\sigma = \sqrt{Npq} = \sqrt{100(\frac{1}{2})(\frac{1}{2})} = 5$ .

LA DISTRIBUCION NORMAL

Uno de los más importantes ejemplos de una distribución de probabilidad continua es la *distribución normal*, *curva normal* o *distribución de Gauss* dada por la ecuación

$$Y = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-1/2(X-\mu)^2/\sigma^2} \tag{3}$$

donde  $\mu$  = media,  $\sigma$  = desviación típica,  $\pi = 3.14159$ ,  $e = 2.71828$ .

El área total limitada por la curva (3) y el eje X es uno; de aquí que el área bajo la curva entre dos ordenadas  $X = a$  y  $X = b$ , donde  $a < b$ , representa la probabilidad de que X se encuentre entre a y b y se denota por  $P\{a < X < b\}$ .

Cuando la variable X viene expresada en unidades de desviación,  $z = (X - \mu)/\sigma$ , la ecuación (3) queda sustituida por la *forma llamada tipificada*:

$$Y = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-1/2z^2} \tag{4}$$

En este caso se dice que z se *distribuye normalmente con media cero y varianza uno*.

Un gráfico de esta curva normal tipificada se muestra en la Fig. 7-1. En este gráfico se han indicado las áreas incluidas entre  $z = -1$  y  $+1$ ,  $z = -2$  y  $+2$ ,  $z = -3$  y  $+3$ , que son, respectivamente, el 68.27%, 95.45% y 99.73% del área total que vale uno.

En el Apéndice II, página 343 aparece una tabla que da las áreas bajo esta curva, limitadas por la ordenada  $z = 0$  y cualquier otro valor positivo de z. De esta tabla puede sacarse el área comprendida entre dos ordenadas cualesquiera por la simetría de la curva respecto a  $z = 0$ .

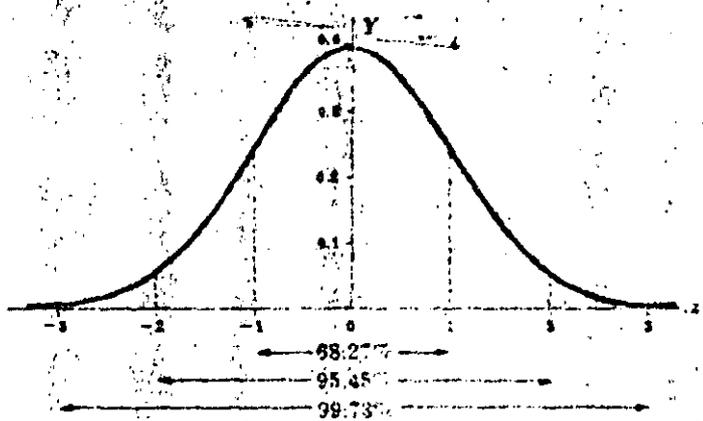


Fig. 7-1

Tabla 7-2

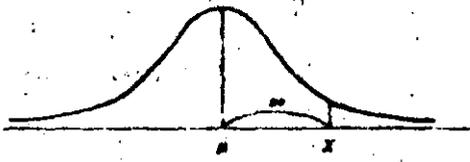
Media	$\mu$
Varianza	$\sigma^2$
Desviación típica	$\sigma$
Coefficiente de sesgo	$\alpha_3 = 0$
Coefficiente de curtosis	$\alpha_4 = 3$
Desviación media	$\sigma\sqrt{2/\pi} = 0.7979\sigma$

ALGUNAS PROPIEDADES DE LA DISTRIBUCION NORMAL dada por la ecuación (3) vienen indicadas en la Tabla 7-2.



14

TABLA 1  
Áreas bajo la curva normal



Ejemplo

$$Z = \frac{X - \mu}{\sigma}$$

$$P(Z > 1) = .1587$$

$$P(Z > 1.96) = .0250$$

Desv. normal	.00	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09
0.0	.5000	.4960	.4920	.4880	.4840	.4801	.4761	.4721	.4681	.4641
0.1	.4602	.4562	.4522	.4483	.4443	.4404	.4364	.4325	.4286	.4247
0.2	.4207	.4168	.4129	.4090	.4052	.4013	.3974	.3936	.3897	.3859
0.3	.3821	.3783	.3745	.3707	.3669	.3632	.3594	.3557	.3520	.3483
0.4	.3446	.3409	.3372	.3336	.3300	.3264	.3228	.3192	.3156	.3121
0.5	.3085	.3050	.3015	.2981	.2946	.2912	.2877	.2843	.2810	.2776
0.6	.2743	.2709	.2676	.2643	.2611	.2578	.2546	.2514	.2483	.2451
0.7	.2420	.2389	.2358	.2327	.2296	.2266	.2236	.2206	.2177	.2148
0.8	.2119	.2090	.2061	.2033	.2005	.1977	.1949	.1922	.1894	.1867
0.9	.1841	.1814	.1788	.1762	.1736	.1711	.1685	.1660	.1635	.1611
1.0	.1587	.1562	.1539	.1515	.1492	.1469	.1446	.1423	.1401	.1379
1.1	.1357	.1335	.1314	.1292	.1271	.1251	.1230	.1210	.1190	.1170
1.2	.1151	.1131	.1112	.1093	.1075	.1056	.1038	.1020	.1003	.0985
1.3	.0968	.0951	.0934	.0918	.0901	.0885	.0869	.0853	.0838	.0823
1.4	.0808	.0793	.0778	.0764	.0749	.0735	.0721	.0708	.0694	.0681
1.5	.0668	.0655	.0643	.0630	.0618	.0606	.0594	.0582	.0571	.0559
1.6	.0548	.0537	.0526	.0516	.0505	.0495	.0485	.0475	.0465	.0455
1.7	.0446	.0436	.0427	.0418	.0409	.0401	.0392	.0384	.0375	.0367
1.8	.0359	.0351	.0344	.0336	.0329	.0322	.0314	.0307	.0301	.0294
1.9	.0287	.0281	.0274	.0268	.0262	.0256	.0250	.0244	.0239	.0233
2.0	.0228	.0222	.0217	.0212	.0207	.0202	.0197	.0192	.0188	.0183
2.1	.0179	.0174	.0170	.0166	.0162	.0158	.0154	.0150	.0146	.0143
2.2	.0139	.0136	.0132	.0129	.0125	.0122	.0119	.0116	.0113	.0110
2.3	.0107	.0104	.0102	.0099	.0096	.0094	.0091	.0089	.0087	.0084
2.4	.0082	.0080	.0078	.0075	.0073	.0071	.0069	.0068	.0066	.0064
2.5	.0062	.0060	.0059	.0057	.0055	.0054	.0052	.0051	.0049	.0048
2.6	.0047	.0045	.0044	.0043	.0041	.0040	.0039	.0038	.0037	.0036
2.7	.0035	.0034	.0033	.0032	.0031	.0030	.0029	.0028	.0027	.0026
2.8	.0026	.0025	.0024	.0023	.0023	.0022	.0021	.0021	.0020	.0019
2.9	.0019	.0018	.0018	.0017	.0016	.0016	.0015	.0015	.0014	.0014
3.0	.0013	.0013	.0013	.0012	.0012	.0011	.0011	.0011	.0010	.0010

## LA DISTRIBUCION NORMAL

14. En un examen final de matemáticas la media fue 72 y la desviación típica 15. Determinar las referencias tipificadas (es decir, graduaciones en unidades de desviación típica) de los estudiantes que obtuvieron puntuaciones de (a) 60, (b) 93, (c) 72.

Solución:

$$(a) z = \frac{X - \bar{X}}{s} = \frac{60 - 72}{15} = -0,8 \quad (b) z = \frac{X - \bar{X}}{s} = \frac{93 - 72}{15} = 1,4$$

$$(c) z = \frac{X - \bar{X}}{s} = \frac{72 - 72}{15} = 0$$

15. Con referencia al Problema 14, hallar las puntuaciones correspondientes a las referencias tipificadas (a) -1, (b) 1,6.

Solución:

$$(a) X = \bar{X} + zs = 72 + (-1)(15) = 57 \quad (b) X = \bar{X} + zs = 72 + (1,6)(15) = 96$$

16. Dos estudiantes fueron informados de que habían recibido referencias tipificadas de 0,8 y -0,4, respectivamente, en un examen de inglés. Si sus puntuaciones fueron 88 y 64, respectivamente, hallar la media y desviación típica de las puntuaciones del examen.

Mediante la ecuación  $X = \bar{X} + zs$ , se tiene para el primer estudiante (1)  $88 = \bar{X} + 0,8s$   
para el segundo estudiante (2)  $64 = \bar{X} - 0,4s$

Resolviendo (1) y (2) se llega a  $\bar{X} = 72$  y desviación típica  $s = 20$ .

17. Hallar el área bajo la curva normal en cada uno de los siguientes casos. Utilizar la tabla de la página 343.

- (a) Entre  $z = 0$  y  $z = 1,2$ .

En la tabla se va hacia abajo en la columna encabezada por  $z$  hasta encontrar el valor 1,2. Entonces por esa fila hacia la derecha hasta la columna encabezada por 0.

El resultado 0,3849 es el área pedida y representa la probabilidad de que  $z$  esté comprendida entre 0 y 1,2, denotado por  $P(0 \leq z \leq 1,2)$ .

- (b) Entre  $z = -0,68$  y  $z = 0$ .

Por simetría, área pedida = área entre  $z = 0$  y  $z = 0,68$ .

Para hallar el área entre  $z = 0$  y  $z = 0,68$ , se procede como antes, de arriba hacia abajo en la columna encabezada por  $z$  hasta el valor 0,6. Entonces por esa fila hacia la derecha hasta la columna encabezada por 8.

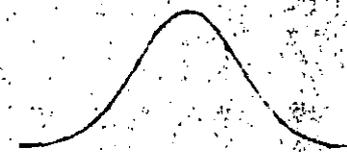
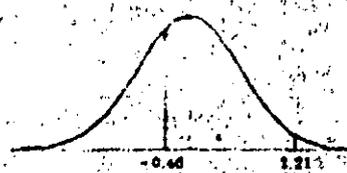
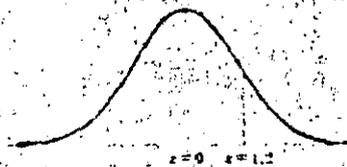
El resultado 0,2518 es el área pedida y representa la probabilidad de que  $z$  esté entre -0,68 y 0, denotado por  $P(-0,68 \leq z \leq 0)$ .

- (c) Entre  $z = -0,46$  y  $z = 2,21$ .

$$\begin{aligned} \text{Área pedida} &= (\text{área entre } z = -0,46 \text{ y } z = 0) + (\text{área entre } z = 0 \text{ y } z = 2,21) \\ &= (\text{área entre } z = 0 \text{ y } z = 0,46) + (\text{área entre } z = 0 \text{ y } z = 2,21) \\ &= 0,1772 + 0,4864 = 0,6636 \end{aligned}$$

- (d) Entre  $z = 0,81$  y  $z = 1,94$ .

$$\begin{aligned} \text{Área pedida} &= (\text{área entre } z = 0 \text{ y } z = 1,94) - (\text{área entre } z = 0 \text{ y } z = 0,81) \\ &= 0,4738 - 0,2910 = 0,1828 \end{aligned}$$



Determinar la probabilidad de ensayos por debajo de  $f'_c$  que aparezcan en el proyecto siguiente:

Supongamos que:

$$f'_c = 200$$

$$\bar{X} = 259$$

$$s = 35$$

$$\bar{X} - f'_c = 259 - 200 = 55 \text{ kg/cm}^2$$

$$55 = \frac{55}{35} \sigma = 1.57$$

Por la tabla 1, la probabilidad de las pruebas inferiores a  $f'_c$  si  $\bar{X} = f'_c + 1.57 \sigma$  es igual a aproximadamente al 6 por ciento, o sea, que puede esperarse que el 6 por ciento de los ensayos arrojen resultados inferiores a 200 kg/cm<sup>2</sup>.

Ejemplo 2

Supongamos que a un proyectista de especificaciones le gustaría contar al 5 por ciento la probabilidad de ensayos inferiores a 200 y obtener un valor de 32 kg/cm<sup>2</sup> para la desviación estándar esperada de los valores de los ensayos de resistencia de concreto.

Para qué resistencia promedio debe proyectarse el concreto? En la tabla 1 para 5 por ciento de ensayos abajo de  $f'_c$ , se ve que:

$$\bar{X} = f'_c + 1.65 \sigma$$

$$\bar{X} = 200 + 1.65 \times 32$$

$$\bar{X} = 253 \text{ kg/cm}^2$$

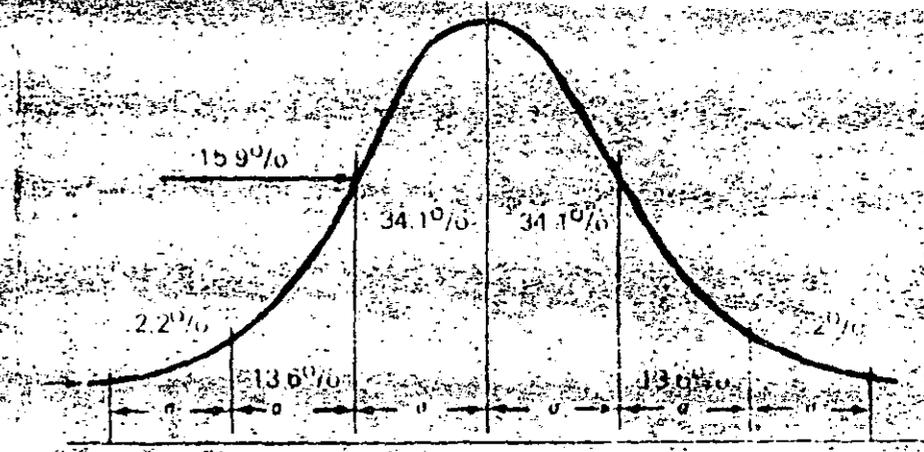


Fig. 3. División del área situada debajo de la curva de distribución de frecuencia normal, basada en desviaciones de  $\bar{X}$  en múltiplos de  $\sigma$ .

TABLA 1. PORCENTAJES ESPERADOS EN LOS RESULTADOS DE LAS PRUEBAS INFERIORES A  $f'_c$ .

Resistencia media $\bar{X}$	Porcentaje de resultados bajos	Resistencia media $\bar{X}$	Porcentaje de resultados bajos
$f'_c + 0.10\sigma$	46.0	$f'_c + 1.6\sigma$	5.5
$f'_c + 0.20\sigma$	42.1	$f'_c + 1.7\sigma$	4.5
$f'_c + 0.30\sigma$	38.2	$f'_c + 1.8\sigma$	3.6
$f'_c + 0.40\sigma$	34.5	$f'_c + 1.9\sigma$	2.9
$f'_c + 0.50\sigma$	30.9	$f'_c + 2.0\sigma$	2.3
$f'_c + 0.60\sigma$	27.4	$f'_c + 2.1\sigma$	1.8
$f'_c + 0.70\sigma$	24.2	$f'_c + 2.2\sigma$	1.4
$f'_c + 0.8\sigma$	21.2	$f'_c + 2.3\sigma$	1.1
$f'_c + 0.9\sigma$	18.4	$f'_c + 2.4\sigma$	0.8
$f'_c + \sigma$	15.9	$f'_c + 2.5\sigma$	0.8
$f'_c + 1.1\sigma$	13.6	$f'_c + 2.6\sigma$	0.45
$f'_c + 1.2\sigma$	11.5	$f'_c + 2.7\sigma$	0.35
$f'_c + 1.3\sigma$	9.7	$f'_c + 2.8\sigma$	0.25
$f'_c + 1.4\sigma$	8.1	$f'_c + 2.9\sigma$	0.19
$f'_c + 1.5\sigma$	6.7	$f'_c + 3.0\sigma$	0.13

1.- Se han obtenido un conjunto de resultados de ensayos de concreto a la tracción de compresión y se desea saber la uniformidad y calidad de este.

DATOS

f.c. de proyecto = 250 Kg/cm<sup>2</sup>

No. de muestra 36

Especímenes por muestra 3

El diseño de la estructura fue realizado por el método de diseño plástico, concreto de calidad E.

EVALUACION DE LA UNIFORMIDAD EN LA PRODUCCION Y VARIACION

DE ENSAYOS

Muestra No.	Resistencia en Kg/cm <sup>2</sup>	Promedio Kg/cm <sup>2</sup>	Intervalo Kg/cm <sup>2</sup>	Promedio de muestra en Kg/cm <sup>2</sup>
13	210	210	0	210
14	210	210	0	210
21	213	213	0	213
24	214	214	0	214
25	224	224	0	224
27	224	224	0	224
28	223	223	0	223
29	207	207	0	207
30	235	235	0	235
31	225	225	0	225
32	277	277	0	277
33	233	233	0	233
34	244	244	0	244
50	260	260	0	260
51	280	280	0	280
58	305	305	0	305
59	295	295	0	295
60	281	281	0	281
61	273	273	0	273
62	256	256	0	256
69	310	310	0	310
70	300	300	0	300
72	240	240	0	240
74	250	250	0	250
80	287	287	0	287
86	250	250	0	250
87	241	241	0	241
88	271	271	0	271
89	255	255	0	255
96	250	250	0	250
141	250	250	0	250

B

Muestra No.	Resistencia en Kg/cm <sup>2</sup>		Promedio kg/cm <sup>2</sup>	Intervalo kg/cm <sup>2</sup>	Promedio de 3 muestras consecutivas
	Cil. 1	Cil. 2			
105	285	269	277	16	262
106	238	239	238	1	255
113	270	271	270	1	253
114	256	261	258	5	265
115	232	233	232	1	
116	305	303	304	2	
36	---	---	9331	177	---

Media =  $\bar{x} = \frac{9331}{36} = 259 \text{ Kg/cm}^2$

Desviación estándar =  $\sqrt{\frac{353497.64}{36}} = 31.34 \text{ Kg/cm}^2$

Media de Intervalos =  $\bar{h} = \frac{177}{36} = 4.92 \text{ Kg/cm}^2$

Desviación estándar de los intervalos =  $\sqrt{1 - \frac{1}{1.128}} \times 4.92 = 4.36 \text{ Kg/cm}^2$

α = 0.128 (Tabla 1)

Coefficiente de variación de los ensayos =  $V_1 = \frac{4.36}{259} \times 100 = 1.68\%$

Porcentaje de promedios abajo de f'c =  $\frac{16}{36} \times 100 = 44.44\%$

CONCLUSIONES ESTADISTICAS

- 1.- El promedio de las muestras es f'c = 259 Kg/cm<sup>2</sup>.
- 2.- Indica aquellos promedios de las muestras cuya resistencia es de más de 35 Kg/cm<sup>2</sup> por debajo del f'c de proyecto. (N. C. M. - C - 155 - 1981 5.1.1-2.c.)
- 3.- Indica aquellos promedios de 3 muestras consecutivas cuyas resistencias son menores que el f'c de proyecto. (N. C. M. C - 155 - 1981 5.1.1-2.b.)
- 4.- La desviación estándar de las muestras es de 31.34 Kg/cm<sup>2</sup> de donde se deduce de la tabla 1 que el grado de control de la uniformidad en la

fabricación del concreto es muy buena (A C I 214-77).

5.- El coeficiente de variación de los ensayos es de 1.68% de donde se deduce de la tabla 4 que el grado de control del laboratorio es excelente (A C I 214-77).

6.- Se tienen el 44.4% del total de promedios de f'c de los especímenes de las muestras, esta por debajo del f'c proyectado y el límite aceptado es del 10% para diseño plástico o presforzado, por lo tanto estas muestras no cumplen esta especificación (N. O. N. - C - 155 - 1981, 5.1.1.2.a).

7.- Se tienen dos promedios de f'c de los especímenes de las muestras cuya resistencia es de más de 35 kg/cm<sup>2</sup> por debajo del f'c de proyecto estas muestras en estado, ningún promedio puede tener una resistencia de más de 35 kg/cm<sup>2</sup> por debajo del f'c de proyecto.

8.- Se tienen 12 promedios de 3 muestras consecutivas cuyas resistencias son menores que el f'c de proyecto, estas muestras no cumplen la especificación (N. O. N. - C - 155 - 1981, 5.1.1.2.b).

De acuerdo a estos datos estadísticos, se puede concluir que la deficiencia en la resistencia del concreto se puede deber a un mal cálculo de la dosificación de los elementos que componen el concreto, por lo que se recomienda, que con los datos obtenidos se vuelva a calcular la resistencia requerida de la mezcla for.

N°. de Cuenta	CONCEPTO	Unidad	P. U.	ACUMULADO ANT		ESTA SEMANA		ACM. A LA FECHA	
				VOLUMEN	IMPORTE	VOLUMEN	IMPORTE	VOLUMEN	IMPORTE
	COMPRAME BANCO	M3	76.28	14,194	1'082,718	- - -	- - -	14,194	1'082,718
	EXTRACION MATERIAL APR.V.	M3	54.84	119,303	11'219,857	5,836	553,465	124,139	11'773,343
	EXTRACION MATERIAL "A"	M3	442.50	1,600	708,000	400	177,000	2,000	855,000
	EXTRACION MATERIAL "B"	M3	58.89	19,242	1'722,051	- - -	- - -	19,242	1'722,051
	EXTRACION DERRUMBES	M3	52.89	11,219	660,687	- - -	- - -	11,219	660,687
	EXTRACION BACHES	M3	55.88	2,714	151,658	255	14,249	2,969	165,909
	EXTRAC. MATERIAL APPROV. SUB-R.	M3	94.54	7,770	736,907	- - -	- - -	7,770	736,907
	EXTRACION MAT. "B" BANDO	M3	102.80	11,329	1'164,671	3,817	392,388	15,146	1'557,069
	EXTRACION MAT. APPROV. P/BACHES	M3	34.24	2,658	252,085	- - -	- - -	2,658	252,085
	EXTRACION C/MAL. EN AGUA	M3	84.28	209	17,614	- - -	- - -	209	17,614
	BOMBEO "B" d	HR.	346.34	225	77,926	- - -	- - -	225	77,926
	EXTRA. MANUAL MAT. "B"	M3	650.52	4	2,602	- - -	- - -	4	2,602
	<b>T O T A L</b>	<b>C T A . 01</b>		<b>17'795,736</b>			<b>1'157,123</b>		<b>18'933,950</b>
72	RAJONES CON TELONTE	M3	236.35	8,675	2'056,423	957	202,561	9,532	2'252,984
	(*) 15-06-6 FORMACION TELONTE	M3	80.92	11,565	935,921	857	69,348	12,423	1'005,269
	AFINE DE TERRENO	KM	21,915.69	5	119,579	- - -	- - -	5	119,579
	FORMACION Y COMPACT. TERRAPLEN	M3	50.61	109,512	5'542,402	6,711	319,644	116,223	5'882,046
	AGUA P/COMPACT. TERRAPLEN	M3	98.46	17,498	1'722,853	1,207	99,149	18,505	1'922,002
	AGUA P/CONSERV. TERRENO	M3	88.89	968	45,379	- - -	- - -	968	45,379
	AGUA P/COMPACT. TERRENO NAT.	M3	98.46	857	84,380	- - -	- - -	857	84,380
	RASADO AGUA 8 KM.	M3	24.99	155,090	3'873,450	8,056	203,316	163,056	4'074,269
	FORMACION Y COMPACT. SUB-RASADO	M3	254.30	7,149	1'160,945	- - -	- - -	7,149	1'160,945
	COMPACT. TERRENO NATURAL	M3	26.57	17,388	461,999	- - -	- - -	17,388	461,999
	AGUA P/COMPACT. TERRENO NATURAL	M3	98.46	5,216	513,563	- - -	- - -	5,216	513,563
	RASADO AGUA P/TERRENO NAT.	M3-KM	29.99	15,648	391,043	- - -	- - -	15,648	391,043
	<b>T O T A L</b>	<b>C T A . 02</b>		<b>16'891,988</b>			<b>917,022</b>		<b>17'809,010</b>
80	RAJONES TELONTE 1°. KM.	M3	38.35	13,445	515,616	1,071	41,073	14,516	556,689
	RAJONES KM-SUB. (7) TELONTE	M3-KM	15.68	126,053	1'652,911	8,568	134,346	134,621	1'787,537
	RAJONES TERRENO 1°. KM. TERRAPLEN	M3	38.35	250,138	5'757,752	7,295	279,763	257,433	6'037,555
	RAJONES TERRENO 1°. KM. SUB-R.	M3	38.35	17,567	673,694	- - -	- - -	17,567	673,694
	RAJONES 1°. KM. PROD. BACHES	M3	38.35	2,451	94,379	- - -	- - -	2,451	94,379
	RAJONES 2 KM-SUB. PROD. BACHES	M3-KM	15.68	2,232	34,398	- - -	- - -	2,232	34,398
	RAJONES 1°. KM. PROD. TERP. Y C.	M3	38.35	20,718	986,559	4,770	182,930	30,498	1'169,589
	<b>T O T A L</b>	<b>C T A . 03</b>		<b>3'726,079</b>			<b>638,112</b>		<b>4'364,179</b>
88	TRATATE ARTES	LOTE			4'717,366	- - -	- - -		4'717,366
	TRATATE VIB. UNIA ANEXA.					- - -	- - -		
	<b>T O T A L</b>	<b>C T A . 05</b>					<b>1'095,948</b>		<b>5'813,354</b>
	<b>T O T A L</b>	<b>ESTA SEMANA</b>			<b>49'132,079</b>		<b>3'783,214</b>		<b>52'915,293</b>

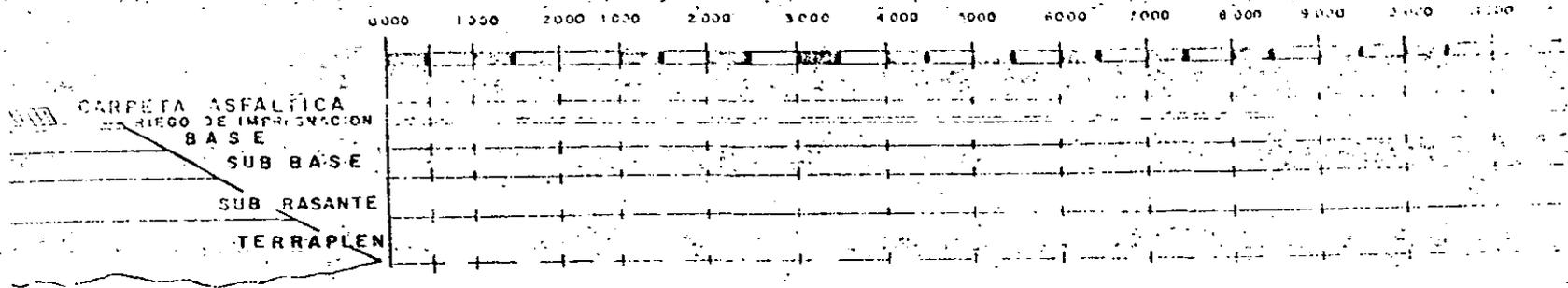
70

33



CYP 409

BOULEVARD TOLUCA-ATLACOMULCO



	VOL. PROYECTO	AVANCE SEMANA	VOL. FALTANTE	AVANCE %	ZONAS CRITICAS
CARPETA ASFALTICA	<input type="text"/>				
RIEGO DE IMPREGNACION	<input type="text"/>				
B A S E	<input type="text"/>				
SUB BASE	<input type="text"/>				
SUB RASANTE	<input type="text"/>				
TERRAPLEN	<input type="text"/>				

27

CONSTRUCCIONES, CONDUCCIONES Y PAVIMENTOS, S. A.  
GASTOS GENERALES



Nº OBRA

CUENTA Nº \_\_\_\_\_ FECHA \_\_\_\_\_

SUB - CUENTAS	ACUMULADO ANTERIOR	MOVIMIENTO SEMANAL	ACUMULADO A LA FECHA	PORCENTAJE SOBRE C.D.	PORCENTAJE A. D. C.
01. SALARIOS PERS. TEC.					
02. SALARIOS PERS. ADMVO.					
03. SALARIOS PERS. VIG.					
04. GASTOS DE CONSUMO					
05. EQUIPO DE OFICINA					
06. PAPELERIA Y COPIAS					
07. GTOS. REPRESENTACION					
08. TRANSP. DE PERS.					
09. COMUNICACIONES.					
10. VIATICOS Y S. SUELDOS					
11. TRASLADO DE EQUIPO					
12. OFICINAS Y BODEGAS					
13. CAMPAMENTO					
14. OFICINA CENTRAL					
15. FINANCIAMIENTO					
16. FIANZAS, SEGUROS, LIC.					
17. IMPUESTOS					
18. IMPREVISTOS					
19.					
20.					
S U M A					





CONSTRUCCIONES, CONDUCCIONES Y PAVIMENTOS, S. A.  
CONTROL DE COSTOS

25

Nº	OBRA

CUENTA Nº \_\_\_\_\_

FECHA: \_\_\_\_\_

SUB-CUENTAS		ACUMULADO ANTERIOR	MOVIMIENTO SEMANAL	ACUMULADO A LA FECHA	COSTO UNITARIO	ANALISIS DE COSTOS
01-	MANO DE OBRA ADMON.					
02-	MANO DE OBRA SUB-CONTRATOS					
03-	MAQUINARIA Y EQUIPO					
04-	COMBUSTIBLES Y LUB.					
05-	HERRAMIENTA					
06-	FLETES					
07-	MATERIALES					
08-						
09-						
10-						
11-						
12-						
13-						
14-						
15-						
16-						
17-						
SUMA						
GASTOS GENERALES						
TOTAL						

O. EJECUTADA	VOL. O. EJEC.	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	COSTO UNIT.	COSTO ANT.
--------------	---------------	-------------	-------------	-------------	------------



# CONTROL DE COSTOS

Por: Ings. Alfredo López Méndez y  
Artamio Gómez Ruiz\*

Una de las disciplinas contables de indiscutible importancia para cualquier negocio humano, ya sea agrícola, comercial, industrial, profesional o gubernamental, es la determinación y control de sus costos, al grado de que las programaciones más afinadas pueden fallar y hacer fracasar una empresa, si se descuida su estricta aplicación. Es por eso que este tema fue elegido con el objeto de unificar criterios y sistemas en beneficio de cualquier empresario particular o gubernamental.

## Objeto de la Contabilidad de Costos.

El objeto de la Contabilidad de Costos es el de obtener por medio de procedimientos contables, los costos de cualquier fase de trabajo, que permitan en todo momento analizar las inversiones bien sea en efectivo, en especie y en depreciaciones de equipo, para obtener costos unitarios que, comparados con el pago del avance obtenido en determinado concepto de trabajo, determinen la utilidad o pérdida según las inversiones y cobros resultantes.

Fundamentalmente, de la buena planeación del desarrollo de un programa de trabajos depende el buen resultado de la Contabilidad de Costos, existiendo por lo tanto la necesidad de para que ésta sea efectiva y demuestre resultados satisfactorios, haya una estrecha coordinación entre el Encargado de Costos de la Obra que es el intérprete de la información que recibe, y todos los demás Departamentos con obligaciones a este respecto: sola-

mente en esta forma se conocerán a ciencia cierta no únicamente los Costos obtenidos, sino que también se tendrá el recurso de controlar y evitar pérdidas. Tomando datos escritos en un buen Informe de Costos, el encargado de la Obra podrá analizar cuál o cuáles elementos influyeron definitivamente en el alza de un Costo Unitario, bien por una mala información obtenida de campo o bien por inadecuados procedimientos de Construcción. Es recomendable usar formas simplificadas para su control e ir recopilando datos para futuras Obras, basándose en que la mejor estadística y los datos más valiosos para una Empresa, son aquellos que representan la experiencia ordenada y sistematizada de la propia Empresa, resultados obtenidos con su propio personal, con sus propios sistemas y con su propia eficiencia. Es nuestro interés someter a la consideración de ustedes y al gremio de la Industria de la Construcción el presente trabajo.

## Control de Costos de Construcción.

Los Costos de Construcción se pueden clasificar en Indirectos y Directos.

### Costos Indirectos:

Los Costos Indirectos son todos aquellos gastos que eroga la Empresa para hacer posible la prosecución de todas sus operaciones en las diversas Obras a su cargo y que llamaremos: A (Administración Central) y los gastos que por su naturaleza intrínseca son de aplicación a los conceptos de trabajo que forman parte de una obra determinada, y que llamaremos: A-1 (Administración de Obra). Los Indirectos A, deberán ser prorrateados entre la suma del Costo Directo e Indirecto de las diversas Obras que la Empresa lleve a cabo y el Indirecto A-1 se prorrateará entre el Costo Directo de cada uno de los conceptos de trabajo que intervinieron en la Construcción de la Obra.

### Costos Directos:

Los Costos Directos son las erogaciones destinadas a la ejecución del trabajo por mano de obra, materiales y equipo.

El residente de la obra llevará el control de los Costos, por una parte para verificar que el desarrollo de la obra sigue los pasos previstos, en cuanto a programa y costo, por otra para registrar metódicamente toda la experiencia que vaya obteniendo en forma de datos concretos y ordenados, y

\* Funcionarios en la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Ponencia durante el VI Congreso Internacional de Ingeniería de Costos.

que servirá para juzgar sobre el funcionamiento de los distintos conceptos de trabajo y mejorar los procedimientos que afecten su realización. El Residente recabará del almacén, inspectores de camino y de otras fuentes, todas las erogaciones ya sean en efectivo, en materiales o cualquier otra índole para vaciarlas en las formas que para cada caso se han elaborado, observando:

- a) Si se registran erogaciones y no existen trabajos ejecutados o viceversa.
- b) Si las erogaciones son excesivas de acuerdo con la Obra ejecutada o a la inversa.

**Enumeración de las Formas**

Catálogo de cuentas principales de Construcción. Contiene los conceptos principales de trabajo que pueden intervenir en una obra, clasificados en clave para facilitar su manejo.

Forma Número 1.- "Consumo quincenal valorizado de combustible, lubricantes, filtros y materiales para conservar el equipo de operación."

Forma Número 2.- "Consumo quincenal valorizado de materiales y refacciones del equipo en reparación."

Forma Número 3.- "Consumo quincenal valorizado de materiales de construcción por frente de la obra."

Forma Número 4.- "Informe diario de tiempo extra."

Forma Número 5.- "Informe diario de toma de ría de tiempo."

Forma Número 6.- "Informe diario del mecánico o soldador sobre reparaciones a maquinaria, equipo ligero, transportes o instalaciones diversas."

Forma Número 7.- "Informe diario de operación de maquinaria, transportes y equipo ligero."

Con las Formas 2 y 5 la Residencia procederá a clasificarlos y podrá formular a:

Forma Número 8.- "Control de reparaciones de maquinaria, transportes, equipo ligero o instalaciones diversas" que contendrá el monto total de las erogaciones por mes o de obra, almacén, taller,

CONSUMO VALORIZADO DE COMBUSTIBLES, LUBRICANTES, FILTROS Y MATERIALES PARA CONSERVAR EL EQUIPO EN OPERACION															FORMA No. 1					
O B R A : CABALLERIA					UBICACION: MICHOACAN					TURNO: 1a. QUINCENA DE TIEMPO DE 1976										
No. ECO. 425-2					DESC. DE LA MAQ. MOTOSCREPA															
ARTICULOS	P. U.	UND.	DÍAS																CANT.	IMPORTE
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16		
Combustibles Diesel	10.33	lt			180	35	120	50	180	100	35	100	80	20	80	200	1680	558.40		
Acete Diesel Serie No. 3	4.00	lt														40	40	160.00		
Grasa Chassis	4.50	kg														2	2	9.00		
Grasa EP No. 90	5.00	kg														1	1	5.00		
Cable Alm. de Acero de 1/2"	12.00	m.			18											20	18	458.00		
Filtro Lubricante No. D-2473	38.00	pza														1	1	38.00		
Filtro Transmisión No. D-1517	53.00	pza														2	2	106.00		
Filtro Combustible No. D-1894	17.00	pza														1	1	17.00		
Grasa Mobil Plex EP No. 2	7.00	kg														1	1	7.00		
IMPORTE COMBUSTIBLES Y LUBRICANTES (L)					75.00	44.55	39.60	49.50	59.40	33.00	161.00	225.59	33.00	6.40	84.00	59.40	66.00		758.40	
IMPORTE FILTROS (F)																			163.00	
IMPORTE MATERIALES (M)					260.00											240.00			458.00	
																			775.40	
CONTROLADOR DE COSTOS																				

Forma Número 1.- "Consumo Quincenal valorizado de combustibles, lubricantes, filtros y materiales para conservar el equipo de operación"



que las jefaturas analicen por comparación, la marcha de otras obras que se ejecutaran en igualdad de circunstancias o bien, la formulación de estimados de Costos de Obras similares.

- D-1 En material "A"
- D-2 En material "B"
- D-3 En material "C"
- Importe "D"

CONSUMO VALORIZADO DE MATERIALES DE CONSTRUCCION

FORMA No. 3

O B R A CABALLERIAS UBICACION: MICHOACAN TURNO: LA QUINCENA DE ENERO DE 1966  
 FRETE: CORTINA CUENTA: N-1

ARTICULOS	P. U.	UND	DÍAS																CANT.	IMPORTE
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16		
Dinamita Geloma Extra 40%	6.00	kg			25		50				25						70	170	1,020.00	
Cañuela	0.30	m			60		120				70						150	420	126.00	
Fulminantes	0.60	kg			100		150				100						200	550	330.00	
Acero Barranación 7/8"x0.80 m.	90.00	pie					1											1	90.00	
Acero Barranación 7/8"x2.40 m.	130.00	pie					2											2	260.00	
Acero Barranación 2 1/8"x4.00 m.	250.00	pie															1	1	250.00	
Broche perforadora	7.00	pie															20	20	140.00	
IMPORTE DINAMITA Y ARTIFICIOS (E)					28.00		420.00				231.00						585.00		1,473.00	
IMPORTE CEMENTO (C)																				
IMPORTE MATERIALES VARIOS (M)							150.00				180.00								740.00	
<b>T O T A L</b>															<b>5</b>	<b>2,213.00</b>				

CONTROLADOR DE COSTOS

Forma Número 3. Consumo Quincenal valorizado de materiales de construcción por frentes de la Obra

Catálogo de Cuentas Principales de Construcción para Aplicación de Costos:

FRENTE DE APLICACION Cortina  
Vertedor  
Obra de Toma  
Zona de Riego

CORTINA

Clave Concepto  
 A Administración Central  
 A-1 Administración de Campo  
 Importe Administración

B Desmonte

C Despalme  
 D Excavación a Máquina

- E Excavación a mano
- E-1 En material "A"
- E-2 En material "B"
- E-3 En material "C"
- Importe "E"
- F Material impermeable compactado
- F-1 Extracción, carga y acarreo primer kilómetro
- F-2 Acarreo kilómetros subsiguientes
- F-3 Colocación
- F-4 Compactación
- F-5 Consolidación especial
- Importe "F"
- G Material permeable colocado (filtro o revestimiento corona)
- G-1 Extracción, carga y acarreo primer kilómetro
- G-2 Acarreo kilómetros subsiguientes

G-3	Colocación
Importe	"G"
H-3	Roca para enrocamiento, concretos, colcheros y mamposterías
H-1	Explotación incluyendo acarreo primer kilómetro
H-2	Pepeña, incluyendo acarreo primer kilómetro
H-3	Carga
H-4	Acarreo kilómetros subsecuentes
H-5	Colocación
Importe	"H"
I	Agregados para concretos y morteros
I-1	Extracción, carga y acarreo primer kilómetro
I-2	Producción (Trituración, cribado, lavado, etc.)
I-3	Acarreo kilómetros subsecuentes
Importe	"I"
J	Cimbra
K	Suministro y colocación fierro de refuerzo
L	Fabricación y colocación de concretos y colcheros (excluidos "H", "I", "J" y "K")
L-1	Concreto simple
L-2	Concreto reforzado
L-3	Concreto ciclopeo
L-4	Colcheros
Importe	"L"
M	Mamposterías (excluidos "H" e "I")
M-1	Mamposterías
M-2	Zampeados con mortero
M-3	Zampeados secos
Importe	"M"
N	Bombeo
O	Suministro y colocación de hierro estructural, tuberías y accesorios, etc.
P	Tratamiento de cimentaciones (excluidos "H")
P-1	Limpieza
P-2	Pruebas de permeabilidad
P-3	Perforación para inyecciones o drenes
P-4	Inyectados
Importe	"P"

### CUENTAS GENERALES

Q	Construcción y conservación de caminos de acceso
R	Construcción y conservación de camalimentos
S	Control y desvío del río

Para los frentes de trabajo en "Vertedor", "Obra de Toma" y "Zona de Riego" se deberán tomar los conceptos adecuados para cada uno de ellos de acuerdo a la clasificación anteriormente descrita para "La Cortina".

Para la integración de la Contabilidad de Costos, son indispensables los consumos de almacén; las salidas por este concepto se obtienen directamente de los Vales Almacén.

El "Vale al Almacén" deberá contener independientemente de los demás datos para el control de la contabilidad de almacenes, el uso específico a que se destinan las salidas de consumo, de tal forma que facilite la aplicación correcta a los distintos conceptos de trabajo de acuerdo con el Catálogo de Claves de Costo preestablecido. El importe de este documento debe ser igual al que aparece el balance de salidas de almacén con cargo a los Costos de Obra.

Como la contabilización de las salidas de almacén debe ser diaria, una copia del "Vale de Almacén" del movimiento habido, le será entregada al Encargado de Costos con la suma total de todos los vales formulados durante el o los turnos diarios, para que una vez clasificados de acuerdo con el Catálogo de Claves, puedan ser vaciados a:

- Forma Número 1.- Consumo valorizado de combustibles, lubricantes, filtros y materiales para conservar el equipo en operación.
- Forma Número 2.- Consumo valorizado de combustibles, lubricantes, y materiales de equipo en reparación y
- Forma Número 3.- Consumo valorizado de materiales de Construcción.

Los datos que contendrá la Forma Número 4 "Informe de horas extras" serán en la parte superior el nombre de la obra, ubicación, turno y fecha. En la Columna 1, se anotará el nombre del trabajador. En la Columna 2, su categoría. En la Columna 3, la hora en que empieza a trabajar. En la Columna 4, la hora en que termina. En la Columna 5, la cantidad de horas trabajadas. En la Columna 6, se describirá la clase de trabajo que ejecutó cada uno de los trabajadores. En la Columna 7, el frente de la Obra donde se ejecutó dicho trabajo (cortina, vertedor, obra de toma, zona de riego, etc.). En la Columna 8, la cuenta o clave de construcción correspondiente al con-



INFORME DIARIO DE TOMADURIA

OBRA CABALLERIAS UBICACION MICHOACAN TURNO 19 DE ENERO DE 19 66

CATEGORIA	FRENTE	CUENTA	CANT.	SALARIO DIARIO 70. DIA	IMPORTE T/ORDINARIO	IMPORTE T/EXTRA	TOTAL DEBERGADO
Poblador	Cortina	H-1	1	37.33	37.33	32.00	69.33
Peones Amacise	Cortina	H-1	5	18.20	91.00	72.00	163.00
Cabo en Boca	Cortina	H-4	1	26.10	26.10		26.10
Peones en Boca	Cortina	H-4	12	18.20	218.40		218.40
Peones Banderas	Cortina	F-3	2	18.20	36.40		36.40
Cabo	Vertedor	H-1	1	26.10	26.10		26.10
Albañiles	Vertedor	H-1	8	27.00	216.00		216.00
Peones	Vertedor	H-1	12	18.20	218.40		218.40
Carpintero	O. de Toma	J	2	30.10	60.20		60.20
Peones	O. de Toma	J	2	18.20	36.40		36.40
Albañiles	O. de Toma	L-1	4	27.00	108.00		108.00
Peones	O. de Toma	L-1	12	18.20	218.40		218.40
Cabo	Zona de Riego	D-1	1	26.10	26.10		26.10
Peones	Zona de Riego	U-1	20	18.20	364.00		364.00
Resumen:	Cortina	H-1	232.33				1,786.83
	Cortina	H-4	244.50				
	Cortina	F-3	36.40				
	Vertedor	H-1	460.50				
	O. de Toma	J	96.60				
	O. de Toma	L-1	126.40				
	Zona de Riego	D-1	190.10				
			1,786.83				

NOTA: COLUMNA 7 DE LA FORMA No. 4

INSPECTOR DE CAMPO

TOMADURIA DE TIEMPO

SOBRESTANTE

Forma Número 5. "Informe diario de tomaduría de tiempo"

tractor, motoescrepa, camioneta pick-up, camión recilas, volteo, camión tanque, revoladora, perforadora, rompedora, etc. En la columna 5, la cantidad de horas invertidas en las reparaciones, conservaciones o instalaciones diversas; debiendo al final del día checar la suma de las horas con las del turno establecido. En la columna 6, se anotará el importe de la mano de obra, resultante de distribuir proporcionalmente el total de los salarios entre las horas invertidas en cada reparación.

La Forma Número 7, "Informe diario de operaciones de maquinaria y transportes", deberá ser elaborada por el Inspector de campo y consignará tanto la firma de él como la del chofer u operador de la máquina y sobrestante, debiendo ser entregada a la Residencia para concentrarla en la Forma Número 9; los datos que contendrá serán: en la parte superior la obra, ubicación, nombre del operador y ayudante(s), fecha, descripción de la máquina o transporte, número económico, turno y los salarios correspondientes, incluyendo el séptimo día y las horas extras.

En la columna 1, se especificarán los trabajos que ejecutó el transporte o máquina. En la columna 2, la distancia en metros entre centros de gra-

vedad siguiendo el camino aprobado, del banco de préstamo al lugar de depósito o tiro. En la columna 3, el lugar de la obra a donde se acarrió el material. En la columna 4, la clave del concepto de trabajo ejecutado. En las columnas 5, 6, 7, 8 y 9 con título principal, horas y subtítulo "E" las horas electivas, "T" las horas de traslado, "O" las horas ocio, "R" las horas de reparación y "HT" las horas totales. En la columna 10, la cantidad de trabajo ejecutado, (número de viajes, revolturas, etc.)

El Cuadro inferior servirá para anotar la hora de iniciación y terminación observada en el cronómetro de la máquina y todas aquellas observaciones que justifiquen la baja eficacia de una máquina por ejemplo: el exceso de tiempo ocioso que estuvo parado un vehículo por habérselo reventado una llanta en el trayecto de un frente a otro y si se trata de una máquina ociosa, debido a fallas imprevistas no imputables al operador como falta de trazo, estacado de laterales, falta de niveles, descompostura de un equipo básico, del que ella dependa, etc.

Forma Número 8. "Control de Reparaciones de Maquinaria, Transportes, Equipo Ligero, e

OBRA: CABALLERIAS UBICACION: MICHOACAN TURNO: 12 1 DE ENERO DE 19 66

NOMBRE DEL MECANICO O SOLDADOR: ALFONSO PEREZ SOTO SALARIO (INC. 70. DIA Y T-EXTRA) \$ 65.34

NOMBRE DEL AYUDANTE: JOSE NUÑEZ GALVAN SALARIO (INC. 70. DIA Y T-EXTRA) \$ 25.66

NOMBRE DEL AYUDANTE: \_\_\_\_\_ SALARIO (INC. 70. DIA Y T-EXTRA) \$ \_\_\_\_\_

NOMBRE DEL AYUDANTE: \_\_\_\_\_ SALARIO (INC. 70. DIA Y T-EXTRA) \$ \_\_\_\_\_

TOTAL \$ 91.00

CLASE DE REPARACION	LECTURA HOROMETRO	No. ECCO.	DESC. DE LA MAQUINA	HORAS DE REPARACION	IMPORTE
Calibrar Tóbedas Bombas Inyección	1 453	425-3	Motoescrpa	1	11 37
Conservación	820	142-98	Compresora	2	22 74
Cambio Cable de la Puerta	1 512	425-2	Motoescrpa	1	11 37
Soldar Cuchilla 424-11	4 650	212-151	Tractor D-7	2	22 74
Limpia Carburador Bomba 510-3		323-398	Camión Tanque	0.5	5 68
Vigilancia General Equipo Obra				1.5	17 10
				8.0	91 00

INSPECTOR DE CAMPO

INTENDENTE MAQUINARIA

Forma Número 6.- "Informe diario del mecánico o soldador sobre reparaciones a maquinaria, transportes, equipo ligero o instalaciones diversas"

Instalaciones Diversas". En la parte superior se anotará la obra, ubicación, quincena, mes y año. En la columna No. 1, la fecha en que se efectúa la reparación. En la 2 la clase o tipo de reparación ejecutada. En la 3 la lectura del horómetro al ocurrir la reparación. En la 4 el No. Ecco. o si no estuviera clasificado por el Almacén General de la Empresa, el No. de serie del fabricante del equipo auxiliar de un transporte ( la bomba de agua de un camión tanque), o el equipo auxiliar de una máquina ( la cuchilla de un tractor, la toma de fuerza o desgarrador del mismo, etc.), que son elementos auxiliares que prestan servicio a un transporte o máquina principal y pueden tener erogaciones por reparación mayor o menor como es el caso de los ejemplos que se ilustran en esta forma. En las columnas 5, 6, 7 y 8 con el título principal "Servicio A" y sub-títulos "Número Económico Equipo Principal" el No. Ecco. o si no estuviera clasificado por el almacén general de la Empresa, el número de serie del fabricante de la máquina o transporte principal, en el sub-título "Descripción Equipo" la clase de máquina o transporte (Motoescrpa, tractor, compresor, camión volteo, ca-

mión tanque, etc.) En el sub-título "Frente" el lugar, cortina, vertedor, obra de toma, etc., donde se ejecuta el trabajo o instalación; en el sub-título "Cuenta", la clave de la cuenta de construcción donde se estaba desempeñando el trabajo al ocurrir la avería. En las columnas 9, 10 y 11 con el título principal "Mano de Obra" sub-título "Horas", el tiempo invertido en cada reparación; en los sub-títulos "Reparación Mayor" y "Reparación Menor", se anotará el salario proporcional correspondiente a las horas trabajadas en la reparación ejecutada por el mecánico y el ayudante(s) de acuerdo con la indole de las mismas. En las columnas 12, 13 y 14 con título principal "Almacén" y sub-títulos "Combustibles y Lubrificantes", el importe en pesos de los consumos de los combustibles y lubricantes que se usaron para esta reparación ( de la Forma No. 2); ya sea que dicha máquina los haya usado para lavados o que un soldador propiedad de la empresa o foránea los haya consumido al intervenir en la reparación. En el sub-título "Materiales", el importe en pesos de todos aquellos elementos considerados como tales y que se usaron en la reparación" de la Forma No.

FORMA No. 7

OBRA: CABALLERIA UBICACION: MICHOACÁN ESTADO: MICHOACÁN DE ENERO DE 1966

OPERADOR: CARLOS FELIX GOMEZ AYUDANTE: SALVADOR AMRITETA FLORES

TIPO: L... No. ECCO: 425 DESCRIPCION DE EQUIPO: ... PA. CAPACIDAD: ...

LUGAR O CLASE DE TRABAJO	CANT. DE MATERIAL	FRENTES	CUENTA	HORAS						CANT. DE TRABAJO	UNIDAD
				L	T	O	P	H	S		
Desplome de Banco No. 2	150 m.	CONCRETO	1	1.5					1.5	70	Metros
Acarreo Material Impermeable	20 m.	CONCRETO	2	6.5					6.5	96	Metros
Arreglo Camino de Acceso								10:00			

E. Horas Efectivas      R. Horas de Reparación  
T. Horas de Traslado      T.H. Total Horas  
O. Horas de Ocio

OBSERVACIONES	LECTURA DE HORÓMETRO O EQUIVALENTE	
	INICIO	TERMINO
Se terminó en Bodega de Existencia de Cable de 12...	1445	1455

OPERADOR: \_\_\_\_\_ INSPECTOR DE OBRA: \_\_\_\_\_

Forma Número 7. "Informe diario de operación de maquinaria, transportes y equipo ligero"

2) como soldaduras, fierro estructural, etc. En el sub-título "Refacciones" el importe de las refacciones directas usadas en la máquina reparada. En la columna 15, el importe de facturas o remisiones de trabajos ejecutados en talleres foráneos (tresar un engrane, rectificar, cepillar, tornear o soldar una pieza, etc.) En la columna 16, el importe de gastos diversos o varios, no considerados como materiales y refacciones (pase de un peón por llevar una pieza a un taller, conferencia telefónica urgiendo o solicitando algún material, etc.) que se invirtieron en la reparación. En la columna 17, la suma de todas las columnas anteriores donde se consigna el importe en pesos. En las columnas 18, 19, 20 y 21 con título principal "Equipo Empresa que interviene en la reparación" y sub-título "Número Económico", la clasificación o número de serie del fabricante de la máquina que interviene en la reparación. En el sub-título "Horas efectivas", la cantidad de horas efectivas invertidas en la reparación. En el sub-título "Factor de Depreciación" se anotará la tarifa por hora efectiva (Costo de adquisición más depreciación y % Ints., Seguros e Impuestos, suma dividida entre el número de horas efectivas que constituye la vida económica de la máquina igual a factor de depre-

ciación). En el sub-título "Depreciación", el importe en pesos, producto de multiplicar las horas efectivas por el factor de depreciación. En la columna 22, el importe de la factura o remisión por el alquiler de una máquina propiedad ajena que interviene en la reparación; en la columna 23, el importe de la suma de las columnas 17, 21 y 22. En la 24, se anotará la parte proporcional por concepto de vigilancia y reparaciones de la soldadora, grúa, etc., descrita en la Nota A de esta Forma. En la columna 25, la suma de las columnas 23 y 24.

Forma Número 9. "Concentración de erogaciones correspondientes al equipo con aplicación a frentes y cuentas de construcción". En la parte superior, el nombre de la obra, ubicación, período comprendido y año. En la columna 1 el número Ecco, o si no estuviera clasificado por el almacén general de la empresa, el No. de serie del fabricante del equipo auxiliar de un transporte ( la bomba de agua de un camión tanque) o el equipo auxiliar de una máquina ( la cuchilla de un tractor, la toma de fuerza del mismo, etc.) que son elementos auxiliares que prestan servicio a un transporte o máquina principal y que tienen erogaciones por operación, reparación mayor o menor, como es el

caso de los ejemplos que se ilustran en esta forma. En las columnas 2, 3 y 4 con el título principal "servicio A" y sub-título "Número Económico Máquina principal", se anotará el No. Ecco, o número de serie del fabricante de la máquina principal, en el sub-título "Frente" el campo, cortina, vertedor, obra de toma, etc., donde se ejecuta el trabajo. En el sub-título "Cuenta" la clave de construcción donde la máquina, transporte o bien grupo de personas desempeñan un trabajo. En la 5 el importe total de los salarios incluyendo días festivos y tiempo extra sin descontar los impuestos del operador de una máquina, de un transporte o conjunto de personas, albañiles, perforistas, sobreestantes pobladores, etc., que ejecutan un trabajo a una determinada cuenta de construcción. En la 6 el importe total devengado según la liquidación quincenal de un operador de una máquina que se le paga con orden de trabajo a base de precios unitarios. En la 7 el importe de los destajos foráneos. En la 8 el importe de los consumos de combustibles y lubricantes empleados para la operación exclusiva de una máquina o transporte (aceite diesel, combustible diesel, grasas, etc.) En la 9 se anotará el importe total de los materiales que se usaron para ejecutar tal o cual trabajo, aplicados ya sea a una máquina, transporte o a un frente de trabajo (cable de acero, tornillería, agua, baterías, etc.), que no están consideradas como refacciones y que se usaron para la operación exclusiva de una máquina o transporte; o clavos, madera, alambre recocido, etc., que se usaron en un frente de trabajo y útiles de papelería, etc., que contabilizados por el almacén salieron con cargo a la administración de campo de una obra. En la 10 el importe de filtros de cualquier tipo usados en maquinaria o vehículos. En la 11 el im-

porte del consumo del cemento usado en la elaboración de concretos o morteros para un determinado frente de trabajo. En la 12 el importe del consumo de dinamita, pólvora, nitratos, cañuela, fulminantes, estrojines, primacord, etc., usados en una excavación o banco para extracción de roca, etc. En la 13 el importe de todos aquellos elementos no clasificados en otras columnas, por ejemplo: valor de un telegrama, gastos de pasaje de un empleado, conferencia telefónica, renta de un local, etc. En la 14 el importe en pesos de las facturas, remisiones, talones, recibos o conocimientos de embarque de traslado de maquinaria por transportes foráneos. En la 15 el sub-total de las columnas 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 y 14. Las horas efectivas de la maquinaria o transporte que reportan los inspectores de campo ayudándose del reloj de uso común o bien de los tipos péndulo que podrían instalarse en las máquinas. En la 17, el factor o tarifa de depreciación por hora de la máquina o vehículo. En la 18, el importe que resulta de multiplicar las horas efectivas por el factor de depreciación. En la 19, la suma de las columnas 15 y 18. En la 20 y 21, con título principal "Costos de Reparación" y sub-título "Reparación Menor", se anotará el costo total de la reparación menor de una máquina o transporte contabilizada en la columna 25 de la Forma No. 8; en el sub-título "Reparación Mayor", el costo total de la Reparación Mayor de una determinada máquina o transporte contabilizada en la misma columna y forma citada anteriormente. En la 22, el costo de instalación contabilizada en la 25 de la Forma No. 8. En la 23, la suma de las columnas 19, 20 o 21 y 22. En la 24, lo ejecutado por una determinada máquina, transporte o frente de trabajo. En la 25, se anotará el costo unitario resultante de dividir el costo

total entre el número de m<sup>3</sup> extraídos acarreados, etc., por tal o cual máquina o frente de trabajo. Esta columna servirá en particular, para analizar por máquina o frente el rendimiento, si así lo desea el Residente o Superintendente de las obras y ver la mejor aptitud y mejoramiento progresivo de cada uno de los operadores de las máquinas o conjunto de trabajadores en un frente determinado. En la columna 26, se anotarán todos aquellos comentarios generales que aclaren en alguna forma, la buena o mala actuación de una máquina, transporte o frente de trabajo.

Forma Número 10. "Análisis y Resumen de erogaciones de las cuentas principales de Construcción". En la parte superior se anotará el nombre de la obra, el estado a que pertenece, la quincena, el mes y el año. En la columna 1 aparece en lista la clave de costo para cada concepto de trabajo. En la 2, la clase de trabajo que ampara una determinada cuenta. En la 3, se anotará el importe de los salarios del personal que trabaja en una cuenta de construcción donde no interviene maquinaria, equipo ligero, transportes o instalaciones. Estas erogaciones se encuentran en las columnas 5 y 6 de la Forma No. 9. En la 4, se anotará el importe de los artículos de consumo propios de una cuenta de construcción donde no interviene maquinaria, equipo ligero, transportes o instalaciones; estas erogaciones se encuentran en las columnas 8, 9, 10, 11 y 12 de la Forma No. 9. En la 5, se anotará el importe de los gastos diversos correspondientes a una cuenta de construcción donde no interviene maquinaria o transportes; estas erogaciones se encuentran en la columna 13 de la Forma No. 9. En la 6, se anotará el importe de los destajos foráneos. En la 7, "Cuenta de Maquina-

ria", se concentrarán todos los gastos de operación como el de reparación de una máquina, equipo ligero o conjunto de ellas que trabajaron en una determinada cuenta de construcción. Estas erogaciones por máquina se encuentran contabilizadas en la columna 23 de la Forma No. 9. En la 8, "Cuenta de Transportes" se concentrarán todos los gastos de operación como el de reparación de un vehículo o conjunto de ellos que trabajaron en una determinada cuenta de construcción. Estas erogaciones por vehículo se encuentran contabilizadas en la columna 24 de la Forma No. 9. En la 9 "Cuenta de Instalaciones"; se anotarán las erogaciones contabilizadas en la columna 24 de la Forma No. 9. En la 10, la mano de obra por administración. En la 11, se anotará la suma de las columnas 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 y 10 que dará el costo total directo de un determinado concepto de trabajo. En la 12, se anotará en m<sup>3</sup> u otra unidad la cantidad o avance de trabajo quincenal de un concepto reportado según el seccionamiento levantado y la cubicación efectuada por la Residencia de la Obra. En la 13, se anotará el costo por unidad de volumen que se obtiene de dividir el importe de la columna 11 en pesos, entre el número de m<sup>3</sup> extraídos, acarreados, etc., en tal o cual frente de trabajo. Esta columna servirá en particular, para obtener el costo unitario directo de un trabajo y ver el comportamiento de la eficiencia, comparada con la misma información, de otras quincenas; pudiendo, si así se desea, averiguar con la ayuda de las Formas Nos. 8 y 9 las causas de porque una determinada cuenta muestra poca eficiencia o alto costo. Al final de la forma, en el renglón transversal "Total Obra", se anotará el total de las erogaciones directas, teniendo cuidado de no incluir las erogaciones indirectas de las cuentas A y A-1

(Gastos de Administración General y de Campo), las que sumadas separadamente y aplicando la fórmula indicada en la parte inferior del cuadro, darán el factor de costo indirecto en la obra. **ADMINISTRACION/IMPORTE DE CUENTAS DIRECTAS = FACTOR DE COSTO INDIRECTO EN LA OBRA.** En la columna 14, se anotarán las observaciones. En las columnas 15, 16 y 17 con título principal "Quincena Anterior" y sub-título "Directo", se anotará el importe por cuenta de dichas erogaciones. En la 15 "Indirecto", se anotarán los indirectos resultantes de multiplicar el monto del directo por el factor del indirecto obtenido de la fórmula mencionada. En la 16 "Total", se anotará la suma del costo directo más el indirecto de cada cuenta. Las siguientes columnas se anotarán en forma semejante a las anteriores, haciendo caso sólo a los títulos principales "Esta Quincena" y "A la Fecha", lográndose tener el costo a la fecha que se requiera. Finalmente aparecen las columnas "Cantidad de Trabajo a la Fecha" y "Costo Unitario a la Fecha", las cuales, de suma importancia se actualicen quincenalmente.

**Conclusiones:**

El Sistema de Control anteriormente descrito, fue adoptado con resultados positivos a partir del

año de 1967, en las obras que construye por el sistema de Administración Directa, la Dirección de Obras Hidráulicas e Ingeniería Agrícola para el Desarrollo Rural.

Es de desearse que todas las empresas introdujeran un Sistema de Control que, por análisis simples, les indique cómo reducir sus Costos de Operación para obtener una mayor utilidad por cada peso invertido, y por ende proporcionar a la sociedad mayores y mejores servicios.

El sistema a elegir puede ser automatizado o manual; una minoría de las constructoras disponen de computadoras para integrar sus Costos; sin embargo, cabe mencionar que algunas de ellas con experiencia en esta disciplina han señalado que el computador no es una panacea o remedio universal y aclaran que aquellos que no tienen éxito con las soluciones simples a los problemas de administración, probablemente tendrían poco éxito con métodos más complejos; es decir, que si nunca se ha considerado valedero tener un sistema de costos desarrollado manualmente para las obras, resulta incosteable tener éxito mayor con un sistema de cotización operado por un computador. ◻



**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA  
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

CURSO: "RESIDENTES DE CONSTRUCCION"  
FECHA: DEL 18 AL 22 DE NOVIEMBRE DE 1985.  
LUGAR: CULIACAN, SINALOA

LINEAMIENTOS PARA LA INTEGRACION DE PRECIOS UNITARIOS Y  
DEL PROCEDIMIENTO PARA EL AJUSTE DE LOS MISMOS.

NOVIEMBRE, 1985.

## SECCION 5

### LINEAMIENTOS PARA LA INTEGRACION DE PRECIOS UNITARIOS Y DEL PROCEDIMIENTO PARA EL AJUSTE DE LOS MISMOS.

5. 1. Generalidades.
5. 2. Definición de Términos.
5. 3. Cargos que integran un Precio Unitario.
5. 4. Cargos Directos.
5. 5. Cargos por Instalaciones.
5. 6. Cargos Indirectos.
5. 7. Cargo por Utilidad.
5. 8. Cargos Adicionales.
5. 9. Del procedimiento para el ajuste del costo de las Obras Públicas o de los Servicios relacionados con las mismas, cuando los precios de los materiales, salarios, equipos y demás factores que integren dicho costo, sufran variaciones originadas por incrementos o decrementos.

5. 1. GENERALIDADES.

## 5.1. Generalidades.

5.1.1. Los precios unitarios que forman parte de un contrato, convenio o acuerdo para la ejecución de obras públicas, deberán integrarse tomando en cuenta los criterios que se señalan en esta Sección y lo establecido en la Ley de Obras Públicas y su Reglamento.

5.1.2. La integración de los precios unitarios para un trabajo determinado, deberá guardar concordancia con los procedimientos constructivos, con los programas de trabajo, de utilización de maquinaria y equipo, con los costos de los materiales, en la época y en la zona y demás recursos necesarios, todo ello de acuerdo con las normas y especificaciones de construcción de "La Dependencia" o "Entidad".

5.1.3. La enumeración de los cargos mencionados en estas reglas y lineamientos generales para la integración de precios unitarios, tiene por objeto cubrir en la forma más amplia posible, la lista de los cargos correspondientes a los recursos necesarios para realizar cada concepto de trabajo. Sin embargo, sólo se deberá considerar los que sean procedentes y en la medida en que sean aplicables.

5.1.4. Los precios deberán expresarse siempre en moneda nacional y las unidades de medida de los conceptos de trabajo corresponderán al sistema métrico decimal; cuando por las características de los trabajos y a juicio de "La Dependencia" o "Entidad" se requiera utilizar otras unidades de medidas tales como: pieza, lote, salida, mueble u otras similares, estas unidades podrán ser empleadas.

5.1.5. El análisis, cálculo e integración de los precios unitarios de conceptos de trabajo no previstos en el catálogo original que sirvió de base para la adjudicación y contratación de la obra pública, para los cuales no existen elementos contenidos en los conceptos analizados y no es factible determinar los precios unitarios con los datos básicos de costo de los precios unitarios establecidos; o cuando "El Contratista" y "La Dependencia" o "Entidad" no tengan antecedentes de conceptos similares ni cuenten con datos de costo, suficientes para su integración, el costo directo deberá analizarse con base en

los costos observados que intervienen por concepto de materiales, -  
mano de obra y equipo.

Los indirectos y la utilidad deberán determinarse de común - -  
acuerdo entre "El Contratista" y "La Dependencia" o "Entidad" sin --  
que exceda el porcentaje considerado en los análisis de la propuesta  
original.

5.2. DEFINICION DE TERMINOS.

**5. 2. Definición de Términos.**

Para los propósitos de estas reglas y lineamientos señalados a continuación y a fin de precisar el significado convencional de algunos términos en ellas empleados, se establecen las siguientes definiciones.

**5. 2. 1. Norma de Obra Pública.**

Conjunto de disposiciones y requisitos generales establecidos por las Dependencias o Entidades que deben aplicarse para la realización de estudios, proyectos, ejecución y equipamiento de las obras, la puesta en servicio, su conservación o mantenimiento y la supervisión de estos trabajos, comprendiendo la medición y la base de pago de los conceptos de trabajo.

**5. 2. 2. Especificación.**

Conjunto de disposiciones, requisitos e instrucciones particulares que modifican, adicionan o substituyen a las Normas correspondientes y que deben aplicarse ya sea para el estudio, para el proyecto y/o para la ejecución y equipamiento de una obra determinada, la puesta en servicio, su conservación o mantenimiento y la supervisión de esos trabajos. En lo que se oponga a las Normas, las Especificaciones prevalecerán.

**5. 2. 3. Concepto de Trabajo.**

Conjunto de operaciones y materiales que de acuerdo con las Normas y Especificaciones respectivas, integran cada una de las partes en que se dividen convencionalmente los estudios y proyectos; la ejecución y equipamiento de las obras, la puesta en servicio, su conservación o mantenimiento y la supervisión de esos trabajos con fines de medición y pago.

#### 5.2.4. Unidad de Medida.

La que se usa convencionalmente para cuantificar cada concepto de trabajo para fines de medición y pago.

#### 5.2.5. Precio Unitario.

Importe total por unidad de medida de cada concepto de trabajo.

#### 5.2.6. Estimación.

Valuación de los trabajos ejecutados en determinado período, aplicando los precios unitarios de los conceptos de trabajo pactados durante dicho período o el porcentaje de precio alzado pactado correspondiente al avance de cada unidad de obra o de la obra. Por extensión, el documento en el que se consignan las valuaciones antes mencionadas, para efecto de pago.

#### 5.2.7. Liquidación.

Estimación final en la cual se ajusta el pago total de los trabajos ejecutados en los términos del contrato.

**5.3. CARGOS QUE INTEGRAN UN  
PRECIO UNITARIO.**

### 5.3. Cargos que integran un precio unitario.

5.3.1. El precio unitario se integra sumando todos los cargos directos e indirectos correspondientes al concepto de trabajo, el cargo por la utilidad del contratista y aquellos cargos adicionales es tipulados contractualmente.

#### 5.3.2. Para efectos de estas reglas se entenderá como:

**CARGOS DIRECTOS.** Son los cargos aplicables al concepto de trabajo que se derivan de las erogaciones por mano de obra, materiales, maquinaria, herramienta, instalaciones, y por patentes en su caso, efectuadas exclusivamente para realizar dicho concepto de trabajo.

**CARGOS INDIRECTOS.** Son los gastos de carácter general no-incluidos en los cargos en que deba incurrir "El Contratista" para la ejecución de los trabajos y que se distribuyen en proporción a ellos para integrar el precio unitario.

**CARGOS POR UTILIDAD.** Es la ganancia que debe percibir -- "El Contratista" por la ejecución del concepto de trabajo.

**CARGOS ADICIONALES.** Son las erogaciones que debe realizar "El Contratista", por estar estipuladas en el contrato, convenio o -- acuerdo, como obligaciones adicionales, así como los impuestos y de rechos locales que se causen con motivo de la ejecución de los traba jos y que no forman parte de los cargos directos, de los indirectos, ni de la utilidad.

5.4. CARGOS DIRECTOS.

#### 5.4. Cargos Directos.

5.4.1. CARGO DIRECTO POR MANO DE OBRA. Es el que se deriva de las erogaciones que hace "El Contratista", por el pago de salarios al personal que interviene exclusiva y directamente en la ejecución del concepto de trabajo de que se trate, incluyendo al cabo o primer mando. No se considerarán dentro de este cargo las percepciones del personal técnico, administrativo, de control, supervisión y vigilancia, que corresponden a los cargos indirectos.

El cargo de mano de obra "Mo" se obtendrá de la ecuación:

$$Mo = \frac{S}{R}$$

en la cual:

"S" representa los salarios del personal que interviene en la ejecución del concepto de trabajo por unidad de tiempo. Incluirá todos los cargos y prestaciones derivados de la Ley Federal del Trabajo, de los Contratos de Trabajo en vigor y en su caso de la Ley del Seguro Social.

"R" representa el rendimiento, es decir, el trabajo que desarrolla el personal por unidad de tiempo, medido en la misma unidad utilizada al valor "S".

5.4.2. CARGO DIRECTO POR MATERIALES. Es el correspondiente a las erogaciones que hace "El Contratista" para adquirir o producir todos los materiales necesarios para la correcta ejecución del concepto de trabajo; que cumpla con las normas de construcción y especificaciones de "La Dependencia" o "Entidad", con excepción de los considerados en los cargos por maquinaria. Los materiales que se usen podrán ser permanentes o temporales, los primeros son los que se incorporan y forman parte de la obra; los segundos son los que se consumen en uno o varios usos y no pasan a formar parte integrante de la obra.

El cargo unitario por concepto de materiales "M" se obtendrá de la ecuación:

$$M = P_m \cdot C$$

en la cual:

"P<sub>m</sub>" representa el precio de mercado más económico por unidad del material de que se trate, puesto en el sitio de su utilización. El precio unitario del material se integrará sumando a los precios de adquisición en el mercado, los de acarreo, maniobras y mermas aceptables durante su manejo. Cuando se usen materiales producidos en la obra, la determinación del cargo unitario será motivo del análisis respectivo.

"C" representa el consumo de materiales por unidad de concepto de trabajo. Cuando se trate de materiales permanentes, "C" se determinará de acuerdo con las cantidades que deban utilizarse según el proyecto, las normas y especificaciones de construcción de "La Dependencia" o "Entidad", considerando adicionalmente los desperdicios que la experiencia determine. Cuando se trate de materiales temporales, "C" se determinará de acuerdo con las cantidades que deban utilizarse según el proceso de construcción y el tipo de obra, considerando los desperdicios y el número de usos con base en el programa de obra, en la vida útil del material de que se trate y en la experiencia.

5.4.3. CARGO DIRECTO POR MAQUINARIA. Es el que se deriva del uso correcto de las máquinas consideradas como nuevas y que sean las adecuadas y necesarias para la ejecución del concepto de trabajo, de acuerdo con lo estipulado en las normas y especificaciones de construcción de "La Dependencia" o "Entidad" y conforme al programa establecido.

El cargo directo unitario por maquinaria "CM" se expresa como el cociente del costo horario directo de las máquinas, entre el -

rendimiento horario de dichas máquinas. Se obtendrá mediante la ecuación:

$$CM = \frac{HMD}{RM}$$

en la cual:

"HMD" representa el costo horario directo de la maquinaria. Este costo se integra con cargos fijos, los consumos y los salarios de operación, calculados por hora de trabajo.

"RM" representa el rendimiento horario de la máquina nueva en las condiciones específicas del trabajo a ejecutar, en las correspondientes cantidades de medida.

5.4.3.1. CARGOS FIJOS. Son los correspondientes a depreciación, inversión, seguros y mantenimiento.

5.4.3.1.1. CARGO POR DEPRECIACION. Es el que resulta por la disminución del valor original de la maquinaria, como consecuencia de su uso, durante el tiempo de su vida económica. Se considerará una depreciación lineal, es decir, que la maquinaria se deprecia una misma cantidad por unidad de tiempo.

Este cargo está dado por:

$$D = \frac{Va - Vr}{Ve}$$

en la que:

"Va" representa el valor inicial de la máquina, considerándose como tal, el precio comercial de adquisición de la máquina nueva en el mercado nacional, descontando el precio de las

llantas, en su caso.

"Vr" representa el valor de rescate de la máquina, es decir, el valor comercial que tiene la misma al final de su vida económica.

"Ve" representa la vida económica de la máquina, expresada en horas efectivas de trabajo, o sea el tiempo que puede mantenerse en condiciones de operar y producir trabajo en forma económica, siempre y cuando se le proporcione el mantenimiento adecuado.

5. 4. 3. 1. 2. CARGO POR INVERSION. Es el cargo equivalente a los intereses del capital invertido en maquinaria.

Está dado por:

$$I = \frac{(Va + Vr) I}{Ha}$$

en la que:

"Va" y "Vr" representan los mismos valores enunciados en el punto 5. 4. 3. 1. 1.

"Ha" representa el número de horas efectivas que el equipo trabaja durante el año.

"i" representa la tasa de interés anual expresada en decimales.

Las Dependencias y Entidades para sus estudios y análisis de precios unitarios considerarán a su juicio la tasa de interés "i". Los contratistas en sus propuestas de concurso, propondrán la tasa de in

terés que más les convenga.

En los casos de ajustes por variación del costo de los insumos que intervengan en los precios unitarios, y cuando haya variaciones de las tasas de interés, el ajuste de éste se hará en base al relativo de los mismos, conforme a los que hubiere determinado el Banco de México en la fecha del concurso y el correspondiente a la fecha de la revisión.

5.4.3.1.3. CARGO POR SEGUROS. Es el que cubre los riesgos a que está sujeta la maquinaria de construcción durante su vida económica, por accidentes que sufra. Este cargo forma parte del precio unitario, ya sea que la maquinaria se asegure por una compañía de seguros, o que la empresa constructora decida hacer frente, con sus propios recursos, a los posibles riesgos de la maquinaria.

Este cargo está dado por:

$$S = \frac{Va + Vr}{2} \cdot \frac{S}{Ha}$$

en donde:

- "Va" representa el valor inicial de la máquina; considerándose como tal, el precio comercial de adquisición de la máquina nueva en el mercado nacional, descontando el precio de las llantas, en su caso.
- "Vr" representa el valor de rescate de la máquina, es decir, el valor comercial que tiene la misma al final de su vida económica.
- "S" representa la prima anual promedio, fijada como porcentaje del valor de la máquina y expresada en decimales.
- "Ha" representa el número de horas efectivas que el equipo trabaja durante el año.

**5.4.3.1.4. CARGO POR MANTENIMIENTO MAYOR O MENOR.** Es el originado por todas las erogaciones necesarias para conservar la maquinaria en buenas condiciones durante su vida económica.

**Cargo por Mantenimiento Mayor.** Son las erogaciones correspondientes a las reparaciones de la maquinaria en talleres especializados, o aquellas que puedan realizarse en el campo, empleando personal especialista y que requieran retirar la maquinaria de los frentes de trabajo. Este cargo incluye la mano de obra, repuestos y renovaciones de partes de la maquinaria, así como otros materiales necesarios.

**Cargo por Mantenimiento Menor.** Son las erogaciones necesarias para efectuar los ajustes rutinarios, reparaciones y cambios de repuestos que se efectúan en las propias obras, así como los cambios de líquidos para mandos hidráulicos, aceite de transmisión, filtros, grasas y estopas. Incluye el personal y equipo auxiliar que realiza estas operaciones de mantenimiento, los repuestos y otros materiales que sean necesarios.

Este cargo está representado por:

$$T = Q \cdot D$$

en la que:

"Q" es un coeficiente que considera tanto el mantenimiento mayor como el menor. Este coeficiente varía según el tipo de máquina y las características del trabajo, y se fija en base a la experiencia estadística.

"D" representa la depreciación de la máquina calculada de acuerdo con lo expuesto en la Norma 5.4.3.1.1.

**5.4.3.2. CARGO POR CONSUMOS.** Son los que se derivan de las erogaciones que resulten por el uso de combustibles u otras fuentes de energía y en su caso lubricantes y llantas.

5.4.3.2.1. CARGO POR COMBUSTIBLES. Es el derivado de todas las erogaciones originadas por los consumos de gasolina y diesel para el funcionamiento de los motores. El cargo por combustible "E" se obtendrá, mediante la ecuación:

$$E = c \cdot Pc$$

en la cual:

"c" representa la cantidad de combustible necesario, por hora efectiva de trabajo. Este coeficiente está en función de la potencia del motor, del factor de operación de la máquina y de un coeficiente determinado por la experiencia, que variará de acuerdo con el combustible que se utilice.

"Pc" representa el precio del combustible puesto en la máquina.

5.4.3.2.2. CARGO POR OTRAS FUENTES DE ENERGIA. Es el cargo por los consumos de energía eléctrica o de otros energéticos distintos a los señalados en la regla anterior. La determinación de este cargo requerirá en cada caso de un estudio especial.

5.4.3.2.3. CARGO POR LUBRICANTES. Son los motivados por el consumo y los cambios periódicos de aceites lubricantes de los motores.

Se obtendrá de la ecuación:

$$Al = (c + al) Pl$$

en la cual:

"al" representa la cantidad de aceites lubricantes necesaria -- por hora efectiva de trabajo, de acuerdo con las condiciones medias de operación; está determinada por la capaci-

dad de recipiente dentro de la máquina y los tiempos entre cambios sucesivos de aceites.

"Pl" representa el precio de los aceites lubricantes puestos en las máquinas.

"c" representa el consumo entre cambios sucesivos de lubricantes

5.4.3.2.4. CARGO POR LLANTAS. Es el correspondiente al consumo por desgaste de las llantas. Cuando se considere este cargo, al calcular la depreciación de la maquinaria deberá deducirse del valor inicial de la misma, el valor de las llantas.

El cargo por llantas "N" se obtendrá de la ecuación:

$$N = \frac{V_n}{H_v}$$

en la cual:

"Vn" representa el precio de adquisición de las llantas, considerando el precio en el mercado nacional de llantas nuevas de las características indicadas por el fabricante de la máquina.

"Hv" representa las horas de vida económica de las llantas, tomando en cuenta las condiciones de trabajo impuestas a las mismas. Se determinará de acuerdo con la experiencia, considerando entre otros, los factores siguientes: velocidad máxima de trabajo; condiciones relativas del camino que transite, tales como pendientes, curvaturas, superficie de rodamiento, posición en la máquina; cargas que soporten, y clima en que se operen.

5.4.3.3. CARGOS POR SALARIOS PARA LA OPERACION. Es el que resulta por concepto de pago del o los salarios del personal encargado de la operación de la máquina, por hora efectiva de trabajo de la misma.

Este cargo se obtendrá mediante la ecuación:

$$Co = \frac{So}{H}$$

en la cual:

"So" representa los salarios por turno del personal necesario para operar la máquina, entendiéndose por salarios la definición dada en la regla 5.4.1.

"H" representa las horas efectivas de trabajo de la máquina dentro del turno.

5.4.3.4. CARGO POR TRANSPORTE EXTRAORDINARIO DE MAQUINARIA. Corresponde a las erogaciones necesarias para traslado extraordinarios de maquinaria ordenados por "La Dependencia" o "Entidad". Este cargo se analizará como un concepto de trabajo específico.

5.4.4. CARGO DIRECTO POR HERRAMIENTA.

5.4.4.1. CARGO POR HERRAMIENTA DE MANO. Este cargo corresponde al consumo por desgaste de herramientas de mano utilizadas en la ejecución del concepto de trabajo.

Este cargo se calculará mediante la fórmula:

$$HM = Kh \cdot Mo$$

en la cual:

"Kh" representa un coeficiente cuya magnitud se fijará en función del tipo de trabajo de acuerdo con la experiencia.

"Mo" representa el cargo unitario por concepto de mano de obra calculado de acuerdo con la regla 5.4.1.

5.4.4.2. CARGO POR MAQUINAS-HERRAMIENTAS. Este cargo se analizará en la misma forma que el cargo directo por maquinaria, según lo señalado en la regla 5.4.3.

5.4.5: CARGO DIRECTO POR EQUIPO DE SEGURIDAD. Este cargo corresponde al equipo necesario para la protección personal del trabajador para ejecutar el concepto de trabajo.

Este cargo se calculará mediante la fórmula:

$$ES = Ks \cdot Mo$$

en la cual:

"K" representa un coeficiente cuyo valor se fija en función del tipo de trabajo y del equipo requerido para la seguridad del trabajador.

"Mo" representa el cargo unitario por concepto de mano de obra calculado de acuerdo con la regla 5.4.1.

## 5.5. CARGOS POR INSTALACIONES.

**5.5. CARGO POR INSTALACIONES.** Corresponde a las erogaciones para construir todas las instalaciones necesarias para realizar los conceptos de trabajo. Dichas instalaciones se dividen en dos grupos: las generales y las específicas.

Los cargos correspondientes a las primeras se considerarán como cargos indirectos y los correspondientes a las segundas se considerará, a juicio de "La Dependencia" o "Entidad", ya sea como un concepto de trabajo específico, o como cargo directo dentro del concepto de trabajo del que formen parte.

## 5.6. CARGOS INDIRECTOS.

## 5.6. CARGOS INDIRECTOS.

5.6.1. Corresponden a los gastos generales necesarios para la ejecución de los trabajos no incluidos en los cargos directos que realiza "El Contratista", tanto en sus oficinas centrales como en la obra, y que comprenden, entre otros, los gastos de administración, organización, dirección técnica, vigilancia, supervisión, financiamiento, imprevistos, transporte de maquinaria y, en su caso, prestaciones sociales correspondientes al personal directivo y administrativo.

5.6.2. Los cargos indirectos se expresarán como un porcentaje del costo directo de cada concepto de trabajo. Dicho porcentaje se calculará sumando los importes de los gastos generales que resulten aplicables, y dividiendo esta suma entre el costo directo total de la obra de que se trate.

Exclusivamente para los casos de gastos que se realicen en base a porcentajes impositivos sobre el precio unitario, el cargo debe hacerse aplicando el porcentaje que resulta de la siguiente expresión:

$$\% = \frac{100 \cdot X}{100 - X}$$

en la cual:

"X" representa el porcentaje impositivo.

5.6.3. Los gastos generales más frecuentes que podrán tomarse en consideración para integrar el cargo indirecto y que pueden aplicarse indistintamente a la Administración Central o a la Administración de Obra o a ambas, según el caso, son los siguientes:

### 5.6.3.1. Honorarios, sueldos y prestaciones:

#### 1). Personal directivo.

- 2). Personal técnico.
- 3). Personal administrativo.
- 4). Personal en tránsito.
- 5). Cuota patronal de Seguro Social e impuesto adicional sobre remuneraciones pagadas para los conceptos 1 a 4.
- 6). Prestaciones que obliga la Ley Federal del Trabajo para los conceptos 1 a 4.
- 7). Pasajes y Viáticos.

5.6.3.2. Depreciación, mantenimiento y rentas:

- 1). Edificios y locales.
- 2). Locales de mantenimiento y guarda.
- 3). Bodegas.
- 4). Instalaciones generales.
- 5). Muebles y enseres.
- 6). Depreciación o renta, y operación de vehículos.

5.6.3.3. Servicios:

- 1). Consultores, asesores, servicios y laboratorios.
- 2). Estudios e Investigaciones:

5.6.3.4. Fletes y acarreos:

- 1). De campamentos.

- 2). De equipo de construcción.
- 3). De plantas y elementos para instalaciones.
- 4). De mobiliario.

5.6.3.5. Gastos de oficina:

- 1). Papelería y útiles de escritorio.
- 2). Correos, teléfonos, telégrafos, radio.
- 3). Situación de fondos.
- 4). Copias y duplicados.
- 5). Luz, gas y otros consumos.
- 6). Gastos de concursos.

5.6.3.6. Seguros, fianzas y financiamientos:

- 1). Primas por seguros.
- 2). Primas por fianzas.
- 3). Financiamiento.

5.6.3.7. Depreciación, mantenimiento y rentas de campamentos.

5.6.3.8. Trabajos Previos y Auxiliares:

- 1). Construcción y conservación de caminos de acceso.

2). Montajes y desmantelamientos de equipo.

## 5.7. CARGO POR UTILIDAD.

### 5.7. CARGO POR UTILIDAD.

La utilidad quedará representada por un porcentaje sobre la suma de los cargos directos más indirectos del concepto de trabajo. Dentro de este cargo queda incluido el Impuesto Sobre la Renta que por Ley debe pagar "El Contratista".

## 5. 8. CARGOS ADICIONALES.

Son las erogaciones que realiza "El Contratista" por estipularse expresamente en el contrato de obra como obligaciones adicionales, así como los impuestos y derechos locales y Federales que se causen con motivo de la ejecución de los trabajos y que no están comprendidos dentro de los cargos directos, ni en los indirectos, ni en la utilidad. Los impuestos y cargos adicionales se expresarán porcentualmente sobre la suma de los cargos directos, indirectos y utilidad, salvo cuando en el contrato, convenio o acuerdo se estipule otra forma de pago.

Los cargos adicionales no deben ser afectados por la utilidad. Las obligaciones adicionales a que se refiere este cargo se determinan en base a un porcentaje sobre el precio final de los trabajos ejecutados, por lo que su valorización debe hacerse con la expresión siguiente:

$$\% = \frac{100 \cdot \Sigma P}{100 \cdot \Sigma P}$$

en la que:

"%" representa el porcentaje aplicable a la suma de los importes de los cargos directos, más indirectos, más utilidad.

"ΣP" representa la suma, en su caso, de los por cientos de las obligaciones contractuales establecidas, excepto el Impuesto Sobre la Renta que queda incluido en la utilidad.

5.8. CARGOS ADICIONALES.