



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

CURSO

"RESIDENTES DE CONSTRUCCION"

2 - 6 SEPTIEMBRE DE 1985

TUXTLA GUTIERREZ, CHIS.

P L A N E A C I O N

PRINCIPALES FACTORES EN LA SELECCION DE EQUIPO DE CONSTRUCCION

ING. ERNESTO MENDOZA SANCHEZ

PRINCIPALES FACTORES EN LA SELECCION
DE EQUIPO DE CONSTRUCCION

1

INTRODUCCION.- Durante el proceso de toma de decisiones para seleccionar de manera óptima el equipo de construcción, intervienen una serie de factores que, estando relacionados entre sí, nos obligan a un análisis cuidadoso y ponderado de cada uno de ellos.

En este período de selección, podemos distinguir claramente dos etapas: En la primera de ellas, habremos de seleccionar la máquina o conjunto de máquinas que desde el punto de vista técnico sean susceptibles de poder utilizarse. En este caso, los factores que deberán interesarnos son entre otros; volúmenes por ejecutar, calidad del material: (atacabilidad, propiedades volumétricas, estabilidad), geometría de la excavación, condiciones de la obra, etc.

Durante la segunda etapa, intervendrán importantemente factores tales como tipo de empresa, maquinaria con que cuenta, condiciones de mercado, costos de adquisición, operación y mantenimiento del equipo, rendimientos, precio de reventa etc.

Cuando desde el punto de vista técnico dos o más equipos nos resuelven el problema, el análisis económico inclinará nuestra decisión hacia el empleo de alguno de ellos. Trataremos en esta parte, a manera de recordatorio, los factores relacionados con la primera etapa de selección.

VOLUMENES POR EJECUTAR

2

Los volúmenes por ejecutar, combinados con el plazo para la terminación de la obra, nos definirán la producción requerida.

Dicha producción dependerá de la capacidad de las máquinas empleadas y del programa para su utilización.

En la cuantificación de los volúmenes de material por mover, así como de las distancias económicas de acarreo, interviene el concepto de "Curva Masa", misma que explicaremos a continuación:

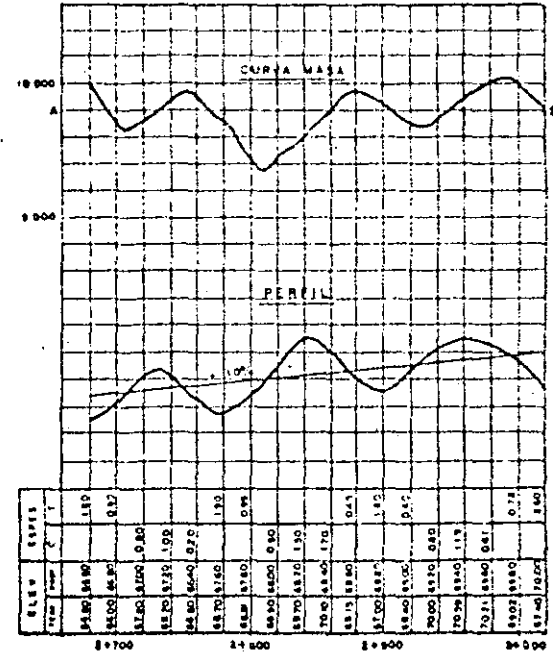
Curva Masa. - Es una gráfica dibujada en ejes cartesianos, donde las ordenadas representan volúmenes acumulados de excavación o relleno, según la línea sea ascendente o descendente, y las abscisas el cadenamiento sobre el eje del trazo.

La curva masa nos permite determinar la distribución económica de los volúmenes excavados y calcular el costo para llevar a cabo dicha distribución. Cuando el trazo no está obligado, (ya que si lo está este método no es de utilidad), el único impedimento para compensar rellenos y excavaciones, será la calidad de los materiales.

La curva se dibuja junto con el perfil del trazo, ya que el cadenamiento debe ir coincidiendo.

En la figura se muestra la forma típica de ordenar los datos antes mencionados, así como la curva masa resultante.

ESTACION	ELEVACION	DESBLANQUEO	RELLENO	EXCAVACION	AREA	AL. O. RJ.	MO. O. RJ.	VOLUMEN	ESTACION	ELEVACION	DESBLANQUEO	RELLENO	EXCAVACION	AREA	AL. O. RJ.	MO. O. RJ.	VOLUMEN	ESTACION	ELEVACION	DESBLANQUEO	RELLENO	EXCAVACION	AREA	AL. O. RJ.	MO. O. RJ.	VOLUMEN
Z=830	84.8	84.82			0.02	0.2																				
760	85.70	87.60			0.90	22.0	1.8	22.0	1.8	22.0																
800	86.87	87.80			0.93	6.4	0.64	6.4	0.64	6.4																
810	88.10	88.00			0.90	3.2	0.32	3.2	0.32	3.2																
840	89.70	89.70			1.50	8.1	0.81	8.1	0.81	8.1																
850	73.31	89.50	16.19		0.81	20.3	1.62	20.3	1.62	20.3																
860	70.10	88.40	18.30		0.87	20.3	1.76	20.3	1.76	20.3																
880	68.15	88.40	20.25		0.45	2.6	0.25	2.6	0.25	2.6																
900	87.00	88.80	1.80		0.63	8.7	0.63	8.7	0.63	8.7																
920	88.40	87.00		1.40	0.60	2.8	0.36	2.8	0.36	2.8																
940	70.00	87.70	0.80		0.81	8.1	0.81	8.1	0.81	8.1																
980	70.98	87.90	1.19		0.77	9.9	0.77	9.9	0.77	9.9																
990	70.21	87.60	0.81		0.81	9.1	0.81	9.1	0.81	9.1																
Z=800	89.87	89.80			0.78	3.1	0.24	3.1	0.24	3.1																
820	87.48	70.00		17.48	2.60	11.4	1.43	11.4	1.43	11.4																



PROPIEDADES DE LA CURVA MASA:

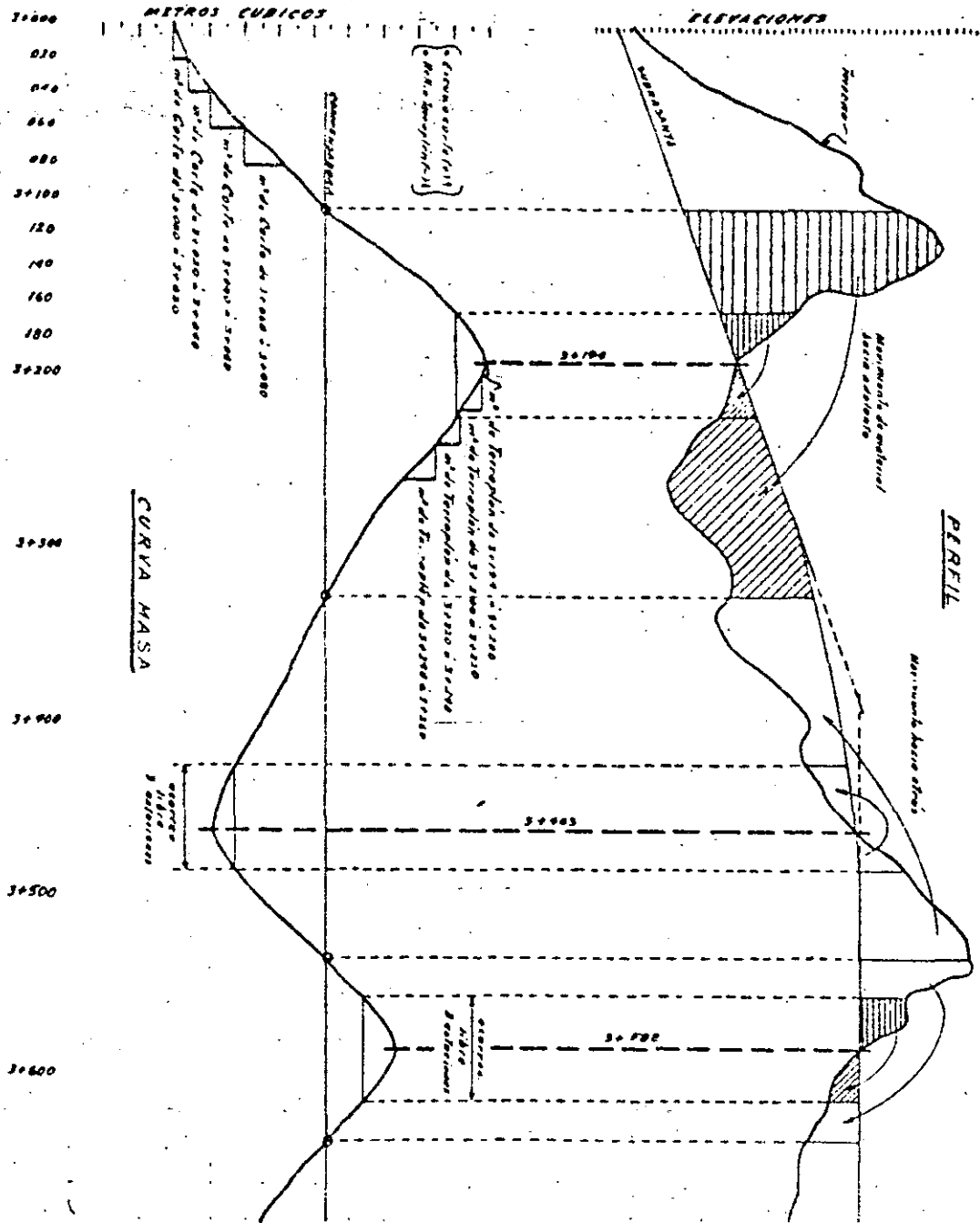
- 1).- Entre los límites de una excavación, la curva crece de izquierda a derecha; y decrece cuando hay terraplén.
- 2).- En las estaciones donde hay cambio de excavación a relleno (línea de paso), habrá un máximo, y viceversa; habrá un mínimo en los cambios de relleno a corte.
- 3).- Cualquier línea horizontal que corte a la curva masa, marcará puntos consecutivos entre los cuales habrá compensación, es decir, que entre ellos el volumen de corte iguala al de terraplén.
- 4).- La diferencia de ordenadas entre dos puntos, representará el volumen de terracería dentro de la distancia comprendida entre esos dos puntos.
- 5).- Cuando la curva queda encima de la línea horizontal compensadora que se escoge para ejecutar la construcción, los acarrees de material se harán hacia adelante, y cuando la curva quede abajo, los acarrees serán hacia atrás.
- 6).- El área comprendida entre la curva masa y una horizontal cualquiera compensadora, es el producto de un volumen por una distancia, y nos representa el volumen por la longitud media de acarreo, lo que se expresa en metros cúbicos-estación (en éste caso,

el término "estación" no se refiere a un punto, sino al tramo de 20 metros entre estaciones consecutivas cerradas; pues en el lenguaje de vías de comunicación se dice por ejemplo, que un punto dista de otro ocho estaciones, o sea 160 metros, con el fin de facilitar la nomenclatura y los cálculos.

Al estudiar un tramo, pueden trazarse varias compensadoras según resulte la curva masa obtenida, y entre una y otra quedarán tramos sin compensación (es evidente que las mejores compensadoras serán las que corten mayor número de veces a la curva). En los tramos sin compensar; si la curva asciende, habrá un volumen de excavación excedente sin posibilidad de emplearlo para relleno, esto es, un desperdicio; si la curva desciende, indicará que hace falta material para terraplén, que no podemos obtener de la excavación; en este caso debe traerse material de otro lado o sea: efectuar un préstamo.

Tanto los volúmenes de desperdicio como los de préstamo, se miden en el dibujo.

Teniendo como datos los volúmenes de cortes y terraplenes, las diversas distancias entre ellos y los costos de acarreo, se puede resolver cual es la forma óptima de los movimientos para que tengan el mínimo costo.

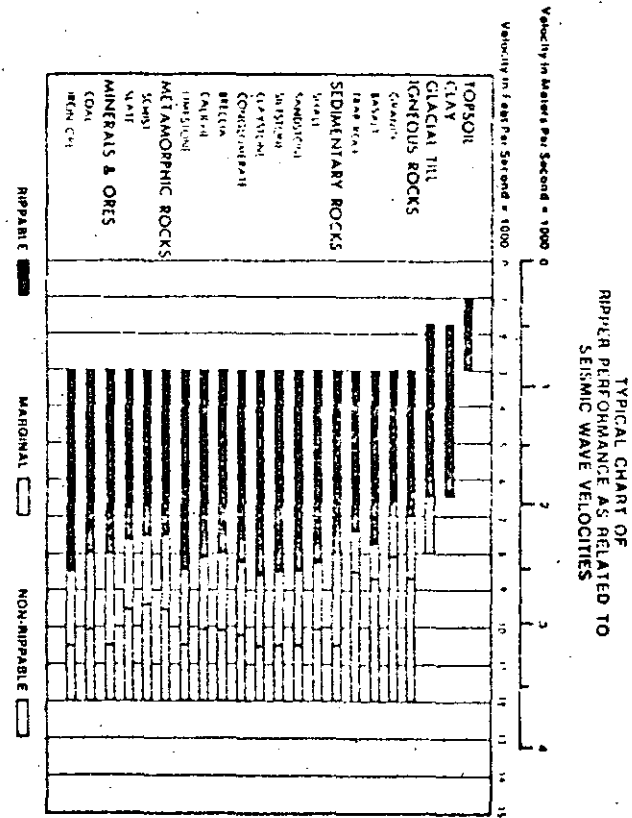


ATACABILIDAD:

Todo problema de movimiento de tierras, está condicionado esencialmente por la naturaleza del terreno por extraer, que determina entre otras cosas: el método de trabajo - por adoptar, el tipo de máquinas a emplear, el rendimiento de las máquinas elegidas, y por tanto, el precio del movimiento de tierras.

Desde el punto de vista de las posibilidades de extracción, se distinguen dos grandes categorías de terrenos: Los terrenos sueltos, y los rocosos. Los terrenos sueltos, son aquellos que pueden extraerse sin disgregación previa; los rocosos, deben sufrir antes de su extracción, una disgregación, realizada algunas veces mediante explosivos, y otras mediante la acción de mazas rompedoras. A su vez, dentro de estas dos grandes categorías, se pueden establecer nuevas divisiones atendiendo a la consistencia y dureza del terreno.

En la literatura existente, se pueden encontrar diferentes clasificaciones de materiales en función de la mayor ó menor dificultad para excavarlos.



La Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas por ejemplo contempla en sus Especificaciones -- Generales de Construcción la clasificación de los materiales para determinar la forma de pago.

En este sentido, se han realizado esfuerzos para tratar de definir de la mejor manera posible, la dificultad de extracción de los materiales, encontrándose que, a la fecha los mejores resultados se han logrado con la utilización de métodos geosísmicos que permiten elaborar gráficas de arabilidad como la que se muestra en la figura.

En otro orden de ideas, podemos señalar que la dificultad para excavar un material depende no solamente de su dureza, sino también de su formación estratigráfica, -- siendo las rocas en estratos gruesos y compactos más -- duros y difíciles de extraer, que las rocas que se encuentran en capas delgadas y fisurables.

MÉTODOS GEOSÍSMICOS PARA DETERMINAR LA ATACABILIDAD

Estos métodos, utilizan la velocidad de propagación de las ondas elásticas como parámetro característico de la naturaleza del terreno. Se llaman ondas elásticas o -- sísmicas, a aquellas que se transmiten cuando un punto del terreno sufre una sacudida.

Hay dos métodos: Método sísmico por reflexión, y método sísmico por refracción.

El primero, consiste en producir una sacudida en el suelo y medir el tiempo necesario para la propagación de la onda entre el punto en que ésta se ha producido y los captosres superficiales próximos a este punto, después de su reflexión entre dos capas del terreno de diferente naturaleza. Como captosres, se utilizan cierto número de sismógrafos.

Este método por reflexión, da resultados más exactos -- que el otro, pero exige que la sacudida se produzca a una profundidad considerable, siendo por tanto de utilidad en investigaciones petrolíferas; para estudios a pequeña profundidad, es más fácil el empleo del método sísmico por refracción, cuyo principio fundamental puede exponerse someramente como sigue:

Consideremos dos terrenos homogéneos horizontales separados por una superficie horizontal MN. Si se produce una sacudida en un punto O de la superficie, da lugar a un tren de ondas esféricas. Como en óptica, pueden considerarse rayos normales a las superficies de los puntos de ondas y que se propagan a una velocidad V_1 en el terreno superior de altura H, refractándose después en la línea de separación MN, y propagándose en el terreno inferior a una velocidad V_2 . Aquí, se hace la hipótesis de que V_2 es superior a V_1 . Primeramente puede escribirse como en óptica:

$$\frac{\text{SEN } i_1}{\text{SEN } i_2} = \frac{V_1}{V_2}$$

También como en óptica, hay un ángulo de incidencia límite tal que:

$$\text{SEN } i_0 = \frac{V_1}{V_2}, \text{ a partir del cual}$$

hay reflexión total, pero en este caso el fenómeno sí mismo no obedece ya a las leyes de óptica, sino que parece que el rayo límite se desplazara en la superficie de contacto entre los dos medios, dando lugar en todos los puntos de ésta, a rayos en reflexión total como -- A'A, B'B, etc. Este fenómeno, demostrado por la experiencia, puede al parecer demostrarse matemáticamente.

Siendo así, el tiempo exigido por la onda directa para recorrer el trayecto $\overline{OA} = x$, es igual a:

$$t = \frac{x}{V_1}$$

El tiempo invertido por el rayo que ha sufrido la reflexión total para recorrer el camino $\overline{OMA'A}$ vale:

$$t_2 = \frac{2 \overline{OM}}{V_1} + \frac{\overline{MA'}}{V_2} = \frac{x}{V_2} + \frac{2H \cos i_0}{V_1}$$

Se comprueba que para:

$$x > 2H \sqrt{\frac{V_2 + V_1}{V_2 - V_1}} = x_0$$

Se tiene: $t_2 < t_1$

Es decir, que la onda refractada llega antes que la onda directa.

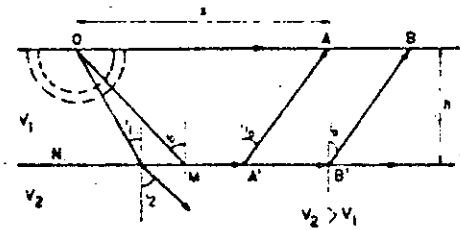
Para $x = x_0$ se tiene $t_1 = t_2$, de la relación precedente se obtiene:

$$H = \frac{x_0}{z} \sqrt{\frac{v_2 - v_1}{v_2 + v_1}}$$

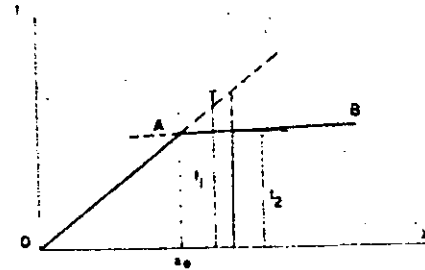
conociendo v_1 y v_2 y determinando experimentalmente x_0 , se puede obtener H .

Esta teoría, es aplicable a varias capas, entendiéndose que las velocidades de las diferentes capas crecen desde la superficie hacia abajo. El método operativo, puede resumirse de la forma siguiente: Sobre una misma alineación, se dispone cierto número de sismógrafos y se provoca en un punto la perturbación inicial mediante una carga de explosivos. Se registran en una misma banda las ondas recibidas por los diferentes sismógrafos, así como el momento del impulso eléctrico que provoca la explosión para obtener el tiempo origen.

Se mide en los sismogramas el tiempo transcurrido hasta que el sismógrafo ha recibido la primera onda y se traza el gráfico de tiempos en función de las distancias de los sismógrafos a la perturbación inicial, gráfico que se aproxima mucho a una recta, ver figura anexa.



METODO SISMICO POR REFRACCION



GRAFICA DE LOS TIEMPOS DE PROPAGACION

La parte OA, corresponde para la primera onda a

$$x < x_0$$

La parte AB, corresponde para la primera onda percibida

$$x > x_0$$

Las dos curvas se cortan en A, que da x_0 .

La pendiente de OA, da V_1

La pendiente de AB, da V_2

Se observa que las velocidades de propagación tienen valores poco variables de un lugar a otro para una misma roca compacta, aumentando la velocidad con la profundidad.

ABUNDAMIENTO

Cuando un suelo se excava, acarrea y se coloca o cuando se fragmenta roca, sufre cambios considerables en su volumen. Debido a estos cambios es necesario especificar si el volumen se mide en estado natural, en estado suelto o en rellenos después de su colocación.

El volumen en banco, es el volumen del material medido "in situ", o sea en estado natural antes de su explotación. El volumen en estado suelto es el volumen del material después de que ha sido quitado de su estado natural y depositado en montones, camiones o escarpas. El volumen de relleno es el volumen del material después de que ha sido colocado y compactado.

El incremento del volumen del material debido a su explotación, se define como Abundamiento (A) y se expresa como porcentaje del volumen en banco. Los valores de abundamiento varían considerablemente para diferentes tipos de materiales. Para convertir los m^3 en banco a m^3 sueltos, la medida se aumenta en el porcentaje de Abundamiento.

$$A(\%) = \left[\frac{\text{Vol. Banco}}{\text{Vol. Suelto}} - 1 \right] \cdot 100$$

Debido a la dificultad de cuantificar los volúmenes en campo, se acostumbra obtener el Abundamiento en función de pesos volumétricos, que son de más fácil cuantificación. Dicho cálculo se efectúa mediante la siguiente fórmula:

$$A(\%) = \left[\frac{B-S}{S} \right] 100 = \left[\frac{B}{S} - 1 \right] 100$$

donde:

- B = peso volumétrico en banco
- s = peso volumétrico suelto

Ejemplo: Si tenemos un suelo con un peso volumétrico en banco de 1780 kg/m^3 y su peso volumétrico suelto es de 1630 kg/m^3 su abundamiento será de:

$$A(\%) = \left[\frac{1780}{1630} - 1 \right] 100 = 0.092 \times 100 = 9.2\%$$

FACTOR DE ABUNDAMIENTO

Por la dificultad de cubicar el material en banco, se acostumbra hacer la conversión en el papel, de m^3 sueltos que se están acarreado a m^3 en banco.

$$FA = \frac{1 \text{ m}^3 \text{ banco}}{1 \text{ m}^3 \text{ banco} + \% \text{ Abundamiento}}$$

ejemplo si el 19

abundamiento es del 25%

$$FA = \frac{1}{1 + 0.25} = \frac{1}{1.25} = 0.8 \text{ o } 80\%$$

10

REDUCCION VOLUMETRICA

Cuando se coloca tierra en un relleno y se compacta con los métodos de construcción modernos, usualmente se tendrá un volumen menor que en su estado natural. Esta reducción en volumen es el resultado del incremento del peso volumétrico. Esta reducción del volumen a partir del volumen medido en banco se define como Reducción Volumétrica y se expresa como porcentaje de volumen original inalterado.

$$RV(\%) = \left[\frac{\text{Vol. en terraplén}}{\text{Vol. en banco}} - 1 \right] \times 100$$

$$\text{Factor de Contracción (FC)} = \frac{\text{Vol. en terraplén}}{\text{Vol. en banco}} \quad \text{ó}$$

$$\frac{\text{Vol. en terraplén}}{\text{Vol. en m}^3 \text{ sueltos} \times \text{FA}}$$

$$\text{Porcentaje de Contracción (\% C)} = (1.00 - \text{FC}) \times 100$$

Debido a la dificultad de cuantificar los volúmenes en campo, se acostumbra obtener el coeficiente de Reducción Volumétrica en función de pesos volumétricos que son de más fácil cuantificación. Dicho cálculo se efectúa mediante la siguiente fórmula:

$$RV(\%) = \left[\frac{T - B}{T} \right] 100 = \left[1 - \frac{B}{T} \right] 100$$

donde:

T = peso volumétrico en terraplén

B = peso volumétrico en banco

Ejemplo : Si tenemos un suelo con un peso volumétrico en banco de 1630 kg/m³ y su peso volumétrico en terraplén es de 1820 kg/m³ su Reducción volumétrica será de:

$$RV(\%) = \left[1 - \frac{1630}{1820} \right] 100 = (0.1043) 100 = 10.43\%$$



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

CURSO

"RESIDENTES DE CONSTRUCCION"

2 - 6 SEPTIEMBRE DE 1985

TUXTLA GUTIERREZ, CHIS.

MOTOESCREPAS

ING. ERNESTO MENDOZA SANCHEZ

Motoescrepas.

En las obras de construcción de nuestros días 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 han tenido últimamente sobre todo en aquellos tipos de obras, donde se requiere acarrear las tierras a distancias que oscilan entre 200 a 3000 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, un 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 interior, la cual al desplazarse hacia adelante permite desalojar el material contenido en la caja.

Todo este conjunto es halado mediante un tractor de ruedas neumáticas que puede ser de uno o dos ejes. Los controles de operación se encuentran en dicho tractor. En las siguientes transparencias (2, 3 y 4) - podemos ver en forma esquemática el proceso de carga acarreo y descarga.

En la 1a. 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 m³ 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 m³ de capacidad hasta 50 m³.

En la transparencia siguiente podemos observar 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 m³ de material 4 500 m³/hora.

En esta otra transparencia vemos motoescropa La Terex TS-32 de 43 yd³ colmada (33 m³) operada con sistema hidráulico.

La influencia que tiene el tamaño de la motoescropa en el costo la podemos ver en la siguiente curva 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 yd³ hasta llegar a la de 18 yd³ 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 motoescrapas predominantes son las de 14, 18 y en algunos casos las de 24 yd³.

Una de las clasificaciones más actualizadas de los diferentes tipos de motoescrapas 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	Estandard	8-31 m ³	6
Motoescropa	De potencia en Tandem	11-32 m ³	4
Motoescropa	De tiro y empuje (Push-Pull)	11-49 m ³	3
Motoescropa	De autocarga (con mecanismo elevador)	11-31 m ³	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 motoescrapas estandard ó de potencia en Tandem. La roca deberá ser muy bien tronada o también para materiales no muy duros que requieran ser arados.

Las Motoescrapas Estandard tienen un solo motor en el tractor que puede ser de uno o 2 ejes con ruedas 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 acarreo 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 Motoescrapas de 2 Motores se utilizan al igual que las motoescrapas 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 Motoescrapas de tiro y empuje (Push-Pull) Este nuevo concepto ha agregado versatilidad a las escrapas de 2 motores, abarcando la extensión de su aplicación a los demás tipos de motoescrapas. Sus ventajas se apoyan principalmente en lo siguiente:

Se elimina el tractor empujador.

Se elimina el problema de desproporción posible entre el número de escrapas 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 motoescrapa de 2 motores.

Las Motoescrapas 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 motoescrapas su utilización - está limitada para acarreos cortos y con pendientes muy suaves.

A continuación veremos una película de 8 mm. con duración de 8 minutos aproximadamente en donde podremos observar las operaciones con algunos tipos de Motoescrapas.

Nos queda ahora responder a las siguientes preguntas dado un trabajo de terminado: que tipo y que tamaño de Motoescrapa debemos seleccionar?. Suponiendo que se trata por supuesto de un trabajo para Motoescrapas, 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).- Almacénaje

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	"

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.

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 $1\ 890\ \text{kg/m}^3$ en banco.

3.- Carga = $\frac{19\ 050\ \text{kgs.}}{1\ 890\ \text{kg/m}^3} = 10\ \text{m}^3$ en banco

4.- Ciclo = $\frac{60\ \text{minutos}}{8.00\ \text{min.}} = 7.5$ viajes/hora

5.- Producción Media = $7.5 \times 10 = 75\ \text{m}^3/\text{hora}$ en banco.

Este sistema es muy útil cuando ya se tienen las máquinas; por medio de las 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 motoescrepa esta formado por los tiempos durante los cuales la máquina carga, acarrea, descarga y regresá al lugar de carga.

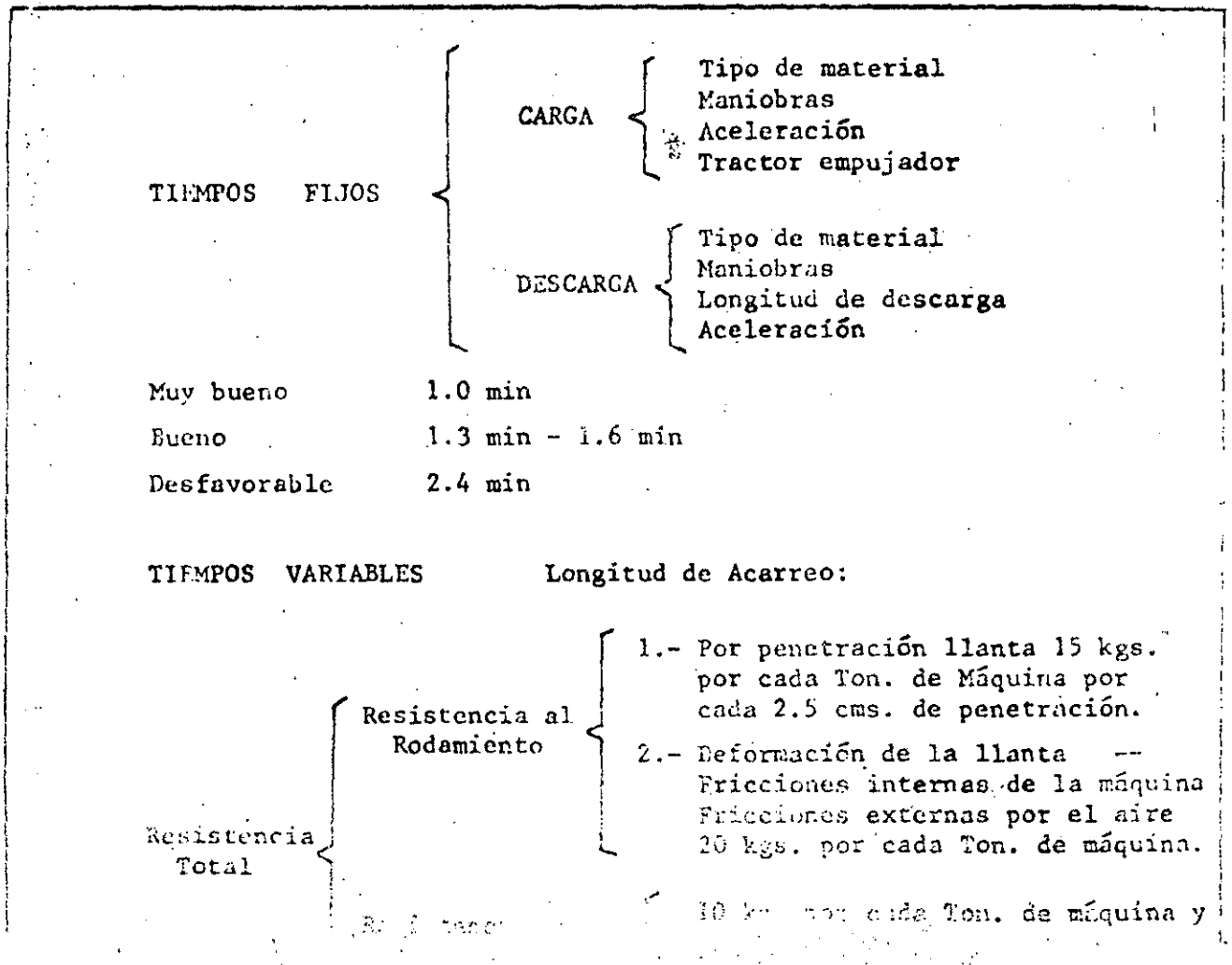
a) La carga. - se realizará en el tiempo necesario cuando ayudada o no por el tractor empujador force el material con la cuchilla de la motoescrepa hacia adentro de la caja y quede completamente llena.

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) Los maniobras. - Son los tiempos que se necesitan para la operación en las vuel -

- 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 transparencia 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 Motoescropa 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 m³ de arcilla en estado natural es igual a 1.4 m³ en estado suelto. Si se transporta arcilla en una motoescropa de 20 m³ de capacidad colmada realmente estamos transportando $\frac{20}{1.4} = 14.3$ m³ de material en banco el cual es el que se multiplicará por el precio de paga y no los 20 m³ 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 m³ de arcilla coeficiente de abundamiento= 1.4

Coficiente de compresibilidad = 0.8

Se moverá en motoescropa de 20 m³ colmados

1. - Volumen en banco = 10,000 x 1.4 = 14,000 m³

Volúmen en banco	=	$\frac{10,000}{0.8}$	=	12,500 m ³
Capacidad de la motoescrepa				
Referida a banco	=	$\frac{20 \text{ m}^3}{1.4}$	=	14.3 m ³
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 volúmen 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 halar 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.

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 constantes e igual a una resistencia de 20 kgs. por cada Tonelada de máquina cargada o descargada según sea el caso.

Del ejemplo de observación.

Una motoescrepa cuyo peso total es 41.120 kgs. en un camino revestido de penetración de llanta de 7.5 cms. La Resistencia al Rodamiento será:

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

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.

Esta fuerza de tracción la debemos comparar con la fuerza de Tracción disponible de la máquina, la cual esta intimamente 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 motoescropa 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	Fza. 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 Motoescropa 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 la 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 turbina 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 1 500 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 1 500 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 MAQUINA

- 1o.- Determinese la Fuerza de tracción necesaria que es la suma de la Resistencia al Rodamiento más la Resistencia por Pendiente.
- 2o.- Compárese la Fuerza de Tracción necesaria con la Fuerza de Tracción Velocidad al momento 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 determínese la Puerta 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 revísese 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.

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 m³ 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 m³ para la construcción de una pista de aterrizaje, cuenta la Empresa con el siguiente Equipo.

- 6 Motoescrapas. Caterpillar 621 de 15 m³ 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 ³
Altitud S:N.M.	-	2 000 m.
Longitud de acarreo	-	1 300 mts. de los cuales
1 000 mts.	-	Tienen 4% de pendiente Adversa.
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 600x0.8x15

Costos horarios: según la Empresa

Tractor	-	\$ 280/hora
Motoescrapa	-	\$ 320/hora

La Empresa desea saber el costo por m³ en banco más barato con los siguientes tipos de camino de acarreo:

- a) Sin revestir
- b) Revastido

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.

RESUMIENDO

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

T-33

DE REGRESO (VACIA)

17

Tipo de Camino	Resist. al Rod. Kg/T.M.	R. por P. kg/T.M.		R. Total kg/T.M.	
		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	-15

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 MOTOESCREPA CARGADA = 43 TONS. DE IDA

Tipo de Camino	R. T. o Rimpull Toneladas		R. T. en % Pendiente	
	1000	300	1000	300
Sin revestir 65 = 45	4.5	1.9	10.5	4.5
Revestido 50 = 30	3.9	1.3	9.0	3.0
Pavimentado 35 = 15	3.2	0.7	7.5	1.5

PESO MOTOESCUREPA 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	-1.5

Quando 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:

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

Habrá 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	-1.6

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 dónde 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 dónde 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 Motoescropa.

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 multiplicarlas por 0.65 para obtener las velocidades medias que consideran las aceleraciones 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.

TIEMPO TOTAL DEL CICLO EN MINUTOS Y
M³/H. EN BANCO.

Tipo de Camino	Tiempos Fijos	Tiempos variables		Tiempo Total	Número de viajes por Hora	M ³ /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 m³
 CAPACIDAD DE LA MOTOESCREPA EN BANCO = 15 x 0.8 = 12 m³

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 afectarse 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 m³ 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 Motoescrepa	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 unicamente 1 tractor empujador y 6 motoescrepas.

T-44

Costo de los conjuntos:	
Costo horario del tractor	\$ 280.00/hora
Costo horario Motoescrepa	\$ 320.00/hora
Costo conjunto 1 tractor y 6 Motoescrepas.	
1 x \$ 280.00 =	\$ 280.00/h.
6 x \$ 320.00 =	<u>\$ 1920.00/h.</u>
Costo Total =	\$ 2200.00/h.
Costo conjunto 1 tractor y 5 Motoescrepas.	
1 x \$ 280.00 =	\$ 280.00/h.
5 x \$ 320.00 =	<u>\$ 1600.00/h.</u>
Costo Total =	\$ 1880.00/h.

Producción real para:

A.- Camino sin revestir

$$67 \text{ m}^3/\text{h} \times 0.7 \times 6 \text{ máquinas} = 281 \text{ m}^3/\text{h}$$

B.- Camino revestido

$$73 \text{ m}^3/\text{h} \times 0.7 \times 5 \text{ máquinas} = 256 \text{ m}^3/\text{h}$$

C.- Camino Pavimentado

$$83 \text{ m}^3/\text{h} \times 0.7 \times 5 \text{ máquinas} = 291 \text{ m}^3/\text{h}$$

Costo por m^3/h movido en banco:

A.- Camino sin revestir

$$\frac{\$ 2\,200.00}{281 \text{ m}^3/\text{h}} = \$ 7.82$$

$$\text{Costo Total} = 7.82 \times 800,000 \text{ m}^3 = 6'256,000$$

B.- Camino revestido

$$\frac{\$ 1\,880.00}{256 \text{ m}^3/\text{h}} = \$ 7.35$$

$$\text{Costo Total} = 7.35 \times 800,000 \text{ m}^3 = 5'880,000$$

C.- Camino Pavimentado

$$\frac{\$ 1\,280.00}{291 \text{ m}^3/\text{h}} = \$ 6.47$$

$$\text{Costo Total} = 6.47 \times 800,000 \text{ m}^3 = 5'176,000$$

Por último:

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
<u>627</u>						
Producción de una sola unidad m ³ en b/hr	343	287	217	146	110	73
Traíllas/Empujador	2	2	3	4	6	6
Costo (¢ m ³ en b*)	14,8	17,7	21,2	29,8	37,4	56,4
<u>621</u>						
Producción de una sola unidad m ³ en b/hr	288	241	183	123	93	62
Traíllas/Empujador	2	2	3	5	6	6
Costo (¢ m ³ en b*)	14,7	17,6	20,7	28,8	35,8	53,7
<u>623</u>						
Producción de una sola unidad m ³ en b/hr	243	204	154	103	78	52
Traíllas/Empujador	-	-	-	-	-	-
Costo (¢ m ³ en b*)	12,8	15,4	20,3	30,4	40,2	60,2
<u>627</u>						
Producción de una sola unidad m ³ en b/hr	281	239	184	126	96	65
Traíllas/Empujador	-	-	-	-	-	-
Costo (¢ m ³ 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

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 motoescrepas.

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 el 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 Motoescrepas 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.



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

CURSO

"RESIDENTES DE CONSTRUCCION"

2 - 6 SEPTIEMBRE DE 1985

TUXTLA GUTIERREZ, CHIS.

COMPACTACION EN EL CAMPO

ING. FEDERICO ALCARAZ LOZANO

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 --- versatilidad 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.

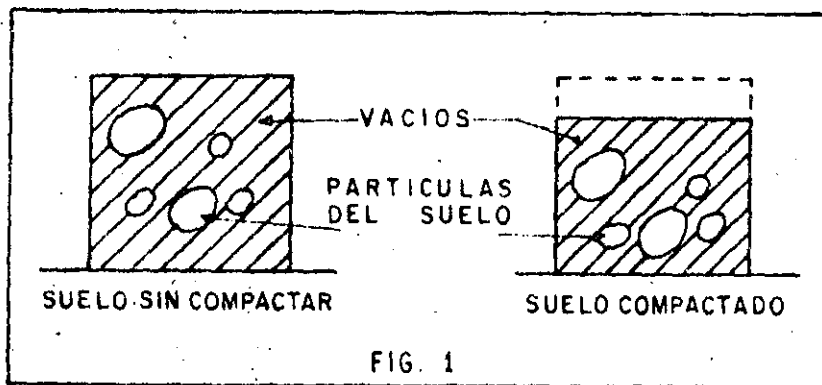
II. COMPACTACION

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).



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

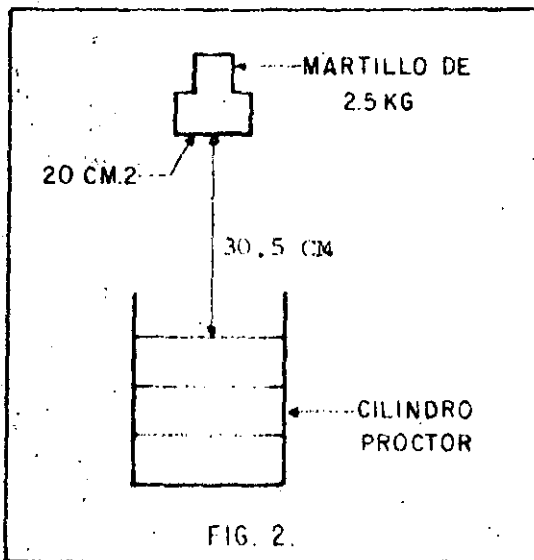
En la construcción de terraplenes sería ideal poder medir la resistencia del suelo para determinar cuándo se ha alcanzado la resis-

tencia 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

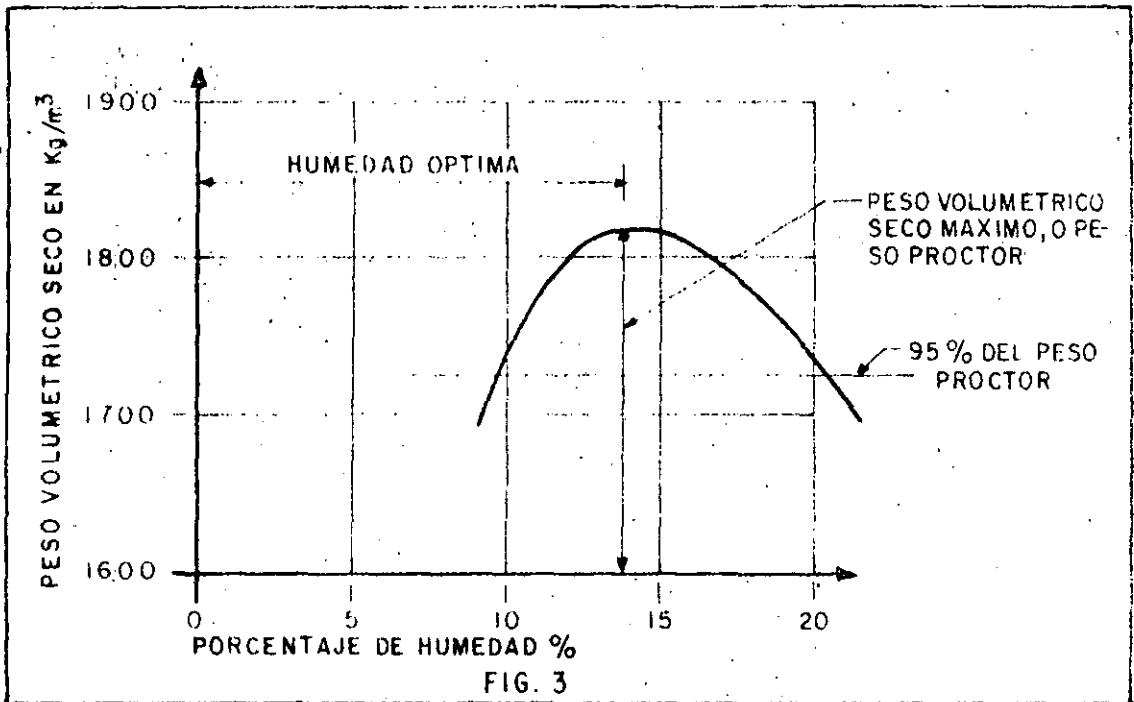
A). Proctor: R.R. Proctor estableció que hay una correspondencia entre el peso volumétrico seco de un suelo compactado y su resistencia. El equipo para hacer pruebas de compactación en la obra es un equipo económico y sencillo. Proctor desarrolló una prueba que consiste en:

- 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 cm², 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.



- 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/m³

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

es decir el constructor debe obtener un peso volumétrico seco mínimo de 1729 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 kg y cayendo de una altura de 46 cm, dando 25 golpes por capa (Fig. 4).

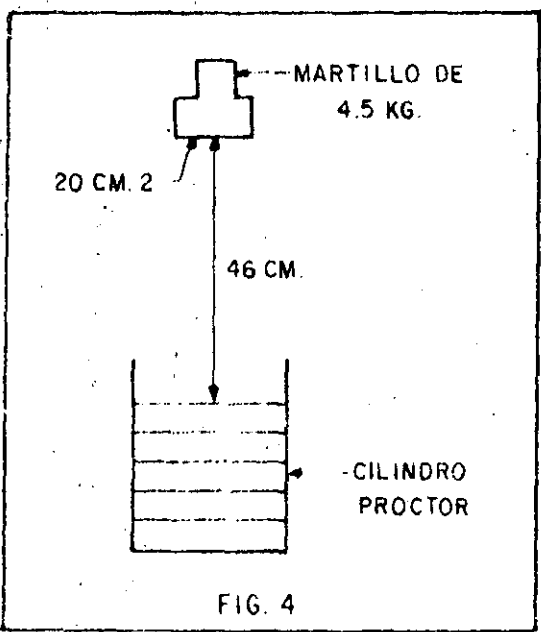
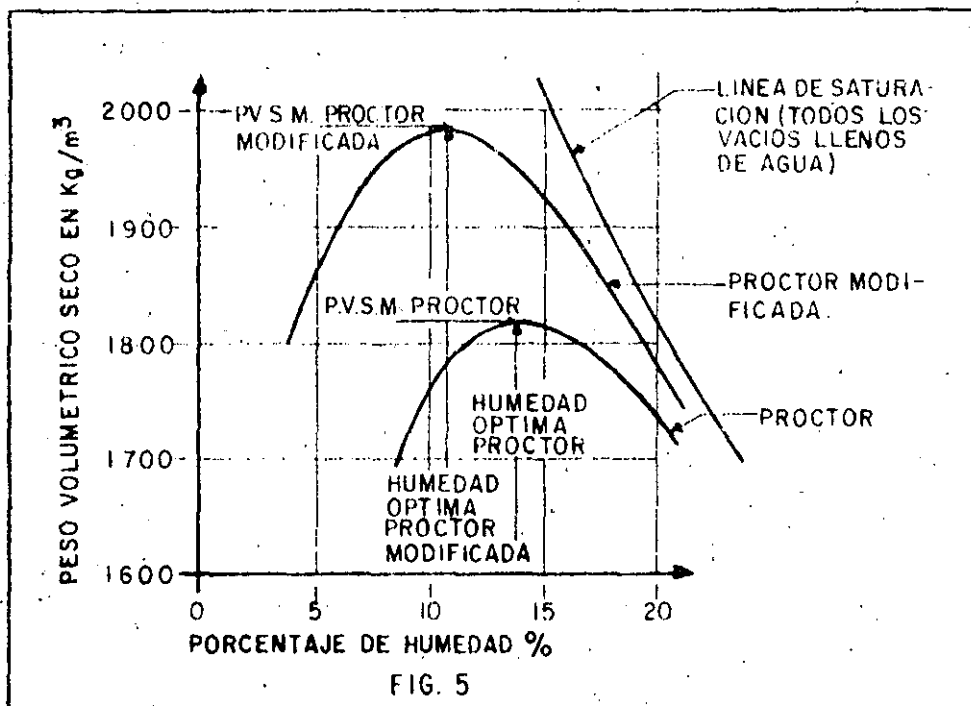


FIG. 4

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 8" 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 kg/cm², 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 kg/m³, y el diseñador ha pedido el 95% Porter, en la obra tendremos que alcanzar un peso volumétrico seco de: $0.95 \times 2,000 = 1,900$ kg/m³.

2.4. METODOS DE CONTROL

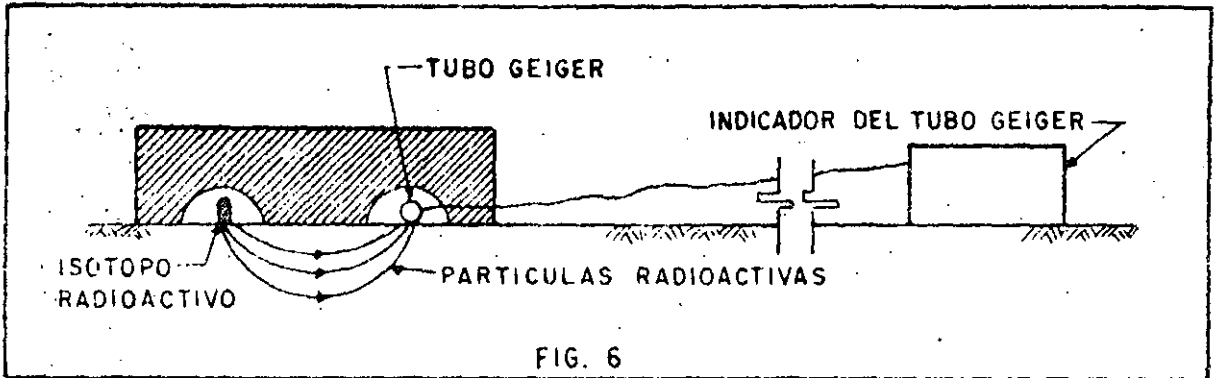
Para medir en la obra si se ha alcanzado el peso volumétrico especificado hay varios métodos:

- 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).

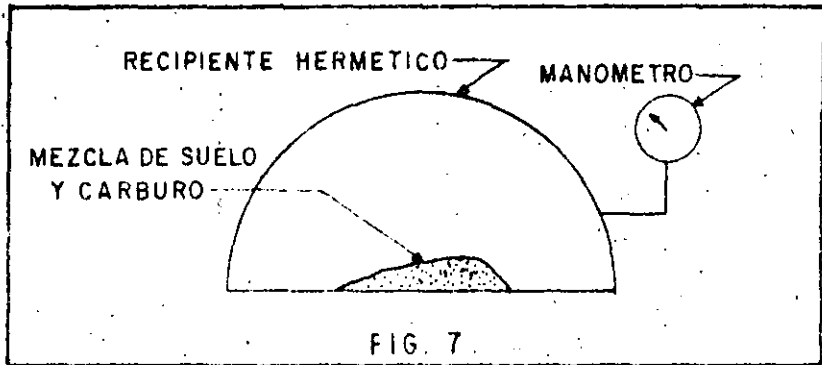


El bloque de plomo se coloca sobre la capa a probar, el número de partículas que llegan al tubo Geiger está en función de la masa del material que tienen que atravesar, es decir, es función del peso volumétrico, entonces la medida del indicador debe compararse con otra medida hecha en una capa que tenga el peso volumétrico especificado.

Estos aparatos necesitan frecuentemente calibración, no siempre hay una indicación clara cuando el aparato no funciona bien y su exactitud varía con el tipo de suelo.

Estas desventajas, sin embargo son despreciables por los constructores en grandes trabajos de terracerías, pues el aparato le permite asegurar que una cierta capa ha sido compactada, con un alto grado de confiabilidad, prosiguiendo el trabajo de inmediato con la siguiente capa.

C) Otros: Como el problema principal es la determinación de la humedad se han desarrollado últimamente algunos métodos entre los que destaca principalmente el denominado "Speedy" (Fig. 7), que consiste en colocar un peso conocido de suelo mezclado con carburo de calcio dentro de un recipiente hermético provisto de un manómetro. El carburo reacciona con la humedad del suelo, produciendo gas acetileno y por lo tanto una presión que es registrada en el manómetro el que se puede inclusive graduar en gramos de agua, determinándose rápidamente de esta manera el porcentaje de humedad, y así poder calcular su peso volumétrico seco.



III. TRABAJO DEL EQUIPO DE COMPACTACION

Para comprender mejor la transmisión de los esfuerzos de compresión en un suelo, consideremos una placa rígida, circular, de área "A", colocada sobre un suelo, a la que se aplica una carga "L", dando una presión de contacto "p" (Fig. 3).

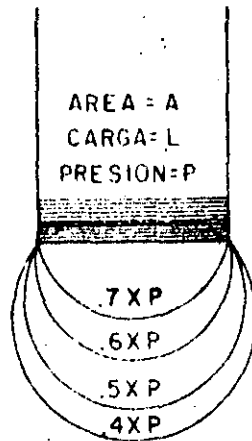


FIG. 8

En el suelo se desarrollan presiones, si unimos los puntos de -- igual presión, obtendremos suficientes 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).

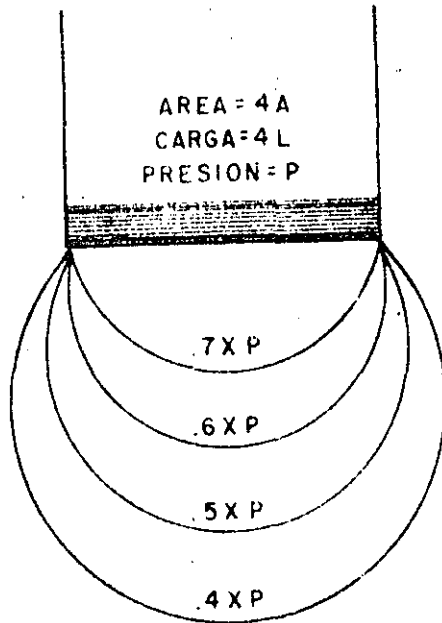


FIG. 9

- 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.

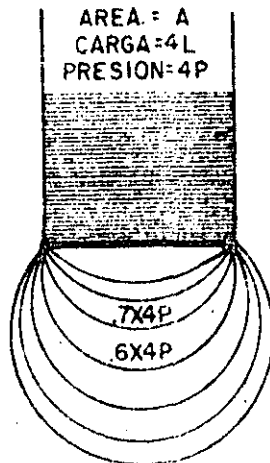


FIG. 10

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, aun que 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) PRESION ESTATICA: 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) VIBRACION: 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.

Este principio de compactación tiene dos inconvenientes en la obtención de una rápida densificación:

A) Su Acción de Arriba hacia Abajo: El inconveniente de que la parte superior se compacte primero que la de abajo, es que el esfuerzo compactivo debe atravesar la parte ya compactada, para poder compactar la inferior. Se consume por lo tanto mayor energía de compactación.

También suelo suceder que las características granulométricas -- del material varíen, debido a la sobrecompactación de la porción superior de la capa; dicha sobrecompactación o exceso de energía compactiva produce una fragmentación de partículas.

B) Fomentar la resistencia de la fricción interna del material, durante la compactación: definiendo como fricción interna a la resistencia de las partículas de un suelo para deslizarse dentro de la masa del mismo, se puede juzgar este segundo inconveniente.

Si llamamos (F) a la fuerza aplicada por el compactador y (n) al coeficiente de fricción interna del material, se puede deducir la reacción (R) de las partículas para deslizarse dentro de la masa de suelo.

$$R = nF$$

A mayor fuerza aplicada mayor la reacción de la fricción interna del material, aquí es donde el papel que juega el agua resulta muy importante, ya que, tendrá efectos lubricantes entre las partículas reduciendo (n) y por consecuencia a (R).

3.2. COMPACTACION POR IMPACTO

La compactación por medio de impacto se logra aplicando repetidamente una fuerza sobre el suelo, con alta amplitud y baja frecuencia.

Cuando la unidad compactadora tiene una frecuencia baja y una amplitud grande, la unidad cae dentro de este tipo de compactación.

3.3. COMPACTACION POR VIBRACION

Este principio de compactación es el que últimamente ha tenido mayor desarrollo y prácticamente ha invadido todos los materiales por compactar.

En la mayoría de los tipos de material, la compactación dinámica o vibratoria, supera en eficiencia a los compactadores estáticos.

Como en la compactación por presión estática, en este tipo de compactación también se aplica una cierta presión, pero al mismo tiempo se somete al material a rápidas y fuertes vibraciones, entre 700 y 4,000, dependiendo del compactador.

Debido a las vibraciones producidas por el equipo sobre el material, la fricción interna de éste, desaparece momentáneamente, propiciando el acomodo de las partículas.

Esto se puede demostrar mediante el experimento de girar un palote de álabes dentro de un recipiente que contenga arena o grava, primero en estado estático y luego colocando el recipiente sobre una placa vibratoria. (Fig. 10 A).

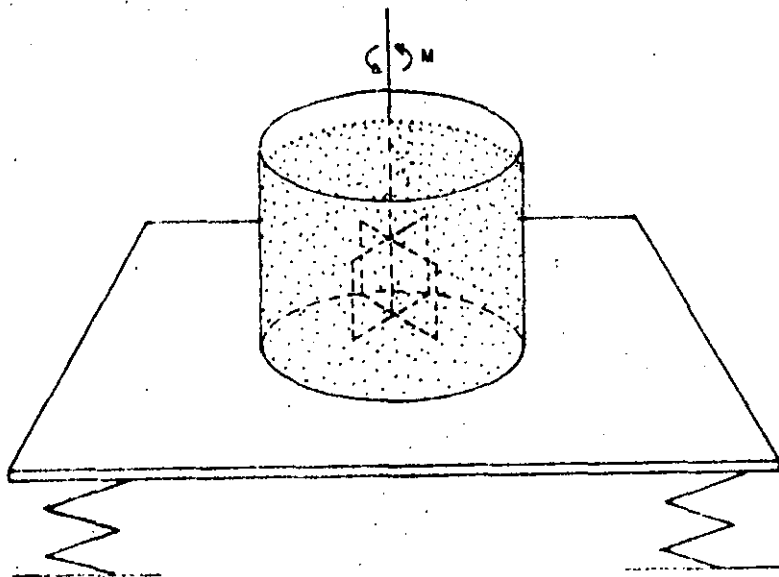


FIG. 10 - A DISPOSITIVO PARA MEDIR EL MOMENTO DE RESISTENCIA

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 pre -- sión 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 estó 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 mate -- riales cohesivos; en cambio su efectividad es casi nula en materia -- les granulares.

3.5. COMPACTACION CON AYUDA DE ENZIMAS

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

Una enzima es: "Cierta substancia 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 consècuencia -- que las partículas del suelo se agrupen 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 redu -- cirse el tiempo de compactación.

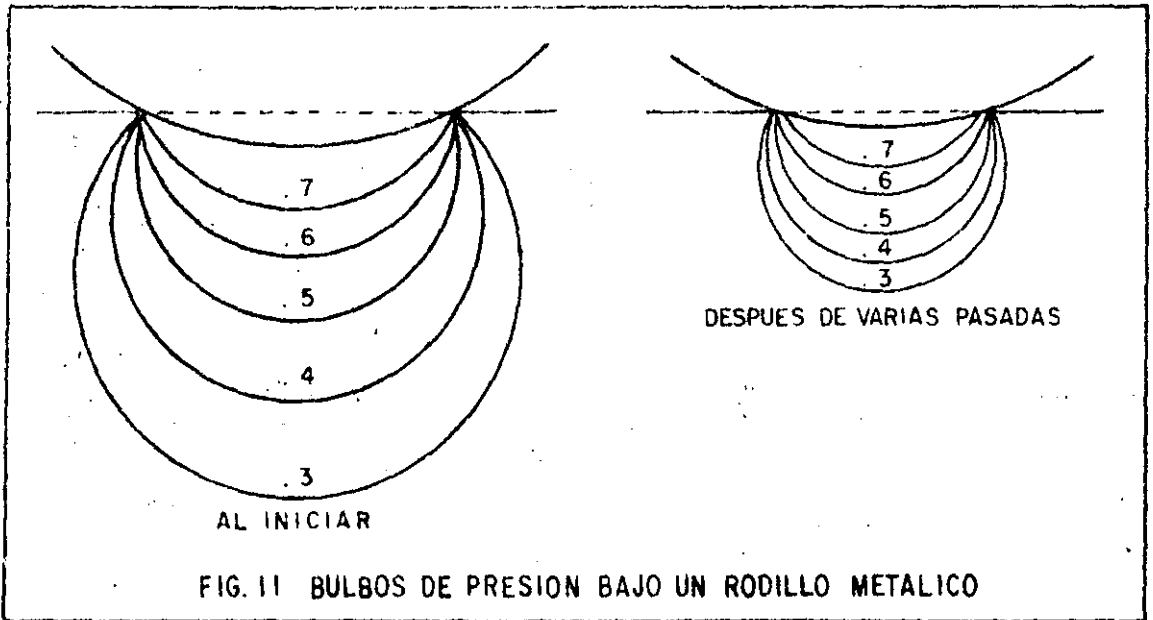
IV. EQUIPO DE COMPACTACION

Hay una gran variedad de equipos de compactación, se describi -- rán sus características básicas:

4.1. RODILLOS METALICOS

Un rodillo metálico utiliza solamente presión con un mínimo de amasamiento en materiales plásticos.

Quando estos rodillos inician la compactación de una capa el área de contacto es más o menos ancha y se forma un bulbo de presión de una cierta profundidad. Conforme avanza la compactación el ancho del área de contacto se reduce, y por lo tanto también se reduce la profundidad del bulbo de presión y aumentan los esfuerzos de compresión en la cercanía de la superficie (Fig. 11). Estos esfuerzos son con frecuencia suficientes para triturar los agregados en materiales granulares, e invariablemente causan la formación de una costra en la superficie de la capa (encarpetamiento).



Si a esto se agrega la costumbre de hacer riegos adicionales durante la compactación, para compensar la evaporación, en una capa en donde la penetración del agua es difícil por la misma compacidad del material, llegaremos a un estado de estratificación de la humedad, en este momento la formación de la costra es inevitable.

También es costumbre más o menos generalizada, el sobre las - trar estos equipos cuando no se está obteniendo la compactación, para aumentar la penetración y la profundidad del bulbo de presión, esto generalmente tiene como consecuencia el sobre esforzar la superficie.

Un rodillo metálico, no compacta pequeñas áreas bajas o suaves, debido a que la rigidez de la rueda las puentea, estas áreas suaves se presentan con frecuencia en terracerías debido a la irregularidad de la capa.

Dentro de este grupo se puede hacer la división siguiente:

A) Planchas Tandem.- Son aquellas que tienen dos o tres rodillos metálicos paralelos. Los rodillos son generalmente huecos para ser lastrados con agua y/o arena. Tienen generalmente dos números por nomenclatura. El primero es el peso de la máquina sin lastre y el segundo es el peso de la máquina lastrada totalmente (Fig. 12).

B) Planchas de Tres Ruedas.- Son quizás de más antiguo diseño; estas planchas tienen dos ruedas traseras paralelas y una rueda delantera; las ruedas pueden ser huecas para ser lastradas o formadas por placas de acero roladas con atiesadores (Fig. 13).

Las planchas tandem, a pesar de que son generalmente de menor peso que las de tres rodillos, suelen tener mayor compresión por centímetro lineal de generatriz que las de tres rodillos, por tener menor superficie de contacto con el material.

Tanto las planchas tandem como las de tres rodillos, tienen bajas velocidades de operación y poca seguridad al compactar las orillas de terraplenes altos.

Son efectivas en todos los suelos, pero, por los inconvenientes mencionados y su bajo rendimiento hacen que su uso se limite a trabajos pequeños o al armado de una capa al inicio de la compactación.

Resumiendo, puede decirse que estas máquinas por su lentitud y poca profundidad, han perdido terreno en la compactación de grandes movimientos de tierra; también en algunas aplicaciones específicas que tienen estos equipos como la compactación de carpetas asfálticas, van siendo desplazados por otras máquinas compactadoras.

4.2. RODILLOS NEUMATICOS

Los rodillos neumáticos son muy eficientes y a menudo esenciales para la compactación de sub-bases, bases y carpetas, sus bulbos de presión son semejantes a los de los rodillos metálicos, pero el área de contacto permanece constante por lo que no se produce el efecto de reducción del bulbo. Por otra parte, el efecto de puenteo del rodillo metálico, sobre zonas suaves, se elimina con llantas de suspensión independiente.

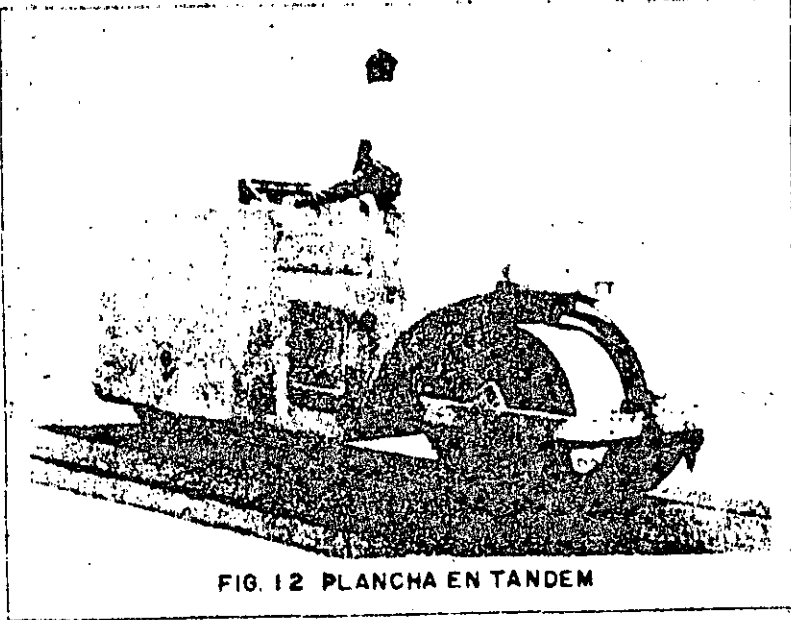


FIG. 12 PLANCHA EN TANDEM

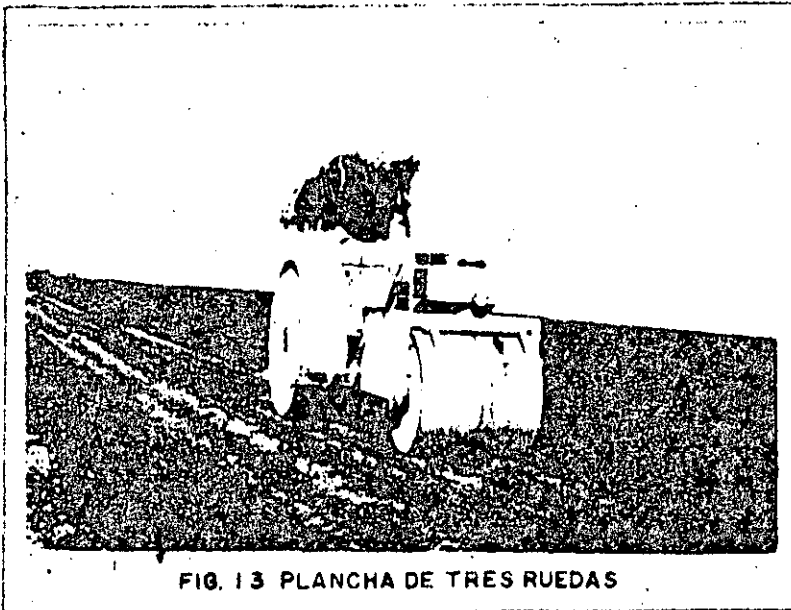


FIG. 13 PLANCHA DE TRES RUEDAS

Estos compactadores pueden ser jalados o autopropulsados.

Se pueden dividir conforme al tamaño de sus llantas en:

A) De llantas pequeñas

B) De llantas grandes

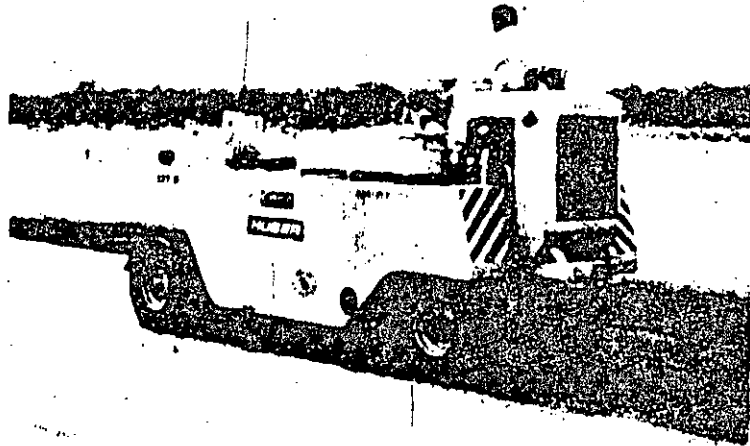


FIG. 14

A) DE LLANTAS PEQUEÑAS.- Generalmente tienen dos ejes en tandem y el número de llantas puede variar entre 7 y 13. El arreglo de las llantas es tal que las traseras traslapan con las delanteras - - (Fig. 14 A).

Algunos de estos compactadores tienen montadas sus ruedas en forma tal que oscilan o "bailan" al rodar; lo que aumenta su efecto de amasamiento.

Estos compactadores proporcionan una presión de contacto semejante a la proporcionada por equipos de mayor peso y llantas grandes, tienen mayor maniobrabilidad, no empujan mucho material adelante de ellos, tienen poca profundidad de acción y poca flotación en materiales sueltos. Tienen una buena acción de secado y cierran la textura del material de la capa.

B) DE LLANTAS GRANDES.- Son generalmente arrastrados por tractor y pesan de 15 a 50 ton. Tienen 4 ó 6 llantas en un mismo eje, -

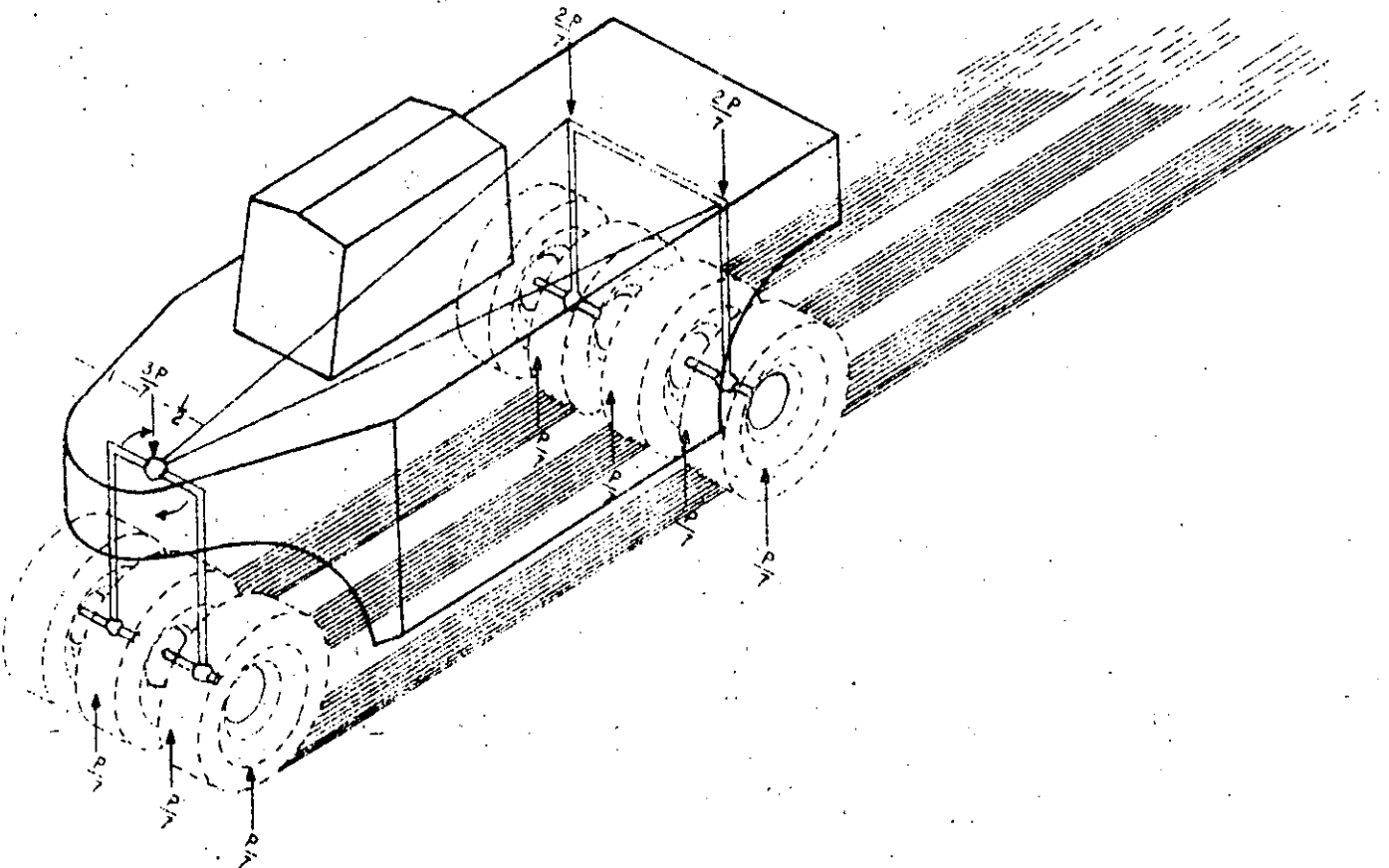


Fig. 14-A

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).

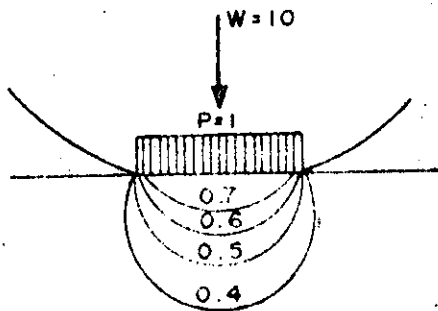


FIG. 15

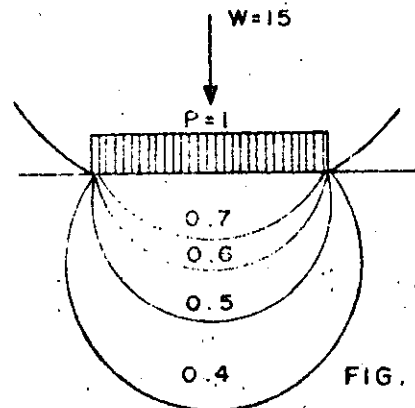


FIG. 16

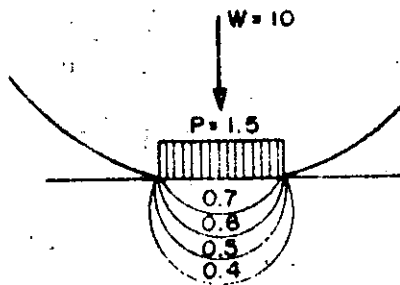


FIG. 17

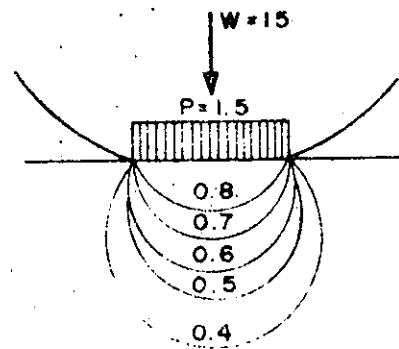
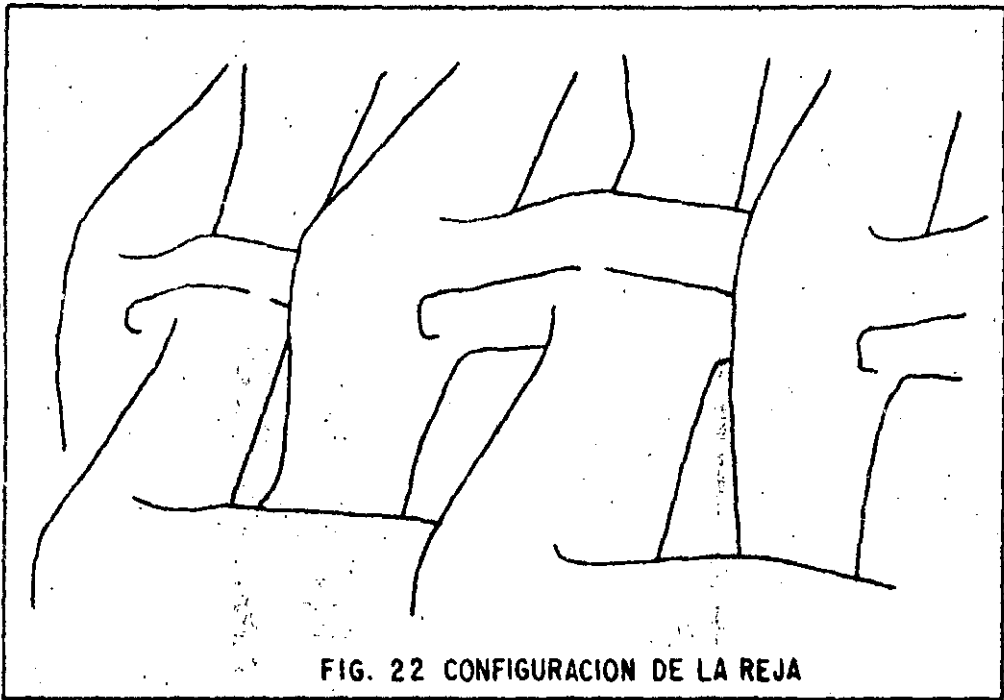


FIG. 18

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.



Estos rodillos, debido a su misma configuración no pueden dejar una superficie tersa como puede ser la base de una carretera.

4.5. RODILLO DE IMPACTO (TAMPING ROLLER).

A causa de los problemas de limpieza del rodillo de reja, se diseñó un nuevo rodillo usando los mismos principios: el rodillo de impacto. Este es un rodillo metálico, en el que se han fijado unas salientes en forma aproximada de una pirámide rectangular truncada. (Fig. 23).

Estas pirámides no son de la misma altura pues hay unas más altas que otras, siguiendo el modelo de puntos altos y bajos del rodillo de reja, esto dá las mismas ventajas, pudiéndose limpiar fácilmente por medio de dientes sujetos a un marco.

Estas salientes han sido diseñadas de tal manera que el área de contacto se incrementa con la penetración, ajustándose automáticamente la presión a la resistencia del suelo compactado (Fig. 24).

El diseño contempla también una fácil entrada y salida a la capa, lo que disminuye la resistencia al rodamiento.

Estos rodillos han probado ser muy eficientes y eliminan estratificación en los terraplenes, esto es importante en corazones impermeables de presas.

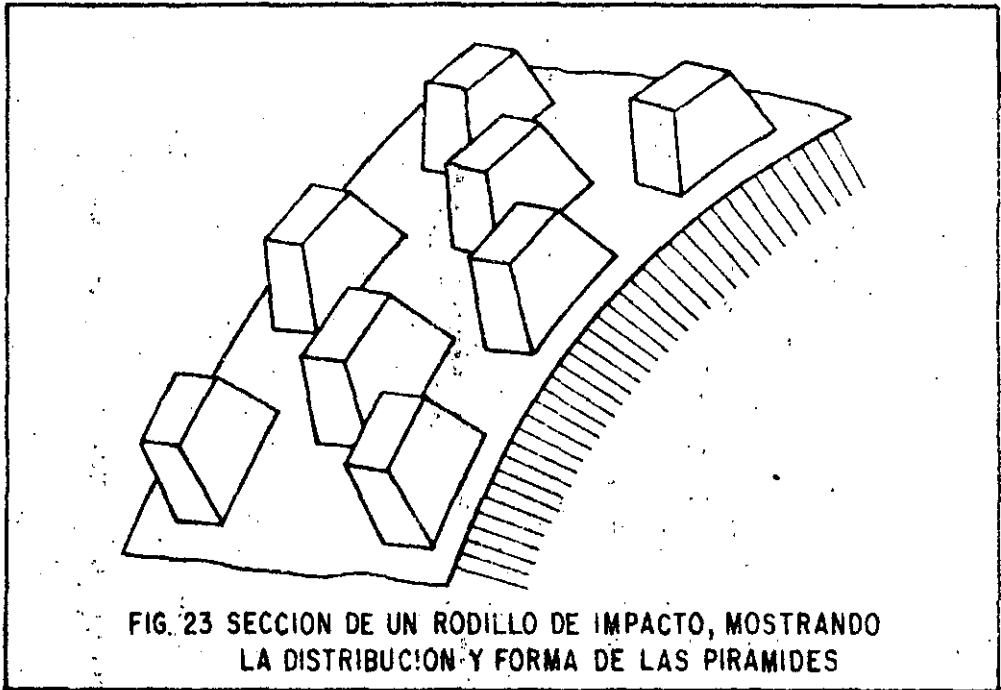


FIG. 23 SECCION DE UN RODILLO DE IMPACTO, MOSTRANDO LA DISTRIBUCION Y FORMA DE LAS PIRAMIDES

Cuando un rodillo de empacto empieza una nueva capa, que no sea mayor de 30 cm los bulbos de presión y las ondas de impacto proveen suficiente amasamiento con la capa inferior para eliminar la estratificación que ocurre con cualquier otro compactador excepto la pata de cabra.

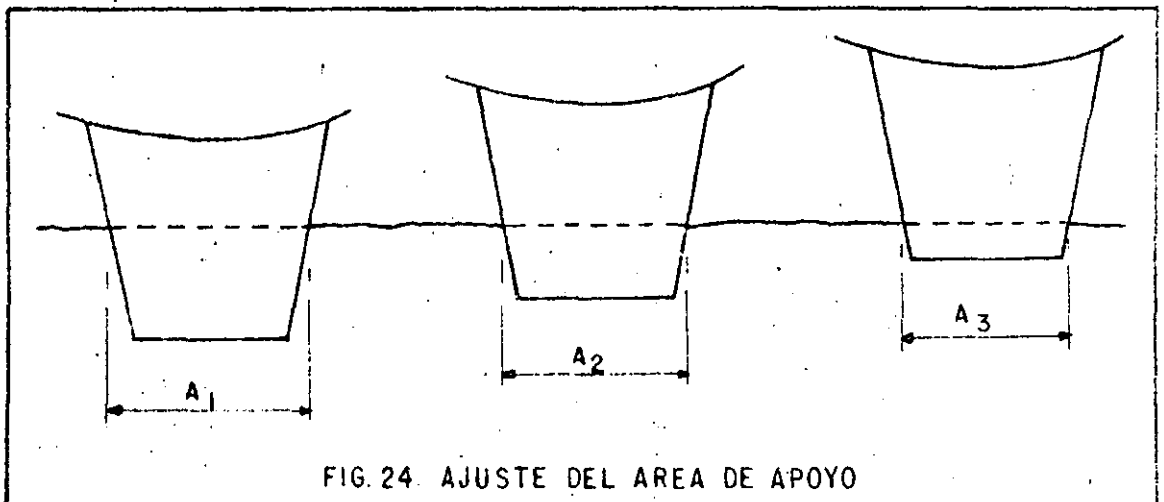


FIG. 24 AJUSTE DEL AREA DE APOYO

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).

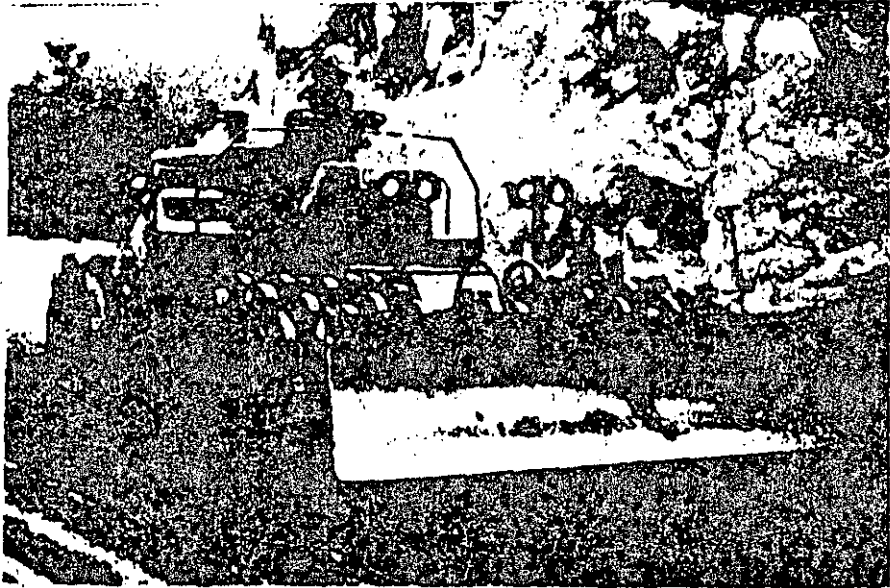


FIG. 25 RODILLO DE IMPACTO (TAMPING - ROLLER)

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 reacomodo 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.

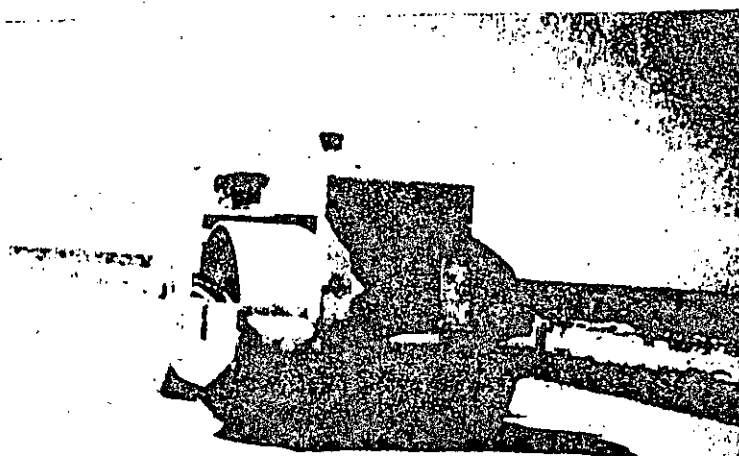


FIG. 26 RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO

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.

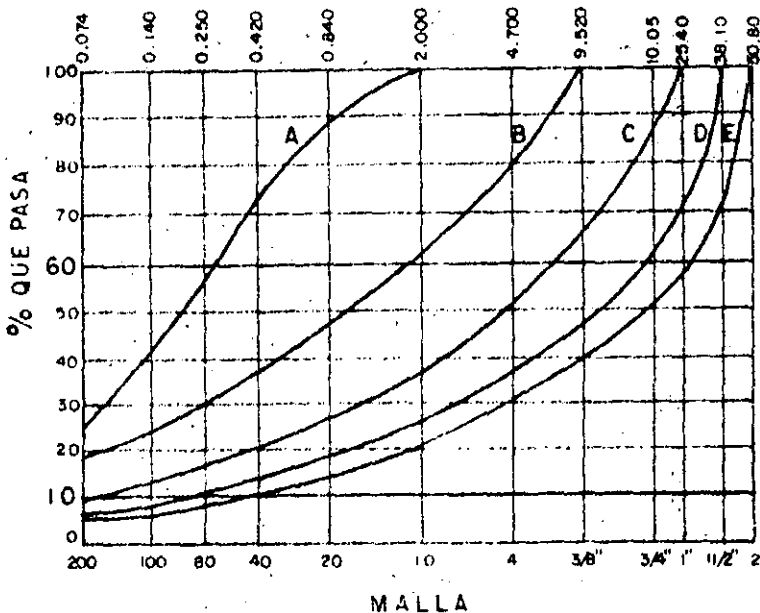
5.2) GRANULOMETRIA DEL MATERIAL. Para la obtención de una eficiente compactación es necesario, que haya partículas de varios tamaños en el material por compactar, ya que las partículas de menor tamaño ocuparán los espacios formados entre partículas de mayor tamaño.

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



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

FIG. 27

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, los 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.

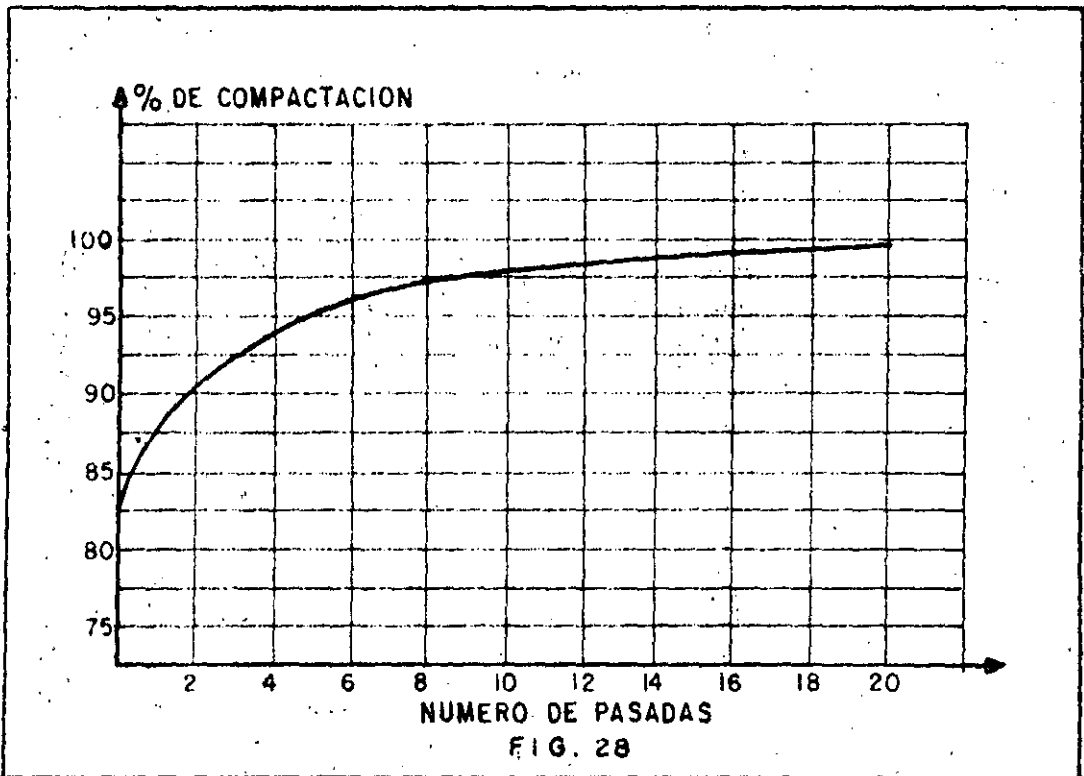
5.3) NUMERO DE PASADAS. El número de pasadas que un equipo deba dar sobre un material dependerá de (Fig. 28):

- 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) PRESIÓN 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) Área 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.

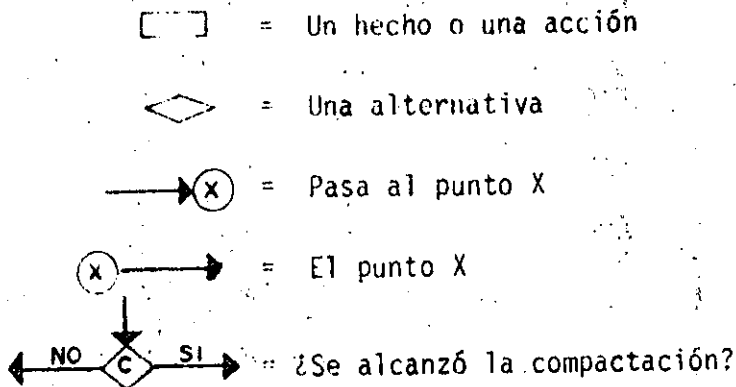
La máxima eficiencia se obtiene entre 3 y 5 km por hora, a velocidades mayores la eficiencia baja rápidamente y se puede llegar a no obtener la compactación.

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. SELECCION 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

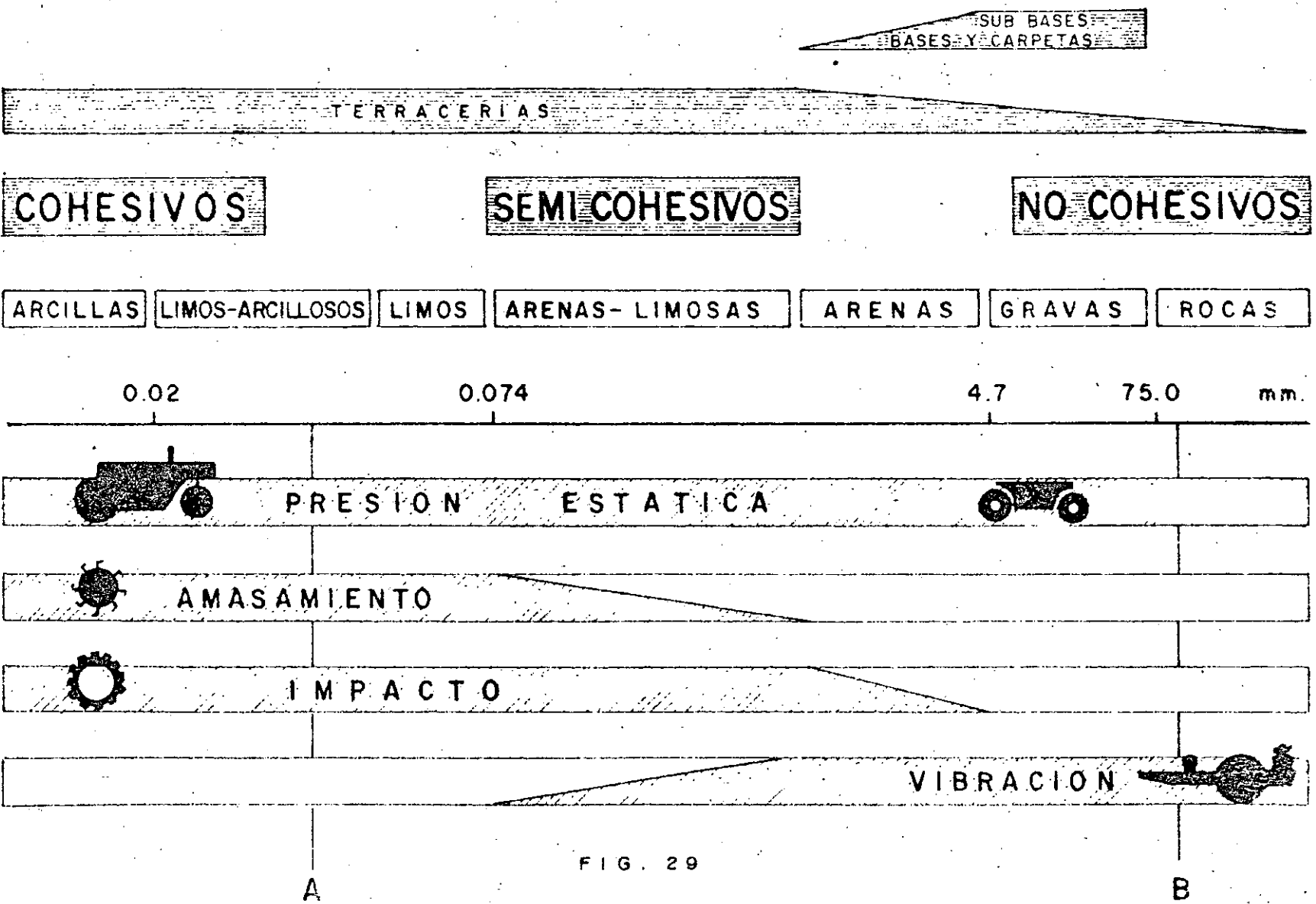
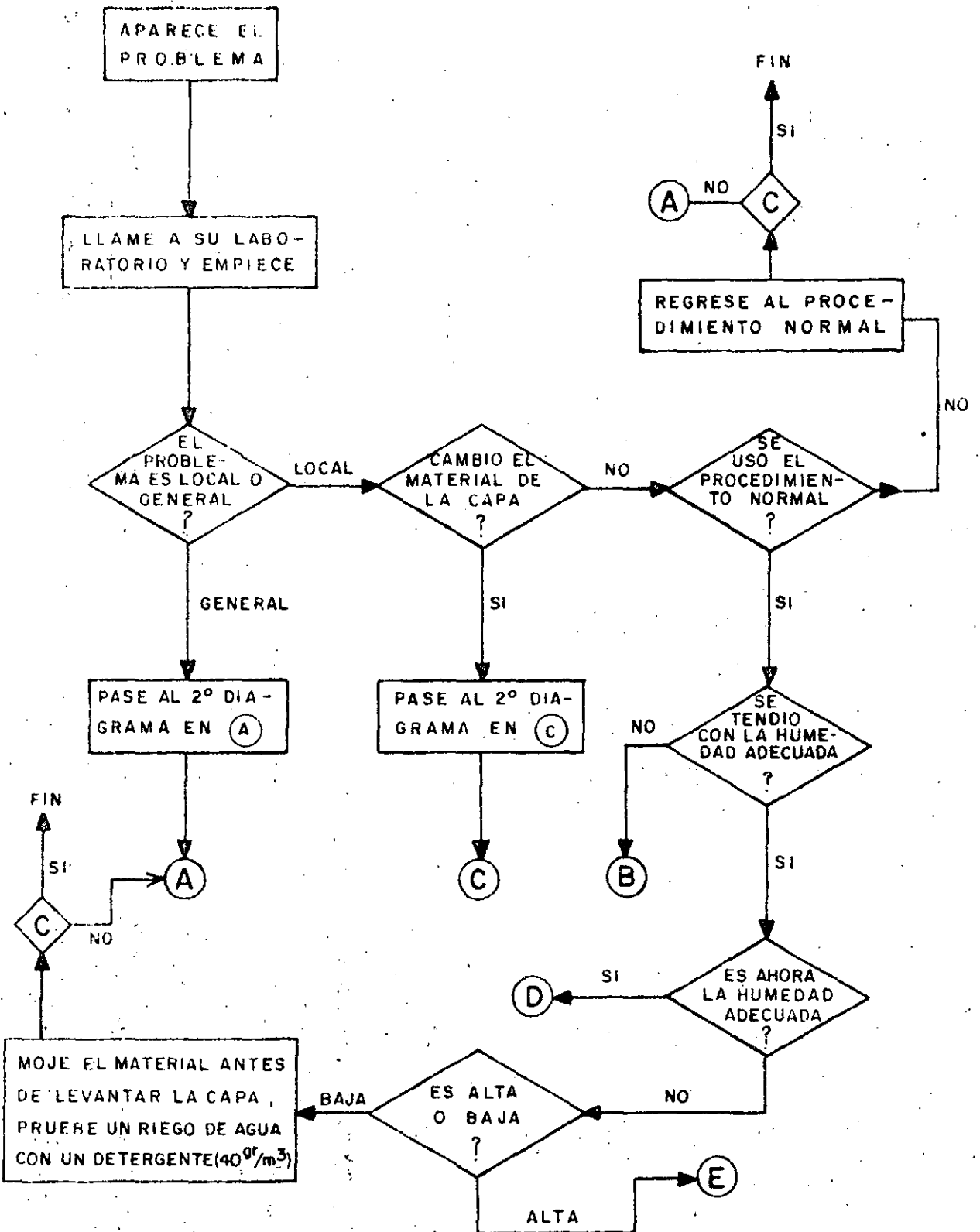


FIG. 29

37

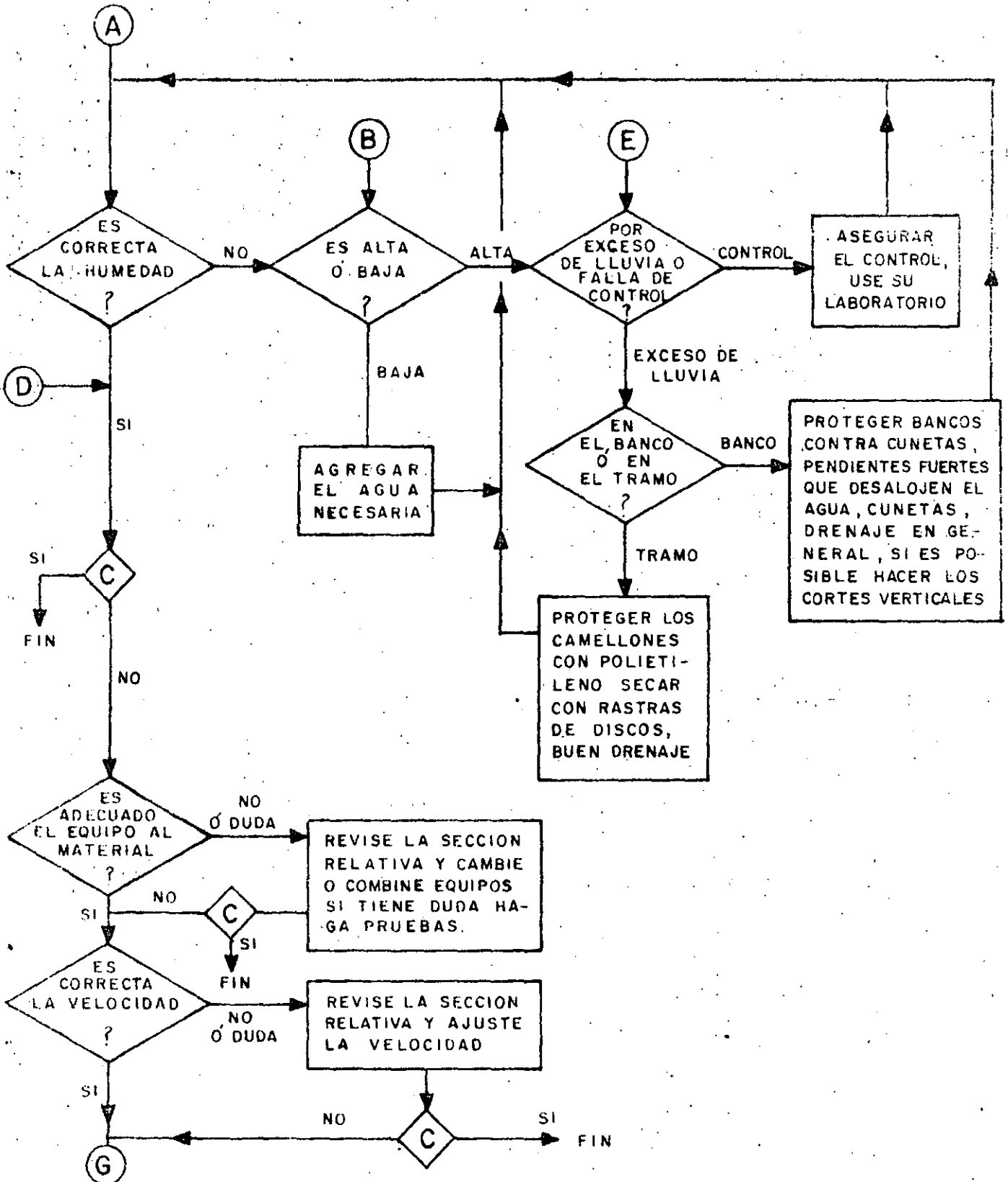
PRIMER DIAGRAMA

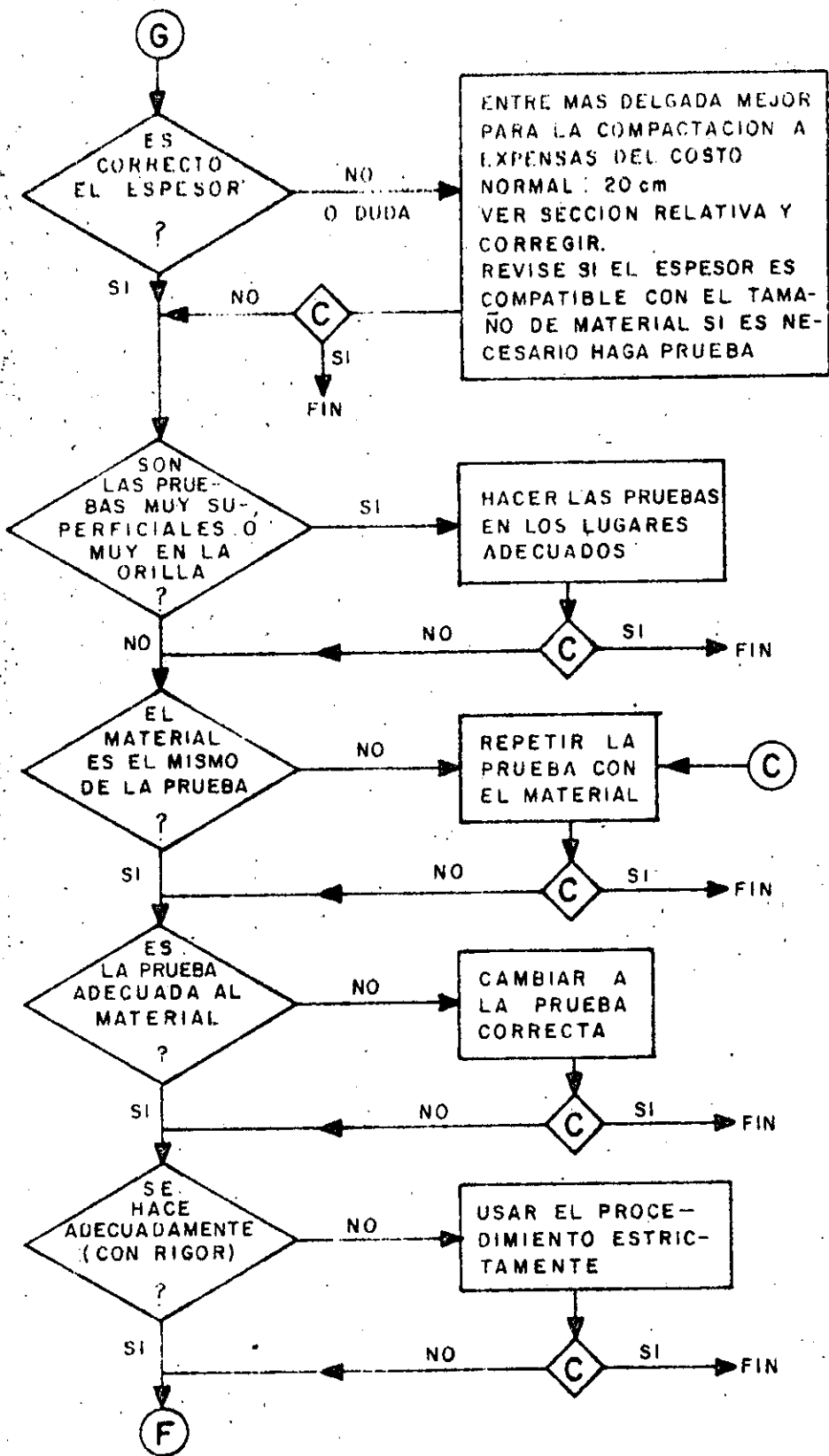
38

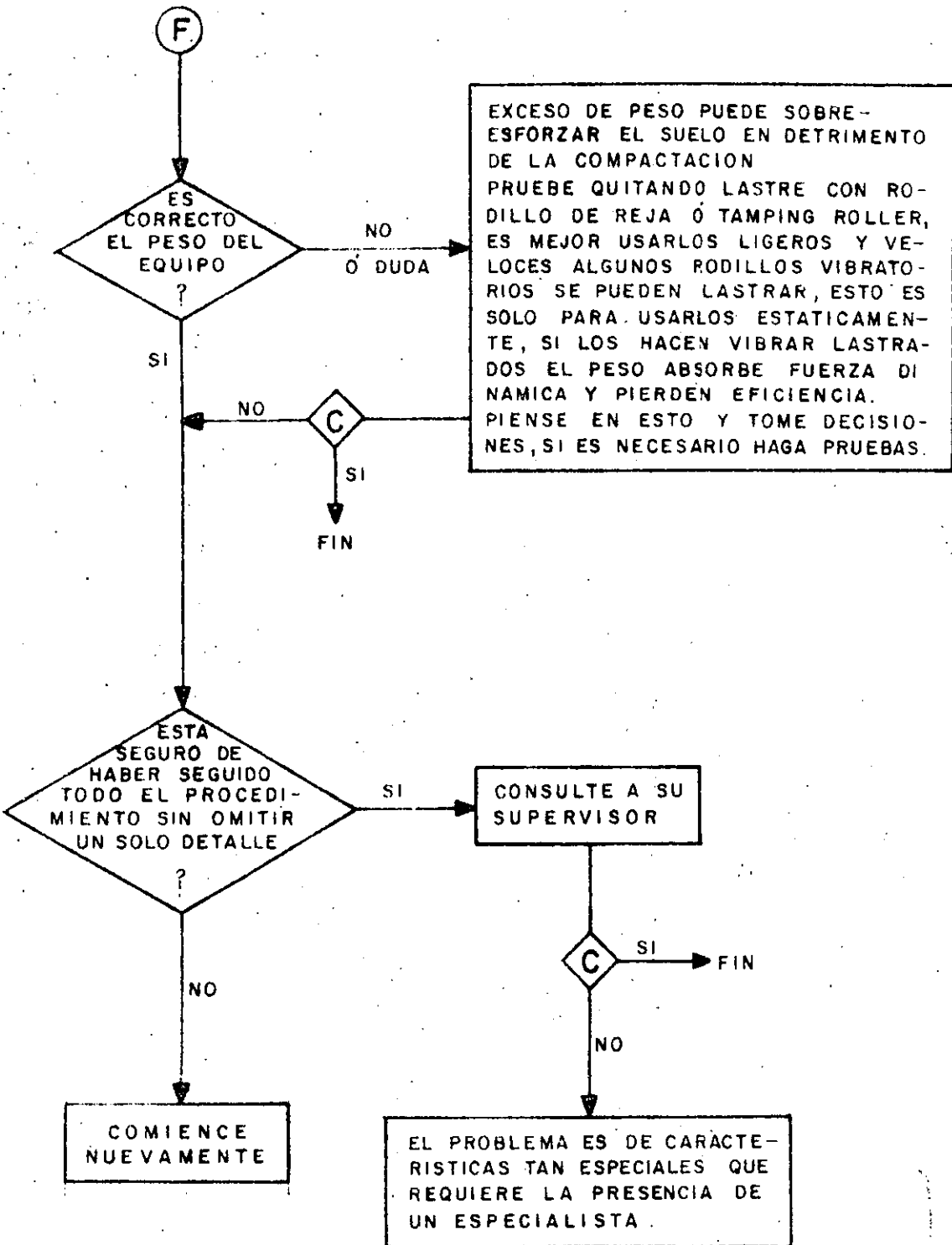


SEGUNDO DIAGRAMA

39







La fórmula puede escribirse:

$$P = \frac{A \times V \times E \times 10 \times C}{N}$$

P = Producción horaria (m³/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:

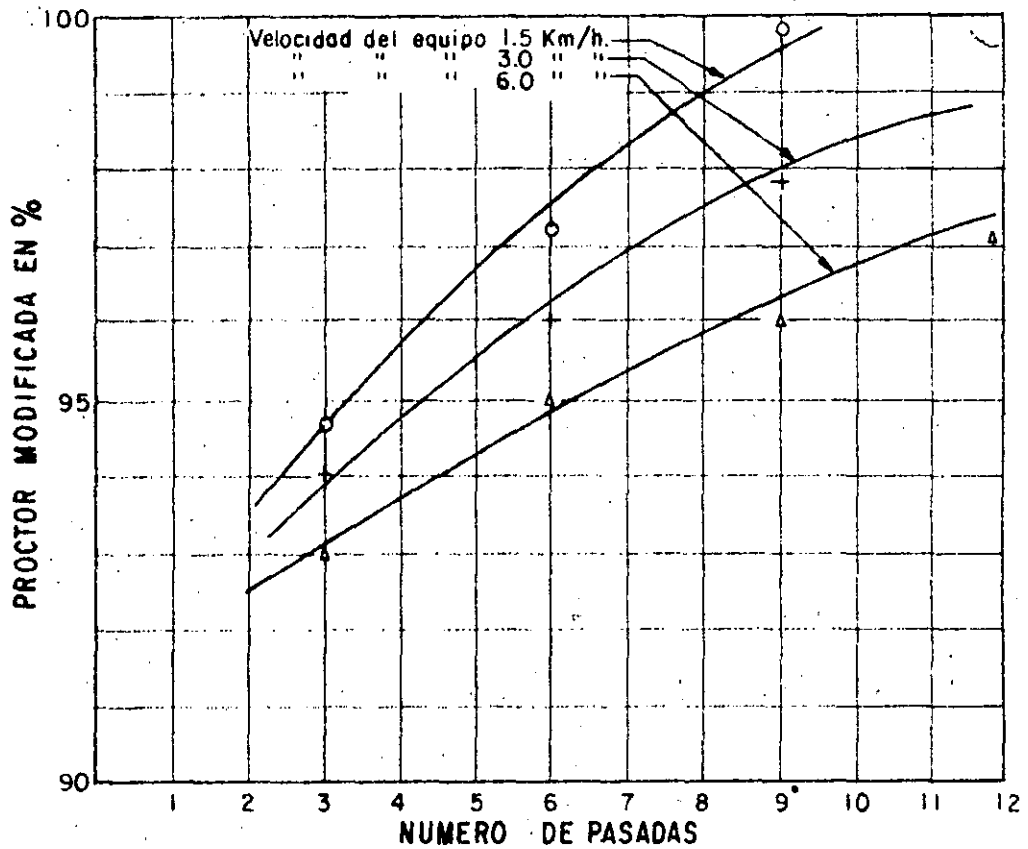
EJEMPLOS TÍPICOS:

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) 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) C o n s u m o s

Combustibles

Lubricantes

Llantas

C) O p e r a c i ó n

D) T r a n s p o r t e

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) compactado:

$$\text{Costo por m} = \frac{\text{Costo Horario Equipo}}{\text{Producción Horaria Equipo}}$$

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
	<hr/>
	\$ 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
	<hr/>
	\$ 1,274.00

II.- Determinación de producciones horarias

I. Rodillo arrastrado por tractor agrícola.

Ancho	= 1.50 m
Velocidad	= 4 km/h
Espesor	= 20 cm (sueños)
Número de pasadas	= 4 para 95%

Coefficiente de reduci. = 0.7

Eficiencia = 0.75

$$P = \frac{1.50 \times 4 \times 20 \times 10 \times 0.7 \times 10}{4} \times 0.75$$

$$P = 157 \text{ m}^3/\text{hora}$$

2. Rodillo autopropulsado

Ancho = 2.14 m

Velocidad = 4.5 km/h

Espesor = 20 m (suelos)

Número de pasadas = 4 para 95%

Coefficiente de reduci. = 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 reduci. = 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 ³
Caso 1	\$ 720.00/h	157 m ³ /h	\$ 4.59/m ³
Caso 2	\$ 780.00/h	253 m ³ /h	\$ 3.03/m ³
Caso 3	\$ 1,274.00/h	315 m ³ /h	\$ 4.36/m ³

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:

$$\text{Ancho} = 1.94 \text{ m}$$

$$\text{Velocidad} = 9 \text{ km/hora}$$

$$\text{Espesor} = 20 \text{ cm (suelos)}$$

$$\text{Número de pasadas} = 8 \text{ pasadas (contando sus cuatro rodillos)}$$

$$\text{Coeficientes de reduc} = 0.7$$

$$\text{PRODUCCION} = \frac{1.94 \times 9 \times 20 \times 10 \times 0.7}{8} \times 0.8$$

$$\text{PRODUCCION} = 244 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\text{COSTO POR COMPACTACION} = \frac{\$ 1,240.00/\text{h}}{244 \text{ m}^3/\text{h}} = \$ 5.08$$

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 m³ 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 m³ compactos por hora?
- 2.- ¿Cuántos rodillos vibratorios son necesarios para compactar 300 m³ 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"

2 - 6 SEPTIEMBRE DE 1985

TUXTLA GUTIERREZ, CHIS.

EXPLOTACION DE ROCAS

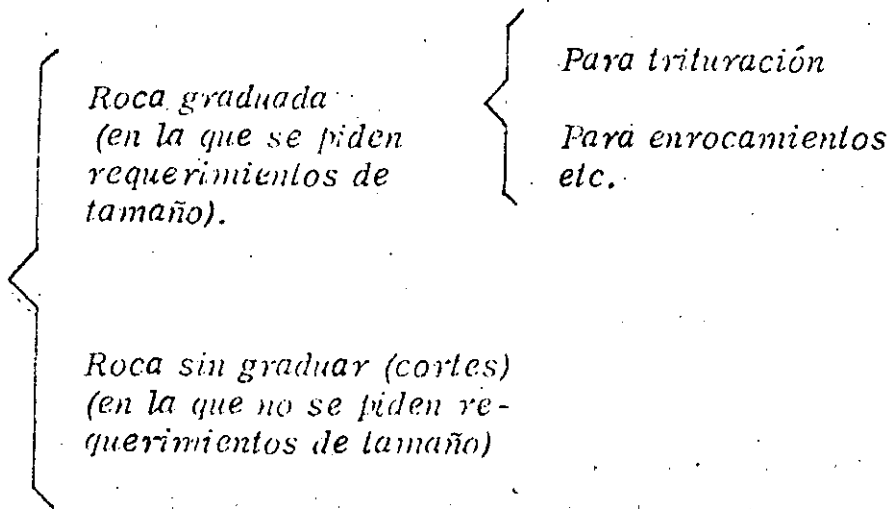
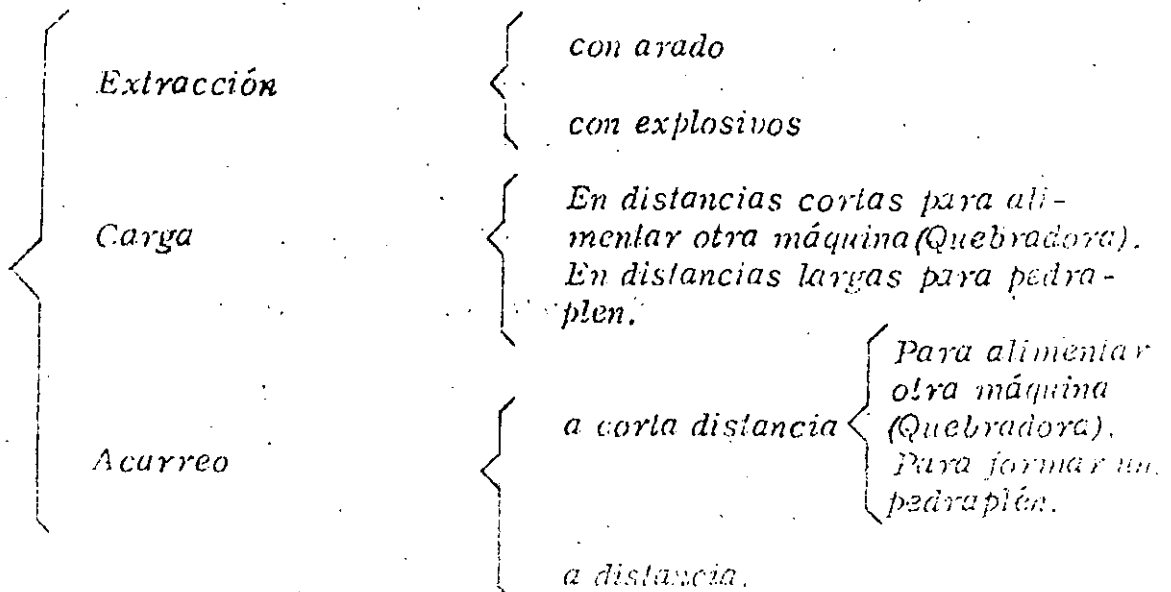
ING. FEDERICO ALCARAZ LOZANO



EXPLOTACION DE ROCA

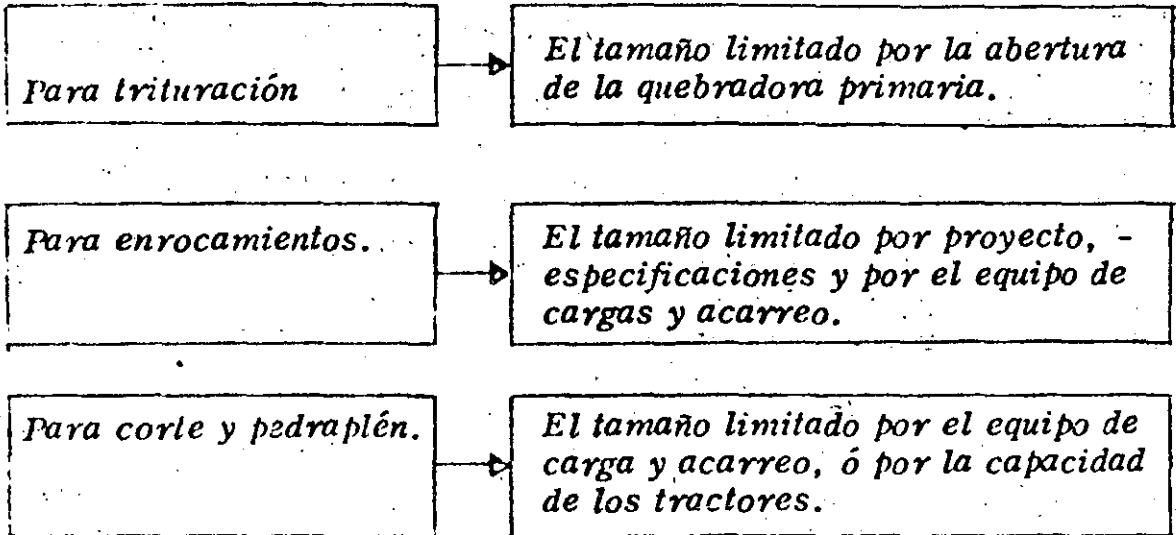
Ing. Federico Alcaraz Lozano

En la explotación de roca podremos encontrar los siguientes casos importantes:

PROCESOS PRINCIPALES.

EXTRACCION.

La extracción consiste en separar un fragmento de roca de un banco ó corte, reducido al tamaño adecuado para el uso a que se destine.



El proceso de extracción con arado ya fué visto anteriormente en este curso, nos limitaremos a la extracción con explosivos.

EXPLOSIVOS.

DEFINICION.

Por explosivos se entienden aquellas substancias de poca estabilidad química, que son capaces al incendiarse ó detonar de producir una gran cantidad de energía, la que producirá una explosión. Si esta -- está confinada se aprovecha para separar la roca del banco (tronada)

RESEÑA HISTORICA.

Desde la aparición del hombre en la tierra, hasta el siglo XIV, éste no conocía otra detonación que no fuera la del rayo y otros fenóme--

TABLA 1

Un cartucho	60%	50%	45%	40%	35%	30%	25%	20%	
60%	1.00	1.12	1.20	1.28	1.38	1.50	1.63	1.80	2.00
50%	0.89	1.00	1.07	1.14	1.23	1.31	1.45	1.60	1.78
45%	0.83	0.93	1.00	1.07	1.15	1.25	1.36	1.50	1.73
40%	0.78	0.87	0.94	1.00	1.08	1.17	1.27	1.40	1.53
35%	0.72	0.81	0.87	0.93	1.00	1.09	1.18	1.30	1.50
30%	0.67	0.75	0.80	0.85	0.92	1.00	1.09	1.20	1.38
25%	0.61	0.69	0.74	0.78	0.85	0.92	1.00	1.10	1.27
20%	0.55	0.62	0.67	0.71	0.77	0.83	0.90	1.00	1.15
15%	0.48	0.54	0.58	0.61	0.76	0.72	0.78	0.86	1.00

Tabla que muestra el número de cartuchos de determinada fuerza necesaria para igualar un cartucho de diferentes fuerzas.

b) Velocidad.

Es la rapidez expresada en metros por segundo con que se propaga la onda de detonación a lo largo de una columna de explosivos.

Algunos explosivos violentos detonan mucho más rápidamente que otros.

Cuando mayor es la rapidez de explosión mayor suele ser el efecto de quebramiento. Como este efecto depende también hasta cierto punto de la fuerza y de la densidad, deben tomarse en cuenta estas tres propiedades al escoger el explosivo adecuado para un fin determinado.

c) Resistencia al agua.

Los explosivos violentos difieren mucho entre sí por lo que toca a la resistencia al agua. En zonas secas esto no tiene mucho importancia, pero cuando existe mucha agua es preciso emplear un explosivo resistente al agua.

Número de cartuchos por caja de 25 Kgs. en las siguientes medidas:

<u>CLASES DE DINAMITA:</u>	<u>2.22 x 20.32 cms. (7/8 x 8")</u>	<u>2.54 x 20.32 cms. (1 x 8")</u>	<u>2.857 x 20.32 cms. (1-1/8x8")</u>	<u>3.175 x 20.32 cms. (1-1 1/4 x 8")</u>	<u>5.71 x 40.64 cms. (2 1/4 x 16")</u>	<u>6.35 x 40.64 cms. (2 1/2 x 16")</u>	<u>7. 40.6 (3 x</u>
DINAMITA EXTRA 40%	242	184	151	121	20	14	
DINAMITA EXTRA 60%	242	184	151	121	20	14	
GELATINA EXTRA 30%	193	151	123	98	15	12	
GELATINA EXTRA 40%	196	153	126	99	16	12	
GELATINA EXTRA 60%	207	164	135	108	16	12	
GELATINA EXTRA 75%	216	171	143	112	17	12	
GELAMEX # 1	236	180	150	121	21	16	
GELAMEX # 2	261	198	165	134	20	16	
MEXOBEL 2	- -	248	201	165	25	20	
DURAMEX G	309	248	204	-	25	20	

d) *Densidad.*

La densidad de una dinamita se expresa en forma del número de cartuchos de 1 1/4" x 8" (3.175 x 20.32cm.) que contiene una caja de 25Kg. la diferencia de densidad tiene por objeto facilitar la tarea de concentrar ó distribuir las cargas de la manera deseada.

e) *Inflamabilidad.*

Se refiere a la facilidad con que arde un materia. En el caso de las dinamitas, varia desde alguna que se incendian con facilidad y se queman violentamente, a otras que no sufren combustión a no ser que se les aplique directa y continuamente alguna flama exterior.

f) *Emanaciones.*

Los gases que se originan con la explosión de dinamita son principalmente bióxido de carbono, nitrógeno y vapor de agua, los cuales no son tóxicos en el sentido general de la palabra. Además de éstos, se forman ó pueden formarse emanaciones venenosas como el monóxido de carbono y óxidos de nitrógeno. En la industria de explosivos estas emanaciones se conocen con el nombre de "gases". Tanto la naturaleza como la cantidad de gases venenosos varían en los diferentes tipos y clases de dinamitas.

g) *Selección.*

Para seleccionar el explosivo adecuado se anexa la siguiente table con propiedades y uso de los explosivos.

" DISTRIBUIDORES AUTORIZADOS DU PONT "

LISTA DE PRECIOS EN VIGOR DESDE EL 2 DE ENERO DE 1984.

NUESTRAS CAJAS DE DINAMITA PESAN 25 KGS. NETOS.

-X-8290921754

TOVEX 100 DE 2.54 X 20.32 CMS.	CAJA	\$	8,550.00
TOVEX 100 DE 2.54 X 40.64 CMS.	"	"	7,625.00
TOVEX 700 DE 5.08 A 10.20 CMS.Ø	"	"	6,400.00
TOVEX EXTRA DE 12.70 A 20.32 CMS.Ø	"	"	4,960.00
TOVEX "P" (PLASTEADO) DE 15.24 CMS.Ø	"	"	4,960.00
SUPERMEXANON "D" SACOS DE 25 KGS.	SACO	"	1,750.00
MEXEMON "G" SACOS DE 25 KGS.	"	"	1,325.00
DETOMEX No. 1 (CAJA CON 50 PZAS.)	CAJA	"	32,425.00
DETOMEX No. 3 (CAJA CON 150 PZAS.)	"	"	80,000.00
<hr/>			
HECHA CLOVER EN ROLLOS DE 50 MTS.	ROLLO	\$	1,363.00
HECHA CLOVER EN CARRETES DE 1,000 MTS.	CTE.	"	27,260.00
CAPSULAS No. 6 (FULMINANTES)	CIENTO	"	2,400.00
PRIMACORD REFORZADO EN CARRETES DE 500 MTS.	CTE.	"	27,970.00
E-CORD EN CARRETES DE 500 MTS.	"	"	17,600.00
<hr/>			
CONECTORES PARA PRIMACORD (9 Y 17 MS.)	PZA.	\$	518.00
IGNITACORD TIPO "B" CARRETES DE 30.00 MTS.	CTE.	"	2,530.00
CONECTORES PARA IGNITACORD	CIENTO	"	2,370.00
OHMETRO DU PONT	PZA.	"	71,500.00
MAQUINA EXPLOSORA No. 50	"	"	168,600.00
PINZAS No. 4 PARA CAPSULAS	"	"	4,930.00
MANUAL PARA EL USO DE EXPLOSIVOS	"	"	1,200.00
ALAMBRE SENCILLO No. 14 (ROLLO DE 100 MTS.)	"	"	950.00
ALAMBRE CONEXION No. 20 (ROLLO DE 100 MTS.)	"	"	365.00

ESTOPINES ELECTRICOS INSTANTANEOS No. 6 ALAMBRE DE COBRE:

		LARGO EN METROS:			PRECIO POR PIEZA:		
		2.00	2.50	3.00	3.50	5.00	6.00
		181.00	195.00	211.00	224.00	267.00	295.00
							325.00

ESTOPINES ELECTRICOS DE TIEMPO ALAMBRE DE COBRE:

DE 3.00 MTS. DE 25 A 300 MSEGUNDOS	PZA.	\$	261.00
DE 5.00 MTS. DE 25 A 300 MSEGUNDOS	"	"	313.00
DE 3.00 MTS. DE "O" A 90. TIEMPO	"	"	277.00
DE 5.00 MTS. DE "O" A 90. TIEMPO	"	"	328.00

NUESTROS PRECIOS SON L.A.M. MEXICO, D.F., Y ESTAN SUJETOS A CAMBIO SIN PREAVISO. RIGIENDO ACUERDOS QUE PREVALEZCAN EN LA FECHA DE ENTREGA O EMBARQUE. NOTA: A LOS PRECIOS ANOTADOS AGREGAR EL IMPORTE DEL I.V.A.

DETONADORES.

a) Fulminantes.

Los fulminantes son tubos ó casquillos cerrados en un extremo y que contienen una carga de explosivos de gran sensibilidad. Están hechos para detonar con las chispas del tren de fuego de la mecha para minas.

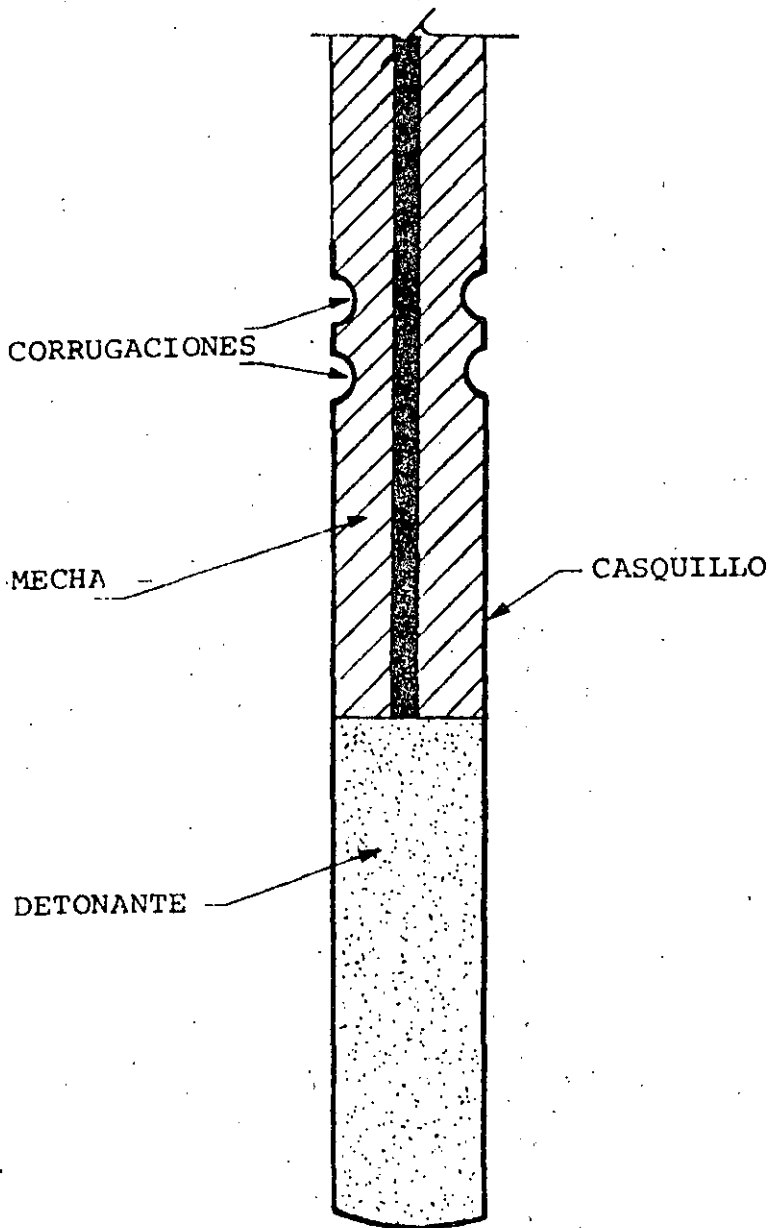
b) Estopines eléctricos.

Los estopines eléctricos, son fulminantes elaborados de tal manera que pueden hacerse detonar con corriente eléctrica. Con ellos pueden iniciarse simultáneamente varias cargas de explosivos de gran potencia. Los estopines eléctricos tienen una carga básica de un explosivo de alta velocidad, una carga como cebo y una carga de ignición suelta ó de tipo píldora.

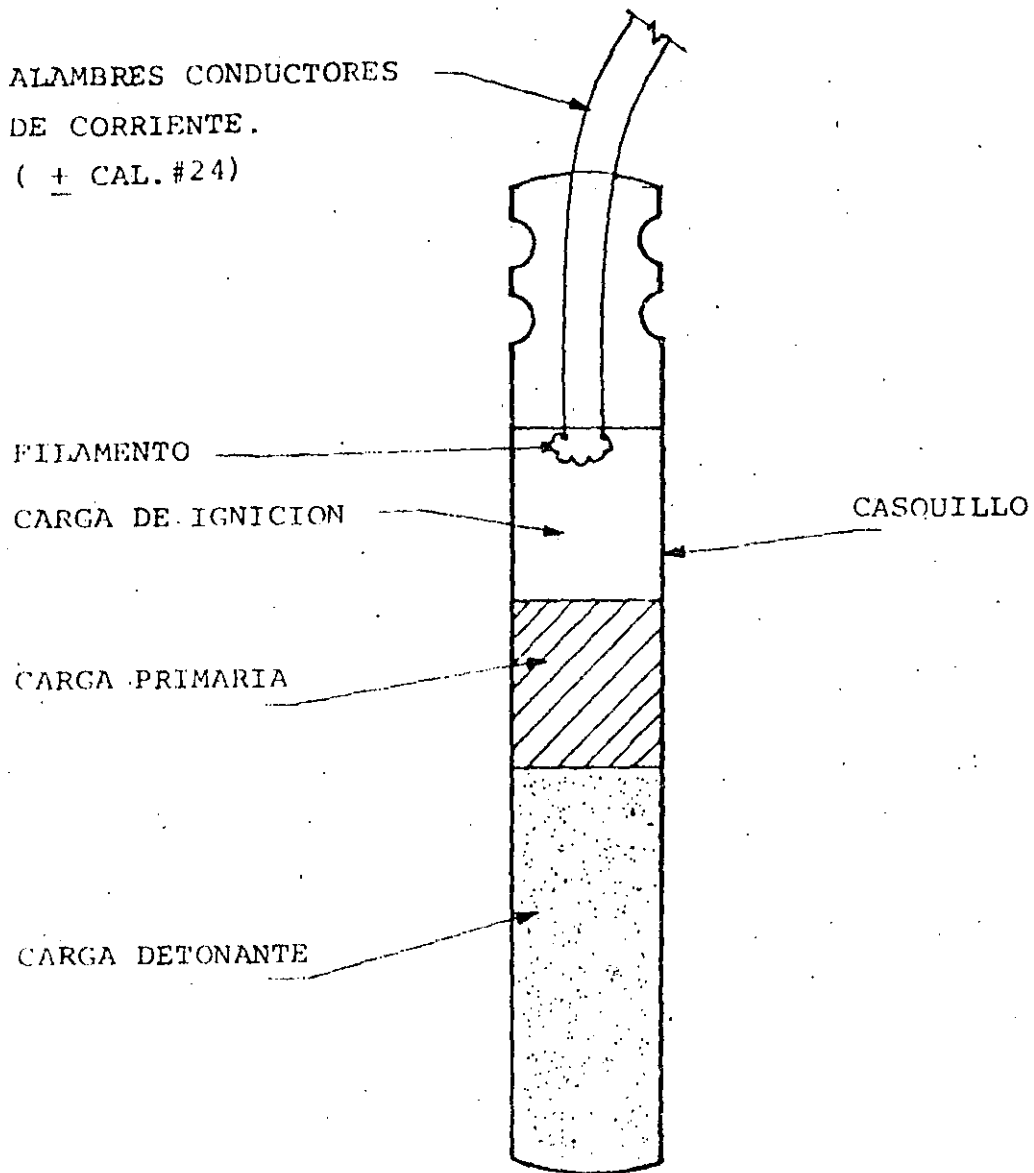
El dispositivo para la detonación con electricidad consiste en dos --- alambres con aislamiento de plástico, con un tapón de hule que mantiene los alambres en su lugar y un puente de alambre anticorrosivo de diámetro pequeño, que une las terminales de los alambres debajo del tapón. Cuando se aplica la corriente eléctrica el puente se pone incandescente y detona el estopín.

c) Estopines eléctricos tipo instantáneo.

Los estopines eléctricos instantáneos tienen casquillos de aluminio de 1 1/8" de largo; estos son los detonadores para usos comunes. Un alambre lleva aislamiento color rojo y el otro amarillo, estos dos colores distintos son de gran ayuda al hacer las conexiones.



ESTRUCTURA DE UN FULMINANTE.



ESTRUCTURA DE UN ESTOPIN INSTANTANEO

d) Estopines eléctricos de tiempo.

Los estopines eléctricos de tiempo son semejantes a los estopines eléctricos instantáneos, con la diferencia que llevan un elemento de retardo colocado entre el puente de alambre y las cargas de detonación.

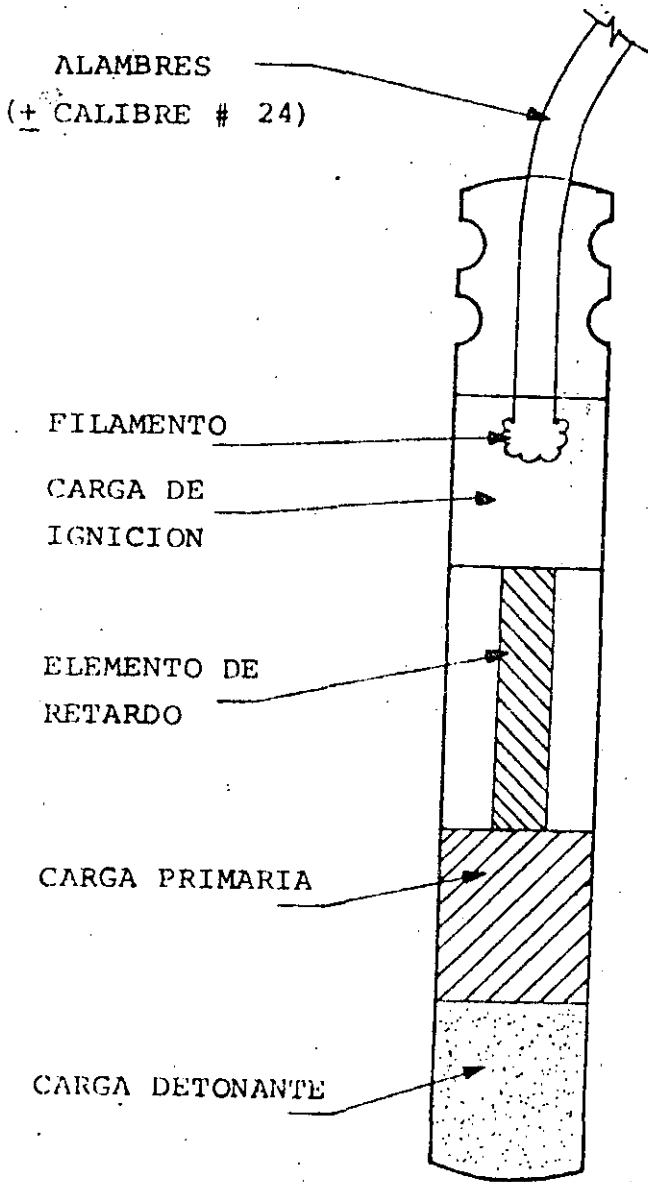
Existen dos tipos diferentes de estopines eléctricos de tiempo, los regulares Mark V y los estopines eléctricos de tiempo "MS". La diferencia estriba, particularmente en la duración del intervalo de retardo entre períodos consecutivos de la serie.

e) Estopines eléctricos de tiempo regulares Mark V.

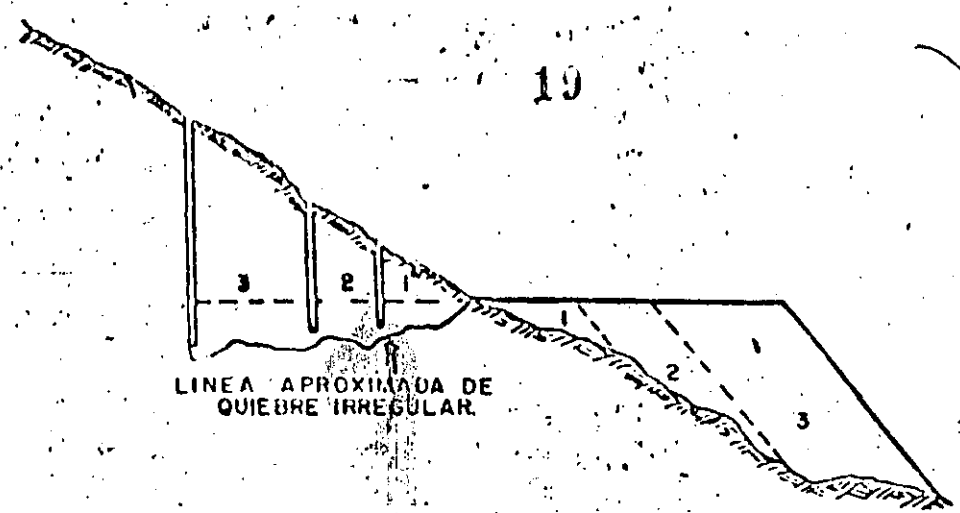
La nueva serie de estopines eléctricos de tiempo regulares, ha sido fabricada para disparar con un intervalo definido entre el estopín -- más lento de cualquier período y el más rápido del siguiente período. Estas nuevas series aseguran un intervalo positivo de tiempo entre períodos y a través de toda la serie de tiempos. Comprenden 10 períodos de retardo, los tiempos de detonación de los estopines Mark V después de aplicar la corriente, para el primer período es de 25 MS y para el décimo período 9.6 segundos.

f) Estopines eléctricos de tiempo "MS".

Los estopines eléctricos de tiempo con retardo de milésimos de segundo difieren de los estopines de tiempo ordinario en que los intervalos de retardo son muy cortos. Su elemento de retardo es diferente al de los estopines de tiempo ordinarios. Se surten en 10 períodos



ESTRUCTURA DE UN ESTOPIN DE TIEMPO



LINEA APROXIMADA DE QUIEBRE IRREGULAR.

Figura 2.

Los resultados con el sistema Mark V son sorprendentes; con la práctica puede dominarse una voladura.

Método para reducir la vibración:

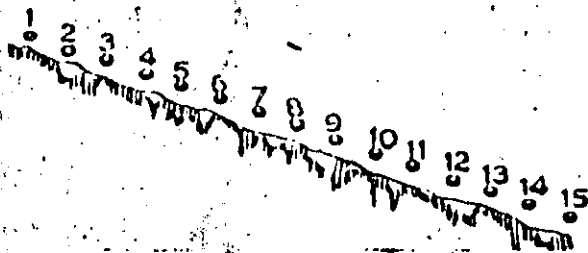


Figura 3.

FUENTE DE
CORRIENTE

20

GUIA



FUENTE DE
CORRIENTE

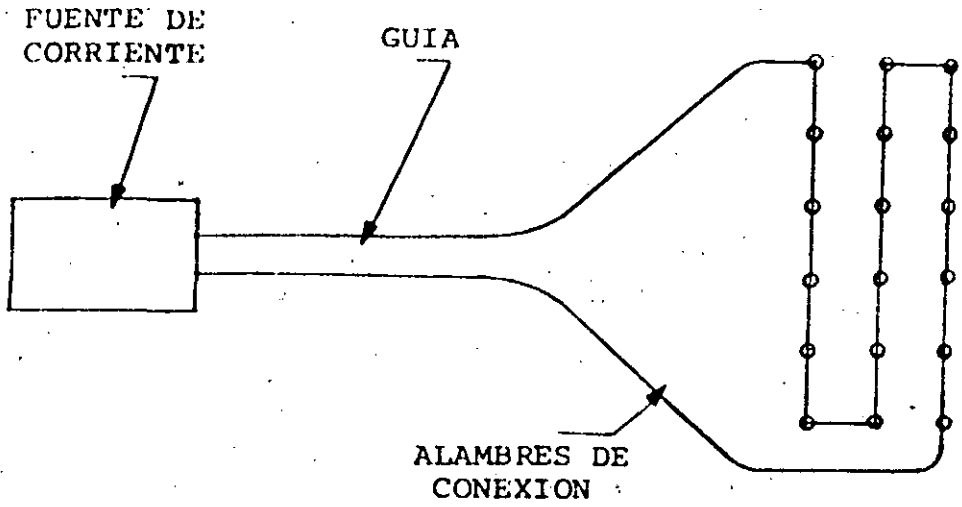
GUIA



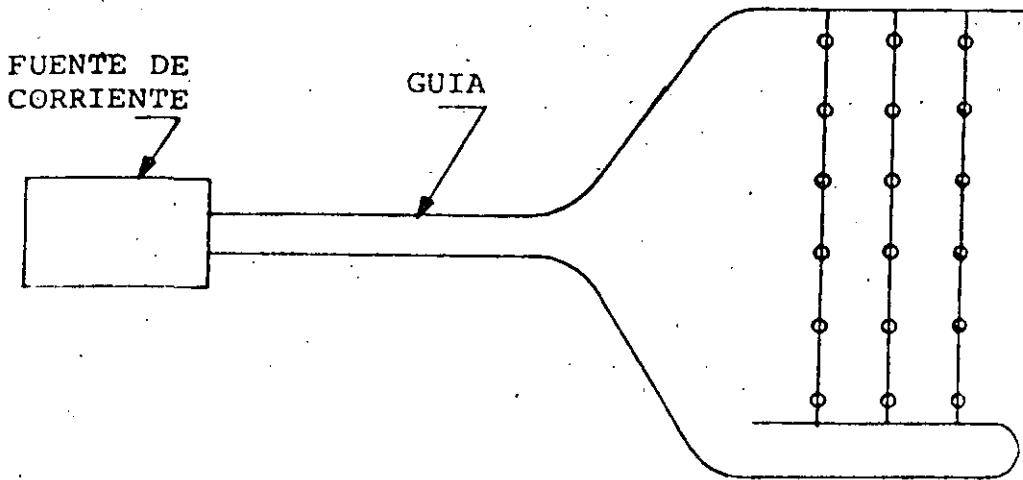
ALAMBRES DE
CONEXION

La corriente que pasa por cada estopín recorre la misma longitud de alambre, y por lo tanto la resistencia y la intensidad son iguales para cada estopín.

ESTOPINES CONECTADOS EN PARALELO

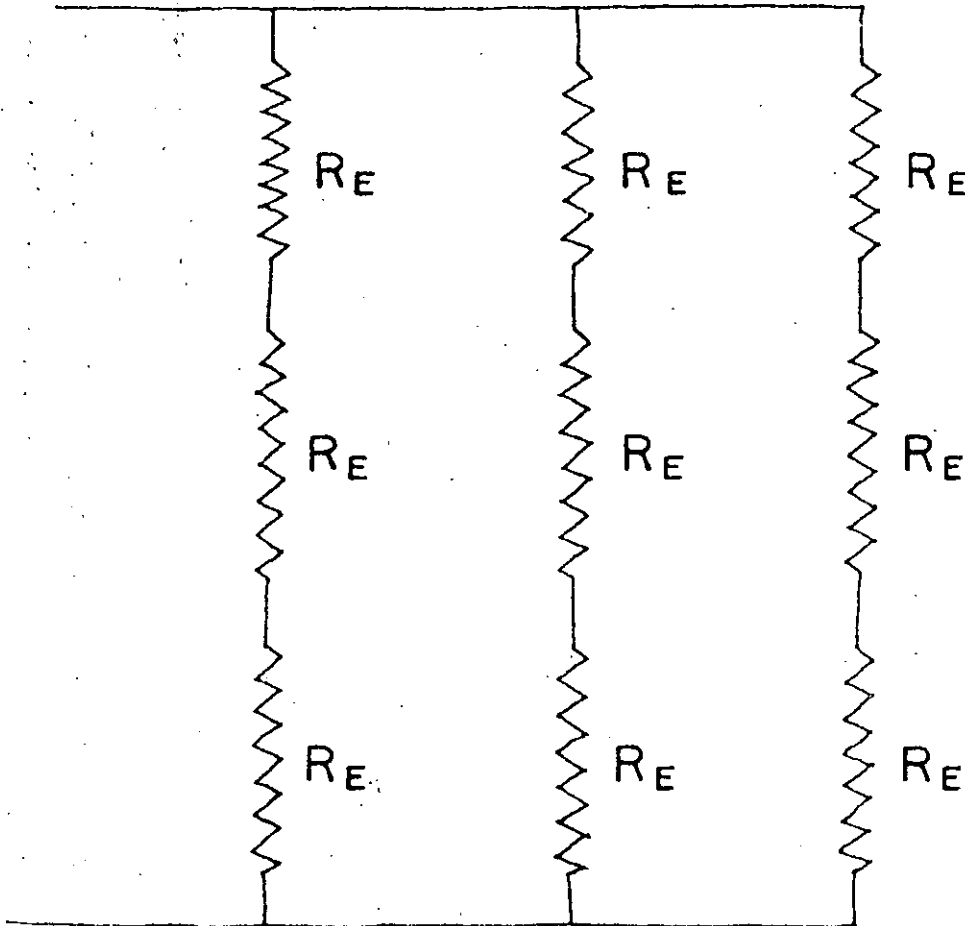


ESTOPINES CONECTADOS EN SERIE



ESTOPINES CONECTADOS EN SERIE - PARALELO.

CONEXIONES EN SERIE PARALELO



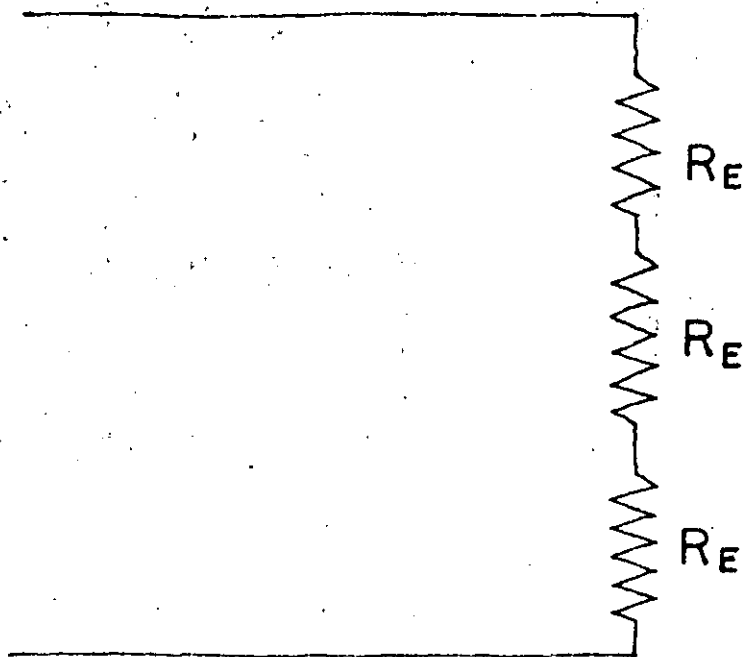
$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{N_1 R_E} + \frac{1}{N_2 R_E} + \frac{1}{N_3 R_E} + \dots$$

Si: $N_1 = N_2 = N_3 = \dots = N_n$:

$$R_T = R_E \frac{N_1}{N_s}$$

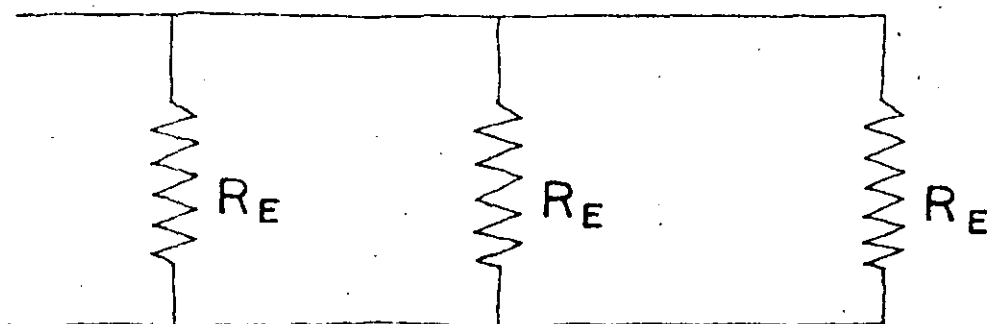
R_T = RESISTENCIA TOTAL
 R_E = RESISTENCIA DE CADA ESTOPI
 N_1 = NUMERO DE ESTOPINES POR
 SERIE
 N_s = NUMERO DE SERIES

CONEXIONES



$$R_T = NR_E$$

SERIE SIMPLE



$$R_T = \frac{R_E}{N}$$

PARALELO

RESISTENCIA DE LAS CAPSULAS DETONANTES ELECTRICAS NORMALES Y RETARDADAS.

LONGITUDES DE LAS PATAS DE ALAMBRE, FT.	RESISTENCIA, OHMS POR CÁPSULA	
	NORMAL	RETARDADA
2	1.6	
2.5	1.7	
3.0	1.8	1.68
3.5	1.9	
5.0	2.18	2.06
6.0	2.37	
7.0	2.56	
9.0	2.75	
10.0	3.14	

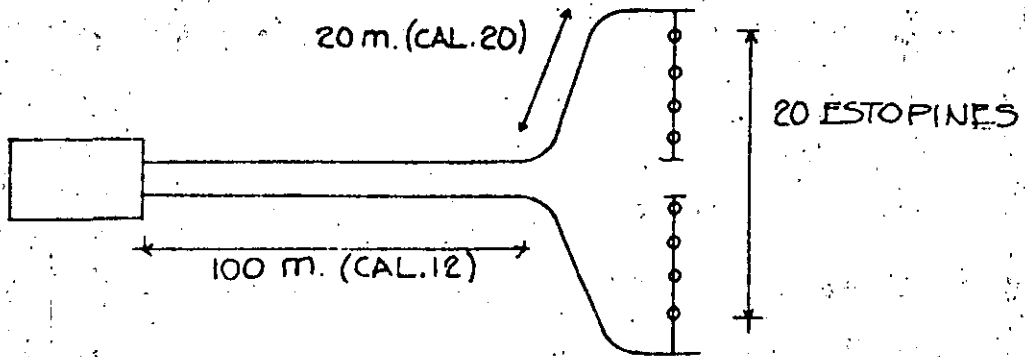
RESISTENCIA DE ALAMBRE DE COBRE

CALIBRE A W G NÚM.	RESISTENCIA, OHMS POR 1,000 FT.
8	0.628
10	0.999
12	1.588
14	2.525
16	4.015
18	6.385
20	10.150
22	16.140

CORRIENTE DE DISPARO

	MÍNIMA	PARADISEÑO
ESTOPINES INSTANTANEOS:	0.3 A	2.0 A
ESTOPINES DE TIEMPO:	0.4 A	2.0 A

EJEMPLO: UNA SERIE DE 20 ESTOPINES DE 10M. DE LARGO.



RESISTENCIA:

DE ALAMBRE:

$$200 \text{ M. CAL } 12 \times 1.588/305 = 1.04 \ \Omega$$

$$40 \text{ M. CAL } 20 \times 10.15/305 = \underline{1.33 \ \Omega}$$

$$20 \text{ ESTOPINES } \times 3.14 \ \Omega = \underline{62.80 \ \Omega}$$

$$65.17 \ \Omega$$

$$V = RI$$

$$I = \frac{V}{R} = \frac{80}{65.17} = 1.23 \text{ AMPS.}$$

NO ES SUFICIENTE, PORQUE PARA ASEGURAR EL ESTALLIDO SE RECOMIENDAN POR LO MENOS 1.5 AMPS EN CORRIENTE DIRECTA, Y 2 EN CORRIENTE ALTERNA. SUGERENCIA: USAR DOS SERIES DE 10 ESTOPINES.

cuyos números indican el tiempo que tarda el disparo en producirse, en milésimos de segundo a saber: MS - 25, MS - 50, MS - 100, -- MS - 150, MS - 200, MS - 300, MS - 400, MS - 600, MS - 800, MS - 1000.

MECHAS DETONANTES.

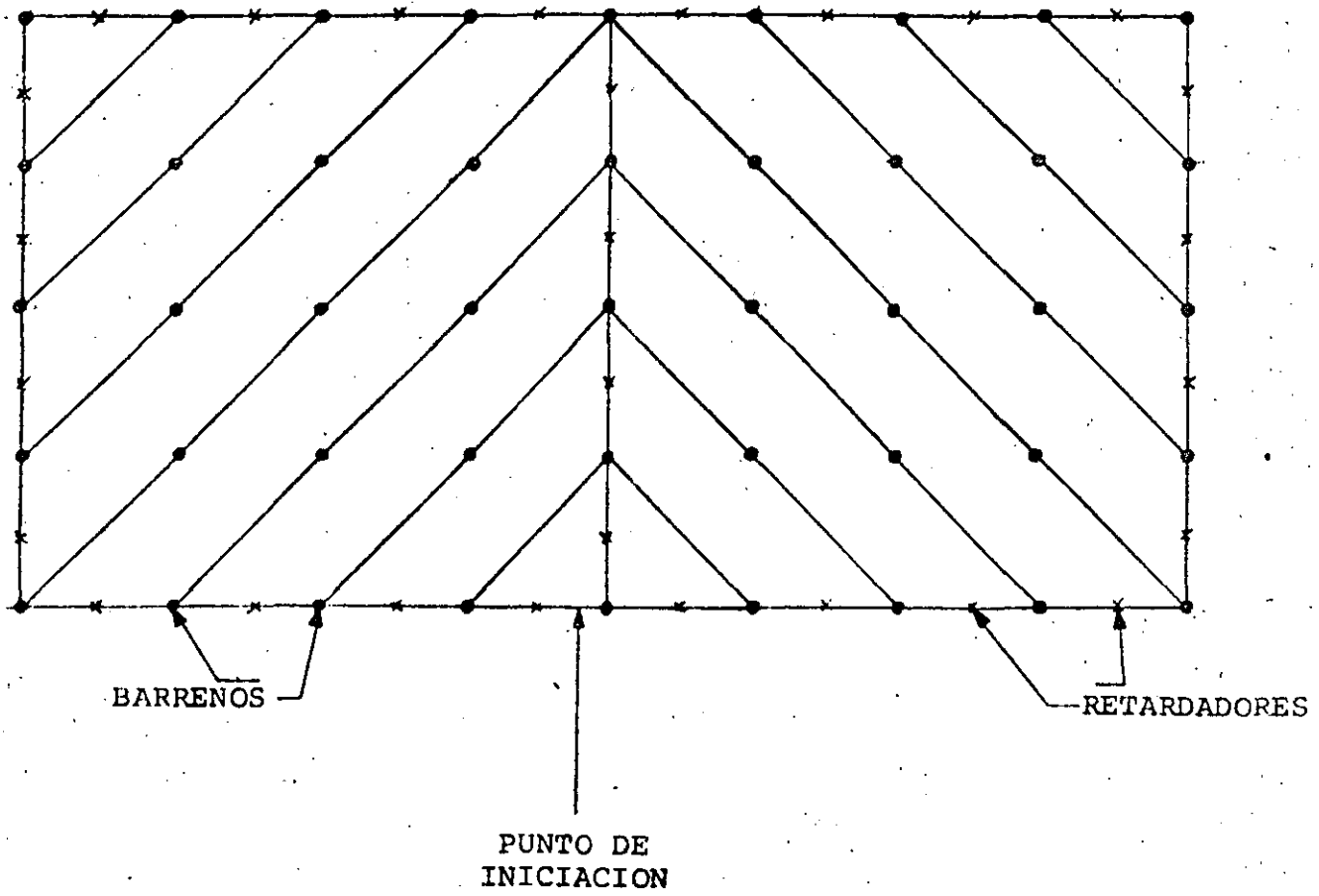
a) Primacord.

Este producto es un cordón detonante que contiene un núcleo de tetranitrato de pentaeritritol (Niperita) dentro de una envoltura impermeable reforzada con cubiertas que la protegen. Tiene una velocidad de detonación muy alta de 6,400 metros por segundo. La fuerza con que estalla es suficiente para hacer detonar los explosivos violentos continuos dentro de un barrenos, de modo que si se conecta al primer cartucho que se coloque en el barrenos, actúa como un agente iniciador a todo lo largo de la carga explosiva.

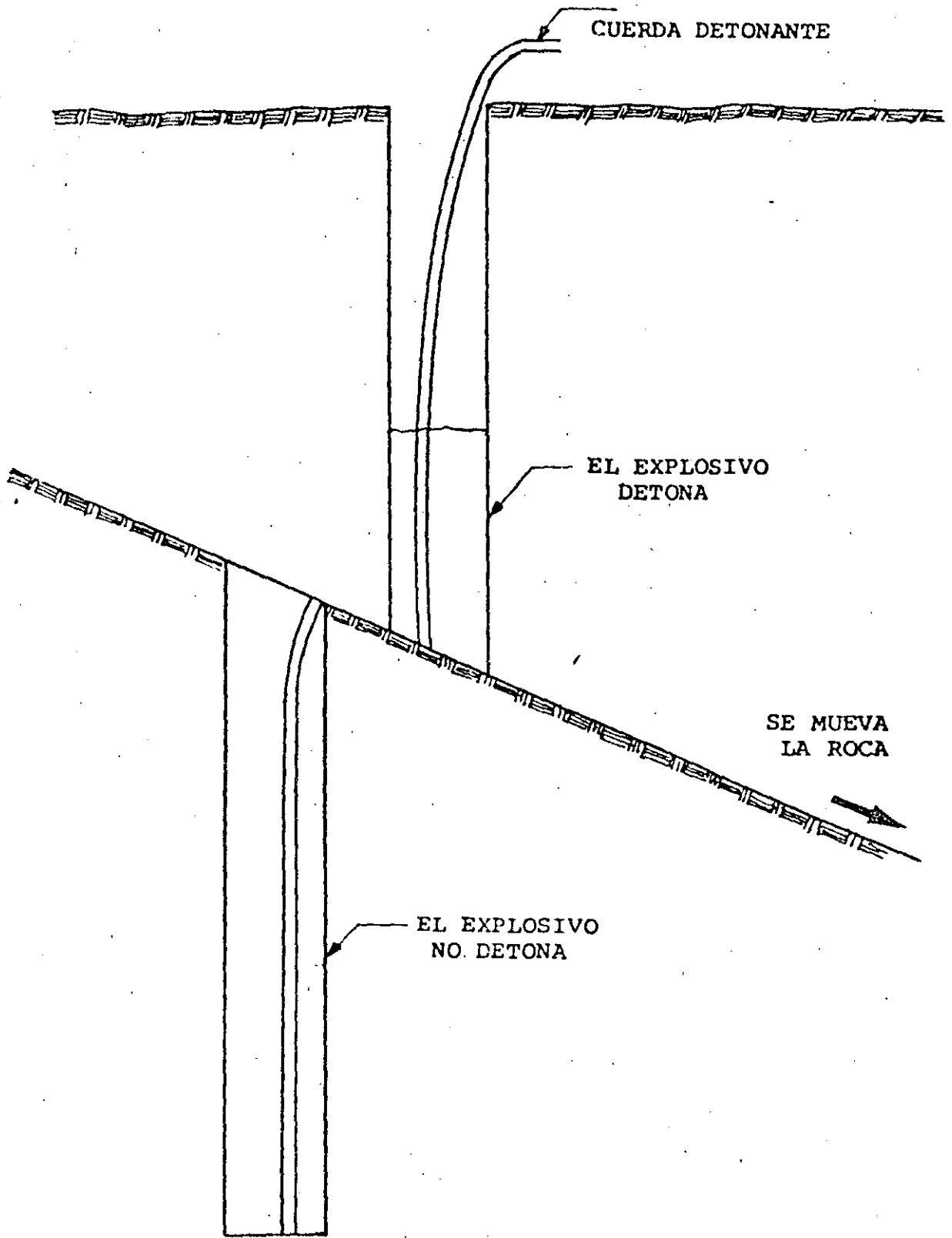
El "primacord" se usa principalmente para disparos múltiples de barrenos grandes en la superficie ya sean verticales y horizontales. Es ilimitado el número de barrenos que pueden dispararse en esta forma.

PINZAS CORRUGADORAS DE FULMINANTES.

Hay dos tipos de pinzas: Las de mano y las máquinas corrugadoras. Las pinzas de mano dan un servicio satisfactorio en las operaciones donde el número de fulminantes que va a fijarse a los tramos de mecha es relativamente pequeño. En cambio la máquina se recomienda para operaciones donde diariamente se fija una gran cantidad de fulminantes y donde hay tuestes centrales para hacer el trabajo de fi-



CONEXIONES DE PRIMACORD CON RETARDADORES SUPERFICIALES



FALLA CAUSADA POR CORTE DE LA DETONACION

jación.

MAQUINAS EXPLOSORAS.

Estas máquinas suministran la corriente necesaria para disparos -- eléctricos. Hay dos tipos de Máquinas Explosoras. El tipo "Descarga de Condensador" y el tipo "Generador".

DESCARGA DE CONDENSADOR.

Utiliza pilas secas para la carga de un banco de condensadores que ya así pueden proporcionar una corriente directa y de corta duración a los dispositivos de disparo eléctrico. Están provistas de cajas metálicas resistentes al agua. Se caracterizan por:

1. - Una capacidad extremadamente alta, en comparación con su peso y tamaño.
2. - La ausencia de partes dotadas de movimiento.
3. - La eliminación del factor humano que interviene en las máquinas de tipo mecánico.
4. - Una luz piloto, y
5. - Un sistema de alambres e interruptores que reúne importantes características de seguridad.

GENERADOR.

Su principio se basa en un generador modificado que proporciona una corriente directa pulsativa. Estas máquinas son de tipo llamado "de vuelta" ó también "Cremallera". Están diseñadas de tal manera que no fluye de ellas corriente alguna hasta que se dé todo el movimiento

necesario a la manivela de Vuelta ó de Cremallera; es entonces cuando la corriente va a dar a las líneas de disparo en casi todo su amperaje y voltaje.

INSTRUMENTOS DE PRUEBA.

a) Galvanómetro para voladuras.

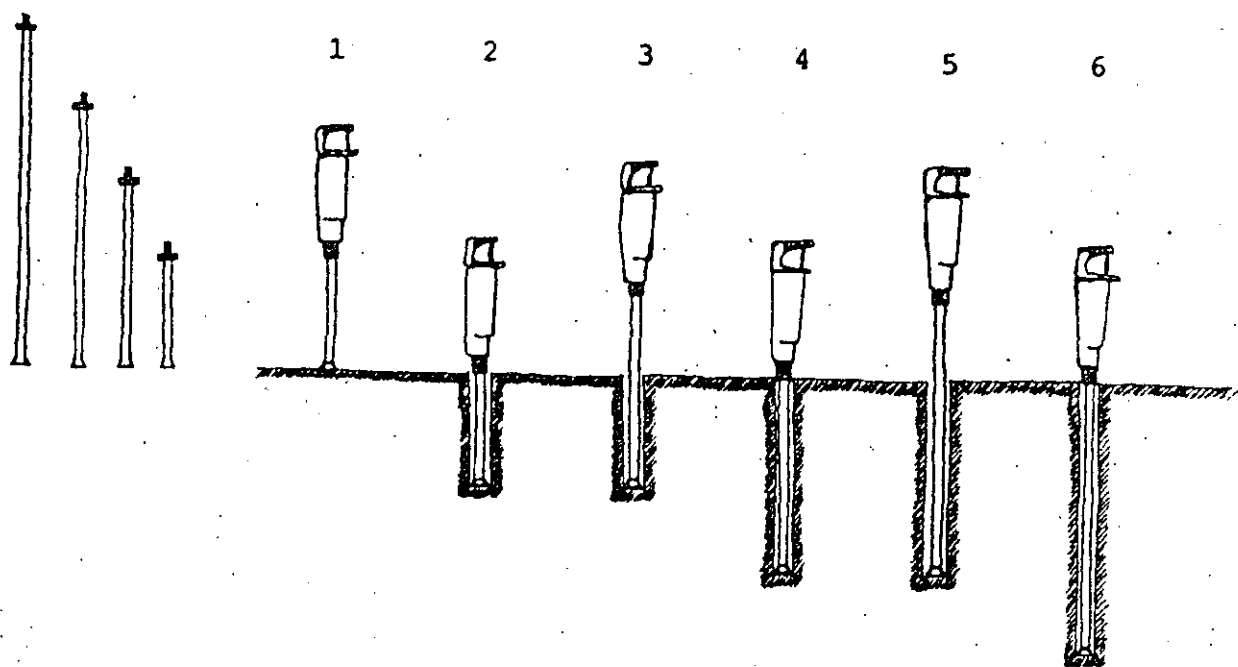
Este instrumento tiene una pila especial de cloruro de plata que proporciona la corriente necesaria para mover una manecilla en una escala graduada. La pila y las partes mecánicas están encerradas en una caja de pasta la cual está provista de dos bornes de contacto. Sirve para probar los estopines eléctricos individuales y también para determinar si un circuito de voladura está cerrado ó no y si está en condiciones para el disparo; además sirve para localizar los alambres rotos, las conexiones defectuosas y los cortos circuitos, así como para medir la resistencia aproximada de un circuito.

b) Voltiohmetro para voladuras.

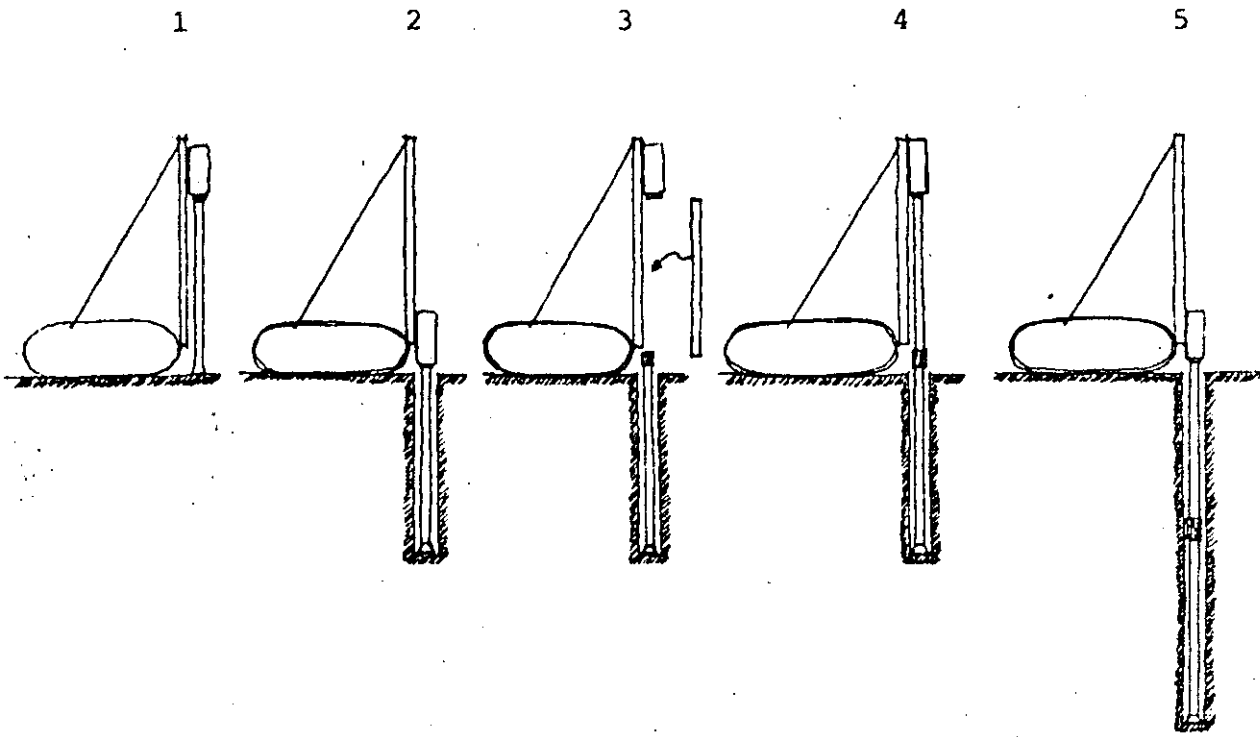
Este instrumento es una combinación del voltímetro y del óhmetro, que sirve para descubrir la presencia de corrientes extrañas, para la lectura de voltaje de las líneas y para medir la resistencia de los circuitos de voladura.

c) Reostato.

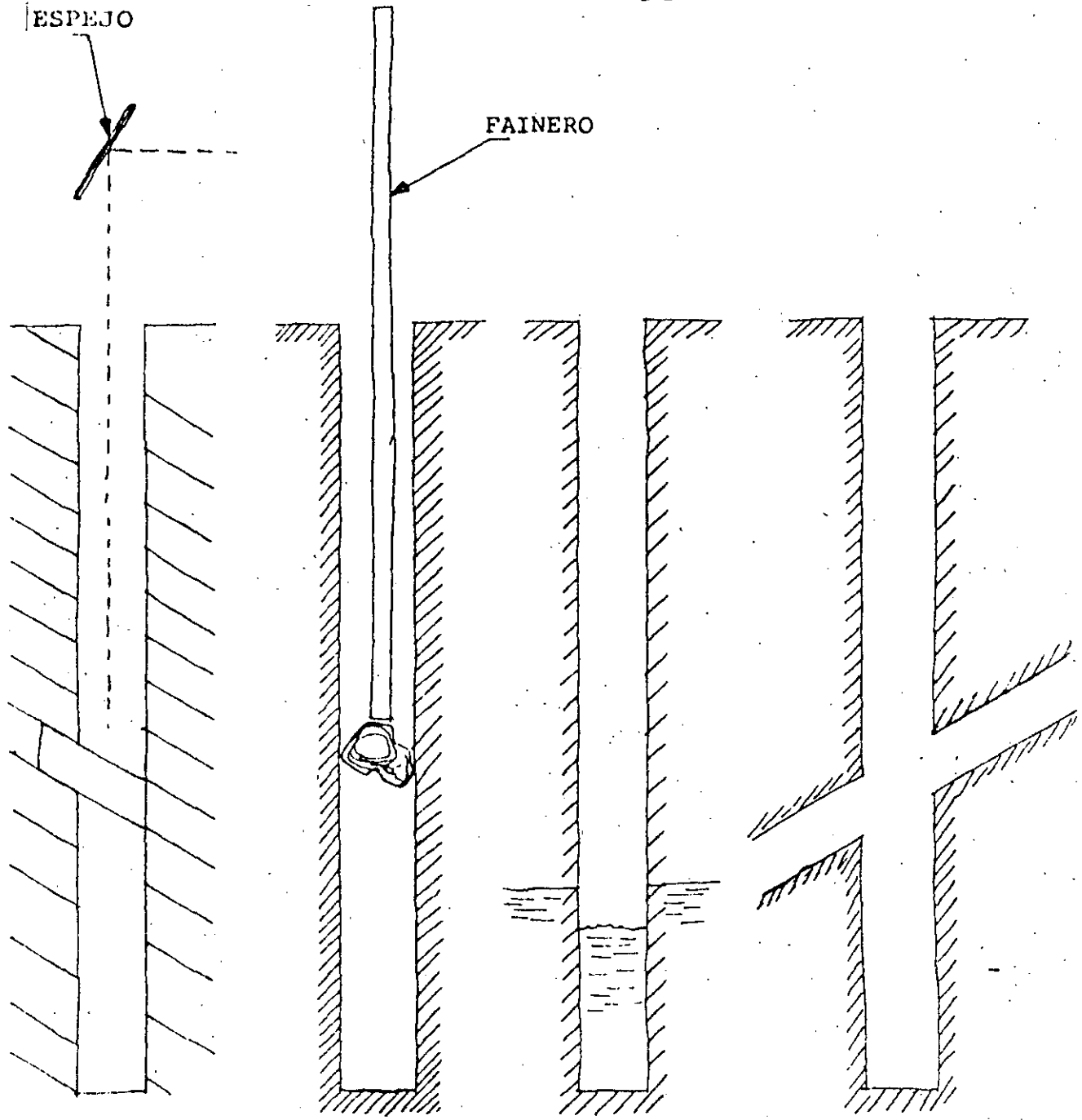
Este instrumento se usa para probar la eficiencia de las máquinas explosoras de cremallera.



ETAPAS DE BARRENACION CON
ESCALAS DE ACERO.



ETAPAS DE BARRENACION CON
ACERO SECCIONAL.



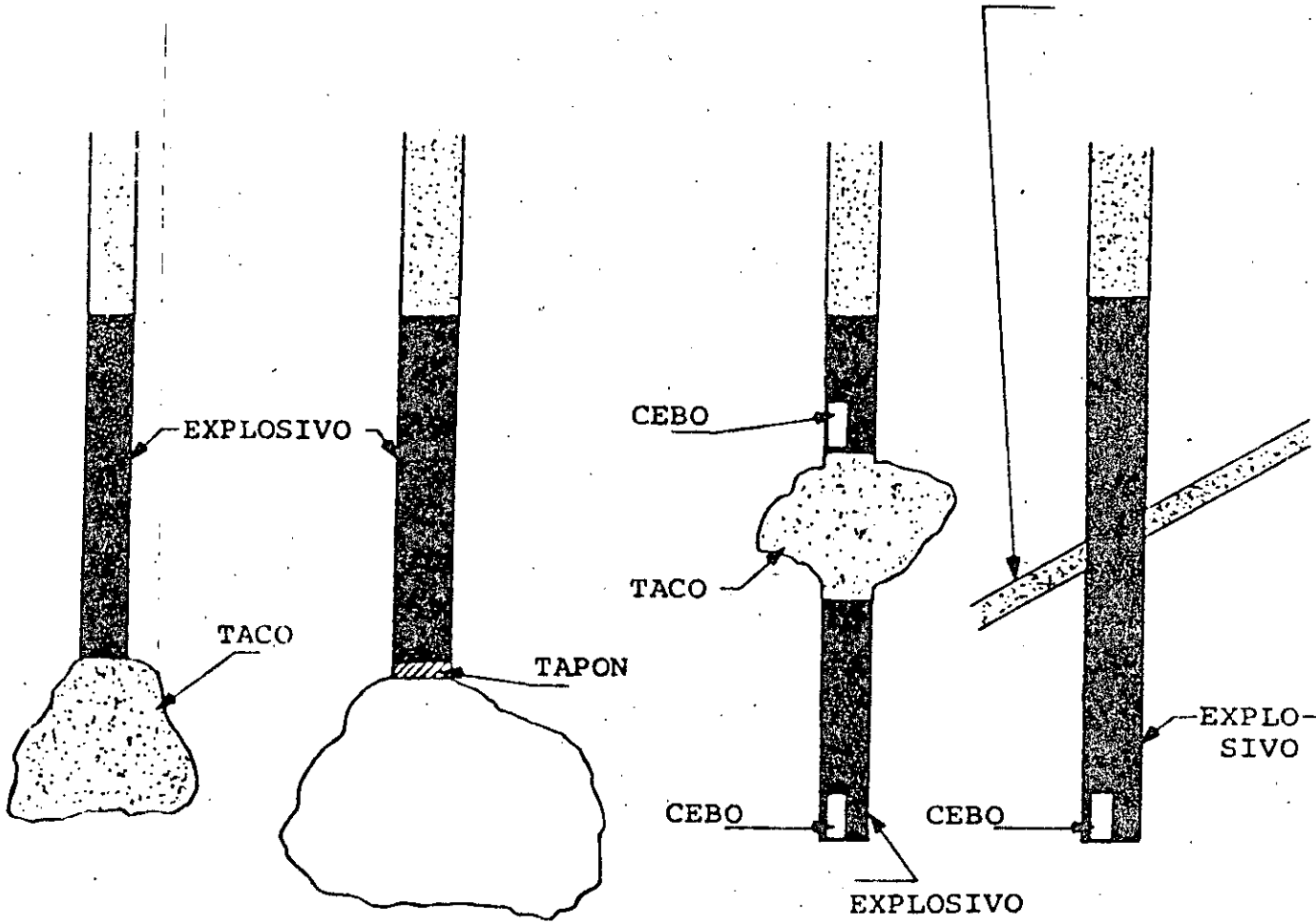
OBSTRUCCIONES

AGUA O HUMEDAD

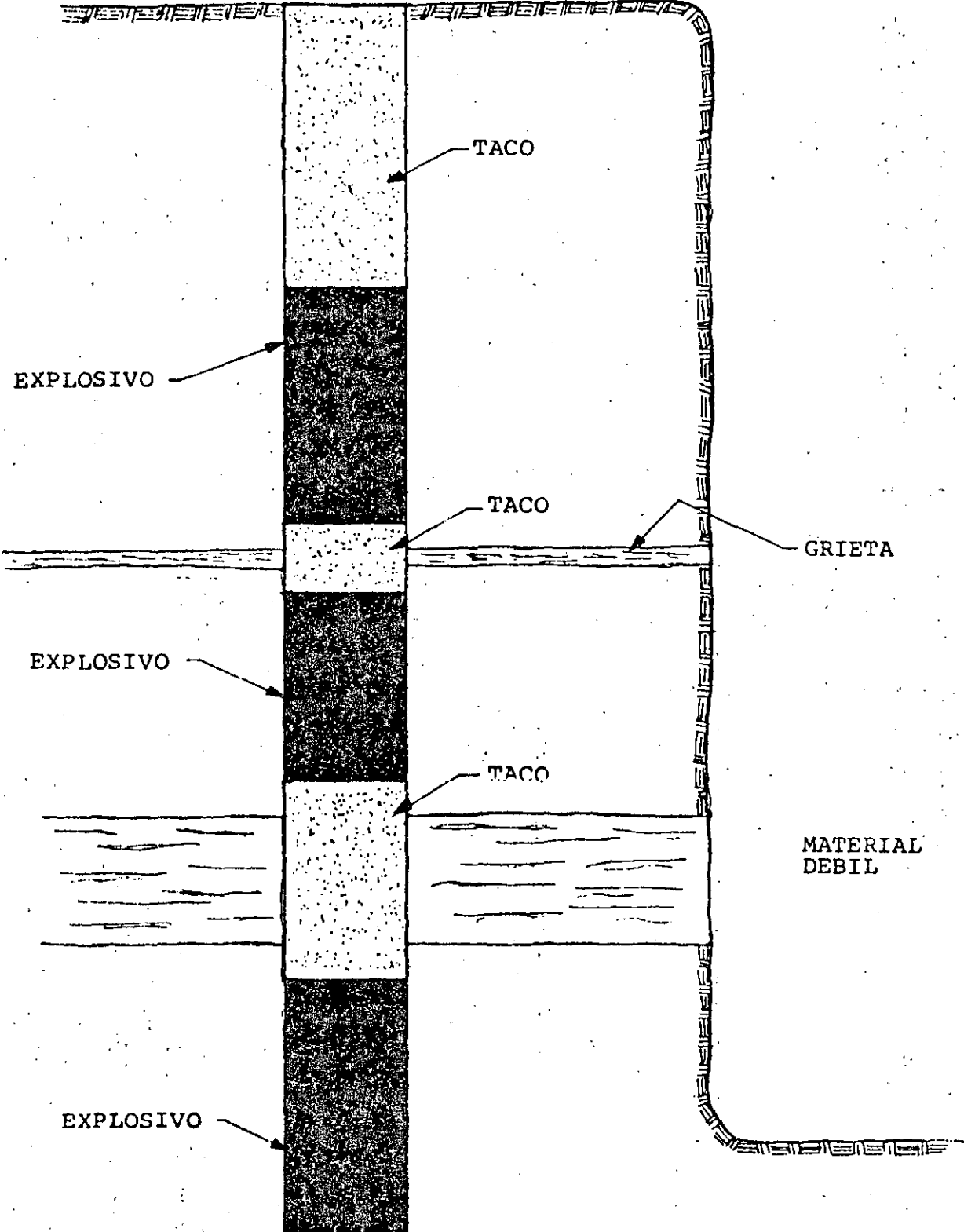
HUECOS

REVISION DE UN BARRENO

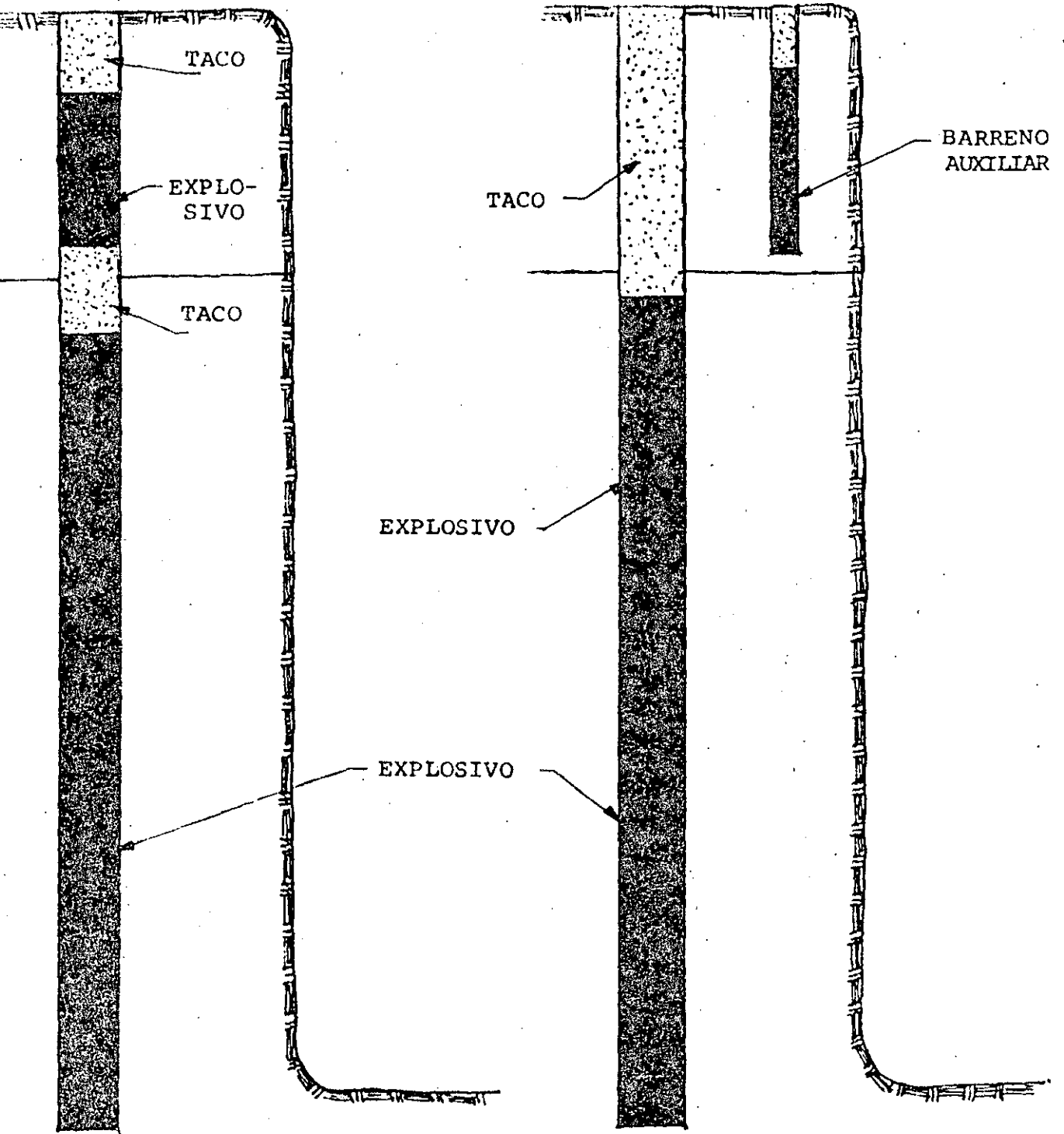
Grieta, detectada durante la barrenación y rellena con mortero de arcilla o de cemento, rebarrenando.



CORRECCION DE HUECOS



CORRECCION DE HUECOS



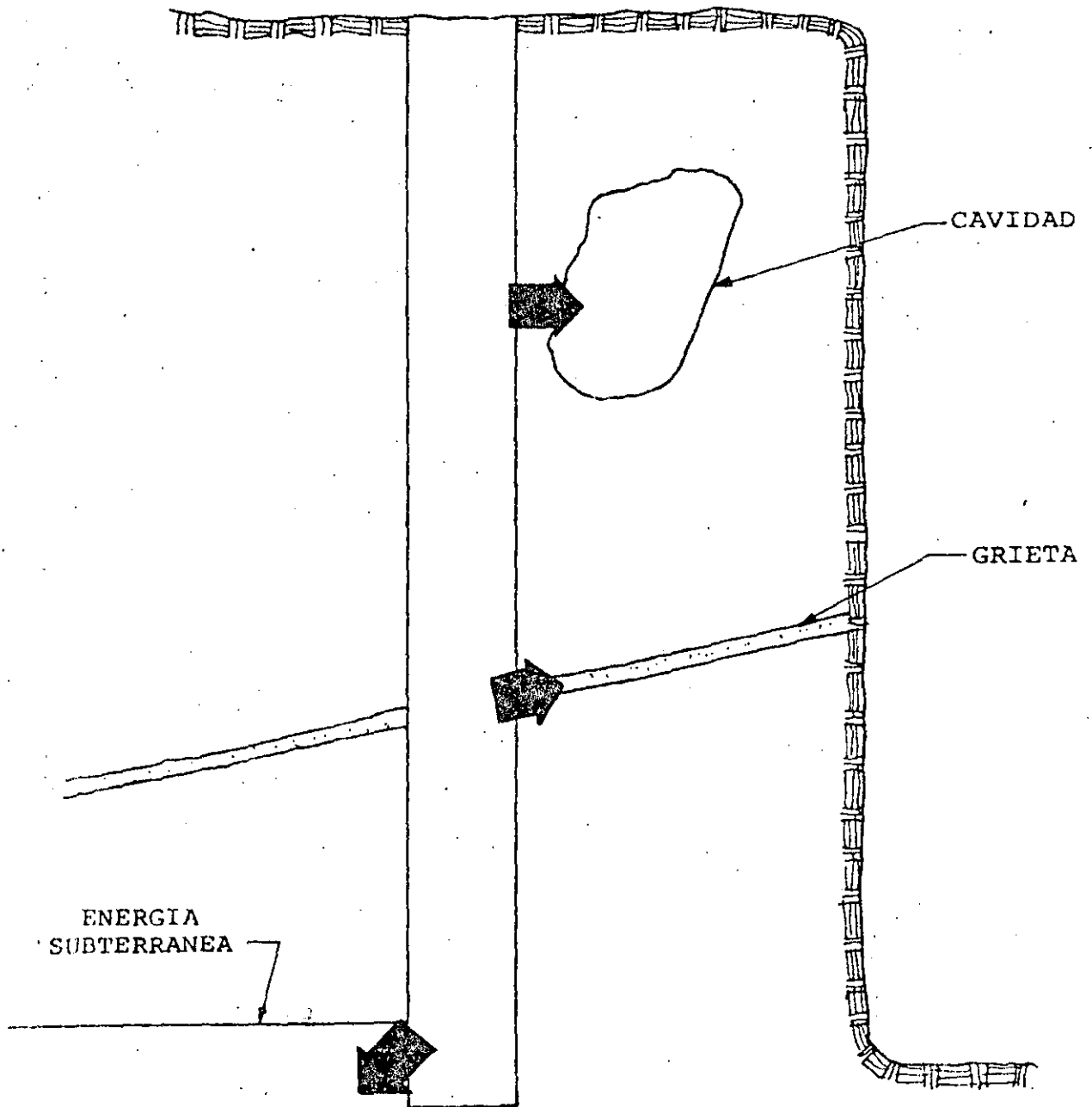
MÉTODOS PARA ROMPER CAPAS MUY RESISTENTES EN LA PARTE ALTA

CARACTERISTICAS DE UNA BUENA VOLADURA

- LA ROCA DEBE TENER LA GRANULOMETRÍA REQUERIDA.
- CONSUMO MÍNIMO DE EXPLOSIVOS.
- MÍNIMA BARRENACIÓN.
- MÍNIMAS PROYECCIONES.
- MÍNIMA FRACTURACIÓN DE LA ROCA NO VOLADA.

USO DE LA ENERGIA DEL EXPLOSIVO:

- 1º FRACTURAR LA ROCA. (UTIL)
- 2º MOVERLA DE LUGAR PARA EVITAR TRABAZONES. (UTIL)
- 3º PROYECTAR ROCAS. (INUTIL)



PERDIDA EN LA ENERGIA DEL
EXPLOSION EN ZONAS...

INFLUENCIA DE
LA DISPOSICION
RELATIVA DE
LOS BARRENOS

La plantilla más sencilla para una voladura de varias hileras, lateralmente limitadas, es la que se muestra en la figura 3.

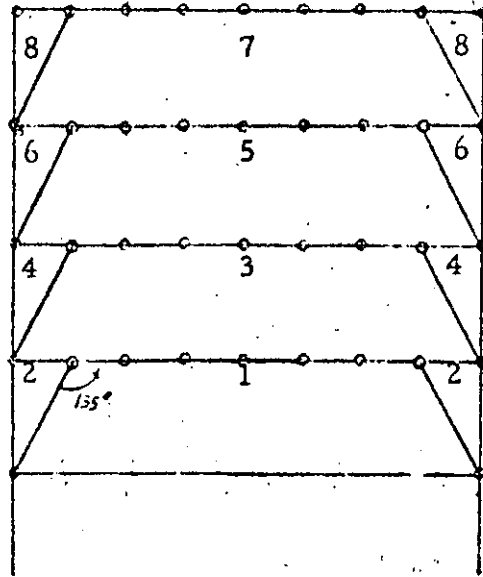


Figura No. 3

Todos los barrenos por hilera, excepto los de esquinas, se inician con un mismo número de retardo, con lo que, en el momento de la detonación, cada barreno tiene rotura libre. Esto no sería posible si los barrenos de esquina se iniciaran al mismo tiempo, ya que se tendría una probabilidad muy grande de que éstos se encendieran -- antes de los inmediatamente próximos, quedando en condiciones de rotura desfavorable. Este tipo de encendido exige el doble de intervalos que hileras, lo cual es una restricción cuando se trata de -- grandes voladuras con varias hileras, ya que los intervalos disponibles no son suficientes para la aplicación de una secuencia de encendido como la de la figura 3.

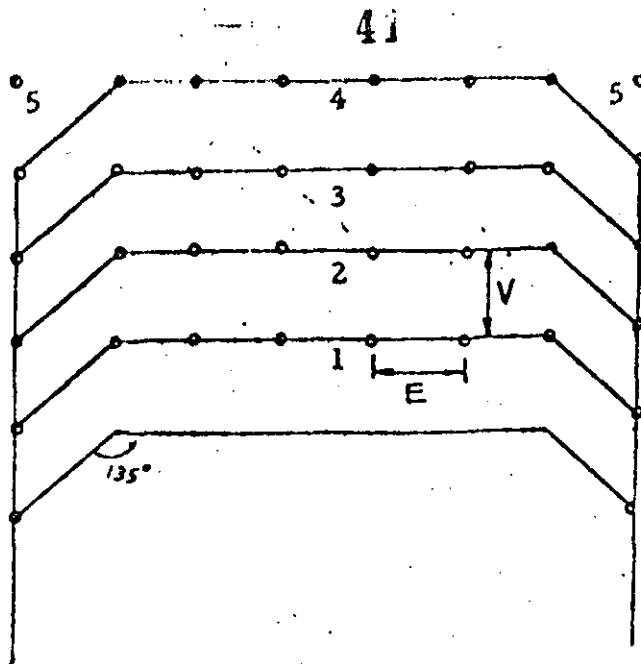


Figura No. 4

La plantilla anterior, se puede modificar como se muestra en la --
 figura 4 en la cual todos los barrenos de la hilera, a excepción de
 los de esquina, se encienden con el mismo intervalo que los barre-
 nos de esquina de la hilera anterior. Con este arreglo, se usa un --
 menor número de intervalos en los estopines.

Otro tipo de plantilla sería como la mostrada en la figura 5, la cual
 es adecuada para una mayor fragmentación, un mejor acabado en las
 paredes y una rezaga más concentrada, aunque presenta malas condi-
 ciones para el desprendimiento de la parte central, pues después del
 encendido del retardo Núm. 1 que tiene la rotura libre; salen los dos
 barrenos de ambos lados de la misma hilera con el retardo núm. 2,
 así como este mismo, lo que dá como resultado que el barreno de --
 la segunda hilera se pueda adelantar a los de enfrente, quedándose enca-

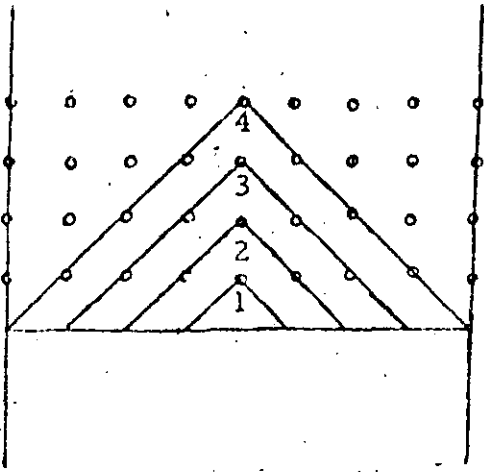


Figura No. 5

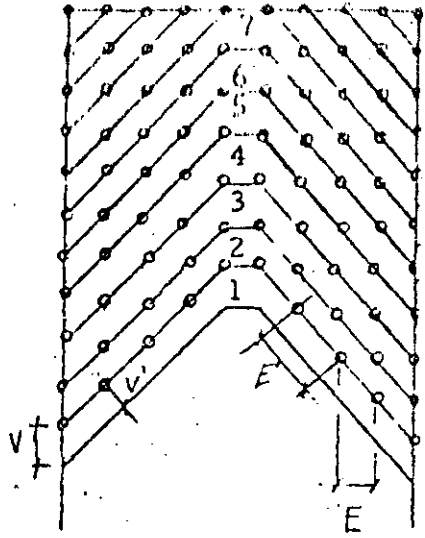


Figura No. 6

Para evitar lo anterior, se utiliza una plantilla como la mostrada en la figura 6.

Los dos barrenos que están ligeramente más comprimidos que los otros, se han dispuesto en la hilera de modo que, el desgarramiento en sus alrededores, no afecte al contorno final de la pared acabada.

Además, se debe tomar en cuenta la gran importancia que tiene la relación pata-espaciamento para la fragmentación; en la figura 6 así como en la 5 se tiene que, en comparación con la figura 4

$$E' = E \times \sqrt{2}, \quad V' = V / \sqrt{2}$$

por lo que, igualando términos, $\frac{E'}{V'} = \frac{2E}{V}$ lo cual es favorable para la fragmentación; esto queda más claro si se toman en cuenta las ilustraciones de las figuras 7 y 7A, las cuales fueron determinadas expe

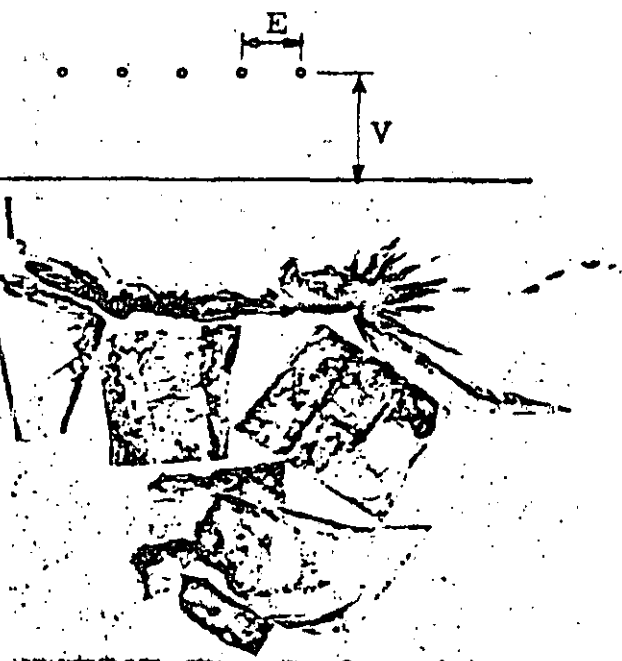


Fig. 7

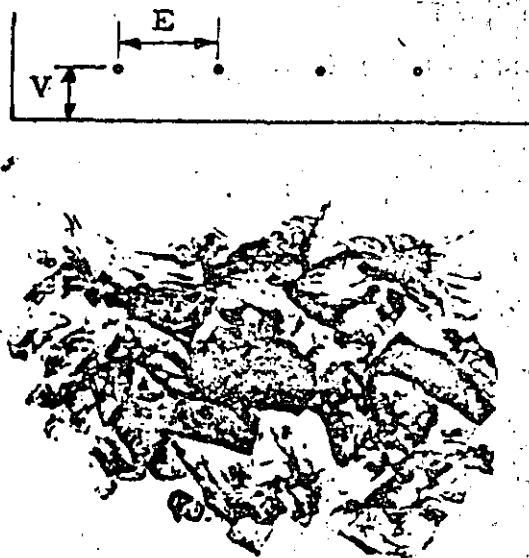
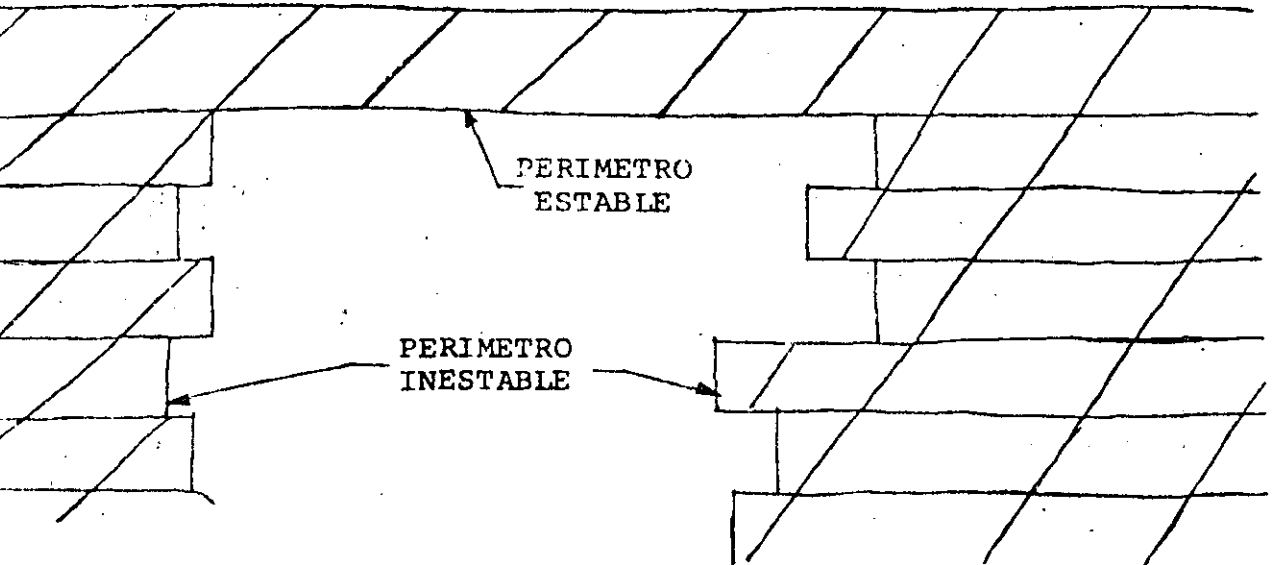


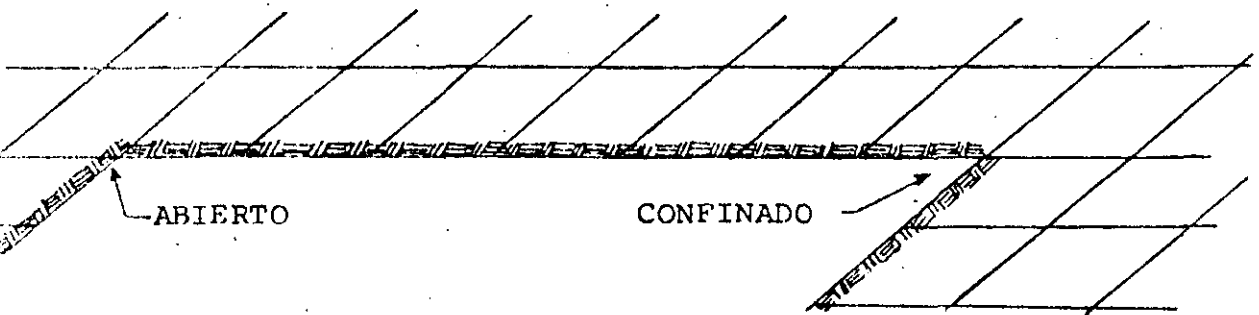
Fig. 7-A

Donde se ve claramente que al aumentar la relación E/V , aumenta la fragmentación.

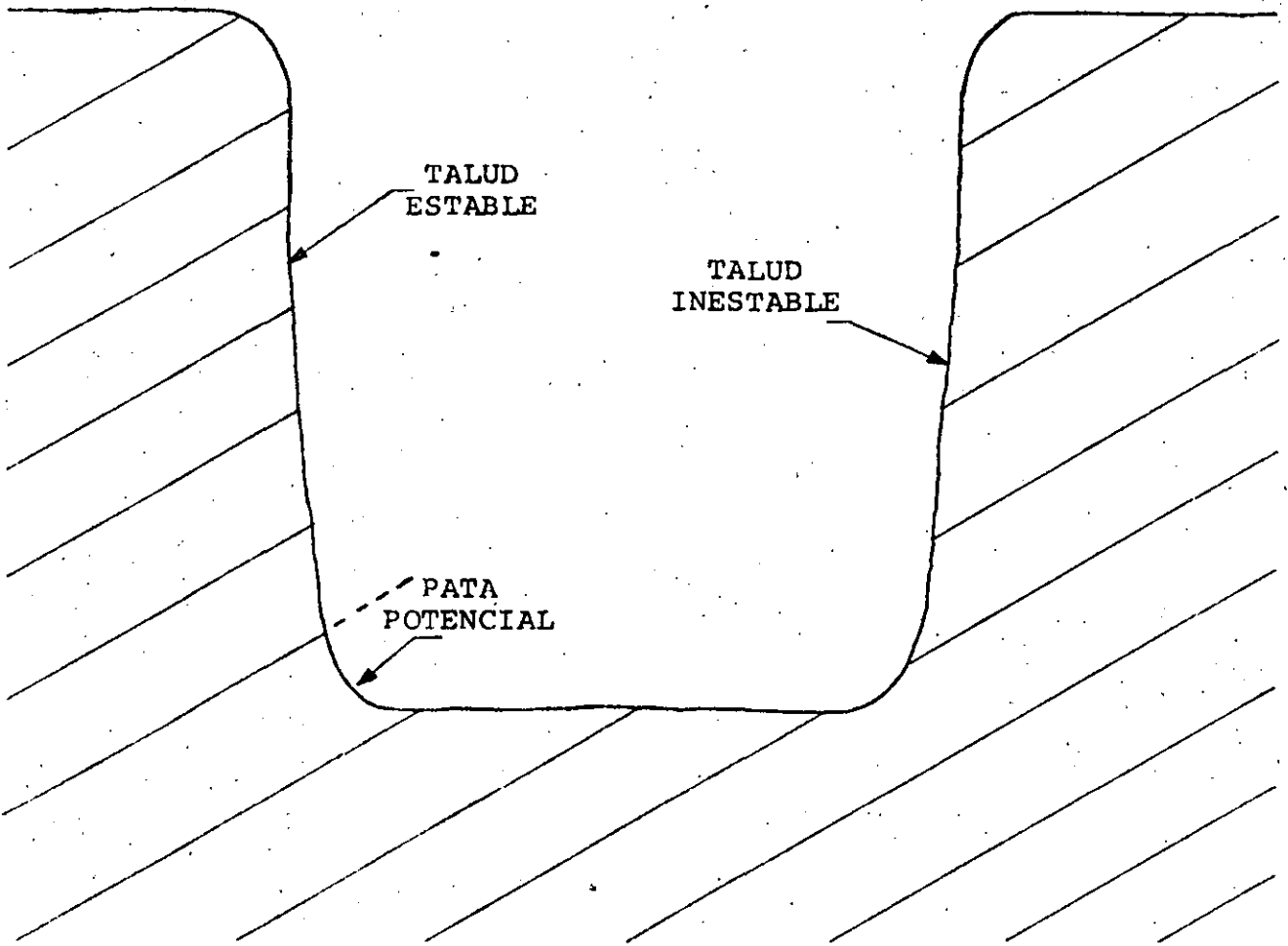
Por otro lado se tiene que, como se vió anteriormente hablando de los ángulos característicos, el encendido de hileras oblicuas al eje de la voladura implica que la proyección que tiene lugar en ángulos rectos con las hileras de encendido, no sea normal al frente, sino según el ángulo de 45° con la prolongación del eje. Esto reduce la proyección y consecuentemente, se tienen posibilidades para una carga de explosivos más potente, una mejor fragmentación y un producto más concentrado que facilitará la rezaga.



PLANTA
EFECTO DE LA ESTRATIFICACION EN LA
ESTABILIDAD DE LA EXCAVACION



Rincones abiertos y confinados, causados por
la estratificación.



EFFECTO DEL ECHADO DE LA ROCA
EN LA ESTABILIDAD DE TALUDES Y EN LA FORMACION
DE PATAS.

DISEÑO DE UNA VOLADURA

Es importante hacer notar que todas las cifras anotadas son aproximadas y se intentan solamente como una guía general, y como una base para comenzar a hacer pruebas en cada caso especial.

CONSUMO DE EXPLOSIVOS.

Este debe determinarse en cada caso por medio de pruebas.

Para facilitar las pruebas se parte de las siguientes reglas:

- 1) La carga por metro cúbico de roca fragmentada, será la misma, independientemente del tamaño de la prueba.*
- 2) La carga específica necesaria para una voladura es al rededor de 0.4 kg/m³. (puede variar de 0.2 a 0.6 kg/m³)*
- 3) La carga del fondo del barreno debe ser 2.7 veces mayor que la carga de la columna*

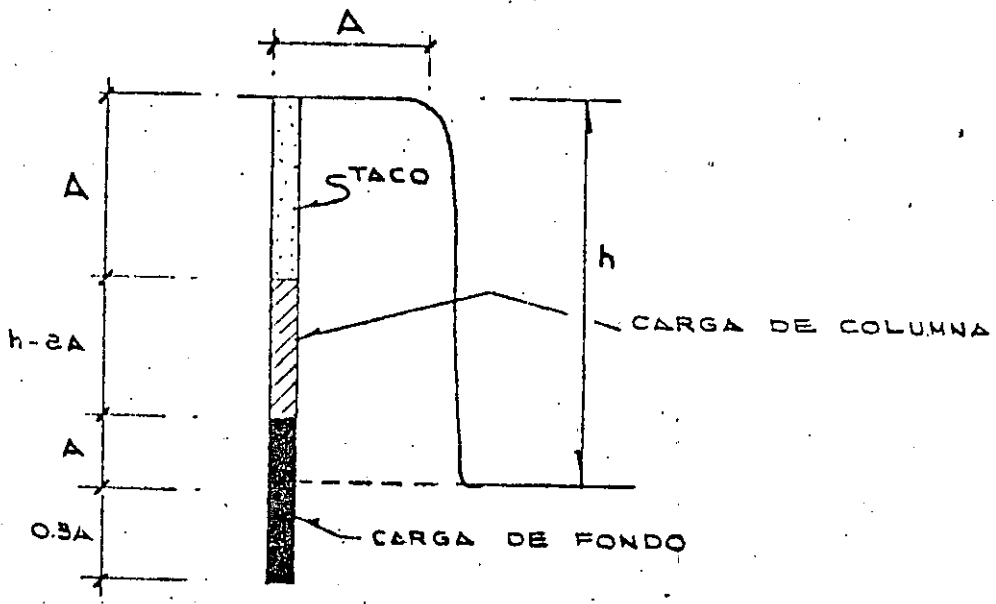
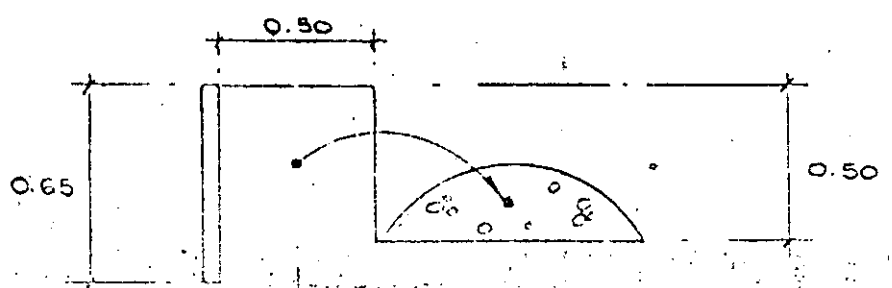


Figura 8.

y se distribuirá de acuerdo con la figura 8.

4) Un buen procedimiento para hacer pruebas consistente en volar --
 barrenos de 0.50 m. de profundidad y 0.50 m. de pata. Se repi-
 le varias veces el procedimiento, aumentando la carga hasta que
 sea suficientemente grande para fracturar la pata.

Si el centro de gravedad de la roca es lanzado hacia el frente de --
 0 a 1m. se dice que la carga es la correcta. Lanzamientos mayo-
 res de la roca, a 2, 4, 6 y 8ms, indican excesos de carga de 10, --
 20, 30 y 40% respectivamente.



Con esta carga se hacen pruebas un poco más grandes (5m. de profundidad),

- 5) La separación entre barrenos es aproximadamente $1.3 A$.
- 6) La pala depende de la carga por metro que se pueda concentrar en el fondo y de la altura de la carga.

La altura de la carga, a su vez, depende del diámetro del barrenno.

- 7) La relación entre el tamaño de la pala y el diámetro del barrenno (d), está dada por:

$$A = 40 d.$$

- 8) La relación del diámetro a la altura del banco es de 0.005 a 0.0125.
- 9) Para voladuras de filas múltiples, conviene reducir la distancia entre barrenos, después del frontal según:

$$A_1 = A - 0.05 h.$$

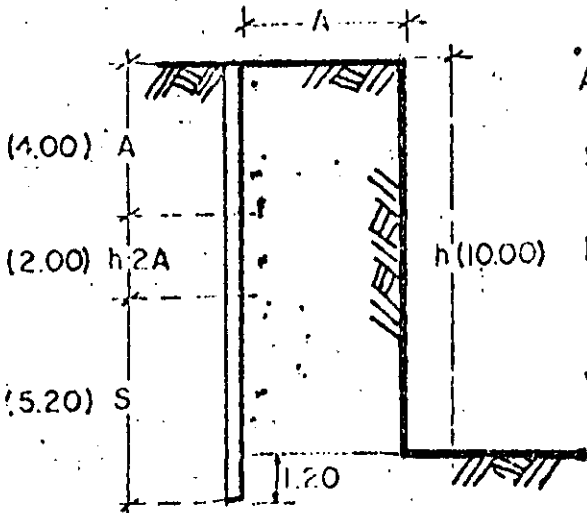
- 10) El consumo específico para barrenos múltiples es 20% menos que el de un solo barrenno.
- 11) El peso volumétrico de la dinamita extra 40% ó gelatina 60% es de 1.0 a 1.4 kg/dm³.

PROBLEMA:

$\phi = 4'' = 0.10 \text{ m.}$

CARGA ESPECIFICA: 0.35 Kg/ m³

DINAMITA EXTRA 40%



$A = 40 \times 0.1 = 4.00 \text{ m.}$

$S = 1.3A = 1.3 \times 4.00 = 5.20 \text{ m.}$

$h = \frac{0.1}{0.01} = 10.00 \text{ m.}$

$V = 4.00 \times 5.20 \times 10.00 = 208 \text{ m}^3$

$208 \times 0.35 = 72.8 \text{ Kg de explosivos}$

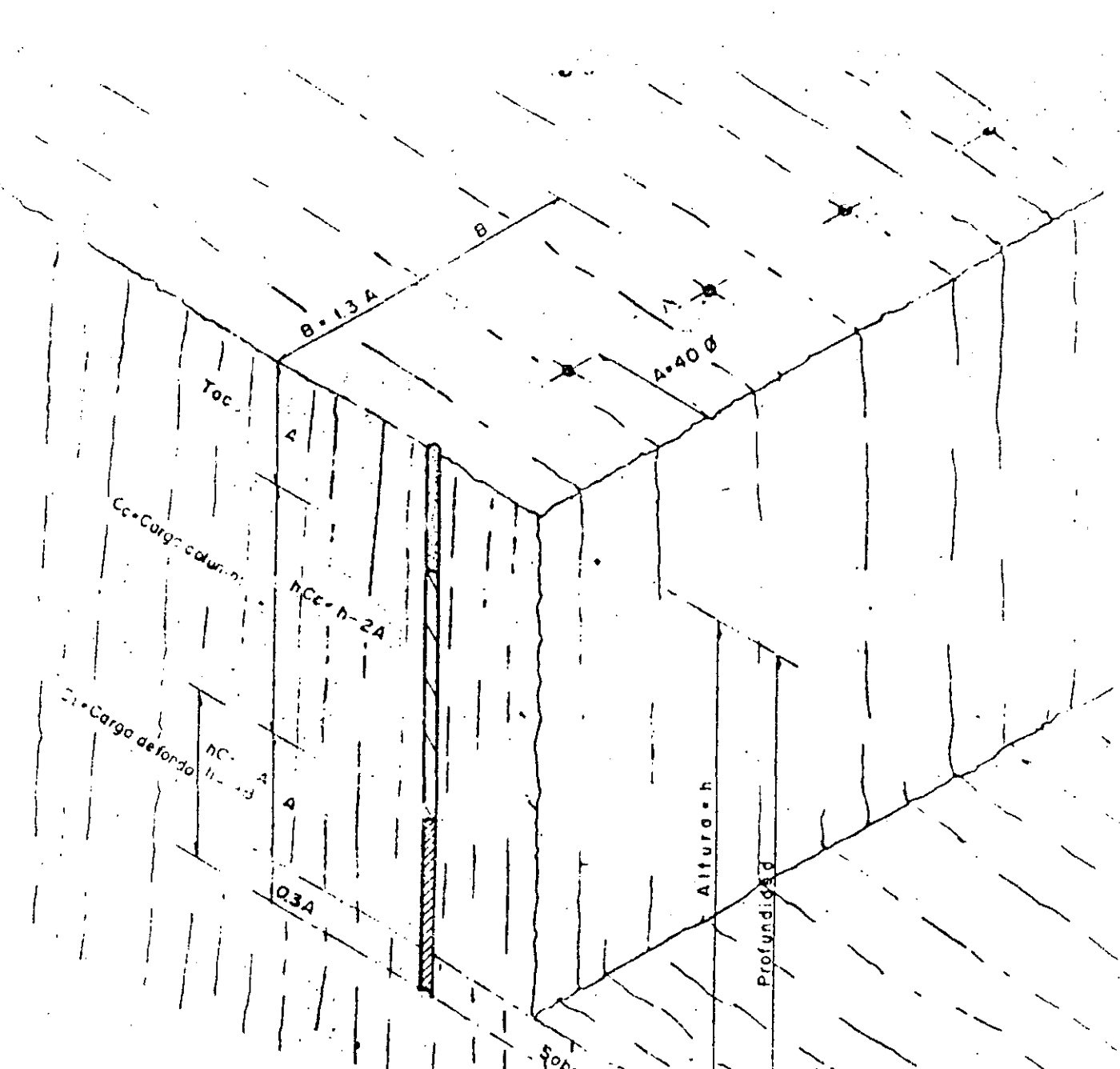
$c.c. = 72.8 \div 3.7 = 19.68$

$c.f. = 19.67 \times 2.7 = 53.12$

72.80

$L.c.f. = \frac{53.12}{10.458} = 5.08 < 5.20$

$L.c.c. = \frac{19.68}{10.458} = 1.88 < 2.00$



$A = 40 \text{ } \phi$

$B = 1.3 A$ $\frac{B}{A} = 1.3$

$\frac{\phi}{h} = K = 0.005 \rightarrow 0.0125$

$C1 = 2.7 Cc$

$H = 100 \text{ } \phi$

$Qe = \text{Carga específica} = \text{cte.} = 0.2 \rightarrow 0.6 \text{ Kg de explosivo/m}^3 \text{ de roca}$

D I N A M I T A S			A G E N T E S E X P L O S I V O S		
Gelatina Extra	40 %	1.57	"Mexamon"	SP	0.81
	60 %	1.44		SP-LD	0.70
	75 %	1.39			
Dinamita Extra	40 %		"Mexamon"	C	0.85
	60 %			C-LD	0.64
Dinamita Esp.	45 %	1.23			
Gelamex	No. 1	1.28	Super "Mexamon"	D	0.65
	No. 2	1.16			
Gelatina Alta Velocidad Geomex	60 %	1.47	NA-AC		0.80
Duramex	6	1.00			
Dinamex	A	1.23			
Tevel		1.60			

DIAMETRO VOLUMEN KILOS POR METRO LINEAL DE COLUMNA PARA UNA DENSIDAD DADA

PULGADAS	CMS.	CM3/M.L.	50 Grs.	55 Grs.	70 Grs.	80 Grs.	85 Grs.	100 Grs.	118 Grs.	123 Grs.	128 Grs.	129 Grs.	135 Grs.	14 Grs.	147 Grs.	157 Grs.	160 Grs.
			por cm.3	por cm.3	por cm.3	por cm.3	por cm.3	por cm.3	por cm.3	por cm.3	por cm.3	por cm.3	por cm.3	por cm.3	por cm.3	por cm.3	por cm.3
7/8	2.22	387.08	.194	.252	.271	.310	.329	.387	.449	.476	.495	.499	.538	.557	.569	.603	.619
1	2.54	506.71	.253	.329	.355	.405	.431	.507	.588	.623	.649	.654	.704	.730	.745	.796	.811
1 1/4	3.18	794.23	.397	.516	.556	.635	.675	.794	.921	.977	1.017	1.025	1.104	1.144	1.168	1.247	1.271
1 1/2	3.81	1140.09	.570	.741	.798	.912	.969	1.140	1.323	1.402	1.459	1.471	1.565	1.642	1.676	1.750	1.824
1 3/4	4.45	1555.29	.778	1.011	1.069	1.244	1.322	1.555	1.804	1.913	1.991	2.006	2.162	2.240	2.286	2.442	2.466
2	5.08	2026.83	1.013	1.317	1.419	1.621	1.723	2.027	2.351	2.493	2.594	2.615	2.817	2.919	2.979	3.182	3.243
2 1/2	6.35	3166.93	1.563	2.059	2.217	2.534	2.692	3.167	3.674	3.895	4.054	4.085	4.402	4.560	4.655	4.972	5.067
3	7.62	4560.38	2.280	2.964	3.192	3.648	3.876	4.560	5.290	5.609	5.837	5.883	6.339	6.567	6.704	7.160	7.297
3 1/2	8.89	6207.18	3.104	4.035	4.345	4.966	5.276	6.207	7.200	7.635	7.945	8.007	8.628	8.938	9.125	9.745	9.931
4	10.16	8107.34	4.054	5.270	5.675	6.486	6.891	8.107	9.405	9.972	10.377	10.458	11.269	11.675	11.918	12.725	12.972
4 1/2	11.43	10260.85	5.130	6.670	7.183	8.209	8.722	10.261	11.903	12.621	13.134	13.236	14.263	14.776	15.083	16.110	16.417
5	12.70	12667.72	6.334	8.234	8.867	10.134	10.768	12.668	14.595	15.581	16.215	16.341	17.608	18.242	18.622	19.860	20.265
5 1/2	13.97	15327.94	7.664	9.963	10.730	12.262	13.029	15.326	17.760	18.853	19.620	19.773	21.306	22.072	22.532	24.065	24.525
6	15.24	18241.51	9.121	11.857	12.769	14.593	15.505	18.242	21.160	22.437	23.349	23.532	25.356	26.268	26.815	28.639	29.166
6 1/2	16.51	21408.44	10.704	13.915	14.986	17.127	18.197	21.408	24.834	26.332	27.403	27.617	29.758	30.828	31.470	33.611	34.254
7	17.78	24828.72	12.414	16.139	17.380	19.863	21.104	24.829	28.801	30.539	31.781	32.029	34.512	35.753	36.498	38.981	39.720
7 1/2	19.05	28502.36	14.251	18.527	19.952	22.802	24.227	28.502	33.065	35.058	36.483	36.768	39.616	41.043	41.898	44.749	45.604
8	20.32	32429.35	16.215	21.079	22.701	25.943	27.565	32.429	37.618	39.888	41.510	41.834	45.077	46.698	47.671	50.914	51.867
8 1/2	21.59	36609.70	18.305	23.796	25.627	29.288	31.118	36.610	42.467	45.030	46.860	47.227	50.687	52.718	53.816	57.477	58.576
9	22.86	41043.40	20.522	26.676	28.730	32.835	34.887	41.043	47.610	50.483	52.535	52.946	57.050	59.102	60.334	64.438	65.669
10	25.40	50670.67	25.335	32.936	35.470	40.537	43.070	50.671	58.778	62.325	64.859	65.363	70.433	72.966	74.486	79.553	81.073
11	27.94	61311.75	30.956	39.653	42.918	49.049	52.115	61.312	71.122	75.413	78.479	79.092	85.223	88.289	90.128	96.259	98.099
12	30.48	72966.05	36.463	47.425	51.076	58.373	62.021	72.966	84.641	89.748	93.397	94.126	101.423	105.071	107.260	114.557	116.745

CALCULO DE UNA VOLADURA POR EL METODO SUECO (OVERBURDEN)

FORMULAS:

CARGA DE FONDO:

$$q_f = 0.001 d^2 \text{ Kg/m} \quad (d \text{ en mm. })$$

CARGA DE COLUMNA

$$q_c = 0.4 q_f$$

PATA Ó BERMA:

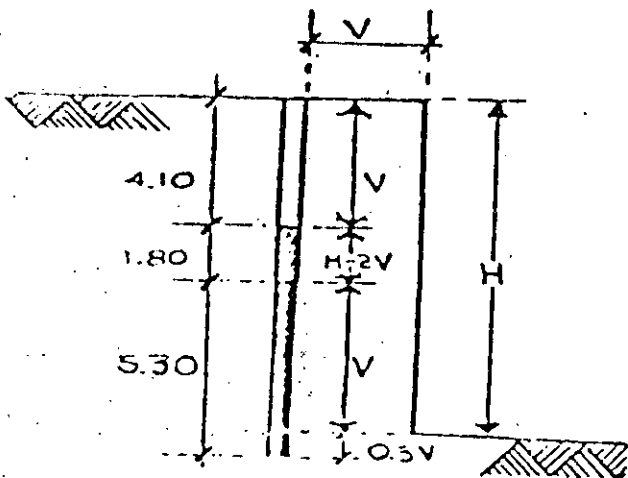
$$V_T = 45 d \quad (\text{TEÓRICA})$$

$$V_R = A_T - 0.05 - 0.03 H \quad (\text{REAL})$$

EJEMPLO:

$$d = 4''$$

$$H = 10 \text{ m.}$$



$$V_T = 45 \times 0.1 = 4.50$$

$$V_R = 4.50 - 0.1 - 0.03 \times 10 =$$

$$V_R = 4.10 \text{ m.}$$

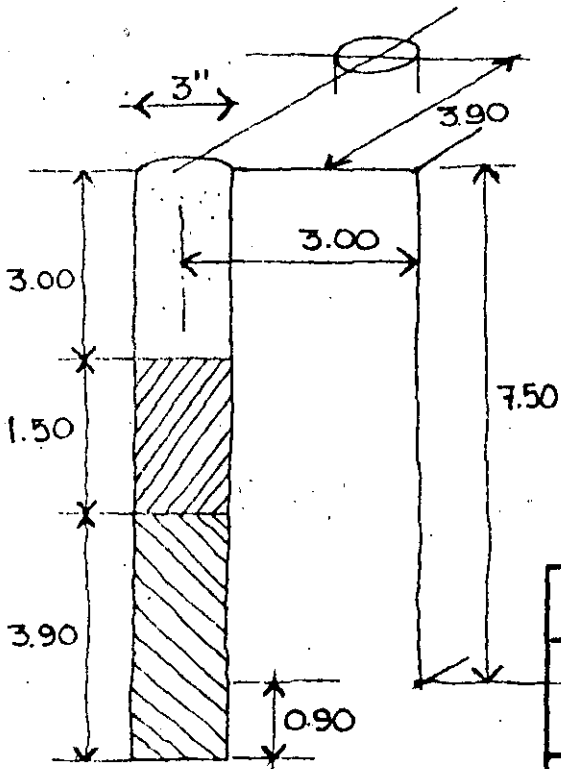
$$q_f = 0.001 \times 100^2 = 10 \text{ Kg/m.}$$

$$C_f = 10 \times 5.30 = 53 \text{ Kg.}$$

$$q_c = 0.4 \times 10 = 4 \text{ Kg/m.}$$

$$C_c = 4 \times 1.8 = 7.2 \text{ Kg.}$$

EN OTRO EJEMPLO, SUPONIENDO QUE HUBIÉRAMOS LLEGADO AL SIGUIENTE RESULTADO:



$$v = 3.90 \times 3 \times 7.5 = 87.75 \text{ m}^2$$

$$\text{SI } q = 0.35 \text{ Kg./m}^2$$

$$Q = 0.35 \times 87.75 = 30.71 \text{ Kg.}$$

$$C_c = 8.3 \text{ Kg.}$$

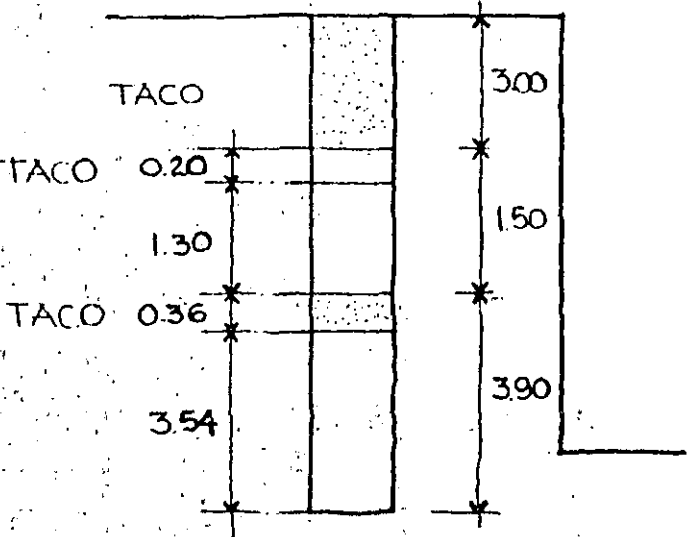
$$C_f = 22.41 \text{ Kg.}$$

DENSIDAD DEL EXPLOSIVO: 1.45

C A R G A S			
CALCULADA		CAPACIDAD DEL BARRENO	
PESO	ALTURA	PESO	ALTURA
CARGA DE FONDO:	22.41 Kg.	3.54	24.65 Kg. 3.90 m
CARGA DE COLUMNA:	8.3 Kg.	1.30	9.57 Kg. 1.50

POR LO TANTO SOBRA ESPACIO EN EL BARRENO, LO QUE NO PODEMOS PERMITIR YA QUE TENDRÍAMOS QUE DEJAR UN ESPACIO ENTRE LAS CARGAS, RELLENANDO CON TACO, LO QUE EQUIVALE A PONER DOS CEBOS Y A DESPERDICIA BARRENACIÓN.

SI QUISIÉRAMOS DEJAR ASÍ EL BARRENO QUEDARÍA:



- A) DISPONEMOS DE 1.5 M PARA CARGA DE COLUMNA Y SÓLO NECESITAMOS 1.30 M., SOBRAN 0.20 M. DE BARRENO (15%)
(1.50 ÷ 1.30 = 1.15)
- B) DISPONEMOS DE 3.90 M PARA CARGA DE FONDO Y SÓLO NECESITAMOS 3.54, SOBRAN 0.36 M. DE BARRENO (10%)
(3.90 ÷ 3.54 = 1.10)

PARA MEJORAR ÉSTO TENEMOS QUE AUMENTAR LA SEPARACIÓN ENTRE BARRENOS, PARA QUE AL AUMENTAR EL VOLÚMEN ($V = A \times B \times H$), (CON EL MISMO CONSUMO ESPECÍFICO) AUMENTE LA CANTIDAD DE EXPLOSIVOS Y SE LLENE EL BARRENO. ESTE AUMENTO DEL VOLÚMEN DEBE SER EN LA MISMA PROPORCIÓN QUE ENTRE LA CAPACIDAD DEL BARRENO Y LA CARGA CALCULADA.

TENEMOS DOS PROPORCIONES (1.15 Y 1.10) USAREMOS 1.10 YA QUE LA CARGA DE COLUMNA NO LA PODEMOS AUMENTAR 1.15 VECES.

SI QUIERO AUMENTAR EL VOLÚMEN EN LA PROPORCIÓN K:

$$\left. \begin{aligned} Q_2 &= K Q_1 \\ V_2 &= K V_1 \end{aligned} \right\} \text{ DONDE: } K = \frac{\text{CAPACIDAD DEL BARRENO}}{\text{CARGA CALCULADA}}$$

$$A' \times B' \times H' = K \times A \times B \times H$$

$$A' B' = K A B$$

PERO: $R = \frac{A}{B} = \text{CONSTANTE}$ (PARA NO VARIAR LA GRANULOMETRÍA)

$$A = R \times B$$

$$A' = R \times B'$$

$$R B' = K R B^2$$

$$B' = \sqrt{K} B$$

Y TAMBIÉN

$$A' = \sqrt{K} A$$

... (1)

LO QUE SE ENTIENDE SI MULTIPLICAMOS AMBAS EXPRESIONES:

$$A' B' = K A B.$$

APLICANDO LAS ECUACIONES (1) A NUESTRO CASO:

$$A' = \sqrt{1.10} \times 3.00 = 3.14 \text{ M}$$

$$B' = \sqrt{1.10} \times 3.90 = 4.09 \text{ M}$$

CON ESTAS NUEVAS SEPARACIONES EL VOLÚMEN QUEDA:

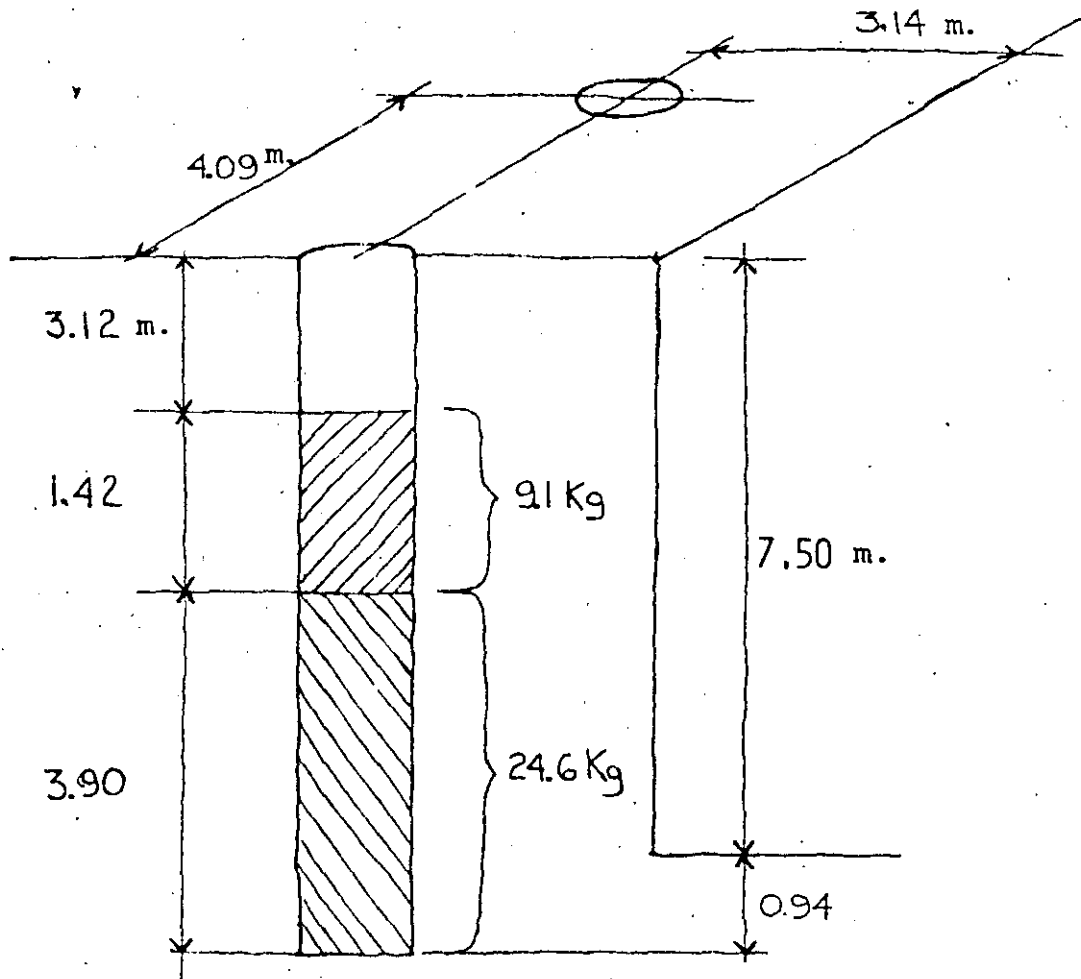
$$V = 3.14 \times 4.09 \times 7.5 = 96.31 \text{ M}^3$$

$$Q = 0.35 \times 96.31 = 33.70 \text{ Kg.}$$

$$C_C = 9.1 \quad ; \quad h_C = 1.42 \text{ M}$$

$$C_F = 24.6 \text{ Kg.} \quad ; \quad h_F = 3.90 \text{ M.}$$

CON LO QUE EL BARRENO AJUSTADO QUEDA ASÍ:



AHORA NOS QUEDA EL PROBLEMA DE AJUSTAR EL BARRENO AL BANCO, Y TOMAR EN CUENTA LA GRANULOMETRÍA REQUERIDA DE LA ROCA Y LAS CARACTERÍSTICAS DE LA ROCA EN EL BANCO.

PARA ELLO RECORDEMOS QUE EL AUMENTAR LA RELACIÓN B/A DISMINUYE EL TAMAÑO DE LA ROCA Y VICEVERSA; Y QUE PARA EL DISEÑO DEL BARRENO USAMOS $B/A = 1.3$, POR ELLO, PARA AJUSTAR EL BARRENO AL BANCO DEBO SABER SI QUIERO ROCA GRANDE O CHICA.

EN EL SEGUNDO EJEMPLO, SUPONDREMOS QUE SE REQUIERE ROCA CHICA, DE 0.50, PARA LO QUE NECESITAMOS AUMENTAR B/A A PARTIR DE 1.3, SE SUGIERE:

EN LA PRUEBA 1: $B/A = 1.3$

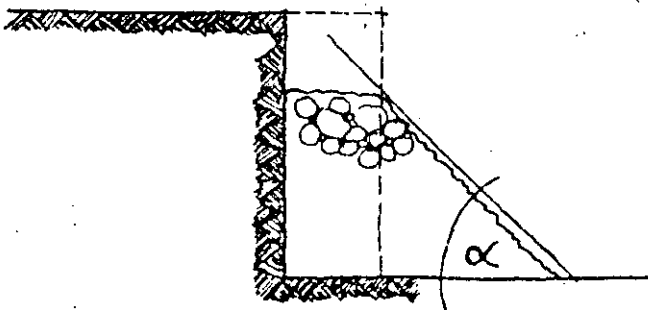
EN LA PRUEBA 2: $B/A = 1.5$

EN LA PRUEBA 3: $B/A = 1.7$

EN LA PRUEBA 4: $B/A = 1.9$

EN LA PRUEBA 5: $B/A = 2.1$

QUE SON PRUEBAS QUE SE HACEN FISICAMENTE EN EL BANCO, OBSERVANDO LAS PROYECCIONES, EL TAMAÑO DE LA ROCA Y EL ANGULO DEL MONTON DE ROCA DESPUÉS DE LA VOLADURA.



ESTE ANGULO α DEBE SER 45° , SI ES MAYOR FALTA EXPLOSI VO, Y SI ES MENOR SOBRAN EXPLOSIVOS; MUCHAS PROYECCIONES TAMBIÉN INDICAN EXCESO DE EXPLOSIVOS.

RESUMEN DE LA OBSERVACION

$R = B'/A'$	TAMANO DE LA ROCA	α	PROYECCIONES
1.3	1.00 m.	30°	MUCHAS
1.5	0.80	32°	"
1.7	0.60	35°	"
1.9	0.50	37°	REGULAR
2.1	0.40	40°	POCAS

LO QUE NOS INDICA QUE DEBEMOS USAR UNA RELACION $B'/A' = 1.9$ Y QUE TENEMOS EXCESO DE EXPLOSIVO.

1º) AJUSTAREMOS LA RELACION B/A :

EN NUESTRO EJEMPLO SABEMOS QUE

$$A' \times B' = B \times A = 4.09 \times 3.14 = 12.84 \text{ m}^2$$

$$\text{COMO } \frac{B'}{A'} = 1.9$$

$$B' = 1.9 A'$$

$$1.9 A'^2 = 12.84$$

$$A' = \sqrt{\frac{12.84}{1.9}} = 2.60 \text{ m.}$$

$$B' = 1.9 \times 2.60 = 4.94 \text{ m.}$$

Y LA NUEVA SEPARACION ENTRE BARRENOS SERA:

$$2.60 \times 4.94$$

LAS FÓRMULAS GENERALES SON:

$$A' = \sqrt{\frac{A \times B}{R}}$$

$$B' = A' \cdot R$$

2º) AJUSTAREMOS LA CANTIDAD DE EXPLOSIVOS.

COMO HAY EXCESO: TENEMOS QUE SEPARAR LOS BARRENOS PARA DISMINUIR EL CONSUMO DE EXPLOSIVOS, PERO CONSERVANDO LA RELACIÓN A/B PARA NO VARIAR LA GRANULOMETRÍA.

HAREMOS PRUEBAS NUEVAMENTE EN EL BANCO CON CONSUMOS ESPECIFICOS 95%, 90% Y 85% DEL CONSUMO ORIGINAL, PARA ELLO APLICAMOS LAS FÓRMULAS 1:

PARA 95%:

$$A_1 = \frac{A}{\sqrt{0.95}} = \frac{2.60}{\sqrt{0.95}} = 2.67 \text{ m.}$$

$$B_1 = \frac{B}{\sqrt{0.95}} = \frac{4.94}{\sqrt{0.95}} = 5.07 \text{ m.}$$

COMPROBACIÓN:

$$\frac{A_1 \times B_1}{A \times B} = \frac{2.60 \times 4.94}{2.67 \times 5.07} = 0.95$$

$$\frac{B_1}{A_1} = \frac{5.07}{2.67} = 1.90$$

LA FÓRMULA GENERAL ES:

$$A' = \frac{A}{\sqrt{C}}$$

$$B' = \frac{B}{\sqrt{C}}$$

DONDE C = PORCENTAJE DE CONSUMO CON RESPECTO AL ORIGINAL.

USANDO LA MISMA FÓRMULA OBTENEMOS PARA 90%:

$$A_2 = \frac{2.60}{\sqrt{0.90}} = 2.74 \text{ m.}$$

$$B = \frac{4.94}{\sqrt{0.90}} = 5.21 \text{ m.}$$

PARA 85%

$$A_3 = \frac{2.60}{\sqrt{0.85}} = 2.82 \text{ m.}$$

$$B_3 = \frac{4.94}{\sqrt{0.85}} = 5.36 \text{ m.}$$

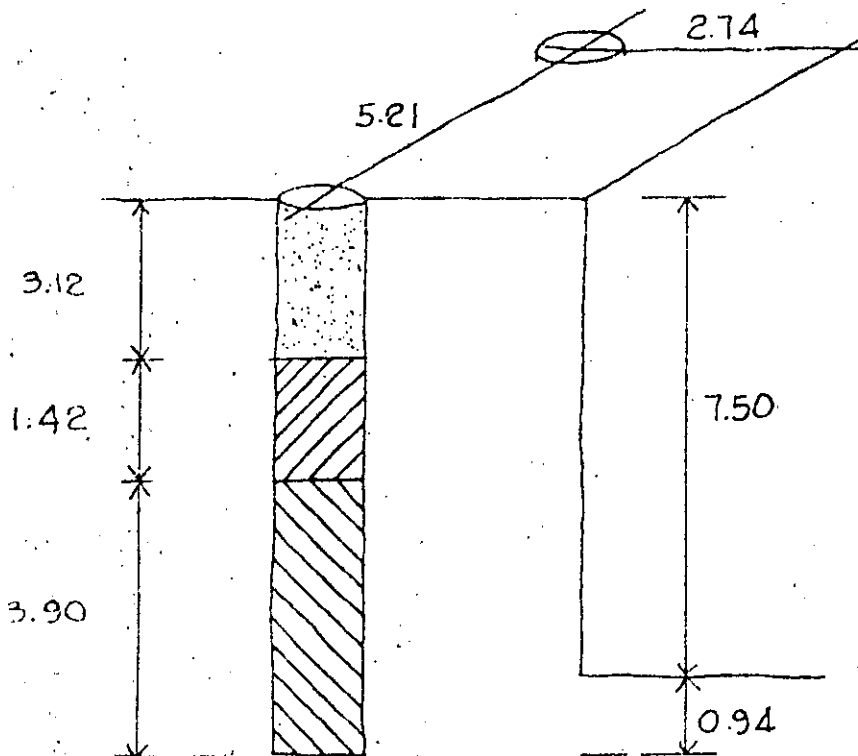
CON ESTAS SEPARACIONES, Y EL MISMO DISEÑO DE BARRENO SE REALIZAN NUEVAMENTE PRUEBAS EN EL BANCO OBSERVANDO EL ÁNGULO α Y LAS PROYECCIONES.

RESUMEN DE LA OBSERVACION

62

C	A	B	α	PROYECCIONES
0.95	2.67	5.07	40°	REGULAR
0.90	2.74	5.21	45°	POCAS
0.85	2.82	5.36	48°	POCAS

EL VALOR ADECUADO ES ENTONCES EL SEGUNDO, Y NUESTRO DISEÑO FINAL SERÁ:



CON ESTO HEMOS ASEGURADO LAS CARACTERISTICAS DE LA VOLADURA:

- GRANULOMETRÍA REQUERIDA.
- CONSUMO MÍNIMO DE EXPLOSIVOS.
- MÍNIMA BARRENACIÓN.
- MÍNIMAS PROYECCIONES.
- MÍNIMO DAÑO A LA ROCA DETRÁS DE LA VOLADURA.

Los consumidores de explosivos han buscado y ensayado muchas maneras para reducir el exceso de rompimiento ó sobreexcavación de las voladuras. Por razones de seguridad, el rompimiento excesivo es inconveniente tratándose de taludes, bancos, frentes ó pendientes inestables y es también económicamente inconveniente cuando la excavación excede la "línea de pago" (implica concreto extra y los taludes fracturados requieren un mantenimiento costoso).

En voladuras controladas se utilizan varios métodos para reducir el exceso de rompimiento; sin embargo, todos tienen un objetivo común. Disminuir y distribuir mejor las cargas explosivas para reducir al mínimo los esfuerzos y la fractura de la roca más allá de la línea misma de excavación.

Por muchos años la barrenación en Línea fué el único procedimiento utilizado para controlar el rompimiento excesivo. La Barrenación en Línea ó de límite simplemente consiste de una serie de barrenos en línea, vacíos, a corta distancia unos de otros y a lo largo de la línea misma de excavación, proporcionando así un plano de debilidad que la voladura puede romper con facilidad.

Estos procedimientos difieren del principio de la Barrenación en Línea, esencialmente, en que algunos ó todos los barrenos se distribuyen con cargas explosivas relativamente pequeñas y debidamente distribuidas. La detonación de estas pequeñas cargas tiende a fracturar la roca entre los barrenos y permite mayores espaciamientos que en el caso de la Barrenación en Línea. Por lo tanto, los costos de barrenación se reducen y en muchos casos se logra un mejor control del exceso de rompimiento.

BARRENACION EN LINEA, DE LIMITE O DE COSTURA.

Principio.

La Voladura con Barrenación en Línea involucra una sola hilera de

barrenos de diámetro pequeño, poco espaciados, sin cargar y lo largo de la línea misma de excavación. Esto proporciona un plano de menor resistencia, que la voladura primaria pueda romper con mayor facilidad. También origina que parte de las ondas de choque creadas por la voladura sean reflejadas, lo que reduce la trituration y las tensiones en la pared terminada.

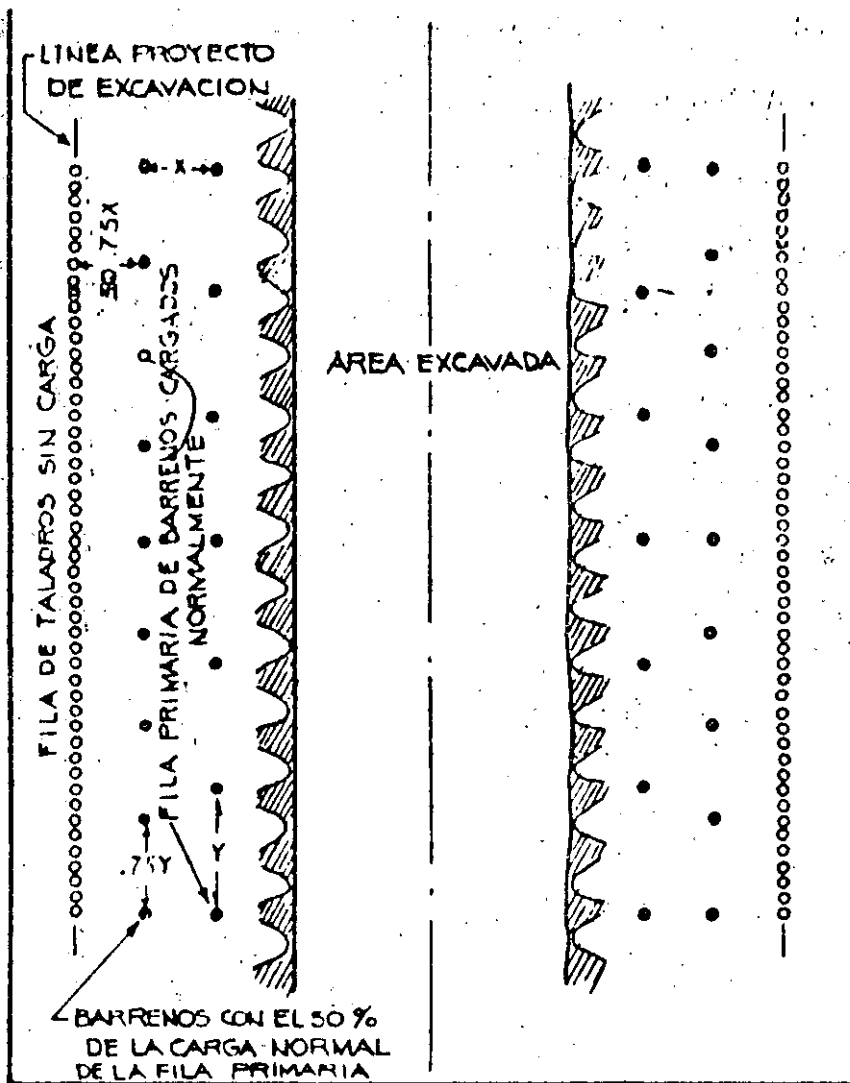
Aplicación.

Las perforaciones de la Barrenación en Línea generalmente son de 2" a 3" de diámetro y se separan de 2 ó 4 veces de su diámetro a lo largo de la línea de excavación. Los barrenos mayores de 3" se usan poco con este sistema pues los altos costos de barrenación no pueden compensarse suficientemente con mayores espaciamientos.

La profundidad de los barrenos depende de su buena alineación. Para obtener buenos resultados, los barrenos deben quedar en el mismo plano. Cualquier desviación en ellos, al tratar de barrenar -- más profundamente, tendrá un efecto desfavorable en los resultados.

Para barrenos de 2" a 3" de diámetro las profundidades mayores a 9 metros son raramente satisfactorias.

a continuación la figura No. 8A



Plantilla Típica del Procedimiento de Barrenación en línea.

Figura 8 A

Los barrenos de la voladura directamente adyacentes a los de la Barrenación en Línea, se cargan generalmente con menos explosivos y también a menor espaciamiento que los otros barrenos. La distancia entre las perforaciones de la Barrenación en Línea y las más próximas, cargadas, es usualmente del 50 al 75% de la pata usual.

Los mejores resultados con la Barrenación en Línea se obtienen en formaciones homogéneas en donde los planos de estratificación, jun

las y hendeduras son mínimas.

Trabajos subterráneos. - La aplicación de la teoría básica del sistema de Barrenado en Línea, esto es, utilizando solamente barrenos vacíos, es muy limitada en trabajos subterráneos. Generalmente se usan barrenaciones cerradas, pero siempre cargadas aunque ligeramente. A este procedimiento hemos preferido llamarle Voladura Perfilada y será descrita posteriormente.

VOLADURAS AMORTIGUADAS.

PRINCIPIO

La Voladura Amortiguada a veces denominada como voladura para recortar, lajear ó desbastar, se introdujo en el Canadá hace varios años. Al igual que la Barrenación en Línea, la Voladura Amortiguada implica una sola fila de barrenos a lo largo de la línea proyecto de excavación.

Las cargas para las voladuras amortiguadas deben ser pequeñas, bien distribuidas, perfectamente retacadas y se harán explotar después de que la excavación principal ha sido despejada. Al ser volada la pita, el taco amortigua la vibración dirigida hacia la pared terminada, reduciendo así al mínimo la fractura y las tensiones en esta pared. Disparando los barrenos de amortiguamiento a pequeños intervalos, la detonación tiende a cortar la roca entre ellos dejando una superficie uniforme y con un mínimo de sobreexcavación.

Obsérvese, a mayor detalle en el capítulo correspondiente.

CARGAS Y PLANTILLAS PROPUESTAS PARA VOLADURAS
AMORTIGUADAS.

DIAMETRO DEL BARRENO EN PULGADAS	ESPACIAMIENTO EN (1) PIES	BERMA EN PIES (1)	CARGA EXPLOSIVA EN LIBRAS/PIE (1)
2 - 2 $\frac{1}{2}$	3	4	0.08 - 0.25
3 - 3 $\frac{1}{2}$	4	5	0.13 - 0.50
4 - 4 $\frac{1}{2}$	5	6	0.75 - 0.75
5 - 5 $\frac{1}{2}$	6	7	0.75 - 1.00
6 - 6 $\frac{1}{2}$	7	9	1.00 - 1.59

(1). - *Dependen de la naturaleza de la roca.
Las cifras anotadas son promedios.*

(2). - *El diámetro del cartucho deberá ser
igual ó menor que la mitad del diámetro del barreno.*

El retardo mínimo entre la explosión de los barrenos amortiguadores proporciona la mejor acción de corte entre barreno y barreno; por lo tanto, normalmente se emplean líneas troncales de Primacord. En donde el ruido y la vibración resulten críticos, se pueden obtener buenos resultados con estopines de retardo MS.

La profundidad máxima que puede volarse con éxito por este método, depende de la precisión del alineamiento de los barrenos. Con barrenos de diámetros mayores puede mantenerse un mejor alineamiento a mayor profundidad. Las desviaciones de más de 6" del plano de los barrenos dan generalmente malos resultados. Se han hecho voladuras con éxito usando barrenos de amortiguamiento hasta de 90 pies de profundidad.

Cuando se realizan voladuras por amortiguamiento en áreas curvas ó en esquinas, se requiere menores espaciamientos que cuando vuela una sección recta. Pueden también utilizarse ventajosamente taladros-guía cuando se vuelan caras no lineales. En esquinas a 90°, una combinación de varios procedimientos para voladuras controladas, dará mejores resultados que la voladura amortiguada simple. (Veáse la Figura 10)

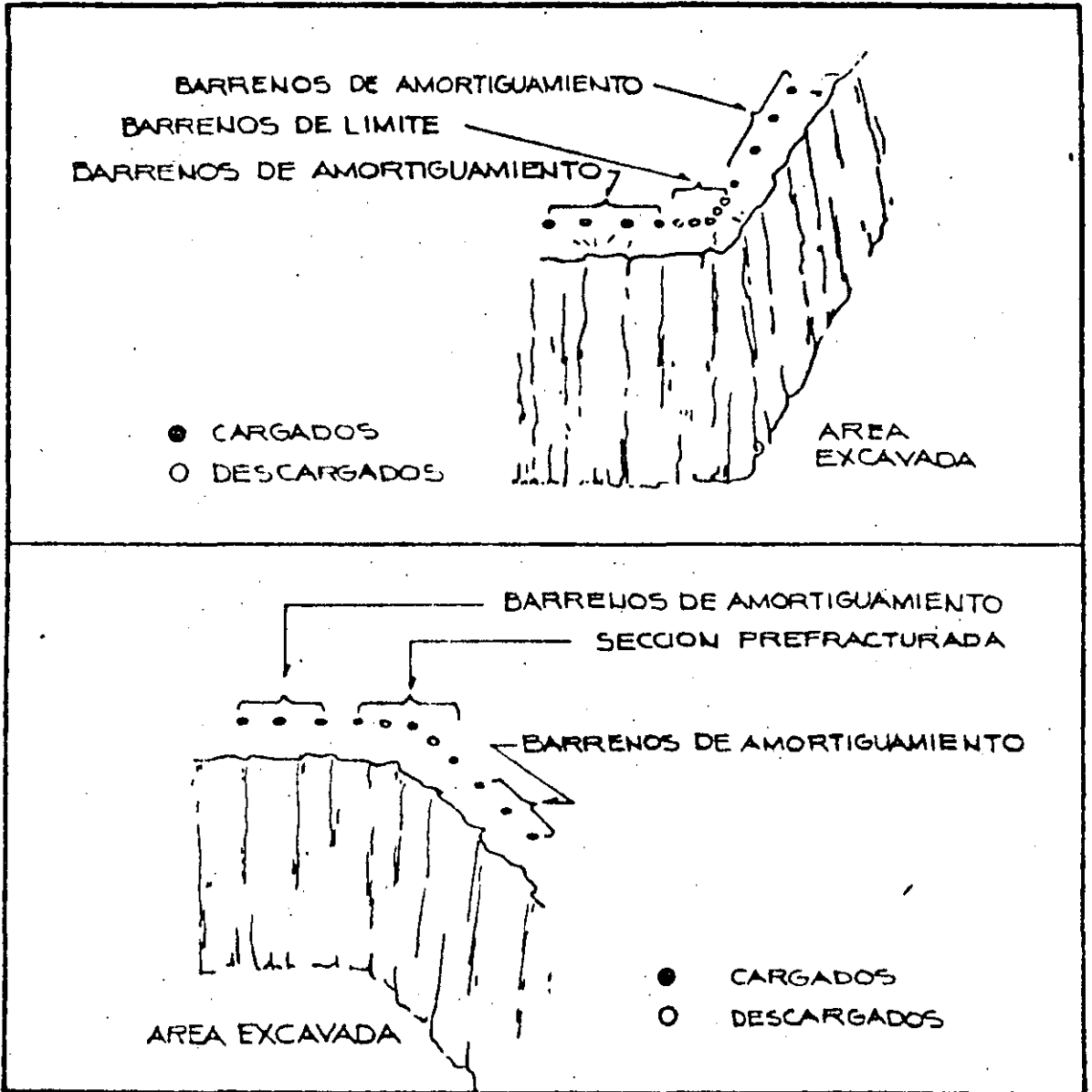
VENTAJAS.

La voladura Amortiguada ofrece ciertas ventajas, tales como:

Mayores espaciamientos entre barrenos para reducir los costos de perforación.

Mejores resultados en formaciones no consolidadas.

Figura 10.



VOLADURAS AMORTIGUADAS EN FRENTES, EN ESQUINA
O EN RINCON.

El mejor alineamiento obtenido con barrenos de gran diámetro permite perforar barrenos más profundos.

VOLADURAS PERFILADAS O DE AFINE.

PRINCIPIO.

Puesto que el uso de este método en trabajos a descubierto es prácticamente idéntico a los de la Voladura Amortiguada, se tratará sobre su aplicación solamente en trabajos subterráneos.

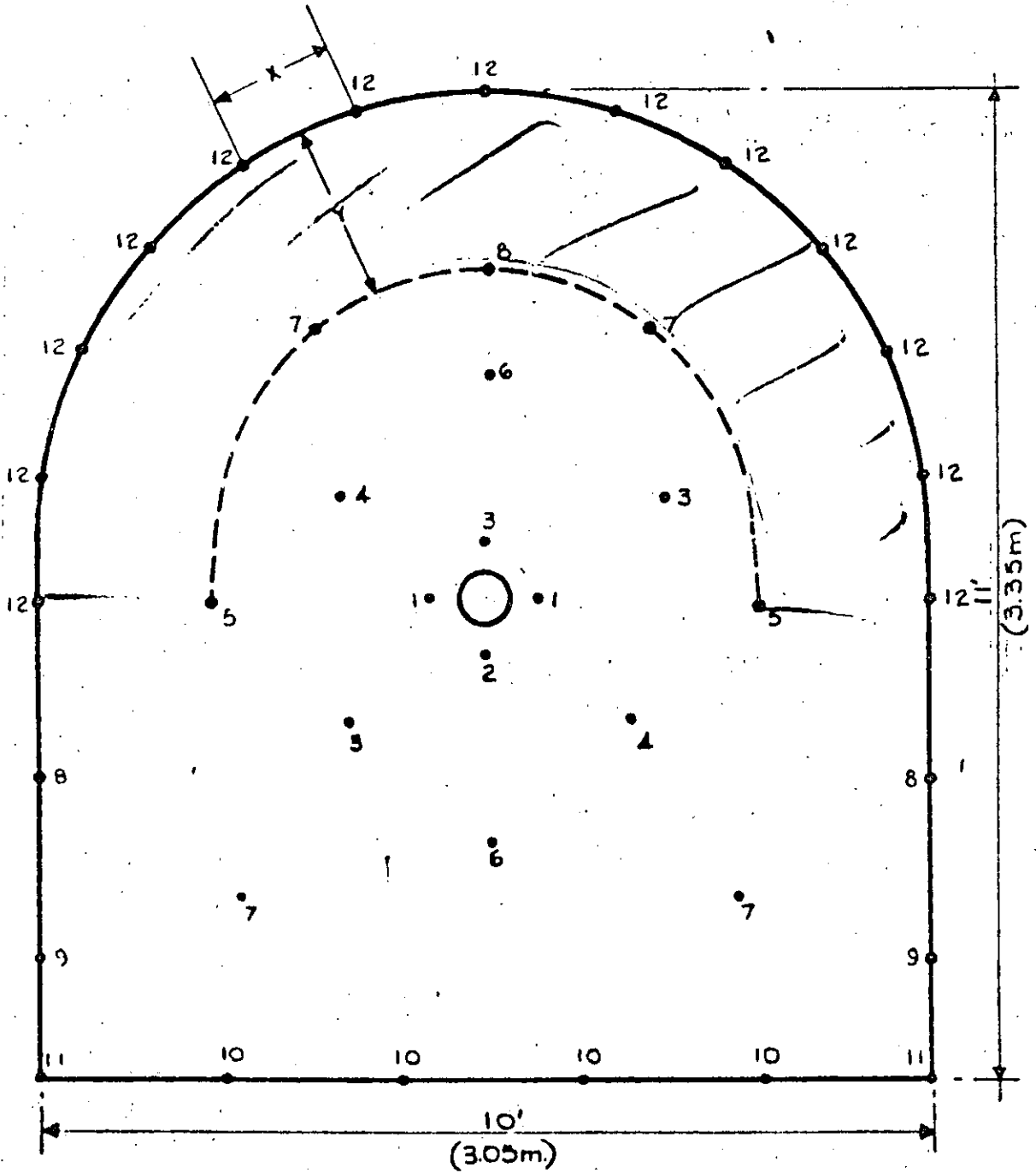
El principio básico de la Voladura de Afine es el mismo que el de la Voladura Amortiguada: Se hacen barrenos a lo largo de los límites de la excavación y se cargan con poco explosivo para eliminar el banco final. Disparando con un mínimo de retardo entre los barrenos, obtiene un efecto cortante que proporciona paredes lisas con un mínimo de sobreexcavación.

APLICACION.

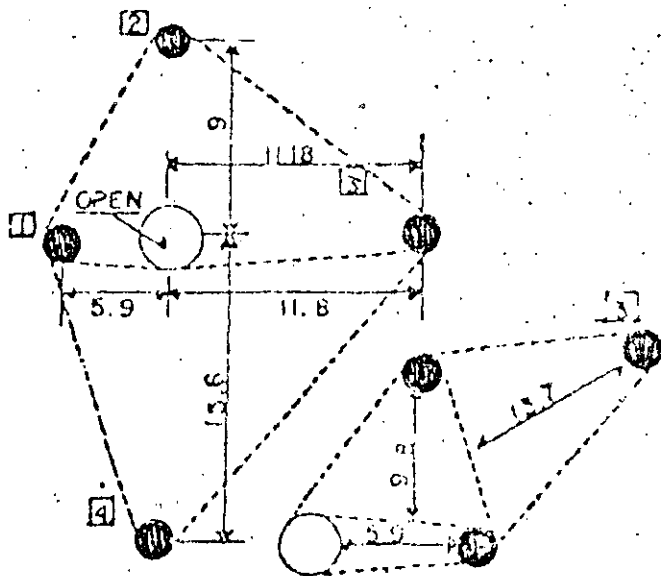
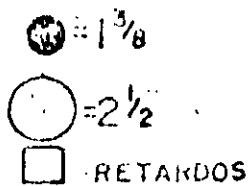
Trabajos subterráneos. - En frentes subterráneos, en donde la roca del techo y de los contrafuertes se derrumba y desmorona por la falta de consolidación del material, el exceso de rompimiento es común debido a la acción triturante de las voladuras.

Empleando el método de la Voladura Perfilada ó de Afine con cargas ligeras y bien distribuidas en los barrenos perimetrales, se requieren menos soportes y resulta una menor sobreexcavación. -- Aún en formaciones homogéneas más duras, este método proporciona techos y paredes más lisos y más firmes.

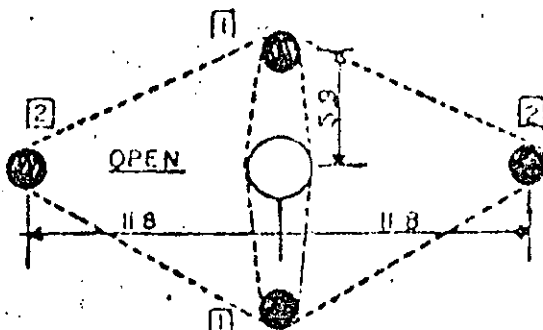
Figura 11.



PLANTILLA TIPICA PARA EXPLOSIONES
RETARDADAS EN GALERIAS DE AVANCE



CUÑA QUEMADA CONCENTRICA





CUÑA QUEMADA SIMETRICA DE UN SOLO BARRENO

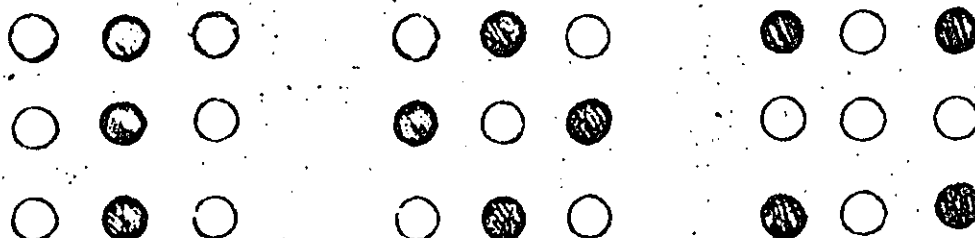
NOTA:

LA DISTANCIA DEPENDE DE LA CLASE DE ROCA Y DEL TIPO DE EXPLOSIVOS.

CUÑA QUEMADA CUADRADA O RECTANGULAR

 CARGADO

 VACIO

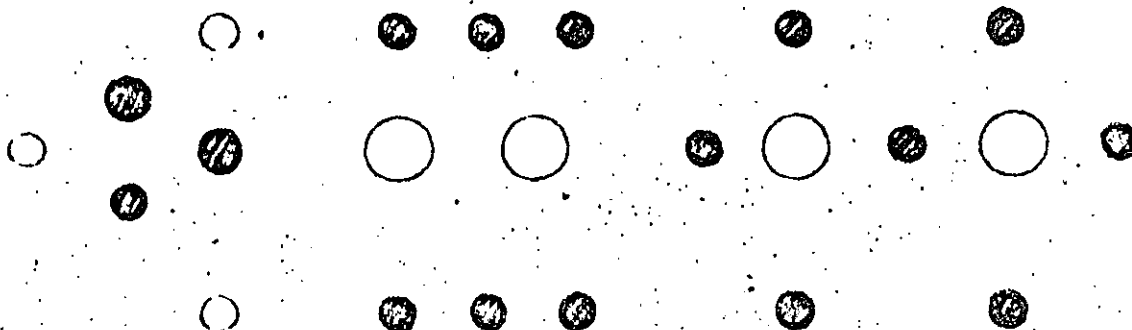


FRAGIL O PLASTICO

C D E H



FRAGIL O PLASTICO.



FRAGIL

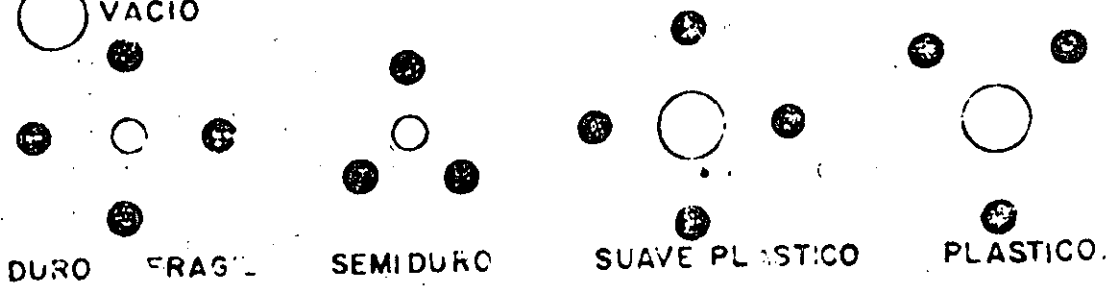
FRAGIL O PLASTICO

B D D

CUÑA QUEMADA TIPO REDONDO O TREBOL

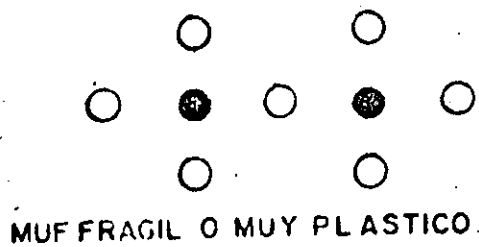
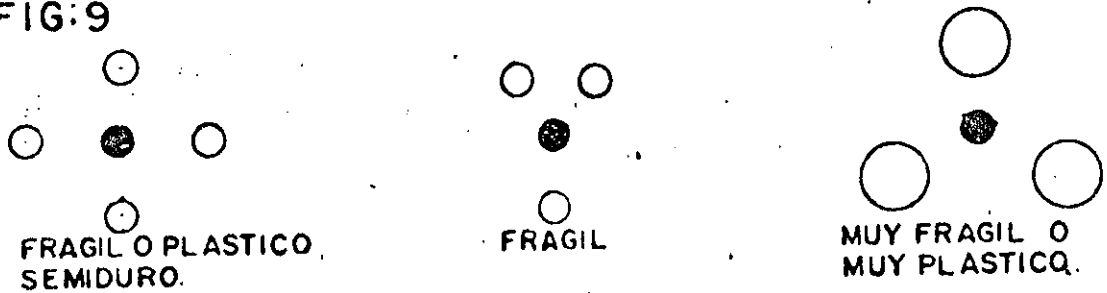
FIG: 8

● CARGADO.
○ VACIO



CUÑA QUEMADA TIPO REDONDO O TREBOL INVERTIDAS

FIG: 9



La voladura perfilada en trabajos subterráneos utiliza barrenos perimetrales en una relación de aproximadamente $1\frac{1}{2}$ a 1, entre el ancho de la berma y el espaciamiento usando cargas ligeras, bien distribuidas y disparadas en el último período de retardo de la voladura. (Ver Fig. 11). Estos barrenos se disparan después de los barrenos de pata ó pié para asegurar que la roca fragmentada se desplace lo suficiente para ofrecer el máximo desahogo a los barrenos de la Voladura Perfilada. Este franqueo permite la libre remoción del banco final y produce menos fractura más allá del límite de la excavación.

Las cargas pequeñas bien distribuidas en los barrenos perimetrales usando plantillas y retardos convencionales, han producido regularmente resultados satisfactorios. La Tabla IV proporciona las plantillas recomendadas y las cargas en libras por pié, para la Voladura Perfilada.

Puesto que no es conveniente ni práctico atar cargas a las líneas de Primacord en barrenos horizontales, la Voladura Perfilada se realiza cargando a carril cartuchos de dinamita de baja densidad de pequeños diámetros para obtener, tanto cargas pequeñas, como su buena distribución a lo largo del barreno.

VENTAJAS.

La voladura perfilada ó de Anfo ofrece dos ventajas principales:

Reduce el rompimiento excesivo que produce los métodos convencionales.

TABLA IV.**VOLADURA PERFILADA.**

DIAMETRO DEL BARRENO EN PULGADAS.	ESPACIAMIENTO EN (1) PIES	BERMA EN PIES (1)	CARGA EXPLOSIVA LIBRAS/PIE (1)
$1 \frac{1}{2} - 1 \frac{3}{4}$	2	3	0.12 - 0.25
2	$2 \frac{1}{2}$	$3 \frac{1}{2}$	0.12 - 0.25

(1). - *Dependen de la naturaleza*

de la roca.

Las cifras anotadas son -

promedios.

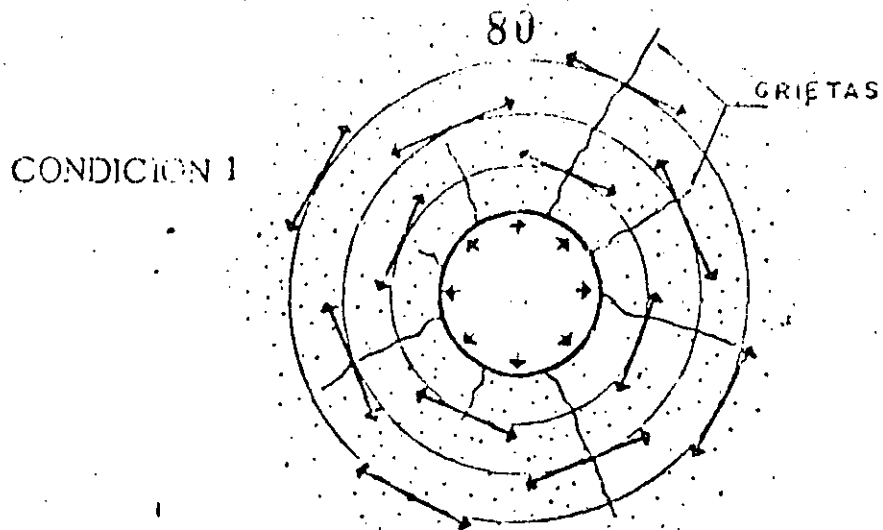
PREFRACTURADO

PRINCIPIO.

El Prefracturado, también llamado Precortado ó Pre-ranurado comprende una fila de barrenos a lo largo de la línea de excavación. Los barrenos son generalmente del mismo diámetro (2" - 4") y en la mayoría de los casos, todos cargados. El Prefracturado difiere de la Barrenación en Línea, de la Voladura Amortiguada y de la Voladura Perfilada, en que sus barrenos se disparan antes que cualquier barreno de los de alguna sección de la excavación principal inmediata.

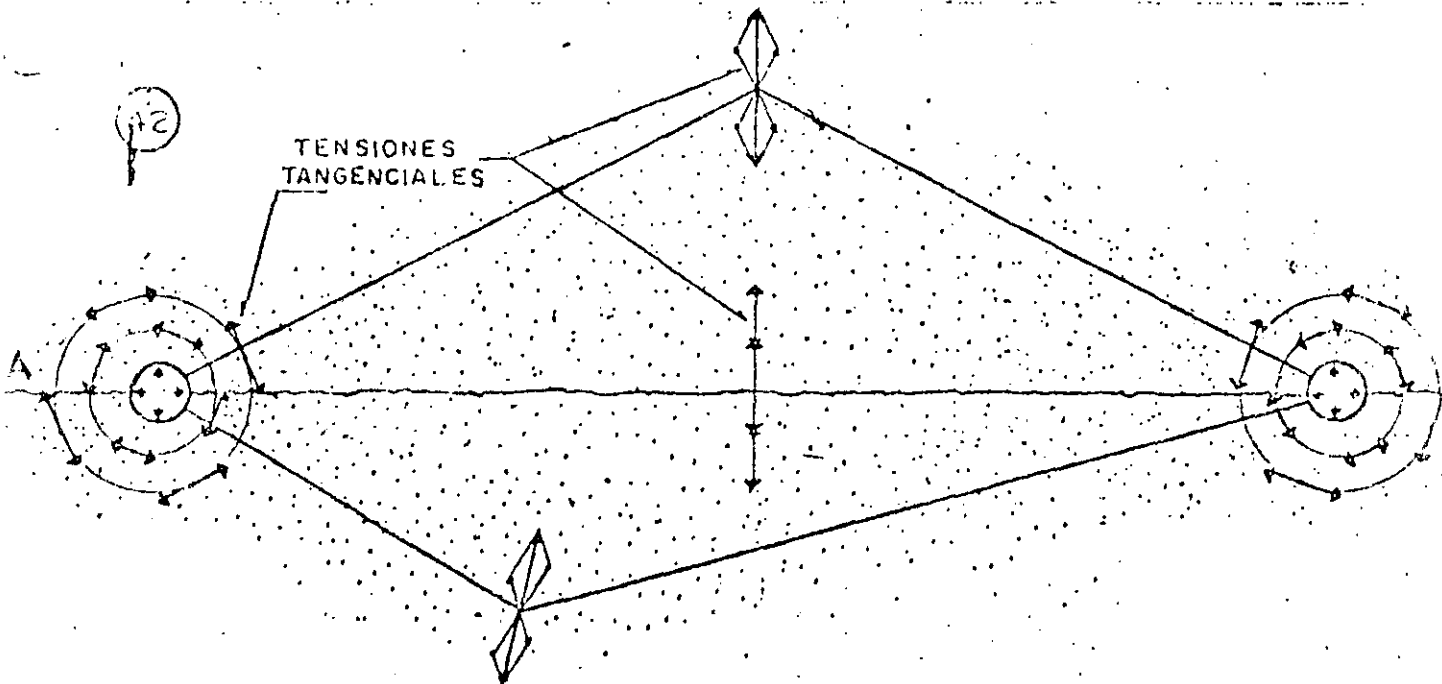
La teoría del prefacturado consiste en que cuando dos cargas se disparan simultáneamente en barrenos adyacentes, la suma de esfuerzos de tensión procedentes de los barrenos rompe la pared de roca intermedia y origina grietas entre los barrenos (Ver Fig. 12). Con cargas y espaciamientos adecuados, la zona fracturada entre los barrenos se constituirá en una angosta franja que la voladura principal puede romper con facilidad. El resultado es una pared lisa que casi no produce sobreexcavación.

El plano prefacturado refleja parte de las ondas de choque procedentes de las voladuras principales inmediatamente posteriores, impidiendo que sean transmitidas a la pared terminada, reduciendo al mínimo la fracturación y la sobreexcavación. Esta reflexión de las ondas de choque de las voladuras principales también tiende a reducir la vibración.



LA ROCA, ALREDEDOR DE UN BARRENO CON GASES A PRESION (DEL EXPLOSIVO) ESTA SOMETIDA A TENSION

SI PENSAMOS EN UNA ROCA DE EXTENSION INFINITA:



DOS BARRENOS, COMO EL DE LA CONDICION 1, TRONADOS SIMULTANEAMENTE, SUMARAN LAS TENSIONES A LA ROCA, ESPECIALMENTE EN EL PLANO QUE LOS UNE (A-B) YA QUE, ADEMAS DE SER EL PLANO DE MENOR RESISTENCIA, ES EL LUGAR GEOMETRICO DE LA MAXIMA SUMA DE LAS TENSIONES.

N O T A : P R I N C I P I O D E P R E F R A C T U R A D O

Si los Barrenos están sobrecargados, la zona de fractura se extenderá hacia los lados y aún más allá de la zona de tensión.

APLICACION.

Trabajos a cielo abierto. - Los barrenos para prefracturar se cargan de manera similar a los barrenos para voladuras amortiguadas, esto es, se forman cargas "en rosario" de cartuchos enteros ó partes de cartucho, de 1" ó 1 $\frac{1}{2}$ " de diámetro, por 8" de largo, espaciados a 1 a 2 piés centro a centro.

Como en las Voladuras Amortiguadas, los barrenos se disparan generalmente en forma simultánea, usando una línea troncal de Primacord. Si se disparan líneas demasiado largas se pueden retardar algunos tramos con estopines MS a Conectores Primacord MS.

En roca sin consolidación alguna, los resultados se mejorarán utilizando barrenos-guía ó de alivio (sin carga), entre los barrenos cargados, provocando así el corte a lo largo del plano deseado. Aún en formaciones más consistentes, los barrenos-guía colocados entre los cargados, dan mejor resultado que aumentando la carga explosiva por barreno.

Los espaciamientos promedio y las cargas por pié de barreno se dan en la Tabla V. Estas cargas anotadas son para las condiciones de rocas normales y pueden obtenerse utilizando cartuchos de dinamita convencionales, fraccionados ó enteros, espaciados y ligados a líneas de Primacord, ("rosario").

La profundidad que puede prefracturarse de una sola vez, nuevamente depende de la habilidad para mantener un buen alineamiento de los barrenos. Las desviaciones mayores a 6" del plano de corte ----

deseado, darán resultados negativos. Generalmente la máxima profundidad que puede utilizarse para barrenos de 2" a 3½" de diámetro sin una desviación considerable en el alineamiento es de 50 piés.

Teóricamente, la longitud de una voladura para Prefracturar es ilimitada. En la práctica, sin embargo, el disparar muy adelante de la excavación primaria puede traer problemas pues las características de la roca pueden cambiar y la carga ser causa de un exceso de fractura en las zonas más débiles. Llevando el Prefracturado adelante únicamente a la mitad de la voladura principal siguiente (Ver Fig. 13) los conocimientos que se van obteniendo con las voladuras principales respecto a la roca, pueden aplicarse a los disparos de prefracturado subsecuentes. En otras palabras, las cargas pueden modificarse si es necesario y corre un menor riesgo que si se dispara el total de la línea de excavación antes de avanzar con las voladuras principales.

El Prefracturado puede realizarse simultáneamente a la voladura principal retrasando sus barrenos con retardadores MS, de manera que los barrenos de Prefracturado estallen primero que los de la voladura principal. (Ver Fig. 14).

VENTAJAS.

El Prefracturado ofrece las siguientes ventajas:

Aumento en el espaciamiento de los barrenos - reducción de costos de barrenación.

TABLA V

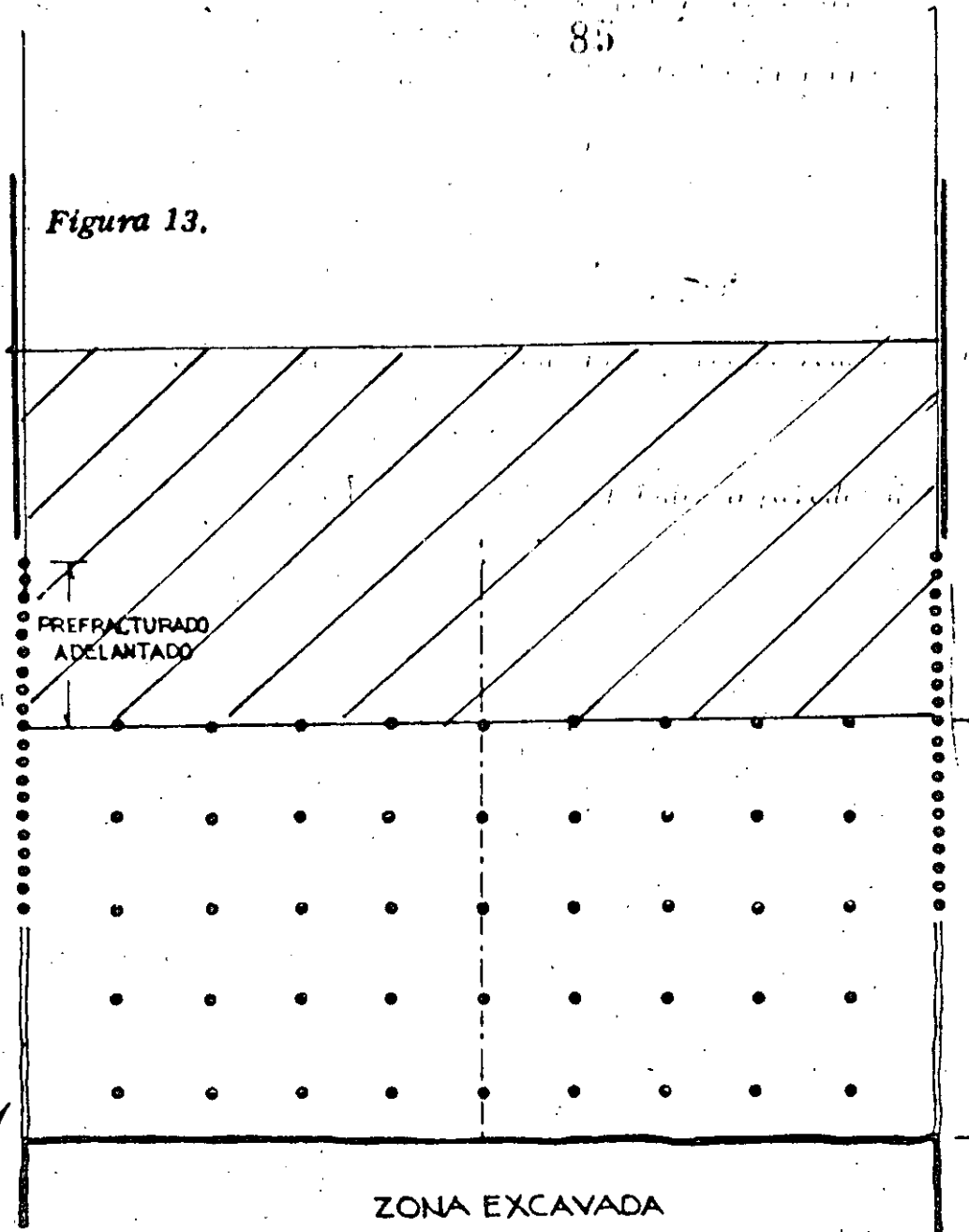
CARGAS Y ESPACIAMIENTOS PROPUESTOS PARA
EL PREFRACTURADO.

<u>DIAMETRO DEL BARRENO EN PULGADAS.</u>	<u>CARGA EXPLOSIVA EN LBS./PIE (1)(2)</u>	<u>ESPACIAMIENTO EN PIES (1)</u>
$1 \frac{1}{2} - 1 \frac{3}{4}$	0.08 - 0.25	$1 - \frac{1}{2}$
$2 - 2 \frac{1}{2}$	0.08 - 0.25	$1 \frac{1}{2} - 2$
$3 - 3 \frac{1}{2}$	0.13 - 0.50	$1 \frac{1}{2} - 3$
4	0.25 - 0.75	2 - 4

(1) . - *Dependen de la naturaleza de la roca.*

(2) . - *El diámetro del cartucho debe ser igual
ó menor que la mitad del diámetro del
barreno.*

Figura 13.



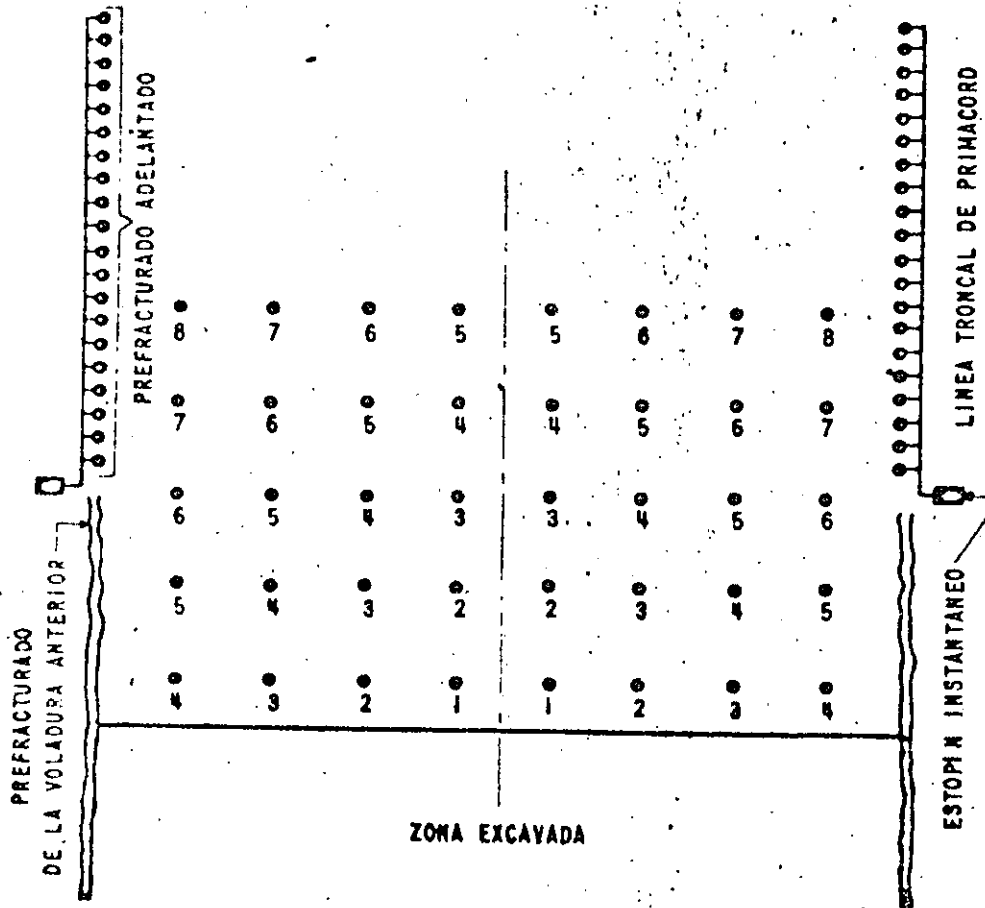
PREFRACTURADO ADELANTADO

AVANCE NORMAL DE LA VOLADURA PRINCIPAL

ZONA EXCAVADA

PREFRACTURADO DE LA VOLADURA ANTERIOR

PROCEDIMIENTO RECOMENDADO PARA EL PREFRACTURADO



PROCEDIMIENTO DE EXPLOSIONES RETRASADAS DURANTE LA VOLADURA PRINCIPAL EN EL PREFRACTURADO

cavación principal.

CARGA Y ACARREO.

A distancia corta para pedraplenes. Normalmente se usan tractores, pues sirven también para acomodar la roca. Esto ya se vió también en este curso.

A distancia corta para alimentar otra máquina (quebradora).

Se usó durante mucho tiempo pala y camiones. Con el perfeccionamiento de los cargadores frontales, especialmente los de neumáticos, estos han ido desplazando a las palas y camiones, haciendo ellos mismos las dos operaciones.

Los cargadores frontales también ya fueron vistos en este curso, sin embargo haremos un análisis de producción y veremos algunos puntos importantes relativos a un cargador frontal en una planta de trituración.

ESTUDIO DE PRODUCCION PARA CARGADOR FRONTAL Marca MICHIGAN, modelo 175-III, CON CUCHARON DE 5.5 Yds. 3 A UNA DISTANCIA DE 550' CARGANDO RO- CA CALIZA.

Cálculo del ciclo de carga y acarreo.

Carga y descarga (constante) .500'

Acarreo.

Cargado a 550' - a 9.95 MPH
(velocidad 2a. y 3a.)

$\frac{550}{9.95 \times 88}$.628'

Vacio a 550' - a 17.85 MPH
(velocidad 3a. y 4a.)

.350'

1.394' por ciclo entre 50' - 35.87 ciclos.

2.671 peso del material por Y3.

5.50 yardas el cucharón = 14690 lbs.

$$\frac{50'}{1.394} \times \frac{2.671 \times 5.50}{2000} = 263 \text{ tons.}$$

263 tons hora x 8 hrs. = 2104 tons.

2104 tons. x .9078 tons. met. = 1910 tons.métricos.

INDICACIONES UTILES PARA CARGA Y ACARREO CON CAR-
GADOR FRONTAL DE NEUMATICOS EN UNA PLANTA DE --
TRITURACION.

1) Localización de la planta:

Lo más cerca posible, generalmente a unos 45 m. del banco.

2) Los caminos deben estar bien conservados, tener pocas curvas.

Sus pendientes máximas deben ser 10% y en rampas cortas 20%.

de más de 5% reduzca la producción en 2% / 1%

3) Llantas.

Estas representan el mayor renglón de costos, es necesario vigilarlas.

4) Cucharones y dientes.

El cucharón debe ser considerado como artículo de desgaste.

Salvo que el material sea poco común en peso, en contenido de finos, ó en características de carga el cucharón sugerido por el fabricante será la solución más adecuada.

Si no son necesarios los dientes en el cucharón para excavar, no los use puesto que el material tiende a escaparse entre los dientes estropeando el camino de acarreo.

CARGA Y ACARREO A DISTANCIAS LARGAS.

La carga de roca representa el mismo problema que en el caso anterior, y ya se vieron las ventajas del cargador frontal, el acarreo de roca solamente es económico en camiones especiales para ello, como son tipo Euclid.

TRANSPORTE DE EXPLOSIVOS.

1. - *Cualquier vehículo que esté transportando explosivos deberá estar marcado ó pintado ó tener un letrero en la parte delantera, a ambos lados y en la parte trasera con la palabra "Explosivos" en letras de no menos de 4 pulgadas de altura en colores que hagan contraste, con los del fondo; ó el vehículo deberá llevar en un lugar visible una bandera roja de no menos de 24 pulgadas de lado con la palabra "Explosivos" en letras rojas - de cuando menos 3 pulgadas de altura ó la palabra "Peligro" en letras de 6 pulgadas de altura.*
2. - *Los vehículos no deberán llevar cápsulas detonadoras fulminantes cuando estén transportando otros explosivos; ni metales, herramientas metálicas, aceite, cerillos, armas de fuego, ácidos, sustancias inflamables, ó materiales semejantes.*
3. - *Los vehículos que transportan explosivos no deberán estar sobrecargados y en ningún caso se apilarán las cajas ó latas de explosivos a una altura mayor que la de la carrocería. Cualquier vehículo de caja abierta deberá llevar una lona para cubrir las cajas ó latas de explosivos.*
4. - *Todos los vehículos, cuando estén transportando explosivos deberán inspeccionarse para determinar si: los frenos y el mecanismo de la dirección están en buenas condiciones; si los alambres eléctricos están en buenas condiciones; si los alambres eléctricos están bien aislados y -- firmemente asegurados; si la carrocería y el chasis están limpios y libres de acumulaciones de aceite y grasas; si el tanque de combustible y la línea de alimentación están seguros, y sin fugas; si se han proporcionado dos extinguidores de incendio, localizados cerca del asiento del chofer; y, en general, si el vehículo está en condiciones adecuadas para el transporte de explosivos.*
5. - *El piso de los vehículos deberá estar perfectamente empalmado y ajustado. Cualquier pieza metálica que esté expuesta en el interior del -- vehículo y que pueda entrar en contacto con algún paquete de explosivos deberá ser cubierta ó protegida con madera ó algún material no metálico.*
6. - *Los explosivos no deben de transportarse en remolques. Asimismo, a los vehículos que transporten explosivos no deberá engancharseles ningún tipo de remolque.*
7. - *Los vehículos que transportan explosivos no deben llevar pasajeros ni personas no autorizadas para viajar en ellos. No debe permitirse fumar ni llevar cerillos.*
8. - *Los paquetes ó cajas de explosivos no deben aventarse ó dejarse caer al estarlos cargando, descargando ó acarreando, sino que deben depositarse cuidadosamente y almacenarse ó colocarse de tal manera que no*

se deslicen, caigan ó muevan.

91

9. - Los motores de los vehículos que transportan explosivos deberán estar parados antes de cargar ó descargar los explosivos.

Las recomendaciones para el manejo de explosivos son las siguientes:

MANEJO DE EXPLOSIVOS.

1. - Las cajas ó barriles que contengan explosivos deben levantarse y bajarse cuidadosamente sin deslizarlos uno sobre otro, ó dejarlos caer de un nivel al siguiente, ni manejarse bruscamente.
2. - Las cajas, latas, ó paquetes de explosivos no deben abrirse dentro de un almacén de explosivos ó arsenal, ni siquiera en un radio de 50 pies del almacén ó arsenal.
3. - Deben emplearse herramientas fabricadas con madera ó con algún otro material no metálico para abrir las cajas ó barriles ó cualesquier otra vasija en que se encuentre contenido un explosivo. Nunca deben emplearse herramientas metálicas.
4. - Los explosivos y detonantes que se les den a los obreros deberán colocarse en receptáculos aislados independientes, equipados con tapas -- construidas y sujetadas de tal manera que no se puedan abrir accidentalmente durante el transporte.
5. - No deberá permitirse a ninguna persona, excepto al operario, viajar con los explosivos ó detonantes cuando estén siendo transportados en un tiro, túnel, ó cualquier otra obra subterránea.

ALMACENAMIENTO DE EXPLOSIVOS.

Los explosivos y los detonantes deben depositarse separadamente en almacenes independientes, secos, ventilados, a prueba de balas, y resistentes al fuego, alejados de otros edificios, vías de ferrocarril, y carreteras. La Tabla Americana de Distancias, proporciona las distancias de seguridad entre otros edificios, vías de ferrocarril y carreteras, para cantidades variables de explosivos y detonantes.

Una bodega para el almacenamiento de dinamita debe estar construida de tal manera que se evite el congelamiento de la dinamita durante largos períodos de tiempo en climas fríos. Si la dinamita se congela, deberá descongelarse antes de utilizarla, ya que el peligro de que explote prematuramente es mucho mayor cuando está congelada.



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

CURSO

"RESIDENTES DE CONSTRUCCION"

2 - 6 SEPTIEMBRE DE 1985

TUXTLA GUTIERREZ, CHIS.

T R A C T O R E S

ING. ERNESTO MENDOZA SANCHEZ

MOVIMIENTO DE TIERRAS

TRACTORES

TRACTORES EMPUJADORES.

EVOLUCION DE TRACTORES.

ACTIVIDADES DEL TRACTOR.

LOS GIGANTES DE LA CONSTRUCCION.

MOTORES.

- FUNDAMENTO DE TRABAJO, POTENCIA, POR MOTOR.
- CONVERTIDOR Y DIVISOR DE PAR.
- TRABAJOS SIN FLUJO DE MASA.
- PARTES DEL MOTOR.
- TURBO ALIMENTACION.
- TRANSMISIONES.
- MANDOS FINALES.

CONTROLES HIDRAULICOS

FABRICACION Y ENSAMBLE.

PARTES ESTRUCTURALES DEL TRANSITO DE TRACTORES.

TRANSITO.

CUCHILLAS.

ELEMENTOS PROTECTORES DE LA MAQUINA.

ADITAMENTOS.

EQUIPO PARA DESMONTE Y AGRICULTURA.

DESGARRADORES.

PRODUCCION.

COSTO HORARIO EN MAQUINARIA.

COMPARACION DE COSTOS DE MANEJO DE MATERIAL CON LAS MISMAS CARACTERISTICAS CON DIFERENTES EMPUJADORES.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LA MAQUINARIA DE CONSTRUCCION.

ESPECIFICACIONES CATERPILLAR Y KOMATSU.

MARCAS DE TRACTORES EN EL MUNDO.

TRACTORES EMPUJADORES

3

Dentro de la Industria de la Construcción, la máquina que ha sido diseñada con el concepto de "Atacar", es el tractor de orugas.

Como muchas otras máquinas, el tractor tiene además otras funciones secundarias que en este caso son:

- Empujar.
- Jalar.
- Acarrear.
- Servir de grúa con pluma lateral.

Sin embargo, estas máquinas son utilizadas fundamentalmente para el concepto de ataque, bien sea cortando ó excavando terracerías o desgarrando material.

Los equipos convencionales para estas máquinas son su cuchilla frontal y su desgarrador trasero, ambas operadas hidráulicamente y cuyas características se ven más adelante.

La máquina consta de un chasis muy resistente sobre el que se monta un motor de diesel con turbocargador acoplado a un convertidor de par-torsión que se une a una transmisión de tipo planetario y posteriormente a un sistema de ejes que constituyen los mandos finales,

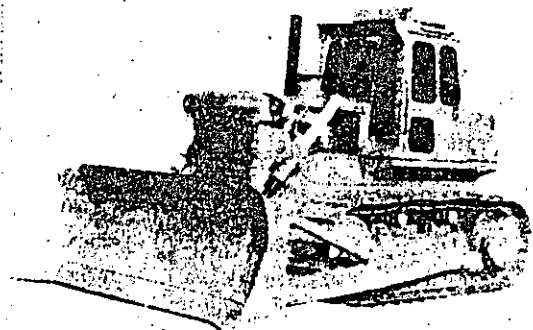
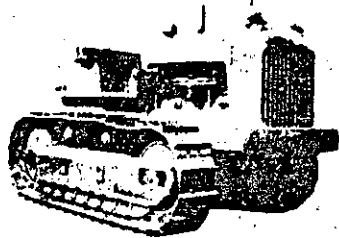
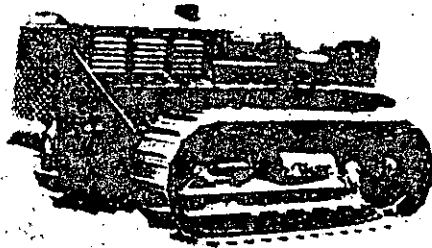
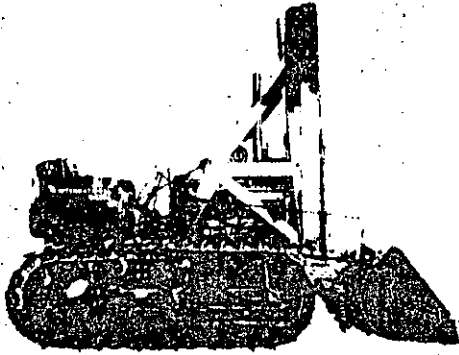
Estos mandos finales terminan en unas ruedas dentadas llamadas Catarinas, sobre las cuales y apoyándose en una rueda guía delantera, se monta el sistema de tránsitos.

Estas máquinas han sido objeto de avances muy notables en su tecnología, pudiendo disponer actualmente de un tractor (Caterpillar-D10) que tiene una potencia de 700 HP. y está próximo a salir al mercado el modelo D555A de la fábrica Komatsu con una potencia de 1,000 HP.

Simplemente como referencia, el tractor Caterpillar (D846A) más popular en la era de los sesentas, tiene una potencia de 270 HP.

En las próximas páginas de estos apuntes, se podrá estudiar cuáles son y como son los tractores que existen en el mercado de México, sus principales aditamentos y las formas de poder estimar sus rendimientos.

EVOLUCION DE TRACTORES.



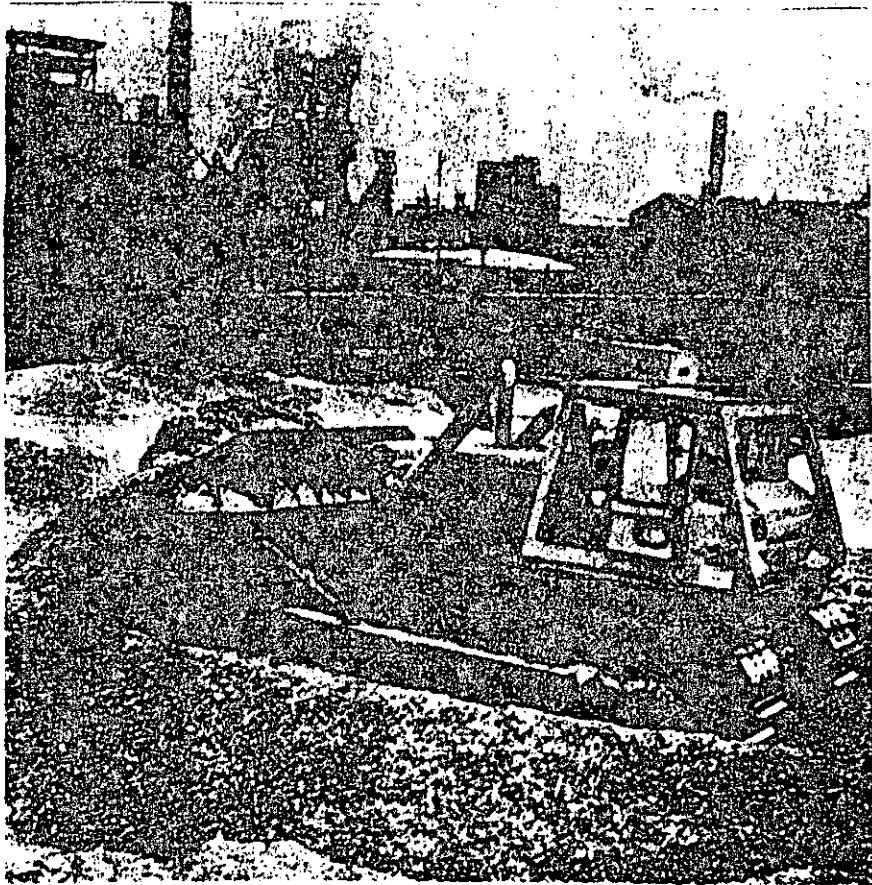
ACTIVIDADES DEL TRACTOR



DESGARRANDO



CORTE DE MATERIAL



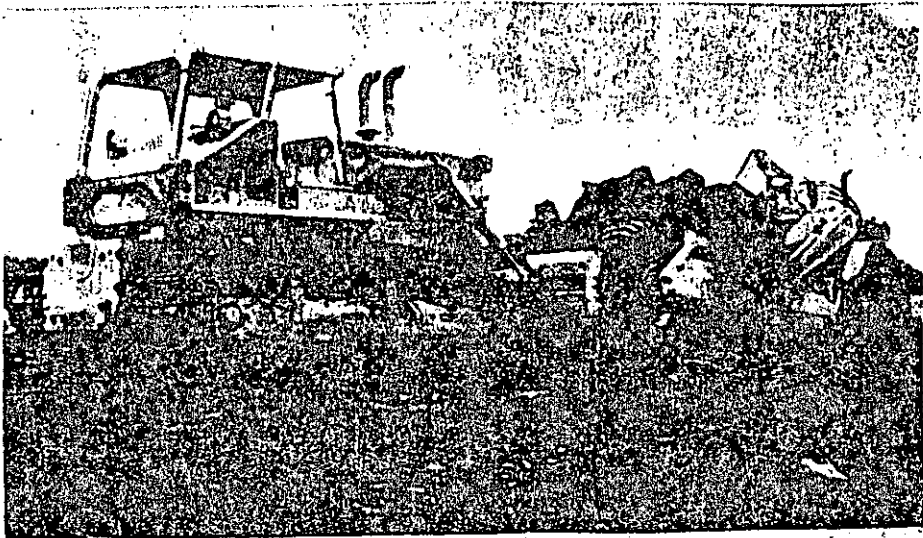
TENDIDO DE MATERIAL



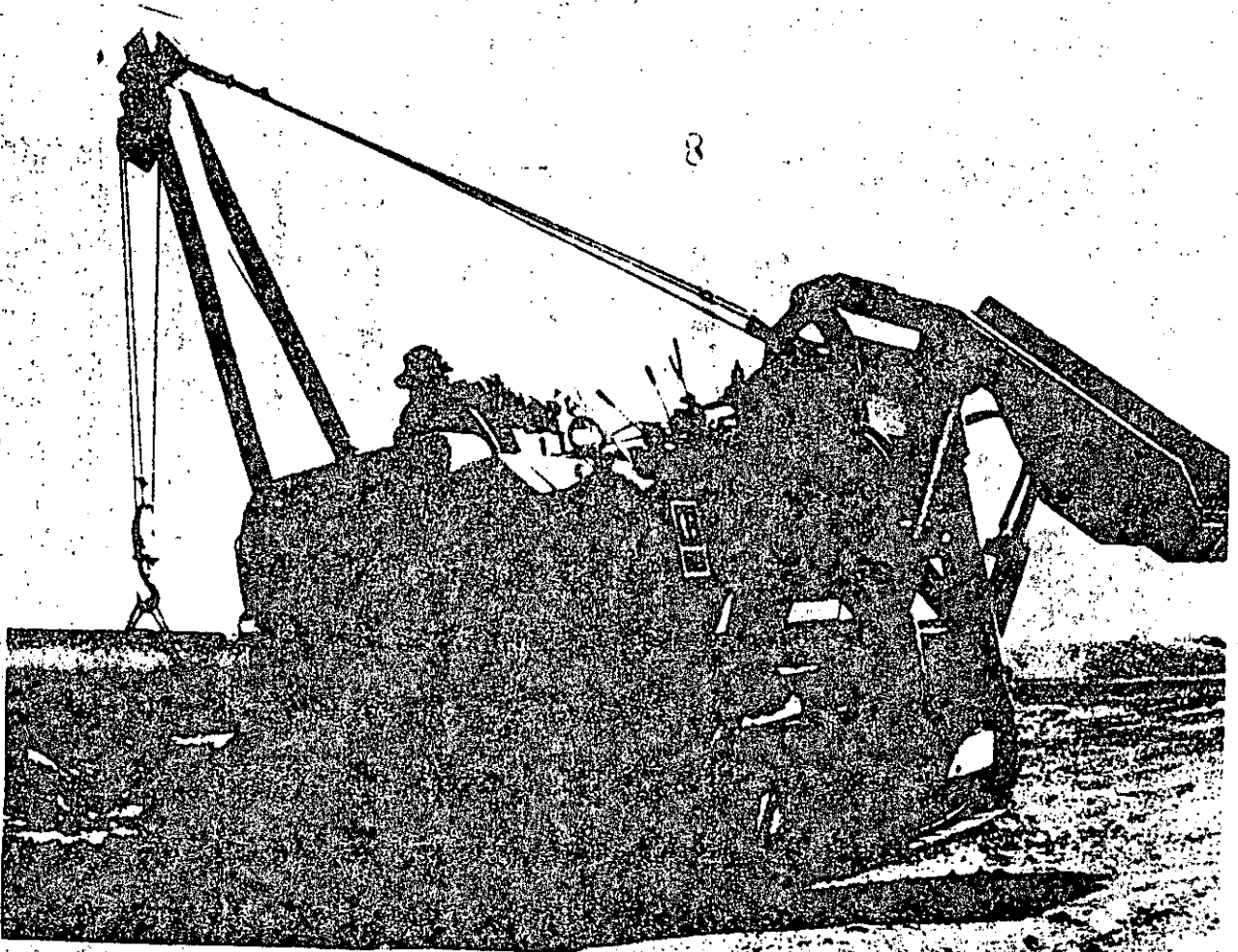
DESMONTE



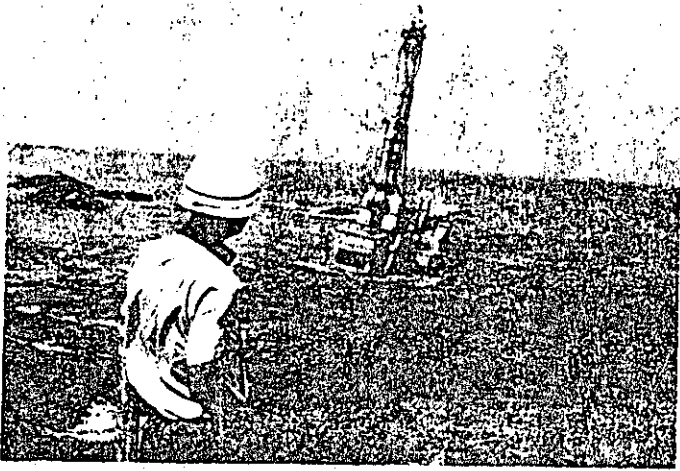
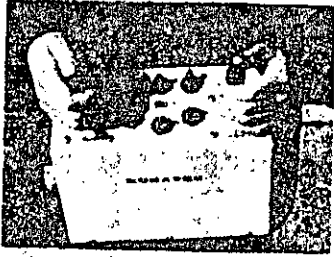
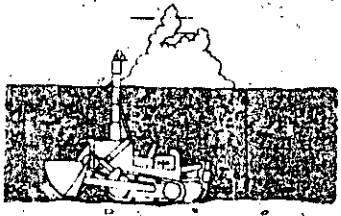
TRABAJANDO UN BANCO DE ROCA



TRACTOR EMPUJANDO A LA MOTOESCREPA



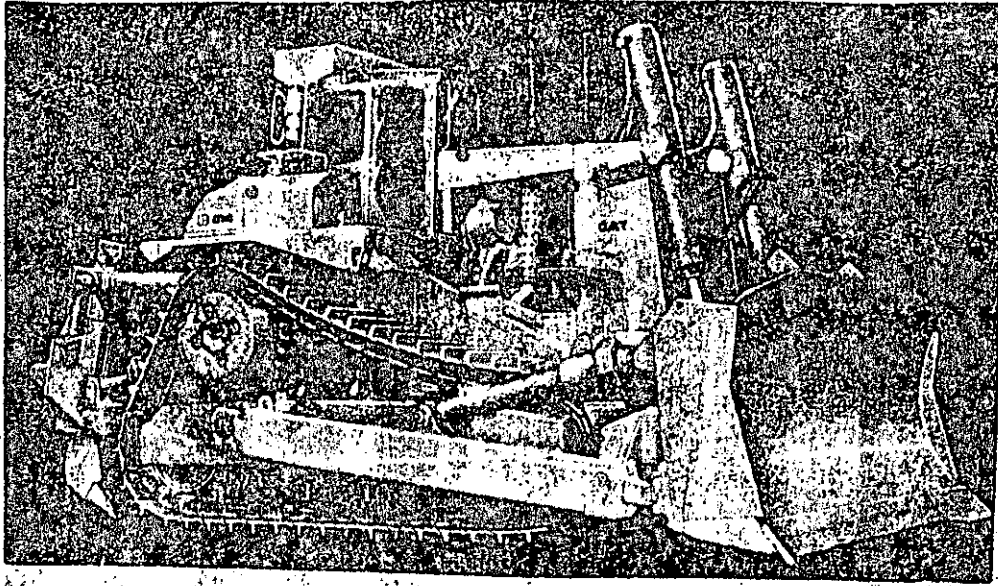
TRACTOR CON PLUMA LATERAL



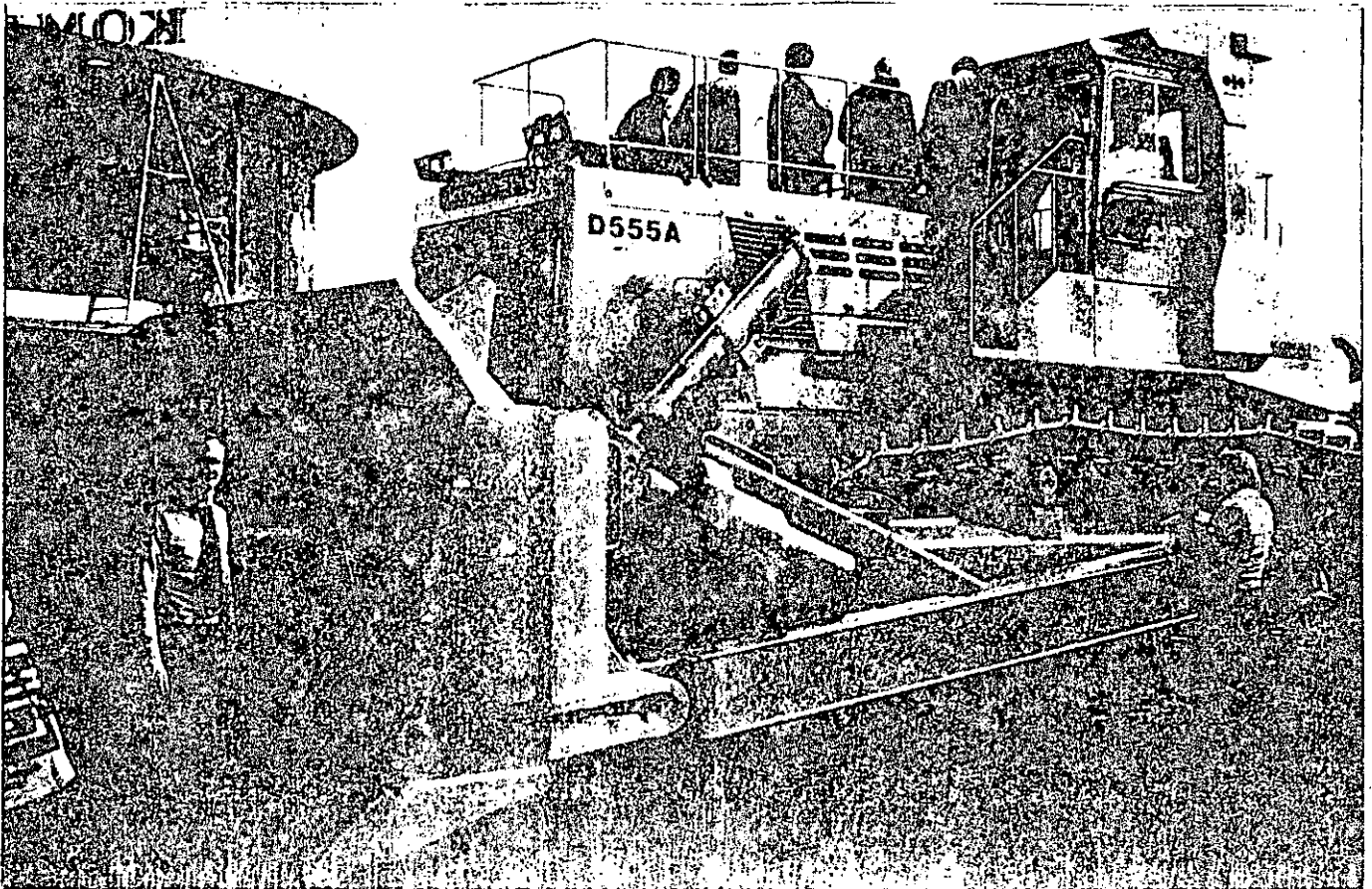
TRACTOR SUBMARINO KOMATSU
CON CONTROL REMOTO

3
LOS GIGANTES DE LA CONSTRUCCION.

La Fábrica Caterpillar, la primera en el mundo, ha desarrollado el Tractor D10 que tiene una potencia de 700 HP.



La fábrica Komatsu, está por sacar al mercado su modelo D555A con una potencia de 1,000 H.P.



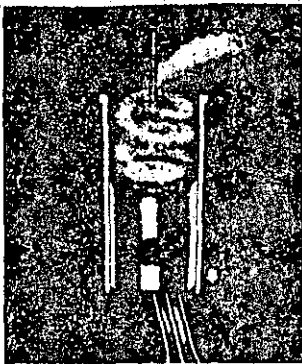
a.- FUNDAMENTO DE TRABAJO, POTENCIA, PAR MOTOR.

Si sobre un cuerpo se aplica una fuerza y este se mueve una distancia, se produce un trabajo que se mide en kilográmetros (Kgm).

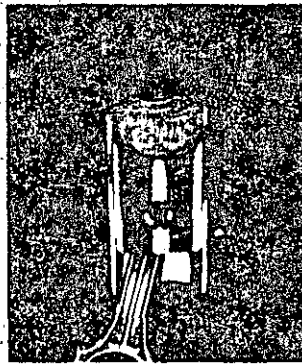
Potencia se define como la velocidad con que se realiza un trabajo.

Una de sus unidades es el caballo de fuerza (HP) que equivale a 76 Kgm/seg.

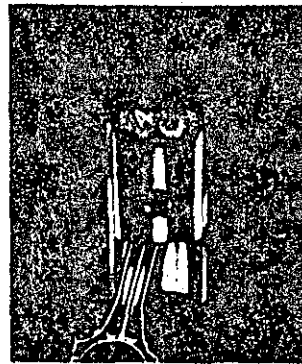
CICLO DE UN MOTOR DE COMBUSTION INTERNA.-



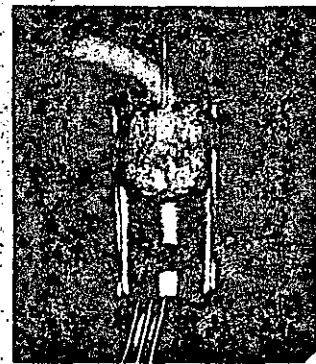
ADMISION



COMPRESION

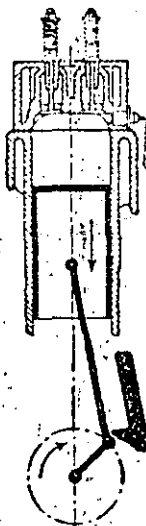


COMBUSTION

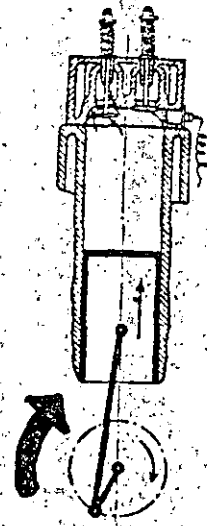


ESCAPE

Sobre la orilla del eje de un motor de combustión en operación actúa una fuerza producto de la explosión en la cámara de combustión, y que se transmite por la biela.



FUERZA



PAR MOTOR

Esto produce lo que se conoce como PAR MOTOR que como se ve por de finición no tiene variación con la velocidad.

El trabajo que produce el par motor será igual a:

$$T = \pi d f$$

Para calcular la potencia tendremos que hacer intervenir la velocidad con que se realiza este trabajo, por ejemplo N (dado en revoluciones por minuto).

$$P = \pi d f N$$

Para calcularla en Caballos de Fuerza (HP)

$$P \text{ (HP)} = \frac{\pi d f N}{60 \times 76} = \frac{\pi d f N}{4560}$$

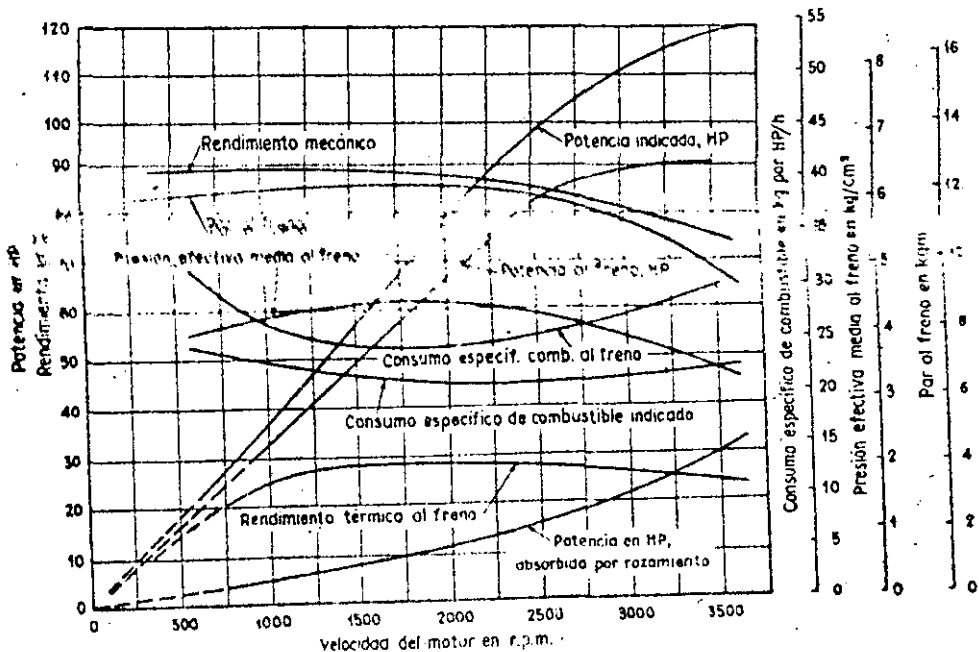
En la fórmula anterior la única variable es N.

Conclusión: El par motor de una máquina es constante (*) y es dado por el diseño de fábrica.

La potencia de una máquina depende solamente de la velocidad de rotación (N) la cual se logra inyectando progresivamente mayores cantidades de combustible.

(*) El par motor puede aumentarse en forma artificial para aumentar su potencia como se verá -- más adelante.

A continuación se presenta una gráfica en la cual se puede apreciar la relación entre la potencia y velocidad para diferentes aspectos operativos.



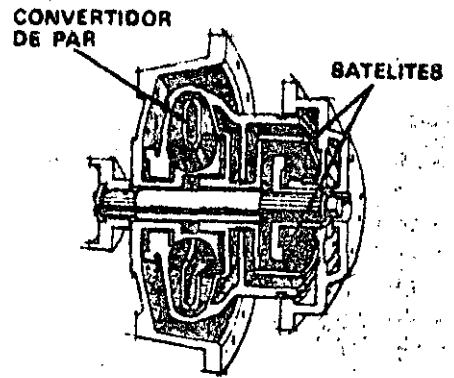
DISMINUCION DE LA POTENCIA A CAUSA DE LA ALTITUD EXPRESADA
EN PORCENTAJE DE LA POTENCIA EN EL VOLANTE.

M O D E L O	0.760 m.	760- 1500 m.	1500- 2300 m.	2300- 3000 m.	3000- 3800 m.	3800- 4600 m
<u>TRACTORES.</u>						
D3B, D5B B.P.S.	100	100	100	95	88	80
D4E de A.E.	100	89	78	72	67	61
D4E B.P.S., D4E TD	100	100	87	80	73	67
D5B S-T	100	88	79	71	67	63
D5B B.P.S. D5B TD y S-T	100	100	86	76	71	67
D6D de A.E.	100	100	100	100	94	88
D6D B.P.S., D6D TD y S-T	100	100	100	100	97	93
D7G TD, S-T y B.P.S.	100	100	100	92	85	80
D8K TD y S-T	100	100	100	93	85	78
D9H	100	100	100	94	87	80
D10	100	100	100	91	84	77
<u>MOTOESCREPA.</u>						
613B	100	90	83	77	70	63
621B	100	100	100	92	85	79
613B	100	100	100	92	85	79
627B Delante	100	100	93	87	80	73
627B Detrás	100	100	93	87	80	73
613D	100	100	100	100	92	84
633D	100	100	100	100	92	84
637 Delante	100	100	100	100	92	84
736 Detrás	100	100	92	87	80	73
639D Delante	100	100	100	94	89	83
639D Detrás	100	100	94	86	78	73
641B	100	100	100	96	89	82
651B	100	100	100	96	89	82
657B Delante	100	100	100	96	89	82
657B Detrás	100	100	92	85	79	73

CONVERTIDOR DE PAR.

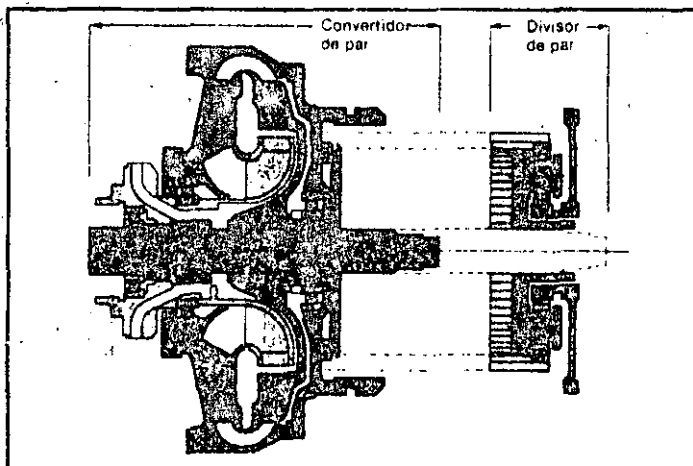
Convertidor de par

- Flujo uniforme de la potencia
- Eficiente multiplicación del par
- Capacidad de adaptación a la carga



Todos los tractores de cadenas están equipados con un convertidor de par monofásico de etapa única que proporciona la multiplicación de par y la capacidad de adaptarse a la carga automáticamente cuando el trabajo se pone duro. El convertidor consta de un impulsor conectado al volante -- del motor, una turbina conectada a un eje de salida y un estator. Hace las veces de un acoplamiento no mecánico que transfiere y multiplica el par del motor a los mandos finales. El fluido del convertidor transmite la potencia y el estator multiplica el par. El convertidor también sirve para amortiguar los componentes del tren de fuerza cuando se cambia -- de marcha bajo carga. El enfriador de aceite controla la temperatura -- del aceite del convertidor de par para lograr una vida útil más larga en las aplicaciones duras.

El divisor de par de salida trabaja con el convertidor de par para lo -- gar eficiencia máxima, rápida respuesta de la máquina y rendimiento sin calarse. El divisor de par divide la potencia de salida del volante de forma tal que el 70% pasa al convertidor y el 30% directamente a la -- transmisión.



" TRABAJO SIN FLUJO DE MASA "

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

Supongamos que en un punto cualquiera la presión sobre el pistón sea P mientras ésta se desplaza una distancia dL infinitamente pequeña, por cuya razón el valor P puede considerarse constante durante este desplazamiento. Si la superficie del pistón es A , la fuerza total ejercida sobre él valdrá PA y el trabajo realizado durante este incremento será $PA dL$. Pero $AdL = dV$, es decir, una pequeña variación del volumen, por lo tanto

$$dW = PdV$$

Integrando esta ecuación entre los límites, por ejemplo 1 y 2 resulta

$${}_1W_2 = \int_1^2 PdV$$

La fórmula es la expresión general del trabajo sin flujo de masa en el supuesto de que se desprecien los razonamientos. En la figura ${}_1W_2$ será un número negativo, indicando trabajo realizado sobre el medio. Este trabajo viene dado gráficamente por el área 1-2-d-c-1 sobre el plano PV y es un trabajo de compresión.

Si se añade calor en el punto 2 la presión aumentará y llegará, por ejemplo, hasta el punto 3. Entre los puntos 2 y 3 no se realiza trabajo alguno puesto que $dV = 0$. Si se permite a continuación que el émbolo retroceda desde d a c, la presión seguirá, por ejemplo, la línea 3-4 y el trabajo realizado será

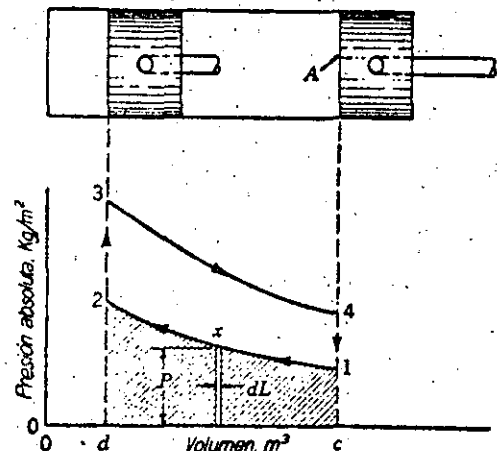


Diagrama PV representando un trabajo sin flujo de masa.

CICLO DE GASOLINA

$W_{34} = \int_3^4 PdV$, el cual viene representado gráficamente por el área de la superficie 3-4-c-d-3. El valor de W_{34} será positivo indicando un trabajo efectuado por el medio.

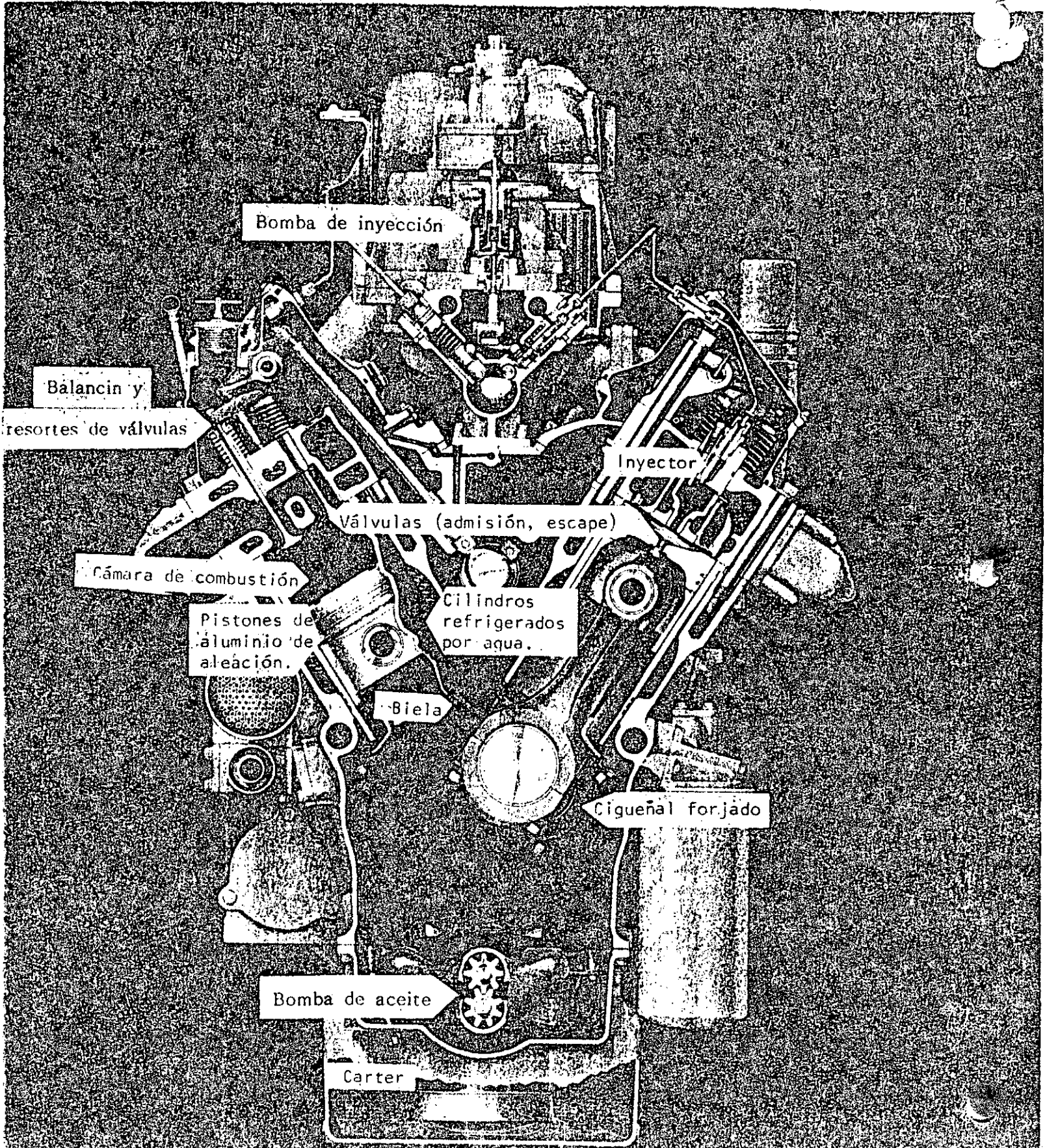
Si se permite que el medio se enfríe pasando del punto 4 al punto 1 mientras el émbolo se halla en el punto c, se habrá completado un ciclo.

El trabajo resultante será la suma algebraica de los trabajos efectuados siguiendo el ciclo, es decir,

$$\begin{aligned}
 W_{net} &= 1W_2 + 2W_3 + 3W_4 + 4W_1 \\
 &= \int_1^2 PdV + 0 + \int_3^4 PdV + 0 \\
 &= \text{área (1-2-3-4-1)}
 \end{aligned}$$

Lo visto anteriormente se aplica en la construcción de 2 tipos de motores; los motores de gasolina que requieren de una mezcla de este combustible con aire, lo cual se logra en un carburador y un sistema de encendido eléctrico para provocar la explosión de la mezcla cuando esta se encuentra comprimida por el pistón. El ciclo que corresponda a la figura anterior se conoce como "A VOLUMEN CONSTANTE", lo cual quiere decir que al aumento de presión por el encendido del combustible es prácticamente instantáneo dentro de una cámara de combustión con un volumen fijo.

Los motores diesel no requieren de sistema eléctrico; el aire es comprimido por el pistón aumentando su temperatura y se le inyecta diesel pulverizado mediante una bomba de inyección, lo cual provoca el encendido de la mezcla, solo que esto sucede a PRESION CONSTANTE pues el diesel se sigue inyectando aunque el pistón se haya movido un poco. La curva representativa es la que se ve un poco mas adelante donde se habla de los turbo cargadores.



Bomba de inyección

Balancin y

resortes de válvulas

Inyector

Válvulas (admisión, escape)

Cámara de combustión

Pistones de aluminio de aleación.

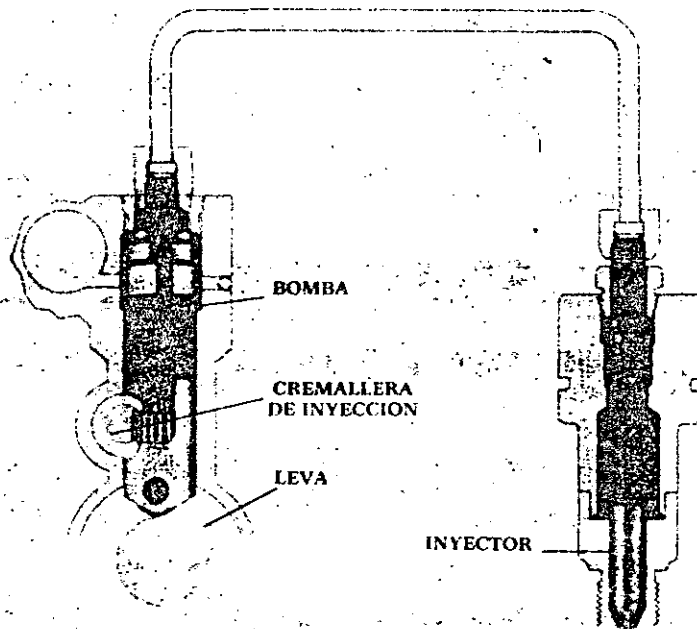
Cilindros refrigerados por agua.

Biela

Cigüeñal forjado

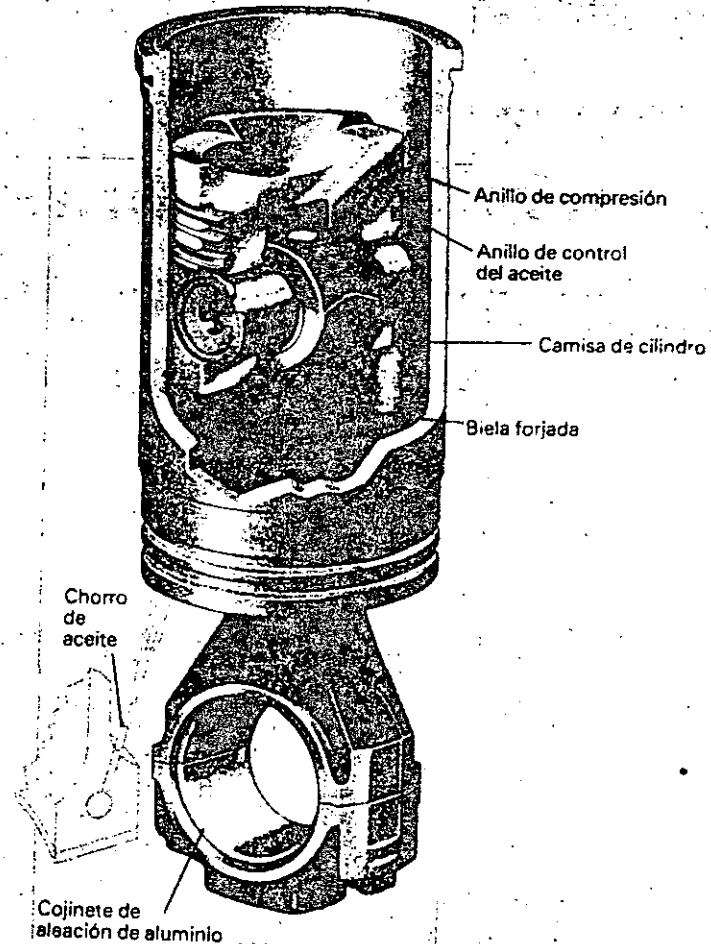
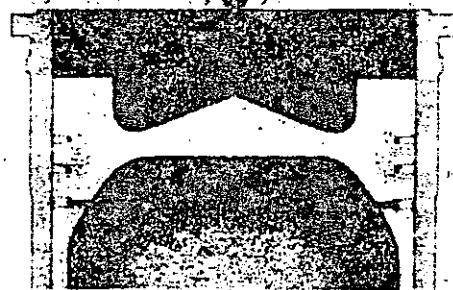
Bomba de aceite

Carter



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

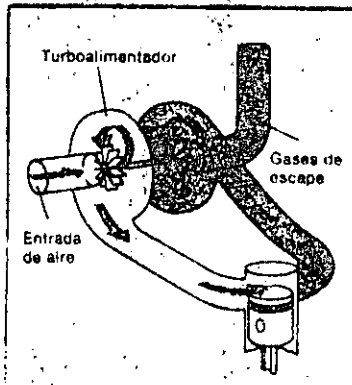
El sistema, libre de regulado o ajustes, ahorra tiempo. El consumo económico de combustible ahorra dinero.



Una parte de la cámara de combustión se utiliza como cámara de precombustión y sirve para que se quemen hidrocarburos altamente volátiles que vienen en el - diesel , que tienen poco poder calorífico y no permiten una explosión sana.

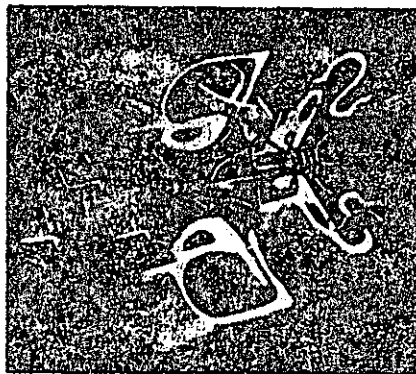
TURBOALIMENTACION

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



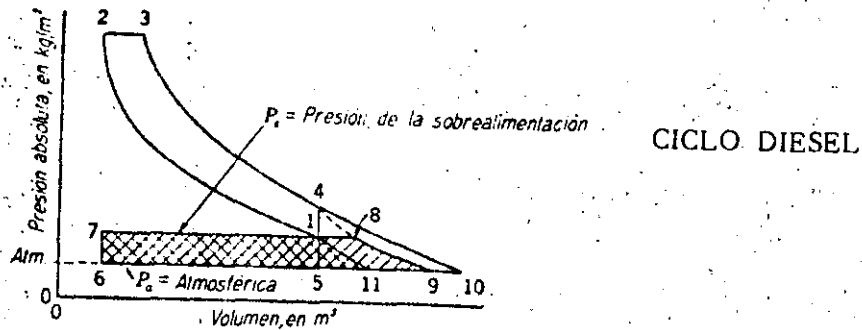
Turboalimentación

- Comprime más aire para quemar el combustible más completamente
- Respuesta más rápida
- Funcionamiento a mayores altitudes



El turboalimentador tiene la caja del cojinete enfriada por el agua de las camisas para reducir las temperaturas de la caja y del cojinete. Al mantener las temperaturas del cojinete bajas se reduce la carbonización del aceite y el sobrecalentamiento, extendiendo la vida del cojinete.

La figura siguiente representa un turboalimentador de este último tipo aplicado a un motor fijo.

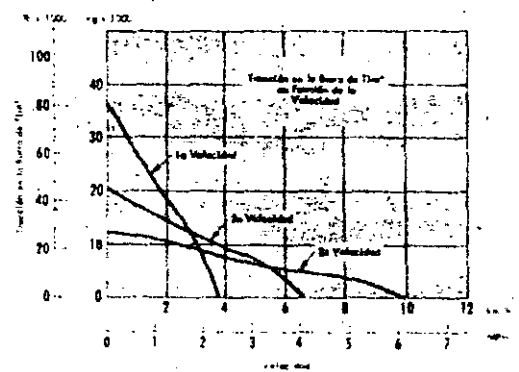


El efecto producido por la turboalimentación en el ciclo teórico de un Diesel de cuatro tiempos aparece en la figura, en la cual el punto 11 se comprime aire isoentrópicamente hasta llegar al punto 1, en donde entrará en el tubo distribuidor de la aspiración del motor. A partir del punto 1 el aire sigue el ciclo Diesel corriente, 1-2-3-4-1. En el punto 4 abandona el cilindro por las válvulas de escape, las cuales restringen el caudal y producen una gran caída de presión. Si la presión en el tubo de distribución de entrada es igual a la presión del colector de escape, los gases de escape llegan al punto 8 después de una expansión irreversible desde el punto 4; de esta suerte los gases efectúan trabajo sobre la turbina al expansionarse hasta la presión atmosférica en el punto 0. Con estas hipótesis de igual presión en el tubo de entrada y en el colector de escape, el trabajo realizado por la turbina será la superficie 6-7-8-9-6; el trabajo que el compresor efectúa sobre el aire durante la sobrealimentación, será la superficie 6-7-1-11-6; y el trabajo indicado correspondiente al motor, la superficie 1-2-3-4-1. La diferencia entre las superficies de los trabajos del compresor y turbina será, teóricamente, trabajo disponible en el eje; sin embargo, las deficiencias del compresor y turbina consumen más que esta diferencia, y tanto la presión en el distribuidor de entrada como la del colector de escape se estabilizan con valores que dependen de la carga del motor y de los rendimientos del compresor y de la turbina.

Mediante la turboalimentación se aumenta la potencia en un 50% de la obtenida sin ella, sin cambiar el rendimiento térmico. Además el trabajo de admisión y de escape no es realizado por el cilindro; este trabajo aparece como una porción de las pérdidas de fricción en los motores con aspiración natural. Por otra parte las presiones pueden mantenerse constantes y el motor desarrolla a grandes alturas la misma potencia que al nivel del mar. Los motores de cuatro tiempos se adaptan mejor a la turboalimentación que los de dos tiempos.

Tractor de Carriles D7G

	Velocidades de Avance km/h (MPH)		Velocidades de Retroceso km/h (MPH)	
1a	0-3,7	(2,3)	0-4,5	(2,8)
2a	0-6,4	(4,0)	0-7,9	(4,9)
3a	0-10,0	(6,2)	0-11,9	(7,4)



*La tracción utilizable depende de las condiciones del suelo y del peso del tractor equipado.

TRANSMISIÓN DIRECTA:

De engranajes helicoidales en engrane constante, y palanca para cambio rápido de sentido de marcha. La lubricación es a presión, con aceite filtrado y enfriado. Construido en unidades fácilmente desmontables. El embrague principal tiene tres discos con revestimiento metálico y acoplamiento de tipo de leva. Los discos se lubrican y enfrían con aceite que circula a presión. Está conectado a la transmisión mediante doble junta universal.

Velocidades de la Transmisión Directa y Tracción en la Barra de Tiro:

Transmisión Estándar	Avance		Retroceso		Tracción en la Barra de Tiro*	
	km/h (MPH)	(MPH)	km/h (MPH)	(MPH)	Indicados (kg)	Máximo Bajo Carga (kg)
1a	2,6 (1,6)	3,1 (1,9)	3,1 (1,9)	3,7 (2,3)	17 700 (39.000)	21 550 (47.500)
2a	3,7 (2,3)	4,3 (2,7)	4,3 (2,7)	5,0 (3,1)	11 750 (25.900)	14 400 (31.700)
3a	5,3 (3,3)	6,3 (3,9)	6,3 (3,9)	7,9 (4,9)	7700 (16.950)	9550 (21.000)
4a	7,9 (4,9)	9,3 (5,8)	9,3 (5,8)	10,1 (6,3)	4700 (10.400)	5950 (13.100)
5a	10,1 (6,3)	-	-	-	3300 (7300)	4300 (9450)

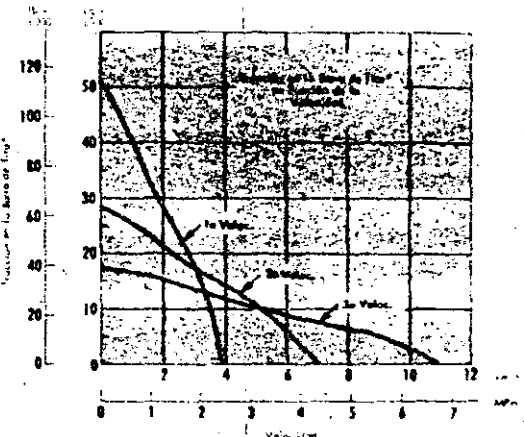
Transmisión Coriativa:

1a	3,1 (1,9)	3,7 (2,3)	14 400 (31.750)	17 600 (38.800)
2a	4,3 (2,7)	5,0 (3,1)	10 050 (22.150)	12 350 (27.200)
3a	5,3 (3,3)	6,3 (3,9)	8100 (17.900)	10 050 (22.150)
4a	6,3 (3,9)	7,1 (4,4)	6650 (14.600)	8250 (18.150)
5a	7,9 (4,9)	-	4800 (10.600)	6100 (13.400)

*La tracción utilizable depende de las condiciones del suelo y del peso del tractor equipado.

Tractor de Carriles D8K

	Velocidades de Avance km/h (MPH)		Velocidades de Retroceso km/h (MPH)	
1a	0-4,0	(2,5)	0-5,0	(3,1)
2a	0-6,9	(4,3)	0-8,5	(5,3)
3a	0-10,6	(6,6)	0-13,2	(8,2)



*La tracción utilizable depende de las condiciones del suelo y del peso del tractor equipado.

Transmisión Directa. De engranajes helicoidales en engrane constante, y de cambio rápido de sentido de marcha. La lubricación es a presión, con aceite enfriado y filtrado. Construido para demostrarse independiente.

El embrague principal tiene tres discos de revestimiento metálico con acoplamiento de tipo de leva, reforzado hidráulicamente. Se lubrica y enfría con aceite que circula a presión. Se halla conectado a la transmisión mediante doble junta universal.

VELOCIDADES Y TRACCIONES EN LA BARRA DE TIRO:

	Avance		Retroceso	
	km/h (MPH)	(MPH)	km/h (MPH)	(MPH)
1a	2,6	(1,6)	2,6	(1,6)
2a	3,4	(2,1)	3,4	(2,1)
3a	4,7	(2,9)	4,7	(2,9)
4a	6,0	(3,7)	6,1	(3,8)
5a	7,9	(4,9)	7,9	(4,9)
6a	10,8	(6,7)	10,9	(6,8)

	Tracción en la Barra de Tiro en Avance*	
	A RPM Indicados (kg)	Máximo Bajo Carga (kg)
1a	26 610 (58.660)	32 370 (71.360)
2a	19 930 (43.940)	24 360 (53.700)
3a	13 790 (30.410)	17 000 (37.470)
4a	10 050 (22.160)	12 500 (27.560)
5a	7210 (15.900)	9100 (20.050)
6a	4600 (10.150)	5950 (13.150)

*La tracción utilizable depende de las condiciones del suelo y del peso del tractor equipado.

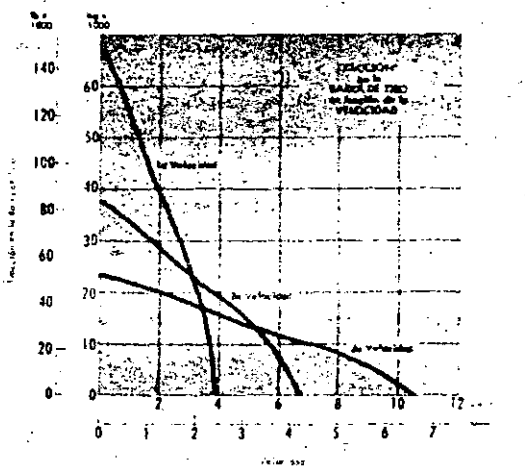
Tractor de Carriles D9H



Servotransmisión de diseño planetario con embrague en aceite de alta capacidad de par motor y diámetro de 500 mm (20"). Un sistema especial de modulación hace posible hacer cambios de velocidad y de sentido de marcha a plena carga y sin restricciones.

Convertidor de par de una etapa, con divisor de par. Se halla conectado a la transmisión mediante doble unión universal para desmontaje independiente, a fin de facilitar el servicio.

	Velocidades de Avance km/h (MPH)		Velocidades de Retroceso km/h (MPH)	
1a	0-4,0	(2,5)	0-5,0	(3,1)
2a	0-6,9	(4,3)	0-8,7	(5,4)
3a	0-10,8	(6,7)	0-13,2	(8,2)



*La fuerza de tracción utilizable depende de las condiciones del suelo y del peso del tractor totalmente equipado.

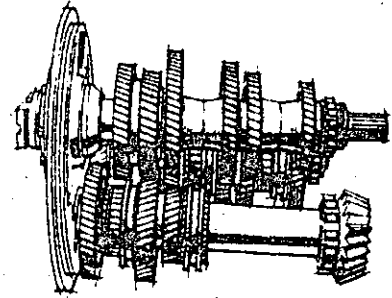
Las servotransmisiones planetarias del D7G, el D8K y el D9H hacen a toda marcha cambios de velocidad y de sentido de recorrido, para mayor rendimiento. Cada transmisión tiene ahora un disco y una placa más de embrague en el conjunto delantero, lo cual aumenta como en 25% la capacidad de absorber el par motor. La modulación hidráulica facilita el acoplamiento de las placas del embrague para que los cambios sean suaves. Y los engranajes planetarios distribuyen las cargas de par en tres puntos de contacto, situados a 120° de separación. Son las razones de que no sea necesario parar ni decelerar antes de los cambios.

Mediante la transmisión un tractor cambia velocidad por tracción en la barra (a menor velocidad mayor tracción) (a mayor velocidad menor tracción).

Cada modelo tiene un cuadro propio donde se puede observar esto.

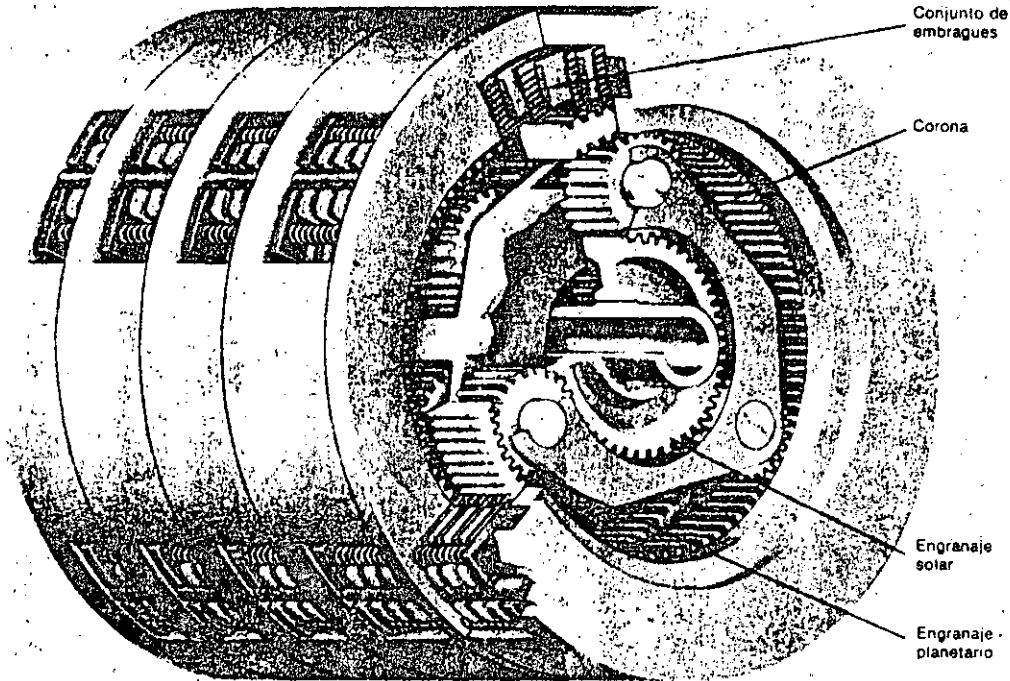
Existen transmisiones de propulsión directa y las llamadas "automáticas", algunos tipos de tractor pueden venir de fábrica con cualquiera de los dos tipos y otros, generalmente los mayores, solo se fabrican con transmisión automática.

La propulsión directa puede tener varias: 5 ó 6 velocidades de avance y 4 de retroceso. Los engranajes son helicoidales y poseen el embrague en aceite.



TRANSMISION NORMAL

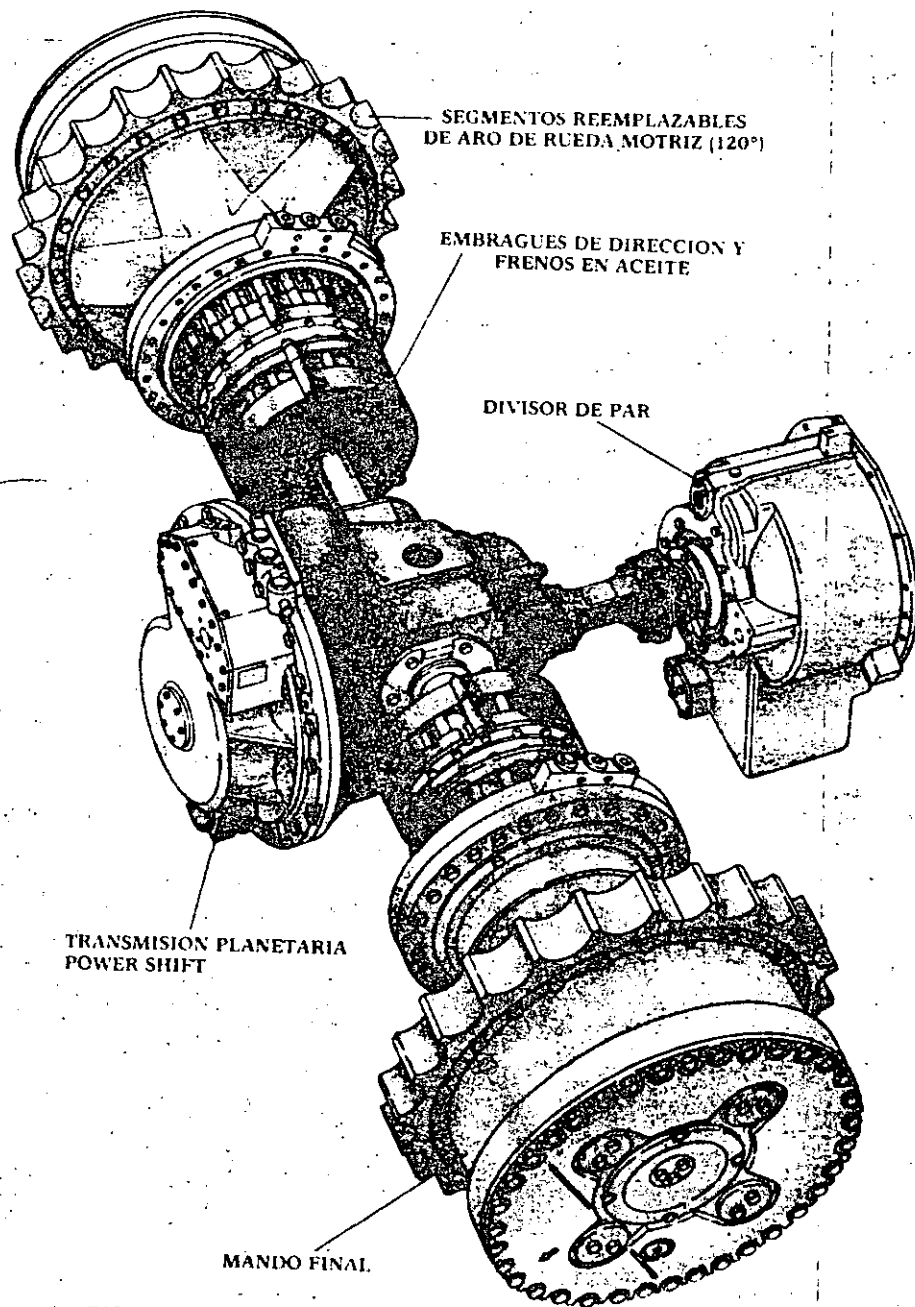
TRANSMISION AUTOMATICA.



Las transmisiones planetarias se arman alrededor de un eje central con juegos de engranajes apiñados de un extremo a otro. Hay un juego de engranajes planetarios para el avance, el retroceso y cada una de las gamas de velocidad. Cada juego de engranaje tiene un engranaje solar en el centro y tres engranajes planetarios. Un portador hace girar los engranajes

planetarios alrededor del engranaje solar, dentro de la corona. El diseño planetario logra alta reducción en espacio mínimo a la vez que reparte las cargas del par motor entre tres engranajes separados por ángulos de 120°. Esto reduce los choques que reciben los ejes individuales, los engranajes y cojinetes, y asegura una vida útil más larga.

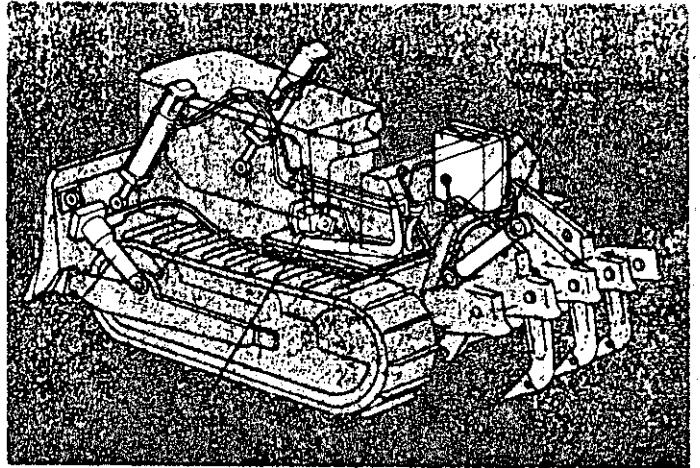
MANDOS FINALES



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

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

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

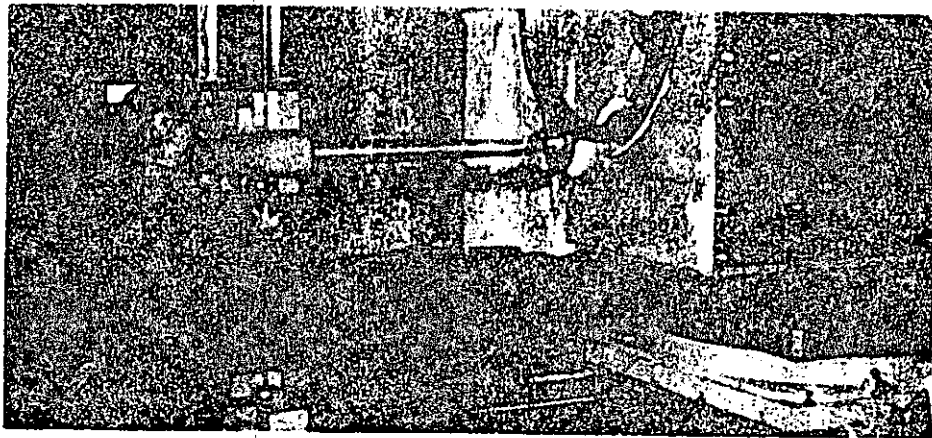


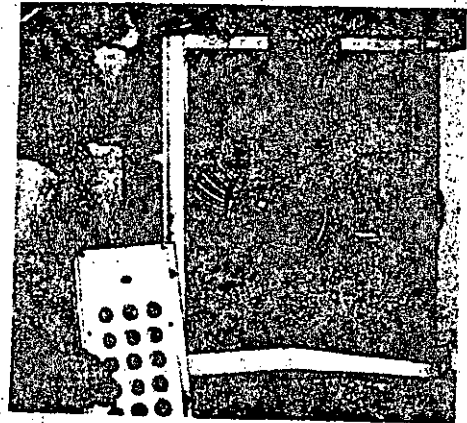
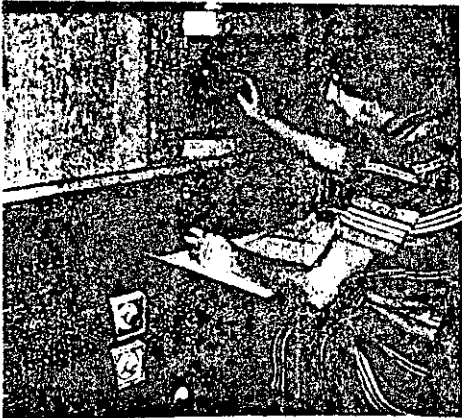
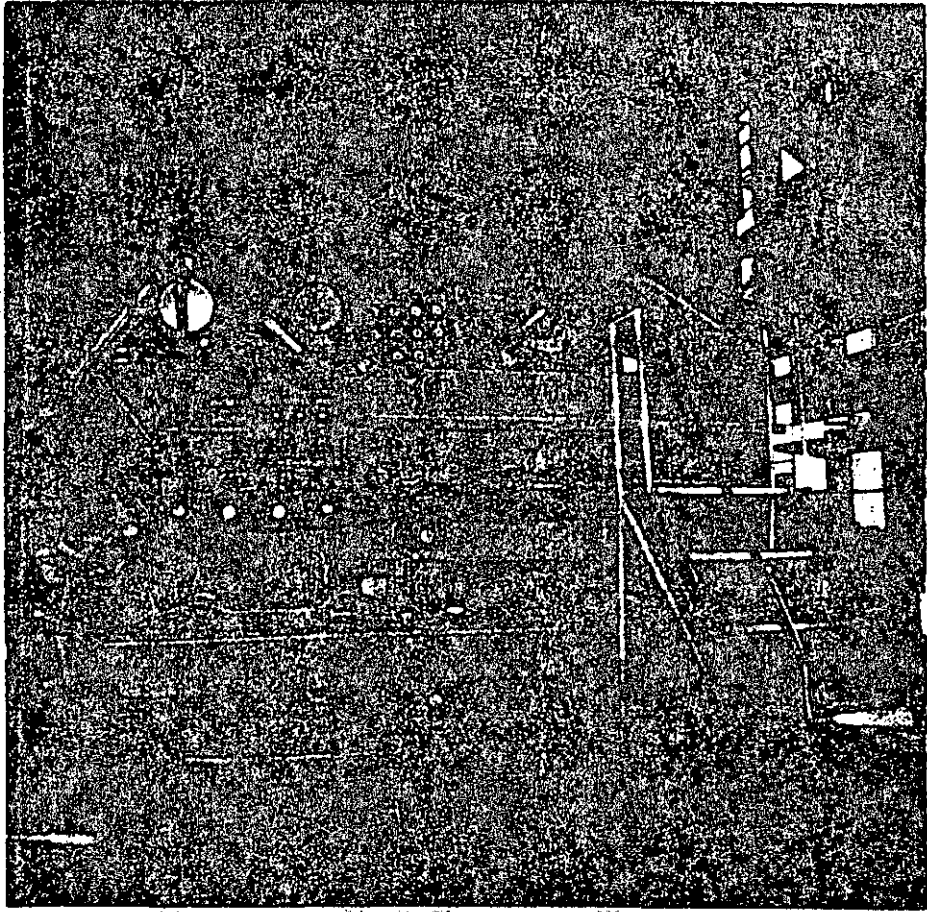
FABRICACION Y ENSAMBLE

La fabricación de tractores es un proceso de producción en que cada una de las piezas estructurales y en su ensamble conjuntan eficiencia de estas máquinas.

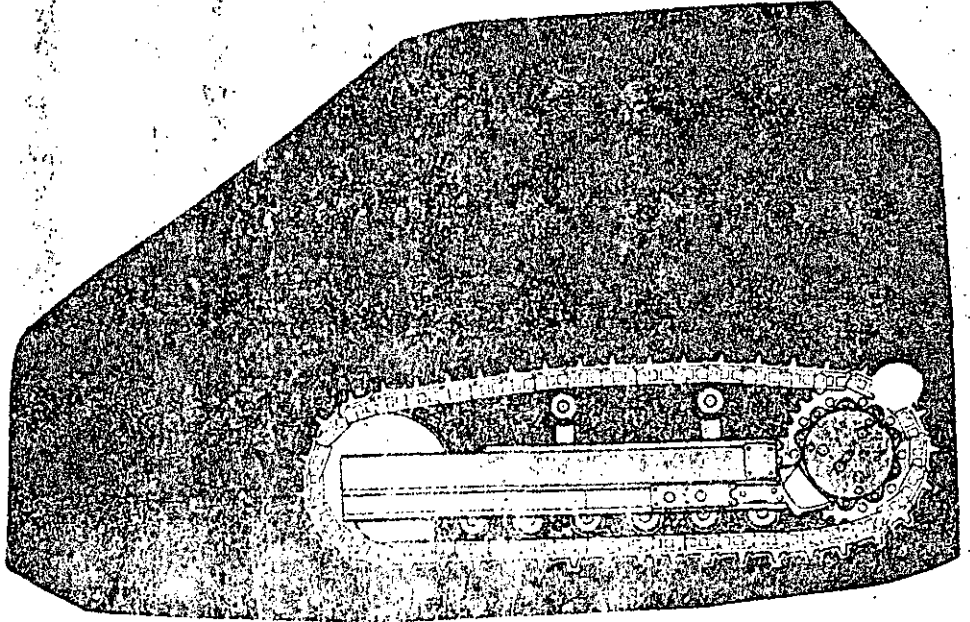
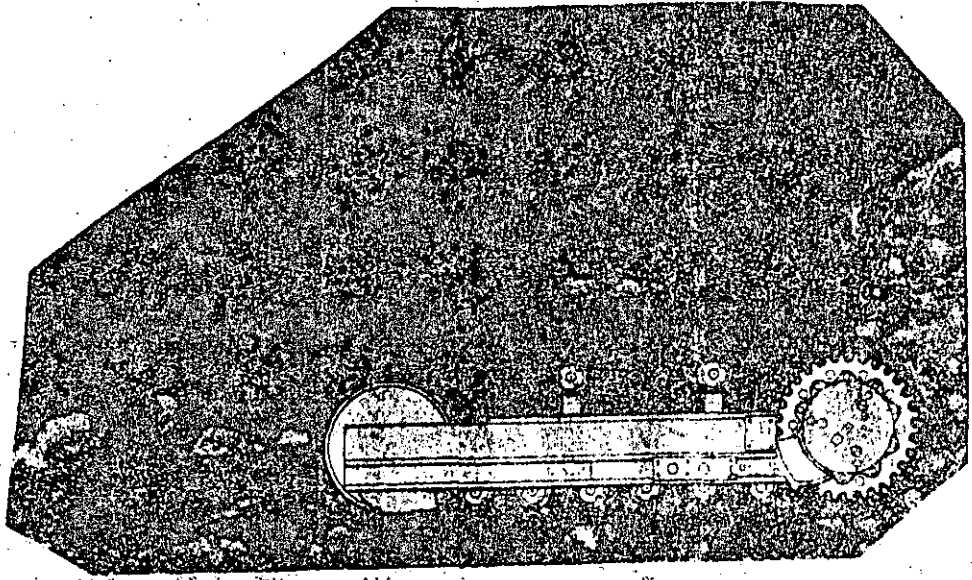
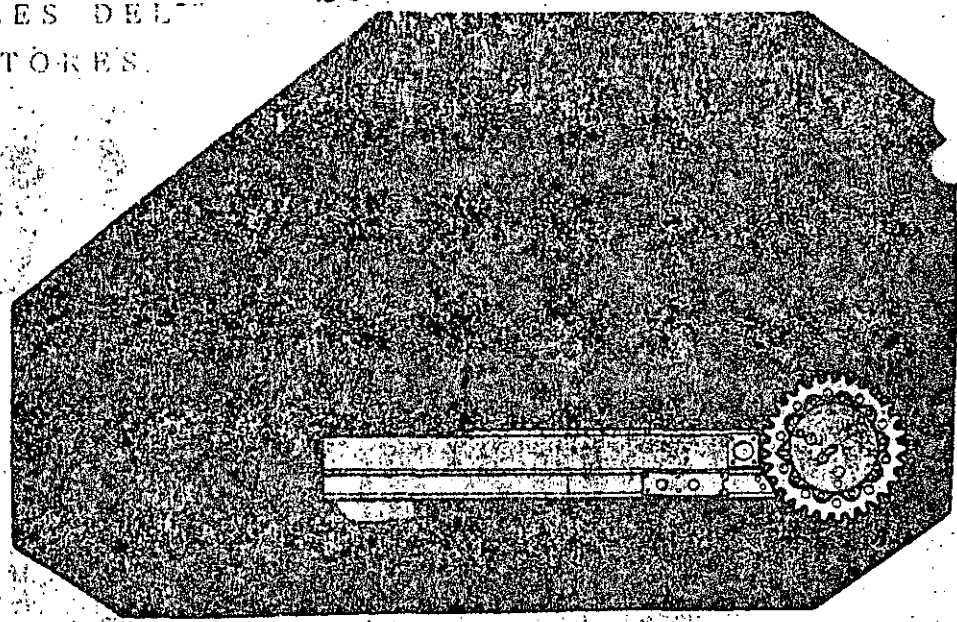
Los ensambles de elementos son generalmente hechos a mano, con la ayuda de malacates y aparatos de precisión para los alineamientos. A los elementos metalúrgicos se les somete a pruebas en laboratorios especiales y las piezas de engranaje a chequeos de funcionamiento.

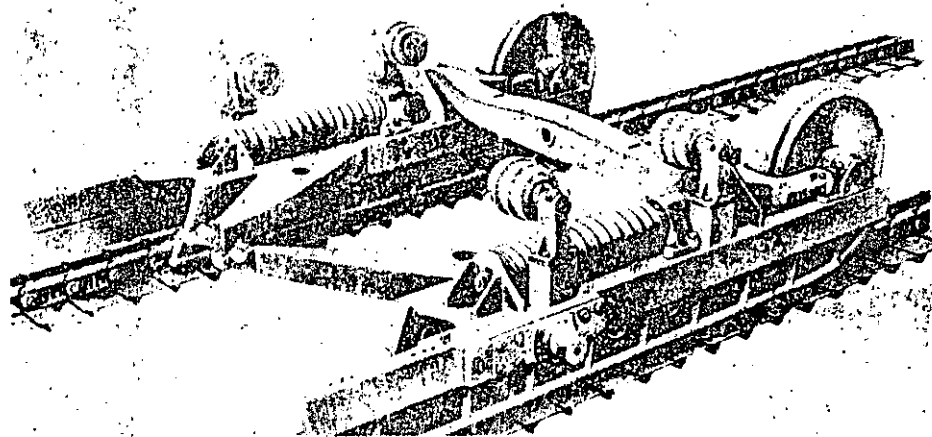
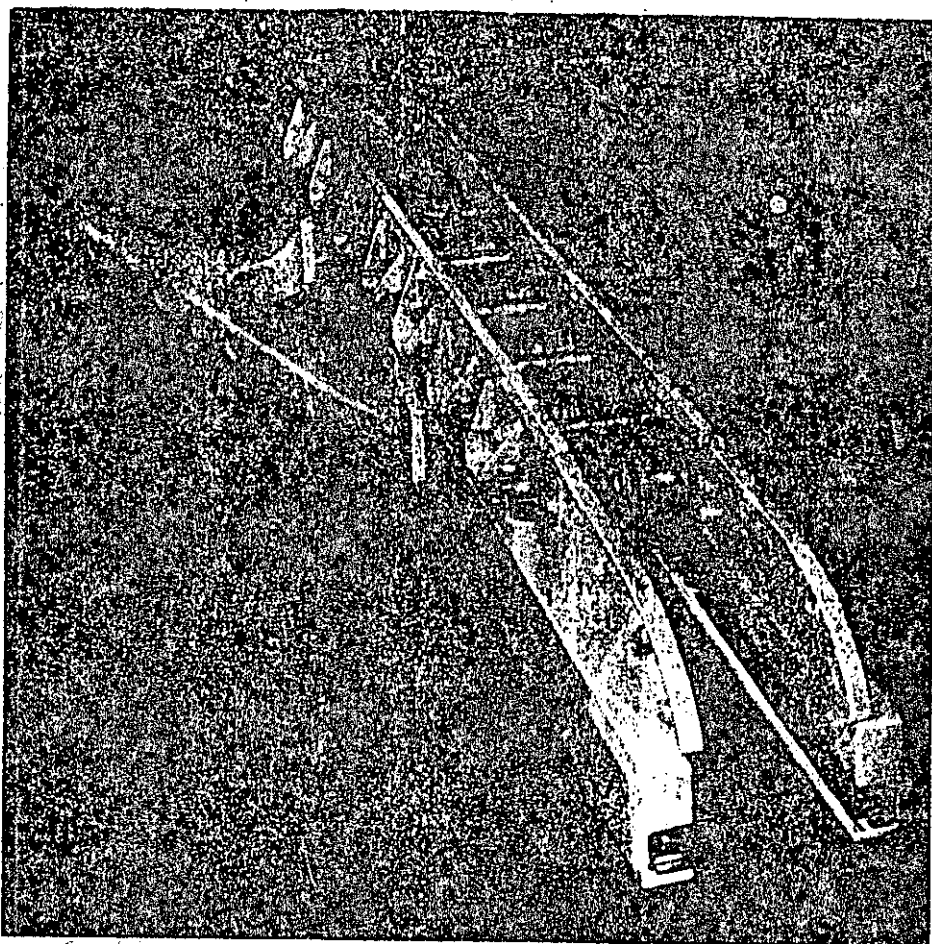
La inspección de la unidad es continua durante este proceso para finalmente verificar el eficiente funcionamiento de la unidad terminada.





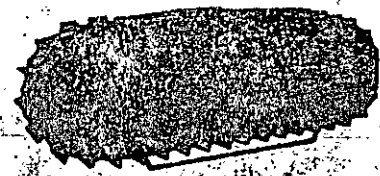
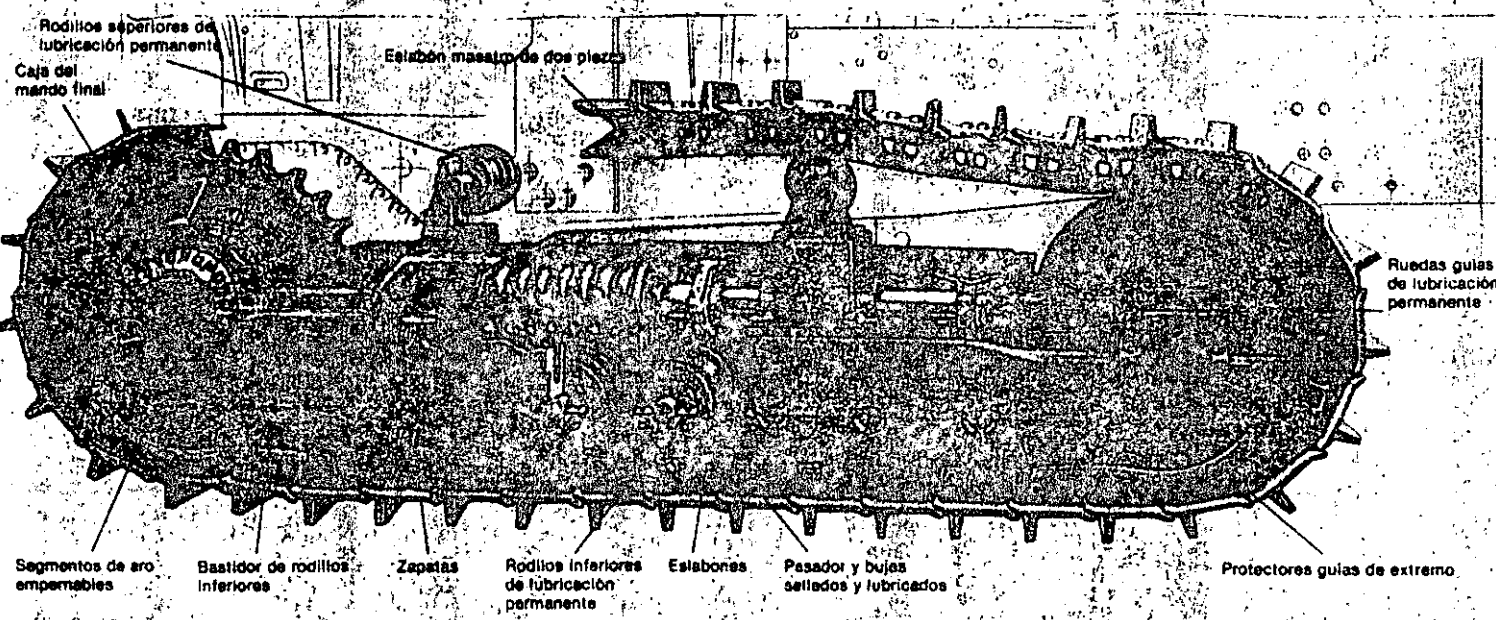
PARTES ESTRUCTURALES DEL
TRANSITO DE TRACTORES.



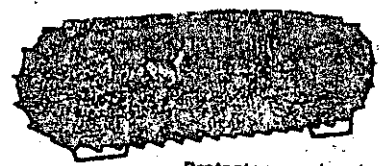


CUIDADO DE LOS TRANSITOS EN LOS TRACTORES.

23



Protectores de rodillos de largo total



Protectores guías de extremo



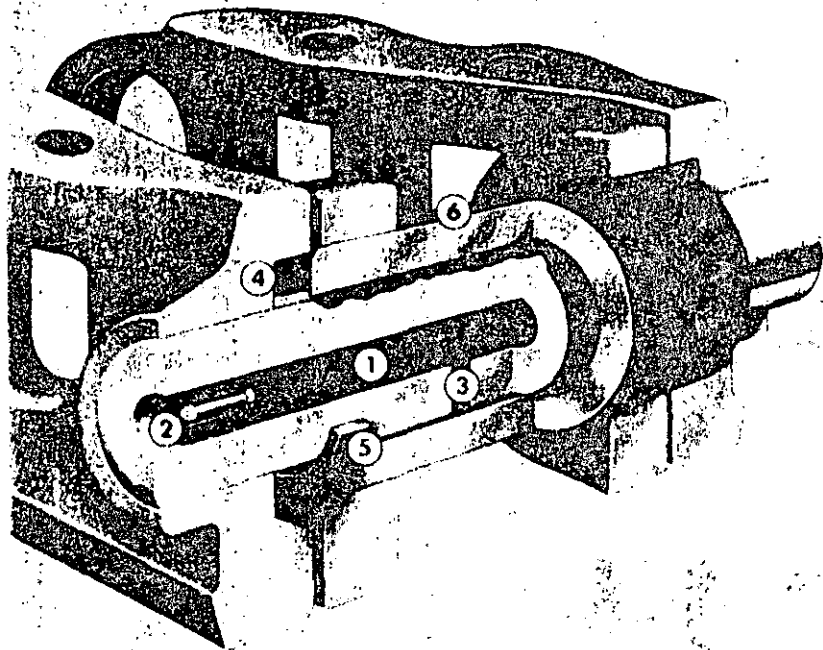
Protectores guías centrales

CATARINA.



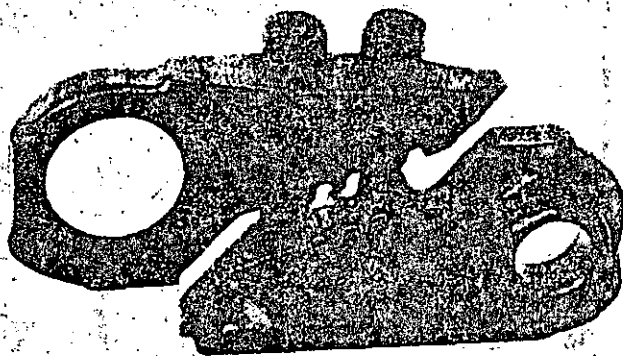
La catarina se construye actualmente en secciones que pueden ser intercambiadas fácil y rápidamente en tanto se reparan las partes usadas. La parte superficial, está tratada para lograr un acero de alta dureza.

En la actualidad se fabrican cadenas selladas y lubricadas como las que se muestran en la figura, que aumentan de una manera importante las horas de vida de el tránsito.



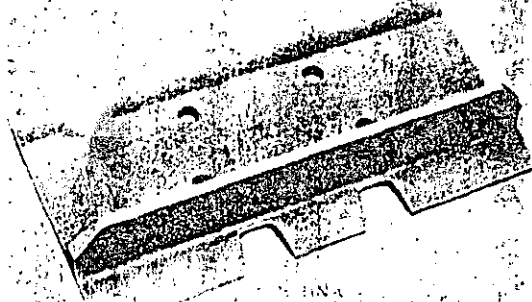
- ① DEPOSITO DE ACEITE
- ② ADAPTADOR DE CAUCHO Y TAPON
- ③ CONDUCTO DEL ACEITE
- ④ SELLO HERMETICO
- ⑤ ANILLO DE EMPUJE
- ⑥ BUJE

ESLABON DE AJUSTE DE LA CADENA.



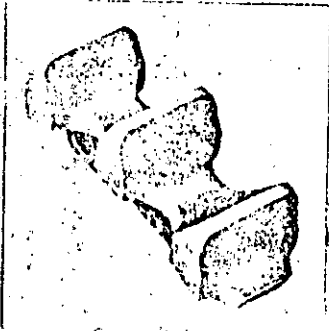
El Eslabón de Ajuste de dos piezas permite una forma más rápida y fácil para desmontar e instalar las cadenas.

ZAPATA CON GARRA.



Se producen diversas clases de zapatas para las cadenas que van desde las de diseño plano hasta las de gran altura y resistencia de las garras cuando van a ser utilizadas en trabajos donde existe mucha roca.

Existen secciones especiales para terrenos fangosos que evitan la acumulación de material.

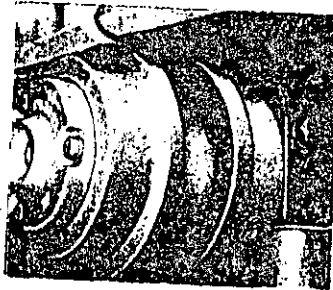
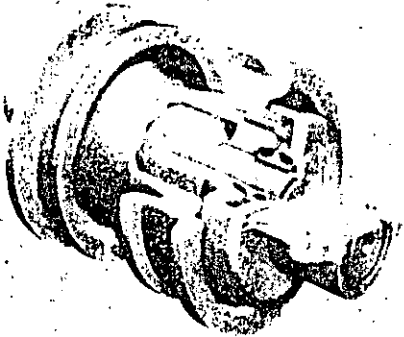


SECCION PARA
BARRO O NIEVE

RUEDA GUIA.

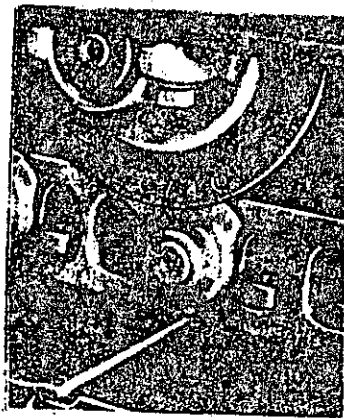
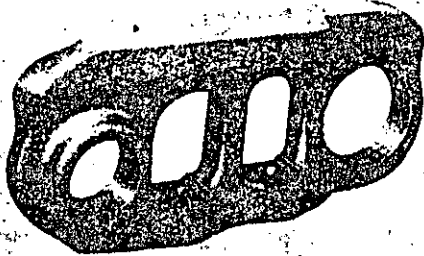
La Rueda Guía ó Rueda Tensora, permite el alineamiento y tensión adecuada de las cadenas.

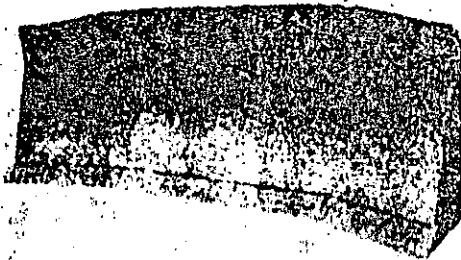
RODILLOS SUPERIORES E INFERIORES.



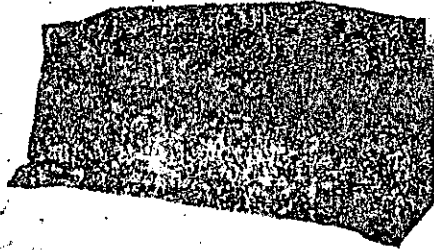
Los Rodillos Superiores e Inferiores se forjan con acero de endurecimiento profundo y son de lubricación permanente.

ESLABON NORMAL DE LA CADENA.

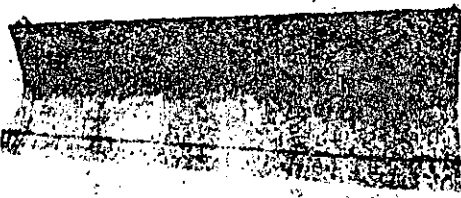




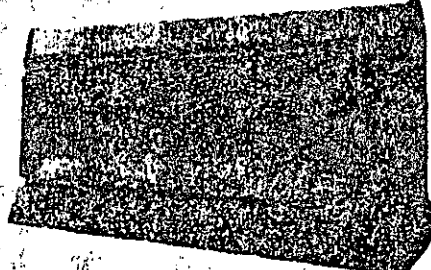
Hoja universal – Ideal para mover material en gran volumen, despejar y recuperar terrenos. La vertedera curvada proporciona buena penetración mientras los lados angulados a 25° encauzan el material hacia el centro, con excelente retención de la carga.



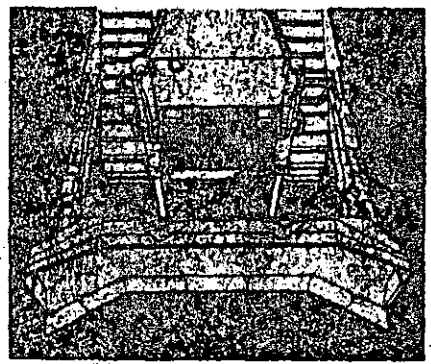
Hoja recta – Construida para trabajos duros (excavación de roca, apertura de caminos, desmonte, despejo de sobrecapas). El diseño en U modificada con extremos en ángulo le da excelente capacidad de corte lateral y buena retención de la carga.



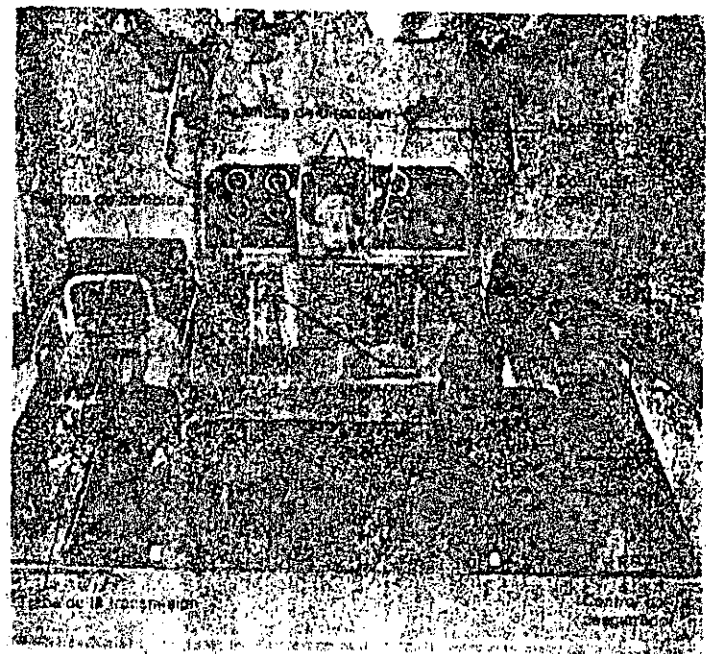
Hoja orientable (D8L) – Echa la tierra al costado fácil y rápidamente. La hoja se puede colocar derecha o en un ángulo de hasta 25° hacia la derecha o hacia la izquierda para la formación de hileras, el relleno y la apertura de caminos. La curvatura de la vertedera contribuye a arrollar el material facilitando su desplazamiento hacia el costado.



Hoja amortiguada (D9L) – Diseñada especialmente para la carga con empuje, por permitir el suave acoplamiento sobre la marcha con traillas. Los discos de caucho que absorben el choque aguantan una fuerza de 72.575 kg (160.000 lb). Por su ancho limitado es de mayor maniobrabilidad y corre menos riesgo de dañar los neumáticos.

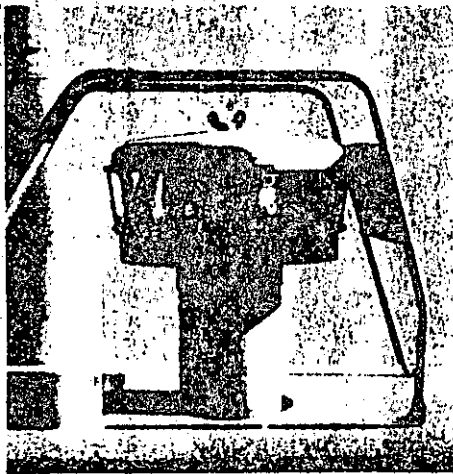


El tirante estabilizador de la hoja, que se usa con la hoja recta y con la universal, acerca la hoja al tractor, aumentando así la estabilidad y la maniobrabilidad de la máquina y el control y la fuerza de penetración de la hoja. El tirante está montado en el bastidor principal, al que transmite las cargas laterales de la hoja, eliminando la necesidad de tirantes diagonales.

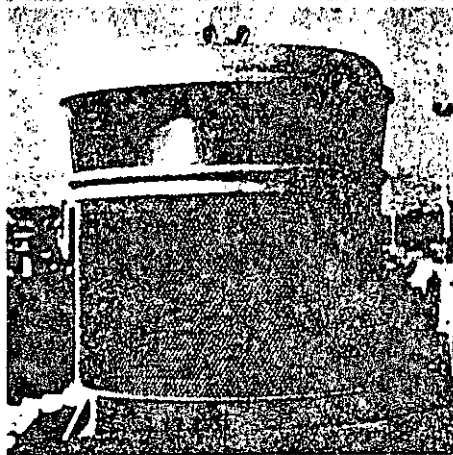
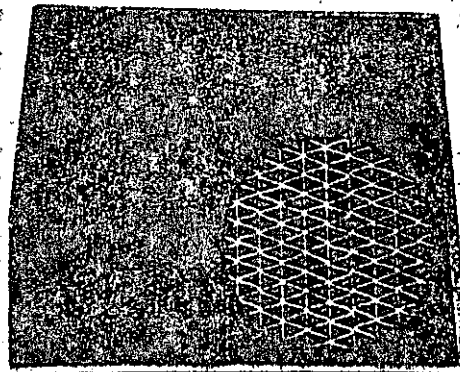


CABINA DE MANDO

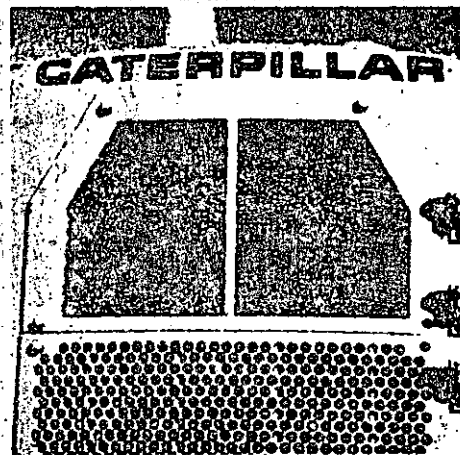
— Evitan que la maiciza y las ramas de arboles deterioren el antefiltro. (D4, D4 BPS, D5, D5 BPS, D6, D6 BPS, D7)



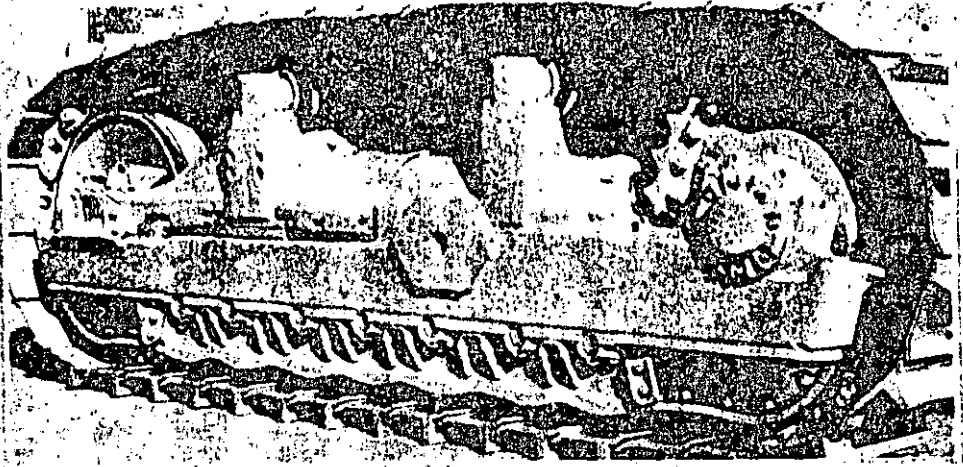
— Prolonga la duración del radiador en condiciones de polvo y abrasión. De acero, aplanada, se monta entre el radiador y el ventilador y evita que las partículas lanzadas por las paletas del ventilador obstruyan el radiador. (D4, D4 AE, D4 BPS, D5, D5 AE, D5 BPS, D6, D7, D8, D9)



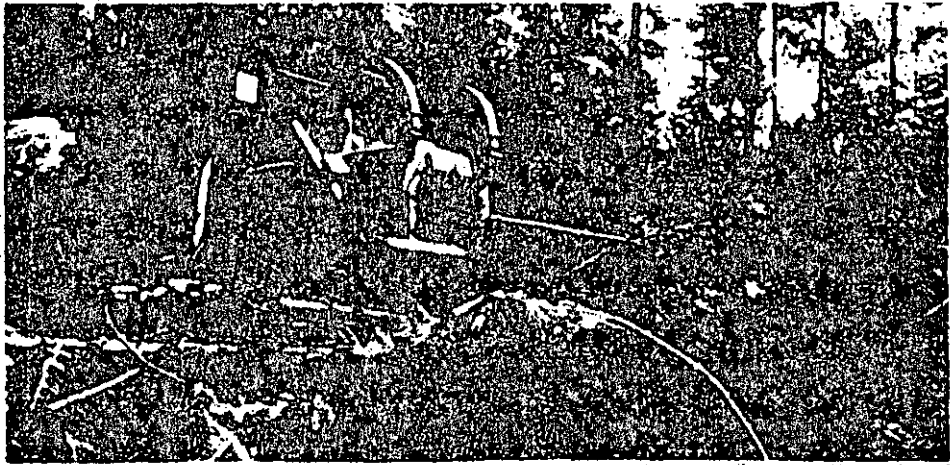
— Para trabajar en atmósfera muy cargada de polvo, el antefiltro es una protección más del sistema de admisión de aire. Una taza de material plástico transparente permite comprobar visualmente la acumulación de suciedad. La tuerca de mariposa que lo asegura facilita el servicio. (Todos los modelos)



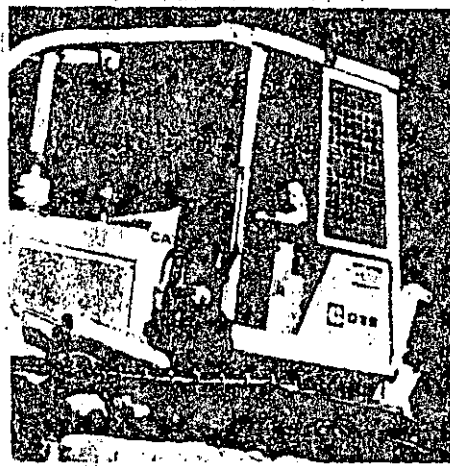
— Se usa frente a la rejilla superior del radiador. Las persianas de este deflector lanzan el soplo del ventilador hacia arriba. En las operaciones en tándem, el operador que va adelante está protegido contra el calor y el polvo. (D8; estándar en el D9 y D10).



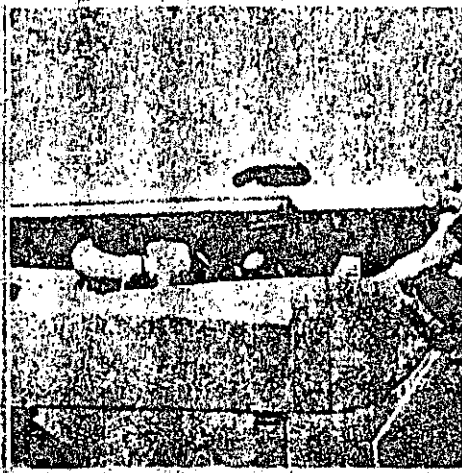
GUARDA PROTECTORA DE LOS RODILLOS DEL TRANSITO



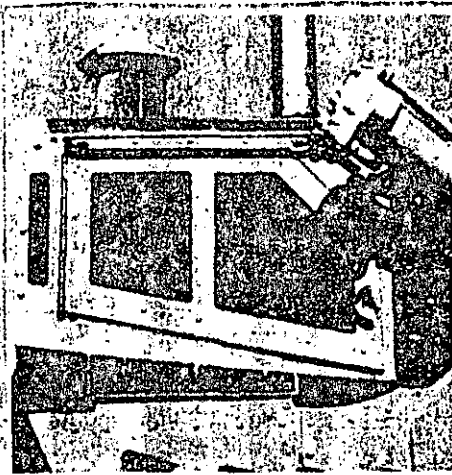
BARRAS PROTECTORAS PARA EL OPERADOR, EL TUBO DE ESCAPE
Y LA ADMISION DEL AIRE.



REJILLA PROTECTORA PARA EL OPERADOR



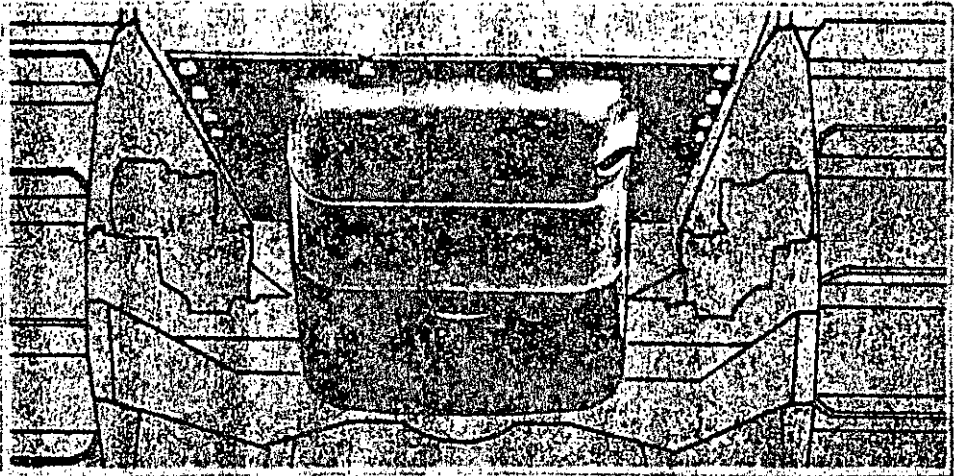
PLANCHA DE ACERO PARA PROTECCION DEL MOTOR



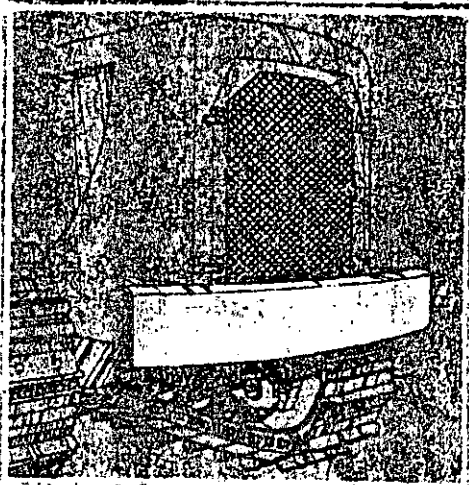
OTRO TIPO DE PROTECCION PARA MOTORES



PROTECCION ESPECIAL PARA RADIADOR



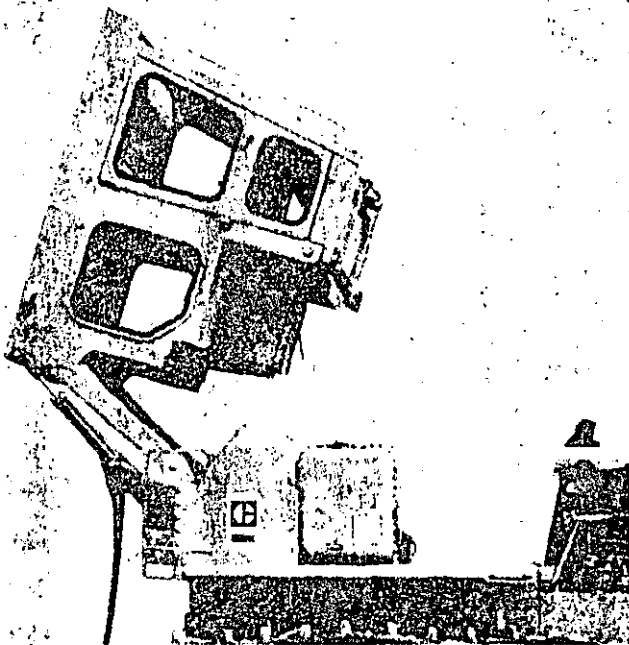
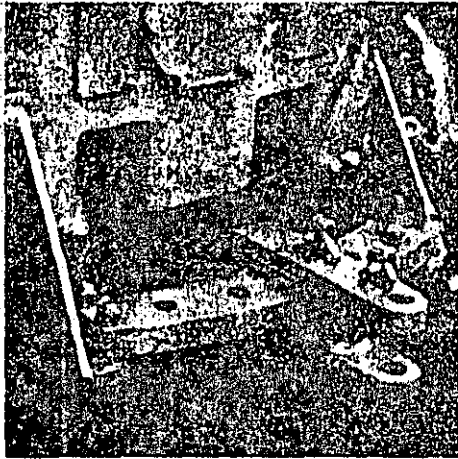
PROTECCION PARA EL CARTE CONTRA EL DAÑO PRODUCIDO POR TOCONES



TAPA DELANTERA PARA PROTECCION DEL RADIADOR

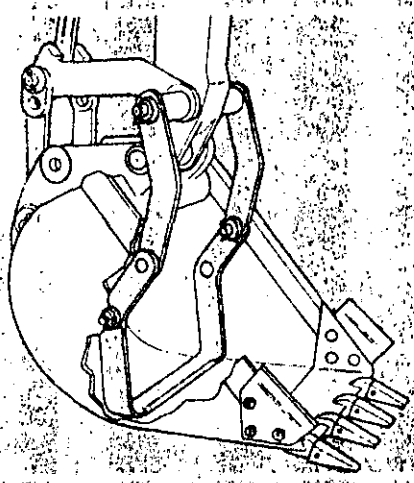
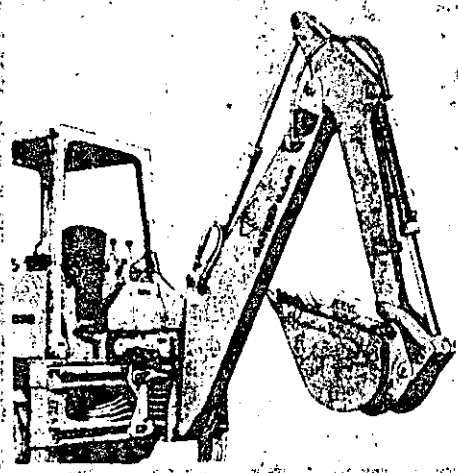
— Da más flexibilidad al tractor en el remolque de equipo como arados y rastras. Cinco agujeros igualmente espaciados permiten el tiro excéntrico de la barra fija con pasadores a cada lado u oscilando libre sin pasadores. La barra oscila en planchas termotratadas reemplazables. Retenes de levas sujetan los pasadores de la barra de tiro. (D3; D3 BPS; D4; D4 BPS; D5; D6; D7; D8; estándar en los tractores de aplicación especial)

— Sirve de ancla para el cable de remolque en el tiro ocasional y de rescate de equipos y tractores. Fuertes fundiciones de acero empinan directamente en el guardacárter. (Todos los D3; D4; D5; D6; D6 AE; estándar en el D6 BPS; en todos los modelos D7; D8; D9; D10).



— LA OPCIÓN DE CABINA MODULAR CATERPILLAR combina la protección del operador, buenas condiciones de trabajo y fácil acceso para servicio. La cabina tiene protecciones integradas para casos de vuelco ROPS, supresión de ruido, filtración del aire y presurización; vidrios de color y limpiaparabrisas delanteros. La cabina constituye una cápsula completa e independiente, de cuatro paredes, techo y piso. Se inclina hacia atrás para facilitar el servicio del tren de fuerza. Se cñe a todas las normas de la OSHA (E. U. A.). Hay también un techo con protecciones ROPS.

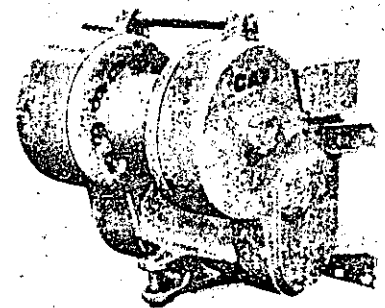
Las dos versiones, el de pivote fijo y el de desplazamiento lateral hacen el D3 más útil y productivo. Puede escoger entre cinco cucharones con anchos de 457 mm (18") a 915 mm (36"), el que mejor responda a las necesidades de su obra. El montaje de pasador facilita la instalación y remoción del cucharón en pocos minutos. De activación hidráulica, el sistema de orientación desarrolla alto par necesario en ciclos rápidos y elevada producción. Dos palancas controlan todas las operaciones de excavación y descarga y otras dos ubican los estabilizadores. Profundidad de excavación: 4.42 m (14'6") (D3, D3 BPS).



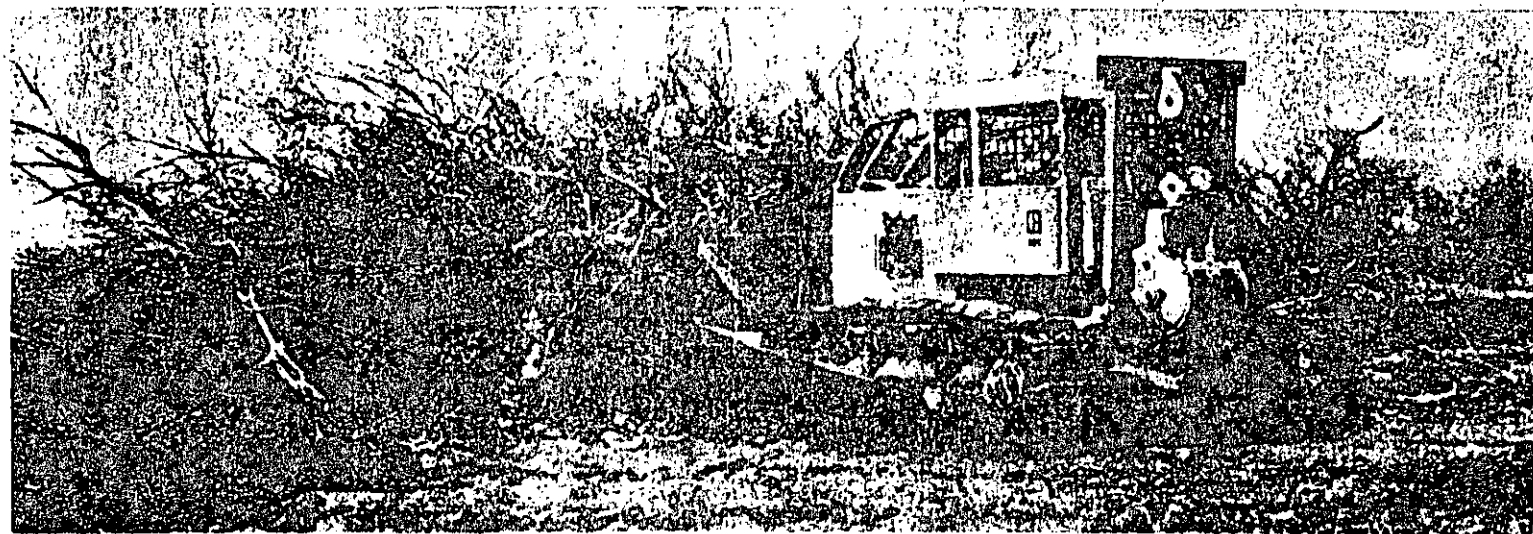
Muy útil en materiales pegajosos. Con una barra de limpieza que calza dentro del cucharón, la expulsión del material es automática. La barra está conectada al mecanismo de accionamiento del cucharón. Adaptadores soldados con dientes reemplazables son equipo estándar. Se ofrecen también orejetas como accesorios.



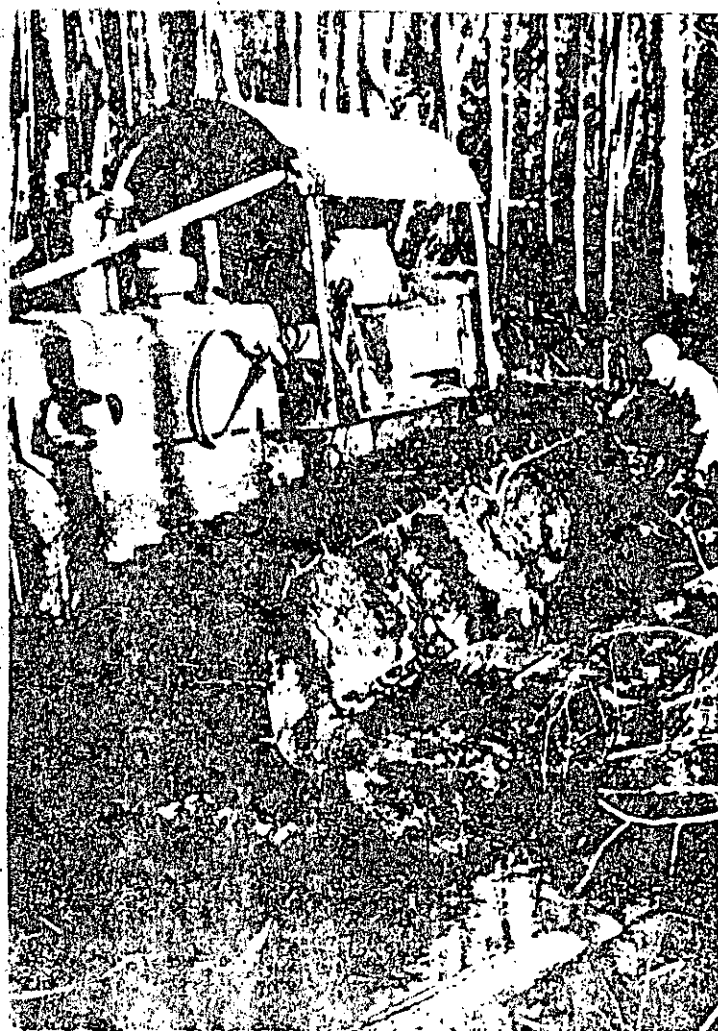
De más vida sus cilindros hidráulicos operan que trabajan constantemente en terreno áspero, muy escabroso o donde abundan las piedras. Son más gruesos y fuertes para que resistan los impactos severos. Nervaduras internas de especial resistencia constituyen el soporte más de la estructura. Aros gruesos permiten la reconstrucción de la llanta. (D7, D8)

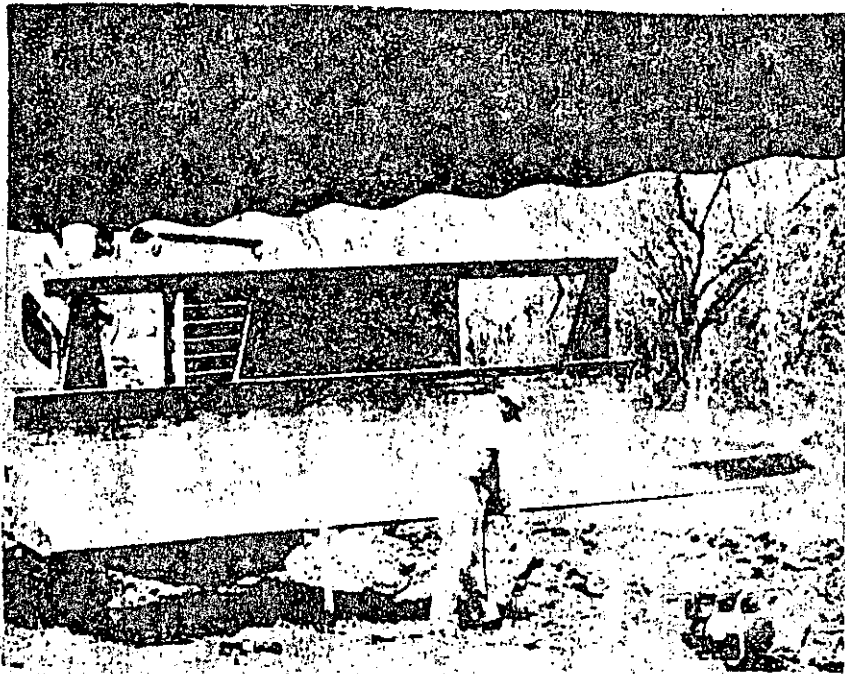


MALACATE 58 CAT OPTATIVO. Se opera con una sola palanca, para fácil control del enrollamiento, desenrollamiento, arrastre en distancias muy cortas y precisas, y frenado. Las velocidades del tambor corresponden a las de la máq. en primera velocidad, para que se enrolle y desenrolle el cable con suavidad. Hay, además, fácil acceso para el suministro de servicio a los frenos y al tren de engranajes.



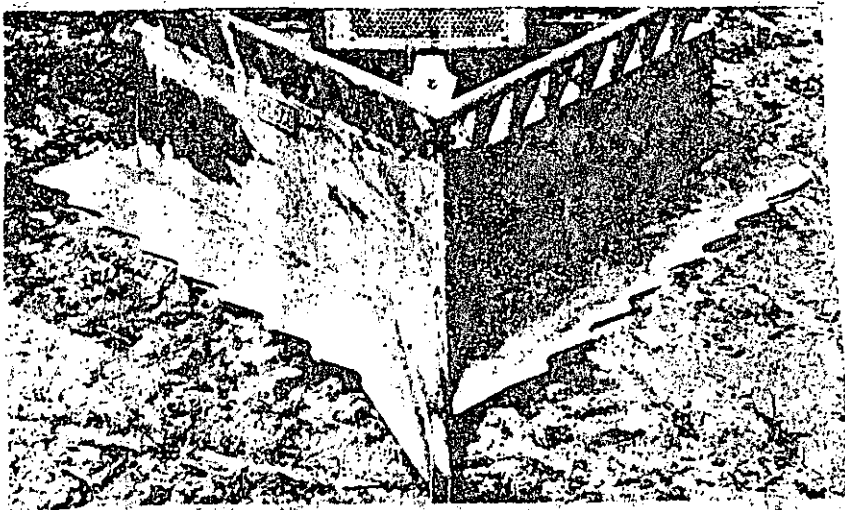
TRACTOR AMONTONANDO LA MALEZA PRODUCTO DEL DESMONTE.



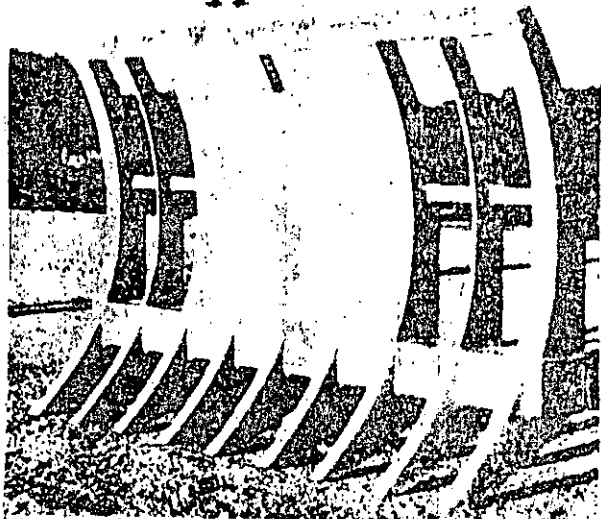


La hoja K/G está provista de una cuchilla de filo muy cortante que recibe la potencia y peso de un tractor de carriles. El ángulo de la hoja es de 30° en todos los modelos, y puede operarse ya sea mediante cable o fuerza hidráulica. Se fabrica de acero de aleación especial. Las cuchillas reemplazables y el "espolón" se pueden afilar con esmeril pequeño de modelo portátil. Se utiliza una barra de guía para que los árboles caigan en un ángulo determinado, o sea hacia adelante y a la derecha del operador.

TALADORA "V"

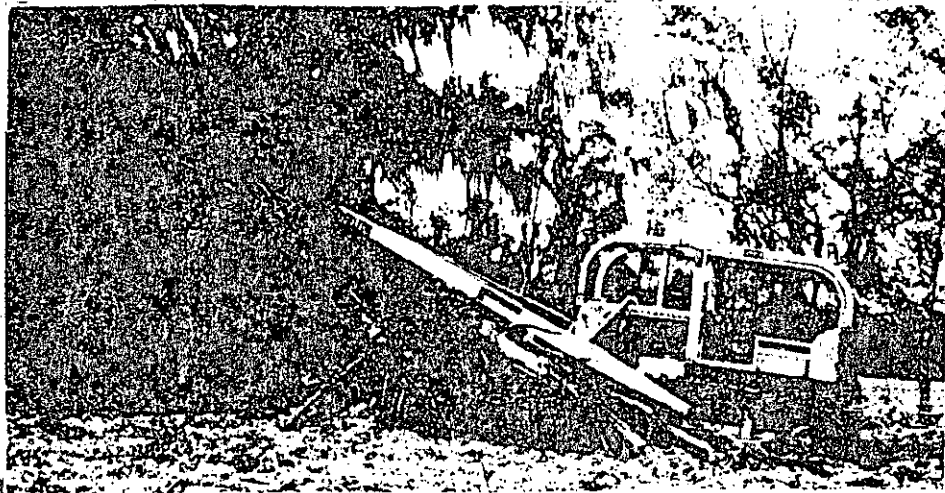


La taladora "V", está equipada con un "espolón" para servicio pesado, cuchillas dentadas, dispuestas en ángulo, y rejilla. Las hojas "V" se montan directamente en los muñones del tractor, y las hay disponibles para control de cable o hidráulico. La "V" está formada por dos secciones empernadas. La hoja dentada y el espolón son de acero endurecido.



Se diseña para que resistan grandes cargas de choque en las condiciones más severas de desmonte. Los rastrillos de Uso Múltiple, tienen dientes de acero al carbono, con manganeso, equipados con puntas para desgaste reemplazables. Hay una plancha central de acero en el bastidor del rastrillo, con el fin de proteger el radiador.

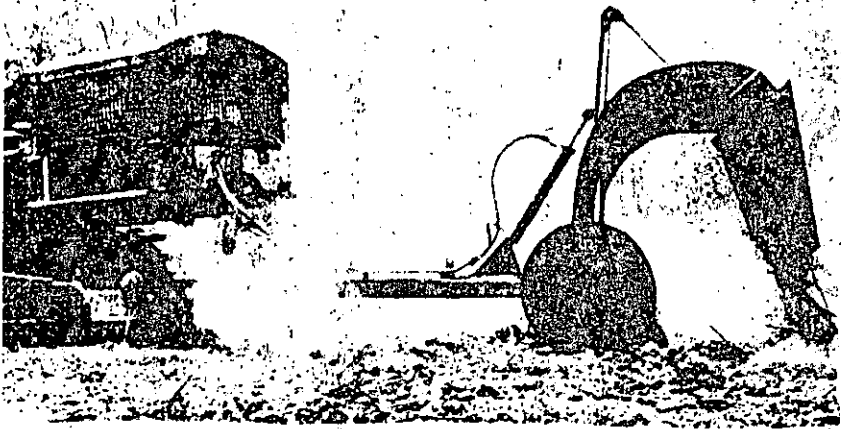
EMPUJADOR DE ARBOLES.



Hay disponibles dos modelos de Empujadores de Arboles. Se instalan en una hoja topadora recta o angulable. Una se asegura con soportes en la parte superior del bastidor, o en los brazos de empuje, y se fija con pasadores en la parte superior de la hoja gobernada por cable o fuerza hidráulica. Puede levantarse o bajarse con la hoja. Otro método de instalación es fijarla con pasadores al bastidor o a los brazos de empuje, de modo que pueda ascender o descender de modo independiente a la hoja topadora, utilizando un grupo separado de cable. Para esta unidad, se necesita un control de cable de dos tambores.

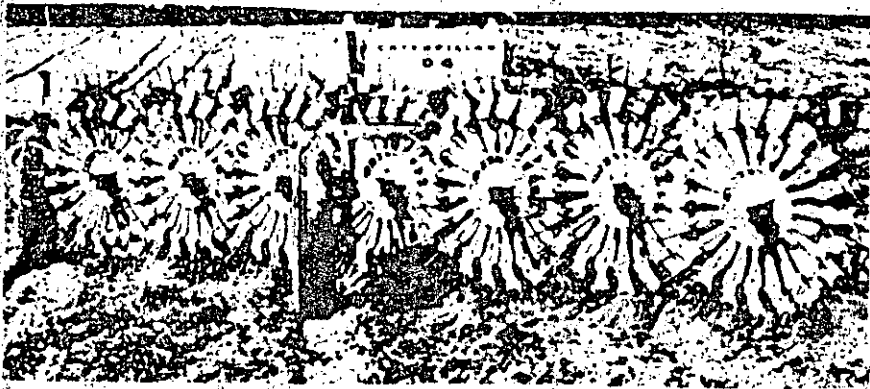
RASTRILLO CON RUEDA PARA RAÍCES.

42

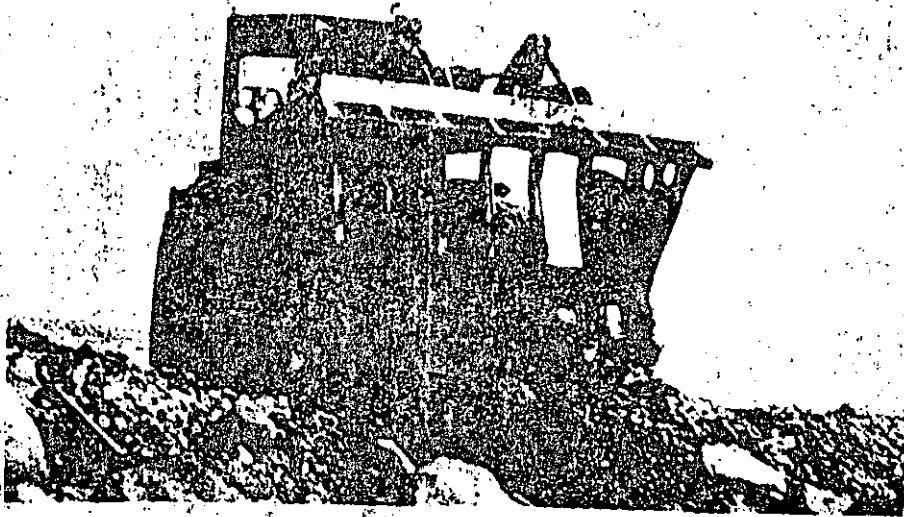


El rastrillo con ruedas para Raíces, de tipo de tracción, se diseñó específicamente para utilizarse después de la aradura de raíces, con el objeto de extraerlas. Deja una zona limpia y lista para utilizar la rastra de discos o efectuar operaciones agrícolas, tales como la resiembra de pasto en granjas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

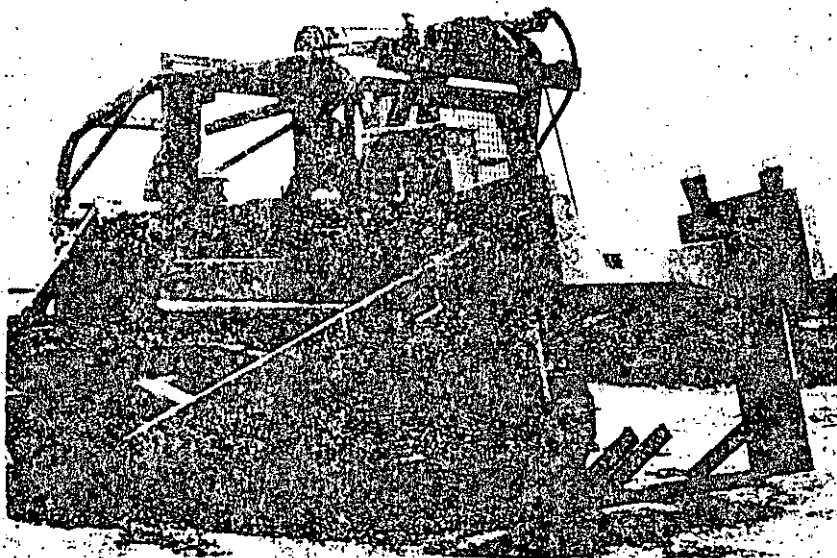
RASTRILLO BARREDOR.



El Rastrillo (o Rastra) Barredor para tractor está provista de ruedas giratorias, las cuales peinan la capa superior de tierra y la limpian de desechos livianos. Asegurado a la barra de tiro de un tractor de carriles, puede limpiar el suelo a velocidades hasta de 8 Km/h.

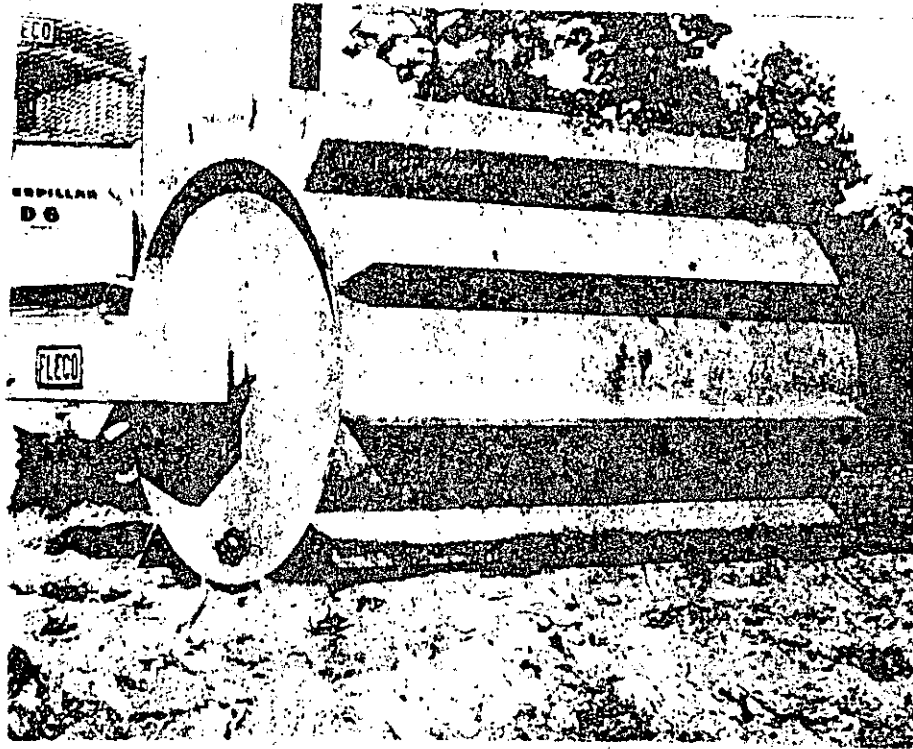


El cucharón Skeleton para Rocas, se ha diseñado a fin de que las piedras pequeñas y la tierra se separen de la carga por las aberturas de los lados de atrás y de fondo. Este cucharón para servicio pesado se fabrica enteramente con acero de aleación. Está equipado con puntas, adaptadores y pasadores de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



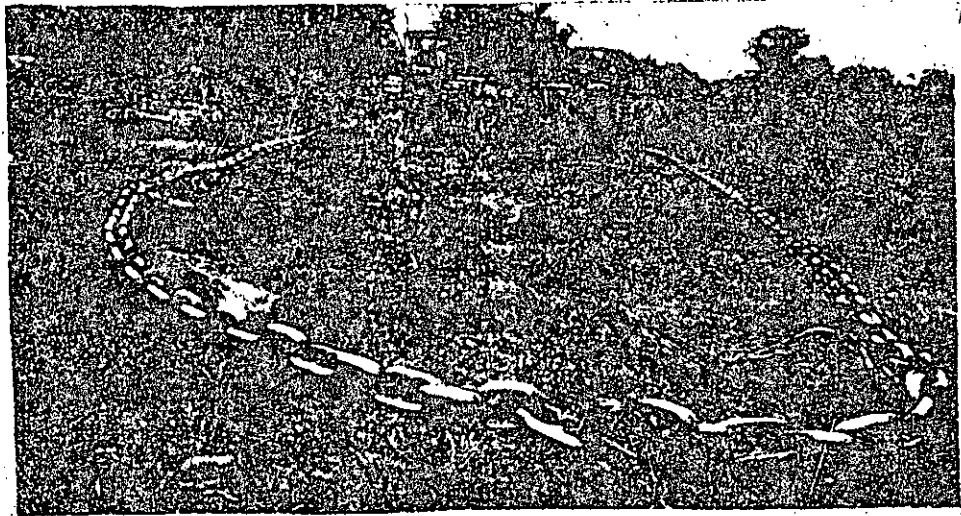
ARADOS PARA RAICES. Los Arados para Raíces consisten en un bastidor que se monta en los muñones con una vertedera de tipo de cuchilla, montada horizontalmente. Esta vertedera, que es un accesorio, se tira mediante un tractor a una profundidad de 20 a 45 cm. de cuña, el operador gradúa con rapidéz y facilidad la vertedera.

RODILLOS CORTADORES.

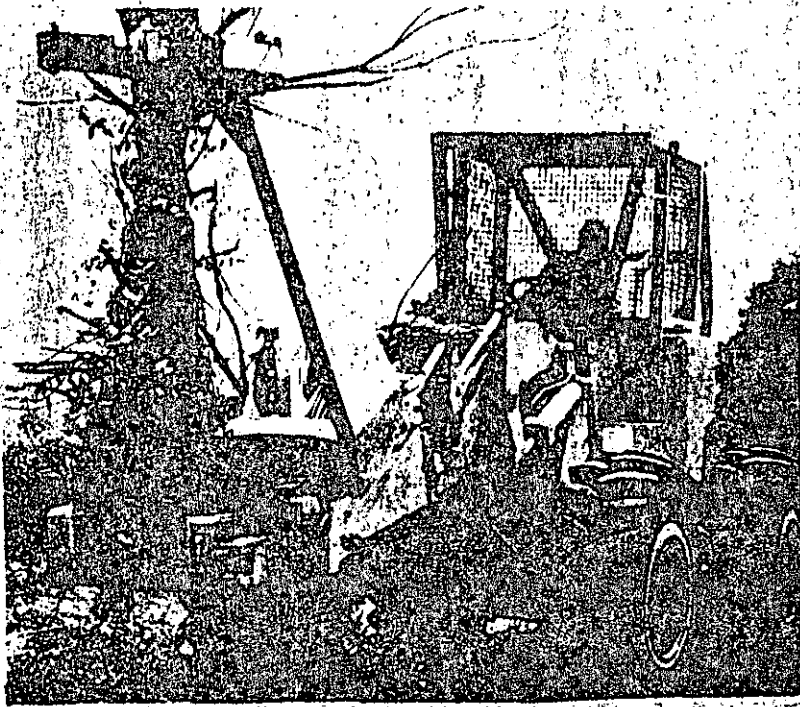


Los Rodillos Cortadores se hallan disponibles en modelos - simples, o en combinación de tres. El tambor del cortador, que generalmente se llena con agua para añadirle peso, tiene cuchillas soldadas que pueden penetrar de 15 a 25 cm. - Los cortadores de varios tambores están provistos de conjuntos giratorios que conectan los tambores.

CADENAS DE ANCLA.



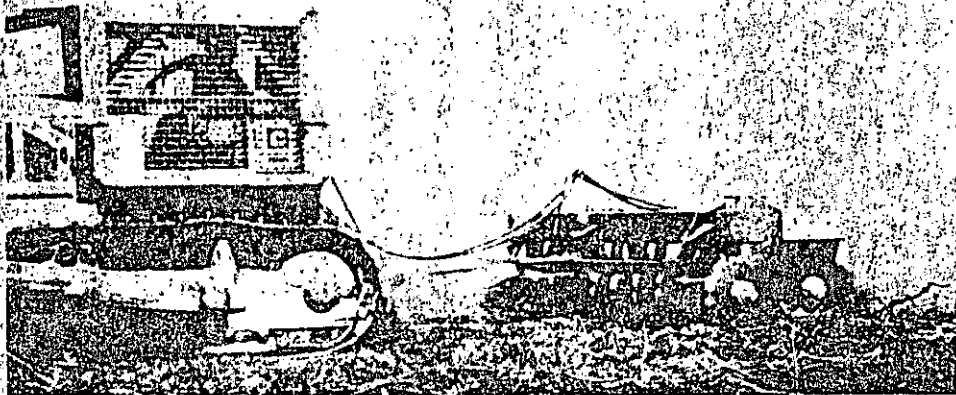
Dois tractores de carriles con cadena de ancla de 6.4 cm. (2.1/2 pulgadas) y longitud de 92 metros desmontan árboles y matorrales en tierras altas.



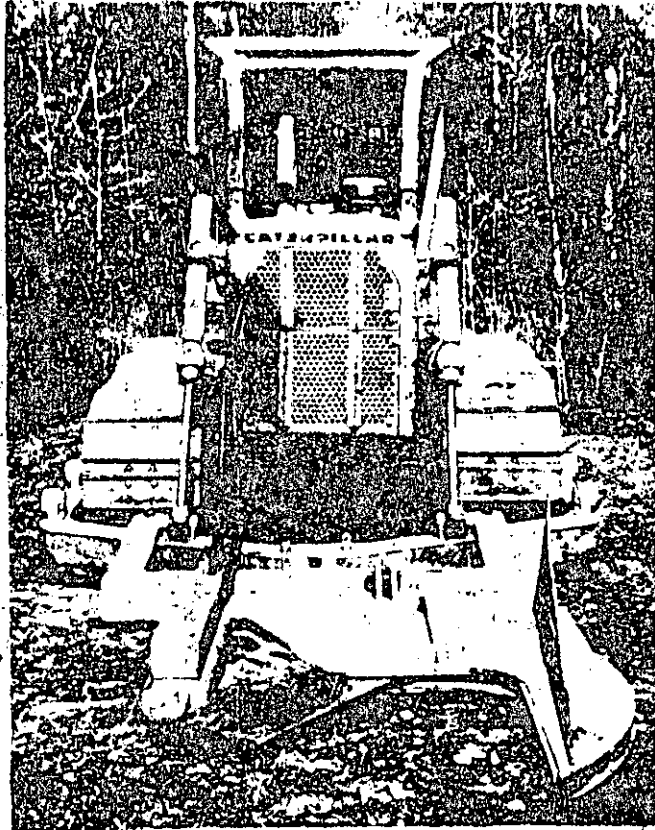
La Taladora con Gancho se diseñó para el derribo, arrastre y apilamiento. Incluye ventajas tales como la caída en línea recta, sin que virtualmente haya fracturas de la madera. Tala árboles hasta de 50 cm. de diámetro, y deja los tocones casi a ras de suelo. Hay modelos disponibles para utilizarse ya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

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

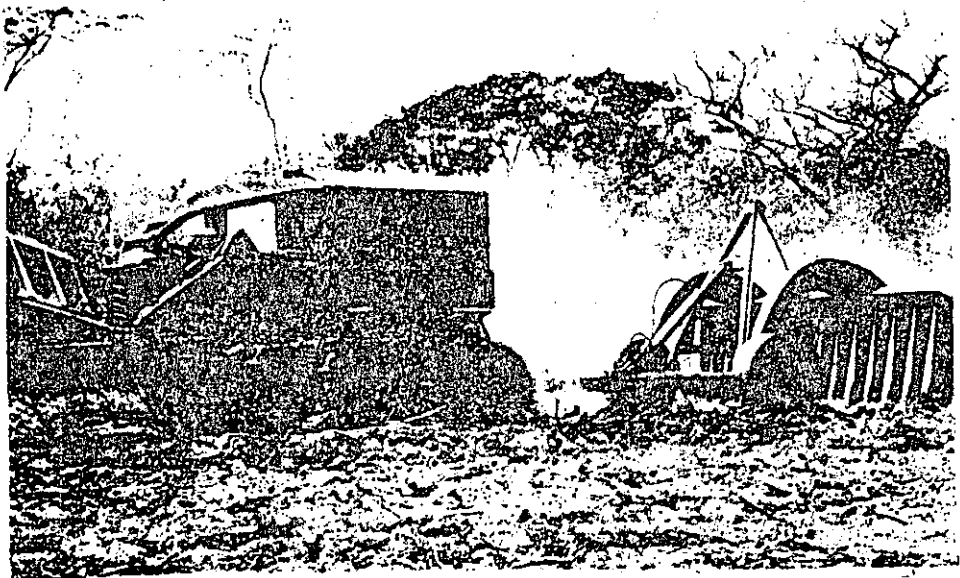
RASTRAS DE TIRO DESCENTRADO.



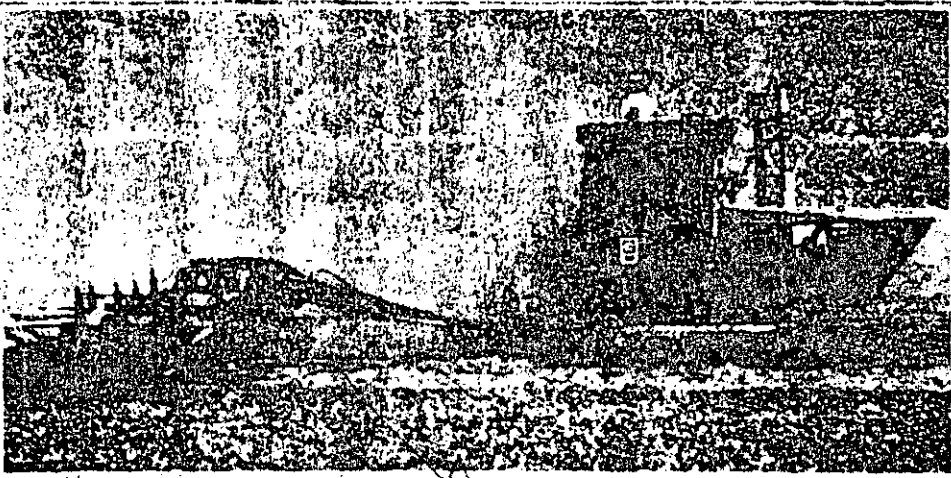
Esta rastra de tiro descentrado para servicio pesado desmonta la vegetación con tallos hasta de 5 cm. de diámetro.



La taladora de cuchilla, operada hidráulicamente, puede cortar árboles de madera blanda hasta de 76 cm. de diámetro y árboles de madera dura hasta de 56 mm. de diámetro.



El Rastrillo, tirado por un tractor D8H, se utiliza para extraer las matas y las raíces.



TRACTORES DE ORUGA TRABAJANDO CON RASTRAS.



TRACTOR DE ORUGAS CONVERTIDO DE MAQUINA PODADORA
HIDRAULICA PARA OPERACIONES FORESTALES.

desmante de tierras

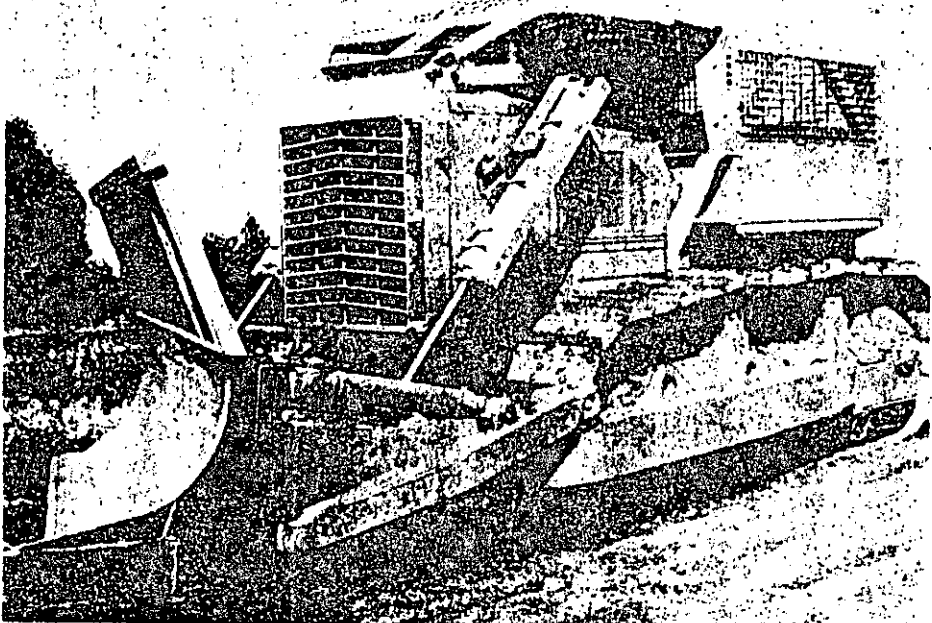
En la parcela de tala a ras del suelo, se usaron hojas taladoras de ángulo variable para cortar los tocones, después de haber derribado los árboles.



Taladora Hidráulica de Cuchilla Fleco



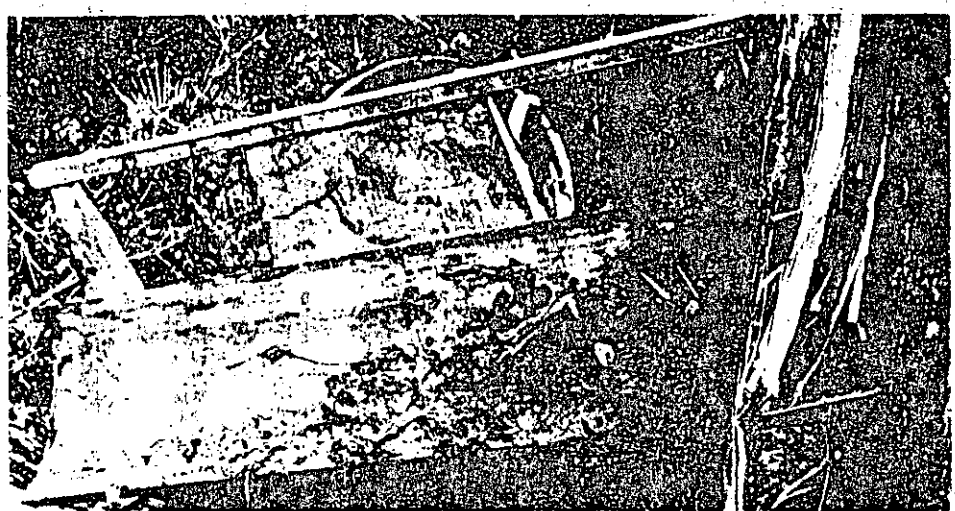
Descripción:
La Taladora de Cuchilla emplea acción hidráulica para cortar árboles de madera blanda hasta de 76 cm (30 pulg) de diámetro, o de 56 cm (22 pulg) de madera dura, en menos de un minuto. Un "lanzador", montado en la taladora, arroja el tronco con la base hacia arriba, de modo que la copa del árbol toca primero el suelo. Se utiliza en los Tractores de Carriles D4D, D5 y D6C, en los Cargadores de Carriles 941B al 977L, y en los Cargadores de Ruedas 920 al 966C.



Descripción:

El Protector de Cabinas para Selvas, serie JC de la Rome, para los tractores de carriles de Caterpillar, es excepcionalmente fuerte y de bajos contornos. Se distingue por su construcción en dos arcos de sección en caja con riostras transversales. Se monta directamente en el bastidor principal del tractor, y puede resistir fuerzas que equivalgan hasta el doble del peso del tractor. En torno de la cabina, y sobre las barras desviadoras, hay una malla de alambre de 13 x 50 mm (1/2" x 2").

Para extinguir el fuego en el motor, se instala en el techo de la cabina un tanque de agua con bomba y manguera. Los tubos desviadores de protección se extienden sobre los cilindros hidráulicos para protegerlos si caen árboles o ramas.



Hay hojas K/G para la mayoría de los tractores de carriles. El ángulo de la hoja es de 30 grados, y es operable por control de cable o hidráulico. Las cuchillas reemplazables y el espolón deben afilarse diariamente con una amoladora portátil. Se utiliza una barra de guía para regular la dirección de los árboles al caer, o sea hacia adelante y a la derecha del operador.



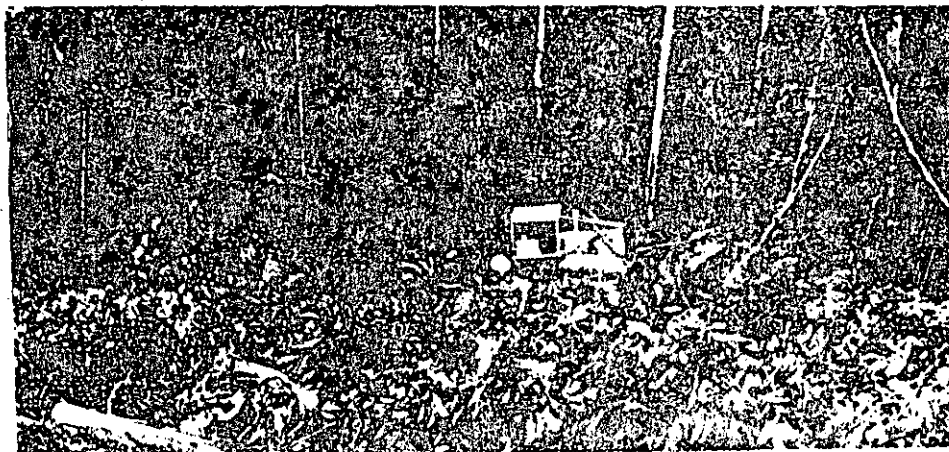
1. Sabana de tipo I



2. Sabana de tipo II



3. Bosques en Tierras Altas



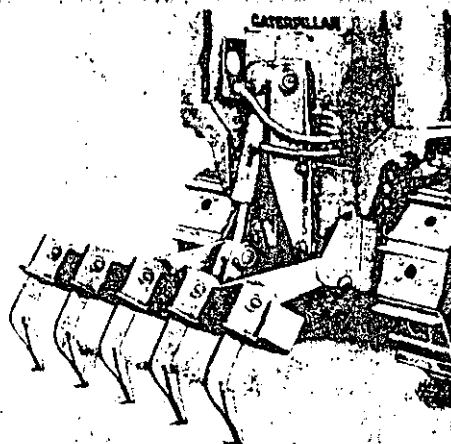
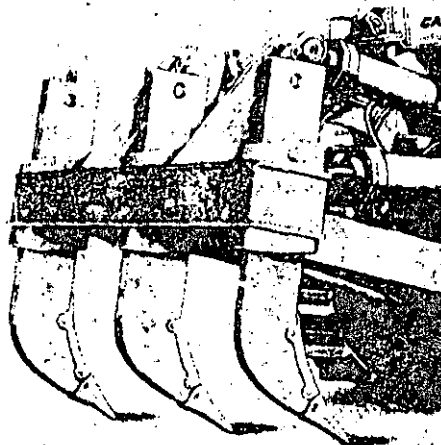
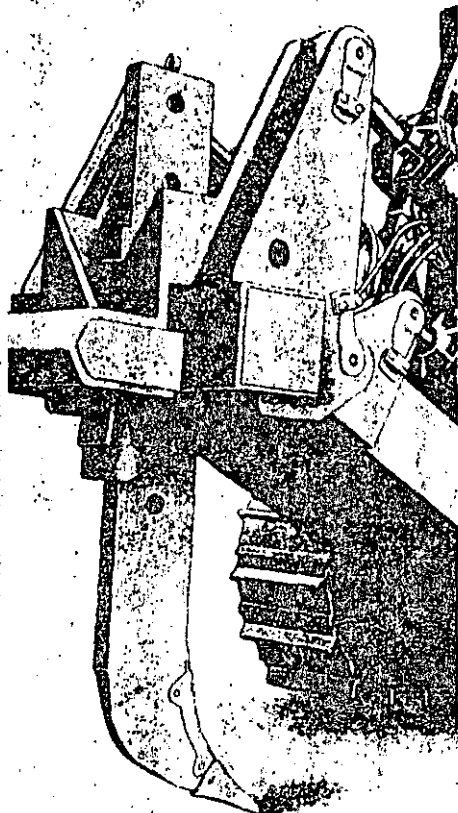
4. Selva Tropical

EN ESTAS FOTOS SE MUESTRAN LOS CUATRO TIPOS PRINCIPALES DE VEGETACIÓN EN QUE SE LLEVAN A CABO OPERACIONES EN EL MUNDO.

Existen diversos tipos de desgarradores, todos ellos hidráulicos y con juntas intercambiables.

Desgarra roca dura, morrena glacial, carbón, facilitando el empuje y disminuyendo la voladura. Un D10 puede con esta herramienta desgarrar piedra caliza en canteras. De acero de sección en caja, con recio diseño de paralelogramo absorbe las cargas de impacto y mantiene constante el ángulo de la punta. Ángulo de ataque ajustado hidráulicamente (se ofrece también ajuste manual). El desgarrador estándar para el D8 desgarra a 1204 mm (47,7"), D9 a 1357 mm (53,4") D10 a 1824 mm (71,8"). El de desgarrado profundo para el D8 desgarra a 1788 (70,4") para el D9 a 1916 mm (75,4") (D8, D9, D10).

— Rompen suelo duro apisonado y aflojan piedras enterradas acelerando el trabajo de empuje. El control hidráulico permite ajustar el ángulo de desgarramiento mientras el tractor se mueve. El tipo paralelogramo mantiene constante el ángulo de penetración a cualquier profundidad reduciendo la presión vertical que el desgarrador requiere para permanecer enterrado y haciendo que el peso se distribuya en todo el bastidor de las cadenas, más tracción y potencia. Máxima profundidad de desgarramiento: D8 — 729 mm (28,7"), D9 — 1011 mm (39,8"), D10 — 1080 mm (42,5"). Puede escoger uno, dos o tres dientes, lo que más convenga al trabajo (D8, D9, D10).



— Puede utilizar hasta cinco dientes para excavar en suelo con piedras enterradas, arcilla endurecida, tierra congelada y caminos de acarreo apisonados, facilitando el empuje de material. Con el bastidor ancho se puede beneficiar cerca de

MATERIAS QUE PUEDEN DESGARRARSE

Si el empleo de desgarrador aumenta las ganancias, ¿por qué no lo emplean todos los contratistas? Probablemente, la razón principal sea que no todas las materias pueden desgarrarse. El decidir si una determinada formación de rocas puede desgarrarse constituye en sí mismo una ciencia, y con frecuencia no puede obtenerse una respuesta segura.

Lo mejor es hacer comprobaciones, pero se debe comenzar por conocer las características de las rocas, sobre todo las que facilitan o dificultan el desgarramiento. Aunque la mayoría de estos conocimientos debe obtenerse de la experiencia en el trabajo, hay que familiarizarse con ciertos principios generales. Se requiere tener conocimientos básicos de geología y de algunos de sus términos. Considerando su origen, las rocas se dividen en tres tipos. Las rocas de cada tipo tienen características similares con respecto a su desgarrabilidad. Debido a esto, la clasificación correcta es muy ventajosa para determinar si puede utilizarse el desgarrador.

ROCAS VOLCANICAS. Se formaron al enfriarse masas de materias en fusión provenientes del interior de la tierra. Las rocas volcánicas nunca contienen fósiles, y suelen identificarse por el contenido de vidrio o de minerales, y casi nunca están dispuestas en estratos o fajas, ni de tipo laminar como otras rocas. El granito, el basalto, las rocas trapecanas, el vidrio volcánico y la piedra pómez, son rocas volcánicas que usualmente se encuentran en los trabajos de movimiento de tierra. Son las más difíciles de desgarrar por el hecho de que carecen de estratificaciones o hendiduras, esenciales para desgarrar las rocas duras.

ROCAS SEDIMENTARIAS consisten en materias derivadas de la destrucción de rocas que existían previamente. A la acción del agua se debe la mayor parte de las rocas sedimentarias, pero algunas se formaron por los vientos o los glaciares. Su característica más importante es la estratificación, o sea que están formadas por capas de diferente material, textura, color, espesor, o de todas estas propiedades. Suelen encontrarse en una estratificación capas individuales en que son uniformes la textura, el color y la composición. Se denominan láminas, y suelen variar en espesor desde el grosor de un papel hasta de varios cientos de metros.

La arenisca, la piedra caliza, los conglomerados, la arcilla esquistosa y el caliche, son rocas sedimentarias comunes. Usualmente son las más fáciles de desgarrar.

ROCAS METAMORFICAS. Deben sus características dominantes a la transformación de rocas preexis-

tentes, a causa de los cambios en la composición de sus minerales, en su textura, o en ambas. Los agentes que causan el metamorfismo en las rocas son las fuerzas cortantes, la presión, los agentes químicos, o la acción de los líquidos y gases, así como de la temperatura. Las rocas metamórficas más comunes son el gneis, la cuarcita, el esquisto y la pizarra. Su grado de desgarramiento varía según las características laminares o las hendiduras. Todas se encuentran en la superficie o a muy poca profundidad, y se presentan en masas homogéneas o revueltas.

La condición de las rocas determina su facilidad de desgarramiento. Aunque las rocas sedimentarias son las más ventajosas para utilizar el desgarrador, y las rocas volcánicas y metamórficas ofrecen más dificultades, los granitos descompuestos y otras rocas volcánicas y metamórficas sometidas a la acción de los elementos, suelen ser desgarrables a poco costo.

No existen dificultades, o muy pocas, con respecto a la capa dura de arado, las arcillas esquistosas, o la grava cementada. Asimismo, las rocas muy estratificadas o laminares son de fácil desgarramiento. Sin embargo, las formaciones de rocas en mantos de gran espesor generalmente deben fragmentarse con explosivos.

Con lo expuesto, comienzan a definirse las características físicas que favorecen el desgarramiento. Las más importantes son las siguientes:

1. Fracturas, fallas, y planos que reducen la resistencia.
2. La acción de los elementos, en particular los cambios de temperatura y humedad.
3. Fragilidad y naturaleza cristalina.
4. Alto grado de estratificación o estructura laminar.
5. Grano grueso.
6. Formaciones permeables de arcilla, arcilla-esquistosa y rocas diversas.
7. Poca resistencia a la compresión.

La lista de condiciones desfavorables para el desgarramiento es casi tan larga como la lista de las favorables. Las siguientes características dificultan el desgarramiento:

1. Masas grandes y homogéneas.
2. De naturaleza no cristalina, o sea que no son quebradizas.
3. Sin planos de poca resistencia.
4. De grano fino y sólido agente de cementación.
5. Derivada de arcilla en que la humedad puede impedir el desgarramiento, debido a que la materia se torna plástica.

CONSIDERACIONES PRELIMINARES

Antes de aprovechar debidamente las ventajas del desgarramiento, deben considerarse con cuidado el uso final de las rocas y la forma de retirarlas.

El uso final corresponde, en la mayoría de casos, a una de las tres categorías siguientes: para clasificarse en diversos tamaños, para relleno, o material excedente. Lo que se va a clasificar por tamaños se tritura en fragmentos determinados, ya sea si es para sub-base o mezcla de hormigón. Por supuesto, los fragmentos que deban triturarse están limitados por el tamaño que la trituradora puede fragmentar.

Si en una trituradora no pueden echarse fragmentos mayores de 30 cm de diámetro, en los trabajos de voladura o desgarramiento se deben obtener todos los fragmentos de acuerdo con esa medida. Graduando la distancia entre los barrenos que se perforen, o las pasadas con el desgarrador, es posible regular el tamaño del material fragmentado. Mientras menores sean los espacios entre los agujeros o pasadas, más pequeños son los trozos de rocas.

El material para relleno debe ceñirse a las especificaciones de la obra, las cuales usualmente indican el tamaño y tipo de material. Puede usarse roca fragmentada, pero usualmente los trozos deben ajustarse a las especificaciones, y hay que mezclarlos con tierra para obtener la compactación requerida.

Material excedente es el que debe acarrear fuera del lugar de la obra. Por supuesto, no tiene importancia el tamaño, excepto que sea adecuado para acarrearlo económicamente hasta el vaciadero.

Además, debe tenerse en cuenta el método de transporte del material. Hay varias formas, y la decisión final depende de las condiciones del trabajo y del equipo disponible. Por ejemplo, el número de metros cúbicos de material para moverse, el método más económico, el equipo disponible, las limitaciones impuestas por la inclinación de las pendientes en el camino de acarreo, y la distancia a que debe conducirse.

Indicamos a continuación los cuatro métodos principales para acarrear el material, y sus limitaciones.

1. Palas o cargadores y máquinas de acarreo. El material que se va a cargar con palas mecánicas debe ser suficientemente pequeño para entrar con facilidad en el cucharón, y descargarse sin dificultad. Los fragmentos muy grandes deben hacerse a un lado con la pala o un tractor topador,

y subdividirse antes de acarrearlos. Debido a que el cucharón es abierto, los cargadores por el extremo delantero pueden mover fragmentos más grandes, pero debe tenerse cuidado de no excederse de la carga límite de equilibrio del cargador. Por la misma razón, la plataforma de la máquina de acarreo limitará el tamaño máximo del material permisible.

2. Hojas Topadoras

Cuando el material se va a mover con un tractor topador a distancias relativamente cortas, el tamaño de los fragmentos sólo está limitado por la capacidad de la hoja. Generalmente, se requieren menos pasadas con el desgarrador cuando se van a utilizar tractores topadores.

3. Traíllas

Aumenta constantemente el uso de traíllas para mover rocas debido a que el costo de moverlas en esta forma generalmente es más bajo que con el método de pala mecánica y máquinas de acarreo. A fin de que sea posible y conveniente el uso de traíllas, las rocas deben fragmentarse en trozos suficientemente pequeños para la carga, y poder acarrearlos en cantidades grandes sin que haya muchos vacíos. Si se cargan en una traílla fragmentos de rocas de 60 a 90 cm de diámetro, junto con materias más finas, las rocas mantendrían la compuerta parcialmente abierta, y se caerían los trozos pequeños en el camino de acarreo.

Otro factor es la menor duración de una traílla que se emplea con rocas. Esto incluye tanto los neumáticos como la máquina en sí. Reconociendo la tendencia hacia el mayor empleo de traíllas en el acarreo de rocas, y el aumento resultante en el desgaste y deterioro, Caterpillar refuerza mucho todas sus traíllas grandes, y ofrece Traíllas de Aplicación Especial en los modelos 631 y 641.

Las traíllas de Aplicación Especial tienen planchas de acero más gruesas y resistentes en el fondo de la caja y en los lados, así como en el expulsor y en la compuerta. Se aumenta el soporte de la cuchilla mediante nervaduras adicionales. La mayor fortaleza de estos componentes contribuye a evitar la deformación en condiciones severas de impacto, y tienen mayor resistencia a la abrasión.

La fuerte construcción de las Traíllas de Aplicación Especial aumenta su peso. El peso adicional sólo es ventajoso cuando se trabaja con rocas, pero en

condiciones normales reduce ligeramente la velocidad de la máquina en el camino de acarreo.

Puede aumentarse la duración de los neumáticos mediante la carga "muerta", que consiste en no utilizar la potencia del tractor de la tralla durante la carga.

En muchos trabajos, esto ha doblado la vida de los neumáticos de las ruedas propulsoras, y ha reducido los casos de fallas súbitas. Según las condiciones, este método exigiría el aumento de potencia de empuje para compensar la fuerza de tracción no utilizada en el tractor tralla.

4. Transportadores

Cuando se utilizan transportadores estacionarios, el material debe ser tan pequeño como sea posible

a fin de prolongar la duración de las correas; y que pueda moverse en las secciones inclinadas. Los contratistas han hallado económico el método de prevoladura, seguida de desgarramiento, y luego empuje de los fragmentos con hoja topadora hasta el cargador del transportador. Como las rocas están mejor fragmentadas, las hojas topadoras rinden más.

El cargador y transportadores móviles requieren fragmentos pequeños para prolongar la duración de las correas y facilitar el tiro del cargador a través de las rocas. Cuando el desgarramiento hace posible el uso de un cargador-transportador móvil, se puede aumentar mucho la producción en relación con la de un transportador estacionario, y reducir el costo por metro cúbico.

MÉTODOS TÉCNICOS PARA DESGARRAR

Los mejores métodos técnicos en un trabajo dependen de las condiciones existentes. Generalmente, se hacen operaciones de prueba a fin de decidir cuál es el método que fragmenta más rocas con el menor esfuerzo. Sin embargo, la experiencia puede eliminar gran parte de estas pruebas estableciendo relaciones entre las condiciones existentes y las de trabajos anteriores con materiales similares, y utilizar los métodos que hayan dado los mejores resultados.

Indicamos algunos de los factores que deben tomarse en cuenta:

1. **¿Qué cambio o velocidad?** Se utiliza la primera velocidad en la mayoría de trabajos de desgarramiento, pues una velocidad de 1,6 a 2,4 km/h (1 a 1 1/2 MPH) determina que la producción sea más económica. El desgaste del tren de rodaje y de las puntas aumenta con rapidez aun con un pequeño aumento de la velocidad. Es mejor utilizar dos o tres dientes, en vez de aumentar la velocidad, cuando se trata de rocas fáciles de desgarrar.
2. **¿Cuántos dientes?** En la mayoría de los casos, comience con un diente. Si el material es de fácil penetración y se fragmenta en trozos de tamaños satisfactorios, pruebe dos dientes. Sólo deben utilizarse tres dientes con materiales muy fáciles de desgarrar, tales como la capa dura de arado o la arcilla esquistosa. Se utiliza generalmente un diente con materiales que se fragmentan en lascas grandes y gruesas, pues las lascas se fracturan o pasan en torno del vástago. Cuando se utilizan dos o tres dientes, estos actúan a modo de rastrillo y pueden retener las lascas grandes bajo la viga del desgarrador. Ya no se considerará acertado el viejo dicho de que "si no puede desgarrarse con dos dientes, no es práctico desgarrar". A menudo, aun si es posible utilizar dos dientes, la producción puede aumentarse con sólo un diente. Hay menos deslizamientos y paradas del motor bajo la carga, y es más fácil para el operador y para la máquina. Cuando se utilizan dos dientes con materiales relativamente difíciles, un punto duro puede retener brevemente uno de los dientes. Esto produce fuertes cargas descentradas en la viga del desgarrador, en el montaje, y en la caja de la transmisión del tractor. El empleo de un solo diente hace centrar la carga en la viga y en el conjunto de montaje, con la ventaja de que se ejerce plena fuerza con el diente, pues no se divide entre dos o tres.

3. **¿A qué profundidad?** Algunas veces es práctico desgarrar a la mayor profundidad que sea posible. Sin embargo, cuando hay demasiados estratos, tal vez sea desventajoso. Usualmente lo mejor es desgarrar a menor profundidad, y extraer el material en sus capas naturales en vez de tratar de hacer una pasada a plena profundidad. Una pasada inicial a la mitad de la profundidad puede aflojar el material, de modo que la segunda pasada puede ser a profundidad plena, y con mucho menos esfuerzo. Otro factor es la profundidad que puede mantenerse sin que se levanten sobre el suelo las ruedas dentadas. Como indicamos anteriormente, si el diente no penetra a plena profundidad, el extremo posterior del tractor se levanta sobre el suelo. En este caso, se pierde la tracción y baja el rendimiento en el desgarramiento. Además, el peso adicional en los rodillos delanteros y las ruedas dentadas produce esfuerzo y desgaste excesivos.

Por lo tanto, puede verse que la profundidad y el número de dientes se relacionan entre sí. Aunque el desgarramiento profundo con un solo diente generalmente da óptimo rendimiento, muchos materiales dispuestos en estratos delgados, en especial las arcillas esquistosas, los esquistos de barro y las areniscas más densas se desgarran por lo general mejor utilizando más dientes a poca profundidad. En este caso, se deben hacer también pruebas si no se tiene la experiencia necesaria.

Cuando se piense retirar con traíllas las rocas fragmentadas, es importante desgarrar a una profundidad uniforme, eliminando los puntos duros de roca que podrían motivar que la cuchilla de la traílla se salga del suelo. Esto es dañino para las traíllas y cuchillas, pues disminuye su duración. En trabajos de esta clase, una buena regla es no desgarrar a mayor profundidad de la que pueda desgarrarse en el sector más difícil de la zona de corte.

4. **¿Qué espacio debe haber entre las pasadas?** El espaciamiento de las pasadas contribuye a determinar la tasa de producción, pues indica el tiempo requerido en un sector determinado. Con un espaciamiento máximo, se contribuye a reducir el costo por metro cúbico. Sin embargo, deben tomarse en cuenta el material, el empleo final, y la forma de moverlo. Mientras menor sea el espaciamiento, más pequeños serán los fragmentos desgarrados. La decisión sobre el espaciamiento se basa en el tamaño máximo que pueda usarse en la trituradora.

dora, las limitaciones impuestas por el transportador y el método de acarreo.

Si es posible obtener completa penetración, un espaciamiento de 0,90 a 1,50 m es satisfactorio con muchos materiales. El espaciamiento con rocas de fractura en lascas gruesas, varía según el tamaño de éstas.

Si las lascas tienen 2,40 m de ancho, o más, el espaciamiento debe ser igual a la distancia de centro a centro de cada laca. Con rocas que se fragmenten en trozos muy pequeños, puede ser satisfactorio un espaciamiento de 1,80 a 2,40 m (6' a 8'), especialmente cuando se va a cargar con traillas. Los fragmentos menudos son más difíciles de cargar que los gruesos, en una trailla.

5. **¿En qué dirección?** Generalmente, la dirección de desgarramiento depende del trazado de la obra, pero existen otras condiciones.

Cuando se desgarran el corte de una trailla, es ventajoso desgarrar en la misma dirección en que carga la trailla. De este modo, el tractor con desgarrador puede utilizarse también como empujador, y el tránsito será en el mismo sentido. Algunas veces, hay formaciones de rocas con estratos verticales que corren en sentido paralelo al corte. El desgarrar en el sentido de los estratos puede producir canales profundos. En estos casos, tal vez sería necesario desgarrar a través del corte a fin de obtener la fragmentación adecuada.

Por lo general se desgarran cuesta abajo siempre que sea posible, a fin de que el tractor utilice al máximo su potencia y peso, y aumente la producción. En ciertas condiciones, se emplea el desgarramiento cuesta arriba para conseguir mayor presión hacia abajo a causa de la transferencia del peso, o alcanzar la cara inferior de rocas de fractura en lascas horizontales, a fin de levantarlas. Si el material es laminar, y el plano de los estratos forma ángulo con la superficie del suelo, es mejor comenzar a desgarrar desde el extremo superficial, donde los estratos alcanzan la superficie, y avanzar hacia el extremo profundo. Esto contribuye a que la punta se mantenga dentro del suelo. Si se desgarran en el sentido opuesto, la punta tiende a deslizarse en los estratos, y probablemente se saldría.

6. **¿Desgarramiento cruzado?** El desgarramiento cruzado hace el corte escabroso. Como esto es desventajoso para las traillas y otras herramientas de excavación, debe evitarse si es posible. Únicamente cuando el desgarramiento en un sentido no fragmente bien la formación de rocas. Sólo cuando

se trata de los materiales más duros, el desgarramiento cruzado aumenta la carga de los topadores o traillas lo suficiente para contrarrestar el mayor tiempo y costo. El desgarramiento cruzado fragmenta el material que se desprende en lascas grandes, y afloja el material en el cual una sola pasada con el desgarrador produciría tan sólo canales profundos. Cuando la formación es muy dura y no es posible la penetración, el desgarramiento cruzado suele separar los planos de fractura resultantes de la pasada inicial. Si bien el desgarramiento cruzado exige hasta el doble de pasadas que el desgarramiento en pasadas paralelas, facilita el empleo de desgarradores en casos en que sería necesaria utilizar explosivos.

7. **¿Cómo se retira el material desgarrado?** Nunca retire con hoja-topadora o trailla todo el material desgarrado, antes de profundizar el desgarramiento. Mantenga por lo menos varios centímetros de material desgarrado sobre la formación no desgarrada, a fin de mejorar la tracción de la máquina. El coeficiente de fricción o rozadura entre los fragmentos de rocas es considerablemente más alto que entre la roca y las zapatas.

8. **¿Desgarramiento en tándem?** Se puede extender la escala de materiales desgarrables si se utiliza un tractor para que empuje al que tira del desgarrador. Muchas veces, solo una pequeña parte de la formación de rocas es demasiado dura para un solo tractor y desgarrador. En vez de tener que hacer perforaciones y voladuras, es más barato añadir un segundo tractor para llevar a cabo esa porción del trabajo.

Si la producción en desgarramiento descende a menos de 115 a 150 metros cúbicos (150 a 200 yd³) por hora, las economías en desgarramiento serán marginales. Con un tractor más, casi se doblan los costos, pero se eleva la producción 3 ó 4 veces más. El beneficio es evidente.

Cuando se planea el desgarramiento con un solo vástago, téngase en cuenta que tal vez convenga desgarrar parte en tándem para bajar el costo. En tales casos, debe utilizarse el desgarrador de un vástago de diseño en paralelogramo, puesto que posee un bloque de empuje integrado para el empuje en tándem en trabajos muy duros. Como los desgarradores de varios vástagos se han diseñado para trabajos menos severos, no están equipados con bloque de empuje. No se recomienda el desgarramiento en tándem con un solo vástago si es un modelo de varios vástagos.

Con un tractor de empuje provisto de hoja topadora hidráulica, se puede ejercer en el desga-

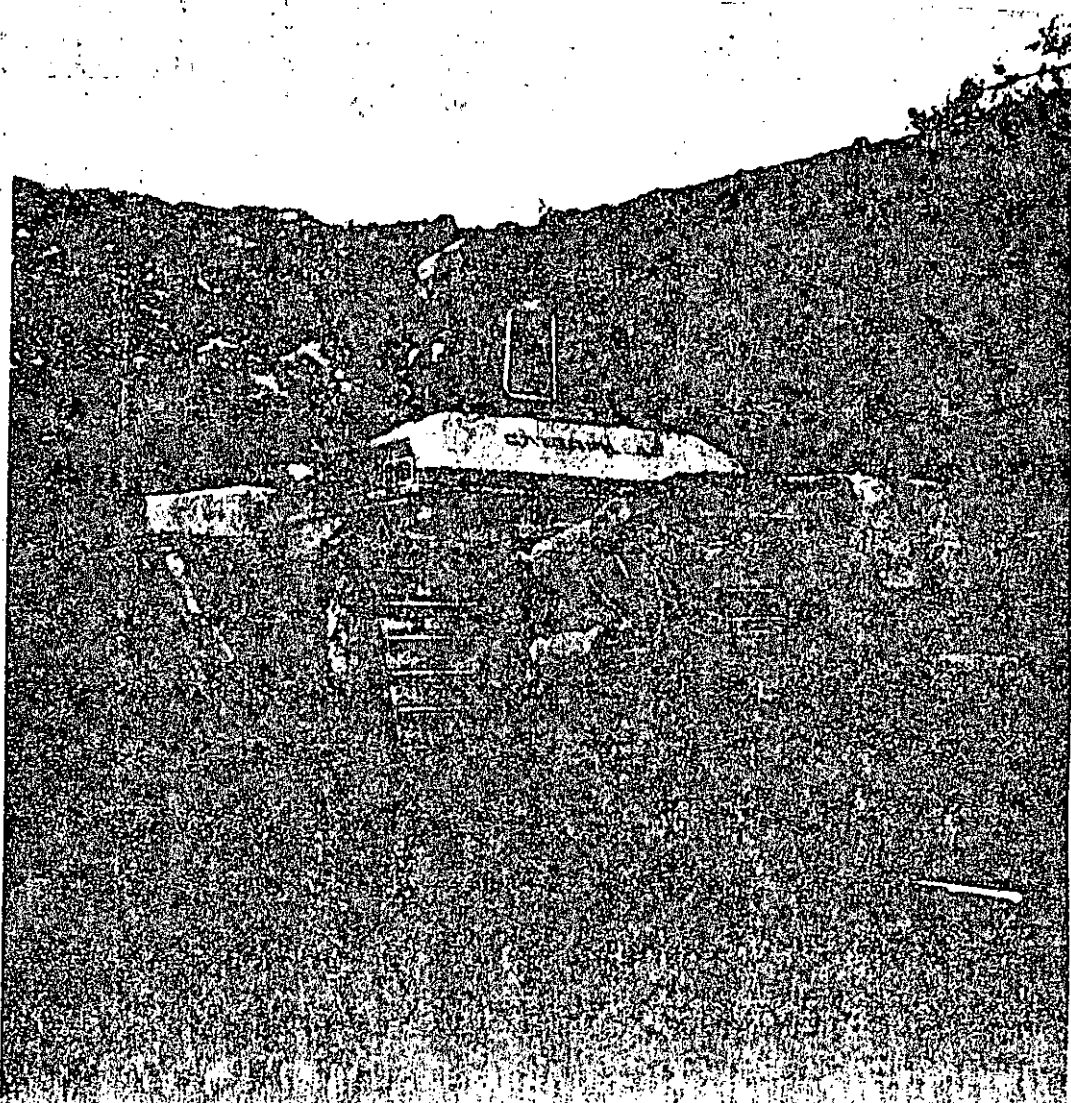
tractor mayor presión hacia abajo cuando esté equipado con una plancha de empuje. Una hoja topadora de control de cable sólo aumenta el peso de la hoja y de los brazos de empuje. Usualmente, la hoja topadora de control hidráulico, en el tractor de empuje, debe hallarse en la posición libre, a menos que se requiera presión adicional hacia arriba o hacia abajo.

9. **El empleo de la máquinas en diversas obras.** Los tractores con desgarrador pueden utilizarse en otros trabajos tan pronto como terminen el trabajo asignado. Pueden usarse parte del tiempo en el empuje de otras máquinas, o con hoja topadora, además de hallarse disponibles para desgarramiento. Esto ocurre en operaciones de desgarramiento en tándem en que tal vez se necesite el segundo tractor para una pequeña y muy difícil parte de la formación.
10. **¿Voladura antes del desgarramiento?** Las rocas que son muy difíciles de desgarrar pueden fragmentarse con explosivos utilizando cargas ligeras, y

luego desgarrarse sin problemas. Como hay poca experiencia con este método de desgarramiento, y exige detallada comparación de costos, generalmente se utiliza y recomienda para trabajos en que se van a utilizar traillas para la carga y acarreo del material.

Gracias a una leve explosión, cuyo costo es relativamente pequeño, se aflojan las rocas lo suficiente para conseguir la penetración del desgarrador, y la posibilidad de usar traillas. Se ha utilizado este método combinado para hacer economías cuando se trata de formaciones de rocas muy consolidadas.

11. **¿Es difícil la primera pasada?** Generalmente la primera pasada es la más difícil. Las que siguen son más fáciles debido a que el material puede moverse al sector aflojado en la pasada anterior. Por lo tanto, la decisión de utilizar la voladura no debe basarse en el poco rendimiento de la primera pasada.



EMPLEOS ESPECIALES DEL DESGARRADOR

La mayor parte de lo que hemos tratado en las secciones anteriores concierne al desgarramiento de rocas, yacimientos de minerales o suelos bien consolidados. Hay muchas otras utilidades del equipo para desgarrar, en las cuales es posible que el usuario ahorre dinero, o haga el trabajo con mayor rapidez y eficiencia. Tres de los empleos más usuales son carbón, hormigón y asfalto o pavimento bituminoso.

En muchas obras de construcción se necesita extraer el pavimento viejo de hormigón o asfalto. Se utilizan, con buenos resultados, desgarradores para fragmentar superficies de esa clase.

Con un desgarrador montado en tractor y provisto de un solo vástago, se han fragmentado pavimentos viejos de hormigón de 15 a 20 cm (6" a 8") de espesor. En especial, el desgarrador es muy bueno para cortar las varillas o alambres de refuerzo, el cual puede crear problemas en la carga y en el traslado.

La mayoría de los pavimentos de asfalto y otros tipos de "superficies bituminosas" se fragmentan fácilmente con desgarrador. Se ha registrado, en muchos trabajos, que un desgarrador No. 4 de tres vástagos, montado en un Cargador de Carriles 955, avanza con facilidad cortando un pavimento bituminoso de 10 cm (4").

Los estudios efectuados en el trabajo y los datos de producción en obras de fragmentación de pavimentos son difíciles de obtener debido a la variada naturaleza de las obras y los materiales. Siempre que es posible desgarrar dichos materiales, es generalmente más barato que el alhojarlos y fragmentarlos en otras formas.

Otra utilización es el desgarramiento de suelos congelados. Los suelos congelados paralizan muchas veces los trabajos que se hacen en la estación del invierno. En Minnesota, E.U.A., se han desgarrado con éxito terrenos totalmente congelados hasta una profundidad de 2,45 m. El costo varió desde 20 centavos por metro cúbico en banco, en rocas laminares congelados, hasta US \$1,20/m³ b en morena glacial congelada. Este material se utilizó como camino de acarreo para grandes camiones. Probablemente constituía uno de los casos más extremos de congelación de suelos. La experiencia demuestra que hay muy pocos suelos o subsuelos congelados que no se puedan desgarrar. Generalmente si los suelos de esta clase pueden desgarrarse en tiempo caluroso, también es posible hacerlo cuando están congelados.

CONCLUSIONES

En la industria de construcción se está produciendo una revolución en la cuestión de traslado y movimiento de materiales, tanto en rocas como en otras materias duras. Anteriormente, se fragmentaban y movían exclusivamente con perforadoras, explosivos, palas y camiones. Al presente, muchos contratistas que venían haciendo por largo tiempo trabajos de fragmentación y traslado de rocas están adaptando y utilizando nuevas herramientas para reducir los costos y aumentar la producción.

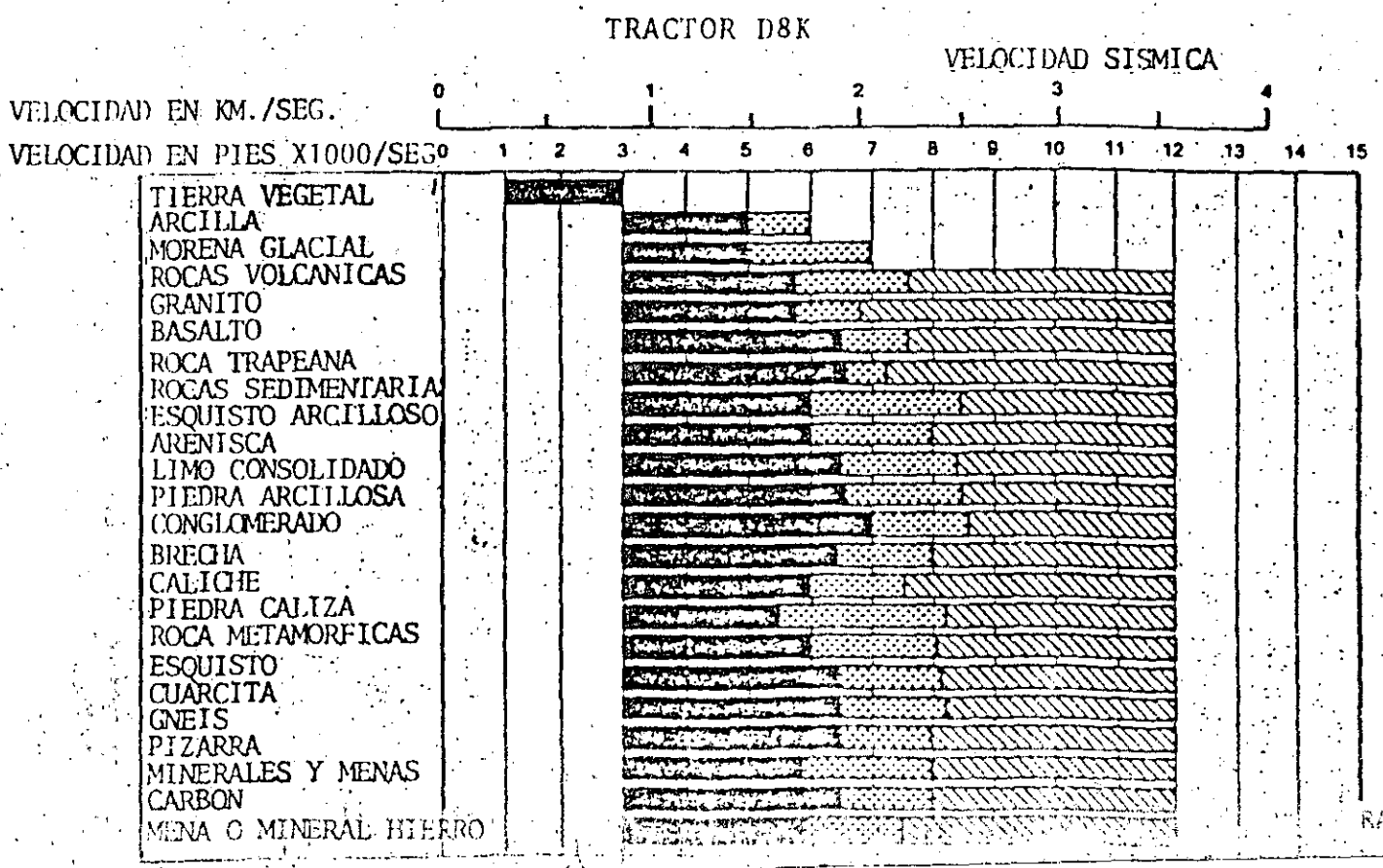
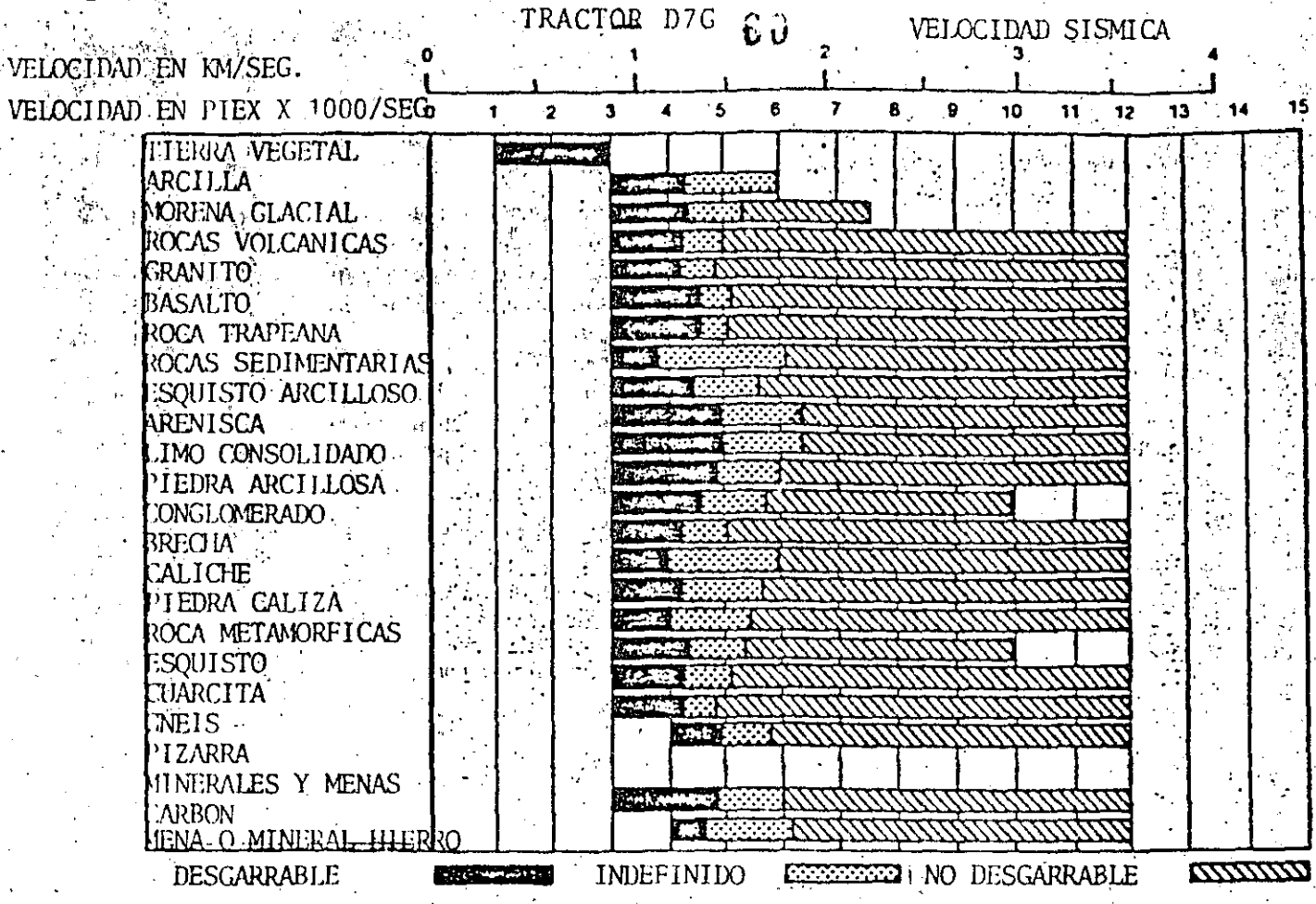
El sismógrafo indica con exactitud dónde es posible desgarrar. La opción de herramientas para desgarramiento que hay disponibles hace posible llevar a cabo con éxito obras de fragmentación en casi todas las formaciones de rocas, excepto las muy sólidas. A medida que se mejoran los métodos de desgarramiento, la metalurgia de los componentes, y el diseño y potencia de los tractores, es posible conseguir economías y extender el área de utilización del desgarrador.

A continuación, hacemos un breve resumen sobre las ventajas del desgarrador:

1. Es generalmente más barato desgarrar que usar el método de perforación y voladura.
2. Se puede conseguir mayor producción desgarrando que utilizando el método de perforación y voladura.
3. Mayor facilidad y seguridad, más adaptabilidad, y tasas más bajas en los seguros contra responsabilidad civil son algunas de las ventajas del desgarramiento sobre el método de perforación y voladura.

Los contratistas que utilizan el desgarramiento para obtener mayores ventajas son los licitadores más favorecidos. Los que usan el desgarramiento obtienen las obras. Están haciendo dinero mediante la utilización del equipo más moderno de movimiento de tierra, y de los métodos técnicos más avanzados que hay disponibles en la industria.

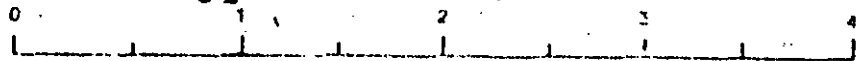
CON OBJETO DE CONOCER LA POSIBILIDAD DE DESGARRAMIENTO, LOS FABRICANTES HAN ELABORADO UNAS GRAFICAS EN QUE RELACIONAN LA CLASE DE MATERIAL Y SU VELOCIDAD SISMICA DE LA MANERA EN QUE SE MUESTRA EN LOS SIGUIENTES CUADROS:



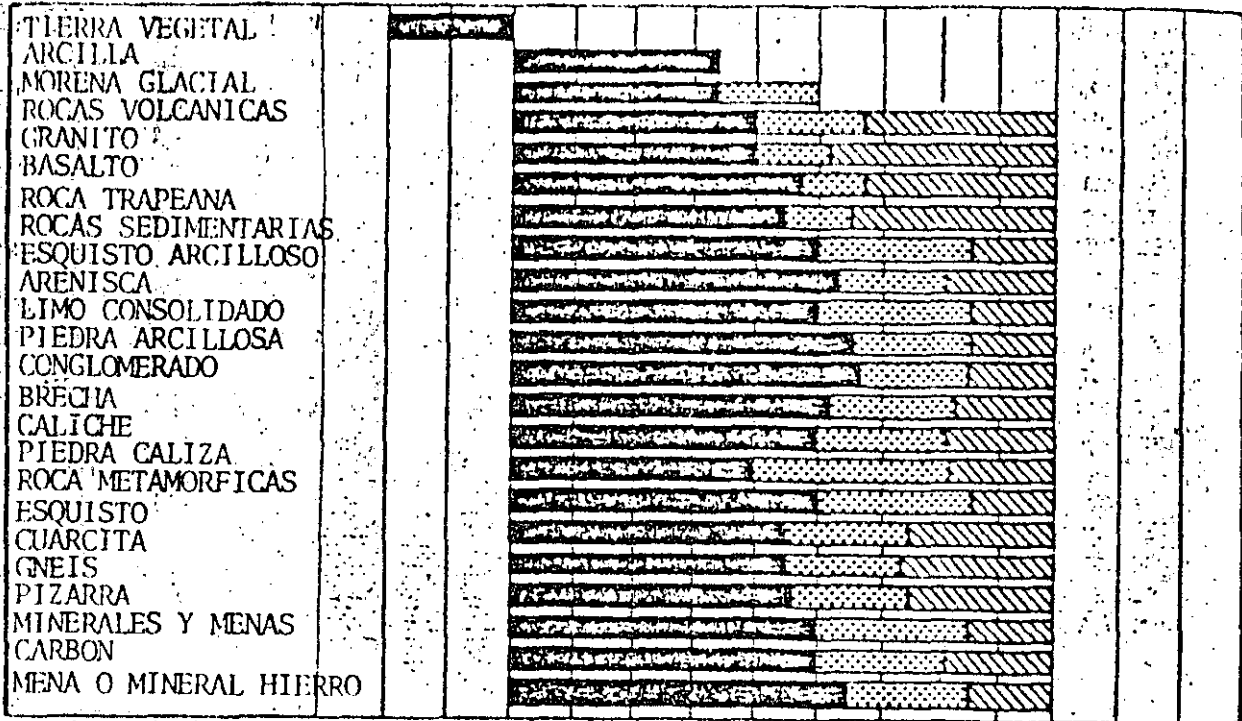
TRACTOR D9H

61 VELOCIDAD SISMICA

VELOCIDAD EN KM/SEG.



VELOCIDAD EN PIES X1000/SEG



DESGARRABLE

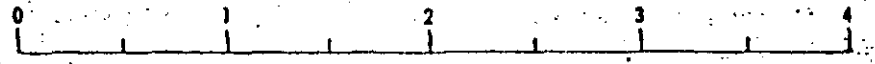
INDEFINIDO

NO DESGARRABLE

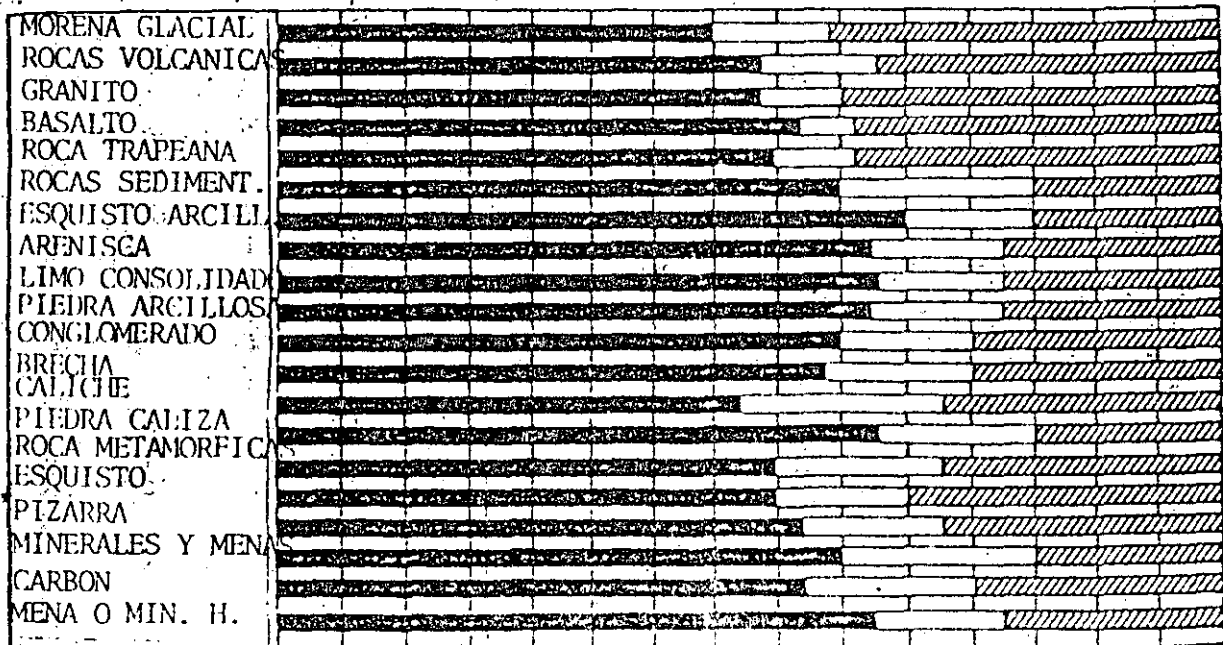
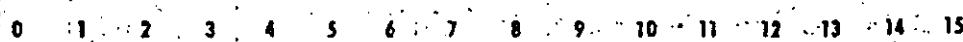
TRACTOR D10

VELOCIDAD SISMICA

VELOCIDAD EN KM/SEG.



VELOCIDAD EN PIES X 1000/SEG



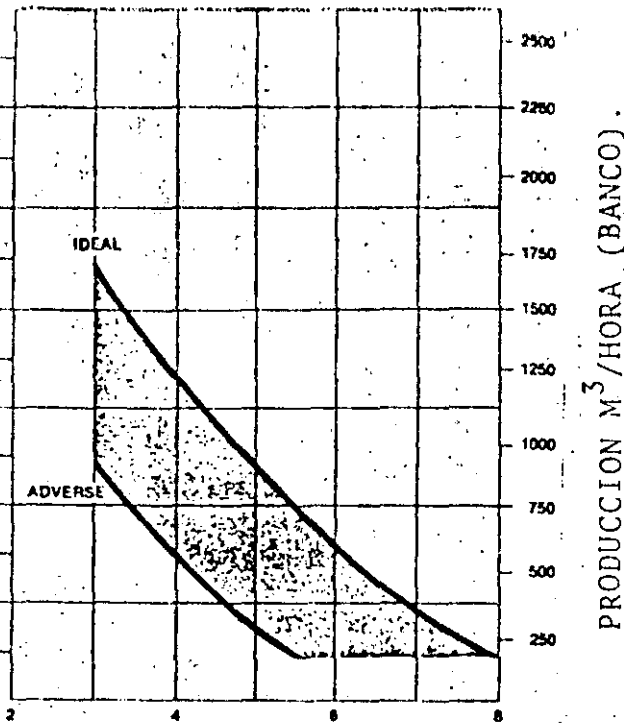
DESGARRABLE

INDEFINIDO

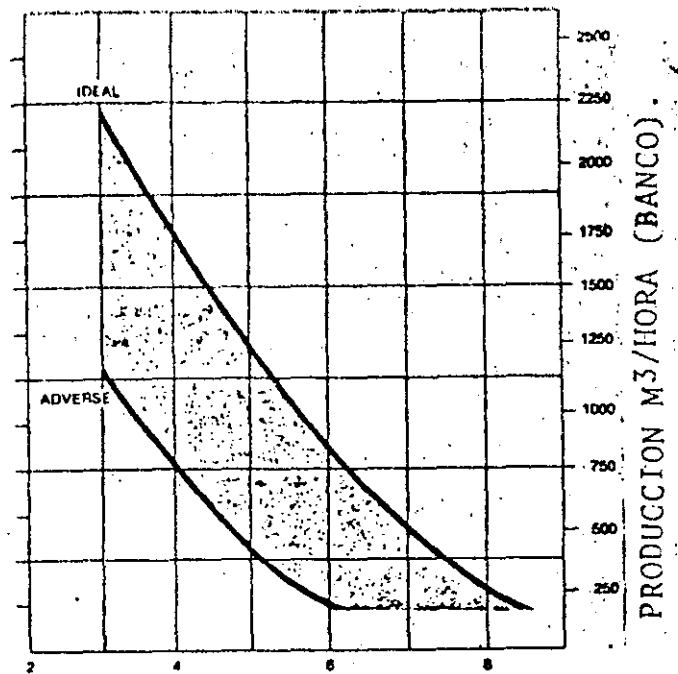
NO DESGARRABLE

D8K CON UN SOLO DIENTE

D9H CON UN SOLO DIENTE

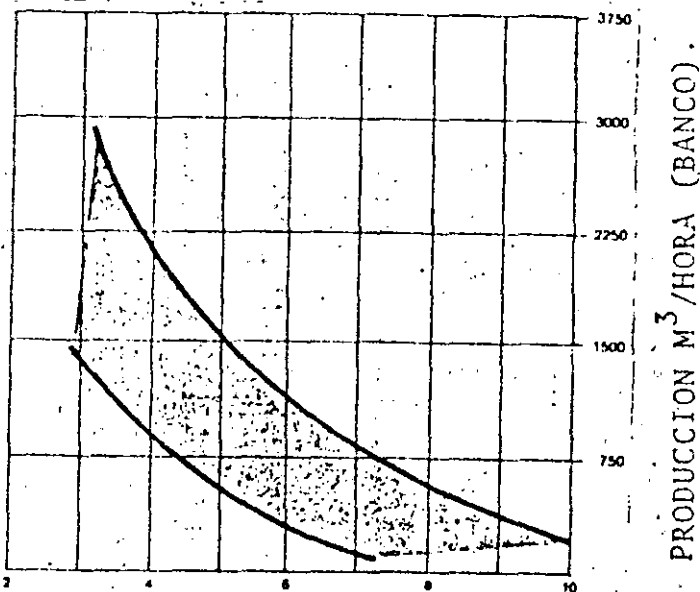


VELOCIDAD SISMICA (PIES X 1000/SEG.)



VELOCIDAD SISMICA (PIES X 1000/SEG.)

D 10 CON UN SOLO DIENTE



VELOCIDAD SISMICA (PIES X 1000/SEG.)

GRAFICAS PARA ESTIMAR LA PRODUCCION DE DESGARRADORES.

Características de estas gráficas:

- La máquina solamente desgarrá, es decir no hace dos trabajos a la vez.
- Máquinas de los últimos modelos con un sólo diente en el desgarrador.
- 100% de eficiencia (deberá considerarse la eficiencia real).
- Las gráficas sirven para cualquier clase de material.
- En rocas Igneas para una velocidad cerca de 2,400 mts. por segundo ó más para el D10, y de 1,750 mts. por segundo ó más para el D9 y el D8, deberá reducir la producción de las gráficas en un 25%.
- Deberá tenerse mucho cuidado en utilizar el rango entre condiciones ideales y condiciones adversas.

PRODUCCION CALCULADA DE UN DESGARRADOR

Supongamos un tractor D8K equipado con un desgarrador de un diente desgarrando un conglomerado que tiene una velocidad sísmica de 4,000 mts/seg. La penetración del diente es de 1.20 mts. y la separación entre pasadas es de 1.00 mt. La velocidad del tractor es de 1.5 Km/hora.

Velocidad 1500 M/hora = 25 m/minuto.

Tiempo empleado en tramos de 100 mts.

$$\text{Tiempo tránsito} = \frac{100 \text{ M}}{25} = 4.00 \text{ min.}$$

Tiempo perdido en las cabeceras = 1.00 min.

$$\text{ciclo} = 5.00 \text{ min.}$$

$$\text{No. ciclos/hora} = \frac{60 \text{ min}}{5 \text{ min}} = 12 \text{ ciclos}$$

Volumen desgarrado por ciclo = $100 \times 1.20 \times 1.00 = 120 \text{ M}^3$.

Volumen horario = $120 \times 12 = 1440 \text{ M}^3/\text{hora}$.

Comparando este volumen se observa que casi coincide con la gráfica correspondiente. La variación se debe a que un tractor desgarrando no mantiene una velocidad constante.

PRODUCCION DE LOS TRACTORES EMPUJADORES
CON CUCHILLA.

La producción de éstas máquinas puede estimarse utilizando las curvas que se muestran más adelante y aplicando los factores necesarios. La fórmula sería:

$$\text{Producción real} = \left(\begin{array}{l} \text{Producción máxima} \\ \text{marcada en la cur} \\ \text{va).} \end{array} \right) \times \left(\begin{array}{l} \text{Factores de correc-} \\ \text{ción).} \end{array} \right).$$

Estas curvas de producción dan la capacidad máxima teórica para cuchillas rectas (S) y universal (U) están basadas en las siguientes condiciones.

- 1.- 100% de eficiencia (60 minutos la hora).
- 2.- Máquinas de transmisión automática.
- 3.- La máquina corta el material a lo largo de 15 mts. y de ahí sigue con la cuchilla llena acarreandolo.
- 4.- El peso específico del material es de 1.300 Kg/M3. suelto ó bien 1,790 Kg/M3. de material en banco.
- 5.- Coeficiente de tracción.
 - a).- Máquinas de oruga = 0.5 como mínimo.
 - b).- Máquinas de neumáticos = 0.4 como mínimo.

Cuando exista poco coeficiente de tracción, las máquinas de rueda resultan seriamente afectadas y su producción de crece rápidamente. Como no existen reglas fijas que puedan predecir esta pérdida de producción, se utiliza una regla que dice, que la producción decrece 4% por cada 1% que decrece el coeficiente de tracción abajo de 0.40

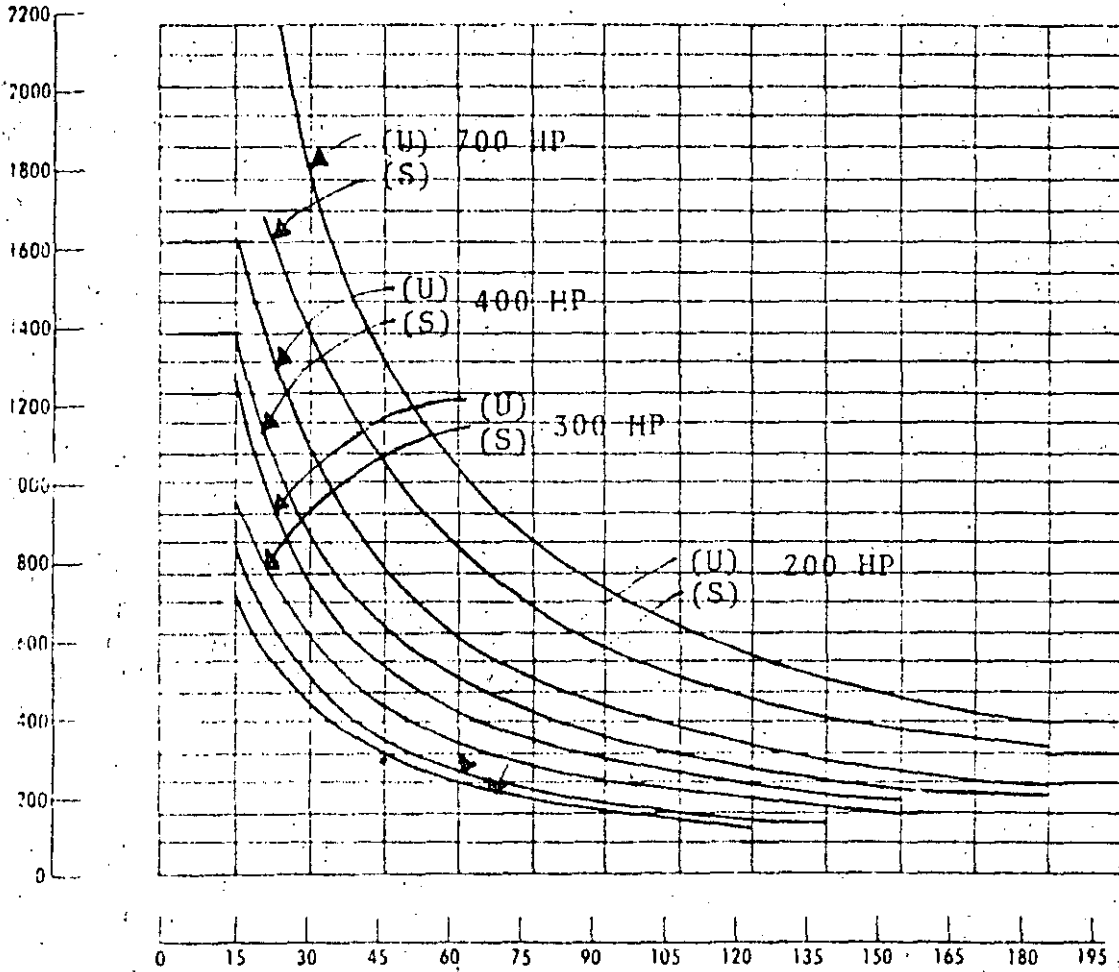
Si por ejemplo:

El coeficiente de tracción es 0.30 la diferencia es de un 10% y la producción decrece al 60% (10 X 4% = 40% de decremento).

El tractor empujador, especialmente montado sobre orugas, es la máquina cuya producción requiere de mayor cuidado al ser determinada ya que la gran variedad de trabajos que ejecuta lo hace particularmente difícil. La producción será constante cuando la máquina se utilice para trabajar en una pila de material pétreo, homogéneo y de partículas pequeñas y se irá complicando si se utiliza con cuchilla angulable extrayendo material con los gavilanes y lo será más si se encuentra en un banco de roca mal tronada haciendo la rezagada.

PRODUCCION DE TRACTORES EMPUJADORES SOBRE ORUGA.

METROS CUBICOS MEDIDOS SUELTOS.



DISTANCIA DE ACARREO (EN METROS)

FACTORES DE CORRECCION.

60

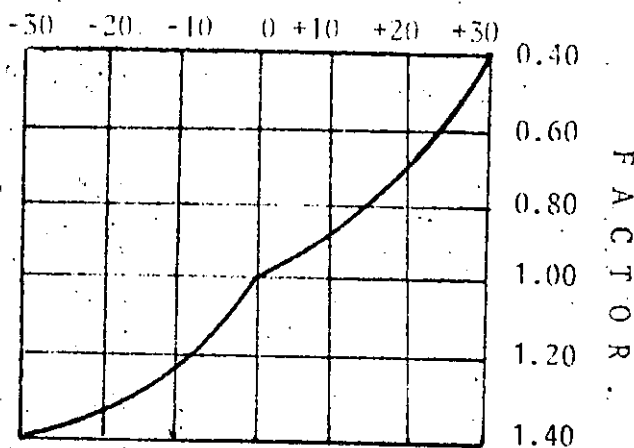
	Tractor de Oruga	Tractor de Llantas
OPERADOR:		
Excelente experiencia 10 años	1.00	1.00
Buena experiencia 3-10 años	0.75	0.60
Regular experiencia menos de 3 años.	0.60	0.60
MATERIAL:		
Suelto y apilado.	1.20	1.20
Difícil de extraer; cortado con gavilán.	0.80	0.75
Sin usar gavilán.	0.70	-o-
Difícil de empujar (seco, material no cohesivo).	0.80	0.80
Roca desgarrada	0.70	-o-
Roca mal tronada	0.60	-o-
MATERIALES PESADOS:		
Si se trata de mover material mayor de 1790 Kg/m ³ . en banco ó 1300 Kg/m ³ . suelto, obtener el coeficiente dividiendo éstos pesos entre el real (la producción debe decrecer).		
EFICIENCIA DE TRABAJO.		
50 minutos/hr.	0.84	0.84
40 minutos/hr.	0.67	0.67
TRANSMISION DIRECTA (NO AUTOMATICA): (0.1 minutos tiempo fijo)		
	0.80	-o-
* CUCHILLA EMPUJADORA.		
Cuchilla angulable (A)	0.60	-o-
Cuchilla amortiguadora (C)	0.50	0.50

*NOTA: La cuchilla angulable y la cuchilla amortiguadora no se consideran como elementos de producción en los empujadores. Dependiendo de las condiciones de trabajo, éstas cuchillas producen de un 50% hasta un 75% de la producción que se consigue con las cuchillas rectas.

PENDIENTE.

La pendiente afecta la producción y el factor de corrección se obtiene del siguiente cuadro, haciendo la anotación de que siempre que sea posible debe aprovecharse la pendiente a favor de la producción.

67 % PENDIENTE



NOTA: (-) FAVORABLE
(+) DESFAVORABLE

EJEMPLO:

Determinar la producción por hora de un tractor -D-8/8S utilizando los gavilanes, que tiene que mover una arcilla empacada a una distancia de 45 mts. con una pendiente hacia abajo de 15%.

El peso del material es de 1,600 Kg/M3. suelto, el operador es bueno y la eficiencia en el trabajo se estima en 50 minutos por hora.

SOLUCION:

De la curva correspondiente obtenemos una producción teórica de 550 mts.3 por hora, medidos en estado suelto...

FACTORES DE CORRECCION APLICABLES:

Una arcilla empacada es un material difícil de cortar y utilizamos los gavilanes. 0.80

Corrección por pendiente de la gráfica. 1.19

Peso del material $1300/1660 =$ 0.81

Operador bueno. 0.75

Eficiencia en el trabajo 50 minutos por hora. 0.84

Producción real = $550 \text{ M}^3 \cdot X \cdot 0.80 \cdot X \cdot 1.19 \cdot X \cdot 0.81$
 $X \cdot 0.75 \cdot X \cdot 0.84 = 267 \text{ M}^3/\text{hora}.$

PRODUCCION CALCULADA DE TRACTORES

De las dimensiones de una cuchilla recta como la que se muestra en la figura el volumen de material que puede acarrear está dado por la siguiente fórmula.

(Manual de especificaciones CARTERPILLAR):

$$V_S = 0.8WH^2$$

En teoría, el peso del material que le cabe a la cuchilla por su coeficiente de fricción de que no conocerse se puede suponer en 1.25 podrá ser movido por el peso del tractor por el coeficiente de fricción (f) entre el tractor y el piso.

$$(\text{Peso de la carga}) \times (F) = \text{Peso del tractor} \times (f)$$

Supongamos un tractor D-8 acarreando roca caliza cuyo peso volumétrico suelto es de 1,550 kg/M³.

Tamaño de la cuchilla H = 1.52 m. W = 4.04 m.

Donde:

H: altura de la cuchilla (m)

W: ancho de la cuchilla (m).

$$V_S = 0.8 (0.04) \times (1.52)^2 = V_S = 7.47 \text{ M}^3$$

$$\text{Peso de la carga} = 1,550 \times 7.47 = 11,578 \text{ kg}$$

$$\text{Coeficiente de fricción (F)} = 1.25$$

$$\text{Coeficiente de fricción (f)} = 0.40$$

Peso del tractor = 37,500 kg.

$$\text{Peso carga} \times F = 11575 \times 1.25 = 14,472 \text{ kg.}$$

$$\text{Peso tractor} \times f = 37,500 \times 0.40 = 15,000 \text{ kg.}$$

Esto quiere decir que el tractor es capaz de mover la carga y si recurrimos al cuadro de tracciones velocidades.

Observamos que el tractor podrá desarrollar 4 km/hora.

Si deseamos conocer la producción teórica que obtendríamos con esta máquina a una distancia de 100 metros, tendríamos que el tiempo por ciclo sería

$$T = \frac{100 \times 60}{4000} = 1.50 \text{ min.} \quad (\text{Ida } 4 \text{ km/hora})$$

$$T = \frac{100 \times 60}{13500} = 0.44 \text{ min.} \quad (\text{Regreso } 13.5 \text{ km/hora})$$

Esto quiere decir 30.90 ciclos por hora.

$$\text{Producción} = 30.90 \times 7.47 \text{ M}^3 = 231 \text{ M}^3/\text{hora.}$$

Cifra que coincide con la que se obtiene de las curvas de producción en el cruce de la curva 85 y la ordenada 100 M.

Por supuesto por este procedimiento deberán también aplicarse los coeficientes de tracción establecidos con anterioridad.

GUIA PARA ELEGIR EL PERIODO DE POSESION BASADO
EN LA APLICACION Y CONDICIONES DE
OPERACION.

	ZONA A	ZONA B	ZONA C
0-10 TRACTORES DE CADENAS	Remolque de motoescrepas y en faenas agrícolas con implementos en la barra de tiro, amontonamiento, apilamiento de carbón y trabajos de relleno. Sin impactos. Operación intermitente a plena aceleración.	Trabajo con la hoja en arcilla, arena y grava. Empuje de motoescrepas, desgarramiento en zanjas de préstamo y sobre todo, desmonte y arrastre de troncos. Condiciones de impacto medio.	Desgarramiento pesado en suelos rocosos. Desgarramiento en tándem. Empuje y arrastre de motoescrepas y trabajo pesado de la hoja en rocas duras. Trabajo en lugares rocosos. Cargas de impacto pesado y continuas.
D3-D7	12.000 Horas	10.000 Horas	8.000 Horas
D8-D9	15.000 Horas	12.000 Horas	10.000 Horas
D10	22.000 Horas	18.000 Horas	15.000 Horas
550 ENDETUBOS	Muy poco uso o ninguno, en barro, agua o rocas. Terrenos sin cuesta y superficies parejas.	Tendido de tuberías en condiciones de operación de desfavorables a severas.	Empleo continuo en barro profundo o agua en suelos rocosos.
	15.000 Horas	13.000 Horas	10.000 Horas.
600 MOTOESCREPAS	Acarreo a nivel o descenso de cuestas en buenos caminos. Sin cargas de choque. Materiales de carga fácil.	Condiciones diversas en la carga y en los caminos de acarreo. Pendientes favorables y adversas. Algunas cargas de choque. Diversos trabajos en construcción de carreteras.	Fuertes cargas de choque, tales como cargas de rocas fragmentadas. Sobrecarga. Resistencia total continua a la rodadura. Caminos de acarreo escabrosos.
613B	12.000 Horas	10.000 Horas	8.000 Horas
Las otras	16.000 Horas	12.000 Horas	8.000 Horas.

El costo horario de la maquinaria es la determinación de la suma de todos los cargos que son aplicables para obtener lo que cuesta la posesión y uso de maquinaria.

Para calcularlo se emplea generalmente un formato especial como el que se muestra, donde necesitamos conocer, como punto de partida, los datos generales de la máquina a utilizar y que son:

VALOR INICIAL. - Es el costo de adquisición de la maquinaria y el equipo adicional, en caso de tenerlo, incluyendo fletes, manobras y montaje, cuando así se requiera, para funcionar por primera vez.

VALOR DE RESCATE. - Es el porcentaje del valor inicial que tiene la maquinaria al terminar el período de vida económica.

INTERES. - Es el rendimiento producto del capital, en este caso invertido en la maquinaria y que debe suponerse igual a la tasa de interés bancaria en el momento del cálculo.

PRIMA DE SEGUROS. - Es el costo necesario para tenerla asegurada contra riesgos, durante su vida económica.

VIDA ECONOMICA. - Es el período de tiempo durante el cual la maquinaria puede operar en la forma más eficiente y económica. Al terminar esta, pasa a un período de vida útil, en que los costos de operación son más altos. (ver tabla I).

HORA POR AÑO. - Es el tiempo de trabajo estimado de acuerdo con la vida económica de la maquinaria.

FACTOR DE OPERACION. - Es el porcentaje al cual trabaja realmente el motor, puesto que nunca utiliza el 100% de su potencia.

POTENCIA DE OPERACION. - Es el producto de la potencia de la maquinaria, por el factor de operación.

COEFICIENTE DE ALMACENAJE. - Es el valor por gastos de vigilancia y mantenimiento de la maquinaria en el lugar de guarda.

FACTOR DE MANTENIMIENTO. - Es el costo necesario para mantener en óptimas condiciones la maquinaria durante su vida económica.

Los datos anteriores son proporcionados por los fabricantes. (Libro amarillo 6 manual Contractors Equipment Ownership expense de la A.G.C. Associated General Contractors Of America).

Para determinar el costo horario de la maquinaria intervienen los siguientes conceptos:

I. - CARGOS FIJOS:

a). - **DEPRECIACION.** - Es el deterioro que con el tiempo y el uso

va sufriendo la maquinaria en su calidad, su valor y su productividad, en función de los valores inicial y de rescate, así como de su vida económica.

- b).- **INVERSION.**- Es la determinación de los intereses producto del capital invertido en la maquinaria, o visto de otra forma, el costo del financiamiento para adquirir una maquinaria.
- c).- **SEGUROS.**- Costo de las pólizas necesarias para cubrir los riesgos a que está expuesta la maquinaria.
- d).- **ALMACENAJE.**- Costo en función de la depreciación lineal de la maquinaria, por las temporadas inactivas, por su almacenaje.
- e).- **MANTENIMIENTO.**- Costo de las reparaciones menores y mayores, en función de la depreciación lineal de la maquinaria (Tabla II).

II.- CONSUMOS.

- a).- **COMBUSTIBLES.**- Los consumos de gasolina ó diesel, según el caso, se determinan de los consumos horarios obtenidos estadísticamente afectados por la potencia de operación.
- b).- **LUBRICANTES.**- Los consumos de aceite se determinan en función de la capacidad del carter, las horas entre cambio y cambio, afectados por la potencia de operación.
- c).- **LLANTAS.**- El consumo horario de llantas se determina por el valor inicial y la vida económica de las mismas. (Tabla III)

III.- OPERACION.

Se determina tomando en consideración los salarios reales y el tiempo efectivo de trabajo por turno.

A continuación se ejemplifica con un modelo real la descripción anterior.

OBRA		HOJA	
MAQUINA	EMPUJADOR		
MARCA	CATERPILLAR		
MODELO	D-10	Nº SERIE	

DATOS GENERALES:

Precio adquisicion: \$ 129'000,000.00 Equipo adicional: _____ Valor inicial (Va): \$ 129'000,000.00 Valor rescate (Vr): 10 % = \$ 12'900,000.00 Tasa interes (i): 65 % Prima seguros (s): 2 %	Fecha cotizacion: Junio 1983 Vida economica (Ve): 5 años Horas por año (Ha): 2,000 hr/año Motor: Diesel D 348 de 700 HP Factor operacion: 0.80 Potencia operacion: 560 HP op Coeficiente almacenaje (K): 0.01 Factor mantenimiento (Q): 0.80
--	---

I.- CARGOS FIJOS

a) Depreciacion:	$D = \frac{V_a - V_r}{V_e} = \frac{119'000 - 12'900}{10,000} = 11,610.00/h.e.$	
b) Inversion:	$I = \frac{V_a + V_r}{2 H_a} = \frac{(129'000 + 12'900) \cdot 0.65}{4,000} = 23,058.75/h.e.$	
c) Seguros:	$S = \frac{V_a + V_r}{2 H_a} = \frac{(129'000 + 12'900) \cdot 0.02}{4,000} = 709.50/h.e.$	
d) Almacenaje:	$A = K \cdot D = 11,610.00 \times 0.01 = 116.10/h.e.$	
e) Mantenimiento:	$M = Q \cdot D = 11,610.00 \times 0.80 = 9,288.00/h.e.$	
SUMA CARGOS FIJOS POR HORA		\$ 44,782.35/h.

II.- CONSUMOS

a) Combustible:	Diesel: $E = a \cdot P_c = 0.20 \times 560 \text{ HP op.} \times \$ 14.00/lt. = \$ 1,568.00/h.e.$ Gasolina: $E = 0.24 \times \text{HP op.} \times \$ \text{ /lt.} =$	
b) Otras fuentes de energia:		
c) Lubricantes L = a Pa		
Capacidad carter: C = _____ litros		
Cambios aceite t = _____ horas		
$a = \frac{C}{t} + \begin{matrix} 0.0035 \\ 0.0030 \end{matrix} \times \text{HP op} = 1.20 \text{ lt/hr. (Manual CAT)} 260.00/h.e.$		
$L = 1.30 \text{ lt/hr} \times \$ 200.00/lt.$		
d) Llantas: LI = VII (valor llantas)		
Hv (vida economica)		
Vida economica: Hv = _____ horas.		
LI = \$ _____		
SUMA CONSUMOS POR HORA		\$ 1,828.00/h.

III.- OPERACION

Salarios: S	operador: \$ 2,500.00	
Sal/turno - prom:	\$ _____	
Horas/turno - prom. (H)	H = 8 horas x 0.75 (factor rendimiento) = 6 horas	
Operacion = O = $\frac{S}{H} = \frac{2,500.00}{6} = \$ 416.66$		
SUMA OPERACION POR HORA		\$ 416.66/h.

COSTO DIRECTO HORA MAQUINA **\$ 46,973.01/h.**

OERA

HOJA

MAQUINA EMPUJADOR

MARCA CATERPILLAR

MODELO D 9 II

N° SERIE

DATOS GENERALES:

Precio adquisicion: \$ 78'250,000.00

Equipo adicional

Fecha cotizacion: Junio 1983

Vida economica (Ve): 5 años

Horas por año (Ha): 2,000 hr/año

Motor: Diesel-D353 de 410 HP

Factor operacion: 0.8

Potencia operacion: 328 HP op

Coeficiente almacenaje (K): 0.01

Factor mantenimiento (Q): 0.80

Valor inicial (Va): \$ 78'250,000.00

Valor rescate (Vr): 10 % = \$ 7'825,000.00

Tasa interes (i): 65 %

Prima seguros (s): 2 %

I.- CARGOS FIJOS

a) Depreciacion: $D = \frac{Va - Vr}{Ve} = \frac{78'250 - 7'825}{10,000} = \$ 7,042.50/h.e.$ b) Inversion: $I = \frac{Va + Vr}{2 Ha} = \frac{(78'250 + 7'825) \cdot 0.65}{4,000}$ c) Seguros: $S = \frac{Va + Vr}{2 Ha} = \frac{(78'250 + 7'825) \cdot 1}{4,000} = 13,987.18/h.e.$ d) Almacenaje: $A = KD = 7,042.50 \times 0.01 = 70.42/h.e.$ e) Mantenimiento: $M = QD = 7,042.50 \times 0.80 = 5,634.00/h.e.$

SUMA CARGOS FIJOS POR HORA

\$ 27,164.47/h.

II.- CONSUMOS

a) Combustible: $E = e Pc$ Diesel: $E = 0.20 \times 328 \text{ HP op.} \times \$ 14.00/lit. = \$ 918.40/h.e.$ Gasolina: $E = 0.24 \times \text{HP op.} \times \$ /lit. =$

b) Otras fuentes de energia:

c) Lubricantes $L = a Pe$ Capacidad carter: $C =$ litrosCambios aceite: $t =$ horas $a = C/t + 0.0035 \times \text{HP op} = 0.68 \text{ lit/hr. (Manual CAT)} = 135.00/h.e.$ $L = 0.68 \text{ lit/hr} \times \$ 200.00/lit.$ d) Llantas: $LI = \frac{YII}{Hv}$ (valor llantas) Hv (vida economica)Vida economica: $Hv =$ horas $LI = \$$ horas

SUMA CONSUMOS POR HORA

\$ 1,054.40/h.e.

III.- OPERACION

Salarios S operador: \$ 2,500.00

Sal/ fumo - prom: \$

Horas / fumo - prom. (H)

 $H = 8 \text{ horas} \times 0.75 \text{ (factor rendimiento)} = 6 \text{ horas}$ Operacion = $O = \frac{S}{H} = \frac{2,500.00}{6} = \$ 416.66$

SUMA OPERACION POR HORA

\$ 416.66

COSTO DIRECTO HORA MAQUINA

\$ 28,635.53

OBRA _____	HOJA _____
MAQUINA EMPUJADOR _____	
MARCA CATERPILLAR _____	
MODELO D-7G _____	Nº SERIE _____

DATOS GENERALES:		Fecha cotizacion: <u>Junio 1983</u>
Precio adquisicion: \$ <u>35'000,000.00</u>		Vida economica (Ve): <u>5</u> años
Equipo adicional _____		Horas por año (Ha): <u>2,000</u> hr/año
Valor inicial (Va): \$ <u>35'000,000.00</u>		Motor: <u>Diesel 3300</u> de <u>200</u> HP
Valor rescate (Vr): <u>10</u> % = \$ <u>3'500,000.00</u>		Factor operacion: <u>0.80</u>
Tasa interes (i): <u>65</u> %		Potencia operacion: <u>160</u> HP op
Prima seguros (s): <u>2</u> %		Coefficiente almacenaje (K): <u>0.01</u>
		Factor mantenimiento (Q): <u>0.80</u>

I. CARGOS FIJOS

a) Depreciacion:	$D = \frac{Va - Vr}{Ve} = \frac{35'000 - 3'500}{10,000} = \$$	<u>3,150.00/h.e.</u>
b) Inversion:	$I = \frac{Va + Vr}{2 Ha} \cdot i = \frac{(35'000 + 3'500)}{4,000} \cdot 0.65 =$	<u>6,256.25/h.e.</u>
c) Seguros:	$S = \frac{Va + Vr}{2 Ha} \cdot s = \frac{(35'000 + 3'500)}{4,000} \cdot 0.02 =$	<u>192.50/h.e.</u>
d) Almacenaje:	$A = KD = 0.01 \times 3,150.00 =$	<u>31.50/h.e.</u>
e) Mantenimiento:	$M = QD = 0.80 \times 3,150.00 =$	<u>2,520.00/h.e.</u>
SUMA CARGOS FIJOS POR HORA		\$ <u>12,150.25/h.</u>

II. CONSUMOS:

a) Combustible:	$E = a \cdot Pc$	
Diesel:	$E = 0.20 \times 160 \text{ HP op} \times \$ 14.00 / \text{lt.} =$	<u>\$ 448.00/h.e.</u>
Gasolina:	$E = 0.24 \times \text{HP op} \times \$ / \text{lt.} =$	
b) Otras fuentes de energia:		
c) Lubricantes: $L = a \cdot Pc$		
Capacidad carter:	$C =$ _____ litros	
Cambios aceite:	$f =$ _____ horas	
$a = \frac{C}{f} + \frac{0.0035}{0.0030} \times \text{HP op} = 0.45 \text{ lt/hr. (Manual CAT)}$		
$L = 0.45 \text{ lt/hr} \times \$ 200 / \text{lt.}$		<u>90.00/h.e.</u>
d) Llantas: $LI = \frac{VH}{Hv}$ (valor llantas)		
Vida economica: $Hv =$ _____ horas		
$LI =$ _____ horas		
SUMA CONSUMOS POR HORA		\$ <u>538.00/h.</u>

III. OPERACION.

Salarios: S operador i	\$ <u>2,000.00</u>	
Sal/ turno - prom.	\$ _____	
Horas / turno - prom. (H)	$H = 8 \text{ horas} \times 0.75 \text{ (factor rendimiento)} =$	<u>6 horas</u>
Operacion = $O = \frac{S}{H} = \frac{2,000.00}{6}$		<u>\$ 333.33/h.e.</u>
SUMA OPERACION POR HORA		\$ <u>333.33/h.</u>

COSTO DIRECTO HORA MAQUINA **\$ 13,021.58/h.**

OBRA	HOJA
MAQUINA EMPUJADOR	
MARCA CATERPILLAR	
MODELO D-8K	Nº SERIE

DATOS GENERALES:		Fecha cotización: Junio 1983
Precio adquisición: \$ 47'500,000.00		Vida económica (Ve): 5 años
Equipo adicional:		Horas por año (Ha): 2,000 hr/año
		Motor: Diesel D-342 de 300 HP
Valor inicial (Va): \$ 47'500,000.00		Factor operación: 0.8
Valor rescate (Vr): 10 % = \$ 4'750,000.00		Potencia operación: 240 HP op
Tasa interés (i): 65 %		Coefficiente almacenaje (K): 0.01
Primo seguros (s): 2 %		Factor mantenimiento (Q): 0.80

I.- CARGOS FIJOS

a) Depreciación:	$D = \frac{Va - Vr}{Ve} = \frac{47'500 - 4'750}{10,000} = \$ 4.275.00/h.e.$
b) Inversión:	$I = \frac{Va + Vr}{2 Ha} = \frac{(47'500 + 4'750) \cdot 0.65}{2 \cdot 2,000} = 8,490.62/h.e.$
c) Seguros:	$S = \frac{Va + Vr}{2 Ha} \cdot s = \frac{(47'500 + 4'750) \cdot 0.02}{2 \cdot 2,000} = 261.25/h.e.$
d) Almacenaje:	$A = KD = 4,275.00 \times 0.01 = 42.75/h.e.$
e) Mantenimiento:	$M = QD = 4,275.00 \times 0.80 = 3,420.00/h.e.$
SUMA CARGOS FIJOS POR HORA \$ 16,489.62	

II.- CONSUMOS.

a) Combustible:	$E = e Pc$
Diesel:	$E = 0.20 \times 240 \text{ HP op.} \times \$14.00 / \text{lt.} = \$ 672.00/h.e.$
Gasolina:	$E = 0.24 \times \text{HP op.} \times \$ / \text{lt.} =$
b) Otras fuentes de energía:	
c) Lubricantes $L = a Pc$	
Capacidad cárter:	$C =$ litros
Cambios aceite:	$f =$ horas
$a = C/f + \begin{matrix} 0.0035 \\ 0.0030 \end{matrix} \times \text{HP op} = 0.57 \text{ lt/hr. (Manual CAT)} 114.00/h.e.$	
$L = 0.57 \text{ lt/hr} \times \$ 200 / \text{lt.}$	
d) Llantas: $LI = \frac{VII \cdot (valor llantas)}{Hv \cdot (vida económica)}$	
Vida económica: $Hv =$ horas	
$LI = \$$ horas	
SUMA CONSUMOS POR HORA \$ 786.00/h.e.	

III.- OPERACION.

Salarios: S	
operador:	\$ 2,000.00
Sal/ turno - prom:	\$
Horas / turno - prom. (H)	
$H = 8 \text{ horas} \times 0.75 \text{ (factor rendimiento)} = 6 \text{ horas}$	
Operación = $O = \frac{S}{H} = \frac{2,000.00}{6} = \$ 333.33/h.e.$	
SUMA OPERACION POR HORA \$ 333.33/h.e.	

COSTO DIRECTO HORA MAQUINA	\$ 17,608.95/h.e.
-----------------------------------	--------------------------

- 77 -

COMPARACION DE COSTOS DE MANEJO DE MATERIAL
CON LAS MISMAS CARACTERISTICAS CON DIFEREN-
TES EMPUJADORES.

DISTANCIA DE ACARREO 60 MTS. HOJA RECTA(S)

Producción teórica graficada por CAT.

D7G	240 M3/hora.
D8K	325 M3/hora.
D9H	525 M3/hora.
D10	850 M3/hora.

Factores de corrección:

Operador bueno	0.75
Material extraído con cilindro de incli- nación lateral.	0.80
Eficiencia 50 min/hora.	0.84
Pendiente favorable 10%	1.15

Producto de los factores de corrección (0.75 x 0.80 x 0.84 x 1.15)
= 0.579

Producciones reales:

D7G	240 x 0.579 = 139 M3/h.
D8K	325 x 0.579 = 188 M3/h.
D9H	525 x 0.579 = 304 M3/h.
D10	850 x 0.579 = 492 M3/h.
COSTOS.-	
D7G	\$ 13,021.58 / 139 = \$ 93.68/m3.
D8K	\$ 17,608.95 / 188 = \$ 93.66/m3.
D9H	\$ 28,635.53 / 304 = \$ 94.19/m3.
D10	\$ 46,973.01 / 492 = \$ 95.47/m3.

COMPARACION DE COSTO POR CABALLO DE FUERZA.

D7G	\$ $\frac{35'000,000}{200 \text{ H.P.}}$	=	\$ 175,000/H.P.
D8K	\$ $\frac{47'500,000}{300 \text{ H.P.}}$	=	\$ 158,333/H.P.
D9H	\$ $\frac{78'250,000}{410 \text{ H.P.}}$	=	\$ 190,853/H.P.
D10	\$ $\frac{129'000,000}{700 \text{ H.P.}}$	=	\$ 184,285/H.P.

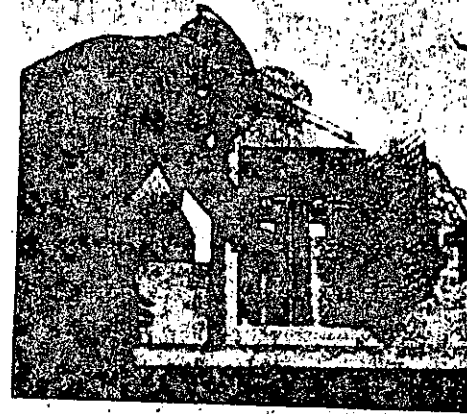
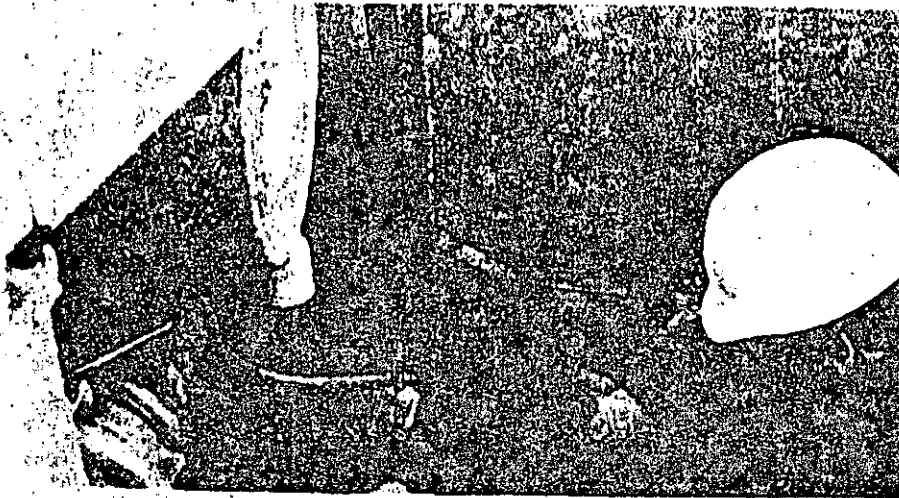
COMO SE PUEDE OBSERVAR DEL ANALISIS ANTERIOR EL COSTO POR M3 Y H.P. ES PRACTICAMENTE IGUAL PARA EL EMPLEO DE CUALQUIER TRACTOR. ENTONCES LA RAZON DE USAR UNO Y OTRO NO ESTA EN FUNSION DEL COSTO, SINO DE LAS NECESIDADES DE PRODUCCION; ASI COMO DE BALANCEAR EL EQUIPO.

Debemos estar conscientes de la imperiosa necesidad de hacer esfuerzos extraordinarios para cuidar minuciosamente inversiones en equipo, lo cual se logrará, en la medida en que se dé la importancia que merece al MANTENIMIENTO PREVENTIVO y la BUENA OPERACION de la maquinaria para la construcción. También es indispensable que las personas con autoridad a nivel de propietarios, gerentes de construcción, superintendentes de obra, intendentes de maquinaria y en general todos los involucrados en esta actividad, estén plenamente convencidos del beneficio en costos que reporta el prevenir, en lugar de reparar fallas o descomposturas mayores, mediante revisiones periódicas hechas BIEN y OPORTUNAMENTE, con personal competente limpio, responsable y honesto.

También será poco lo que se haga en la capacitación del personal y la sensibilización de propietarios de máquinas para llevar a cabo, con minuciosidad y esmero, dichos programas.

En los programas de mantenimiento debería tenerse al personal mejor calificado, pues con sus conocimientos y experiencia podrá detectar oportunamente desgastes cercanos a los tolerables y pequeñas fallas que mediante ajustes menores o cambios de piezas en su límite de servicio, impidan daños mayores, que además de ser costosos, dejan fuera de producción al equipo durante largos períodos de tiempo.

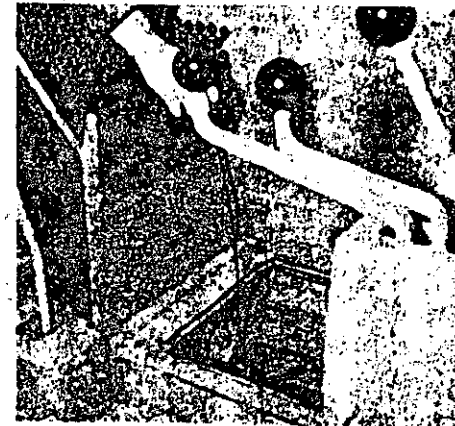
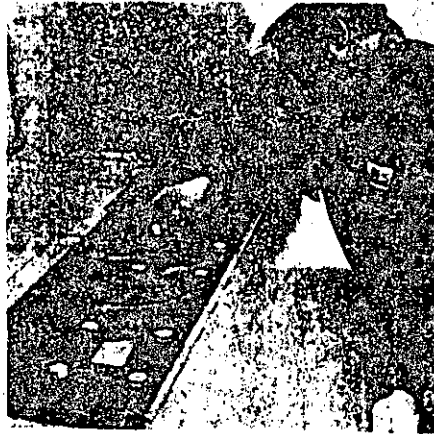
Otras normas indispensables son: la limpieza, ya que no puede inspeccionarse correctamente una máquina sucia llena de lodo o aceite y polvo; también la utilización de herramientas adecuadas propias de cada uso específico, tales como llaves españolas, de estrías, de cubo o dados, de cremallera, torquímetros, etc., en lugar de "la stillse", el marco, las pinzas y las pe-



ANTES DE COMENZAR CUALQUIER OPERACION ES INDISPENSABLE:

VERIFICAR NIVELES DE ACEITE

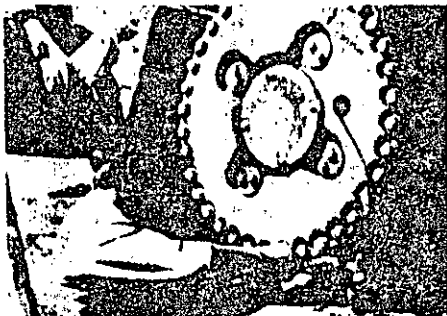
SISTEMAS HIDRAULICOS



EN CASO DE REPARACION
COMPARAR PIEZAS DE
ACUERDO A MANUAL

REVISION
DE BATERIAS

ACEITE DE TRANSMISION



ENGRASADO Y REVISION
GENERAL

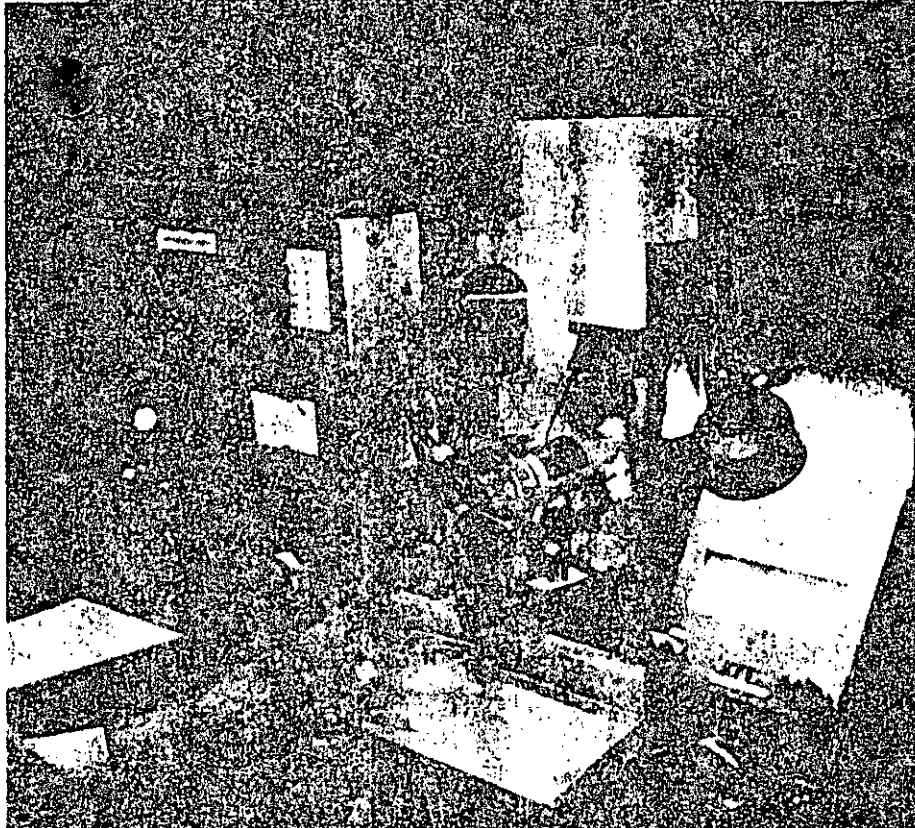


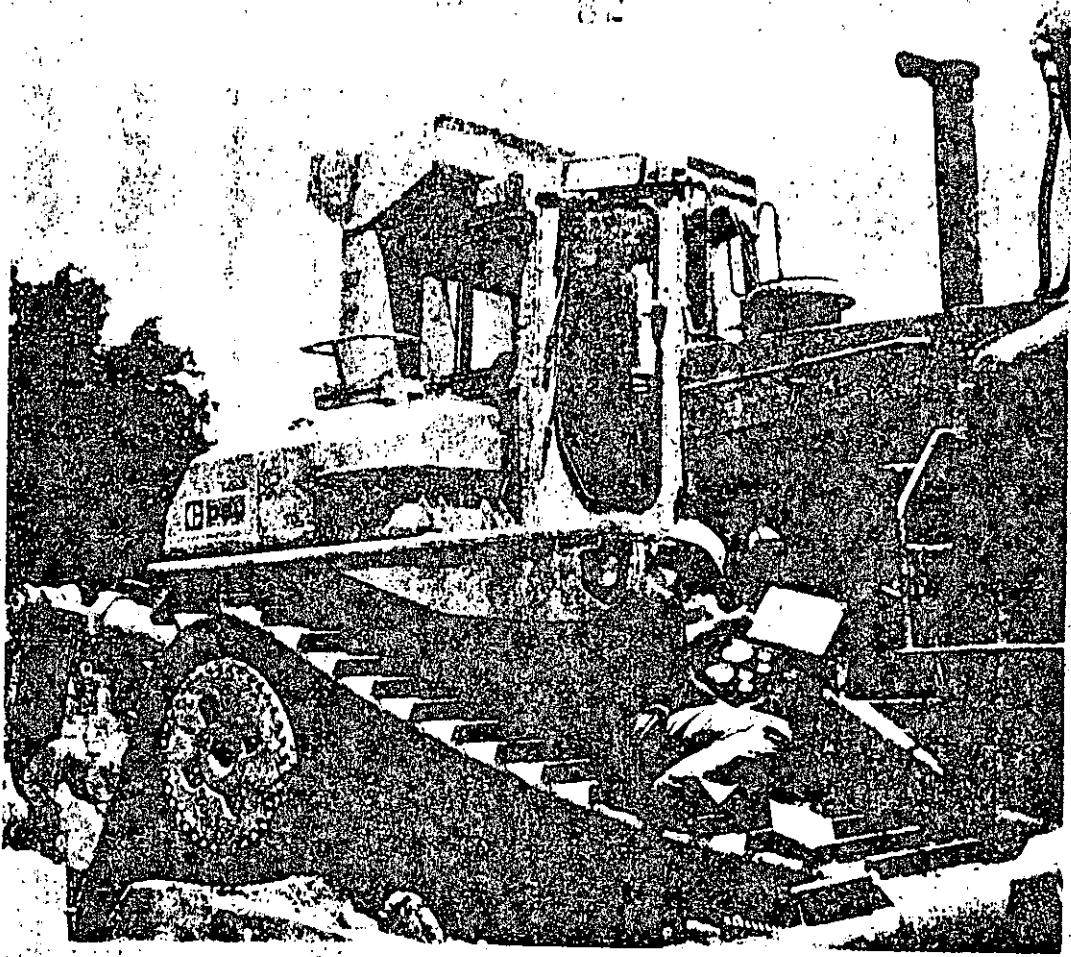
LA EVALUACION
CUIDADOSA DE LAS
PIEZAS POSIBILITA
LA REUTILIZACION E
INCREMENTA EL VALOR

Muestreo Periódico del Lubricante.

El distribuidor Caterpillar de su localidad tiene un sistema para ubicar el desgaste anormal del motor y de la transmisión. Se denomina Muestreo Periódico de Lubricante. Las muestras de lubricante que él toma se analizan en un aparato muy avanzado, que se denomina espectrofotómetro de absorción atómica, y los resultados se relacionan con piezas específicas del motor.

El espectrofotómetro registra en el lubricante partículas de un determinado metal hasta de una millonésima parte. La clase de metal que registra revela qué pieza se está desgastando con exceso en el motor o transmisión. Las partículas de hierro indican desgaste en la bomba de lubricante, en el cigüeñal o en las camisas de cilindros. El cromo denota desgaste anormal en los anillos de pistón o, en algunos casos, en los vástagos de las válvulas. El cobre significa que hay desgaste en los cojinetes, en la transmisión, o en los discos de la dirección, o bien la entrada de agua en el motor. El aluminio revela el desgaste del pistón o de los cojinetes; y el silicio indica la entrada de tierra en el motor.





VERIFICACION CON INSTRUMENTOS DE PRECISION

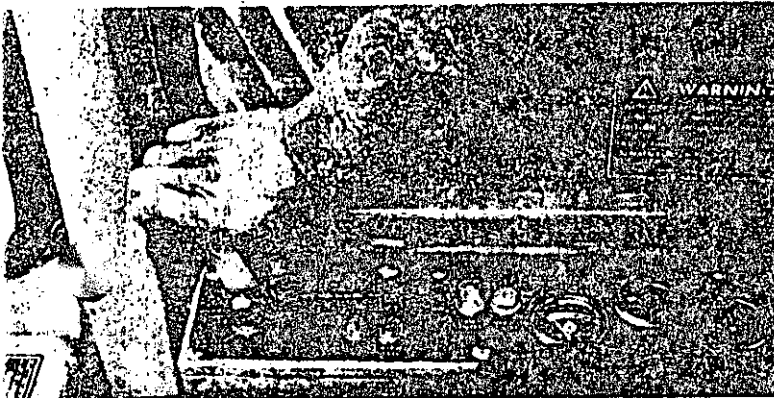
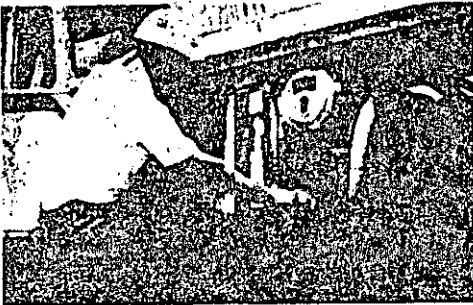
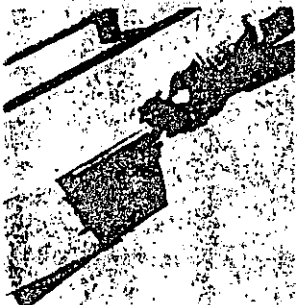
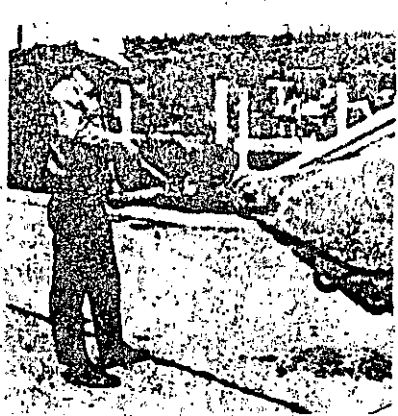
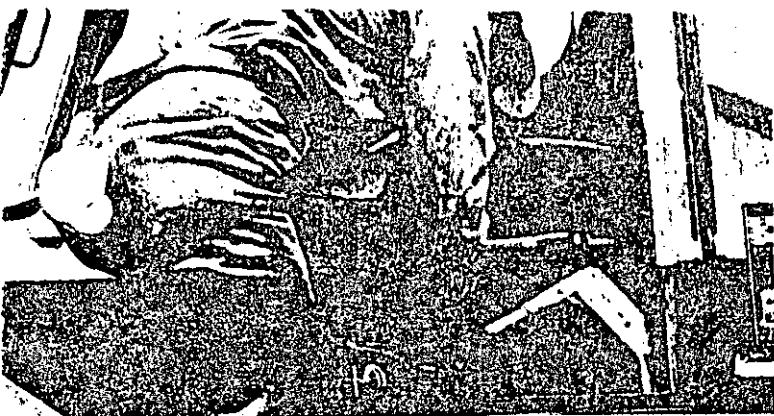
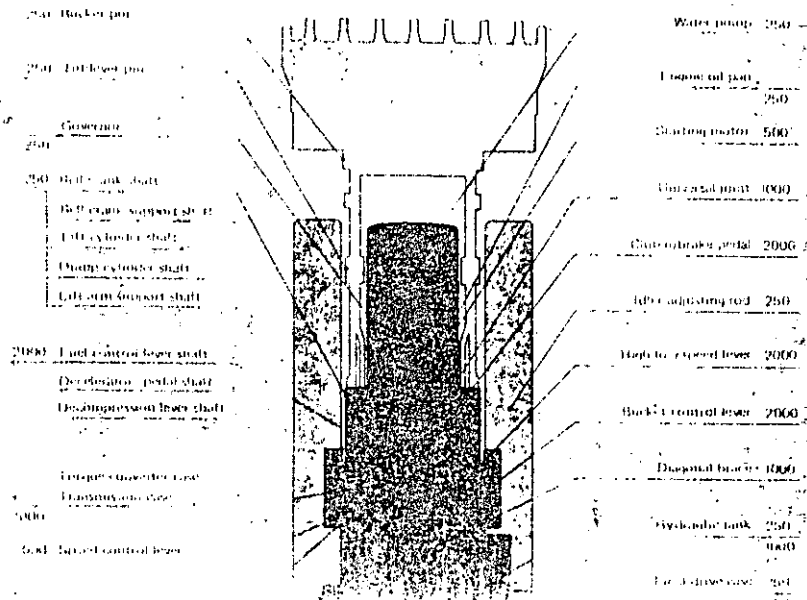


DIAGRAMA TIPICO DE LUBRICACION DE UNA MAQUINA.

Lubrication Points

The figures above the lines show lubricating intervals in hours.
 The figures below indicate oil replacement intervals.





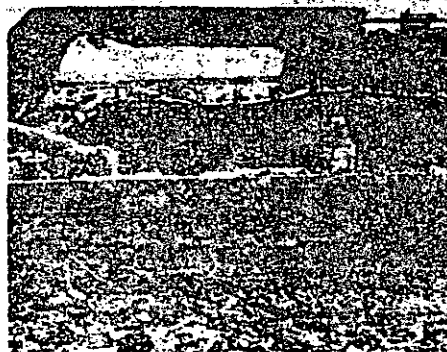
Conservación del combustible.

Ajuste el limitador de la cremallera para aceleración "sin humo". No aumente los ajustes del combustible ni la velocidad en vacío. No utilice la marcha en vacío si es absolutamente necesaria. Cerciórese que el turboalimentador gira con toda libertad. Compruebe si es adecuada la relación de aire y combustible. No aplique los frenos ni el retardador sin necesidad. No llene hasta los bordes el tanque de combustible (para evitar derrames a causa de la expansión). Asegure que el convertidor alcance el par límite, y no utilice el sistema hidráulico a presión indebidamente alta. Asegúrese que no haya fugas en las mangueras ni en las tuberías.



Conservación de los neumáticos.

- Evite subir o bajar cuestas empinadas, pues en ambos casos se requiere mayor fuerza de tracción en las ruedas propulsoras, y aumenta el desgaste.
- Al construir caminos de acarreo, emplee materiales no abrasivos.
- Minimice la humedad en los caminos de acarreo, pues el agua lubrica el caucho y como éste se debilita con el calor, sufre cortes con las rocas.
- Haga virajes amplios. En los virajes cerrados, los neumáticos patinan y se desgastan más.
- Inspeccione los neumáticos cada día, y consiga que el operador compruebe la presión de los neumáticos como parte de sus labores diarias de rutina.



Conservación del Tren de Rodaje.

- Reduzca la velocidad, sobre todo en retroceso. Evite el giro en falso de los carriles.
- Mantenga los carriles alineados.
- Asegúrese que los carriles tengan la comba adecuada (de 1 1/2" a 2").
- Revise frecuentemente los rodillos para ver si hay fugas.
- Dé vuelta a los pasadores y bujes cuando se requiera.
- Elimine el fango y los desechos del tren de rodaje.
- Use protectores guías de carriles.
- Utilice las zapatas más cortas y que proporcionen la necesaria flotación.
- Apriete la tornillería según el par que recomiende el fabricante.
- Intercambie los rodillos a fin de emparejar el desgaste.
- Intercambie los segmentos entre las dos ruedas dentadas, para igualar el desgaste.



4 Conservación de las máquinas y piezas.

- Haga inspecciones diarias caminando en torno de cada máquina para descubrir a tiempo los problemas.
- Haga inspecciones detalladas a intervalos regulares.
- Considere el registro de sus máquinas en un programa de inspecciones periódicas.
- Haga las reparaciones a tiempo, antes de que se agraven los problemas.
- Si es posible, pida los repuestos y programe los servicios futuros anticipadamente.
- Considere el Muestreo Periódico de Lubricante para descubrir las irregularidades al iniciarse.
- Cerciórese que se cambie el lubricante a los intervalos indicados.
- Revise y subraye la importancia de la conservación preventiva.
- Implante buenos hábitos en los operadores, con el fin de eliminar prácticas desfavorables.

ESPECIFICACIONES CATERPILLAR

Tipos de Cadenas

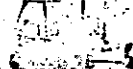
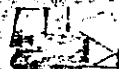
Especificaciones

Especificaciones



Modelo	D3B		D4E		D5B		D6D		D7G		D8K		D9H		D10	
Potencia en el volante	48 kW	65 HP	56 kW	75 HP	78 kW	105 HP	104 kW	140 HP	149 kW	200 HP	224 kW	300 HP	306 kW	410 HP	522 kW	700 HP
Peso en operación* (Trans. P. Shift)	6604 kg	14,560 lb	8836 kg	19,480 lb	11 700 kg	25,800 lb	14 200 kg	31,500 lb	20 802 kg	45,860 lb	32 523 kg	71,700 lb	42 865 kg	94,500 lb	87 772 kg	193,500 lb
(Trans. Directa)	—	—	8950 kg	19,730 lb	11 521 kg	25,400 lb	13 835 kg	30,900 lb	20 684 kg	45,600 lb	31 616 kg	69,700 lb	—	—	—	—
Potencia del motor	3204	—	3304	—	3306	—	3306	—	3306	—	D342	—	D353	—	D348	—
Revoluciones del motor	2400	—	2000	—	1750	—	1900	—	2000	—	1330	—	1375	—	1800	—
Cilindros	4	—	4	—	6	—	6	—	6	—	6	—	6	—	12	—
Diámetro interior	114 mm	4.5"	121 mm	4.75"	121 mm	4.75"	121 mm	4.75"	121 mm	4.75"	146 mm	5.75"	159 mm	6.25"	137 mm	5.4"
Diámetro exterior	127 mm	5"	152 mm	6"	152 mm	6"	152 mm	6"	152 mm	6"	203 mm	8"	203 mm	8"	165 mm	6.5"
Capacidad de combustible	5.2 L	318 pulg ³	7 L	425 pulg ³	10.5 L	638 pulg ³	10.5 L	638 pulg ³	10.5 L	638 pulg ³	20.4 L	1246 pulg ³	24.2 L	1473 pulg ³	29.3 L	1785 pulg ³
Área de las zapatas estándar	5	—	5	—	6	—	6	—	6	—	7	—	7	—	8	—
Área de las zapatas estándar	305 mm	12"	330 mm	13"	406 mm	16"	457 mm	18"	510 mm	20"	560 mm	22"	610 mm	24"	711 mm	28"
Área de la hoja estándar	1.82 m	5' 11.8"	1.83 m	6' 0"	2.21 m	7' 3"	2.36 m	7' 9"	2.70 m	8' 11"	3.15 m	10' 4"	3.35 m	11' 0"	3.91 m	12' 10"
Área de la hoja estándar (zapatas estd.)	1.11 m ²	1723 pulg ²	1.2 m ²	1875 pulg ²	1.81 m ²	2800 pulg ²	2.17 m ²	3380 pulg ²	2.76 m ²	4280 pulg ²	3.51 m ²	5437 pulg ²	4.09 m ²	6338 pulg ²	5.56 m ²	8824 pulg ²
Área de las cadenas	1.42 m	4' 8"	1.52 m	5' 0"	1.88 m	6' 2"	1.88 m	6' 2"	1.98 m	6' 6"	2.13 m	7' 0"	2.29 m	7' 6"	2.69 m	9' 6"
Dimensiones PRINCIPALES:																
Altura sin las partes de arriba*	1.70 m	5' 7"	1.93 m	6' 4"	1.93 m	6' 4"	2.05 m	6' 8"	2.16 m	7' 1"	2.39 m	7' 10"	2.54 m	8' 4"	3.48 m	11' 5"
Altura con el techo o cabina ROPS	2.69 m	8' 10"	2.69 m	8' 10"	2.77 m	9' 1"	2.87 m	9' 5"	3.20 m	10' 6"	3.40 m	11' 2"	3.56 m	11' 8"	4.52 m	14' 10"
Altura total (con hoja recta)	3.69 m	12' 1"	3.86 m	12' 8"	4.60 m	15' 1"	4.80 m	15' 9"	5.28 m	17' 4"	6.58 m	21' 7"	7.24 m	23' 9"	7.57 m	24' 10"
Altura (sin la hoja)	2.75 m	9' 1"	3.20 m	10' 6"	3.63 m	11' 11"	3.73 m	12' 3"	4.19 m	13' 9"	5.26 m	17' 3"	5.61 m	18' 5"	5.92 m	19' 5"
Altura (con zapatas estándar)	1.79 m	5' 10"	1.85 m	6' 6"	2.36 m	7' 9"	2.36 m	7' 9"	2.55 m	8' 5"	2.79 m	9' 2"	3.02 m	9' 11"	3.61 m	11' 10"
Altura libre sobre el suelo	305 mm	12"	357 mm	14"	277 mm	10.9"	310 mm	12.2"	347 mm	13.7"	434 mm	17.1"	460 mm	18.1"	701 mm	27.6"
Anchuras de la hoja:																
Horizontal	—	—	2.44 m	8' 0"	3.15 m	10' 4"	3.20 m	10' 6"	3.66 m	12'	4.04 m	13' 3"	4.39 m	14' 5"	5.49 m	18'
Lateral	—	—	3.12 m	10' 3"	3.63 m	11' 11"	3.89 m	12' 9"	4.27 m	14'	4.72 m	15' 6"	4.88 m	16' 0"	—	—
Escalera	—	—	—	—	—	—	—	—	3.81 m	12' 6"	4.24 m	13' 11"	4.80 m	16' 9"	6.05 m	19' 10"
Ángulo de inclin. con potencia	2.41 m	7' 11"	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Respaldo	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Respaldo (con potencia)	2.41 m	7' 11"	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Respaldo (sin potencia)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Tanque de combust. (llenado)	116 L	31 gal	242 L	64 gal	246 L	65 gal	295 L	78 gal	435 L	115 gal	640 L	170 gal	870 L	230 gal	1446 L	382 gal

* Operación. Incluye lubricantes, refrigerante, el tanque lleno de combustible, hoja empujadora recta, controles hidráulicos y fluido, techo ROPS, y el operador.
 * La versión del D3B tiene 3 velocidades de avance y 3 de retroceso, y la hoja empujadora es de giro horizontal e inclinación lateral con potencia.
 * La parte superior desquarncida sin el techo o cabina ROPS, ni escape, respaldo del asiento, ni otros componentes que obstruyan y son para extracción.



MODELO	D3B B.P.S.		D4E B.P.S.		D5B B.P.S.		D6D B.P.S.		D7G B.P.S.	
Potencia en el volante	48 kW	65 HP	56 kW	75 HP	78 kW	105 HP	104 kW	140 HP	143 kW	200 HP
Peso de operación* (Trans. P. Shift)	7570 kg	16,800 lb	10,630 kg	22,110 lb	14,515 kg	32,000 lb	17,373 kg	38,300 lb	23,451 kg	51,700 lb
(Trans. Directa)			10,062 kg	22,240 lb						
Modelo de motor	3204		3304		3306		3306		3306	
RPM indicadas del motor	2400		2000		1750		1900		2000	
Núm. de cilindros	4		4		6		6		6	
Diámetro interior	114 mm	4.5"	121 mm	4.75"	121 mm	4.75"	121 mm	4.75"	121 mm	4.75"
Carrera	127 mm	5"	152 mm	6"	152 mm	6"	152 mm	6"	152 mm	6"
Cilindrada	5.2 L	318 pulg ³	7 L	425 pulg ³	10.5 L	638 pulg ³	10.5 L	638 pulg ³	10.5 L	638 pulg ³
Rodillos inferiores (a cada lado)	6		5		7		7		7	
Largo de zapata estándar	635 mm	25"	760 mm	30"	854 mm	34"	910 mm	36"	850 mm	34"
Largo de cada carril sobre el suelo	2.07 m	6'9"	2.21 m	7'3"	2.62 m	9'3"	2.87 m	9'5"	3.05 m	10'0"
Área sobre el suelo (zapatas estdr.)	2.63 m ²	4070 pulg ²	3.37 m ²	5231 pulg ²	4.87 m ²	7552 pulg ²	5.25 m ²	8136 pulg ²	5.26 m ²	8160 pulg ²
Entravía de las cadenas	1.65 m	5'5"	1.73 m	5'10"	2.06 m	6'9"	2.11 m	6'11"	2.18 m	7'2"
DIMENSIONES PRINCIPALES:										
Altura sin las partes de arriba**	1.70 m	5'7"	1.93 m	6'4"	1.93 m	6'4"	2.05 m	6'8"	2.15 m	7'1"
Altura incl. techo o cabina (ROPS)	2.67 m	8'9"	2.69 m	8'10"	2.77 m	9'1"	2.87 m	9'5"	3.20 m	10'6"
Largo total (con hoja recta)	3.69 m	12'1"	4.22 m	13'10"	4.98 m	16'4"	5.16 m	16'11"	5.61 m	18'6"
(sin la hoja)	3.00 m	9'10"	3.20 m	10'6"	3.81 m	12'6"	3.94 m	12'11"	4.22 m	13'10"
Ancho (con zapatas estdr.)	2.25 m	7'6"	2.54 m	8'4"	2.92 m	9'7"	3.02 m	9'11"	3.33 m	10'11"
Altura libre sobre el suelo	305 mm	12"	356 mm	14"	279 mm	11"	310 mm	12.2"	347 mm	13.7"
Tipos y anchos de hoja:										
Recta	2.80 m	9'2"	3.05 m	10"	3.51 m	11'6"	3.71 m	12'2"	4.17 m	13'6"
De giro e inclin. con potencia	3.10 m	10'2"								
Capac. tanque de combust. (llenadol)	116 L	31 gal	242 L	64 gal	246 L	65 gal	295 L	78 gal	435 L	115 gal

*Peso de operación. Incluye lubricantes, refrigerante, el tanque lleno de combustible, hoja empujadora recta, controles hidráulicos y fluido, techo ROPS, y el operador. La transmisión del D3B tiene 3 velocidades de avance y 3 de retroceso, y la hoja empujadora es de giro horizontal e inclinación lateral con potencia.

**Altura (la parte superior del gabinete). Sin el techo o cabina ROPS, el escape, el resplando del avance ni otros componentes que obstruyen y son de fácil extracción.

86

Tractores de Cadenas
de Aplicación Especial

Especificaciones



MODELO	D4E A.E.		D5B A.E.		D6D A.E.	
Peso de operación*	8280 kg	18,260 lb	10,565 kg	23,300 lb	13,150 kg	28,990 lb
Modelo del motor	3304		3305		3306	
RPM indicadas del motor	2000		1900		2000	
Número de cilindros	4		6		6	
Diámetro interior	121 mm	4.75"	121 mm	4.75"	121 mm	4.75"
Carrera	152 mm	6"	152 mm	6"	152 mm	6"
Cilindrada	7 L	425 pulg ³	10.4 L	638 pulg ³	10.5 L	638 pulg ³
Gran aumento del par motor	20%		28%		27%	
Pedales inferiores (a cada lado)	5		6		6	
Largo de las zapatas estándar	406 mm	16"	457 mm	18"	510 mm	20"
Largo de cada cadena en el suelo	1.83 m	6'0"	2.18 m	7'2"	2.36 m	7'9"
Área sobre el suelo (zapatas estándar)	1.5 m ²	2304 pulg ²	1.9 m ²	3085 pulg ²	2.4 m ²	3730 pulg ²
Entreje de las cadenas	1.52 m	5'0"	1.88 m	6'2"	1.83 m	6'2"
DIMENSIONES PRINCIPALES						
Alto (sin escape ni cabina ROPS)	1.93 m	6'4"	1.93 m	6'4"	2.11 m	6'11"
Alto (con techo o cabina ROPS)	2.69 m	8'10"	2.77 m	9'1"	2.87 m	9'5"
Largo total	3.35 m	11'0"	3.89 m	12'9"	3.96 m	13'
Ancho con zapatas estándar	1.98 m	6'6"	2.37 m	7'9"	2.39 m	7'10"
Altura libre sobre el suelo	356 mm	14"	278 mm	10.93"	310 mm	12.2"
Capacidad de comb. (llenada)	242 L	64 gal	295 L	78 gal	435 L	115 gal

* El peso de operación incluye lubricantes, refrigerante, zapatas estándar, techo con protecciones ROPS, el tanque lleno de combustible y el operador.

Potencia indicada

Modelo	Volante		Barra de tiro	
	kW	hp	kW	hp
D8K T.D.	224	300	170	223
D7C*	180	250	142	190
D7G T.D.	149	200	113	152
D6D A.E.	123	165	93	125
D6D T.D.	104	140	79	106
D5B A.E.	89	120	67	90
D5B T.D.	78	105	60	80
D4E A.E.	67	90	51	68
D4E T.D.	56	75	42	57

* Con modificación hecha en el taller de adaptaciones de Caterpillar.

**TRACTOR Y
DESGARRADOR**

D7G y No. 7

D8K y No. 8

D9H y No. 9

D10 y No. 10

Tipo de desgarrador	En paralelogramo		En paralelogramo ajustable				En paralelogramo ajustable				En paralelogramo ajustable			
			Un vástago		Multivástago		Un vástago		Multivástago		Un vástago		Multivástago	
Dimensiones (tractor con desgarrador)														
Largo (desgarr. levánt.)	5.64 m	18'6"	6.88 m	22'7"	6.38 m	20'11"	7.32 m	24'0"	6.88 m	22'7"	8.16 m	26'9"	7.39 m	24'3"
Largo (desgarr. abajo)	5.84 m	19'2"	7.26 m	23'10"	6.78 m	22'3"	7.80 m	25'7"	7.37 m	24'2"	8.52 m	27'11"	7.83 m	25'8"
Ancho	2.57 m	8'5"	2.79 m	9'2"	2.79 m	9'2"	3.02 m	9'11"	3.02 m	9'11"	3.66 m	12'0"	3.66 m	12'0"
Viga														
Ancho	2.21 m	7'3"	1.37 m	4'6"	2.63 m	8'7.5"	1.42 m	4'8"	2.98 m	9'10"	1.83 m	6'0"	2.87 m	9'5"
Sección (dimen. exter.)	279x343 mm	11"x13.5"	432x483 mm	17"x19"	381x457 mm	15"x18"	432x483 mm	17"x19"	432x483 mm	17"x19"	ND		559x559 mm	22"x22"
Esp. entre el suelo y la viga ... levantada	1.19 m	3'11"	1.57 m	5'1.5"	1.65 m	5'5"	1.83 m	6'0"	1.83 m	6'0"	1.93 m	6'4"	1.80 m	5'11"
... abajo	203 mm	8"	305 mm	12"	381 mm	15"	223 mm	8.77"	223 mm	8.77"	330 mm	13"	213 mm	8.4"
Vástago:														
Penetración máx.	704 mm	28"	1.22 m	4'0"	710 mm	28"	1.36 m	4'5.5"	978 mm	38.5"	1.77 m	5'10"	1.14 m	3'9"
Nu. de cavidades	3		1		3		1		3		1		3	
Aguj. de ajuste de prof.	2		4 y 6"		2		4 y 6"		2		4		2	
Sección	76x229 mm	3"x9"	89x356 mm	3.5"x14"	76x330 mm	3"x13"	89x356 mm	3.5"x14"	76x330 mm	3"x13"	100x400 mm	4"x16"	100x400 mm	4"x16"
Esp. (centro a centro)	991 mm	39"	—		1.17 m	48"	—		1.35 m	4'5"	ND		1.25 m	4'1"
Largo con la punta	1.30 m	4'3"	2.10 m	6'10.5"	1.57 m	5'2"	2.10 m	6'10.5"	1.75 m	5'9"	2.68 m	8'9"	2.10 m	7'10"
Largo de la punta	356 mm	14"	323 mm	12.7"	373 mm	14.7"	323 mm	12.7"	373 mm	14.7"	376 mm	14.8"	376 mm	14.8"
Esp. libre sobre el suelo (desgarrador levánt.)	483 mm	19"	1.00 m	39.5"	787 mm	31"	1.12 m	44"	876 mm	34.5"	990 mm	39"	584 mm	23"
Peso, vástago instalado: (con vástago estdr.)	2590 kg	5700 lb	4717 kg	10,400 lb	4536 kg	10,000 lb	5900 kg	13,007 lb	6293 kg	13,874 lb	9574 kg	21,106 lb	9613 kg	21,533 lb
Cada vástago adicional	191 kg	420 lb	—		318 kg	700 lb	—		363 kg	800 lb	—		703 kg	1,550 lb

*Vástago de desgarramiento profundo, disponible para los desgarradores de un vástago del D8 y el D9.

El extractor hidráulico de pasadores es equipo estándar con el vástago de desgarramiento profundo.

El peso del diseño para desgarramiento profundo, una vez instalado, es de 4850 kg (10 700 lb) para el D8K, y de 6400 kg (14 100 lb) para el D9H.

RASTRILLOS DE APLICACION MULTIPLE FLECO

Modelo de tractor y hoja leopadora		D3B 3SBPB 4A		D4E 4B 4DBPB		5A D5B 5B 5DBPB		6A D6B 6B 6DBPB		7A D7C 7E 7SBPB		8A D8K 8E		9A D9H 9E				
Ancho del rastrillo	m (pie)	2.11 (6' 11")	2.39 (7' 10")	2.39 (7' 10")	2.74 (9' 0")	3.12 (10' 3")	2.85 (9' 4")	3.20 (10' 6")	3.05 (10' 0")	3.05 (10' 0")	3.40 (11' 2")	3.36 (11' 0")	3.36 (11' 0")	3.66 (12' 0")	3.43 (11' 3")	3.43 (11' 3")	3.77 (12' 4.8")	3.77 (12' 4.8")
Abertura en punta de los dientes	mm (pulg)	260 (11")	266 (10.5")	266 (10.5")	254 (10")	279 (11")	241 (9.5")	306 (12")	266 (10.5")	266 (10.5")	305 (12")	305 (12")	305 (12")	305 (12")	305 (12")	305 (12")	343 (13.5")	343 (13.5")
Penetración de los dientes	mm (pulg)	380 (15")	380 (15")	380 (15")	483 (19")	406 (16")	406 (16")	554 (22")	406 (16")	406 (16")	533 (21")	508 (20")	508 (20")	711 (28")	508 (20")	508 (20")	533 (21")	533 (21")
Peso total	kg (lb)	526 (1160)	725 (1600)	750 (1650)	764 (1685)	1420 (3135)	1315 (2900)	1395 (3065)	1515 (3345)	1749 (3860)	1393 (3070)	2050 (4550)	2673 (5900)	2052 (4525)	2939 (6480)	3064 (6800)	4180 (9185)	4766 (10,520)

RASTRILLO DE HOJA FLECO

		D3B 3P/3S		2.13		2.82		3.55		2.92		3.96		2.95	
Ancho del rastrillo	m (pie)	2.13 (7' 0")	2.77 (9' 1")	2.13 (7' 0")	3.18 (10' 5")	2.82 (9' 3")	3.55 (11' 8")	2.92 (9' 7")	3.96 (13' 0")	2.95 (9' 8")					
Abertura en punta de los dientes	mm (pulg)	273 (10.75")	305 (12")	254 (10")	330 (13")	330 (13")	330 (13")	330 (13")	381 (15")	356 (14")	419 (16.5")	330 (13")			
Penetración de los dientes	mm (pulg)	330 (13")	381 (15")	381 (15")	381 (15")	406 (16")	457 (18")	457 (18")	559 (22")	533 (21")	559 (22")	569 (22")			
Peso total	kg (lb)	222 (490)	331 (730)	313 (690)	576 (1270)	526 (1160)	721 (1590)	662 (1460)	1111 (2450)	993 (2190)	1261 (2780)	1084 (2390)			

RASTRILLO DE ROCAS Y RAICES FLECO

		2.03		2.39		2.82		3.02		3.10		3.43		3.40	
Ancho del rastrillo	m (pie)	2.03 (6' 8")	2.39 (7' 10")	2.39 (7' 10")	2.82 (9' 3")	2.82 (9' 3")	3.02 (9' 11")	3.02 (9' 11")	3.10 (10' 2")	3.10 (10' 2")	3.43 (11' 3")	3.40 (11' 2")			
Abertura en punta de los dientes	mm (pulg)	260 (11")	250 (10")	250 (10")	250 (10")	250 (10")	250 (10")	250 (10")	280 (11")	280 (11")	300 (12")	300 (12")			
Penetración de los dientes	mm (pulg)	381 (15")	483 (19")	483 (19")	584 (23")	584 (23")	533 (21")	533 (21")	711 (28")	711 (28")	711 (28")	711 (28")			
Altura total del rastrillo para maleza	m (pie)	1.32 (4' 4")	1.37 (4' 6")	1.37 (4' 6")	1.47 (4' 10")	1.47 (4' 10")	1.45 (4' 9")	1.45 (4' 9")	1.63 (5' 4")	1.73 (5' 8")	1.91 (6' 3")	1.91 (6' 3")			
Peso total	kg (lb)	525 (1160)	640 (1405)	680 (1500)	1230 (2715)	1390 (3075)	1200 (2640)	1470 (3250)	1690 (3720)	1800 (3960)	2570 (5680)	6180 (2803)			

BPS = Baja presión sobre el suelo

RASTRILLOS DE APLICACION MULTIPLE ROME SERIE MA (MODELO 9 DIENTES)

Modelo de tractor	Modelo de Rastrillos	Dientes	Ancho total del rastrillo		Abertura en punta de los dientes		Peso	
			m	pie	mm	Pulg	kg	lb
D5 y D5B	MA-136-5A	—	3.43	11.25'	360	14.0"	1130	2500
	MA-136-5R	—	3.43	11.25'	360	14.0"	1580	3475
	MA-136-5S	—	3.43	11.25'	360	14.0"	1130	2700
D5BPS	MA-151-5LA	9	3.81	12.5'	360	14.0"	1180	2600
	MA-151-5LR	9	3.81	12.5'	360	14.0"	1640	3610
	MA-151-5LS	9	3.81	12.5'	360	14.0"	1270	2800
D6C y D6D	MA-136-6A	9	3.43	11.25'	360	14.0"	1320	2900
	MA-136A-6A	9	3.43	11.25'	360	14.0"	1360	3000
	MA-136-6R	9	3.43	11.25'	360	14.0"	1740	3825
	MA-136A-6R	9	3.43	11.25'	360	14.0"	1780	3925
	MA-136-6S	9	3.43	11.25'	360	14.0"	1400	3100
D6CBPS	MA-151-6LA	9	3.81	12.5'	360	14.0"	1420	3140
	MA-151-6LR	9	3.81	12.5'	360	14.0"	1870	4120
	MA-151-6LS	9	3.81	12.5'	360	14.0"	1470	3240
D7E, D7F y D7G	MA-144-7R	9	3.66	12.0'	360	14.0"	2600	5750
	MA-144-7S	9	3.66	12.0'	360	14.0"	2450	5400
D8H y D8K	MA-152-8R	9	3.87	12.7'	370	14.5"	3120	6870
	MA-152-8KS	9	3.87	12.7'	370	14.5"	2590	5700
	MA-152-8S	9	3.87	12.7'	370	14.5"	2590	5700

BPS = Baja presión sobre el suelo

HOJAS CATERPILLAR

HOJAS BALDERSON

91

- S- Recta
- U- Universal
- A- Giro horizontal
- C- Amortiguadora
- FS- Esparcidora de rellenos
- PAT- Giro horizontal e inclinación con potencia.
- LIMU- Universal para materias livianas.
- LMB- Hoja de tipo caja para materias livianas.
- HMB- Hoja de tipo caja para materias pesadas.
- SLFU- Universal para rellenos sanitarios.

MODELOS	TIPOS DE HOJA											
	S	U	A	C	FS	PAT	LMU	LMB	HMB	SLFU	PAT	
D3B						•						
D3B B.P.S.	•					•						
D4E	•		•				•			•	•	
D4E B.P.S.	•										•	
D5B	•		•				•			•		
D5B B.P.S.	•											
D6D	•		•				•			•		
D6D B.P.S.	•											
D7G	•	•	•				•			•		
D7G B.P.S.	•											
D8K	•	•	•				•	•	•	•		
D9H	•	•	•	•			•	•	•	•		
D10	•	•		•			•					
814	•						•			•		
815					•							
816					•					•		
824C	•						•	•		•		
825C					•					•		
826C					•					•		

PRODUCCION

DE USO ESPECIAL

	Con cilindro de inclinación lateral		Hoja de giro horiz.	Hoja con Amortig.	Hoja de caja Balderson	Hoja "U" para materias livianas Balderson	Hoja KG Rome	Hoja "V" Fieco	Rastrillos
	S (recta)	U (universal)							
EMPUJE EN PRODUCCION									
Apilamiento liviano	G	E	G		E	E			
Materias corrientes	E	G	F	F	G	G			
Materias tenaces	G	F			F	F			
Apilamiento para cargadores	G	E	F			E			
Esparcim. y mezcla del relleno	E	E	E			G			
Operac. final para nivelar	E	G	E			G			
Relleno de zanjas	G	E	E			E			
Abertura de zanjas	G	E	E			E	G		
Formación de bancales	E	E	E			E			
Empuje de rocas	G	F		G	F	F			
TRABAJOS INICIALES									
Prep. de zonas para edificar	G	G	G			G	F	F	
Construc. de caminos	G	G	G			G	G		
Extracción de tocones	G	G	F			G	E	G	G
Extracción de rocas	G	F	F			F			F
CONFORMACION DEL SUELO									
Terrazas y drenaje	E	G	E			G	F		
Construc. de albercas	G	E	F			G	F		
Habilitación de tierras	E	E	F		E	E	F		
EMPUJE EN LA CARGA									
Empuje temporal con plancha	G	F		E		F			
Empuje continuo	F			E					
DÉSMONTE DE TIERRAS									
Extirpación de matorrales	E	F	G			F		E	E
Tala de árboles	E	F	F			F	E	E	
Amontonamiento	F	F	F			F	G		E

Hojas Empujadoras

Especificaciones de los tractores D3B, D4E y los B.P.S.

MODELO	3P	3P B.P.S.	3S B.P.S.	4A	4S	4S B.P.S.	
Tipo	Giro horiz. Incl. con pot.	Giro horiz. Incl. con pot.	Recta	Recta	Giro horiz.	Recta	Recta
Capac. de las hojas	0.98 m ³ 1.29 yd ³	1.3 m ³ 1.7 yd ³	1.21 m ³ 1.58 yd ³	1.21 m ³ 1.54 yd ³	1.18 m ³ 1.54 yd ³	1.47 m ³ 1.92 yd ³	1.73 m ³ 2.26 yd ³
Peso de embarque (instalada, pero sin controles hidrául.)	1066 kg 2350 lb	1191 kg 2625 lb	997 kg 2200 lb	1179 kg 2600 lb	836 kg 1954 lb	990 kg 2184 kg	1134 kg 2500 lb
Peso de embarque (sólo la hoja)	367 kg 810 lb	449 kg 990 lb	435 kg 960 lb	472 kg 1040 lb	953 kg 2102 lb	715 kg 1573 lb	940 kg 2070 lb
Dimensiones principales (Tractor y hoja)							
Largo (hoja recta)	3.69 m 12' 1"	3.99 m 13' 1"	3.69 m 12' 1"	3.92 m 12' 9"	3.84 m 12' 7"	3.83 m 12' 6.8"	4.19 m 13' 9"
Largo (hoja en ángulo)	4.17 m 13' 8"	4.61 m 15' 1"	—	—	4.46 m 14' 7.6"	—	—
Ancho (hoja en ángulo)	2.23 m 7' 4"	2.85 m 9' 4"	—	—	2.84 m 9' 3.8"	—	—
Ancho (sólo con bastidor C)	—	—	—	—	2.39 m 7' 10"	—	—
Hoja (montaje interior)							
Largo	2.41 m 7' 11"	3.10 m 10' 2"	2.80 m 9' 2"	2.80 m 9' 2"	3.12 m 10' 3"	2.40 m 8' 0"	3.05 m 10' 0"
Alto	742 mm 29.3"	742 mm 29.3"	742 mm 29.3"	742 mm 29.3"	760 mm 29.8"	840 mm 33"	840 mm 33.1"
Prof. máx. de e.c.a.	371 mm 14.5"	387 mm 16"	365 mm 14.4"	345 mm 13.6"	373 mm 14.4"	395 mm 15.5"	395 mm 15.5"
Espac. sobre el suelo a pleno ascenso	845 mm 33.3"	923 mm 36"	858 mm 33.8"	792 mm 31.2"	810 mm 31.9"	820 mm 32.2"	820 mm 32.2"
Inclin. manual máx.	—	—	—	—	475 mm 18.7"	772 mm 30.4"	716 mm 28.2"
Ang. máx. de corte	—	—	+ 8° - 3°	± 5°	—	16°	16°
Giro horizontal (der. o izq.)	25°	25°	—	—	25°	—	—
Inclin. hidrául. máx.	370 mm 14.5"	458 mm 18"	414 mm 16.3"	333 mm 13.1"	—	338 mm 13.3"	302 mm 11.85"

El peso de embarque del tractor incluye los brazos de empuje y el bastidor en posición de inclinación, tuberías de inclinación y resguardos, así como los pasadores de los vástagos de los cilindros si se ofrecen como equipo estándar.

Las capacidades de las hojas se basan en la norma J1203 recomendada por la SAE. Las capacidades se definen del modo siguiente:

Vs = D x W x H

Vu = Vs x Z

en que: Vs = Capacidad de la hoja recta o de giro horizontal

Vu = Capacidad de la hoja inclinada o plega hoja U

W = El ancho de la hoja de hoja U en las puntas de los extremos

H = Alto vertical de la hoja tomada en cuenta las esquinas superiores de perfil descendente, etc.

Z = Longitud de la hoja inclinada o plega hoja U

X = Ancho de la hoja

Tenga en cuenta que la capacidad de la hoja U es el volumen que conduce una hoja recta de las mismas dimensiones, más el volumen correspondiente al acortamiento de la hoja U.

Tienen por objeto hacer comparaciones relativas a los tamaños de las hojas, no para predecir capacidades ni productividad en las condiciones que existen en un terreno determinado.

Hojas Empujadoras

Especificaciones
D7G y D7G:R.P.S. — D8K

MODELO	7A	7S	7U	7S B.P.S.	8A	8S	8U
Tipo	Giro horiz.	Recta	Universal	Recta	Giro horiz.	Recta	Universal
Capac. de las hojas	2.55 m ³ 3.34 yd ³	4.2 m ³ 5.49 yd ³	5.89 m ³ 7.7 yd ³	3.97 m ³ 5.2 yd ³	4.1 m ³ 5.35 yd ³	7.63 m ³ 9.98 yd ³	9.24 m ³ 12.1 yd ³
Peso de embarque (Instalada, pero sin controles hidrául.)	3106 kg 6848 lb	3476 kg 7684 lb	3818 kg 8418 lb	3610 kg 7980 lb	5257 kg 11,590 lb	5479 kg 12,080 lb	6037 kg 13,310 lb
Peso de embarque (Solo la hoja)	2490 kg 5469 lb	2952 kg 6485 lb	3316 kg 7310 lb	3032 kg 6685 lb	4539 kg 10,007 lb	4760 kg 10,493 lb	5318 kg 11,724 lb
Dimensiones princip (Tractor y hoja)							
Largo (hoja recta)	5.49 m 18' 0"	5.26 m 17' 3"	5.76 m 18' 11"	5.69 m 18' 8"	6.61 m 21' 8"	6.58 m 21' 7"	6.91 m 22' 8"
Largo (hoja en áng.)	6.35 m 20' 10"	—	—	—	7.52 m 24' 8"	—	—
Ancho (hoja en áng.)	3.66 m 12' 8"	—	—	—	4.27 m 14' 0"	—	—
Ancho (solo con bastidor C)	3.12 m 10' 3"	—	—	—	3.48 m 11' 5"	—	—
Hoja							
Largo (incluso puntas de extremos)	4.27 m 14' 0"	3.66 m 12' 0"	3.81 m 12' 6"	4.17 m 13' 8"	4.62 m 15' 6"	4.04 m 13' 3"	4.24 m 13' 11"
Altura	960 mm 38"	1.27 m 4' 2"	1.27 m 4' 2"	1.27 m 4' 2"	1.12 m 3' 8"	1.52 m 5' 0"	1.52 m 5' 0"
Profund. máx. excav.	480 mm 18.9"	450 mm 17.6"	450 mm 17.6"	630 mm 25"	610 mm 24.2"	510 mm 20"	510 mm 20"
Espac. sobre el suelo a pleno ascenso	1.19 m 3' 11"	1.17 m 3' 10"	1.17 m 3' 10"	1.19 m 3' 11"	1.32 m 4' 2"	1.40 m 4' 7"	1.40 m 4' 7"
Inclin. máx.	300 mm 11.8"	720 mm 28.4"	750 mm 29.7"	780 mm 30.6"	330 mm 13"	102 mm 4"	106 mm 4.175"
Ang. máx. de corta horizontal	—	8°	8°	8°	—	10°	10°
(der. o izq.)	25°	—	—	—	25°	—	—

El peso de embarque del conjunto incluye la hoja, brazos de empuje o brazos de bastidor en C, cilindro de inclinación, tuberías de inclinación y resguardos, así como los pasadores de los vástagos de los cilindros (si se otorgan como equipo estándar).

Las capacidades de las hojas se definen de acuerdo a las normas J1265 recomendadas por la SAE. Las capacidades se definen del modo siguiente:

$V_s = 0.8 WH$

$V_u = V_s + ZH^2 (W/Z) \tan X$

en que: V_s = Capacidad de la hoja recta o de giro horizontal.

V_u = Capacidad de la hoja semiuniversal o plena hoja U.

W = El ancho de la hoja, excluyendo las puntas de los extremos.

H = Altura y declividad de la hoja, tomando en cuenta las esquinas superiores de perfil descendente, etc.

Z = Longitud de cada ala medida paralelamente al ancho de la hoja.

X = Ángulo de la hoja.

Tome nota que la capacidad de la hoja "U" es el volumen que contiene una hoja recta de las mismas dimensiones, más el volumen correspondiente al acoplamiento de la hoja U. Tenga por cierto hacer comparaciones relativas a los tamaños de las hojas, no para producir capacidades ni productividad en las condiciones que existan en un terreno determinado.



MODELO	9A	9S	9U	9C	10S	10U	10C
Tipo	Giro horiz	Recta	Universal	Amortiguadora	Recta	Universal	Amortiguadora
Capac. de las hojas*	5.87 m ³ 7.68 yd ³	11 m ³ 14.3 yd ³	14.5 m ³ 18.98 yd ³	—	21.6 m ³ 28.2 yd ³	28.7 m ³ 37.6 yd ³	—
Peso de embarque* (instalada, pero sin controles hidrául.)	6883 kg 15,174 lb	7852 kg 17,311 lb	8610 kg 18,981 lb	8745 kg 19,265 lb	12,663 kg 27,930 lb	13,073 kg 28,820 lb	8951 kg 19,755 lb
Peso de embarque* (sólo la hoja)	5440 kg 11,992 lb	6317 kg 13,927 lb	7156 kg 15,777 lb	4337 kg 9,562 lb	11,521 kg 25,400 lb	11,925 kg 26,290 lb	6297 kg 13,925 lb
Dimensiones princip. (Tractor y hoja)							
Largo (hoja recta)	7.13 m 23' 5"	7.24 m 23' 9"	7.52 m 24' 8"	6.91 m 22' 8"	7.57 m 24' 10"	8.16 m 26' 9"	7.27 m 23' 10"
Largo (hoja en áng.)	8.10 m 26' 7"	—	—	—	—	—	—
Ancho (hoja recta)	4.88 m 16' 0"	4.39 m 14' 5"	4.80 m 15' 9"	3.07 m 10' 1"	5.49 m 18' 0"	6.05 m 19' 10"	3.61 m 12' 6"
Ancho (hoja en áng.)	4.32 m 14' 2"	—	—	—	—	—	—
Ancho (sólo con bastidor C)	3.66 m 12' 0"	—	—	—	—	—	—
Hoja							
Largo (incluso puntas de extremos)	4.88 m 16' 0"	4.39 m 14' 5"	4.80 m 15' 9"	3.07 m 10' 1"	5.49 m 18' 0"	6.05 m 19' 10"	3.61 m 12' 6"
Altura	1.30 m 4' 3"	1.80 m 5' 11"	1.80 m 5' 11"	1.24 m 4' 1"	2.24 m 7' 4"	2.24 m 7' 4"	1.53 m 5' 0"
Profund. máx. excav.	580 mm 23"	580 mm 23"	580 mm 23"	113 mm 4 1/2"	686 mm 27"	711 mm 28"	117 mm 4 3/4"
Espac. sobre el suelo a pleno ascenso	1.55 m 5' 0"	1.55 m 5' 3"	1.60 m 5' 3"	990 mm 39"	1.50 m 4' 11"	1.55 m 5' 1"	600 mm 23' 6"
Inclin. máx.	356 mm 14"	940 mm 37 1/2"	103 mm 4 1/8"	—	313 mm 12 3/8"	940 mm 37"	—
Ang. máx. de corte	—	9°	9°	—	± 50	± 50	0°
Giro horizontal (der. o izq.)	25°	—	—	—	—	—	—

*El peso de embarque del conjunto incluye la hoja, brazos de empuje o brazos de bastidor en C, cilindro de inclinación, tuberías de inclinación y los guardas, así como los bastidores de los vástagos de los cilindros (si se ofrecen como equipo estándar).

Las capacidades de las hojas se cifran a las normas J1265 recomendadas por la SAE. Las capacidades se definen del modo siguiente:

$$V_s = 0.6 WH^2$$

$$V_u = V_s + ZH^2 (W/Z) \tan X$$

en que: V_s = Capacidad de la hoja recta o de giro horizontal.

V_u = Capacidad de la hoja semiuniversal, o plena hoja U.

W = El ancho de la hoja, excluyendo las puntas de los extremos.

H = Altura efectiva de la hoja tomando en cuenta las esquinas superiores de perfil descendente, etc.

Z = Longitud de cada ala medida paralelamente al ancho de la hoja.

X = Ángulo de las alas.

Tome nota que la capacidad de la hoja "U" es el volumen que conduce una hoja recta de las mismas dimensiones, más el volumen correspondiente al acoplamiento de la hoja U. También puede hacer comparaciones relativas a los tamaños de las hojas, no para predecir capacidades ni productividad en las condiciones que existen en un terreno determinado.

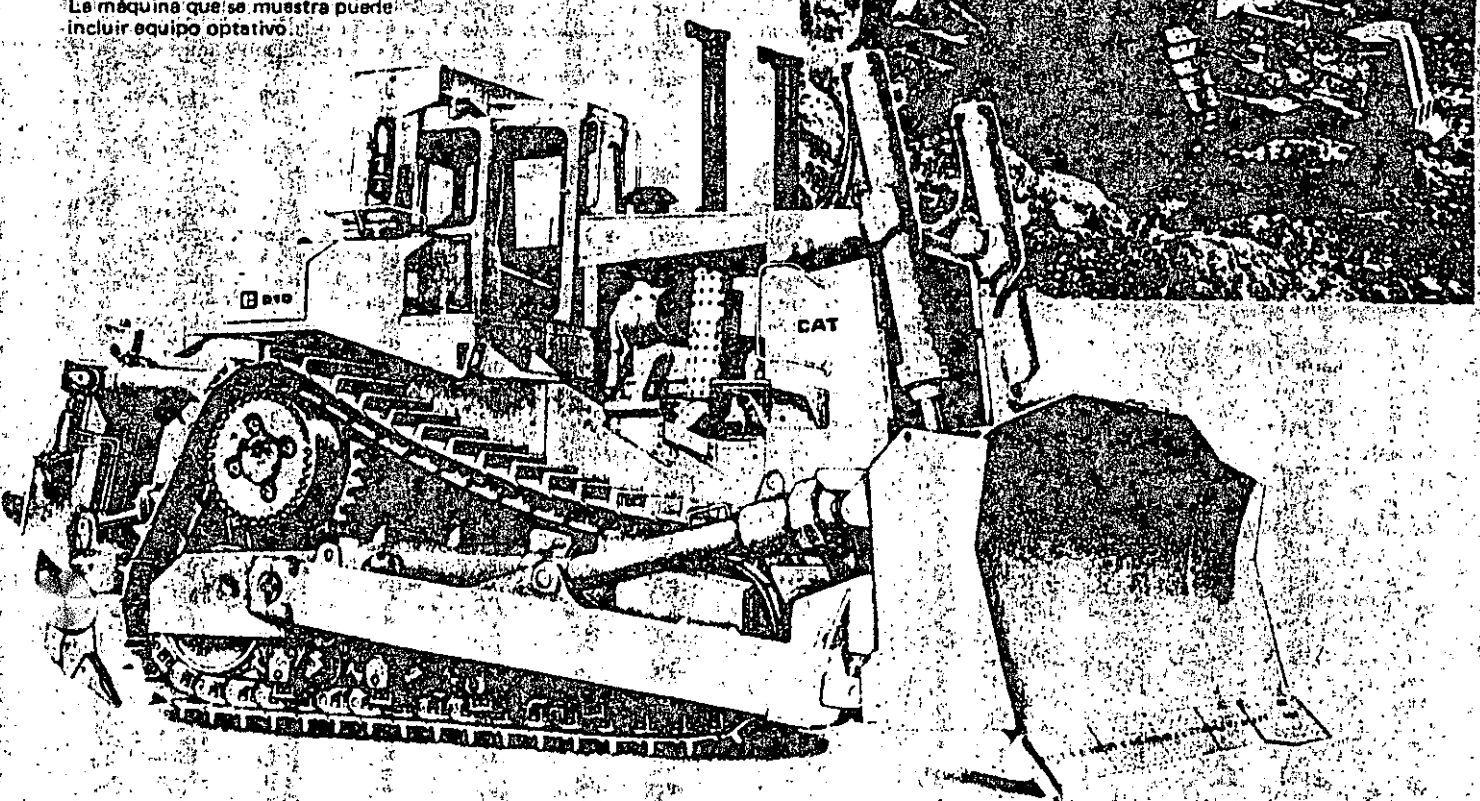


CATERPILLAR

Tractor de Cadenas DIO

95

La máquina que se muestra puede incluir equipo optativo.



Características principales

- El Motor Diesel Caterpillar D348 turboalimentado, desarrolla una potencia de 522 kW (700 hp) en el volante.
- El diseño con rueda motriz elevada pone los mandos finales fuera del alcance del barro, las piedras y el agua, eliminando los impactos de las cargas para prolongar así la vida útil del tren de fuerza.
- El tren de rodaje de bogies montados elásticamente proporciona menos cargas de impactos en los rodillos y bastidores; mejora la tracción de la máquina y la comodidad del operador. Las Cadenas Selladas y Lubricadas, los rodillos y ruedas guía de lubricación permanente, y el estabón maestro de dos piezas, son estándar.
- El eje pivote y la barra compensadora asegurada con pesadores controlan la alineación y la oscilación de los bastidores de rodillos.
- El diseño modular de los componentes principales facilita las reparaciones, permite el intercambio de componentes y la prueba preliminar de los módulos antes de ser instalados.
- El sistema de mando de accesorios montado en el bastidor principal, es una unidad autocontenida que facilita la remoción y atención técnica del motor.
- El sistema de enfriamiento tiene un ventilador impulsado hidrostáticamente; ubicado entre el radiador y los enfriadores de aceite abisagrados para enfriamiento eficaz y reducción de ruidos. Parrilla con aletas deflectoras, abisagrada.
- El tirante estabilizador de la hoja empujadora permite instalar la hoja más cerca de las cadenas para mejor control de los implementos y maniobrabilidad del tractor, con excelente equilibrio.
- El compartimiento del operador con aislación de goma tiene los controles de implementos y de la máquina montados en la consola, a fácil alcance. El asiento, orientado, provee excelente visibilidad tanto hacia adelante como hacia atrás.

- El mantenimiento es sencillo, con menos puntos de engrase, ajustadores hidráulicos de cadenas, y uso extensivo de mirillas y filtros de combustible y aceite, enroscables.
- Servicios CAT PLUS, a cargo del distribuidor Caterpillar. Es el programa de apoyo técnico al cliente más completo en la industria.



Motor Caterpillar

Potencia en el volante a 1800 RPM 522 kW (700 hp)

Es la potencia neta en el volante del motor de la máquina, cuando funciona en un ambiente, según norma SAE, de temperatura de 29°C (85°F) y presión de 995 mbar (29,38" Hg), usando un combustible Diesel de 35 unidades API a temperatura de 15,6°C (60°F) y después de hacer las deducciones por los siguientes equipos: ventilador; filtro de aire; bombas de agua, aceite lubricante y combustible; alternador y silenciador. El motor mantiene la potencia indicada en el volante hasta una altitud de 2300 m (7500').

Motor Diesel Caterpillar D348, de 4 tiempos y 12 cilindros en "V" de 60°, con calibre de 137 mm (5,4"), carrera de 165 mm (6,5") y cilindrada de 29,3 litros (1786 pulg³).

Dos turboalimentadores con cojinetes enfriados por agua para mayor duración. Lumbreras paralelas del múltiple con dos válvulas de admisión y dos de escape por cilindro. Válvulas revestidas de estelita, con asientos de dura aleación de acero, y rotadores de válvulas.

Pistones de aleación de aluminio, de forma elíptica y perfil cónico, con tres anillos de perfil de cuña, enfriados por rocío de aceite. Cojinetes de aluminio reforzados con acero por el dorso y muñones del cigüeñal endurecidos por Hi-Electro. Lubricación a presión con aceite filtrado en flujo total y enfriado. Filtros de aire, de tipo seco, con elementos primario y secundario.

motor (continuación)

Sistema de arranque eléctrico directo de 24 voltios, con bujías incandescentes para calentar las cámaras de precombustión. Alternador de 60 A. Cuatro baterías de 12 voltios y 220 A/h.

El módulo del motor/divisor de par está montado con aislación de goma al bastidor principal para amortiguar las vibraciones y los ruidos del vehículo.



Transmisión

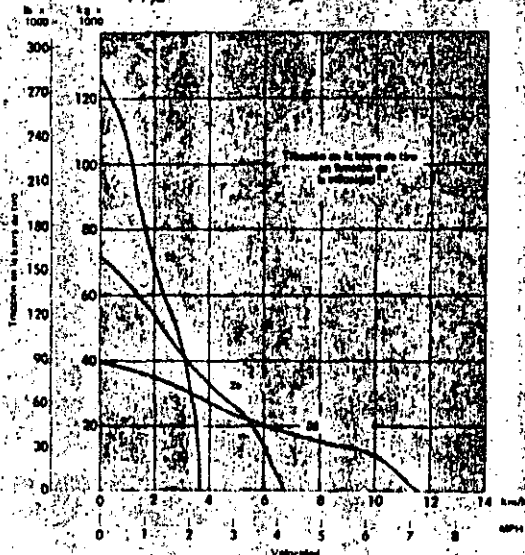
Transmisión planetaria PowerShift con embragues en aceite de 533 mm (21") de diámetro y alta capacidad de par motor. El sistema de modulación especial permite hacer cambios de velocidad y de sentido de marcha a plena carga, sin restricciones.

Convertidor de par de una sola etapa con divisor del par de salida. Está conectado a la transmisión por doble junta universal que proporciona una construcción unitaria para fácil servicio.

La transmisión modular se conecta con la caja de los engranes de transferencia y de la corona, que a su vez conecta con la caja principal del tractor. Estos módulos se pueden cambiar aun con el desgarrador instalado.

Velocidades de marcha a las rpm indicadas del motor:

Marchas	Velocidades de avance		Velocidades de marcha atrás	
	km/h	MPH	km/h	MPH
1a	3,8	2,4	4,6	2,9
2a	6,8	4,2	8,0	5,0
3a	11,6	7,2	13,8	8,6



* La tracción útil depende del peso del tractor equipado y de las condiciones del suelo.



Dirección y frenado

Embragues y frenos de dirección de varios discos, que se aplican por resorte y se desacoplan hidráulicamente. Se enfrían con aceite presionizado y no requieren ajustes. Se puede atender cada conjunto como una sola unidad.

Las palancas combinan el desacoplamiento del embrague principal y el frenado en un solo control para cada cadena. Se tira ligeramente de la palanca para desacoplar los embragues de dirección y al máximo hacia atrás para frenar la cadena.

Un solo pedal aplica simultáneamente los frenos de las cadenas para detener la máquina en paradas normales o de emergencia. El freno de estacionamiento se aplica con la palanca de traba de la transmisión. Si se pierde la presión y es necesario remolcar la máquina, se pueden desacoplar los frenos desde el asiento con una herramienta optativa que se activa desde el receptáculo de arranque auxiliar.



Mandos finales

Mandos finales planetarios, engranes de doble reducción y dientes alineados de paso grueso y perfil convexo, lubricados por salpicadura de aceite y protegidos con sellos de anillos flotantes Duo-Cone. Aros de ruedas motrices divididos en tres segmentos de 120° cada uno, empernables y reemplazables.

Bastidor de rodillos



Tubular, que resiste los esfuerzos torsionales. Rodillos y ruedas guía de lubricación permanente y amortiguados por una serie de bogies que oscilan en conexiones de cartucho y pasador sellados y lubricados. La oscilación de los bogies se controla con cojines elásticos.

Bastidores de rodillos oscilantes unidos al tractor por eje pivote y barra compensadora fijada con pasadores. Grandes bujes pivotes en depósito de aceite. Pasadores de rótula entre bastidor y barra compensadora sellados y lubricados. Bujes de baja fricción en el apoyo, que no necesita mantenimiento. La oscilación de la barra compensadora se limita por cojines elásticos. Mecanismo de retracción totalmente sellado y lubricado.

Número de rodillos (a cada lado) 8
Oscilación 502 mm (19,75")



Cadenas Selladas y Lubricadas

En las Cadenas Selladas y Lubricadas los pasadores están rodeados de lubricante a fin de eliminar el desgaste interno de los bujes como consideración crítica de mantenimiento. Se evitan las fugas de lubricante mediante una disposición de selladura que consiste en un sello de poliuretano, un anillo expansor de goma y un anillo de empuje. Cada pasador de cadena tiene, además un depósito de lubricante en su interior. Esto extiende los intervalos de conservación y la vida útil del tren de rodaje y reduce los costos. Las zapatas con rebajes, los ajustadores hidráulicos de cadena, las guardaguías de cadenas y los eslabones maestros de dos piezas, son estándar.

Paso 260 mm (10,25")
Número de zapatas (a cada lado) 46
Tipo de zapata Con rebajes, para servicio severo
Ancho de la zapata estándar 712 mm (28")
Longitud de la cadena sobre el suelo 391,1 mm (15,4")
Superficie de contacto con el suelo con zapatas estándar 5,56 m² (8624 pulg²)
Altura de la garrá, (desde la cara inferior de la zapata) 102 mm (4,0")



Datos para servicio

	Litros	(Gal. de E.U.A.)
Tanque de combustible	1446	382
Sistema de enfriamiento	197	52
Sistemas de lubricación:		
Cárter del motor Diesel	79	21
Compartimientos de la transmisión, corona y embragues de dirección (incluye convertidor de par)	264	69,7
Sólo el tanque	180	47,5
Mandos finales (cada uno)	11	3
Cada bastidor de rodillos (incluye el compartimiento del eje pivote y del cojinete de retracción)	108	28,6
Sistema hidráulico de los implementos, cuatro válvulas:	250	66
Tanque solamente	180	47,5



Peso (aproximado)

	Con entreña de 2692 mm (106")	Con entreña de 2896 mm (114")
De embarque, con lubr., refrig., 5% de comb., y cab. ROPS/FOPS	64 202 kg (141.538 lb)	64 849 kg (142.966 lb)
En orden de trabajo: incluye lubr., refrig., tanque comb. lleno, cont. hidr., Hoja 10U, desgarr., varios dientes, cab., ROPS/FOPS y el operador	86 622 kg (190.966 lb)	87 062 kg (191.936 lb)



Estructura ROPS

Las estructuras de protección en caso de vuelco ROPS que ofrece Caterpillar para esta máquina conforman a los conceptos ROPS, según normas SAE J395 e ISO 3473. La cabina también conforma a los conceptos FOPS (Estructura de protección contra objetos que caen).



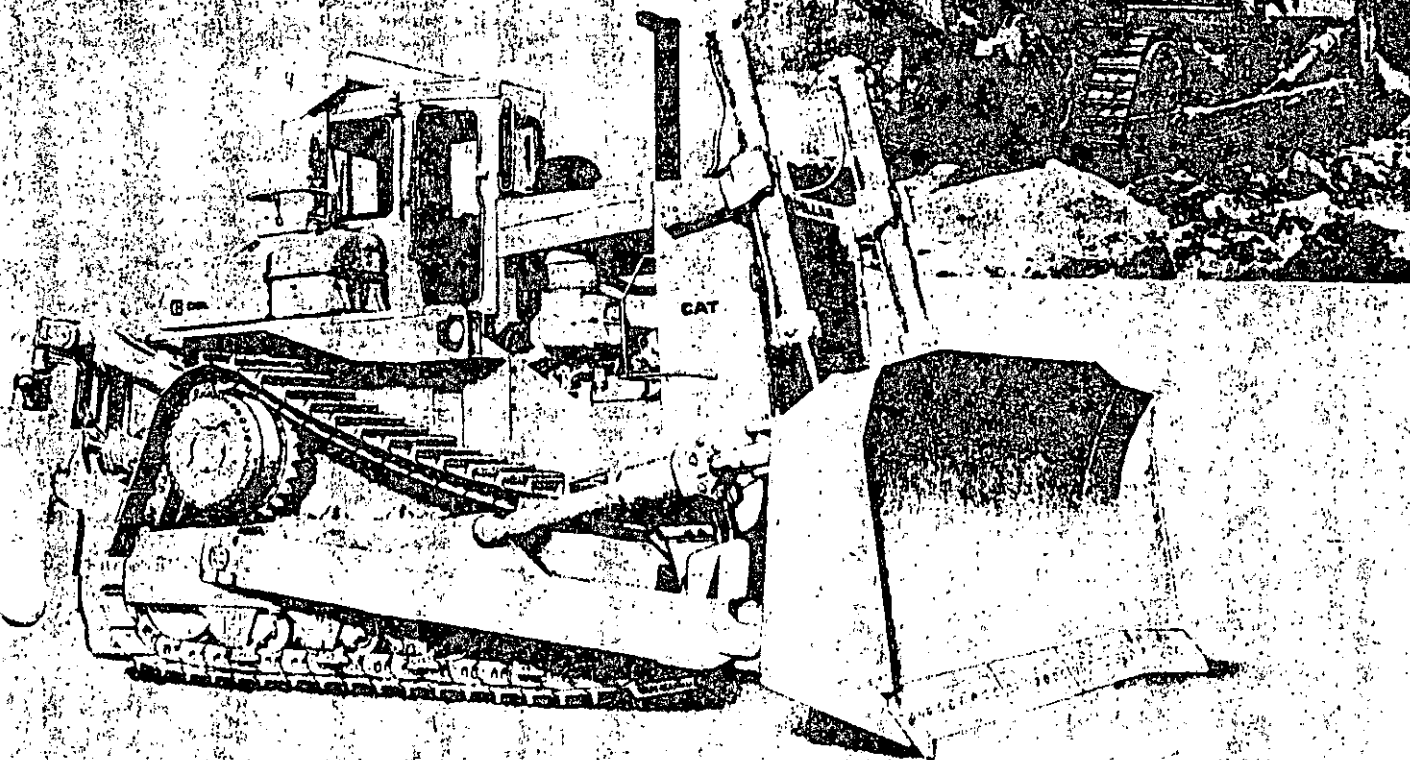
CATERPILLAR

Tractor de Cadenas

D9L

97

La máquina que se muestra puede incluir equipo optativo.



Características principales

- El Motor Diesel Caterpillar 3412 turbosalimentado, desarrolla una potencia de 343 kW (460 hp) en el volante, con una reserva de par del 30%.
- El diseño con rueda motriz elevada pone los mandos finales fuera del alcance del barro, las piedras y el agua, eliminando los impactos de las cargas para prolongar así la vida útil del tren de fuerza.
- El tren de rodaje de bogies montados elásticamente proporciona menos cargas de impactos en los rodillos y bastidores, mejora la tracción de la máquina y la comodidad del operador. Las Cadenas Selladas y Lubricadas, los rodillos y ruedas guía de lubricación permanente, y el eslabón maestro de dos piezas, son estándar.
- El eje pivote y la barra compensadora asegurada con pasadores controlan la alineación y la oscilación de los bastidores de rodillos.
- El diseño modular de los componentes principales facilita las reparaciones, permite el intercambio de componentes y la prueba preliminar de los módulos antes de ser instalados.
- El tirante estabilizador de la hoja empujadora permite instalar la hoja más cerca de las cadenas para mejor control de los implementos y maniobrabilidad del tractor, con excelente equilibrio.
- El compartimiento del operador con aislación de goma tiene los controles de implementos y de la máquina montados en la consola a fácil alcance. El asiento, orientado, provee excelente visibilidad tanto hacia adelante como hacia atrás.
- El mantenimiento es sencillo, con menos puntos de engrase, y con ajustadores hidráulicos de cadenas, puntos de servicio agrupados para facilitar la atención técnica, y filtros enroscables de aceite y combustible.
- Servicios CAT-PLUS, a cargo del distribuidor Caterpillar. Es el programa de apoyo técnico al cliente más completo en la industria.



Motor Caterpillar

Potencia en el volante a 1900 RPM 343 kW (460 hp)

Es la potencia neta en el volante del motor de la máquina, cuando funciona en un ambiente, según norma SAE, de temperatura de 29°C (85°F) y presión de 995 mbar (29,38" Hg), usando un combustible Diesel de 35 unidades API a temperatura de 15,6°C (60°F) y después de hacer las deducciones por los siguientes equipos: ventilador; filtro de aire; bombas de agua, aceite lubricante y combustible; alternador y silenciador. El motor mantiene la potencia indicada en el volante hasta una altitud de 2300 m (7500').

Motor Diesel Caterpillar 3412, turbosalimentado, de 4 tiempos y 12 cilindros en "V" de 65°, con calibre de 137 mm (5,4"); carrera de 152 mm (6,0") y cilindrada de 27,0 litros (1649 pulg³).

Sistema de combustible Caterpillar de inyección directa, con válvulas y bombas de inyección individuales, libres de ajuste. Cojinetes del turbosalimentador, enfriados por agua para mayor duración. Lumbreras paralelas de los múltiples de admisión, con dos válvulas de admisión y dos de escape por cilindro. Válvulas revestidas de estelita, con asientos de dura aleación de acero y rotadores de válvulas.

Pistones de aleación de aluminio, de forma elíptica y perfil cónico, con tres anillos de perfil de cuña, enfriados por rocío de aceite. Cojinetes de aluminio reforzados con acero por el dorso, y muñones del cigueñal totalmente endurecidos. Lubricación a presión con aceite filtrado en flujo total y enfriado. Filtro de aire, de tipo seco, con elemento primario y secundario.

Sistema de arranque eléctrico directo de 24 voltios. Cuatro baterías de 12 voltios y 172 A.h.

El módulo del motor/divisor de par está montado con aislación de goma al bastidor principal para amortiguar las vibraciones y los ruidos del vehículo.



Transmisión

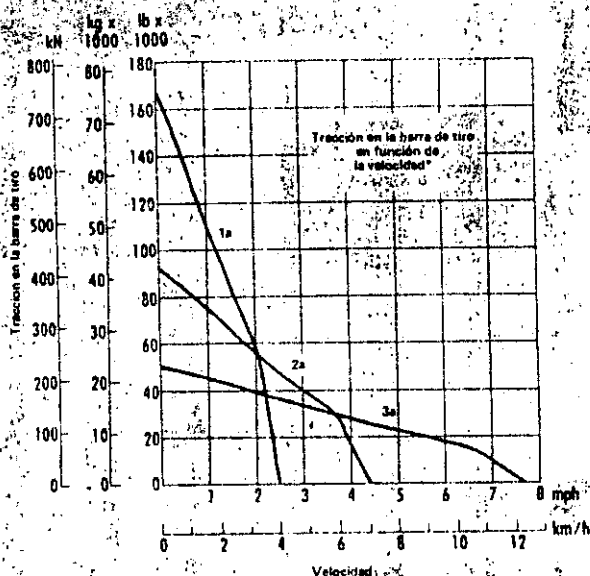
Transmisión planetaria Power Shift con embragues en aceite de 432 mm (17") de diámetro y alta capacidad de par motor. El sistema de modulación especial permite hacer cambios de velocidad y de sentido de marcha a plena carga sin restricciones.

Convertidor de par de una sola etapa con divisor del par de salida. Está conectado a la transmisión por doble junta universal, que proporciona una construcción unitaria para fácil servicio.

La transmisión modular se conecta con la caja de los engranajes de transferencia y de la corona, que a su vez conecta con la caja principal del tractor. Estos módulos se pueden cambiar aun con el desgarrador instalado.

Velocidades de marcha a rpm indicadas del motor:

Marchas	Velocidad de avance		Velocidad de marcha atrás	
	km/h	MPH	km/h	MPH
1a	3,9	2,4	5,1	3,2
2a	7,2	4,5	9,0	5,6
3a	12,4	7,7	15,4	9,6



* La tracción útil depende del peso del tractor equipado y de las condiciones del suelo.



Dirección y frenado

Embragues y frenos de dirección de varios discos, que se aplican mediante resortes y se desacoplan hidráulicamente. Se enfrían con aceite presionizado y no requieren ajustes. Se puede atender cada conjunto como una sola unidad.

Las palancas combinan el desacoplamiento del embrague principal y el frenado en un solo control para cada cadena. Se tira ligeramente de la palanca para desacoplar los embragues de dirección, y al máximo hacia atrás, para frenar la cadena.

Un solo pedal aplica los frenos en ambas cadenas simultáneamente para detener la máquina en paradas de emergencia o normales. El freno de estacionamiento se aplica con la palanca de traba de la transmisión. En caso de pérdida de presión en el sistema y que sea necesario remolcar la máquina el operador puede desacoplar los frenos desde el asiento con una herramienta optativa de servicio que se activa eléctricamente desde el receptáculo de arranque auxiliar.



Mandos finales

Mandos finales planetarios, engranajes de doble reducción y dientes alineados de paso grueso y perfil convexo, lubricados por salpicadura de aceite y protegidos con sellos de anillos flotantes Duo-Cone. Aros de ruedas motrices divididos en tres segmentos de 120° cada uno, empernables y reemplazables.

Bastidor de rodillos



De diseño tubular, que resiste los esfuerzos torsionales y de flexión. Los rodillos y ruedas guía de lubricación permanentemente están montados elásticamente en el bastidor de rodillos por una serie de bogies. Los bogies oscilan en conexiones de cartucho y pasador sellados y lubricados. La oscilación de los bogies se controla con cojines elásticos.

Los bastidores de rodillos oscilantes están unidos al tractor por un eje pivote y una barra compensadora asegurada con pasadores. Los grandes bujes pivotes funcionan en un depósito de aceite.

La oscilación de la barra compensadora está restringida por cojines de goma. La conexión de la montura es un buje de baja fricción que no necesita mantenimiento. El mecanismo de retracción está completamente sellado y lubricado.

Número de rodillos (a cada lado) 8



Cadenas Selladas y Lubricadas

En las Cadenas Selladas y Lubricadas los pasadores están rodeados de lubricante a fin de eliminar el desgaste interno de los bujes como consideración de mantenimiento crítica. Se evitan las fugas de lubricante mediante una disposición de selladura que consiste en un sello de poliuretano, un anillo expansor de goma y un anillo de empuje. Cada pasador de cadena tiene un depósito de aceite. Esto extiende los intervalos de conservación y la vida útil del tren de rodaje y reduce los costos. Los ajustadores hidráulicos, guardaguías de cadenas, y los eslabones maestros de dos piezas, son estándar.

Paso	229 mm (9")
Número de zapatas (a cada lado)	47
Tipo de zapata	Para servicio severo
Ancho de la zapata estándar	610 mm (24")
Longitud de la cadena sobre el suelo	3556 m (1140")
Superficie de contacto con el suelo con zapatas estándar	4,336 m ² (6,720 pulg ²)
Altura de la garra, (desde la cara inferior de la zapata)	93 mm (3,66")



Datos para servicio

	Litros	(Gal. de E.U.A.)
Tanque de combustible	965	255
Sistema de enfriamiento	129	34
Sistemas de lubricación:		
Cárter del motor Diesel	57	15
Compartimientos de la transmisión, corona y embragues de dirección (incluye convertidor de par)	178	47
Mandos finales (cada uno)	19	5
Cada bastidor de rodillos (incluye el compartimiento del eje pivote y del cojinete de retracción)	138	36,5
Sistema hidráulico de los implementos		
Tanque solamente	83	22



Peso (aproximado)

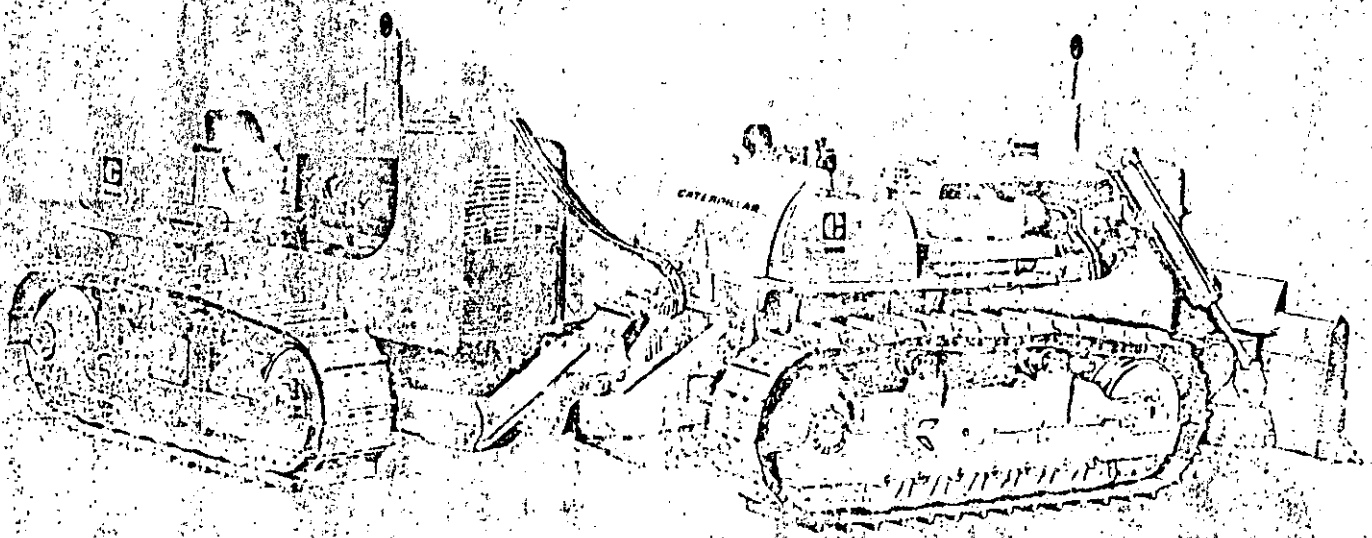
De embarque, incluye lubricantes, refrigerante	
10% de combustible y	
ROPS con techo FOPS	41.098 kg (90.605 lb)
ROPS con cabina FOPS	41.526 kg (91.545 lb)

En orden de trabajo: incluye lubricantes, refrigerante, tanque de combustible lleno, controles hidráulicos, Hoja 95, cadenas para servicio severo con zapatas de 610 mm (24"), techo ROPS - FOPS y el operador 50.762 kg (111.910 lb)



Estructura ROPS

(El techo ROPS - FOPS es estándar en E.U.A., solamente) Las estructuras de protección en caso de vuelco ROPS que ofrece Caterpillar para esta máquina conforman a los conceptos ROPS, según las normas SAE J395 e ISO 3471. El techo y la cabina también conforman a los conceptos FOPS (Estructura de Protección contra la Caída de Objetos), según las normas SAE J231 e ISO 3449.



T tractor Doble de Carriles DD9, Serie G, con resguardos protectivos de los rodillos inferiores.

Características principales

- Al hacer contacto con la tierra, se utiliza el 100% de la potencia, y se elimina el tiempo de espera que se invertiría para situar el segundo tractor. Es ventajoso, sobre todo, con materiales difíciles de cargar, tales como esquistos arcillosos, en que se requiere la potencia de los dos tractores para iniciar la carga.
- Se reduce el tránsito de vehículos en el corte, lo cual es ventajoso sobre todo en sectores de poco espacio en que la carga sucesiva, mediante dos tractores, es difícil o imposible. En estos casos, el D9G Doble reduce mucho el tiempo de los ciclos.
- El operador se fatiga menos. El empuje en tandem corriente exige coordinación exacta y precisa entre los operadores de los tractores separados. Con el D9G Doble, la coordinación es automática. Debido a esto, y también al mejor sistema de control y a la cantidad de marcha, se mantiene alta producción en toda la jornada.
- Controles. Ambas máquinas se gobiernan desde el tractor delantero. Cuando sea necesario, se pueden desconectar las máquinas, y manejarse separadamente.

Motor Caterpillar

Potencia total en el volante 770 hp
 Kilovatios 574
 (El kilovatio es la unidad del Sistema Internacional de Medidas que se utiliza en vez del hp.)

Los motores, cada uno con 385 hp en el volante, a 1330 RPM. Se puede controlar independientemente cada motor, o ambos simultáneamente, mediante aceleradores de pedal de acción neumática.

Es la potencia neta en el volante del motor de la máquina cuando funciona bajo las condiciones S.A.E. de temperatura y presión atmosférica, a sea 29°C (85°F), y 746 mm (29,38") Hg, utilizando fuel Oil de 35 API a 15,6°C (60°F). El equipo estándar del motor incluye ventilador, filtro de aire, sifón, bombas de agua, de lubricante, y de combustible, y alternador. El motor mantiene su potencia indicado hasta 3000 m (10.000') de altitud.

Motor diesel Caterpillar, Modelo D353, de cuatro tiempos y seis cilindros, con 159 mm (6,25") de diámetro y 203 mm (8") de carrera. Su cilindrada es de 24,1 litros (1473 pulg³). Está provisto de turbina estada y entrada

del aire, y tiene bombas individuales de combustible y cámaras de precombustión que no se obstruyen ni requieren ajustes. Las válvulas están revestidas con estelita, y los asientos son de duro acero de aleación. Los retardadores de válvulas aseguran la distribución uniforme del calor.

Las pistones, de sección ligeramente elíptica y leve conicidad, son de aluminio de aleación y tienen tres anillos. Hay bandas de hierro fundido para los dos anillos de compresión. Los cojinetes son de aluminio de aleación, reforzados con acero por el dorso. Los muñones del cigueñal se endurecen por Hi-Electro. Hay un embrague limitador del par motor en la propulsión del ventilador. El arranque es eléctrico directo de 24 voltios, con alternador de 19 amperios y dos baterías de 12 voltios y 220 amperios.



transmisión

Las servotransmisiones de los D9G. Con una sola palanca se controlan simultáneamente con aire ambas transmisiones. El control se efectúa desde el tractor delantero.

	Avance		Retroseso	
	km/h	(MPH)	km/h	(MPH)
1a	0-3,9	(2,4)	0-4,8	(3,0)
2a	0-6,8	(4,2)	0-8,4	(5,2)
3a	0-10,5	(6,5)	0-12,7	(7,9)

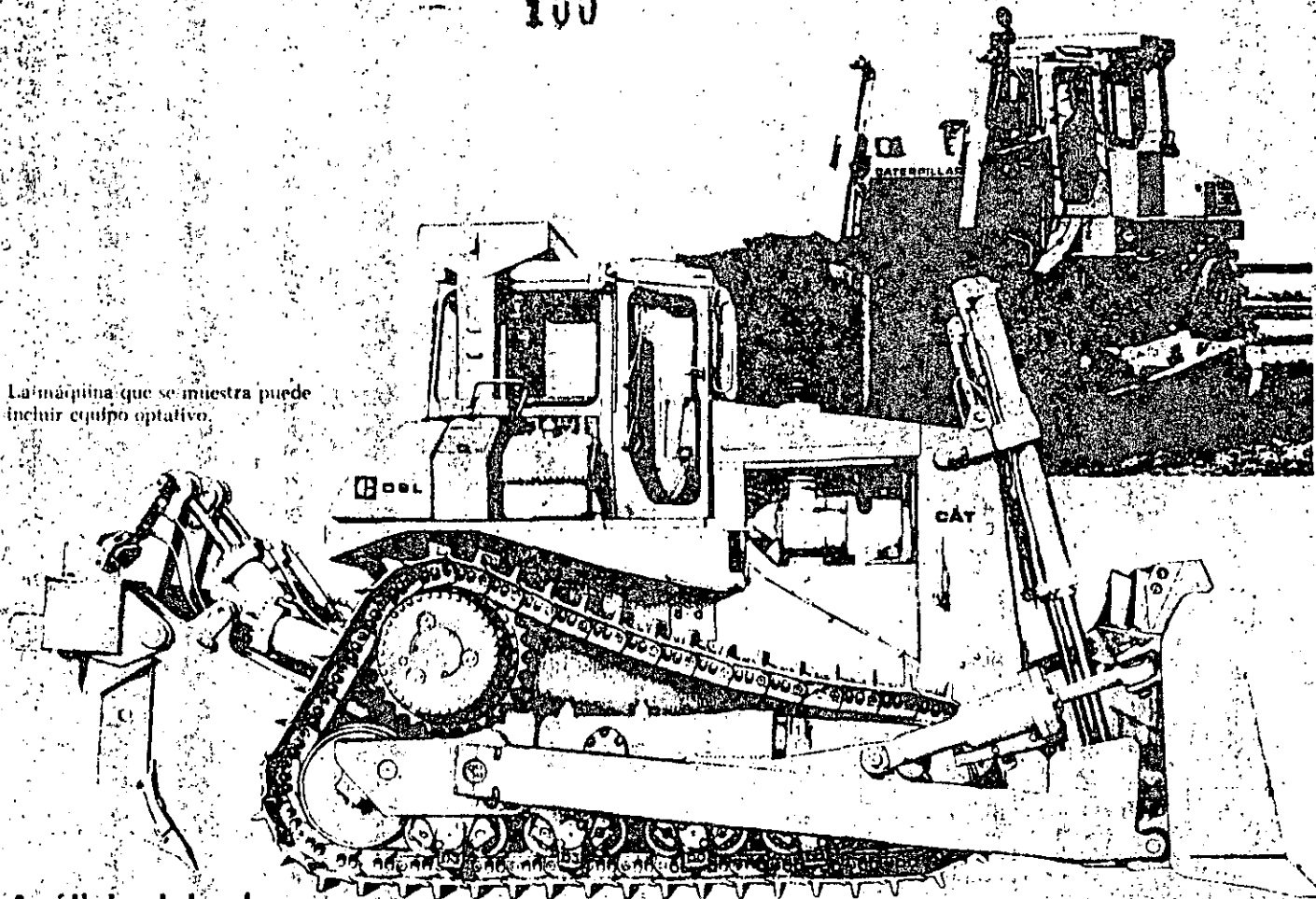


CATERPILLAR

Tractor de Cadenas D8L

100

La máquina que se muestra puede incluir equipo optativo.



Análisis del valor

- **El Motor Diesel Caterpillar 3408 turboalimentado** desarrolla una potencia de 250 kW (335 hp) en el volante, con una reserva de par del 25%.
- **El diseño con rueda motriz elevada** pone los mandos finales fuera del alcance del barro, las piedras y el agua, eliminando los impactos de las cargas para prolongar así la vida útil del tren de fuerza.
- **El tren de rodaje de bogies montados elásticamente** reduce las cargas de impacto en rodillos y bastidores; mejora la tracción de la máquina y la comodidad del operador. Las Cadenas Selladas y Lubricadas, los rodillos y ruedas guías de lubricación permanente y el eslabón maestro de dos piezas son estándar.
- **El eje pivote y la barra compensadora** asegurada con pasadores controlan la alineación y la oscilación de los bastidores de rodillos.
- **El diseño modular de los componentes principales** facilita las reparaciones y permite el intercambio de componentes y la prueba de los módulos antes de ser instalados.
- **El tirante estabilizador de la hoja empujadora** acerca la hoja a las cadenas logrando mejor control de los implementos y maniobrabilidad del tractor, con excelente equilibrio.
- **El compartimiento del operador con aislación de goma** tiene los controles de implementos y de la máquina montados en la consola, a fácil alcance. El asiento, orientado en ángulo, contribuye a la visibilidad hacia adelante y hacia atrás.
- **El mantenimiento es sencillo**, con pocos puntos de engrase, y con ajustadores hidráulicos de cadenas, puntos de servicio agrupados y filtros enroscables de aceite y combustible.
- **Servicios CAT-PLUS**, a cargo del Distribuidor Caterpillar. Es el programa de asistencia técnica más completo.



Motor Caterpillar

Potencia en el volante a 1900 RPM 250 kW (335 hp)

Es la potencia neta en el volante del motor de la máquina, cuando funciona en un ambiente, según norma SAE, de temperatura de 29°C (85°F) y presión de 99,2 kPa (29,38" Hg), usando un combustible diesel de 35 unidades API a temperatura de 15,6°C (60°F) y después de hacer las deducciones por los siguientes equipos: ventilador; filtro de aire; bombas de agua, aceite lubricante y combustible; alternador y silenciador. No se debe reducir la potencia indicada hasta una altitud de 2300 m (7500').

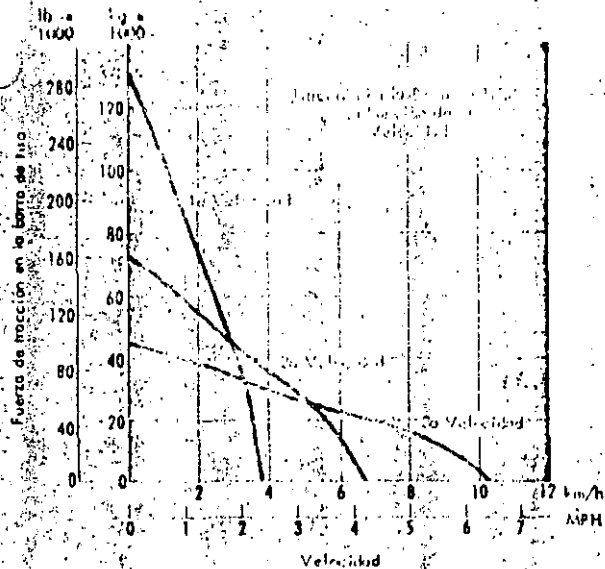
Motor Diesel Caterpillar 3408, turboalimentado, de 4 tiempos y 8 cilindros en V de 65°, con calibre de 137, mm (5,4"), carrera de 152 mm (6,0") y cilindrada de 18,0 litros (1099 pulg³).

Sistema de combustible Caterpillar de inyección directa, con válvulas y bombas de inyección individuales, libres de ajuste. Cojinetes del turboalimentador enfriados por agua para mayor duración. Lumbreras paralelas de los múltiples de admisión, con dos válvulas de admisión y dos de escape por cilindro. Válvulas revestidas de estelita, con asientos de dura aleación de acero y rotadores de válvulas.

Pistones de aleación de aluminio, de forma elíptica y perfil cónico, con tres anillos de perfil de cuña, enfriados por rocío de aceite. Cojinetes de aluminio reforzados con acero por el dorso y muñones del cigüeñal enteramente endurecidos. Lubricación a presión con aceite totalmente filtrado y enfriado. Filtro de aire con elemento primario y secundario.

Sistema de arranque eléctrico directo de 24 voltios. Alternador de 35 A. Dos baterías de 12 voltios y 172 A.h.

El eslabón maestro de las cadenas está montado con aislación de goma.



La fuerza de tracción utilizable depende de las condiciones del suelo y del peso de los tractores debidamente equipados.

sistema de la dirección

Una sola palanca para el control neumático selectivo de los embragues de dirección de ambos tractores. Un solo pedal para control neumático selectivo de los frenos de ambos tractores. Los embragues de frenos se gobiernan desde el tractor delantero.

ángulo de viraje 8,60 m (28' 3")
ángulo de viraje a cada lado 70°

controles

Las operaciones de los tractores y de la hoja topadora se controlan desde el tractor delantero. Gracias al interruptor remoto del tractor delantero, el operador puede hacer operar ambos tractores desde el asiento del tractor delantero. Los tractores se pueden controlar separadamente cuando se hallan desconectados, a fin de transportarlos o utilizarlos individualmente. En este caso, el de atrás se maneja por medio de controles mecánicos. Hay disponible un control hidráulico y hoja topadora para el tractor de atrás.

frenos

El frenado de ambos tractores se efectúa desde el compartimiento del operador del tractor delantero. Se acoplan automáticamente los frenos de muelle del tractor delantero cuando la presión del sistema de aire desciende a menos de 3,2 kg/cm² (45 lb/pulg²). También puede frenarse o nano e fin de utilizarse como freno de estacionamiento.

sistema de aire

- Compresor montado en el tractor delantero 340 litros/min (12 pies³/min) a 1200 RPM
- Tanques de suministro de aire Tres (2 en el tractor delantero y uno en el trasero)
- Suministro estándar de aire 76 litros (4675 pulg³)
- Suministro de aire de reserva 38,5 litros (2360 pulg³)
- Cámaras de aire:
 - Embragues Cuatro, cada uno con área de 19,4 cm² (3 pulg²)
 - Frenos Cuatro, cada uno con área de 58 cm² (9 pulg²)
 - Acceleradores Dos, cada uno con área de 12,9 cm² (2 pulg²)
 - Pistones Cuatro (dos en cada transmisión) con diámetro de 51 mm (2")

conexiones de los tractores

Articulación de rótula, ajustable con lamas para desgaste. La articulación de rótula y el soporte van emperrados a la caja de los embragues de dirección del tractor delantero. El receptáculo y el enganche trasero se hallan conectados al tractor posterior mediante los muñones de la hoja topadora, de montaje interior. El diámetro de la rótula es de 305 mm (12"). Para facilitar la separación de los tractores, hay una placa para la desconexión de las mangueras de aire.

hoja topadora

Hoja con Amortiguación XC para Tractor D9, con refuerzos especiales.
Dos cilindros hidráulicos de 159 mm (6.1/4") de diámetro, y 1270 mm (50 1/8") de carrera. (Deben pedirse separadamente del equipo básico del tractor.)

equipo estándar

Zapatos de carril para servicio muy duro (ambos tractores). Grupo de pesos en segmentos para el tractor de atrás. Protector del cortar (ambos tractores). Ventiladores de paletas reversibles (ambos tractores). Luz de advertencia respecto al motor del adelante (tractor de atrás). Manómetro del aire montado en el tablero (tractor delantero). Neutroizador de la transmisión y sistema automático de los frenos, operado mediante aire a baja presión.

dimensiones principales

- Entrevía 2290 mm (90")
- Longitud total 13.000 mm (42' 6")
- Ancho (extremos de la hoja topadora) 3300 mm (10' 9")
- Altura total, sin el perfilador ni el escape 3000 mm (9' 11")
- Espacio libre sobre el suelo (desde la cara inferior de los zapatos de carril hasta la parte inferior del enganche) 355 mm (14")

peso aprox. de embarque

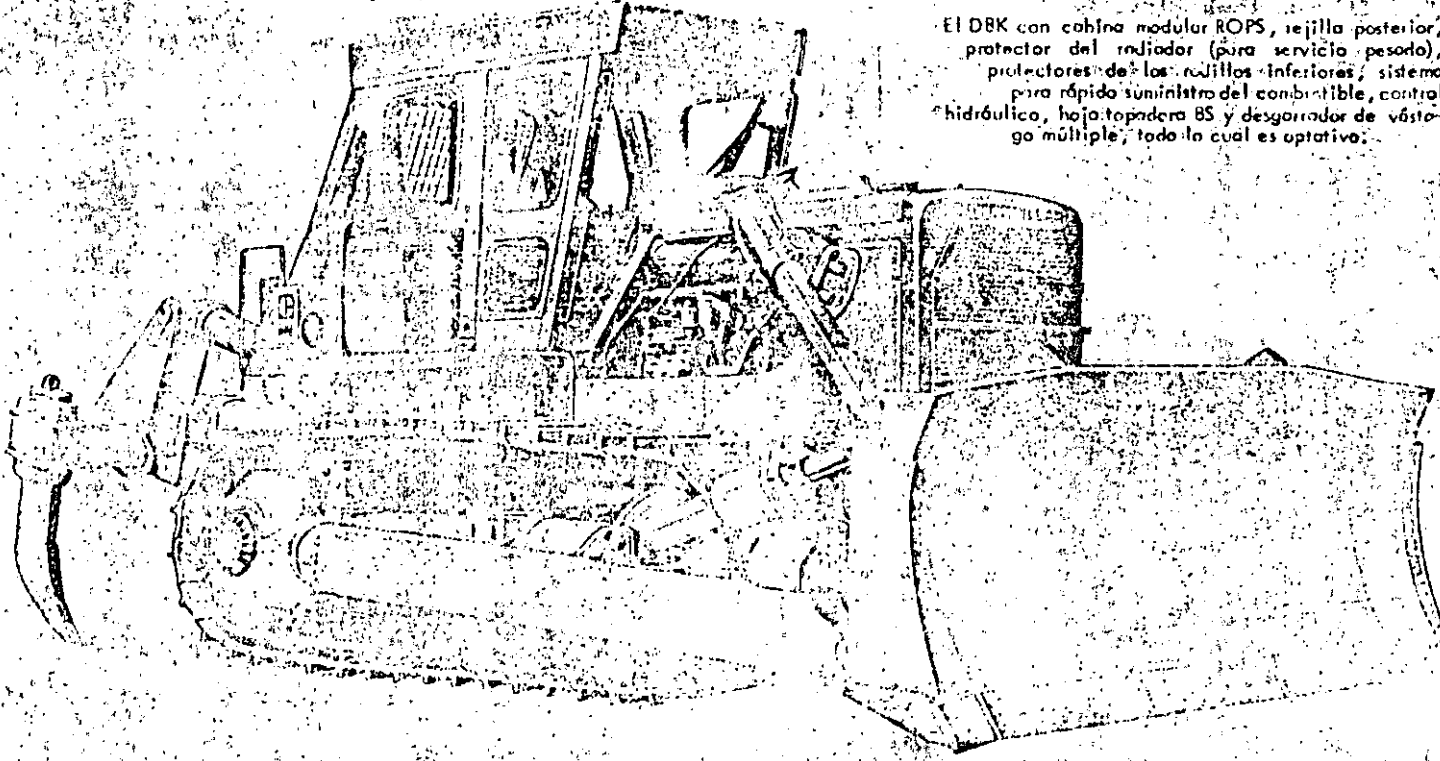
- Con hoja topadora 80.200 kg (176.900 lb)



101-8

características principales

- **MOTOR DIESEL D342 CAT TURBOALIMENTADO** que suministra 300 hp en el volante (224 kW). Mantiene plena potencia indicada hasta 2300 m (7500') de altitud.
- **CARRILES SELLIADOS Y LUBRICADOS.** Reducen enormemente el desgaste resultante de la fricción entre los pasadores y bujes, a fin de reducir los costos de conservación del tren de rodaje.
- **BARRA COMPENSADORA PROVISTA DE PASADORES** que reduce los esfuerzos de doblamiento en los semiejes de las ruedas dentadas, y la desalineación de los engranajes y cojinetes de los ejes finales.
- **DIRECCION CON PALANCA DE MANO** que combina el desacoplamiento de los embragues y frenado en el mismo control.
- **CONTROLES HIDRAULICOS DE TIPO PILOTO** que facilitan el empleo de la palanca del desgranador e inclinación lateral de la hoja.
- **CABINA MODULAR CATERPILLAR.** Es completa e independiente. Incluye protecciones para el operador, condiciones ambientales integradas, y supresión de ruido. Se inclina hacia atrás para facilitar el servicio de los componentes del tren de fuerza.
- **CAT PLUS** a cargo del distribuidor Caterpillar. El sistema de apoyo total del producto, que es el más amplio en la industria.



El DBK con cabina modular ROPS, rejilla posterior, protector del radiador (para servicio pesado), protectores de los ruidillos inferiores, sistema para rápido suministro del combustible, control hidráulico, hoja topadera BS y desgranador de vástago múltiple, todo lo cual es optativo.

motor Caterpillar

Potencia en el volante a 1330 RPM 300 hp (224 kW)

(En el Sistema Internacional de Unidades de Medida, el kilovatio (kW) se utiliza para evaluar la potencia.)

Es la potencia en el volante del motor de la máquina cuando funciona bajo las condiciones S. A. F. de temperatura y presión atmosférica, a sea a 29° C (85° F) y 746 mm (29,38") Hg (0,995 bar) empleando Fuel Oil de 35 unidades A. P. L., a 15,6° (60° F). El equipo del motor incluye ventilador, filtro de aire, bomba de agua, bomba de lubricante, bomba de combustible, silenciador y alternador. El motor mantiene su potencia indicada en el volante hasta 2300 m (7500') de altitud.

Motor diesel Caterpillar, Modelo D342, de cuatro tiempos y seis cilindros con diámetro de 146 mm (5,75") y carrera de 203 mm (8"). Los cilindros son de 20,4 litros (1246 pulg³).

Turboalimentado. Sistema de combustible con bombas individuales que no requieren ajustes, válvulas de inyección que no se obstruyen y cámaras de precombustión. Las válvulas están revestidas de estelita, tienen rotadores y los asientos son de duro acero de aleación.

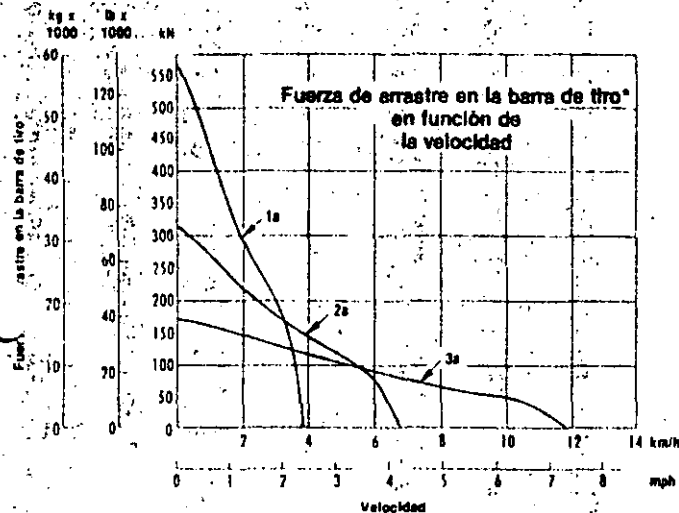
Pistonés de aluminio de aleación con tres anillos y enfriados a chorro de aceite. Son de leve conicidad y sección ligeramente elíptica. Los anillos de compresión van en bandas integradas de hierro fundido. Los cojinetes son de aluminio de aleación, reforzados con acero por el dorso, y los muñones del cigüeñal se endurecen por Hi-Electro. Lubricación con aceite filtrado en flujo continuo. Filtro seco de aire con expulsor automático de polvo.

Transmisión

Transmisión planetaria Power Shift con embragues en aceite de 432 mm (17") de diámetro y alta capacidad de par motor. El sistema de modulación especial permite hacer cambios de velocidad y de sentido de marcha a plena carga sin restricciones. Convertidor de par de una sola etapa con divisor del par de salida. Está conectado a la transmisión por doble junta universal y forma así una unidad, lo que facilita su atención. La transmisión modular se conecta con la caja de los engranajes de transferencia y de la corona, que a su vez se conecta con la caja principal del tractor. Este módulo se cambia aun con desgarrador instalado.

Velocidades de marcha a las RPM indicadas del motor:

Marchas	Velocidad de avance		Velocidad de marcha atrás	
	km/h	MPH	km/h	MPH
1a	3.9	2.4	4.8	3.0
2a	6.8	4.2	8.4	5.2
3a	11.9	7.4	14.8	9.2



*La tracción útil depende del peso del tractor equipado y de las condiciones del suelo

Dirección y frenado

Embragues y frenos de dirección de varios discos, que se aplican mediante resortes y se desacoplan hidráulicamente. Se enfrían con aceite presionizado y no requieren ajustes. Se puede atender cada conjunto como unidad sola.

Las palancas combinan el desacoplamiento del embrague principal y el frenado en un solo control para cada cadena. Se tira de la palanca un poco para desacoplar los embragues de dirección, y al máximo, para frenar la cadena.

Un solo pedal aplica los frenos en ambas cadenas simultáneamente para detener la máquina en paradas de servicio o de emergencia. El freno de estacionamiento se aplica con la palanca de traba de la transmisión. En caso de pérdida de presión en el sistema, cuando sea necesario remolcar la máquina, se pueden desacoplar los frenos desde el asiento con una bomba auxiliar.

Mandos finales

De diseño tubular, que resiste los esfuerzos torsionales y dientes alineados de paso grueso y perfil convexo. Lubricados por salpicadura de aceite y protegidos con sellos de anillos flotante Duo Cone. Ruedas motrices con aros en tres segmentos intercambiables y reemplazables.

Bastidor de rodillos

De diseño tubular, que resiste los esfuerzos torsionales y de flexión. Los rodillos y ruedas guías de lubricación permanente están montados en el bastidor de rodillos por una serie de bogies. Los bogies oscilan en conexiones de cartucho y pasador selladas y lubricadas. La oscilación de los bogies se controla con cojines elásticos. Los bastidores de rodillos oscilantes están unidos al tractor por un eje pivote y una barra compensadora asegurada con pasadores. Los grandes bujes pivotes funcionan en un depósito de aceite. La oscilación de la barra compensadora está restringida por cojines de goma. La conexión de la montura es un buje de baja fricción que no necesita mantenimiento. El mecanismo de retracción está completamente sellado y lubricado. Número de rodillos (a cada lado) 8

Cadenas Selladas y Lubricadas

En las Cadenas Selladas y Lubricadas los pasadores están rodeados de lubricante a fin de eliminar el desgaste interno de los bujes como consideración de mantenimiento crítica. Se evitan las fugas de lubricante mediante una disposición de selladura que consiste en un sello de poliuretano, un anillo expansor de goma y un anillo de empuje. Cada pasador de cadena tiene un depósito de aceite. Esto extiende la vida útil del tren de rodaje y reduce costos. Los ajustadores hidráulicos, guías de cadena y eslabones maestros de dos piezas son estándar. Paso 216 mm (8.5")
 Número de zapatas (a cada lado) 45
 Ancho de la zapata estándar 560 mm (22")
 Longitud de la cadena sobre el suelo 3.213 m (10'6.5")
 Superficie de contacto con el suelo con zapatas estándar 3.590 m² (5565 pulg²)
 Altura de la garra, (desde la cara inferior de la zapata) 78 mm (3.1")

Datos para servicio

	Litros	(Gal. E.U.A.)
Tanque de combustible	753	199
Sistema de enfriamiento	100	26.5
Sistemas de lubricación:		
Carter del motor diesel	47	12.5
Compartimientos de la transmisión, corona y embragues de dirección (incluye convertidor de par)	167	44
Mandos finales (cada uno)	23	6
Bastidor de rodillos:		
Compartimiento del resorte tensor (cada uno)	30	8
Compartimiento del eje pivote	13	3.5
Sistema hidráulico de los implementos		
Tanque solamente	72	19

Peso (aproximado)

De embarque, con lubricantes, refrigerante,
 10% de combustible y techo FOPS-ROPS 30 493 kg (67 226 lb)
 Techo FOPS-ROPS 586 kg (1291 lb)
 ROPS con cabina FOPS 978 kg (2156 lb)

En orden de trabajo, con lubricantes, refrigerante, tanque de combustible lleno, controles hidráulicos, Hoja 8S, cadenas con zapatas de 560 mm (22"), techo ROPS-FOPS y el operador 37 305 kg (82 243 lb)

Estructura ROPS

(El techo ROPS-FOPS es estándar en E.U.A. solamente.)
 Las estructuras de protección en caso de vuelco ROPS que ofrece Caterpillar para esta máquina conforman a los conceptos ROPS, según las normas SAE J395, ISO 3471 y SAE 1040C. El techo y la cabina también conforman a los conceptos ROPS (Estructura de Protección contra el vuelco).
 SAE J395, ISO 3471, SAE 1040C

Tractor de Carriles

DAIK

102

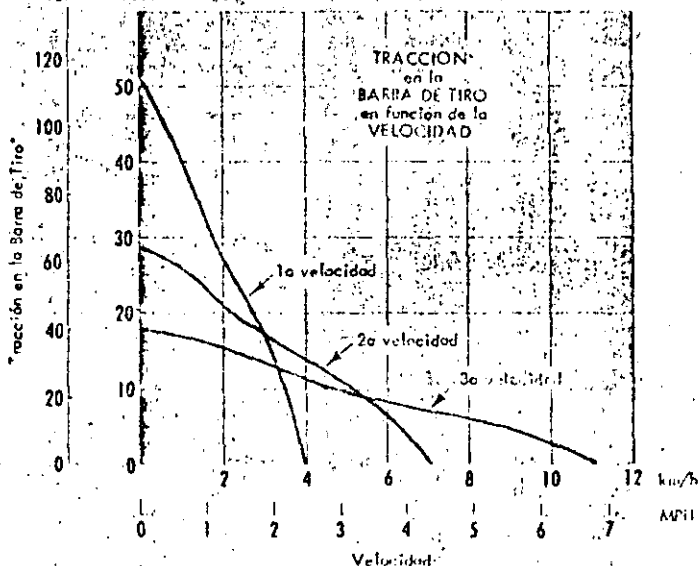
transmisión

SERVOTRANSMISION. Servotransmisión de diseño planetario con embragues en aceite de alta capacidad de par motor y diámetro de 530 mm (21"). Una válvula especial hace posible los cambios de velocidad y de sentido de marcha a plena carga y sin restricciones.

El convertidor de par de una etapa, con divisor de par, combina suavidad y economía. Va conectado a la transmisión por doble unión universal, para contar con unidades de desmontaje independiente, a fin de simplificar el servicio.

Marchas	Velocidades de Avance		Velocidades de Retroceso	
	km/h	(MPH)	km/h	(MPH)
1a	0-4,0	(2,5)	0-5,0	(3,1)
2a	0-7,1	(4,4)	0-8,7	(5,4)
3a	0-10,9	(6,8)	0-13,5	(8,4)

lb x kg
1000 1000



*Depende de las condiciones del suelo y del peso del tractor equipado.

Transmisión Directa. De engranajes helicoidales en engrane constante, y de cambio rápido de sentido de marcha. La lubricación es a presión, con aceite enfriado y filtrado. Construida para desmontaje independiente.

El embrague principal tiene tres discos de revestimiento metálico con acoplamiento de tipo de leva, reforzada hidráulicamente. Se lubrica y enfría con aceite que circula a presión. Se halla conectado a la transmisión mediante doble junta universal.

VELOCIDADES Y TRACCIÓN EN LA BARRA DE TIRO:

Marchas	Avance		Retroceso	
	km/h	(MPH)	km/h	(MPH)
1a	2,7	(1,7)	2,7	(1,7)
2a	3,5	(2,2)	3,5	(2,2)
3a	4,8	(3,0)	4,8	(3,0)
4a	6,3	(3,9)	6,4	(4,0)
5a	8,2	(5,1)	8,2	(5,1)
6a	11,3	(7,0)	11,4	(7,1)

Tracción en la Barra de Tiro en Avance*

Marchas	A RPM Indicado		Máximo Bajo Carga	
	kg	(lb)	kg	(lb)
1a	25 000	(56 000)	32 500	(71 700)
2a	18 900	(41 700)	24 400	(53 800)
3a	13 000	(28 600)	16 900	(37 400)
4a	9 300	(20 600)	12 400	(27 300)
5a	6 900	(15 200)	8 900	(19 700)
6a	4 100	(9 000)	5 200	(11 500)

*Depende de las condiciones del suelo y del peso del tractor equipado.



sistema de la dirección

Embragues en aceite de varias discos que no requieren ajustes operados hidráulicamente. Frenos de Landa también operados con aceite y reforzados hidráulicamente. Freno mecánico de estacionamiento. Los conjuntos de embrague y freno se atienden como unidades.



mandos finales

Engranajes de doble reducción, con dientes de perfil convexo. Lubricación con aceite filtrado y a presión. Sellos de anillos florantes Duo-Cone. Los aros de los ruedos dentadas están divididos en segmentos reemplazables que se aseguran con pernos.



bastidores de rodillos inferiores

Construcción de sección en caja reforzada. Los guardos de guía de los carriles se fijan con soldadura, y tienen tiras para desgaste reemplazables, fijadas con pernos. Los rodillos superiores son de montaje exterior. Son de Lubricación Permanente los rodillos y ruedas tensoras.

Número de rodillos a cada lado 7
Oscilación en las ruedas tensoras 399 mm (15,7")



Carriles Sellados y Lubricados

En los Carriles Sellados y Lubricados, se suministra lubricante a los pasadores, lo cual reduce enormemente el desgaste causado por la fricción con los bujes. Se retiene el lubricante mediante un sistema sellador que consta de un sello de poliuretano, y un anillo expansor de caucho. El lubricante adicional se halla en un depósito taladrado en cada pasador de los carriles. Los carriles sellados y lubricados aumentan la duración de los carriles y los intervalos de atención técnica del tren de rodaje, de modo que bajan los costos. Los ajustadores hidráulicos de carriles, las guías de guías y el estabón maestro de dos piezas son estándar.

Número de zapatas a cada lado 41
Longitud de las zapatas estándar 560 mm (22")
Longitud de cada carril sobre el suelo 3150 mm (10' 4")
Área de contacto sobre el suelo con zapatas estándar 3,51 m² (5437 pul.²)
Altura de las garras (desde la cara inferior de las zapatas) 78 mm (3,08")



datos para servicio

	litros	(Gal de E. U. A.)
Tanque de combustible	640	(170)
Sistema de enfriamiento	121	(32)
Sistemas de lubricación:		
Cáster del motor diesel	33	(8,75)
Compartimentos de la servotransmisión, de la corona y de los embragues de dirección (incluye convertidor de par)	117	(31)
Compartimento de la transmisión directa, del embrague principal, de los embragues de dirección y de la corona	132	(35)
Cada mando final	36	(9,5)



peso aproximado

Peso de embarque (incluye lubricantes, refrigerante y 10% de combustible):
Con servotransmisión 24 800 kg (54 700 lb)
Con transmisión directa 24 270 kg (53 500 lb)

Peso de embarque (incluye lo anterior y techo ROPS):
Con servotransmisión 25 600 kg (56 400 lb)
Con transmisión directa 25 050 kg (55 200 lb)

De operación (incluye lubricantes, refrigerante, el tanque lleno de combustible, control hidráulico, hoja topadora BS, techo ROPS y el operador):
Con servotransmisión 32 000 kg (70 500 lb)
Con transmisión directa 31 450 kg (69 300 lb)



R.O.P.S.

(Cabin y techo con protecciones R.O.P.S. optativos.)

La cabina y el techo con protecciones ROPS que ofrece Caterpillar, están certificados a los estándares ROPS según las normas ISO 8834 y J1 de la S.A.E., a Tronco a la 3471 de la ISO. Sigue también las normas ROPS (protecciones de la cabina) según la 3471 de la S.A.E.



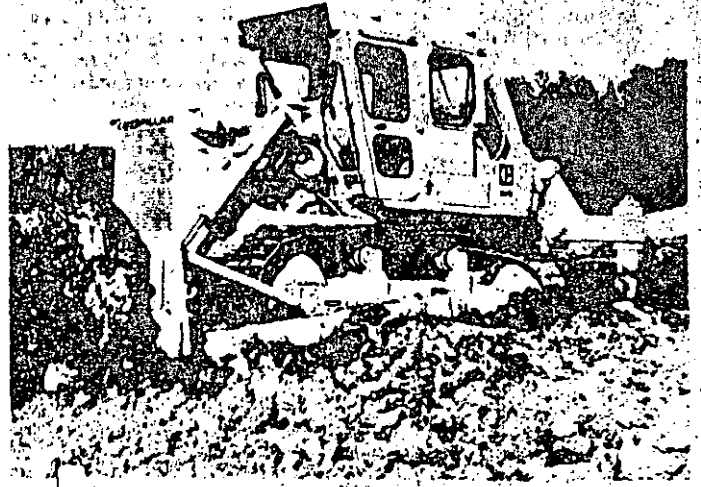
CATERPILLAR

Tractor de Carriles D7G

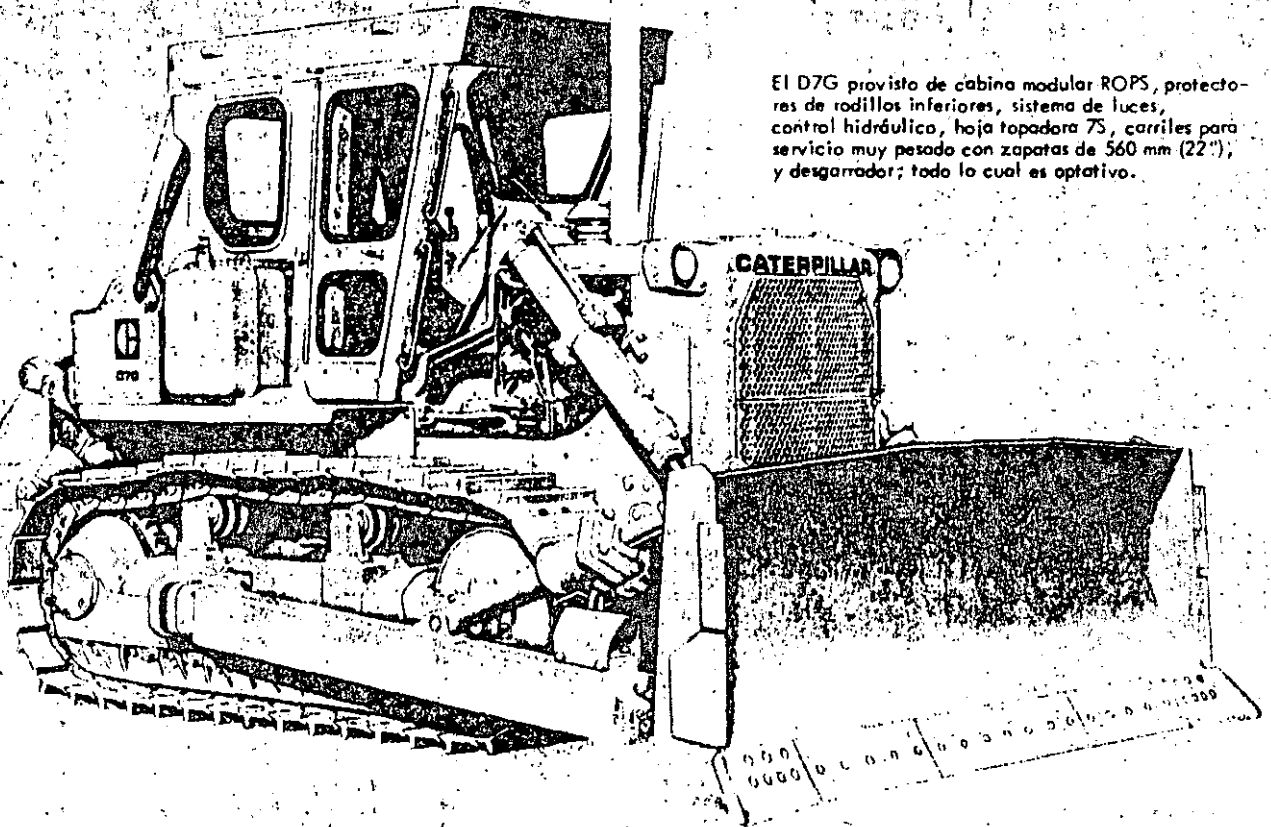
103

Características principales

- **MOTOR DIESEL 3306 CATERPILLAR TURBOALIMENTADO** con cilindrada de 10,5 litros (638 pulg³).
- **CARRILES SELLADOS Y LUBRICADOS.** Se consigue gran reducción en el desgaste por fricción entre los pasadores y bujes, lo cual disminuye los costos del tren de rodaje.
- **CABINA MODULAR OPTATIVA CATERPILLAR.** Se sujeta a todas las normas que tiene al presente la OSHA (E. U. A.) sobre la protección del operador en caso de vuelco. Es una unidad completa e independiente que se puede hacer inclinar hacia atrás para facilitar el servicio.
- **DIRECCION TOTAL MEDIANTE UNA PALANCA.** Con un solo control, se desconecta el embrague y se frena.
- **CONTROLES HIDRAULICOS AUXILIARES.** Reducen el esfuerzo en el uso de las palancas del desgarrador, y para inclinar la hoja topadora.
- **DE SIMPLE CONSERVACION** gracias a los ajustadores hidráulicos de carriles, que son estándar, al sistema de combustible libre de ajustes, y a los filtros del motor, provistos de rosca.
- **CAT PLUS** a cargo de los distribuidores Caterpillar. Constituye el sistema de respaldo de productos más extenso y completo en la industria.



El D7G provisto de cabina modular ROPS, protectores de rodillos inferiores, sistema de luces, control hidráulico, hoja topadora 75, carriles para servicio muy pesado con zapatas de 560 mm (22"), y desgarrador; todo lo cual es optativo.



motor Caterpillar

Potencia neta en el volante a 2000 RPM ... 200 hp (149 kW)

Es la potencia neta en el volante del motor del vehículo cuando funciona en las condiciones S. A. E. de temperatura y presión atmosférica, o sea a 29° C (85° F), y 746 mm (29,38") Hg (0,995 bar), utilizando Fuel Oil de 35 unidades A. P. I. El equipo instalado en el motor incluye ventilador soplador, filtro de aire, silenciador, protector para la lluvia, bomba de agua, de lubricante y de combustible, y alternador. El motor mantiene su potencia especificada en el volante hasta una altitud de 2300 m (7500').

Motor diesel Caterpillar, Modelo 3306, 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 litros (638 pulg³).

Turboalimentado. Bombas individuales de inyección de combustible que no requieren ajustes, y válvulas de inyección que no se obstruyen. Las válvulas están revestidas de estelita, los asientos son de duro acero de aleación, y hay rotadores de válvulas.

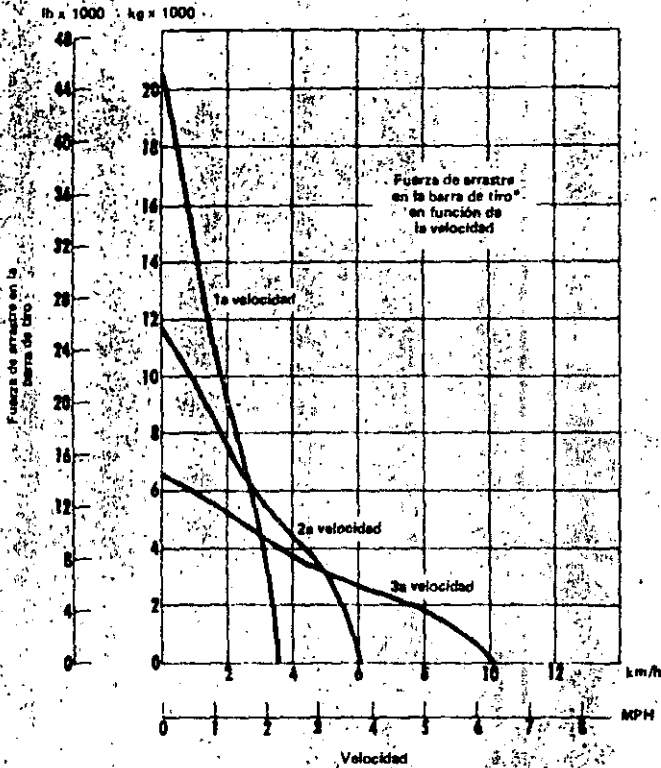
Los pistones son de aluminio de aleación, y tienen tres anillos. Se caracterizan por su leve concavidad y sección ligeramente elíptica. Los cojinetes son de aluminio reforzado con acero por el dorso, y los muñones de los cigüeñales se endurecen por "Hi-Electro". Se lubrica a presión, y el aceite es filtrado en flujo continuo. El filtro de aire es seco, con un elemento primario y otro de seguridad.

Opción de dos sistemas de arranque eléctrico directo de 24 voltios: estándar y para bajas temperaturas. Ambos incluyen bujías incandescentes para precalentar las cámaras de pre-combustión.

Tractor de Cadenas

D5B

Transmisión (continuación)



* La tracción útil depende del peso del tractor equipado y de las condiciones del suelo.

Transmisión directa

De engranajes deslizantes y cambios rápidos de avance-marcha atrás. Lubricación con aceite filtrado a presión total. La característica de arranque en punto muerto evita arrancar la máquina en cambio.

El embrague principal tiene dos placas de revestimiento metálico y acoplamiento de tipo de leva. El embrague se lubrica y enfría con aceite circulado a presión. Va conectado a la transmisión mediante doble junta universal.

Velocidades de la transmisión directa y fuerzas de arrastre en la barra de tiro:

Marchas	Avance		Marcha atrás		Fuerza de arrastre en la barra de tiro en avance*			
	Km/h	MPH	Km/h	MPH	A rpm indic.	Máx. bajo carga	kg	lb
1a	2,7	1,7	3,4	2,1	8770	19 340	11 130	24 540
2a	4,2	2,6	5,3	3,3	5500	12 130	7040	15 530
3a	5,8	3,6	7,4	4,6	3750	8270	4850	10 700
4a	8,0	5,0	10,1	6,3	2540	6610	3350	7380
5a	11,1	6,9			1660	3660	2250	4950



Sistema de dirección

Los embragues de acción hidráulica de varios discos enfriados con aceite se acoplan mediante resortes y se desconectan hidráulicamente. Los conjuntos de discos de bronce proporcionan gran capacidad de soporte de carga, larga vida útil y no requieren ajustes. Frenos de banda tensora, enfriados con aceite y reforzados hidráulicamente. Conjuntos de embrague y frenos que pueden atenderse como una sola unidad. Las palancas combinan en un solo control la desconexión de los embragues de dirección y el frenado. Se retienen los pedales de los frenos para los operadores que los prefieran. El freno de estacionamiento es mecánico.



Mandos finales

Los engranajes de los mandos finales son de reducción sencilla con dientes de paso grueso y perfil convexo. Sellos de anillos flotantes Duo-Cone. Ruedas motrices con aros divididos en segmentos empunables y reemplazables.



Bastidor de rodillos inferiores

De sección en caja reforzada. Rodillos superiores de montaje interno. Rodillos y ruedas guía de lubricación permanente. Número de rodillos (a cada lado) 6. Oscilación en la rueda guía 279 mm (11,0")



Cadenas Selladas y Lubricadas

En las Cadenas Selladas y Lubricadas el pasador está cubierto con una película de lubricante que reduce considerablemente el desgaste interno entre pasadores y bujes. Se evita la fuga del lubricante con una disposición de selladura que consiste en un sello de poliuretano, un anillo expansor de caucho y un anillo de tope. El eslabón maestro de dos piezas y los ajustadores hidráulicos de cadenas son estándar.

Número de zapatas (cada lado)	39
Ancho de las zapatas estándar	406 mm (16")
Longitud de cada cadena sobre el suelo	2210 mm (87")
Superficie de contacto con el suelo con zapatas de 406 mm (16")	1,81 m ² (2800 pulg ²)
Altura de las garras desde la cara inferior de las zapatas	57 mm (2,25")



Controles hidráulicos

Hay disponibles cuatro sistemas optativos. Un sistema completo consta de bomba, tanque, filtro, válvulas, tuberías, varillaje y palancas de control. Los sistemas disponibles con los pesos que tienen el instalarse, son los siguientes:

Una válvula (interna) para hoja empujadora	236 kg (520 lb)
Posiciones: levantamiento, fija, bajada, libre.	
Dos válvulas (ambas internas) para la hoja empujadora y el cilindro de inclinación	299 kg (660 lb)
Posiciones del cilindro de inclinación horizontal: inclinación a la derecha, fija; inclinación a la izquierda.	
Dos válvulas (una interna, una externa) para hoja empujadora y desgarrador	313 kg (690 lb)
Posiciones del desgarrador: levantamiento, fija, bajada.	
Tres válvulas (dos internas, una externa) para hoja empujadora, cilindro de inclinación horizontal y desgarrador	381 kg (840 lb)

Bomba de engranajes:

	Power Shift	Transmisión directa
Capacidad a 69 bar (1000 lb/pulg ²)	163 litros/min 43 gal/min	163 litros/min 43 gal/min
RPM a la velocidad indicada del motor	1750	1750
Ajuste de la válvula de alivio		155 bar (2250 lb/pulg ²)
Impulsión		Conectada con engranajes desde la impulsión auxiliar

Tanque:

Montaje	Parte trasera del motor
Capacidad del tanque	49,2 litros (13 gal.)



Estructura ROPS

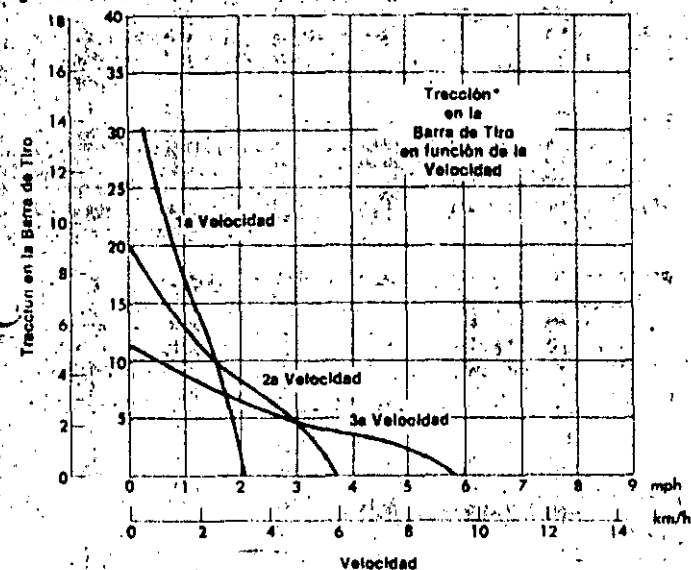
(El techo ROPS es estándar en E.U.A. solamente). Las estructuras de protección en caso de vuelco ROPS que ofrece Caterpillar para esta máquina conforman a los conceptos ROPS, según las normas SAE J395, SAE J1040a e ISO 3471. También conforman a los conceptos FOPS (Estructura de protección contra la caída de objetos), según las normas SAE J231 e ISO 3449.

transmisión

Servotransmisión:
 Servotransmisión planetaria con embragues en aceite de 264 mm de diámetro, y alta capacidad de par. Una válvula especial modula el enganche del embrague para cambios de velocidad y sentido de marcha a plena carga. Convertidor de par de una sola etapa, integrado con la servotransmisión. El convertidor se conecta al volante con un acoplamiento flexible. Servotransmisión con toma de fuerza directa disponible para usar con el Malacate 54.

Velocidades	Avance km/h	Retroceso km/li
1a	3,4	4,0
2a	6,0	7,1
3a	9,5	11,4

kg x 1000 - lb x 1000



Transmisión Directa:

Transmisión de engranajes deslizantes con cambios rápidos de sentido de marcha. Filtro imantado, lubricación por salpicadura y toma de fuerza directa disponible. El embrague del volante tiene dos placas revestidas de metal con enganche mecánico de sobrecentro. El embrague tiene lubricación continua y se enfría mediante aceite circulado a presión. Va conectado a la transmisión por dos juntas universales.

Velocidades y tracción en la barra de tiro:

Velocidades	Avance km/h	Retroceso km/h	Tracción en Avance* a RPM	
			Indicadas kg	Máxima en Sobrecarga kg
1a	2,7	3,4	6150	7480
2a	4,0	4,7	4150	5090
3a	5,5	6,6	2820	3490
4a	7,2	8,5	2030	2550
5a	9,5	11,1	1420	1810

*La tracción utilizable depende del peso del tractor equipado y de las condiciones del suelo.

sistema de dirección

Embragues de discos múltiples enfriados con aceite, accionados hidráulicamente. Se acoplan mediante resortes y se desacoplan hidráulicamente. Los conjuntos de discos estriados tienen alta capacidad de transferencia de carga, larga duración y no requieren ajustes. Los frenos son de banda, enfriados con aceite y activados mecánicamente. Los embragues y frenos forman un conjunto unitario y se pueden sacar o instalar independientemente.

mandos finales

Con engranajes de dientes de paso grueso y perfil convexo, y sellos flotantes Duo-Cone.

bastidor de rodillos inferiores

Construcción en caja, con cinco rodillos a cada lado. Los rodillos inferiores, los superiores y las ruedas guía son de lubricación permanente. Las ruedas guía son de tipo de disco de gran diámetro. La oscilación en la rueda guía es de 277 mm.

Cadenas Selladas

Las cadenas selladas y los ajustadores hidráulicos de cadenas son estándar.

Número de zapatas (a cada lado)	36
Ancho de cada zapata estándar	406 mm
Longitud de las cadenas sobre el suelo	1830 mm
Superficie de contacto con el suelo (con zapatas estándar)	1,48 m ²
Altura de la garra de la zapata	48 mm

sistemas hidráulicos

El sistema de base consiste en la bomba, tanque, filtro, válvulas, varillaje, tuberías y palancas de control.

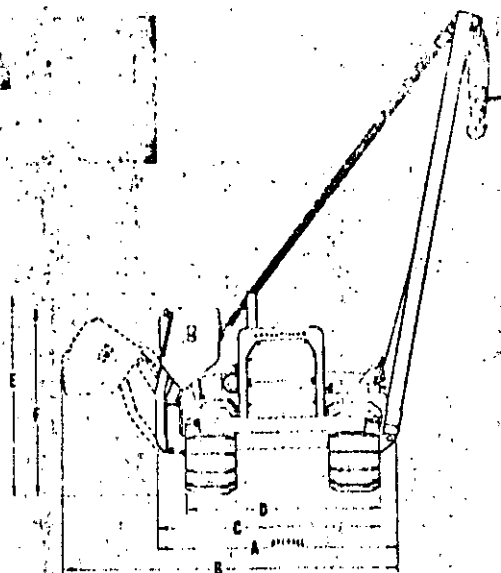
Sistema disponible, con peso aproximado instalado:

Dos válvulas para la hoja empujadora, el desgarrador o un implemento trasero	191 kg
Posiciones (válvula No. 1): Levantamiento, fija, descenso (válvula No. 2): Levantamiento, fija, descenso, libre	

Bomba: capacidad a 70 kg/cm²/69 bar/6900 kPa

	Servotransmisión	Transmisión Directa
Control hidráulico 143 RPM a la velocidad indicada del motor	143 litros/min 2000	136 litros/min 1900

Ajuste de la válvula de presión máxima: 121 kg/cm²/119 bar/11.900 kPa
 Mando: A través de engranajes directamente desde el motor en el tablero
 Capacidad del tanque: 22,7 litros

**DIMENSIONS:**

(A) Width, weights retracted	14' 1"	(4300 mm)
(B) Width, weights extended	19' 3/4"	(5800 mm)
(C) Shipping width (L.H. frame removed)	12' 2"	(3700 mm)
(D) Minimum shipping width (both side frames removed)	11' 1"	(3400 mm)
(E) Height, less boom	11' 5 1/2"	(3500 mm)
(F) Height to top of counterweights	10' 3/4"	(3050 mm)
Length, overall	19'	(5800 mm)

PIPELAYING EQUIPMENT:

Counterweights, adjustable, hydraulically controlled:

Counterweight frame	2,600 lb. (1180 kg)
17 segments at 1,320 lb. (603 kg) each	22,440 lb. (10200 kg)
Counterweight lift frame	2,000 lb. (910 kg)
Hydraulic cylinders, lift links and hardware	640 lb. (290 kg)
Total weight extendable	27,700 lb. (12600 kg)

Winch transmission: Constant mesh, built by Caterpillar. 3 speeds for raising, 1 for lowering.

Drums: Operated independently or simultaneously.

	Load	Boom
Drum diameter	10 1/4" (260 mm)	10 1/4" (260 mm)
Brake diameter	22" (560 mm)	22" (560 mm)
Length (inside flanges)	14" (355 mm)	7" (178 mm)
Capacity (3/4-inch cable)	620' (189 m)	255' (78 m)
Hook speed (bare drum)		
Raise:		FPM m/min.
First		12.7 (3,85)
Second		25.2 (7,7)
Third		60.7 (18,5)
Lower:		27.2 (8,3)

Five-part boom line; eight-part load line.

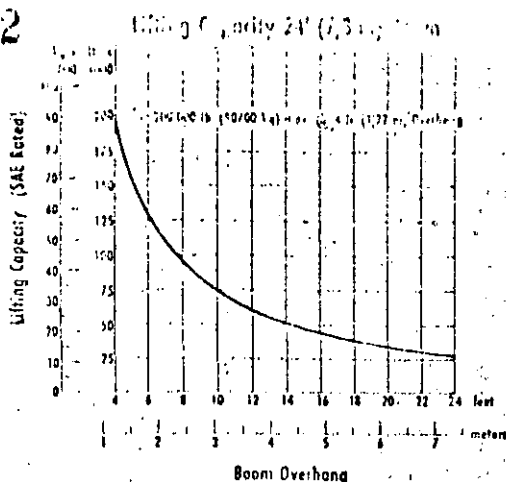
Clutch: Two-plate, 11 3/4" (290 mm) diameter, friction independent of flywheel clutch.

Boom: Welded box section. Standard length: 24' (7300 mm). Optional 28' (8500 mm).

Reakes: Interchangeable between boom and load line drums, self-oiling, protected from weather 22" x 5" (560 x 127 mm).

UNDERCARRIAGE:

Sealed Track extends pin and bushing life up to 30% and reduces wear on links and rollers. Track rollers, carrier rollers, and idlers are lifetime.



Lubricated. Sprockets have bolt-on replaceable rim segments.

Number of track rollers (each side)	eight
Track gauge	100" (2550 mm)
Track shoe width (standard)	30" (760 mm)
Optional width	40" (1020 mm)
Track length on ground	147 1/4" (3750 mm)
Area of ground contact (std. shoes)	8865 sq. in. (5,7 m ²)
Ground clearance from face of track shoe	25" (640 mm)

ENGINE:

Flywheel horsepower 385 @ 1330 RPM
The net horsepower at the flywheel of the vehicle engine operating under S.A.E. standard ambient temperature and barometric conditions — 85°F. (29°C) and 29.38" (746 mm) Hg. Vehicle engine equipment includes fan, air cleaner, water pump, lubricating oil pump, fuel pump, and generator. Engine will maintain full horsepower up to 10,000 feet (3000 m) altitude.

Design Data: Caterpillar four-stroke cycle diesel Model D353 with 6 cylinders, 6.25" (159 mm), bore 8" (203 mm) stroke and 1473 cubic inch (24,2 lit) piston displacement.

Turbocharged and aftercooled. Individual adjustment-free fuel injection pumps and non-fouling precombustion chambers. Stellite-faced valves, valve rotators and hard alloy steel seats. Spray-cooled, cam-shaped and tapered aluminum alloy pistons with three-ring design. Both compression rings carried in cast-iron bands. Full flow filtered lubrication. Dry-type air cleaner.

Twelve-volt, in-seat starting with independent gasoline starting engine.

SERVICE INFORMATION:

	U.S. Gal.	(liters)
Fuel tank	200	(760)
Cooling system	40	(151)
Counterweight hydraulic control	10	(38)
Lubrication system:		
Crankcase	11 1/4	(43)
Starting engine crankcase	3/4	(2,8)
Transmission, steering clutches and brakes	31	(117)
Final drives (each)	11 1/4	(43)
Recoil spring housings (each)	7	(26)

WEIGHTS:

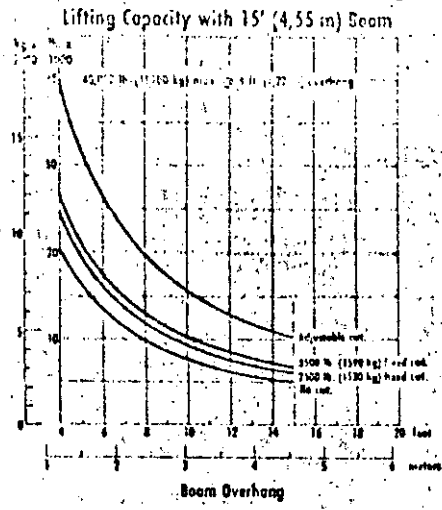
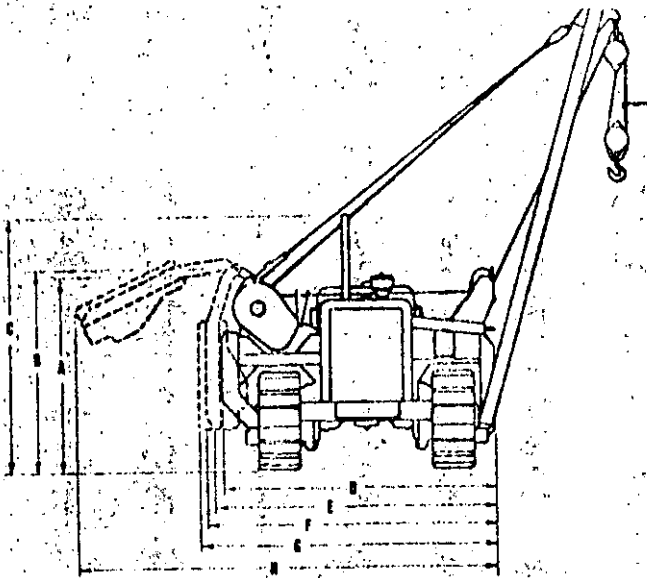
Chassis only	75,500 lb. (34200 kg)
Pipelayer equipment with counterweights	45,000 lb. (20400 kg)
Shipping, approx.	120,500 lb. (54600 kg)

Materials and specifications are subject to change without notice.



CATERPILLAR

Caterpillar and Cat are Registered Trademarks of Caterpillar Tractor Co.



DIMENSIONS:

Height:

(A) Without counterweight 6' 7¹/₄" (2010 mm)
 (B) Top of hyd. cwt. frame 6' 11³/₄" (2130 mm)
 (C) Top of exhaust stack 8' 7" (2600 mm)

Width:

(D) Minimum shipping (cwt. removed) 9' 8¹/₄" (2950 mm)
 (E) 2,500 lb. fixed cwt. 9' 11³/₈" (3050 mm)
 (F) 3,500 lb. fixed cwt. 10' 3¹/₄" (3150 mm)
 (G) Adjustable counterweight retracted 10' 6" (3200 mm)
 (H) Adjustable counterweight extended 14' 3" (4350 mm)

Length, overall 12' 7" (3850 mm)
 Ground clearance, from face of shoe 15⁵/₈" (395 mm)

PIPELAYING EQUIPMENT:

Counterweights:

Adjustable, hydraulically controlled counterweight and lift frame 1200 lb. (540 kg)
 9 segments @ 600 lb. (272 kg) each 5400 lb. (2450 kg)
 Total weight extendable 6600 lb. (2990 kg)
 Fixed weights 2500 lb. (1130 kg) and 3500 lb. (1590 kg)

Winch transmission:

Sliding gear, built by Caterpillar.
 Three speeds for raising, one for lowering.

Drums:

Operation independent and simultaneous

Load (dia. x width) 8¹/₂" x 12" (216 x 305 mm)
 Boom (dia. x width) 8¹/₂" x 5" (216 x 127 mm)

Capacity:

5/8" load cable 510' (155 m)
 3/8" boom cable 140' (43 m)

Hook Speed (bare drum):

Raise	FPM	(m/min)
First	36	(11)
Second	64	(20)
Third	264	(80)
Lower	38	(12)

Clutch:

Single-plate, 11-in. (279 mm) diameter, friction, connected by roller chain to winch transmission.

Brakes:

	Diameter x Width
Boom	14 ¹ / ₁₆ " x 3 ¹ / ₂ " (365 x 89 mm)
Load	18 ¹ / ₁₆ " x 5" (460 x 127 mm)

Boom:

Standard length	15' (4550 mm)
Optional length	18' (5500 mm)

CHASSIS:

Sealed Track extends pin and bushing life up to 30%, and reduces wear on links and rollers. Track rollers, carrier rollers and idlers are Lifetime Lubricated.

Number of rollers (each side) Six
 Track gauge 74" (1880 mm)
 Width of standard track shoe 18" (455 mm)
 Optional width 20" (510 mm)
 Length of track on ground 87" (2210 mm)
 Ground contact area with standard shoes 3,130 sq. in. (2,02 m²)

ENGINE:

Flywheel horsepower @ 1750 RPM 105

The net horsepower at the flywheel of the vehicle engine operating under S.A.E. standard ambient temperature and barometric conditions [85° F. (29° C) and 29.38" (746 mm) Hg.], using 35 API gravity, 60° F. (15.6° C) fuel oil. Vehicle engine equipment includes blower fan, air cleaner, muffler, water pump, lubricating oil pump, fuel pump, and alternator. Engine will maintain full horsepower up to 5,000 feet (1500 m) altitude.

Design Data:

Caterpillar four-stroke cycle diesel Model D333 with six cylinders, 4¹/₄" bore (121 mm), 6" stroke (152 mm), and 638 cubic inch (10.5 lit) piston displacement.

Precombustion chamber fuel system with individual adjustment-free injection pumps and valves.

Cam ground and tapered aluminum alloy pistons with 3-ring design. Steel-backed aluminum bearings, Hi-Electro hardened crankshaft journals. Pressure lubrication with full-flow filtered oil. Dry-type air cleaner with primary and safety elements.

Two 24-volt direct electric starting systems - standard or low temperature. Glow plugs for preheating precombustion chambers included with both.

SERVICE CAPACITIES

	U.S. Gal.	(liters)
Fuel tank	65	(246)
Cooling system	9	(34)
Lubrication systems:		
Crankcase	7 ¹ / ₄	(27.5)
Transmission, bevel gear and flywheel clutch	12 ¹ / ₄	(46)
Final drives (each)	3	(11)

WEIGHTS:

Chassis only	18,700 lb.	(8500 kg)
Total shipping (approx.):		
No counterweight	25,500 lb.	(11 600 kg)
2500 lb. fixed cwt.	28,000 lb.	(12 700 kg)
3500 lb. fixed cwt.	29,100 lb.	(13 200 kg)
Adjustable cwt.	32,500 lb.	(14 700 kg)



transmisión

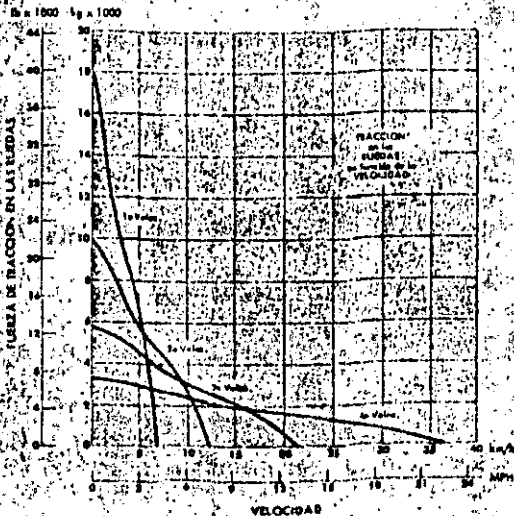
De tipo planetario, fabricado por Caterpillar. Servotransmisión total en cuatro rangos de avance y cuatro de retroceso. Se pueden hacer cambios sobre la marcha, lo cual aumenta la eficiencia del operador y el rendimiento de la máquina.

Con una sola palanca, a la izquierda de la columna de la dirección, se hacen cambios de velocidad y dirección. Haciendo girar el mango, se obtienen cuatro velocidades de avance y cuatro de retroceso. Para cambios de dirección, se mueve la palanca hacia adelante o hacia atrás. Una palanca de seguridad mantiene el control de la transmisión en neutro.

Convertidor de par monofásico de una etapa.

VELOCIDADES MAX. CON NEUMATICOS DE 23,5-25 (12 TELAS)(L-2):

	1a	2a	3a	4a
Avance, km/h:	6,1	10,9	19,2	32,7
(MPH):	(3,8)	(6,8)	(11,9)	(20,3)
Retroceso, km/h:	7,2	13,2	23,0	39,3
(MPH):	(4,5)	(8,2)	(14,3)	(24,4)



*La fuerza de tracción utilizable depende del peso y la tracción del tractor equipado.



ejes

El delantero es fijo, y el de atrás oscila $\pm 17^\circ$, o sea un total de 34° , para mayor estabilidad de la máquina. Una rueda puede ascender o descender 630 mm (24,8") con todas las otras ruedas en el suelo para máxima tracción. Los semiejes de flotación libre no soportan el peso de la máquina, sólo transmiten el par, para larga vida de servicio. Los semiejes pueden desmontarse independientemente de los ruedas y de los conjuntos planetarios para facilidad de servicio. Los diferenciales son corrientes.



mandos finales

Propulsión en las cuatro ruedas con reducción planetaria en cada una. Como el par se desarrolla en la rueda, hay menos esfuerzos en los semiejes. Los conjuntos planetarios pueden sacarse independientemente de las ruedas y frenos para facilidad de servicio.



frenos

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

DE SERVICIO — En las cuatro ruedas, con zapatas movidas por lavas en S, De acción neumática. No se desvivenecen y son de modulación suave.

DE ESTACIONAMIENTO — Se utiliza el sistema de cámaras provistas de resortes de los frenos de servicio. Se aplican mutuamente.

DE EMERGENCIA — Unas cámaras de los frenos, con resortes, activan los frenos en caso de una falla en el sistema de aire.



neumáticos

Sin cámara, con cuerpo de nilón, de tipo para cargadas y tracción en superficies.

Opción de 23,5-25, de 12 telas, (L-2) de tracción.
23,5-25, de 12 telas, (L-2) de tracción.



bastidor

Dos bastidores fabricados de una combinación de sección en caja y plancha sólida. Unidos al centro por dos pasadores de acero endurecido, con diámetro de 76 mm (3,0"). Cojinete superior de bronce al manganeso, de tipo de manguito, e inferior doble, de rodillos cónicos.



sistema de la dirección

Articulación en el punto central. Las ruedas traseras siempre siguen el mismo curso de las delanteras para mayor eficiencia del operador, menor resistencia a la rodadura y menor desgaste de los neumáticos. De fuerza totalmente hidráulica con un sistema de flujo amplificado.

Radio mínimo de viraje, (borde ext. del neumát.) 5260 mm (17' 3")

Diám. del círculo de viraje, con la hoja optativa 12 m (39' 3")

Angulo de la dirección, (a cada lado) 44°

Sistema hidráulico — Dos cilindros de doble acción, con diámetro interior de 102 mm (4"), operados por una bomba de paletas. Bomba calibrada para excelente respuesta hidráulica a todas las velocidades del motor.

Caudal a 1965 RPM con 147 L/min (38,9 gal/min)

69 bar (1000 lb/pulg²) 172 bar (2500 lb/pulg²)

Ajuste de la válvula de alivio 172 bar (2500 lb/pulg²)



datos para servicio

	litros	(Gal de U. S. A.)
Tanque de combustible	352	(93)
Sistema de enfriamiento	49,2	(13)
Cárter del motor	28,4	(7,5)
Transmisión y convertidor de par	31	(8,2)
Diferencial y mandos finales:		
Delanteros	30,3	(8)
Traseros	37,9	(10)
Sistema hidráulico	155	(41)



peso de operación (aproximado)

Incluye lubricantes, refrigerante, tanque de combustible lleno, hoja empujadora, 75% de cloruro de calcio (CaCl₂) en todos los neumáticos, techo KOPS y operador 18 780 kg (41 400 lb)

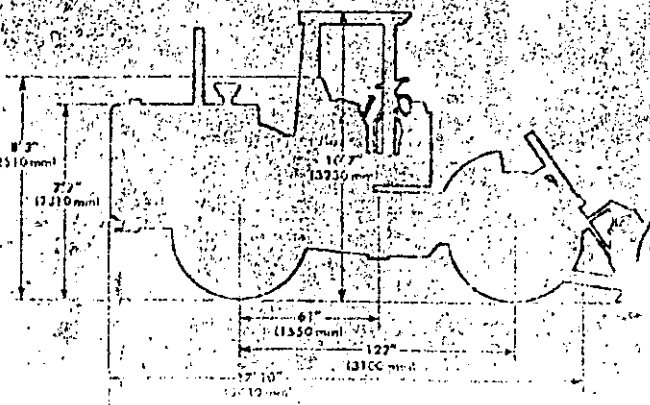


dimensiones (aproximadas)

Entrevía 2160 mm (85")

Ancho (borde ext. neumát.) 2770 mm (109")

Espacio libre sobre el suelo 356 mm (14")



Tractor de Ruedas 824C

117

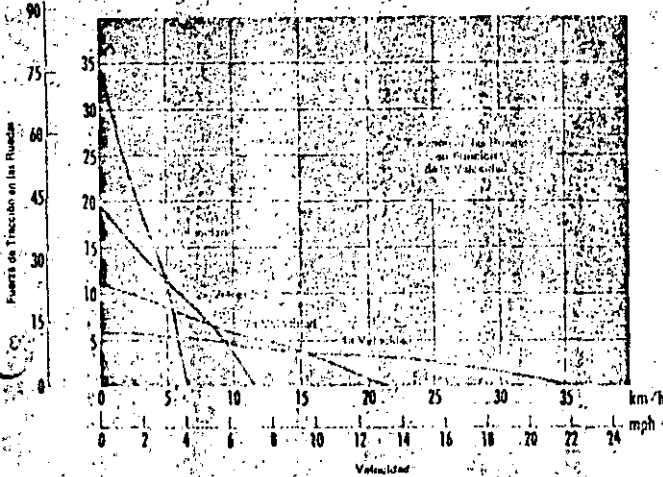
Transmisión

Survotransmisión planetaria Cat con cuatro velocidades de avance y cuatro de retroceso. Una sola palanca a la izquierda de la columna de la dirección controla la velocidad y el sentido de marcha. Se hace girar la palanca para los cambios de velocidad, y se mueve hacia adelante o hacia atrás para avanzar o retroceder. Un botón de traba, en la columna de la dirección, fija la transmisión en neutro.

Velocidades máximas en avance y retroceso, con neumáticos estándar:

	1a	2a	3a	4a
Avance, km/hora	6,0	10,5	18,7	33,2
MPH	3,7	6,5	11,6	20,6
Retroceso, km/h	6,8	12,1	21,2	37,8
MPH	4,2	7,5	13,2	23,5

LIBRAS KILOGRAMOS
(MIL) (KG)



* La fuerza de tiro utilizable depende de la tracción y del peso del tractor y su equipo.

Ejes

El eje delantero es fijo y el de atrás oscila $\pm 15^\circ$. Una de las ruedas traseras puede descender o ascender un total de 610 mm (24"), con todas las otras ruedas en el suelo, para máxima tracción. Los ejes flotan libremente y pueden desmontarse independientemente de las ruedas y de los conjuntos planetarios. Los diferenciales son del tipo corriente.

Mandos Finales

Con propulsión en todas las ruedas, y un conjunto planetario de reducción en cada una. El par se desarrolla en la rueda, por lo cual hay menos esfuerzos en los ejes. Los juegos planetarios pueden desmontarse independientemente de las ruedas y de los frenos.

Bastidor

Hay dos bastidores de plancha de acero y secciones en el eje de las ruedas. Dos capullos de acero en el eje superior de la sección delantera y trasera. Arriba pasaba...



Frenos

(El sistema se ciñe a las regulaciones de la OSHA)
Servicio -- De discos múltiples en aceite, en las cuatro ruedas, y de acción neumática-hidráulica. Se ajustan solos y su enganche es modulado.

Estacionamiento -- Montado en la caja de los engranajes de transferencia, es de discos múltiples secos, que se aplican por resorte y se sueltan por aire. Se aplica manualmente. Una alarma sonora y una luz roja advierten al operador si la transmisión está enganchada mientras está aplicado el freno de estacionamiento.

Emergencia -- Utiliza el freno de estacionamiento. Una alarma sonora y una luz roja advierten al operador si la presión de aire cae por debajo de 4,83 bar (70 lb/pulg²) con la transmisión enganchada. Cuando la presión de aire cae por debajo de 2,76 bar (40 lb/pulg²) el freno se aplica automáticamente y detiene la máquina.



Sistema de Dirección

De bastidor articulado en el centro. Las ruedas traseras siguen siempre el mismo curso de las delanteras. De acción totalmente hidráulica con sistema de flujo aumentado. El flujo a los cilindros de la dirección está controlado por una bomba dosificadora operada por el volante de la dirección. Todo el aceite es filtrado. La columna de la dirección puede ajustarse.

Radio mínimo de viraje incl. los neumáticos (5) 6123 mm (20'1")
Angulo de dirección (a cada lado) 42°
Sistema hidráulico: dos cilindros de doble acción con 127 mm (5,0") de diámetro interior, impulsados por una bomba de paletas.
Capacidad a 2100 RPM y 69 bar (1000 lb/pulg²) 182 lit/min (48 gpm)
Ajuste de la válvula de alivio de presión 172 bar (2500 lb/pulg²)



Controles

Los controles de los implementos se hallan a la derecha del operador, hacia adelante del panel de instrumentos. La palanca de la derecha controla el levantamiento y la inclinación lateral de la hoja; la de la izquierda controla la inclinación hacia adelante o hacia atrás de la hoja.



Datos para Servicio

	Litros	(Gal. de E.U.A.)
Sistema de enfriamiento	85	22,5
Cárter	28	7,4
Transmisión	62	16,4
Diferenciales y mandos finales:		
Delante	73	19,2
Atrás	73	19,2
Tanque de combustible	600	158
Sistema hidráulico (incluye el tanque)	115	30,3
Tanque hidráulico	87	23



Peso de Operación

Incluye refrigerante, lubricantes, cabina con supresión de ruido, y estructura R.O.P.S., hoja para esparcir el material de relleno, sistema hidráulico, tanque de combustible lleno y el operador. 25 690 kg (56 635 lb)

Peso de operación máximo, inclusive el contrapeso y 75% de Cloruro de Calcio (CaCl₂) en todas las ruedas 31 716 kg (69 921 lb)



R.O.P.S.

(la cabina con la estructura R.O.P.S. es estándar)
La estructura para protección en caso de vuelco (R.O.P.S.) que ofrece Caterpillar para esta máquina se ciñe al criterio R.O.P.S. S.A.E. J1040 y I.S.O. 3471. También se ciñe al criterio R.O.P.S. (Estructura para Protección en Caso de Objetos) S.A.E. J231 e

CRAWLER TRACTOR MODEL REFERENCE

Information current at time of survey

Caterpillar Tractor Co. (Cont'd.)

model	series	make	engine	model	engine h.p. (flywheel)	drive type	shift type	weight	years built from to
D4D SA	84J	Cat	3304	68②	DD	MS	15,800	1966-1978	
D4D LGP	61J	Cat	3304	75	DD	MS	20,100	1967-Current	
D4D LGP	7R	Cat	3304	75	TQ	PS	20,800	1967-Current	
D4E	28X	Cat	3304	75	TQ	PS	16,350	1978-Current	
D4E	27X	Cat	3304	75	DD	MS	16,230	1978-Current	
D4E SA	29X	Cat	3304	68②	DD	MS	18,260	1978-Current	
D5	81H,82H	Cat	D333	93	DD	MS	18,600	1967-1967	
D5	83H,84H	Cat	D333	93	TQ	PS	19,200	1967-1967	
D5	93J,94J	Cat	3306	105	DD	MS	25,100	1966-1977	
D5	95J,96J	Cat	3306	105	TQ	PS	25,600	1966-1977	
D5 SA	98J	Cat	3306	90②	DD	MS	21,300	1966-1977	
D5 LGP	12R	Cat	3306	105	DD	MS	27,800	1966-1977	
D5 LGP	6R	Cat	3306	105	TQ	PS	27,800	1966-1977	
D5B	24X,25X	Cat	3306	105	TQ	PS	25,800	1977-Current	
D5B	22X,23X	Cat	3306	105	DD	MS	25,200	1977-Current	
D5B SA	26X	Cat	3306	90②	DD	MS	23,600	1977-Current	
D6	9U	Cat	D318	93	DD	MS	17,965	1954-1959	
D6B	37A	Cat	D318	93	DD	MS	17,930	1959-1967	
D6C	44A	Cat	D318	120	DD	MS	18,300	1959-1967	
D6C	76A	Cat	D318	120	TQ	PS	23,500	1963-1967	
D6C	99J	Cat	D333	140	DD	MS	31,400	1967-1977	
D6C	10K	Cat	D333	140	TQ	PS	30,600	1967-1977	
D6C SA	17R	Cat	D333	125②	DD	MS	28,800	1970-1977	
D6C LGP	69U	Cat	D333	140	TQ	PS	37,750	1972-1977	
D6D	3X	Cat	3306	140	DD	MS	31,000	1977-Current	
D6D	4X	Cat	3306	140	TQ	PS	31,730	1977-Current	
D6D SA	5X	Cat	3306	125②	DD	MS	28,800	1977-Current	
D6D LGP	6X	Cat	3306	140	TQ	PS	37,700	1977-Current	
D7	3T	Cat	D8800	108	DD	MS	25,925	1954-1955	
D7C	17A	Cat	D339	128	DD	MS	26,355	1955-1959	
D7D	17A	Cat	D339	140	DD	MS	26,555	1959-1961	
D7E	47A	Cat	D339	180	DD	MS	33,500	1966-1969	
D7E	48A	Cat	D339	160	TQ	PS	32,590	1961-1969	
D7F	93N	Cat	D333	180	DD	MS	32,400	1969-1974	
D7F	94N	Cat	D333	180	TQ	PS	33,000	1969-1974	
D7G	91V	Cat	3306	200	DD	MS	51,100	1974-Current	
D7G	92V	Cat	3306	200	TQ	PS	52,100	1974-Current	
D7G LGP	45W	Cat	3306	200	DD	MS	51,800	1976-Current	
D7G LGP	72W	Cat	3306	200	TQ	PS	52,100	1976-Current	
D8	13A	Cat	D342	185	DD	MS	37,150	1953-1955	
D8E	14A	Cat	D342	191	DD	MS	39,060	1955-1957	
D8G	15A	Cat	D342	191	TQ	PS	35,925	1955-1957	
D8H	35A	Cat	D342	235	TQ	PS	46,032	1959-1961	
D8H	36A	Cat	D342	270	DD	MS	47,180	1958-1966	
D8H	46A	Cat	D342	270	TQ	PS	48,210	1958-1974	
D8K	76B	Cat	D342	300	DD	MS	68,500	1974-Current	
D8K	77B	Cat	D342	300	TQ	PS	69,900	1974-Current	
D9D	18A	Cat	D353	320	DD	MS	57,543	1956-1959	
D9D	19A	Cat	D353	320	TQ	PS	57,990	1956-1959	
D9E	49A	Cat	D353	335	DD	MS	59,375	1959-1960	
D9E	50A	Cat	D353	335	TQ	PS	59,375	1959-1960	
D9E	34A	Cat	D353	335	TQ	PS	59,837	1959-1961	
D9G	66A	Cat	D353	385	TQ	PS	68,500	1961-1974	
D9H	90B	Cat	D353	410	TQ	PS	93,600	1974-1980	
D9L	14Y	Cat	3412	460	TQ	PS	111,500	1981-Current	
D10	84W	Cat	D348	700	TQ	PS	190,300	1978-Current	

PRODUCT LINE

MODEL	FLYWHEEL HORSEPOWER	OPERATING WEIGHT *	LENGTH OF TRACK ON GROUND	TRACK GAUGE	Serial No.
D20A-5	39 HP 2450 RPM	3455 kg * (7,730 lb)	1645 mm (66.3 in)	1310 mm (51.5 in)	#50001-
D21A-5	39 HP 2450 RPM	3655 kg * (8,060 lb)	1655 mm (66.3 in)	1310 mm (51.6 in)	#50001-
D31A-17	66 HP 2350 RPM	6150 kg * (13,560 lb)	1880 mm (74 in)	1450 mm (57.1 in)	#32001-
D40A-3	90 HP 2350 RPM	9680 kg ** (21,340 lb)	2060 mm (81.1 in)	1540 mm (60.6 in)	#6001-
D41A-3	90 HP 2400 RPM	9680 kg ** (21,340 lb)	2060 mm (81.1 in)	1540 mm (60.6 in)	#6001-
D60A-16	110 HP 1900 RPM	11860 kg ** (26,370 lb)	2230 mm (86.6 in)	1680 mm (74.0 in)	#59001-
D53A-16	110 HP 1900 RPM	12250 kg ** (27,010 lb)	2200 mm (86.6 in)	1680 mm (74.0 in)	#68001-
D60A-7	155 HP 1850 RPM	15690 kg ** (34,590 lb)	2430 mm (95.7 in)	1840 mm (74.0 in)	#40001-
D60E-7	165 HP 1850 RPM	16570 kg ** (36,550 lb)	2635 mm (103.7 in)	1850 mm (74.0 in)	#40001-

* With power RAAR lift dozer and hitch
** With angle dozer and hitch

MODEL	FLYWHEEL HORSEPOWER	OPERATING WEIGHT *	LENGTH OF TRACK ON GROUND	TRACK GAUGE	Serial No.
D60A-7	155 HP 1850 RPM	15,890 kg * (35,030 lb)	2430 mm (95.7 in)	1880 mm (74.0 in)	#40001-
D60E-7	165 HP 1850 RPM	16770 kg ** (36,970 lb)	2635 mm (103.7 in)	1880 mm (74.0 in)	#40001-
D60A-16	220 HP 1800 RPM	22210 kg ** (51,180 lb)	2730 mm (107.5 in)	2000 mm (78.7 in)	#25401-
D60E-16	220 HP 1800 RPM	23670 kg ** (52,190 lb)	3050 mm (120.1 in)	2000 mm (78.7 in)	#25401-
D60A-16	220 HP 1800 RPM	23510 kg ** (51,840 lb)	2730 mm (107.5 in)	2000 mm (78.7 in)	#26001-
D60E-16	220 HP 1800 RPM	23970 kg ** (52,850 lb)	3050 mm (120.1 in)	2000 mm (78.7 in)	#26001-
D150A-1	300 HP 2000 RPM	33690 kg ** (74,290 lb)	3150 mm (124.0 in)	2140 mm (84.3 in)	#8454-
D150A-1	320 HP 2000 RPM	33690 kg ** (74,290 lb)	3150 mm (124.0 in)	2140 mm (84.3 in)	#19001-
D36A-3	410 HP 2000 RPM	45430 kg ** (100,150 lb)	3360 mm (132.3 in)	2260 mm (89.0 in)	#4001-
D465A	620 HP 2000 RPM	70490 kg ** (155,430 lb)	3710 mm (145.9 in)	2650 mm (104.3 in)	#1301-

* With angle dozer and hitch
** With straight-tilldozer and rigid drawbar

119

PRODUCT LINE

MODEL	FLYWHEEL HORSEPOWER	OPERATING WEIGHT	GROUND PRESSURE	Ref. No.
D20P-5*	39 HP 2450 RPM	3810 kg (8,400 lb)	0.22 kg/cm ² (3.13 PSI)	#50001~
D21P-5*	39 HP 2450 RPM	3870 kg (8,530 lb)	0.23 kg/cm ² (3.27 PSI)	#50001~
D31P-17	66 HP 2350 RPM	6730** (14,770 lb)	0.26 kg/cm ² (3.63 PSI)	#32001~
D40P-3	90 HP 2350 RPM	10500 kg** (23,150 lb)	0.24 kg/cm ² (3.41 PSI)	#6001~
D41P-3	90 HP 2350 RPM	10500 kg** (23,150 lb)	0.24 kg/cm ² (3.41 PSI)	#6001~
D50P-16**	118 HP 1900 RPM	13970 kg (29,920 lb)	0.27 kg/cm ² (3.84 PSI)	#68001~
D50PL-16**	118 HP 1900 RPM	13080 kg (28,840 lb)	0.23 kg/cm ² (3.27 PSI)	#68001~
D53P-16**	118 HP 1900 RPM	13860 kg (30,560 lb)	0.28 kg/cm ² (3.98 PSI)	#68002~
D60P-7**	165 HP 1850 RPM	17550kg (38,690 lb)	0.25 kg/cm ² (3.6 PSI)	#40001~

* With angledozer and hitch

** With straight-tilledozer and hitch

MODEL	FLYWHEEL HORSEPOWER	OPERATING WEIGHT	GROUND PRESSURE	Ref. No.
D65P-7**	165 HP 1850 RPM	18200kg (40,130 lb)	0.26 kg/cm ² (3.7 PSI)	#40001~
D80P-18**	220 HP 1800 RPM	25400 kg (56,000 lb)	0.40 kg/cm ² (5.69 PSI)	#2051~
D85P-18**	220 HP 1800 RPM	25700 kg (56,670 lb)	0.41 kg/cm ² (5.83 PSI)	#2051~

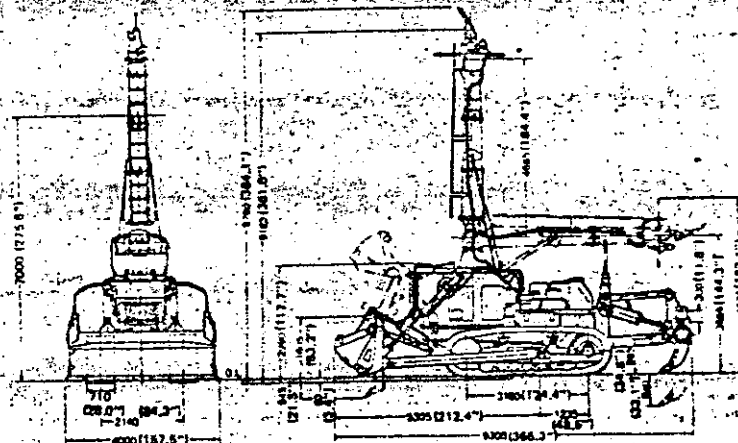
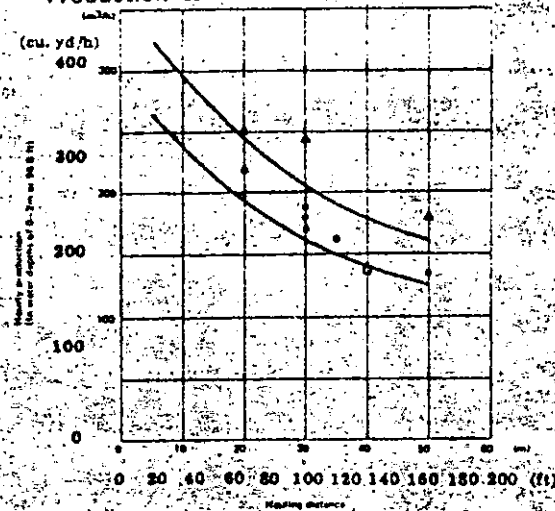
KOMATSU D155W AMPHIBIOUS BULLDOZER

AMPHIBIOUS BULLDOZER

FEATURES

1. Can do dozing work in water up to 7 meters deep. The duct can be bent backward to any angle up to 90° so that the amphibious bulldozer can pass under bridges and be transported.
2. Levels land or seabed in any weather.
3. Powerful digging; big volume pushing.
4. Apron-attached blade increases operating efficiency.
5. High mobility.
6. Two methods of control: remote radio control and direct wire control.
7. Completely water-tight.
8. Complete operational safety.
9. Lubrication-free lever linkage.
10. Simple inspections and service.
11. Wide range of attachments increase its versatility.

With Ripper (Standard)

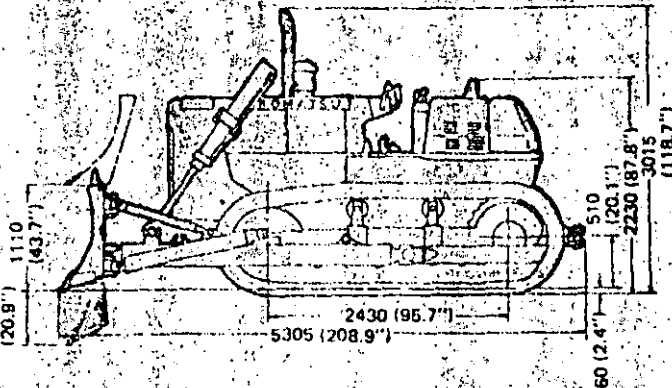
D155W Amphibious Bulldozer
Production Estimate

Note:

- : Gravel-sand mixture in-water operation
- △ : Sand on-land operation
- : Hard clay on-land operation

D65A-6

especificaciones



MOTOR

Cummins modelo N855-C250
 Tipo Diesel, inyección directa, cuatro tiempos, válvulas en la cabeza, enfriado por agua.

Número de cilindros 6
 Diámetro y carrera 139.7 x 152.4 mm. (5.5" x 6")
 Desplazamiento 14,010 cm.3 (855" Cub.)
 Potencia a 1850 r.p.m. 140 H.P. en el volante
 Par motor máximo 75 Kgm. a 1,100 r.p.m.
 Consumo de combustible 185 gr./H.P./hora
 Lubricación forzada de filtrado total
 Purificador de aire tipo seco
 Arranque eléctrico de 24 volts

RENDIMIENTO DEL TRACTOR

Velocidades 3 hacia adelante y 3 en reversa
 Velocidad y tracción ver gráfica
 Inclinación máxima negociable 30°

SISTEMA DE TRANSMISION DE POTENCIA

Convertidor de par de 4 elementos, una etapa, tres fases, enfriado por agua

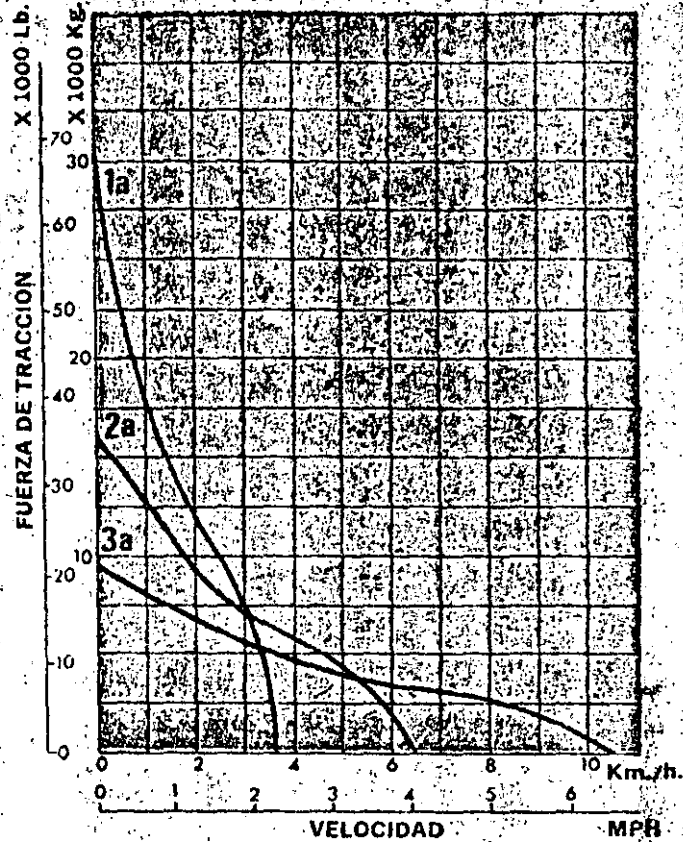
Caja de velocidades Sistema planetario con embragues de discos múltiples actuados hidráulicamente, lubricación forzada y piñón cónico helicoidal de salida.

SISTEMA DE DIRECCION

Embragues direccionales de operación manual, discos múltiples con baño de aceite actuados hidráulicamente.
 Frenos direccionales de operación por pedal, de banda de presión con baño de aceite.

MANDOS FINALES

De engranes rectos doble reducción



TRANSITO

Suspensión oscilante, con barra compensadora.
 Rodillos superiores 2 por lado
 Rodillos inferiores 6 por lado
 Zapatas de una garra 37 por lado
 Dimensiones de zapatas garra 60 mm. (2.4")
 paso 203 mm. (8")
 ancho 510 mm. (20")

DIMENSIONES IMPORTANTES

Largo 4,000 mm. (157.5")
 Ancho 2,390 mm. (94.1")
 Alto 3,015 mm. (118.7")
 Distancia entre centros de carriles 1,880 mm. (74")
 Contacto con el piso 24,800 cm² (3844" Cuad.)
 Presión sobre el suelo 0.52 Kg./cm² (7.4 Lb./Pulg. Cuad.)
 Libramiento al centro 400 mm. (15.7")

CAPACIDADES

Agua de enfriamiento 55 Lt. (14.5 Gal.)
 Combustible 280 Lt. (74.1 Gal.)

ACEITES:

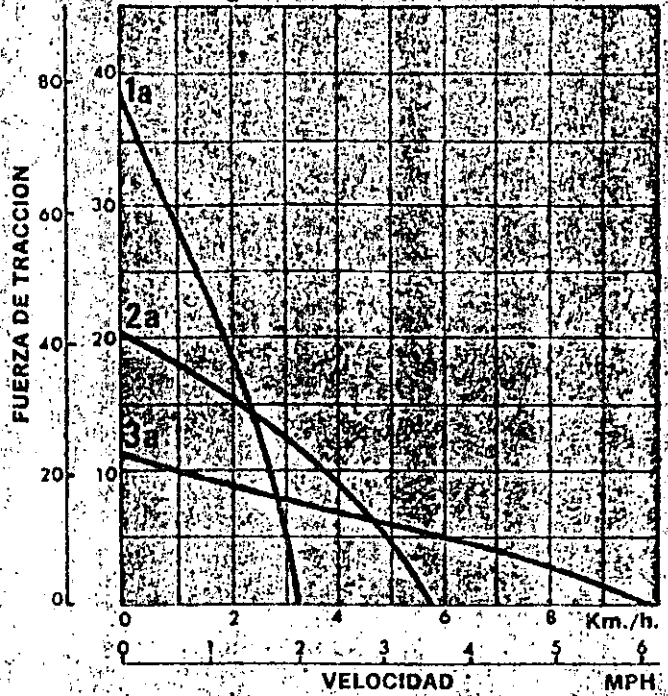
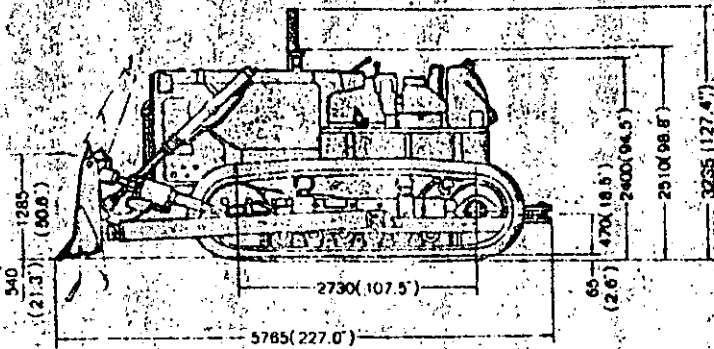
Motor 53 Lt. (14.0 Gal.)
 Convertidor y transmisión 52 Lt. (13.7 Gal.)
 Caja de engranes cónicos y sistema de dirección 70 Lt. (18.5 Gal.)
 Mandos finales (cada lado) 23 Lt. (6.1 Gal.)

PESO DE OPERACION 13,000 Kg. (28,630 Lb.)

D855A-12

especificaciones

X 1000 Lb. X 1000 Kg.



MOTOR

Cummins turbocargado
Tipo

modelo NT855-C250
Diesel, inyección directa,
cuatro tiempos, válvulas
en la cabeza, enfriado
por agua.

Número de cilindros 6
Diámetro y carrera 139.7 x 152.4 mm. (5.5" x 6")
Desplazamiento 14,010 cm.3 (853" Cub.)
Potencia a 1850 r.p.m. 200 H.P. en el volante
Par motor máximo 90 kgm. a 1300 r.p.m.
Consumo de combustible 184 gr./H.P./hora
Lubricación forzada de filtrado total
Purificador de aire tipo seco
Arranque eléctrico de 24 volts

RENDIMIENTO DEL TRACTOR

Velocidades 3 hacia adelante y 3 en reverse
Velocidad y tracción ver gráfica
Inclinación máxima negociable 30°

SISTEMA DE TRANSMISION DE POTENCIA

Convertidor de par de 3 elementos, un paso, enfriado por agua.
Caja de transmisión Sistema planetario con embragues de discos múltiples actuados hidráulicamente, lubricación forzada y piñón cónico helicoidal de salida.

SISTEMA DE DIRECCION

Embragues direccionales operados por pedal, de discos múltiples en baño de aceite, de accionamiento hidráulico.
Frenos direccionales de operación por pedal, de banda de opresión con baño de aceite.

MANDOS FINALES

De engranajes rector.

TRANSITO

Suspensión oscilante, con barra compensadora.
Rodillos superiores 2 por lado
Rodillos inferiores 6 por lado
Zapatas de una garra 36 por lado
Dimensiones de zapatas garra 65 mm. (2.6")
peso 216 mm. (8.5")
ancho 560 mm. (22")

DIMENSIONES IMPORTANTES

Largo 4,595 mm. (180.9")
Ancho 2,600 mm. (102.4")
Alto 3,225 mm. (127.4")
Distancia entre centros de carriles 2,000 mm. (78.7")
Contacto con el piso 30,580 cm.2 (4,740 pulg.2)
Presión sobre el suelo 0.59 kg./cm.2 (3.39 lb./pulg.2)
Libramiento al centro 400 mm. (15.7")

BARRA DE TIRO

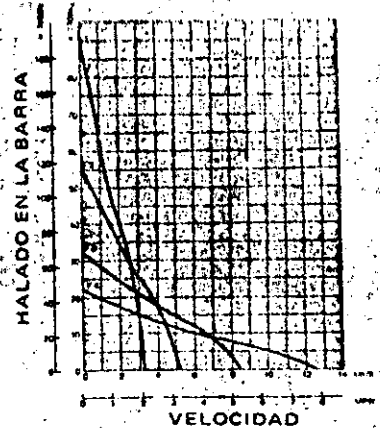
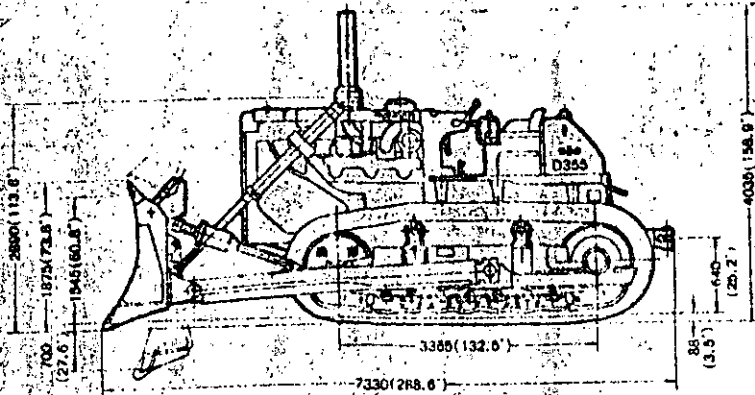
Tipo rígida con perno

TOMA DE FUERZA

Velocidad r.p.m. del motor
Rotación en el sentido de las manecillas del reloj, vista del lado impulsor.

CAPACIDADES

Agua de enfriamiento 65 lt. (17 Gal.)
Combustible 420 lt. (111 Gal.)
ACEITES:
Motor 53 Lt. (14.0 Gal.)
Convertidor, transmisión, caja de engranes cónicos y sistema de dirección 130 lt. (34 Gal.)
Mandos finales (cada lado) 36 lt. (9.5 Gal.)
Rodillos (cada lado) 3 lt. (0.8 Gal.)
Grasa del tensor de carriles (cada lado) 10 lt. (2.6 Gal.)



TRACTOR

MOTOR:

Modelo	KOMATSU SA6D155-4A
Tipo	Enfriado por agua, 4 tiempos, válvulas en la culata, inyección directa, diesel turbocargado y pre-enfriador de aire
No. de cilindros—diámetro x carrera	6—155 mm x 170 mm (6.10" x 6.69")
Cilindrada	19260 cc (1175 pulg. cu.)
Rendimiento:	
Caballaje a la volante	410 HP/2000 RPM
Torque máximo	176 kg.m (127.3 lb.p)/1400 RPM
Consumo de combustible	175 g (0.39 lb) HP.h
Sistema de combustible:	
Combustible	Diesel especificación ASTM D975-60T No. 2D
Gobernador	Mecánico, control toda velocidad
Sistema de lubricación:	
Método	Bomba de engranaje, lubricación forzada
Filtro	Flujo total con derivación
Enfriado del aceite	Por agua
Sistema de enfriamiento:	
Circulación forzada por bomba de engranajes	
Filtro de aire	Seco con pre-depurador
Método de arranque	Motor arranque eléctrico
Motor de arranque	24 V, 11 kW
Generador	24 V, 20 A
Batería	24 V, 20 A

RENDIMIENTO:

Velocidades y fuerza a la barra de tiro (ver gráfica)	
Velocidades	
Avance, 1a	0—3.3 km/h (0—2.1 MPH)
2a	0—5.1 km/h (0—3.2 MPH)
3a	0—8.5 km/h (0—5.3 MPH)
4a	0—12.7 km/h (0—7.9 MPH)
Reversa 1a	0—3.2 km/h (0—2.0 MPH)
2a	0—5.0 km/h (0—3.1 MPH)
3a	0—8.4 km/h (0—5.2 MPH)
4a	0—12.6 km/h (0—7.8 MPH)
Pendiente superable	30°

SISTEMA DE TRANSMISION DE FUERZA:

Convertidor de torque	3 elementos, 1 etapa, 1 fase
Transmisión:	
Tipo	Engranaje planetario, embrague de discos múltiples hidráulicos, lubricación forzada
Marchas	4 avance, 4 reversa
Diferencial	Engranaje cónico

SISTEMA DE DIRECCION:

Embrague direccional	Húmedo, de discos múltiples, hidráulico, de mando manual
Freno direccional	Húmedo, banda de contracción, interconectado al embrague direccional, operado con pedal y con refuerzo hidráulico
Mando final	Piñon recto, reducción simple, engranaje planetario

TREN DE RODAJE:

Suspensión	Oscilante, barra compensadora
No. de rodillos:	
Rodillos superiores	2 (cada lado)
Rodillos inferiores	7 (cada lado)
Zapatillas:	
Tipo	Ensamblada, garras simple
Altura de garras	83 mm (3.5")
No. de zapatas	20 (cada lado)

Ancho total	3020 mm (118.9")
Altura total	4035 mm (158.9")
Trocha	2260 mm (89.0")
Largo de la bruga sobre el suelo	3365 mm (132.5")
Área de contacto	41050 cm ² (6360 pulg. ²)
Presión sobre el suelo	0.88 kg/cm ² (12.52 PSI)
Altura libre	575 mm (22.6")

BARRA DE TIRO (Opcional):

Tipo	Fija, de pasador
Altura libre	640 mm (25.2")

TOMA DE FUERZA:

Localización	Derecha de la caja de la volante
Revoluciones	1726 RPM
Rotación	A favor de las manecillas del reloj

CAPACIDADES:

Agua	175 lts. (46 U.S. Gal.)
Acate del motor	71 lts. (19 U.S. Gal.)
Tanque de combustible	750 lts. (198 U.S. Gal.)
Convertidor de torsión	
Transmisión	230 lts. (61 U.S. Gal.)
Engrane cónico	
Caja de dirección	
Mando final (cada lado)	68 lts. (18 U.S. Gal.)
Caja de muelles amortiguadores (cada lado)	40 lts.

PESO DE OPERACION

(Las dimensiones y peso de operación incluyen barra de tiro)

EQUIPO CON RECTA-INCLINABLE

DIMENSIONES:

Largo total	7330 mm (288.6")
Ancho total	4315 mm (170.0")
Presión sobre el suelo	1.09 kg/cm ² (15.50 PSI)

EQUIPO DE LA HOJA:

Tipo	Recta, inclinación hidráulica
Peso	7820 kg (17,240 lbs.) incluyendo cilindros y soportes del cilindro

Hoja:	
Largo	4315 mm (170.0")
Altura	1875 mm (73.8")
Ángulo de excavación	52°
Max. elevación sobre el suelo	1545 mm (60.8")
Max. profundidad bajo el suelo	700 mm (27.6")
Max. ajuste de inclinación	1000 mm (39.4")

CILINDROS HIDRAULICOS:

Tipo	De pistón, de doble acción
No. de cilindros—diámetro:	
Cilindro de elevación	2—160 mm (6.3")
Cilindro de inclinación	1—250 mm (9.8")

UNIDAD DE CONTROL HIDRAULICO:

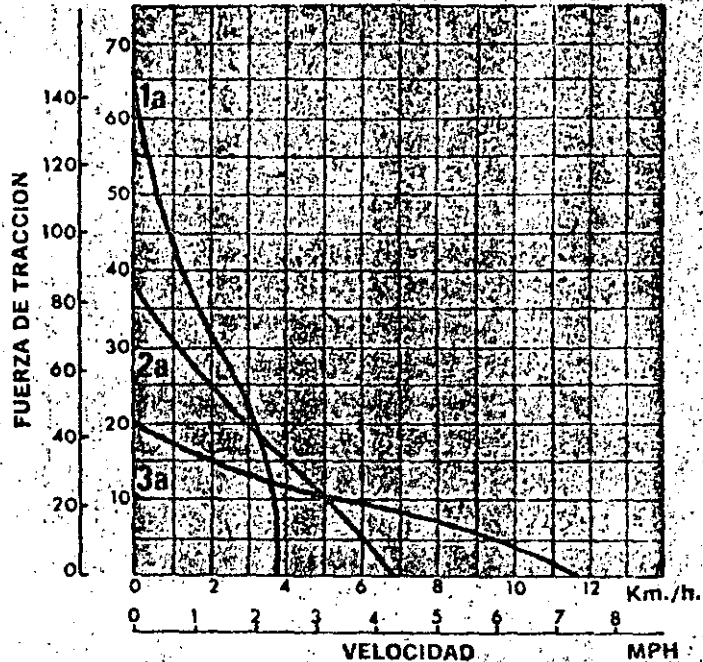
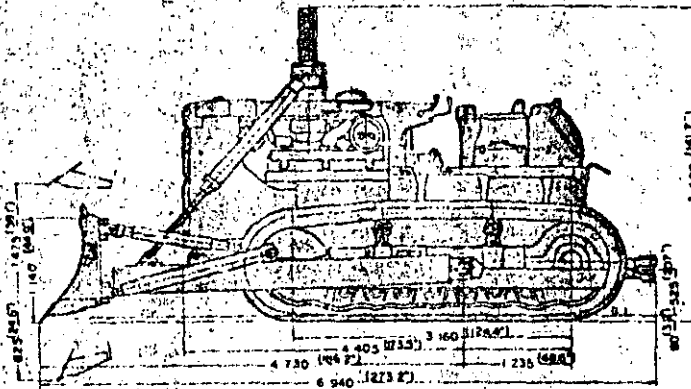
Peso	880 kg (1,940 lbs.)
Max presión de aceite	140 kg/cm ² (2000 PSI)
Bomba hidráulica:	
Tipo	De engranaje
Caudal de descarga	394 lts./min (104 U.S. Gal./min.) a 2400 RPM del motor
Localización	Detrás del lado derecho del motor
Válvula de control:	
Tipo	Carrete
Posición	Alta: subir, mantener, bajar, flotar
Inclinación:	Izquierda, man tie

Manque hidráulico:

D155A-1

especificaciones

X 1000 Lb. X 1000 Kg.



MOTOR

Komatsu modelo S6D155-4

Tipo: Diesel, inyección directa, cuatro tiempos, válvulas en la cabeza, enfriado por agua.

Número de cilindros 6
 Diámetro y carrera 155 x 170 mm. (6.1" x 6.7")
 Desplazamiento 19,260 cm.3 (1,175 pulg. cub.)
 Potencia 320 h.p. a 2000 r.p.m.
 Par motor máximo 144 kgm. (1,040 pib.) a 1,400 r.p.m.
 Consumo de combustible 185 gr. (0.41 lb.) por H.P./hora
 Lubricación forzada de filtrado total
 Purificador de aire tipo seco
 Arranque eléctrico de 24 volts

RENDIMIENTO DEL TRACTOR

Velocidades 3 hacia adelante y 3 en reverse
 Velocidad y tracción ver gráfica
 Inclinación máxima negociable 30°

SISTEMA DE TRANSMISION DE POTENCIA

Convertidor de par de 3 elementos, una etapa, una fase enfriado por agua

Caja de velocidades Sistema planetario con embragues de discos múltiples actuados hidráulicamente, lubricación forzada y piñón cónico helicoidal de salida.

SISTEMA DE DIRECCION

Embragues direccionales de operación manual, discos múltiples con baño de aceite actuados hidráulicamente.

Frenos direccionales de pedal, con ayuda hidráulica, en baño de aceite.

MANDOS FINALES

De engranes rectos doble reducción

TRANSITO

Suspensión oscilante, con barra compensadora.
 Rodillos superiores 2 por lado
 Rodillos inferiores 7 por lado
 Zapatas de una garra 41 por lado
 Dimensiones de zapatas 80 mm. (3.1") altura
 228 mm. (9") paso
 560 mm. (22") ancho

DIMENSIONES IMPORTANTES

Largo 5,380 mm. (211.8")
 Ancho 2,780 mm. (109.4")
 Alto 3,600 mm. (141.7")
 Distancia entre centros de carriles 2,140 mm. (84.3")
 Contacto con el piso 35,390 cm.2 (5,485 pulg.2)
 Libramiento al centro 500 mm. (19.7")

BARRA DE TIRO

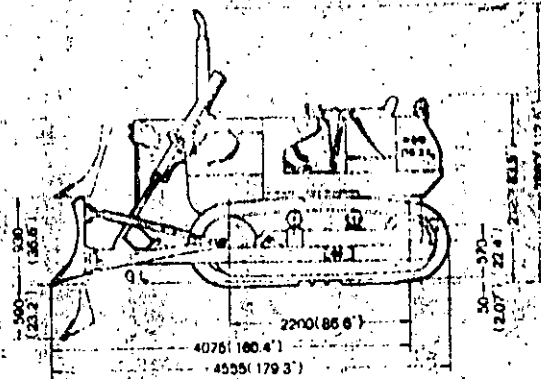
Tipo rígida con perno

TOMA DE FUERZA

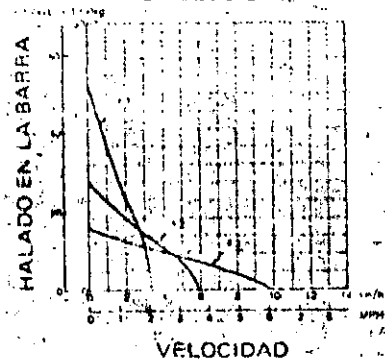
Velocidad máxima 2,000 r.p.m.
 Rotación en el sentido de las manecillas del reloj, vista del lado impulsor.

CAPACIDADES

Agua de enfriamiento 150 lt. (40 gal.)
 Combustible 600 lt. (159 gal.)
ACEITES:
 Motor 71 lt. (18.8 gal.)
 Convertidor y transmisión
 Caja de engranes cónicos y sistema de dirección 125 lt. (49 gal.)
 Mandos finales (cada lado) 55 lt. (15 gal.)
 Grasa del tensor de carriles (cada lado) 15 lt. (4 gal.)



HALADO EN LA BARRA VS VELOCIDAD



TRACTOR

MOTOR:

Modelo:	KOMATSU 4D130-1
Tipo:	Enfrido por agua, 4 ciclos, válvulas de culata, diesel, cámara de precombustión
No. de cilindros - diámetro x carrera:	4 - 130 mm (5.12") x 160 mm (6.30")
Cilindrada:	8495 cc (518 pulg ³)
Rendimiento:	
Caballaje a la volante:	110 HP/1900 RPM
Máximo torque:	52 kg.m (372 lb.piel/1300 RPM)
Sistema de combustible:	
Combustible:	Diesel, Especificación ASTM D975-60T No. 2
Governador:	Mecánico, control de toda velocidad
Sistema de lubricación:	
Método:	Bomba de engranaje, lubricación forzada
Filtro:	Flujo completo
Enfriador de aceite:	Por agua
Sistema de enfriamiento:	Circulación forzada por bomba centrífuga y abanico
Filtro de aire:	Tipo seco con predepurador
Método de arranque:	
Tipo:	Motor de arranque eléctrico
Motor de arranque:	24 V, 5.4 kW
Alternador:	24 V, 13 A
Batería:	24 V (12 V x 2) - 150 Ah

RENDIMIENTO:

Velocidad de trabajo y halado en la barra.

	Velocidades
Avance 1a	0 - 3.3 km/h (2.0 MPH)
2a	0 - 6.0 km/h (3.7 MPH)
3a	0 - 9.7 km/h (6.0 MPH)
Reversa 1a	0 - 4.0 km/h (2.5 MPH)
2a	0 - 7.1 km/h (4.4 MPH)
3a	0 - 11.6 km/h (7.2 MPH)

SISTEMA DE TRANSMISION:

Convertidor de torsión:	
Tipo:	3 elementos, 1 etapa, 1 fase
Enfriamiento:	Por agua
Transmisión:	
Tipo:	Engranaje planetario, discos múltiples, Embrague hidráulico de lubricación forzada
Velocidades:	3 de avance, 3 de reversa
Diferencial:	Engranaje cónico en espiral
Sistema direccional:	
Embrague:	Húmedo, discos múltiples, de resorte, manual refuerzo hidráulico
Freno:	Húmedo, banda de contracción, operado con pedal (derecho)
Mandos finales:	Engranaje recto, doble reducción

TREN DE RODAJE:

Suspensión:	Tipo oscilante, barra estabilizadora
No. de rodillos:	
Rodillos superiores:	2 (cada lado)
Rodillos inferiores:	5 (cada lado)
Zapatas:	
Tipo:	Ensambladas, garra simple
Altura de garra:	50 mm (2")
No. de zapatas:	39 a cada lado
Paso de la cadena:	175 mm (6.9")
Ancho de la zapata:	460 mm (18.1")

DIMENSIONES:

Largo total:	3610 mm (142.1")
Ancho total:	2340 mm (92.1")

Altura total:	2860 mm (112.6")
Ancho de trucha:	1880 mm (74.0")
Largo del carril sobre el suelo:	2200 mm (86.6")
Área de contacto en el suelo:	20240 cm ² (3,137 pulg ²)
Presión sobre el suelo:	0.51 kg/cm ² (7.25 PSI)
Altura libre:	325 mm (12.8")

(Excluye altura de la garra)

ENGANCHE (Opcional):

Tipo:	Fijo, de pasador
Altura del enganche:	570 mm (22.4")

(Excluye altura de la garra)

TOMA DE FUERZA:

Localización:	Detrás de la caja del convertidor
RPM del eje:	2315 RPM
Rotación:	A favor de las manecillas del reloj (Vista del asiento del operador)

CAPACIDADES:

Agua:	55 lts. (15 Gal)
Tanque de combustible:	240 lts. (63 Gal)
Aceite de motor:	25 lts. (6.6 Gal)
Amortiguador (Damper):	1.3 lts. (0.3 Gal)
Convertidor de torsión:	21 lts. (5.5 Gal)
Transmisión:	
Caja de diferenciales:	63 lts. (15.5 Gal)
Sistema direccional:	
Mandos finales (cada lado):	13 lts. (3.4 Gal)

PESO DE OPERACION

10200 kg (22,710 lbs)

■ CUCHILLA ANGULABLE

DIMENSIONES:

Largo total:	4555 mm (179.3")
Ancho total:	3720 mm (146.5")
Altura total:	2860 mm (112.6")
Presión sobre el suelo:	0.60 kg/cm ² (8.53 PSI)

EQUIPO DE LA HOJA:

Tipo:	Angulación e inclinación manual
Peso:	1520 kg (3,350 lb)

Hoja:	
Tipo:	Tensor
Largo x alto:	3720 mm x 875 mm (146.5" x 34.4")

Ángulo de excavación:	55°
Máximo levante sobre el suelo:	930 mm (36.6")
Máxima profundización:	590 mm (23.2")
Máximo ajuste de inclinación:	400 mm (15.7")
Angulación de la hoja:	25°

Cilindro hidráulico:	
Tipo:	Pistón de doble acción
No. de cilindros x diámetro:	2 - 90 mm (3.5")

UNIDAD DE CONTROL HIDRAULICO:

Peso:	370 kg (820 lbs)
Máxima presión de aceite:	140 kg/cm ² (2000 PSI)
Bomba hidráulica:	
Tipo:	De engranaje
Capacidad (descarga):	181 lts. (48 Gal)/min a 1900 RPM del motor

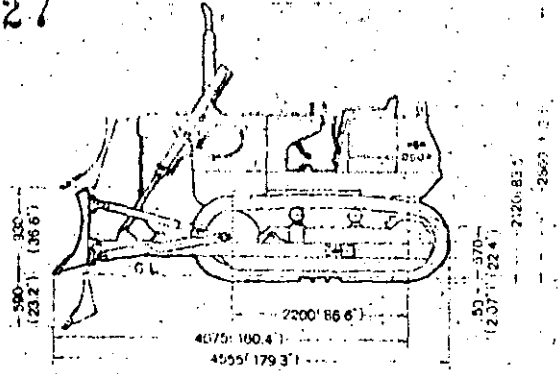
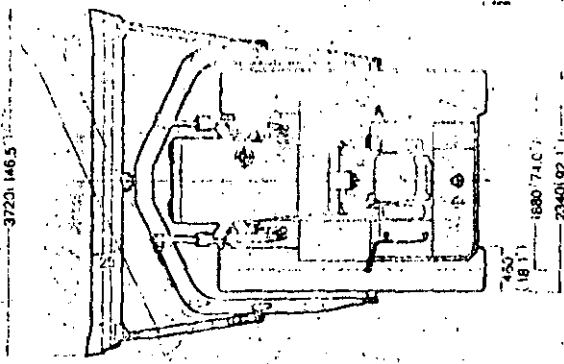
Localización:	Frente a la caja del convertidor
Válvula de control:	
Tipo:	Válvula de carrete
Posiciones:	Sube, mantiene, baja y flota

Tanque de aceite hidráulico:	
Tipo:	Equipado con válvulas internas
Localización:	Al lado derecho del operador
Filtro:	Tipo flujo total
Aceite hidráulico:	91 lts. (24 Gal)

PESO DE OPERACION

12190 kg (26,870 lbs)

Las dimensiones y pesos incluyen el enganche.



TRACTOR

MOTOR:
 Modelo: KOMA ISU 4D 130-1
 Tipo: Enfrido por agua, válvulas de culata, Diesel cámara de precombustión
 No. de cilindros: 4 - 130 mm x 160 mm
 Diámetro x carrera: (5.12" x 6.30")
 Cilindrada: 8495 cc (518 plóg. cu.)
 Rendimiento:
 Caudalaje a la volante: 110 HP/1900 RPM
 Torque máximo: 52 kg.m (376 lb. pie) 1300 RPM
 Sistema de combustible:
 Combustible: Diesel especificación AS1M D9/5-60T, No.2 Mecánico, toda velocidad
 Gobernador:
 Sistema de lubricación:
 Método: Bomba de engranaje, lubricación forzada
 Filtros: Tipo flujo total
 Enfriador de aceite: Por agua
 Sistema de enfriamiento: Circulación forzada por bomba centrífuga y abanico
 Filtro de aire: Tipo seco con predepurador
 Método de arranque: Motor de arranque eléctrico
 Motor de arranque: 24 V, 5.4 KW
 Alternador: 24 V, 13 A
 Batería: 24 V (12 V x 2) - 150 Ah

RENDIMIENTO:
 Velocidad de trabajo y halado en barra:

	Velocidades	Halado en la barra
Avance 1a	2.6 km/h (1.6 MPH)	9700 kg (21,380 lb)
2a	3.7 km/h (2.3 MPH)	6830 kg (15,080 lb)
3a	5.4 km/h (3.4 MPH)	4680 kg (10,320 lb)
4a	9.1 km/h (5.7 MPH)	2770 kg (6,110 lb)
Reversa 1a	3.5 km/h (2.2 MPH)	
2a	5.5 km/h (3.4 MPH)	
3a	7.9 km/h (4.9 MPH)	

 Máximo halado a la barra: 12300 kg (27,120 lb)

SISTEMA DE TRANSMISION:
 Embrague principal: En baño de aceite, de disco doble, resorte de inercia, refuerzo hidráulico operado por pedal
 Transmisión:
 Tipo: Engranaje recto, deslizante, manual
 Velocidades: 4 de avance y 3 de reversa
 Diferencial: Engranaje cónico en espiral
 Sistema de dirección:
 Embrague: En baño de aceite, de discos múltiples, con resorte, manual, con refuerzo hidráulico interconectado al embrague del freno
 Freno: En baño de aceite, banda de contracción, de pedal
 Mando final: Engranaje recto, doble reducción

TREN DE RODAJE:
 Suspensión: Tipo oscilante, barra estabilizadora
 No. de rodillos: 2 (cada lado)
 Rodillos superiores: 2 (cada lado)
 Rodillos inferiores: 5 (cada lado)
 Zapata:
 Tipo: Ensamblada, de una garra
 Altura de garra: 50 mm (2.0")
 No. de zapatas: 39 (la cada lado)
 Paso de la cadena: 175 mm (6.9")
 Ancho de la zapata: 460 mm (18.1")

DIMENSIONES:
 Largo total: 3610 mm (142.1")
 Ancho total: 2340 mm (92.1")
 Altura total:
 Al tope del escape: 2860 mm (112.6")
 Al punto más alto (sin escape): 2120 mm (83.5")
 Ancho de tracha: 1880 mm (74.0")
 Largo del carril sobre el suelo: 2200 mm (86.6")

Area de contacto sobre el suelo: 20240 cm² (3137 pu²)
 Presión sobre el suelo: 0.49 kg/cm² (6.97 PSI)
 Altura libre: 375 mm (12.8")
 (Excluye la altura de la garra)

ENGANCHE (Opcional):
 Tipo: Fijo, de nariz
 Altura libre del enganche: 570 mm (22.4")

TOMA DE FUERZA:
 Localización: Detrás de la caja de dirección
 RPM: 2308 RPM
 Rotación: A favor de las manecillas del reloj (visto desde el asiento)

CAPACIDADES:
 Agua: 50 lts. (13.2 U.S. Gal.)
 Combustible: 240 lts. (63 U.S. Gal.)
 Aceite de motor: 25 lts. (6.6 U.S. Gal.)
 Embrague principal: 16.5 lts. (4.4 U.S. Gal.)
 Transmisión: 19 lts. (5.0 U.S. Gal.)
 Caja de diferenciales: 63 lts. (16.6 U.S. Gal.)
 Embrague direccional: 13 lts. (3.4 U.S. Gal.)
 Manifijos finales (cada uno)

PESO DE OPERACION: 10060 kg (22,050 lb)

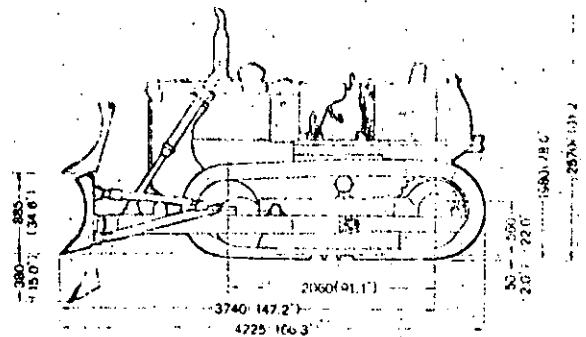
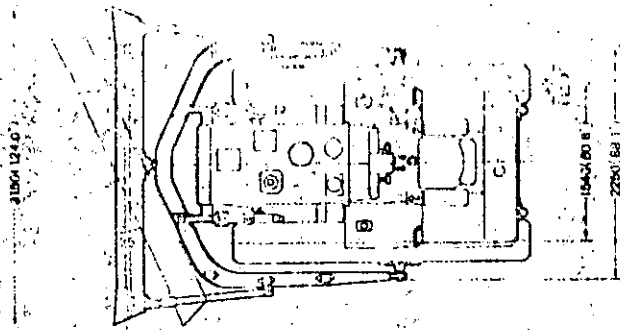
■ CUCHILLA ANGULABLE
DIMENSIONES:
 Largo total: 4555 mm (179.3")
 Ancho total: 3720 mm (146.5")
 Alto total: 2860 mm (112.6")
 Presión sobre el suelo: 0.59 kg/cm² (8.39 PSI)

EQUIPO DE LA HOJA:
 Tipo: Angulación e inclinación manual
 Peso: 1520 kg (3,350 lb)
 Hoja:
 Tipo: Angulación e inclinación manual
 Largo x alto: 3720 x 875 mm (146.5" x 34.4")
 Angulo de excavación: 55°
 Máximo levante sobre el suelo: 930 mm (36.6")
 Máxima profundización: 590 mm (23.2")
 Máximo ajuste de inclinación: 400 mm (15.7")
 Angulación de la hoja: 25°
 Cilindros Hidráulicos:
 Tipo: Pistones de doble acción
 No. de cilindros diámetro: 2 - 90 mm (3.54")

UNIDAD DE CONTROL HIDRAULICO:
 Peso: 370 kg (820 lb)
 Máxima presión de aceite: 140 kg/cm² (2000 PSI)
 Bomba Hidráulica:
 Tipo: De engranaje
 Capacidad (flujo): 181 lts. (48 U.S. Gal.)/min. a 1900 RPM del motor
 Localización: Frente al motor
 Válvula de control:
 Tipo: De carrete
 Posición: Sube, mantiene, baja y flosa
 Tanque de Aceite Hidráulico:
 Tipo: Equipo con válvulas internas
 Localización: Al lado derecho del operador
 Filtro: Flujo total
 Aceite hidráulico: 91 lts. (24 gal.)
 Peso de operación: 11890 kg (26,210 lb)

- EQUIPO STANDARD:**
- Zapata de garra simple 460 mm
 - Bastidor de orugas de 5 rodillos
 - Ajuste hidráulico de las orugas
 - Filtro de aire seco
 - Predepurador
 - Abanico
 - Motor de arranque de 24 voltios
 - Alternador de 13A
 - Radiador en línea
 - Asiento en suspensión de aceite
 - Guarda inferior en dos piezas
 - Cubierta lateral del motor tipo rejilla
 - Guarda rodillos segmentada
 - Ruedas motrices segmentadas
 - 2 luces frontales y 1 trasera
 - Alambrado para alarma de retroceso

Las especificaciones están sujetas a cambio sin previo aviso.



TRACTOR

ENGINE:

Model KOMATSU S4D105
 Type Water-cooled, 4-cycle, overhead-valve,
 direct injection, turbocharged, diesel
 Number of cylinders-lore x stroke 4 105 mm x 125 mm
 (4.13" x 4.92")
 Piston displacement 4330 cc (264 cu.in)
Performance:
 Flywheel horsepower 80 HP/2400 RPM
 Max. torque 32 kg.m (232 ft.lb)/1400 RPM
 Performance of a standard engine equipped with fan, air
 cleaner, alternator, water pump, lubricating oil pump and
 fuel pump, under SAE standard ambient temperature
 (85°F, 29.4°C) and barometric conditions (29.38" Hg,
 745 mm Hg.)
 Starting method By electric starting motor
 Starting motor 24 V, 5.2 KW
 Alternator 24 V, 25 A
 Battery 24 V (12 V x 2)- 120 Ah

PERFORMANCE:

Travel speed and rated drawbar pull:

	Travel speed	Rated drawbar pull
Forward	1st 2.5 km/h (1.6 MPH)	7360 kg (16,230 lb)
	2nd 3.3 km/h (2.1 MPH)	5580 kg (12,300 lb)
	3rd 5.2 km/h (3.2 MPH)	3520 kg (7,760 lb)
	4th 9.5 km/h (5.9 MPH)	1940 kg (4,280 lb)
Reverse	1st 3.3 km/h (2.1 MPH)	
	2nd 4.9 km/h (3.0 MPH)	
	3rd 7.7 km/h (4.8 MPH)	

Max. drawbar pull 9870 kg (21,760 lb)

POWER TRANSMITTING SYSTEM:

Main clutch Wet, double disc, spring, with inertia
 brake, foot-operated with hydraulic booster
Transmission:
 Type Spur gear, selective sliding, hand-operated
 Gearshift 4 forward and 3 reverse speeds
 Bevel gear Spiral bevel gear
Steering system:
 Steering clutch Wet, multiple disc, spring loaded,
 hand operated with hydraulic booster
 Steering brake Wet, contracting hand, hand- and
 foot-operated interconnected with
 steering clutch
 Final drive Spur gear, double reduction

UNDERCARRIAGE:

Suspension Oscillation type, equalizer bar
 Number of carrier rollers 1 (each side)
 Number of track rollers 5 (each side)
Shoe:
 Type Assembled, single grouser
 Grouser height 50 mm (2")
 Number of shoes 37 (each side)
 Width 400 mm (15.7")

DIMENSIONS:

Overall length 3375 mm (132.9")
 Overall width 1940 mm (76.4")
 Overall height 2570 mm (101.2")
 Track gauge 1540 mm (60.6")
 Length of track on ground 2060 mm (81.1")
 Ground contact area 10480 cm² (2554 sq.in)
 Ground clearance 360 mm (14.2")
 (Excluding grouser height)

HITCH (Optional):

Type 1 1/2" dia. fixed
 Height of hitch above ground 150 mm (6")

POWER TAKE-OFF:

Location Rear mounting
 Shaft RPM 1200 RPM
 Rotational direction Anticlockwise
 (as viewed from drive side)

CAPACITY:

Cooling water 34 ltr (8.9 U.S. Gal)
 Fuel tank 210 ltr (55.5 U.S. Gal)
 Engine 18 ltr (4.8 U.S. Gal)
 Main clutch 9 ltr (2.4 U.S. Gal)
 Transmission 16 ltr (4.2 U.S. Gal)
 Bevel gear case, steering case 45 ltr (11.9 U.S. Gal)
 Final drive case (each side) 12 ltr (3.2 U.S. Gal)

OPERATING WEIGHT (approximate) 8030 kg (17,700 lb)

ANGLED ODOZER EQUIPMENT

DIMENSIONS:

Overall length 4225 mm (166.3")
 Overall width 3150 mm (124.0")
 Overall height 2570 mm (101.2")
 Ground pressure 0.56 kg/cm² (7.96 PSI)

DOZER EQUIPMENT:

Type Manual angling and tilting
 Weight 1150 kg (2,540 lb), including cylinders
 and cylinder supports
Blade:
 Type Blade type
 Length x height 3150 mm x 750 mm
 (124.0" x 29.5")
 Digging angle 55°
 Max. lift above ground 885 mm (34.8")
 Max. drop below ground 380 mm (15.0")
 Max. tilting adjustment 460 mm (18.1")
 Blade angle 25°

HYDRAULIC CYLINDER:

Type Double acting, piston
 Number of cylinders-lore 2 80 mm (3.2")

HYDRAULIC CONTROL UNIT:

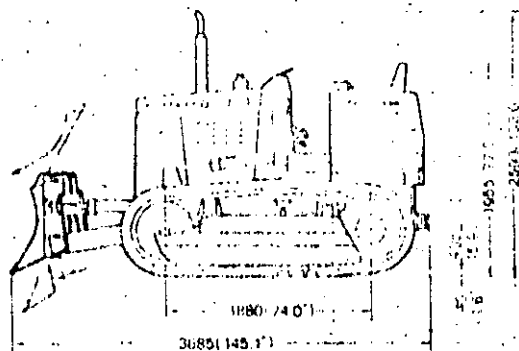
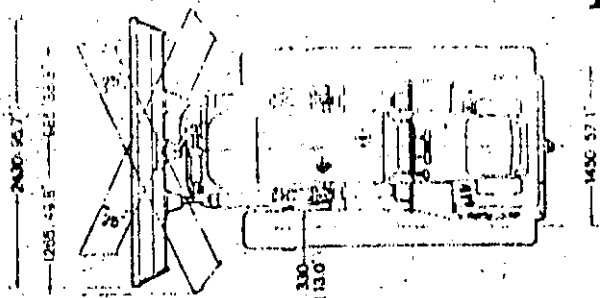
Weight 140 kg (310 lb)
 Relief valve setting 155 kg/cm² (2200 PSI)
Hydraulic pump:
 Type Gear pump
 Capacity 132 ltr (34.9 U.S. Gal)/min.
 at engine 2400 RPM
 Location Rear of engine
 Control valve Spool type
 Position Raise, hold, lower, float
Hydraulic oil tank:
 Type Equipped with built-in control valve
 Location Rear of engine top
 Filter Full-flow type
 Hydraulic oil 32 ltr (8.5 U.S. Gal)

OPERATING WEIGHT (approximate) 9320 kg (20,550 lb)

STANDARD EQUIPMENT

- Oil type main clutch
- 400 mm (15.7") single grouser shoes
- Mono cast sprockets
- 5 roller track frames
- Dry-type air cleaner
- 24-volt electric starting motor
- 300 W alternator
- Lower guard (2 pieces)
- Segmented type track roller guard
- Lighting system (including 2 front and 1 rear light)
- Tool kit and ordinary spare parts

Dimensions and operating weight include the optional hitch. Materials and specifications are subject to change without notice.



■ TRACTOR

MOTOR:

Modelo	Komatsu AD105 J
Tipo	Enfriado por agua, 4 tiempos, válvulas en la culata, diesel de inyección directa
No. de cilindros - diámetro x carrera	4 - 105 mm x 125 mm (4.13" x 4.92")
Cilindrada	4330 cc (264 pulg. cu.)
Rendimiento:	
Caballos a la volante	83 HP/2350 RPM
Torque máximo	25 kg.m (180 lb.ft)/1400 RPM
Sistema de combustible:	
Combustible	Diesel especificación ASTM D975 60T No. 2D
Governador	Mecánico, control de toda velocidad
Sistema de lubricación:	
Método	Bomba torride, lubricación forzada
Filtro	Tipo flujo pleno
Enfriador de aceite	Por agua
Sistema de enfriamiento	Circulación forzada por bomba centrífuga y abanico tipo empuje
Purificador de aire	Seco, horizontal con pre-depurador
Método de arranque:	
Tipo	Motor de arranque eléctrico
Motor de arranque	24 V, 5.2 KW
Batería	24 V (12 x 2) - 120 Ah

RENDIMIENTO:

Velocidades y fuerza en la barra de tiro:		
	Velocidades	Fuerza en la Barra
Avance 1a.	2.2 km/h (1.4 MPH)	6190 kg (13,650 lbs)
2a.	3.9 km/h (2.4 MPH)	3490 kg (7,690 lbs)
3a.	6.5 km/h (4.0 MPH)	2100 kg (4,630 lbs)
Reversa 1a.	2.4 km/h (1.5 MPH)	
2a.	4.3 km/h (2.7 MPH)	
3a.	7.1 km/h (4.4 MPH)	
Fuerza de tiro máxima		8050 kg (17,750 lbs)

SISTEMA DE TRANSMISION DE FUERZA:

Danper	Húmedo, resorte de fricción
Transmisión	Engranaje planetario, hidráulica, lubricación forzada
Velocidades	3 avance, 3 reversa
Diferencial	Engranaje cónico
Sistema de dirección:	
Embrague direccional	Seco de discos múltiples con carga de resorte, operado con el pie y refuerzo hidráulico
Freno direccional	Seco, de banda, operado con el pie e interconectado al embrague direccional
Mando final	Engranaje de reducción simple

TREN DE RODAJE:

Suspensión	Tipo rígida
No. de rolos:	
Rodillos superiores	1 (cada lado)
Rodillos inferiores	5 (cada lado)
Zapata:	
Tipo	Ensamblado, garras semi-doble
Altura de garras	40 mm (1.6")
No. de zapatas	37 (a cada lado)
Paso de la cadena	154 mm (6.1")
Ancho de la zapata	330 mm (13.0")

DIMENSIONES:

Largo total	2840 mm (111.8")
Ancho total	1790 mm (70.5")
Altura	2590 mm (102.0")
Trocha	1450 mm (57.1")
Largo de la carga sobre el suelo	1880 mm (74.0")
Área de contacto con el suelo	12.410 cm ²
Presión sobre el suelo	0.42 kg/cm ² (5.97 PSI)
Altura libre excluyendo la altura de la garra	315 mm (12.4")

BARRA DE TIRO (Opcional):

Tipo	Fija, con pasador
Altura libre excluyendo la altura de la garra	405 mm (15.9")

TOMA DE FUERZA:

Localización	Detrás de la caja de la dirección
Revoluciones	2350 RPM
Rotación	A favor de las manecillas del reloj

CAPACIDADES:

Agua	28.0 lts (7.4 U.S. Gall)
Combustible	115 lts (30.0 U.S. Gall)
Aceite de motor	13 lts (3.4 U.S. Gall)
Danper	1.0 lts (1.0 U.S. Gall)
Transmisión	13.0 lts (3.4 U.S. Gall)
Engranaje cónico	15 lts (4.0 U.S. Gall)
Mandos finales (cada lado)	8.5 lts (2.2 U.S. Gall)

PESO DE OPERACION (aprox.) 5230 kg (11,530 lbs)

■ EQUIPO ANGULABLE INCLINABLE

DIMENSIONES:

Largo total	3685 mm (134.0")
Ancho total	2430 mm (95.7")
Altura total	2590 mm (102.0")
Presión sobre el suelo	0.51 kg/cm ² (7.25 PSI)

EQUIPO DE LA HOJA:

Tipo	Angulo e inclinación hidráulica, con bastidor de tipo interno
Peso	900 kg (1,980 lbs)
Hoja:	

Largo x alto	2430 mm x 745 mm (95.7" x 27.1")
Angulo de ataque	55°
Max. elevación sobre el suelo	870 mm (34.3")
Max. profundidad bajo el suelo	365 mm (14.4")
Max. ajuste de inclinación	350 mm (12.7")
Angulación de la hoja	25°

CILINDRO HIDRAULICO:

Tipo	Pistón de doble acción
No. de cilindros—diámetro:	
Cilindros de elevación	2 - 90 mm (3.54")
Cilindros de inclinación	1 - 90 mm (3.54")
Cilindros de angulación	2 - 90 mm (3.54")

UNIDAD DE CONTROL HIDRAULICO:

Peso	230 kg (510 lbs)
Max. presión de aceite	175 kg/cm ² (12,490 PSI)

Bomba de aceite hidráulico:

Tipo	Bomba de engranaje
Caudal de la bomba	69 lts (18.2 U.S. Gall)/min a 2350 RPM
Localización	Detrás del motor

Válvula de Control:

Tipo	De carrete, triple
Posiciones:	
Elevación	Subir, mantener, bajar, flotar
Inclinación	Derecha, mantiene, izquierda
Angulación	Derecha, mantiene, izquierda

Tanque de Aceite Hidráulico:

Tipo	Válvulas de control exteriores
Localización	A la derecha del operador
Filtro	Tipo flujo pleno
Aceite hidráulico	49 lts (13 U.S. Gall)

PESO DE OPERACION (aprox.) 6350 kg (14,000 lbs)

EQUIPO STANDARD

- Asiento ajustable
- Alternador de 25 Amp
- Abanico soplador
- Purificador de aire seco
- Motor de arranque eléctrico 24 V
- Cubiertas del motor
- Ajuste hidráulico de las cejas
- Pedal de aceleramiento
- Núcleo del radiador en línea
- Luces del panel
- Rodillos y ruedas guías de lubricación permanente
- Luces (incluye dos frontales y una trasera).
- Protector inferior
- Silenciador
- Pedal de dirección
- Transmisión HYDROSHIFT, (Planctaria)
- Predepurador
- Carril sellado
- Garras semidobles de 330 mm (13")
- 5 Rulos inferiores
- Guarda rodillos
- Herramientas y partes de repuesto comunes

Las dimensiones y pesos de operación incluyen la barra de tiro. Las especificaciones están sujetas a cambio sin previo aviso.

ESPECIFICACIONES D53A

MOTOR

Modelo KOMATSU 4D130-1, enfriado por agua, 4 ciclos, de 4 cilindros motor diesel, con una carrera de 130 mm (5,12") de diámetro x 160 mm (6,30") y una cilindrada de 1495 cc (91,8 pulg.cu).

Potencia a la volante 110 HP a 1900 RPM

Tensión máxima 52 kg/cm² (375 lb/plg.) a 1100 RPM

Renovamiento de un motor estándar equipado con ventilador, depurador de aire, alternador, bomba de agua, bomba de lubricación de aceite, silenciador y bomba de combustible, bajo temperaturas ambientales estándar SAE (85° F, 29,4° C) y condiciones barométricas (29,38" Hg, 745 mmHg).

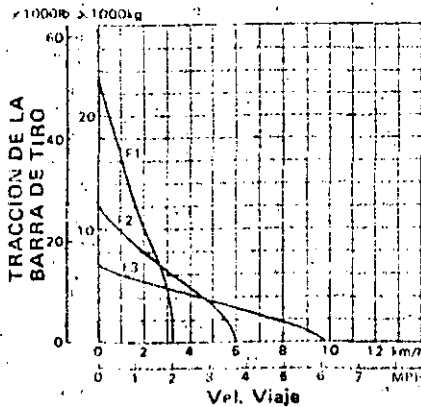
Sistema de cámara de precombustión. Gobernador mecánico para todas las velocidades. Bomba de engranaje impulsada de lubricación forzada con filtros de pleno flujo. Depurador de aire tipo seco con eyector de polvo automático para una mayor vida de servicio y un indicador de polvo para un mantenimiento simplificado. Sistema de arranque eléctrico de 24 Voltios. El motor tiene una base de almohadilla de caucho. En combinación con un diámetro mayor, un ventilador de baja revolución y la tubería de escape con vestidura de lana de vidrio para asegurar una reducción drástica del ruido generado.

TRANSMISION TORQFLOW

La transmisión TORQFLOW exclusiva de KOMATSU que consiste de un convertidor de torsión de 3 elementos, 1 etapa, 1 fase, enfriado por agua, y engranaje planetario, discos múltiples, embrague hidráulico de lubricación forzada para una disipación óptima de calor. Ofrece una palanca de cambios de velocidad sencilla (3 de avance y 3 de retroceso) y cambios direccionales. Una velocidad óptima de la máquina en todo momento para igualar el trabajo.

Una palanca fijadora de cambios y un interruptor de seguridad neutral para evitar arranques accidentales de la máquina.

Vel. Viaje	Avance	Retroceso
1ra	0-3,3 km/h (2,0 MPH)	0-4,0 km/h (2,5 MPH)
2da	0-6,0 km/h (3,7 MPH)	0-7,1 km/h (4,4 MPH)
3ra	0-9,7 km/h (6,0 MPH)	0-11,6 km/h (7,2 MPH)



El tiro útil dependerá de la tracción y el peso del tractor equipado.

DIRECCION

Embrague operado con pedal, húmedo, de discos múltiples, de resorte, reforzado hidráulicamente y auto ajustable.

Frenos de dirección, operado con pedal, húmedo, con bandas de contracción para un fácil control y una prolongación a la vida de servicio de los componentes.

Los embragues direccionales y los frenos de dirección, la palanca de dirección y los frenos de dirección, la palanca de dirección y los frenos de dirección.

MANDO FINAL

Engranaje recto, doble reducción que minimiza los impactos de la transmisión a los componentes del tren de potencia. Uno de la rueda dentada segmentada es de tipo de perno para fácil reemplazo en el sitio de trabajo.

TREN DE RODAJE

Suspensión De tipo oscilante, barra estabilizadora
 Bastidor de rodillo inferior De tipo de caja de construcción, de acero de alta tensión:

Rodillos y Ruedas Tensoras.

Rodillos, ruedas tensoras y rodillo superior están completamente sellados con sellos flotantes. El guarda protector del rodillo inferior de tipo segmentado protege el rodillo inferior contra daños causados por objetos duros.

Número de rodillos inferiores (cada lado) 5

Número de rodillos superiores (cada lado) 2

Zapatas de la oruga

Zapatas de garra simple. Sellos de polvo con forma de W exclusivos para evitar la entrada de polvo dentro de los espacios entre el pasador y el buje para un servicio más prolongado. La tensión de la oruga fácilmente ajustada con pistola de grasa.

Número de zapatas (cada lado) 39

Altura de la garra 50 mm (2,0")

Ancho de la zapata (estándar) 460 mm (18,1")

Área de contacto con el suelo 20240 cm²

(3,137 pulg.cuadradas)

Presión del suelo 0,51 kg/cm² (7,25 PSI)

CAPACIDAD DE ENFRIADOR Y LUBRICANTE

Enfriador 55 lit (14,5 US Gal)

Tanque de combustible 240 lit (63,4 US Gal)

Motor 25 lit (6,6 US Gal)

Caja del Damper 1,3 lit (0,3 US Gal)

Convertidor de Torsión, Transmisión 21 lit (5,5 US Gal)

Caja del engranaje cónico 63 lit (16,6 US Gal)

Mandos Finales (cada lado) 13 lit (3,4 US Gal)

PESO DE OPERACION (aproximado)

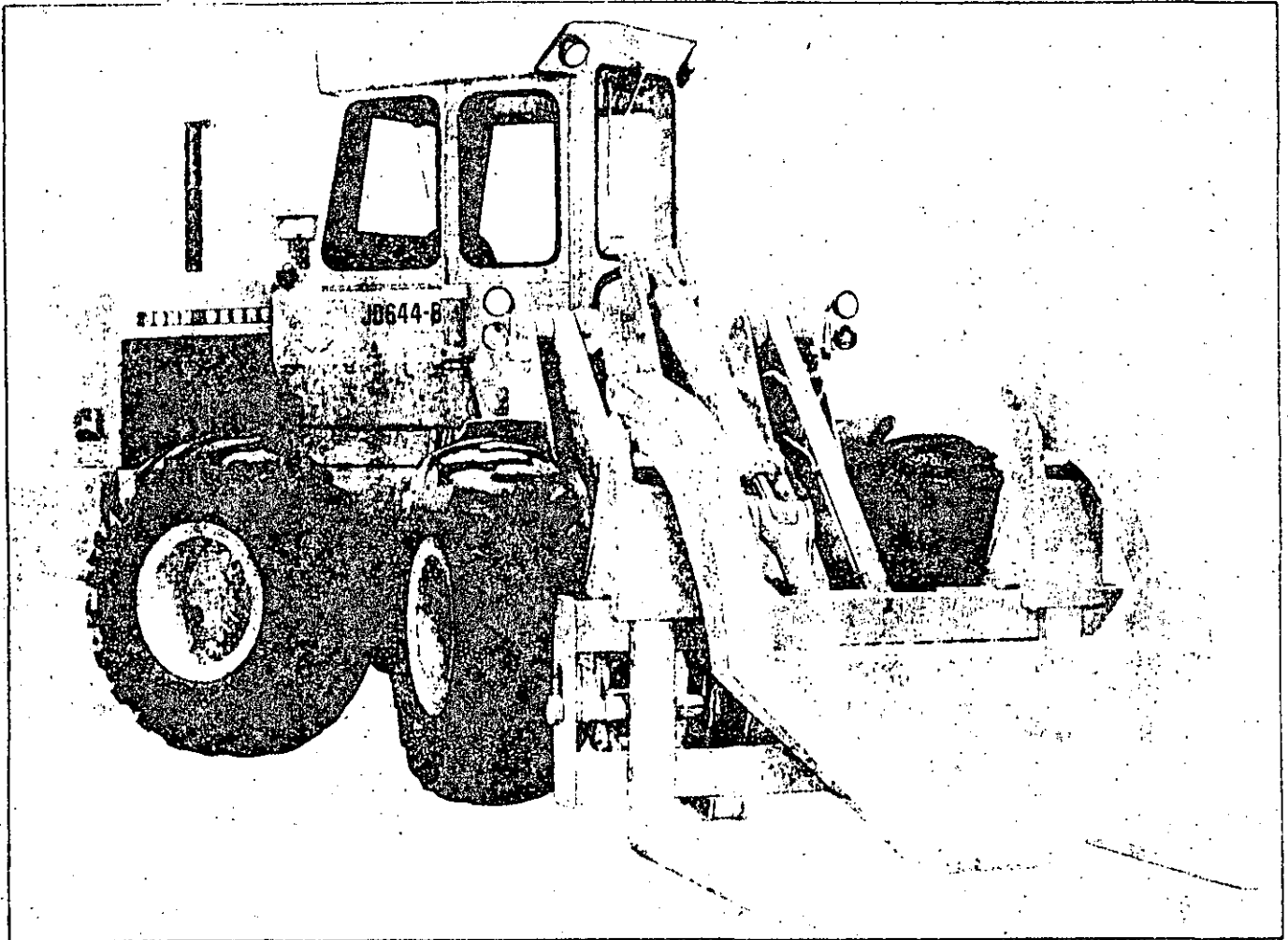
Peso de operación incluyendo la capacidad nominal del lubricante, enfriador y tanque de combustible lleno 10300 kg (22,710 lb)

EQUIPO ESTANDAR

- Transmisión TORQFLOW
- Zapatas de garra simple de 460 mm (18,1")
- Ajustadores de oruga hidráulicos
- Alternador de 24 V, 13 A
- Motor de arranque eléctrico de 24 V, 5,4 kW
- Frenos y embragues direccionales de tipo húmedo
- Núcleo de radiador en línea
- Depurador de aire de tipo seco, con eyector de polvo automático e indicador de polvo
- Baterías de 24 V (12 V x 2), 150 Ah
- Bastidores inferiores de 5 rodillos
- Sistema de luces (incluyendo una trasera y dos delanteras)
- Segmentos de la rueda dentada
- Protectores inferiores (2 piezas)
- Protectores de rodillos inferiores segmentados
- Pedal de desaceleración
- Ventilador
- Asiento de suspensión de aceite
- Cubierta lateral de motor tipo de rejilla
- Herramientas y repuestos comunes.

131

CARGADORA JD644-B PARA TRONCOS Y MADERA



CARACTERISTICAS

Potencia neta de 145 H.P. (147,5 PS)

Mando en las 4 ruedas

Convertidor de torsión de turbinas gemelas con transmisión de Servo-Cambio. 4 velocidades hacia adelante, 2 de reversa

Dirección hidráulica. Armazón articulada

Frenos de tipo de disco húmedo en las 4 ruedas y freno de estacionamiento

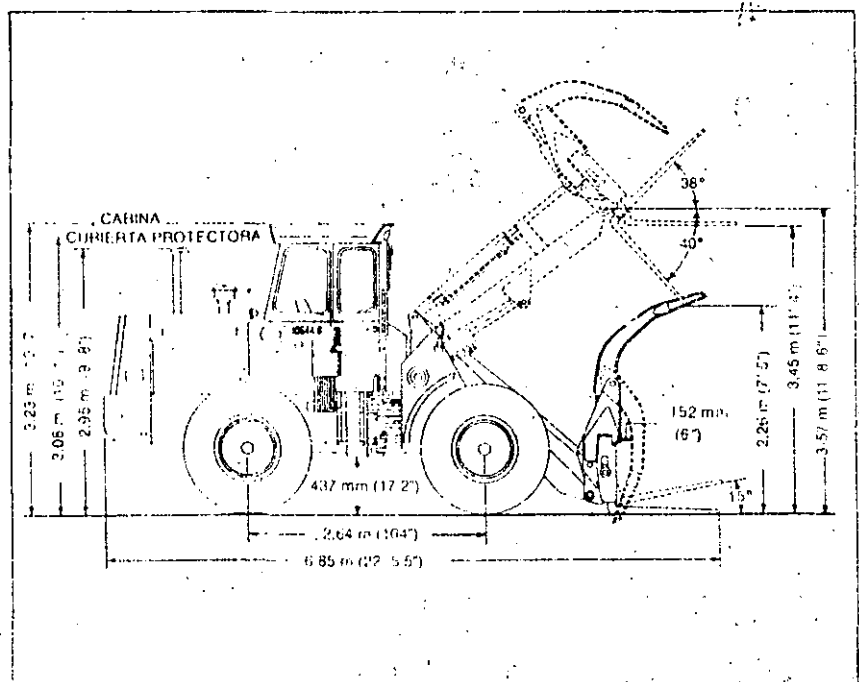
Mandos finales planetarios

Desconexión de la transmisión acclonada por el freno

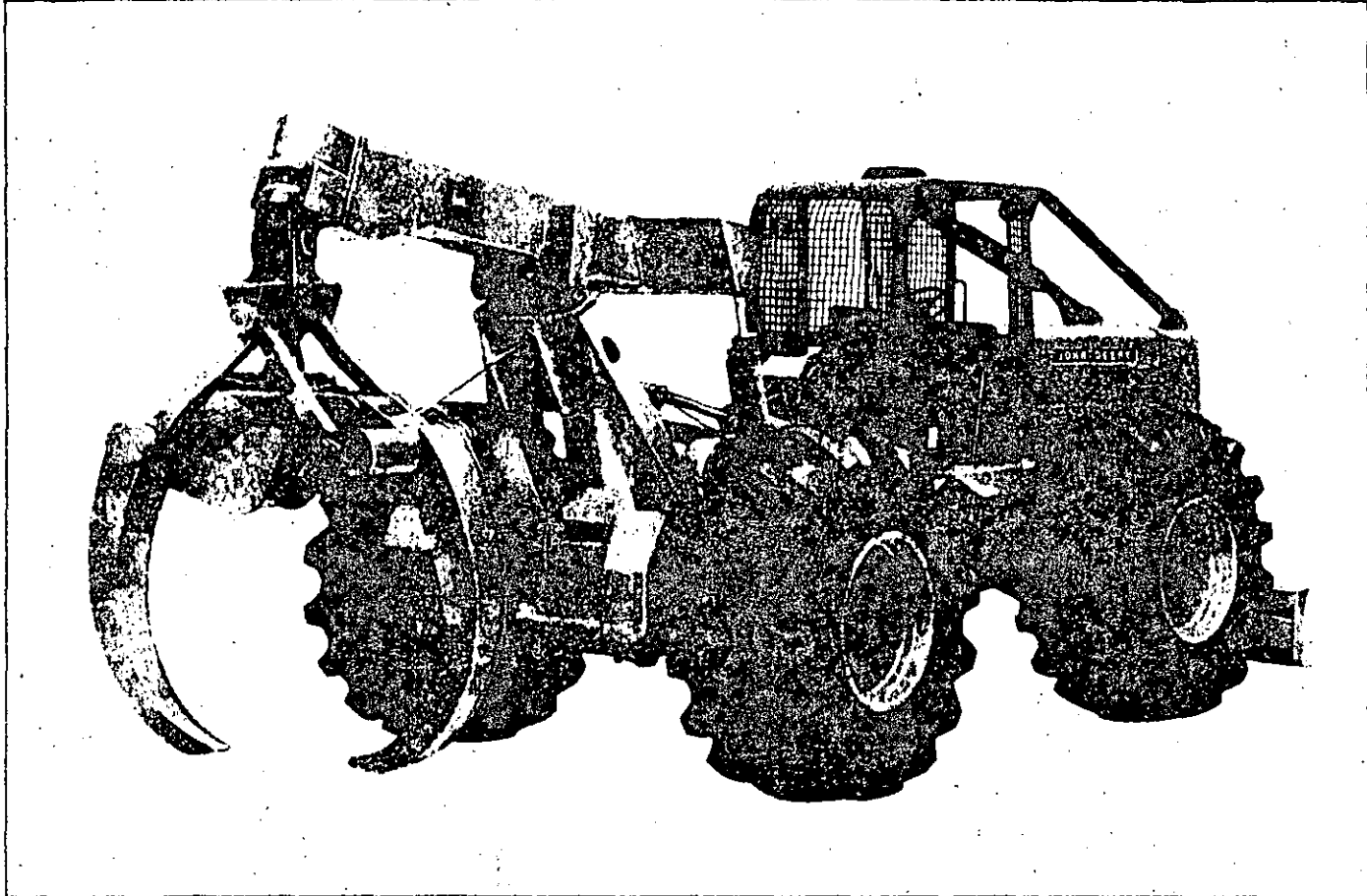
Diferencial "Antipatinaje" en el eje delantero

Protección contra vandalismo

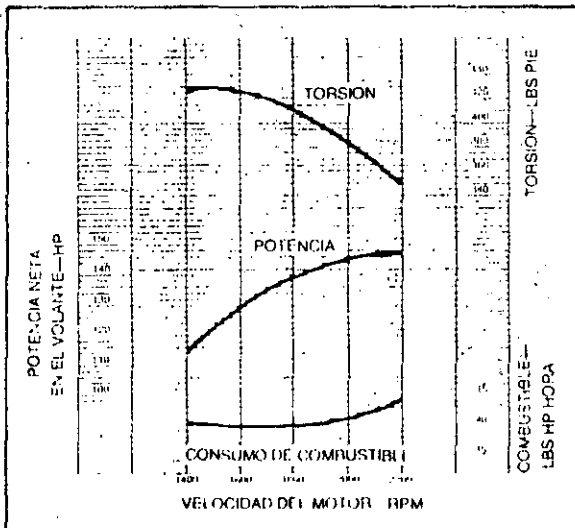
Estructura protectora contra volcaduras, con cubierta protectora



REMOLCADOR CON PINZAS JD740



FUNCIONAMIENTO DEL MOTOR



CARACTERISTICAS

Potencia neta SAE de 145 hp (147 PS)

Dirección de armazón articulada

Eje delantero oscilante

Transmisión Servo-Cambio (Power Shift)

Cierre diferencial en ambos ejes

Frenos hidráulicos de discos húmedos en las 4 ruedas que nunca necesitan ajuste

Control por 5 palancas del malacate, arco, agullón y pinzas

Accionamiento totalmente hidráulico

Rotación de 360° de las pinzas

Capacidad máxima de lavante: 13 948 kg (30,750 lb.)

Abertura de las pinzas: 3.05 m (10')

Hoja para construcción de senderos

AÑADA VERSATILIDAD CON:

Hoja para amontonar

DENSIDADES APROXIMADAS DE VARIOS MATERIALES.

MATERIALES	Kg/m ³ _s	Kg/m ³ _b	Factores Volumét.
Basalto.....	1960	2970	.67
Bauxita.....	1420	1900	.75
Caliche.....	1250	2260	.55
Carnotita, mineral de uranio..	1630	2200	.74
Ceniza.....	560	860	.66
Arcilla: en lecho natural.....	1660	2020	.82
seca.....	1480	1840	.81
mojada.....	1660	2080	.80
Arcilla y grava: secas.....	1420	1660	.85
mojadas.....	1540	1840	.85
Carbón: antracita en bruto....	1190	1600	.74
lavada....	1100		.74
ceniza, carbón bitumi- noso.....	530-650	590-890	.93
bituminoso en bruto....	950	1280	.74
lavado..	830		.74
Roca descompuesta:			
75% roca; 25% tierra.....	1960	2790	.70
50% roca; 50% tierra.....	1720	2280	.75
25% roca; 75% tierra.....	1570	1960	.80
Tierra: Apisonada y seca.....	1510	1900	.80
Excavada y mojada.....	1600	2020	.79
Marga.....	1250	1540	.81
Granito fragmentado.....	1660	2730	.61
Grava: Como sale de cantera...	1930	2170	.89
Seca.....	1510	1690	.89
Seca, de 1/4" a 2" (6 a 51 mm.).....	1690	1900	.89
Mojada de 1/4" a 2" (6 a 51 mm.).....	2020	2260	.89
Yeso: Fragmentado.....	1810	3170	.57
Triturado.....	1600	2790	.57
Hematita, mineral de hierro..	1810-2450	2130-2900	.85
Piedra caliza: fragmentada....	1540	2610	.59
Triturado.....	1540		
Magnetita, mineral de hierro..	2790	3260	.85
Pirita, mineral de hierro.....	2580	3030	.85
Arena: Seca y suelta.....	1420	1600	.89
Húmeda.....	1690	1900	.89
Mojada.....	1840	2080	.89
Arena y Arcilla: suelta.....	1600	2020	.79
compactada...	2400		
Arena y grava: seca.....	1720	1930	.89
mojada.....	2020	2230	.91
Arenisca.....	1510	2520	.60
Esquisto.....	1250	1660	.75
Escórias fragmentadas.....	1750	2940	.60
Nieve - seca.....	130		
mojada.....	520		
Piedra triturada.....	1600	2670	.60
Taonita.....	1630-1900	2330-2700	.58
Tierra vegetal.....			

MANUFACTURER	MODEL	POWER kW (hp)	WEIGHT t	MAXIMUM DRAWBAR PULL t	BLADE TYPE	DIMENSIONS W x H x L m	AVAILABILITY REGIONAL WORLD
FIAT ALLIS <i>Continental</i>	FD40	(478)	60.24	75	Semi-U Full U Cushion	5.6 x 3.3 x 3.9	•
	FD50	(579)	73.45	86.20	Semi-U Full-U (Rock) Full-U Cushion	5.8 x 3.8 x 4.6	•
FURUKAWA	CD5B	28 (37)	4.0	4.86	P.A.T.	2.2 x 1.75	•
	CD5PB	28 (37)	4.25	4.86	Power tilt	2.2 x 1.75	•
	CD5PBL	28 (37)	4.5	4.86	"	2.6 x 1.75	•
HANOMAG (IBH)	D400D	67 (90)	11.05		AD	3.2 x 2.9 x 4.6	•
	O400D	67 (90)	10.75	17.47	BD	2.6 x 2.9 x 4.5	•
	D400D LGP	67 (90)	11.6		BD	3.0 x 2.9 x 4.6	•
	D500E turbo	85 (114)	13.76		AD	3.6 x 3.0 x 4.8	•
	D500E turbo	85 (114)	13.51	21.5	BD	3.0 x 3.0 x 4.6	•
	D500E turbo LGP	85 (114)	14.75		BD	3.0 x 3.0 x 4.8	•
	D600D	108 (145)	16.23		AD	3.8 x 3.1 x 5.2	•
	D600D	108 (145)	16.14	25.8	BD	3.2 x 3.1 x 5.1	•
	D600D LGP	108 (145)	17.12		BD	3.5 x 3.1 x 5.1	•
	D700D turbo	150 (201)	21.63		AD	4.2 x 3.2 x 5.9	•
	D700D turbo	150 (201)	20.68	32.0	BD	3.4 x 3.2 x 5.5	•
	D700D turbo LGP	150 (201)	21.96		BD	3.9 x 3.2 x 5.5	•
INTERNATIONAL HOUGH	TD25E	231 (310)	32.5		Semi-U	2.7 x 3.4 x 5	•
	TD20E	157 (210)	21.8		"	2.5 x 3.2 x 4	•
	TD15C	104 (140)	14.2		"	2.3 x 2.9 x 3.8	•
	TD12	82 (110)	12.0		"	2.3 x 3.0 x 3.5	•
	TD8	58 (78)	7.8		Bullgrader	1.7 x 2.6 x 2.8	•
	TD7	48 (65)	6.3		"	1.7 x 2.6 x 2.7	•
KAELBLE	PR12	92 (125)	12.5	24.0	Straight	3.0 x 1.1	•
	PR14M	105 (140)	14.4	27.0	"	3.5 x 1.1	•
	PR30	229 (311)	32.0	66.0	"	3.9 x 1.5	•
KOMATSU	D20A-5	29 (39)	3.5	4.2	Power Angle Tilt	2.1 x 2.1	•
	O20P-5	29 (39)	3.7	4.2	Straight Tilt	2.1 x 2.1	•
	D20PL-5	29 (39)	3.8	4.2	"	2.8 x 2.1	•
	D21A-5	29 (39)	3.6	4.3	Power Angle Tilt	2.1 x 2.1	•
	D21P-5	29 (39)	3.8	4.3	Straight Tilt	2.1 x 2.1	•
	D21PL-5	29 (39)	3.9	4.3	"	2.5 x 2.1	•
	D31A-17	49 (66)	6.1	8.7	Power Angle Tilt	2.4 x 2.6	•
	D31P-17	49 (66)	6.7	8.7	Straight Tilt	2.4 x 2.7	•
	D40A-3	67 (90)	9.6	11.4	Angle	3.1 x 2.7	•
	D40P-3	67 (90)	10.5	11.7	Straight Tilt	3.0 x 2.8	•
	D41A-3	67 (90)	9.6	12.7	Angle	3.1 x 2.7	•
	D41P-3	67 (90)	10.5	12.5	Straight Tilt	3.0 x 2.8	•
	D50A-16	82 (110)	11.8	13.3	Angle	3.7 x 2.8	•
	D50P-16	88 (118)	13.6	11.9	Straight Tilt	3.5 x 2.9	•
	D50PL-16	88 (118)	13.0	11.9	"	3.6 x 2.9	•
	D53A-16	82 (110)	12.1		Angle	3.7 x 2.8	•
	D53P-16	88 (118)	13.8		Straight Tilt	3.5 x 2.9	•
	D60A-7	116 (155)	15.6	17.6	Angle	3.9 x 3.0	•
	D60P-7	123 (165)	17.5	17.5	Straight Tilt	3.9 x 3.0	•
	D60PL-7	123 (165)	16.2	17.5	"	4.4 x 3.0	•
	D60E-7	123 (165)	16.5	17.6	Angle	3.9 x 3.0	•
	D65A-7	116 (155)	15.8		"	3.9 x 3.0	•
	D65P-7	123 (165)	18.2		Straight Tilt	3.9 x 3.0	•
	D65E-7	123 (165)	16.7		Angle	3.9 x 3.0	•
	D80A-18	164 (220)	23.2	24.0	Straight Tilt	3.7 x 3.3	•
	D80P-18	164 (220)	25.4	24.0	"	4.3 x 3.4	•
	D80E-18	164 (220)	23.6	24.0	"	3.7 x 3.3	•
D85A-18	164 (220)	23.5		"	3.7 x 3.3	•	
D85P-18	164 (220)	25.7		"	4.3 x 3.4	•	
D85E-18	164 (220)	23.9		"	3.7 x 3.3	•	
D150A-1	224 (300)	33.6	34.5	"	4.1 x 3.6	•	
D155A-1	239 (320)	33.6		"	4.1 x 3.6	•	
D355A-3	306 (410)	45.3		"	4.3 x 4.1	•	
D455A-1	485 (625)	71.5		"	4.8 x 4.4	•	
LIEBHERR	PR721M	73 (100)	10.8	14.40	Various	2.5 x 2.9 x 3.4	•
	PR731B	103 (140)	14.2	20.0	"	2.6 x 3.0 x 3.5	•
	PR741B	140 (190)	17.6	25.0	"	2.7 x 3.2 x 3.9	•
	PR751	243 (330)	35	52.0	"	3.1 x 3.5 x 5.0	•
						<i>*without blade</i>	
MITSUBISHI	BD2F	27 (36)	3.5	4.0	Angle/Straight	2.3 x 1.6 x 3.4	•
PHZ (Bumar)	TD25E	(310)	32.2	82.0		4.0 x 3.2 x 6.7	•
	TD20E	(210)	22.2	45.0		3.5 x 3.2 x 5.9	•
	TD15C	(140)	13.5	29.0		2.8 x 3.0 x 5.0	•
TEREX (IBH)	D600D	107 (144)	16.01	22.68	Semi-U Angle	3.2 x 3.0 x 3.1	•
	D700A	153 (205)	19.73	36.29	Semi-U Full-U	3.4 x 3.0 x 5.1	•
	D75J	194 (260)	27.6	35	Straight	3.7 x 3.3 x 5.9	•

MANUFACTURER	MODEL	POWER		WEIGHT	MAXIMUM DRAWBAR PULL	BLADE TYPE	DIMENSIONS W x H x L m	AVAILABILITY	
		kw	(hp)					REGIONAL	WORLD
BENATI	BD8 14	106	(144)	13.5	21.00	Angle	3.2 x 3.0 x 4.6		•
J. I. CASE	350	29	(39)	4	7.4	Angle/tilt	2.4 x 0.6 x 0.8		•
	450	43	(58)	6	9.2	"	2.2 x 0.7 x 0.8		•
	850	58	(78)	9	16.2	"	2.5 x 0.9 x 0.9		•
	1150	82	(110)	12	22.0	"	3.2 x 1.0 x 0.9		•
	1450	104	(140)	15	23.0	"	3.0 x 1.1		•
CATERPILLAR	D3E	48	(65)	7.4	6.1	Straight	2.4 x 2.7 x 3.7		•
	D4E	60	(80)	10.0	7.2	"	2.4 x 2.9 x 3.9		•
	D5R	78	(105)	13.6	8.7	"	2.4 x 2.9 x 4.6		•
	D6D	104	(140)	16.4	11.5	"	3.2 x 3.0 x 4.8		•
	D7G	149	(200)	22.7	17.7	"	3.7 x 3.3 x 5.3		•
	D8L	250	(335)	40.8	26.0	"	4.2 x 3.8 x 6.2		•
	D9L	343	(460)	57.3	35.0	"	4.5 x 4.4 x 7.0		•
	D10	522	(700)	87.1	57.0	"	5.5 x 4.5 x 7.6		•
JOHN DEERE	350C	31.3	(42)	4.6		Angle	1.8 x 2.3 x 3.3		•
	350C Wide track	31.3	(42)	5.4		Angle	2.6 x 2.3 x 3.4		•
	450D	50	(67)	1.8		Hyd. Pitt	2.4 x 2.5 x 3.6		•
	550A	58	(78)	7.2	18.3	Man. Angle & Tilt	2.7 x 2.5 x 3.9		•
	750 All purpose	82	(110)	11.3	21.8	"	2.3 x 3.1 x 3.6		•
	750 Narrow gauge	82	(110)	13.2	21.8	Straight	2.5 x 3.1 x 3.6		•
	750 Hydraulic	82	(110)	14.2	21.8	All Hyd.	3.2 x 3.0 x 5.2		•
	750 LGP	82	(110)	15.4	21.8	Straight	3.3 x 3.0 x 5.3		•
	750 Wide track	82	(110)	14.2	21.8	Straight	3.3 x 3.1 x 5.0		•
	850 All purpose	108	(145)	14.7	28.3	"	2.3 x 3.2 x 3.8		•
	850	108	(145)	16.8	28.3	Angle	3.8 x 3.2 x 4.9		•
	850	108	(145)	16.6	28.3	Straight	3.1 x 3.2 x 5.3		•
	850 LGP	108	(145)	19.9	28.3	Straight	3.8 x 3.1 x 5.9		•
FIAT ALLIS	FD5		(66)	6.50	12	All-hyd.	2.7 x 1.8 x 2.8		•
	7D		(86)	8.98	8	Angle Semi-U	3.1 x 2.0 x 2.7	•	•
	FD7		(82)	8.16	16	Angle Straight	2.9 x 1.9 x 2.9		•
						All-hyd.			•
	8B		(93)	9.74	15.80	Angle Semi-U	3.1 x 1.9 x 2.5		•
						Straight			•
	FD9		(110)	10.85	22	Angle Semi-U	3.4 x 2.1 x 2.9		•
						All-hyd.			•
	10C		(128)	12.83	21	Angle Semi-U	3.5 x 2.2 x 2.5		•
						Straight			•
	14C		(158)	16.10	28.6	Angle Semi-U	3.7 x 2.3 x 2.9	•	•
						Straight			•
	FD14		(163)	16.87	32.50	Angle Semi-U	3.7 x 2.3 x 3.1		•
					Straight			•	
FD20		(235)	24.61	47.50	Angle Semi-U	4.5 x 2.6 x 3.5		•	
FD30		(315)	33.52	49.90	Angle Semi-U	4.7 x 2.8 x 3.5		•	
					Full-U			•	

continued



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

CURSO

"RESIDENTES DE CONSTRUCCION"

2 - 6 SEPTIEMBRE DE 1985

TUXTLA GUTIERREZ, CHIS.

MATERIALES PARA PAVIMENTOS

ING. ERNESTO BERNAL VELASCO

MATERIALES PÉTREOS PARA PAVIMENTACION Y SUS TRATAMIENTOS

I-3 INTRODUCCION

Los materiales pétreos que se emplean en la construcción de pavimentos constituyen uno de los aspectos principales para que estas estructuras proporcionen con eficiencia el servicio y duración que se espera de ellas, dentro de las condiciones previstas en el proyecto.

Aunque la buena estructuración de los pavimentos guarda también estrecha relación con otros factores no menos importantes, tales como el empleo de ligantes asfálticos o hidráulicos, los procedimientos de construcción que se apliquen, etc., la consecución con éxito del objetivo citado al final del párrafo anterior, depende en buena parte de que los materiales pétreos utilizados se seleccionen y procesen siempre, en forma congruente con el uso a que se les destine, a fin de lograr en ellos, al menor costo posible, la calidad que se requiera en cada caso para resistir adecuadamente los efectos impuestos por el tránsito y el medio ambiente.

En el presente trabajo se tratan los diversos aspectos que deben tomarse en cuenta para la localización y estudio de los bancos de material pétreo, se dan a conocer los tipos más comunes de éstos y las ideas generales para la formulación del inventario de bancos, así como su utilidad y aplicación.

También se dan recomendaciones sobre la utilización de los diferentes tipos de materiales pétreos en las capas que integran los pavimentos y los conceptos que es necesario considerar para definir el tratamiento más adecuado de estos materiales, incluyéndose asimismo los procedimientos y equipos que se requieren a este respecto.

Finalmente, se hacen algunos comentarios sobre el empleo de materiales pétreos de tipo especial que han dado buenos resultados en nuestro País, mediante la aplicación de técnicas apropiadas.

I-2 FUENTES DE ABASTECIMIENTO

A Generalidades sobre localización de bancos de materiales

Con objeto de llevar a cabo los trabajos preliminares para la localización de bancos de materiales, es necesario contar con un plano de la región por explorar, de preferencia que este plano sea fotográfico y de ser posible fotointerpretado; en el caso de no poder contarse con estos datos se necesitará un plano en el que se tengan ubicados los ríos existentes, los accidentes topográficos importantes, las poblaciones con sus vías de acceso, la existencia de minas o canteras en explotación o que hayan sido explotadas, etc. Además, deberá recabarse con los habitantes de la región, información sobre la obtención de los materiales de construcción empleados en la zona por explorar y vaciarla en el plano, en el cual también se deberá señalar el desarrollo del camino por pavimentar o la ubicación de la obra de que se trate.

Una vez que se cuente con un plano como el indicado anteriormente se procederá a efectuar la exploración de la región, para lo cual, si no se está familiarizado con ella, es conveniente hacerse acompañar por una persona conocedora de la zona; los recorridos de exploración se podrán efectuar en helicóptero, vehículo automotor (en ocasiones será necesario de doble tracción), lancha, caballo o a pie, según sea necesario; durante los recorridos se corregirá y

completará el plano si fuera necesario, señalando tiempos de recorridos, distancias, ubicación de ríos o arroyos no consignados, así como la localización de probables bancos, indicando su posible empleo, desviación aproximada al camino u obra por pavimentar, tipo de material y volumen aproximado disponible.

Los materiales básicos que deben considerarse para seleccionar los bancos, entre otros son los siguientes: calidad, accesibilidad, facilidad de explotación, volumen disponible, tratamiento y costos.

a) Calidad.

La calidad de los materiales es uno de los requisitos más importantes que deberán tenerse en cuenta al seleccionar un banco de materiales pétreos para pavimentación, siendo necesario que de acuerdo con el destino que se le pretenda dar a estos materiales, sea la calidad que deberán cumplir con un cierto margen de seguridad, de acuerdo con las normas establecidas para el tipo de obra que se vaya a ejecutar, ya que si no es así y se seleccionan bancos cuya calidad está en el límite tolerable por las especificaciones, el riesgo que se corre es grave, debido a que durante la producción se pueden obtener materiales inaceptables para el fin propuesto.

Este aspecto es muy importante, principalmente en lo que se refiere a ciertas características de algunos materiales, las cuales en ocasiones tienen variaciones apreciables durante su explotación.

b) Accesibilidad

Este es otro de los factores importantes que hay que tomar en cuenta, ya que de no considerarlo se pueden llegar a tener fracasos económicos de importancia si se fijan bancos inaccesibles o de muy difícil acceso, tales como los ubicados en las márgenes opuestas de ríos caudalosos, donde no hay puentes para cruzarlos y los materiales sólo se pueden transportar por medio de chalanes en ciertas épocas del año, lo que resulta oneroso; los bancos en cantiles o laderas escarpadas en donde para llegar a ellos es necesario construir caminos de acceso muy largos, caros y peligrosos de transitar o bien, cruzar zonas anegadas o pantanosas en donde es difícil y costoso construir y conservar el camino de acceso.

c) Facilidad de explotación.

Las ventajas que presenta un banco en relación con otros, en lo que se refiere a facilidad de explotación, deberá tomarse en cuenta al fijarlo, ya que tiene influencia directa tanto en el aspecto económico, como en el cumplimiento de los programas de la obra.

Por tal motivo, hasta donde sea posible, se evitará localizar bancos en zonas montañosas en las cuales no se tengan sitios apropiados para la instalación del equipo para su explotación, tratamiento, maniobras y almacenamientos de los materiales procesados, en sitios tan próximos a las obras por construir, que al efectuarse el ataque del banco se ocasionan obstrucciones en ellas, con el material producto de la explotación; en las cercanías de instalaciones que son costosas para mover, tales como líneas de transmisión de energía eléctrica, subestaciones eléctricas, canales, tuberías (gaseoductos, oleoductos, etc.) o bien, en donde se ponen en peligro estructuras como cortinas de presas, torres de transmisión, edificios, etc. Otro caso que es conveniente evitar es el de extracción de materiales en playones de ríos, en donde los espesores aprovechables son pequeños y la calidad es variable o bien, cuando el material tiene que extraerse bajo agua con el consiguiente deterioro del equipo, disminución de rendimientos y consecuente aumento de costo; lo anterior se acentúa cuando

es necesario usar chalanes o algún otro equipo adicional.

Con objeto de evitar en lo posible problemas como los citados anteriormente, es necesario tomar en cuenta la facilidad de explotación, estudiando la posibilidad de explotar bancos, que aunque estén más alejados de las obras, presenten menores dificultades para su ataque.

d) Volumen disponible

Este es otro de los factores que deberán tomarse en cuenta al localizar un banco, ya que en los casos en donde el material requiere para su utilización cierto tratamiento por medio de máquinas o instalaciones costosas, el volumen por extraer debe justificar estos gastos a fin de que la explotación del banco resulte económica; en el caso de bancos de materiales con volúmenes reducidos en los cuales se requieren tratamientos como los indicados, no es recomendable su explotación a menos que no se encuentren otros bancos en la región.

e) Tratamiento

El tratamiento a que deberán sujetarse los materiales de los bancos para su utilización es otro aspecto importante para tenerse en cuenta al seleccionarlos, ya que de preferencia es conveniente trabajar con materiales cuyos tratamientos sean sencillos, tales como el disgregado, el cribado, o cuando más, el triturados, a fin de evitar aquéllos que requieran procedimientos adicionales complicados como el lavado u otros más elaborados como es el caso de las estabilizaciones; estos últimos procedimientos resultan caros y en ocasiones, por no disponerse de todo el equipo especializado necesario, se recurre a adaptaciones que al final no producen el material con la calidad adecuada, que es factible obtener, por lo que se recomienda que en caso de ser necesarios los procedimientos señalados, se utilice el equipo apropiado.

f) Costos

Es necesario antes de recomendar el empleo de cualquier banco de material, efectuar un análisis económico de los que se tengan disponibles, teniendo en cuenta los aspectos básicos anteriormente tratados, con lo cual se estará en posibilidad de eliminar aquéllos que no sean competitivos.

B Procedimientos de exploración y tipos de estudios que se efectúan.

Según la topografía de la región, tipo de vegetación, extensión del área por explorar, vías de acceso existentes y demás características, será el procedimiento de exploración a efectuar, pudiendo llevarse a cabo a pie, a caballo, en vehículo automotor, lancha o helicóptero. Por cualquiera de los procedimientos citados se puede llevar a cabo la exploración y durante ella se toman todos los datos necesarios de los bancos probables que se encuentren, los que ya fueron mencionados anteriormente en el segundo párrafo del inciso A.

a) Estudios preliminares

Después de llevar un croquis del área probable del banco, se señalarán sus dimensiones aproximadas, incluyéndose en el mismo un esquema con su ubicación en relación con el camino o la obra donde se empleará; a continuación se ejecutarán, según el área estimada del banco, algunos sondeos que por lo general se hacen a cielo abierto, distribuidos adecuadamente en toda el área, los que se señalarán en el croquis.

Los referidos sondeos se llevarán a cabo anotando en el registro de cada uno de ellos, el espesor de la capa de despálme y su tipo de material, la estratigrafía de los materiales aprovechables encontrados indicando con claridad

sus características, dureza o dificultad en su ataque, humedad natural, nivel de aguas freáticas si se llega a encontrar, tipo del material subyacente al material aprovechable, tratamiento y uso probable del material aprovechable, época del año en que se efectuaron los sondeos y todas las observaciones de campo que se consideren necesarias como puede ser la existencia de estratos de arcilla, fisuras con o sin relleno, tipo de relleno o empaque, etc. Una vez efectuados los sondeos a cielo abierto, los cuales tratándose de un estudio preliminar podrán ser del orden de 4 a 6 por cada 50,000 m³ de probable material aprovechable, se procederá a tomar una muestra representativa de cada sondeo, identificándola en forma adecuada a fin de evitar confusiones en el laboratorio. A todas las muestras se les afectuarán ensayos completos de calidad y de acuerdo con los resultados que se obtengan, se podrá juzgar si del estudio preliminar se pasa al definitivo o bien, por la calidad resultante de los materiales se elimina el banco o se amplía el estudio hacia alguna otra zona, que por el resultado de los ensayos y las observaciones de campo, resulte conveniente estudiar por considerar que posiblemente hacia ella se extienda el material de buena calidad. En algunas ocasiones se hacen estudios geofísicos, con objeto de detectar con mayor aproximación el área que conviene sondear y muestrear. En los casos en que los bancos se localicen en cortes naturales, se aprovecharán éstos para tomar en sus paredes muestras en canal, previa eliminación de la capa superficial que se encuentre alterada por acción del intemperismo; dichas muestras complementarán las hechas en los sondeos a cielo abierto. Lo anteriormente expuesto es aplicable a los materiales que son susceptibles de atacarse con pico y pala, ya que en caso de no ser así, el estudio preliminar se limitaría a efectuar algunas barrenaciones hasta una profundidad adecuada, y considerando el tipo y características físicas del polvo que se extraiga, la dificultad en la barrenación y algunas otras observaciones de campo hechas durante este trabajo (grietas, empaque, etc.), se podrá definir si se pasa el estudio definitivo o se concluye que no es conveniente efectuarlo.

b) Estudios definitivos.

Si el estudio preliminar ha conducido al definitivo, el croquis del banco se debe efectuar con mayor precisión midiendo con exactitud sus dimensiones y estancándolo para dilimitar la zona de los materiales aprovechables; su ubicación con respecto al camino es necesario determinarla con mayor precisión y calcular su volumen tendiendo en cuenta el área estudiada aprovechable y el espesor promedio resultante de la capa o capas de materiales aprovechables, deduciendo los volúmenes de los desperdicios que se prevean.

En el estudio definitivo es conveniente distribuir los sondeos a cielo abierto en forma de partícula de tal manera que la distancia entre vértices adyacentes sea de 20 a 100 m, según la uniformidad, tipo de los materiales y espesor aprovechable; además, es aconsejable para su fácil identificación, poner una estaca a un lado del sondeo con su número correspondiente; también deberá llevarse un registro de cada sondeo en donde se señalen datos como los indicados para los sondeos preliminares y además los espesores de los diferentes materiales encontrados, clasificación estimativa, y todos los datos que se consideren de interés. Terminados los sondeos se tomará una muestra representativa en cantidad suficiente del material extraído de cada uno, identificándola correctamente para evitar errores en el laboratorio; a continuación se procederá a efectuar a todas las muestras individualmente los ensayos de calidad correspondientes y en el caso de que las características de ellas resulten uniformes, se obtendrá por cuarteo una muestra representativa de material del banco.

o bien, si hay algunas zonas con características diferentes, se obtendrán muestras representativas de éstas por medio de los materiales extraídos de los sondeos de cada una de dichas zonas; a estas muestras representativas se les efectuarán todos los ensayos de calidad correspondientes y se les determinarán los porcentajes de las partículas retenidas en las mallas de 3", 2", 1 1/2", 3/4" y 1/2", según sea el destino del material (revestimiento, sub-base, base, carpeta asfáltica, sello), así como el tamaño máximo de las mismas, con lo cual se podrá definir el tratamiento probable a que deberán sujetarse dichos materiales.

Lo anteriormente expuesto es aplicable al caso de bancos en los que los sondeos se pueden hacer con pico y pala, ya que en el caso de que esto no sea posible se procederá a efectuar algunos sondeos a cielo abierto por medio de explosivos y a ejecutar algunas otras barrenaciones para determinar el área y espesor del material aprovechable y como consecuencia su volumen. De los sondeos a cielo abierto se tomarán muestras representativas, las cuales en el laboratorio se someterán a trituración por medio de una máquina o por marreo, a fin de poder efectuar todos los ensayos de calidad.

Conociendo los resultados de los ensayos de calidad, el tratamiento aplicado en el laboratorio para obtener material trabajable (disgregado, oribado, triturado parcial o total, lavado, etc.), volumen de material disponible y ubicación, se estará en posibilidad de recomendar el banco y su utilización, según las especificaciones que cumpla.

c) Estudios para fines de inventario.

Los procedimientos de exploración y estudios que se efectuarán para fines de inventario de bancos, normalmente son más sencillos que los estudios preliminares y definitivos ya descritos, por tratarse en general de bancos que ya fueron estudiados y empleados con anterioridad. Estos estudios es conveniente llevarlos a cabo para cada obra, ya sea carretera, aeropuerto, etc.; para iniciarlos es necesario obtener toda la información que se tenga disponible de los bancos estudiados en forma definitiva, conocer cuales fueron empleados, sus volúmenes, características físicas de los materiales, tratamientos utilizados, empleo, problemas que se presentaron durante su explotación, comportamiento en la obra, etc.

Deberá efectuarse una inspección de los bancos a fin de verificar su existencia y condiciones que actualmente presentan; corrigiendo en caso de ser necesario su ubicación, y además se estimarán los volúmenes existentes. Si no se tienen ensayos de calidad recientes de los materiales o si toda la zona estudiada inicialmente fue explotada, se procederá a efectuar algunos sondeos para determinar si existe todavía material aprovechable, llevando un registro de estos sondeos, como se indicó en los estudios anteriores, procediéndose a la toma de muestras en la misma forma ya descrita, para que con la información de campo y los resultados de laboratorio se pueda decidir si los bancos se incluyen en el inventario o se eliminan por considerar que ya no son aprovechables.

En los casos de que en algunas carreteras u obras, se encuentren agotados los bancos empleados, o bien los necesarios para una determinada etapa, se procederá a efectuar la localización de nuevos bancos para sustituir a los originales en los trabajos de conservación que se lleven a cabo, ejecutando los estudios, preliminares y definitivos que sean necesarios, en la forma anteriormente descrita, al término de los cuales se podrán incluir en el inventario correspondiente.

C Diferentes tipos de bancos de materiales

Los bancos de materiales se presentan en la naturaleza en varias formas, siendo las más comunes las siguientes:

a) Playones de ríos

Estos bancos se forman por la sedimentación de los materiales que arrastran los ríos desde su nacimiento en las partes altas de las montañas hasta su desembocadura en los mares o lagos; a través de su recorrido se van depositando los materiales arrastrados, quedando los boleos en las zonas de pendiente fuerte del cauce y por consiguiente donde las velocidades del agua son elevadas, en otras donde la pendiente del canal es menos fuerte y la velocidad es menor, se depositan gravas, arenas, limos y arcillas, hasta llegar a las desembocaduras o sus proximidades en donde se depositan materiales finos. La formación de playones en las márgenes de los ríos, principalmente en las curvas del cauce, se deben a las diferentes velocidades que alcanza la corriente según la sección transversal del río.

Los playones de ríos en general presentan una buena graduación en el tamaño de los materiales que los constituyen, sin embargo en ocasiones por un proceso de lavado natural las partículas finas como las arenas, los limos o pequeñas cantidades de arcilla, son arrastradas quedando materiales inertes y/o mal graduados, los que en ciertas etapas de la construcción de las obras no son muy adecuados; en otras ocasiones, debido a las crecientes de los ríos, los playones son cubiertos con tirantes reducidos de agua, con velocidades de traslado bajas, originando que se sedimenten limos y arcillas, lo cual puede dar origen a bancos con materiales de características plásticas que a veces no son deseables en las obras.

b) Depósitos.

Los depósitos en general están formados por materiales que llenaron algunas depresiones del terreno natural, que llegaron por ahí por medio de arrastre fluvial, glacial o por eyección de volcanes, etc. En ocasiones se encuentran prácticamente descubiertos y en otras cubiertos por otro material arrastrado. Los referidos depósitos pueden estar compuestos por fragmentos de roca, gravas, arena, limos, arcillas, cenizas volcánicas, o fragmentos de origen piroclástico.

c) Mantos de roca.

En general, los mantos de roca presentan una caja intemperizada que puede tener varios metros de espesor, o bien cubiertos por material de arrastre (despalme), aunque en ocasiones la roca sana aflora debido a la erosión de la capa alterada o por fenómenos y formaciones geológicas que dan lugar a que se descubran dichos mantos. Las rocas que constituyen los referidos bancos pueden ser de origen ígneo, sedimentario o metamórfico.

Entre las rocas ígneas más comunes están el basalto, la riolita, la andesita, el granito, el gabro y las tobas; entre las sedimentarias están las calizas, las areniscas, los conglomerados, las brechas, entre las metamórficas - el mármol, la cuarcita, la pizarra y el gneiss. La forma en que se presentan las rocas en los mantos puede ser en masas sólidas y duras, en formas estratificadas, en fragmentos y en alguna otra variante, caracterizadas en ocasiones por el origen de la roca.

d) Conglomerados.

Los conglomerados son formaciones de origen sedimentario y están consti-

tuidos por gravas con o sin fragmentos de roca y cantidades apreciables de arena, que generalmente han sido depositados por corrientes fluviales, todo lo cual ha sido cementado posteriormente con materiales acarreados. En estos bancos las gravas y fragmentos son de forma redondeada y su cementación puede ser fuerte, como en los conglomerados calizos, o baja, dependiendo del tipo de los materiales cementantes.

Los bancos de conglomerados se encuentran generalmente en las proximidades de corrientes fluviales, en cauces antiguos; en algunas ocasiones se presentan formando estratos más o menos gruesos y en otras formando lomas originadas probablemente por erosiones o por movimientos telúricos.

e) Aglomerados.

Los aglomerados son formaciones de emzclas heterogéneas, poco o nada cementadas, de gravas, arenas, limos y arcillas, los cuales son de origen sedimentario. También hay materiales semejantes constituídos por fragmentos angulosos de origen ígneo, a los que se les llama aglomerados.

f) Zonas de pepena.

En algunas regiones del país se presentan zonas donde sobre la superficie del suelo se encuentran fragmentos duros de roca, cuyo origen geológico puede ser variado. Se considera que dichas zonas a las que se les ha llamado de pepena, se formaron por erosión de la roca, o por erupciones volcánicas, quedando sobre el terreno los corazones o fragmentos más duros, de un tamaño tal que pueden ser cargados a mano, aunque a veces se puede necesitar, en algunos fragmentos grandes, el empleo de explosivos (moneo). Se hace notar que estos fragmentos se pueden encontrar limpios o cubiertos con una capa más o menos gruesa de arcilla, probablemente resultante de la desintegración de la roca original.

D Inventario de bancos.

a) Ideas generales para su formulación.

Para la formulación del inventario de bancos deberá recabarse de todos ellos la información disponible en archivos y diferentes fuentes de información, la cual incluirá, tanto los datos de los bancos explotados con anterioridad que todavía tienen volúmenes aprovechables, como los que se vayan estudiando para nuevas obras.

Como ya se dijo en el punto relativo a estudios para fines de inventario, en ocasiones será necesario complementar o ampliar la información existente, bien porque la que se tiene no es suficiente o porque la zona del banco de donde se disponga de información está agotada. En el primer caso será necesario ampliar la información verificando ubicaciones, volúmenes, etc., y en el segundo, efectuando estudios de campo y de laboratorio para que con los resultados que se obtengan de ellos, se pueda juzgar si es conveniente considerar o eliminar dichos bancos del inventario correspondiente.

b) Información básica.

La información básica que debe contener el inventario de bancos se puede agrupar por carretera, tramo o zona correspondiente a una o varias obras y deberá estar formada por la siguiente:

Ubicación del banco en el camino u obra (km), nombre, a que lado del camino se encuentra, longitud y lado de la desviación si la hubiera. Tipo de propiedad del terreno donde se encuentra el banco, es decir, si es terreno parti-

cular, ejidal, nacional, etc.

Respecto al terreno también es conveniente informar si está cultivado, tipo de cultivo, si hay edificaciones o instalaciones próximas que se pudieran afectar durante la explotación, etc.

Sobre el banco se indicará si está en producción y en caso de ser así se señalará quien lo explota, tipo del material producido, destino, producción promedio diario, capacidad de producción, precio del material procesado, etc.

Si la necesidad del banco no es todo el año, se indicará cual es la época en que es accesible.

De la información más reciente que se tenga de las características físicas representativas del material que forma el banco, se podrá tomar en cuenta un número de ensayos que sea congruente con las particularidades del banco y defina las características del material; en caso necesario se complementará dicha información con nuevas determinaciones de calidad, las indispensables para asegurar que el volumen registrado es factible de aprovechar.

De cada banco se hará un croquis en el que se muestre la zona de material aprovechable, se indique el espesor promedio del material de despalme, el espesor del estrato del material aprovechable, el volumen aproximado de este último material, la localización del banco con respecto a la carretera u obra de que se trate, así como algunas fotografías que den idea de las características sobresalientes del mismo. Toda la anterior información se obtendrá para cada uno de los bancos del inventario y deberá estar contenida en un folder en el archivo de estudio de bancos, a fin de poder consultar, complementar o aumentar la referida información.

Como resultado de toda la información obtenida se formulará el inventario de bancos de materiales, el cual para fines prácticos deberá contener los datos siguientes:

Carretera, tramo u obra de que se trate, laboratorio que ejecutó el estudio, fecha del último estudio, número del banco, nombre del banco y su ubicación, tipo de material, usos probables, volumen disponible, espesor de despalme, tratamiento y características físicas principales del material (tanto en su estado natural como ya tratado, indicando el proceso a que fue sometido el material), tales como: tamaño máximo, porcentaje de desperdicio según sea el destino del material (en malla de 2", 3/4", etc.), zona granulométrica, valor relativo de soporte estándar (%), límite líquido (%), contracción lineal (%), expansión (%), equivalente de arena (%), desgaste (%), afinidad con productos asfálticos, etc.

Finalmente, deberán complementarse los datos anteriores con un plano general en que se ubiquen los diferentes bancos de materiales disponibles en la región, carretera, tramo o zona correspondiente a una o varias obras, y donde también se señalen en forma resumida para cada banco de material, su número y nombre, tipo de material, tratamiento recomendable y uso probable.

c) Utilidad y aplicación.

Los inventarios de bancos de materiales tienen una utilidad manifiesta, ya que esta información se puede aprovechar en el momento que se necesite, como puede ser el caso de reconstrucción de caminos u obras, en ampliaciones, en obras nuevas, en conservación, con lo cual no se tendrán demoras en el inicio de los trabajos por falta de bancos de materiales.

Debido a que los referidos inventarios se llevarán a cabo en toda la República, en cualquier parte que se tenga la obra se podrá tener información de los bancos existentes, tipo de materiales, tratamientos, etc., y en el caso de

que la obra se encuentre en una región o zona donde se tengan antecedentes de bancos, los estudios correspondientes se circunscribirán únicamente a esa región, con lo cual también se ahorrará tiempo en su localización.

Se considera conveniente que para una mayor utilidad de los ya referidos inventarios, se estén actualizando continuamente, con lo cual se tendrá información reciente de los bancos en explotación, los agotados, los nuevos, así como cualquier otra inoformación que hubiera cambiado durante el lapso mencionado.

I-2 UTILIZACION DE MATERIALES PETREOS EN DIFERENTES ELEMENTOS DEL PAVIMENTO.

a) Materiales de uso probable en sub-bases y bases hidráulicas.

Probablemente los materiales que más uso tienen en sub-bases y bases hidráulicas son las gravas-arenas procedentes de ríos, las cuales generalmente deben ser sometidas a trituración parcial y cribado, y en mayor parte de los casos es necesario mezclarlas con otro material que posea ciertas características, para que complementen su granulometría, mejoren su cementación, abatan su plasticidad, etc.; estos materiales se prefieren a otros, debido a lo económico que resultan tanto en su extracción, como en su tratamiento.

Otro de los materiales que frecuentemente se emplean son los conglomerados, y aunque su uso más común es en sub-bases, también se emplean en bases; en ambos casos después de su trituración parcial y cribado, lo más usual es que se les agregue un material fino inerte, para reducir principalmente sus características plásticas. Los conglomerados también son de uso probable y para su empleo, en general se someten a trituración parcial y cribado, mejorándose sus características en caso de ser necesario, con algún otro material en la forma señalada para las gravas arenas de río.

La arenisca es otro de los materiales que generalmente se emplean en sub-bases, dichos materiales normalmente sólo se someten a tratamiento de disgregado o trituración parcial; también se emplean como materiales de mejoramiento en los de base (15 a 25%), los cuales comúnmente son materiales triturados total o parcialmente cribados.

Principalmente en las sub-bases se emplean algunos tipos de rocas alteradas, las que en la mayoría de las ocasiones se les da tratamiento de disgregado o trituración parcial, dependiendo éste de su grado de alteración. En ocasiones se utilizan en un porcentaje reducido (de 15 a 30%), como materiales de mejoramiento en las mismas sub-bases y/o bases. Cuando se encuentran muy alteradas se han empleado en la construcción de la capa subrasante.

Los materiales sometidos a trituración total y cribado, como las rocas procedentes de mantos, depósitos, pepena, etc., se emplean principalmente en bases hidráulicas, pero en ocasiones, debido a la escasez de otros materiales más económicos como las gravas-arenas, los conglomerados, etc., se emplean también en sub-bases; en ambos casos dichos materiales se usan solos cuando cumplen con los requisitos especificados, como sucede con las calizas, pero en ocasiones es necesario incorporarles algún otro material, con ciertas características que complementen o mejoren las que tiene el material triturado como es el caso por ejemplo del basalto.

Los tipos de materiales antes señalados, son los que se emplean con mayor frecuencia, pero también se usan otros materiales de tipo especial, los cuales se tratan por separado en el inciso I-5.

b) Materiales de uso probable en bases estabilizadas.

Cuando por razones generales de índole económica se requiere emplear, en bases de pavimentos, materiales de la localidad que por sí solos no reúnen características físicas satisfactorias para estos fines, se recurre a tratar dichos materiales adicionándoles algún producto elaborado para modificar sus propiedades originales, haciendo que alcancen los valores establecidos respecto a las normas vigentes.

Generalmente los materiales de uso probable en bases estabilizadas pueden ser los mismos que los de sub-bases o bases hidráulicas, cuando dichos materiales no cumplen con las especificaciones de calidad correspondientes; en este caso se procede a la estabilización, lo cual puede ser a base de productos asfálticos, cemento Portland, mezclas de cemento Portland y puzolana, cal hidratada, mezclas de cal hidratada y puzolana, y mezclas de cal hidratada y cemento Portland.

Los materiales empleados en estabilizaciones deberán llenar los requisitos que se indican en las Especificaciones Generales de Construcción en los incisos 91-03.3, 91-03.4 y 91-03.5. Asimismo deberán cumplir con lo indicado en dichos incisos una vez que hayan sido estabilizados.

1. Bases estabilizadas con cemento hidráulico, cal hidratada y/o puzolanas.

En las estabilizaciones con cemento hidráulico y/o cal hidratada y/o puzolanas, los casos más comunes los constituyen materiales que están excedidos de plasticidad y/o presentan bajo valor soporte, dentro de ciertos límites razonables. Mediante el empleo de pequeñas cantidades del producto estabilizante, que varían generalmente de 2 a 4% en peso del suelo seco, es posible neutralizar o reducir la actividad de la arcilla, por acciones físico-químicas, obteniéndose un descenso en el índice plástico y un aumento en la resistencia del suelo tratado. El empleo más efectivo de estos estabilizantes, se tiene para las gravas arcillosas, gravas cementadas, caliches, rocas alteradas y suelos similares.

Como un caso especial se cita el de los materiales que aún cumpliendo con las especificaciones correspondientes, conviene incrementar su calidad con el empleo de alguno de los estabilizantes antes señalados, por diversos requisitos de diseño; tal es el caso de los materiales utilizados en la base hidráulica del tramo El Toreo-Satélite de la autopista México-Querétaro, donde por el elevado volumen de tránsito previsto, se le adicionó al material triturado el 3% en peso de cemento Portland, con resultados satisfactorios.

2. Bases estabilizadas con asfalto.

Aunque las bases asfálticas resultan en general más caras que las bases estabilizadas con cemento hidráulico, cal hidratada o puzolanas, su empleo se ha difundido mucho en nuestro país, debido sin duda a las ventajas que presentan respecto a las citadas en segundo término.

La función del asfalto en este caso, estriba fundamentalmente en aglomerar las partículas del suelo, proporcionando a éste suficiente cohesión y resistencia una vez compactado. Tratándose de materiales con cierto contenido de arcilla, la función del asfalto debe consistir además, en impermeabilizar las partículas de arcilla, para contrarrestar su actividad en presencia del agua. Por lo tanto, en cualquier caso donde el asfalto se utilice como producto estabilizante de un suelo, la condición primordial para su buen funcionamiento, es que quede uniformemente distribuido y dé lugar a la formación de una película que cubra y se adhiera firmemente a las partículas del suelo.

Por razones obvias, los materiales pétreos más indicados para la construcción de bases asfálticas, son las gravas arenosas, aglomerados, arenas limosas y arenas limpias, aunque también puede ser conveniente, por diversos requisitos de diseño, emplear material producto de la trituración de rocas. Por otra parte, no deben utilizarse materiales pétreos de baja sanidad, susceptibles de fraccionarse una vez cubiertos por el asfalto o bajo los efectos del tránsito, ni tampoco materiales con grumos o terrones que no puedan disgregarse antes de la incorporación del asfalto.

c) Materiales de uso probable en mezclas asfálticas y tratamientos superficiales.

Los materiales que se emplean con más frecuencia en mezclas asfálticas son las gravas-arenas, los aglomerados, conglomerados, rocas de mantos de depósitos o de pepena, y algunos otros materiales que pueden considerarse como especiales.

En general, los materiales como las gravas-arenas, los aglomerados y conglomerados, para su empleo de mezclas asfálticas, es necesario someterlos a un tratamiento de trituración parcial y cribado, aunque con frecuencia, en el caso de los conglomerados y aglomerados, es necesario el lavado; las rocas procedentes de mantos, depósitos o pepena, se someten a trituración total y cribado, siendo también necesario en ciertos casos lavarlos, para eliminar las partículas arcillosas que se encuentren adheridas al pétreo. En algunas ocasiones, a los materiales señalados anteriormente, se les incorpora otro material pétreo, con objeto de mejorar algunas características físicas del material principal, como granulometría, plasticidad, etc., pues cualesquiera de los materiales pétreos que se pretendan emplear en mezclas asfálticas, es necesario que cumplan con las normas de calidad establecidas en las Especificaciones Generales de Construcción.

Para emplearse en tratamientos superficiales, generalmente se utilizan gravas y rocas de mantos, de depósito y de pepena y solamente en casos muy especiales, se llegan a emplear aglomerados o conglomerados cuando éstos se presentan limpios de arcilla y con una fuerte proporción de fragmentos triturables. En ocasiones es necesario someter a lavado a los materiales antes señalados, para eliminar las partículas arcillosas o bien, el polvo, el cual en este caso es muy perjudicial, pues dificulta la adherencia del asfalto con el pétreo, como sucede frecuentemente con materiales procedentes de mantos de rocaliza.

d) Materiales de uso probable en pavimentos de concreto hidráulico.

Los materiales que tienen mayores probabilidades de emplearse en pavimentos de concreto hidráulico son las gravas-arenas procedentes de ríos, las cuales para su empleo generalmente se someten a tratamiento de cribado con el fin de eliminar los tamaños mayores al máximo que se necesita en la grava, y separar ésta de la arena.

En ocasiones debido a las características propias de la región no hay gravas-arenas, contándose solamente con boleos que tienen cantidades inapreciables de grava y arena, o con arenas con cantidades insignificantes de grava, por lo cual en estos casos, para la obtención de los agregados, se recurre a un tratamiento de trituración total o cribado, según sea el caso.

Las rocas sanas también pueden emplearse como materiales de pavimento de concreto hidráulico, sobre todo cuando hay escasez o no se cuenta con grava-arena de río; para el objeto, dichas rocas se deben someter a tratamiento de trituración total y cribado con el fin de obtener la grava y la arena, y en ocasiones, es necesario llegar hasta la molienda para producir el último material indicado.

Cuando no se cuenta con los materiales antes señalados, pueden emplearse los aglomerados y conglomerados; en estos casos, el tratamiento que generalmente se requiere para su empleo es el de trituración parcial y cribado, y también por lo común, es necesario el lavado.

Para la construcción de pavimentos de concreto hidráulico, en general, se rá más económico utilizar agregados pétreos procedentes de gravas-arenas de río que los obtenidos por trituración de rocas, aglomerados y conglomerados, por lo que es recomendable su uso, cuando se dispone de ellas en la región.

I-3 CONCEPTOS QUE DEBEN CONSIDERARSE PARA DEFINIR EL TRATAMIENTO DE LOS MATERIALES.

a) Características más importantes de los materiales en su estado natural.

Los materiales que constituyen los bancos o fuentes de abastecimiento, son variables y dependen de sus características el tipo de tratamiento a que deben sujetarse para obtener la granulometría y demás requisitos que deben cumplir para su uso en el pavimento, como ya se apuntó someramente en la parte relativa al uso probable de los materiales.

1. Formación.

Los materiales en su estado natural teniendo en cuenta la formación que presentan, se pueden dividir en:

- Mantos rocosos, constituidos por rocas completamente sanas o con un grado variable de alteración. Entre las primeras pueden citarse principalmente las riolitas, dioritas, andesitas, basaltos, etc. Entre las segundas frecuentemente se presentan así los granitos, las calizas y las pizarras.

El origen de estos materiales desde el punto de vista geológico, puede ser ígneo, sedimentario o metamórfico.

En general, el tratamiento obligado que se da a estos materiales es de trituración total, aun cuando hay casos como en las andesitas, que en ocasiones se presentan con un grado de alteración tan avanzado que no se puede aplicar un tratamiento de trituración parcial y cribado, sometiénolas a un tratamiento de disgregación para emplearse en sub-bases.

- Conglomerados y aglomerados, los cuales son materiales de origen sedimentario, principalmente o sea productos de la desintegración de rocas ya existentes.

El tratamiento que se aplica a estos materiales es generalmente de trituración parcial y cribado, o trituración total, pudiéndose tener casos de conglomerados, con un tratamiento a base de disgregado, cuando se emplean en sub-bases.

- Depósitos constituidos por suelos o suelos con fragmentos de origen geológico sedimentario, citándose entre ellos los limos, arenas, gravas o las combinaciones entre ambos, así como los depósitos de grava-arena con cantos rodados.

El tratamiento que debe dárseles a estos últimos para su uso en pavimentación, es variable, pudiendo ser desde un simple "papeo" para la eliminación de tamaños mayores de 5.08 cm (2") en materiales de depósito como las gravas-arenas, o bien cribado simple, hasta un trata -

miento de trituración parcial y cribado, lográndose en general buenos materiales para su uso en sub-bases, bases o carpetas.

Los tratamientos citados pueden complementarse cuando es necesario, con operaciones adicionales como son el lavado, la eliminación de finos arcillosos, etc.

b) Clasificación.

Los materiales se clasifican por su granulometría y plasticidad, de acuerdo con el sistema utilizado por la Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas, que en términos generales se indica a continuación:

- Fragmentos de roca:

Son aquéllos cuyos tamaños son mayores de 7.6 cm (3") y menores de 2m, se subdividen en grandes cuando son mayores de 75 cm y menores de 2 m, medianos si son mayores de 20 cm y menores de 75 cm y chico cuando son mayores de 7.6 cm (3") y menores de 20 cm.

- Suelos:

Son aquéllos que tienen partículas menores de 7.6 cm (3"), subdividiéndose en suelos con partículas gruesas, que son en los que más de la mitad del material se retiene en la malla No. 200, y suelos con partículas finas en los que más de la mitad del material pasa la malla No. 200; finalmente se tienen los suelos altamente orgánicos.

Los suelos con partículas gruesas se subdividen a su vez en gravas y arenas; en las primeras más de la mitad del material se retiene en la malla No. 4, en las segundas más de la mitad del material pasa la malla No. 4.

Los suelos con partículas finas están formados por limos y arcillas, cuyo límite líquido puede ser menor de 50%, entre 50 y 100% y mayor de 100%.

De acuerdo con esta clasificación el tratamiento a que se deben someter los materiales varía, teniéndose por ejemplo que para los fragmentos de roca y los suelos de partículas gruesas, generalmente se requiere un tratamiento de trituración a fin de hacerlos adecuados para usarse en pavimentación, pudiéndose señalar que para el caso de fragmentos de roca, su tratamiento es siempre de trituración total y cribado y cuando se trata de suelos de partículas gruesas, los tratamientos pueden ser de trituración parcial y cribado, simple cribado e inclusive la eliminación de tamaños mayores de 1 1/2", mediante pepena.

c) Tamaño máximo.

En relación con su tamaño máximo, los materiales para pavimento pueden sujetarse a determinado tratamiento, teniéndose para el caso de los revestimientos provisionales, desde un simple "papeo" para quitar el desperdicio mayor de 3", hasta una trituración parcial y cribado, pudiéndose tener tratamientos a base de disgregado o cribado simple; los materiales para sub-base generalmente se obtienen mediante cribado simple, trituración parcial y cribado, y en ocasiones mediante disgregado; en las bases hidráulicas los materiales comúnmente requieren tratamiento de trituración parcial y cribado o trituración total, y con excepciones se logra mediante simple cribado; en los concretos asfálticos para bases y carpetas, generalmente por el tipo de granulometría requerida, los materiales deben ser tratados mediante trituración parcial y cribado o por medio de una trituración total; las mezclas asfálticas en el lugar, para bases o carpetas, pueden requerir por lo común materiales sujetos a trituración parcial y cribado o simple cribado; los materiales pétreos para tratamientos

superficiales generalmente necesitan de un tratamiento de trituración parcial y cribado y en algunas ocasiones se presentan casos en que pueden ameritar adicionalmente la operación de lavado.

d) Dureza y cementación.

Otros de los factores que influyen para el tratamiento a que se deben someter los materiales de pavimentación es la dureza y cementación de los mismos; un material de baja dureza y cementación, como son algunos tepetates, caliches, rocas alteradas, conglomerados, aglomerados y otros, es posible aprovecharlos proporcionándoles un tratamiento de disgregado o cuando más de trituración parcial y cribado; cuando se trate de rocas sanas o conglomerados fuertemente cementados, invariablemente se requiere sujetar al material a un tratamiento de trituración total y finalmente, se tiene el caso intermedio de depósitos de cantos rodados y gravas-arenas con boleas, donde es necesario aplicar al material natural un tratamiento de trituración parcial y cribado y en ocasiones, solamente el de cribado.

Como un factor adicional que influye en el tratamiento para los materiales de pavimentación se tiene la limpieza adecuada de los mismos, siendo variables los requisitos que se deben cumplir a este respecto, según la utilización que se dé al material. Los trabajos que es necesario llevar a cabo para lograr este objeto, son por lo general uno o varios de los que se citan a continuación.

- Despalme adecuado del banco.
- Eliminación de finos arcillosos perjudiciales al tratamiento del material aprovechable.
- Lavado del material.

b) Requisitos que deben llenar los materiales de acuerdo con su aplicación.

Los materiales pétreos usados en pavimentación (revestimientos provisionales, sub-bases y bases hidráulicas, bases y carpetas de mezcla asfáltica, riegos de sello, tratamientos superficiales de uno, dos o tres riegos, morteros asfálticos y agregados para concreto hidráulico) requieren cumplir una serie de requisitos en sus características físicas, entre las cuales se citan como principales las siguientes: límites de Atterberg, granulometría, valor cementante, valor relativo de soporte, equivalente de arena, desgaste, afinidad con el asfalto, intemperismo acelerado, forma de la partícula, etc., cuyos valores límites de detallan en las Especificaciones Generales de Construcción.

Los requisitos indicados, influyen en el tratamiento que será necesario darles a dichos materiales, para poder lograr que se cumplan las normas en vigor.

Así, según las características físicas que presente el material después de su extracción, dependerá, junto con la etapa de pavimentación a que se destine, el tratamiento que se aplique, teniéndose por ejemplo, que para materiales de revestimiento y sub-base, se pueden someter a un proceso de disgregado, cribado, o trituración parcial y cribado; en el caso de bases hidráulicas, mezclas asfálticas y tratamientos superficiales, por lo general se sujetan los materiales naturales a cribado, trituración parcial y cribado, o trituración total, y en ocasiones se mejoran sus características mediante mezclas con otros materiales, e inclusive se llegan a aplicar tratamientos de lavado.

c) Aspectos económicos y de programa de obra en relación con el tratamiento de los materiales.

Otros de los factores que influyen para la determinación de los tratamientos que se deben aplicar a los materiales empleados en la pavimentación, son -

el económico y el de programa de obra. Desde el punto de vista económico se presentan casos en los cuales se tienen bancos de materiales para un determinado tramo, que pueden variar de una grava-arena, por ejemplo, que requiere un tratamiento de trituración parcial, y cribado, a una roca de basalto con tratamiento de trituración total y aun cuando este último material presenta características de calidad mejores que el primero, teniendo en cuenta que la grava-arena reúne una calidad aceptable dentro de especificaciones, se elige ésta considerando el aspecto económico.

Este tipo de problema de tener que escoger un material entre varios, es usual cuando se presenta la necesidad de eliminar bancos por deficiencia de calidad o de volumen y sustituirlos por otros más lejanos que no presenten este problema. Otro caso que se presenta es cuando se necesita construir y mantener desviaciones muy costosas, como sucede frecuentemente en el sureste y en la zona noreste del país; en este caso puede resultar más económico aumentar los acarreos y evitar el ataque de bancos que se encuentren en las condiciones señaladas, pero esto debe definirse mediante un estudio económico.

Por otra parte, en los trabajos de construcción en general el programa de obras es determinante en el aspecto de ejecución de los mismos, ya que en base a él se tiene en cuenta los volúmenes de obra por ejecutar, las necesidades de los equipos de extracción, acarreo y compactación, así como el tratamiento de materiales no perdiendo de vista el aspecto de tiempo de ejecución. Para poder cumplir un programa de tiempo-volúmenes, las empresas contratistas que ejecuten los trabajos, ya sea con otorgamiento directo o mediante la celebración de concursos, tienen que tomar en cuenta sus equipos disponibles, recurriendo, si es necesario a la compra directa del equipo faltante o a la renta del mismo; sin embargo, es frecuente que en el aspecto de equipo por usar en el tratamiento de materiales para pavimentación, por no disponer el constructor de determinados implementos, se obligue a proponer el uso de otros bancos, que pueda atacar con el equipo que tiene disponible, aun cuando tenga que absorber los acarreos excedentes que resulten y por consiguiente se tenga un panorama aparentemente antieconómico para el contratista.

Es conveniente señalar que cuando por causas imprevisibles es necesario acortar el tiempo de ejecución de una obra, los tratamientos de los materiales empleados para la pavimentación pueden sufrir variaciones con el objeto de lograr mayor rapidez en su procesamiento, sustituyéndose algunos bancos por otros que requieran tratamientos más sencillos, como por ejemplo una trituración parcial y cribado en vez de trituración total, resultando generalmente un incremento en el costo de la fase de la obra de que se trate, por haberse aumentado la distancia de acarreo, y/o el costo de la desviación, y/o el espesor de despalme del banco, etc.

I-4 PROCEDIMIENTOS Y EQUIPO PARA EL TRATAMIENTO DE LOS MATERIALES.

Los tratamientos a que se deben someter los materiales procedentes de bancos para los diferentes usps en los trabajos de pavimentación, pueden ser procedimientos tan sencillos como la eliminación de los desperdicios a mano, hasta tratamientos de trituración total y separaciones en diferentes tamaños para su dosificación en planta, existiendo también otro tipo de tratamientos como disgregado, cribado, trituración parcial y lavado de materiales. Los tratamientos antes citados son los más comunes, por lo cual a continuación se hace una descripción de ellos y del equipo empleado.

a) Eliminación a mano del desperdicio.

En las etapas de revestimiento provisional y sub-bases, existen materiales de bancos, principalmente en pláyones de grava-arena, que en general cumplen con los requisitos señalados por las normas respectivas, en forma natural, presentando sólo desperdicios mayores de 3" (7.62 cm) o de 2" (5.08 cm) en un porcentaje del orden de 5 a 10, lo que permite su eliminación a un costo bastante económico mediante el empleo de gente. El procedimiento utilizado en este tratamiento consiste en las operaciones de despalme o limpieza del banco, extracción del material, la cual puede ser a base de tractor y cargador o equipo de draga si el nivel de agua freática es tal que no sea operable el cargador y después de llevar directamente el material mediante camiones al camino, acamellonamiento del mismo con motoconformadora para facilitar la pepena de los fragmentos de tamaño mayor que el especificado. Esta última operación de pepena también se ejecuta durante el mezclado previo al tendido del material.

b) Disgregado de materiales.

La operación de disgregado generalmente se hace en materiales del tipo de conglomerados calichosos no muy cementados, areniscas cementadas, o rocas alteradas, los que se utilizan en las etapas de revestimiento provisional o sub-base, para lo cual se emplea equipo a base de pata de cabra y/o hyster, jalados generalmente con tractor. Este tratamiento se combina con el procedimiento anterior de eliminar a base de pepena el desperdicio que ya no es posible disgregar a tamaños menores. Este procedimiento frecuentemente se aplica en construcciones de carreteras, donde el pavimento en operación se encuentra constituido por una base hidráulica y una carpeta de mezcla asfáltica, las que se escarifican procediéndose después a llevar a cabo un disgregado mediante el cual se rompen los pedazos de pavimento a un tamaño no mayor de dos pulgadas, utilizándose el equipo descrito, que se combina con motoconformador para facilitar la operación de pepena y darle uniformidad al material.

c) Cribado de materiales.

La operación o tratamiento de cribar exclusivamente materiales para su uso en pavimentación, se aplica para aquéllos poco o nada cohesivos, cuyo porcentaje de desperdicio, pueda fluctuar de un 5 a un 25 de fragmentos con tamaño mayor que el especificado y en general es aplicable a materiales destinados para revestimientos provisionales, sub-bases, bases de tipo hidráulico y en casos muy especiales en la obtención de pétreos para carpetas de uno o dos riegos y en mezclas asfálticas en el lugar.

Dependiendo de la etapa de pavimentación y del tipo de material se efectúa la operación de cribado, la cual puede llevarse a cabo utilizando una criba de gravedad, que consiste en una instalación simple formada por una malla de abertura cuyo tamaño es la máxima medida aceptada para dicho material, 3" (7.62 cm) en revestimiento provisional, 2" (5.08 cm) para sub-base y 1 1/2" (3.81 cm) para base hidráulica, con una inclinación variable del orden de 30° y una tolva de entrada formada por tablones de madera. La operación consiste en la descarga en la tolva del material en greña procedente del banco, acarreado con camión de volteo y por gravedad, pasarlo a través de la criba para caer en un camión colocado ex-profeso, resbalando el material de mayor tamaño sobre la superficie de la criba, para depositarse fuera de la misma como desperdicio. Este tratamiento es el más simple y se emplea en materiales que presentan en general una buena granulometría en estado natural, como es el caso de algunos depósitos de grava-arena.

Quando se requiere una buena dosificación o elección de materiales pétreos en diversos tamaños, operaciones que en general se combinan con el tratamiento de trituración, se utilizan cribas vibratorias. Estas máquinas se componen de uno, dos o tres pisos de mallas de alambre o de placas perforadas con orificios de diversas formas, montadas en un bastidor flotante apoyado en resortes. El efecto vibratorio se produce por medio de una flecha excéntrica o con contrapesos que giran a elevada velocidad accionados por un motor eléctrico, siendo el ritmo aproximadamente de 1,200 vibraciones por minuto.

La superficie de cribado está constituida por mallas de aberturas cuadradas, siendo las que más se emplean en la obra, para la obtención de materiales de pavimentación, las que se indican a continuación:

Denominación de la malla, milímetros	Referencia
76.0	3"
50.0	2"
37.5	1 1/2"
25.0	1"
19.0	3/4"
12.5	1/2"
9.5	3/8"
6.3	1/4"
4.75	No. 4
2.36	No. 8

La operación de cribado utilizando equipo de cribas vibratorias, generalmente se usa en combinación con equipos de trituración parcial o total como complemento, y existen cribas horizontales con doble mecanismo excéntrico y cribas inclinadas con excéntrico simple. Las inclinadas son más económicas pero ocupan, para tamaños iguales, un mayor espacio vertical de instalación que las correspondientes horizontales, aun cuando en ambos tipos se logran producciones y eficiencias similares.

Los tamaños más utilizados (ancho por longitud de la superficie de cribado) son los de 4' x 8', 4' x 10', 4' x 12', 5' x 12', 5' x 14', 5' x 16' y 6' x 16'; en sus variaciones de uno, dos o tres pisos.

Además de las cribas citadas, se emplean para cribar tamaños mayores, generalmente de más de 1" (25 mm), las cribas de rejas vibratorias en las que un excéntrico provoca un ligero movimiento longitudinal a fin de que el material pase a través de las barras.

Las cribas rotatorias es otro tipo que se ha utilizado mucho para clasificar los diferentes tamaños de los materiales empleados en carpetas de riego. Este tipo de cribas está formado por una estructura de forma cilíndrica que gira sobre un eje de modo que el cribado del primer tambor en serie, pase al segundo y de éste al tercero, etc., obteniéndose los diferentes tamaños que se requieran.

El equipo de cribado puede complementarse con alimentadores, transportadores y tolvas, cuando no forma parte de una planta de trituración.

d) Trituración de materiales.

La trituración es en general el tratamiento al que se recurre para poder

obtener la transformación del material en greña o natural procedente de los bancos, a la sucesión de tamaños que se requieren para las diversas etapas de pavimentación. La transformación citada no es posible llevarla a cabo en una sola etapa, por lo que la conversión del material natural en agregados útiles se debe realizar en varios pasos, según el tipo de material y la etapa de pavimentación a que se destine.

Existen diversos equipos de trituración que se complementan con equipo suplementario. El equipo de trituración propiamente dicho, puede constar generalmente de uno, dos o tres pasos, según el material que se debe obtener, pudiendo ser de las siguientes características.

1. Trituradoras primarias, las cuales pueden ser de quijadas o giratorias.
2. Trituradoras secundarias que pueden ser de rodillos, de martillos o de impacto y de conos.
3. Trituradoras terciarias de rodillos, martillos o de impacto y de conos.
4. Trituradoras o molinos que pueden ser de barras y de bolas.

Entre el equipo complementario para los tratamientos de trituración se tienen:

1. Alimentadores de delantal, de plato o vibratorios.
2. Bandas transportadoras.
3. Cribas vibratorias que pueden ser horizontales o inclinadas, cribas de rejillas o cribas rotatorias.
4. Elevadores de cangilones.

En plantas fijas en ocasiones se usan hornos secadores rotatorios y ciclones para quitar el polvo.

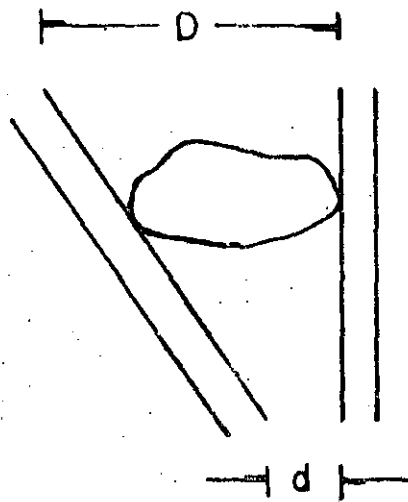
Básicamente existen cuatro métodos de reducción del tamaño del material por compresión, por desgaste, por impacto y por corte.

Los equipos de trituración utilizan diversos métodos de reducción dependiendo de su tipo, así se tiene que las quebradoras de martillos emplean el impacto, desgaste y corte; las de rodillos, impacto, corte y compresión; las giratorias, el impacto y la compresión, lo mismo que las quebradoras de quijadas y de cono.

Para definir el tipo de equipo de trituración más adecuado desde el punto de vista del material que se pretende utilizar como desde el aspecto económico, es necesario tener en cuenta la naturaleza del material por emplear, teniendo en cuenta dos conceptos que definen los comportamientos y campos de utilización de los equipos:

- El índice de reducción y el coeficiente de forma.
- Índice de reducción.

Se define como la relación entre el tamaño del fragmento a la entrada del equipo y el tamaño del material triturado a la salida del equipo. Este valor varía de acuerdo con el tipo de trituradora según su construcción y métodos de reducción empleados.



$$I.R. = \frac{D}{d}$$

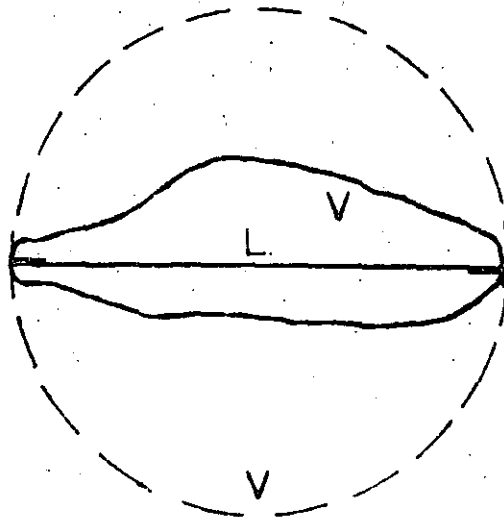
IR = Índice de reducción.

D = Dimensión o abertura de entrada.

d = Dimensión o abertura de salida.

- Coeficiente de forma.

Se define como la relación entre el volumen de un fragmento de roca y el volumen de una esfera hipotética de diámetro igual a la dimensión mayor del fragmento:



$$C = \frac{v}{V}$$

C = Coeficiente de forma.

v = Volumen del fragmento.

V = Volumen de la esfera de $\emptyset = L$.

L = \emptyset de la esfera de volumen V.

De la fórmula anterior se obtienen los siguientes valores promedio en los

fragmentos más comunes:

Forma del fragmento		Coefficiente de forma
Esférico		1
Cúbico	$\frac{2}{\pi\sqrt{3}}$ =	0.37
Tetraedro regular	$\frac{1}{\pi\sqrt{2}}$ =	0.22
Canto rodado	=	0.34
Grava triturada	=	0.22
Lajas	=	0.07
Agujas	=	0.01

En relación con las formas de los fragmentos, los dos últimos no deben aceptarse debido a que por su forma las partículas tienen fuerte tendencia a fracturarse.

- Trituración primaria.

Esta etapa es la inicial en un proceso de trituración y se lleva a cabo mediante equipos de quijadas o giratorios. En general para realizar la primera etapa de reducción de materiales pétreos se usa la quebradora de quijadas de simple togle con excéntrico superior, siendo un equipo de mecánica simple, utilizándose en las plantas portátiles en tamaños que van de 12" x 36" a 42" x 48", con pesos de 5,300 kg hasta 48,000 kg y producciones desde 18 a 840 toneladas por hora, dependiendo del tamaño del equipo, su abertura de salida y naturalmente la naturaleza geológica del material, alcanzando índices de reducción promedio de 8:1.

Básicamente la trituradora de quijadas consiste en una biela porta-quijadas accionada por un voltaje, que se mueve acercándose a una plancha fija y al entrar el material a la cavidad trapezoidal que queda entre las dos, es triturado hasta alcanzar el tamaño de una boca de salida. Por razones de eficiencia, se recomienda que los fragmentos de material sean de un tamaño igual a la sexta parte de la abertura de la boca de alimentación.

La granuladora o quebradora de quijada secundaria, trabaja bajo los mismos principios, admitiendo tamaños menores. Esta máquina tiene la ventaja de dar un coeficiente de reducción hasta de 8:1 y la granulometría del producto muy uniforme y cúbica.

Las quebradoras giratorias no se utilizan en los grupos móviles por ser de grandes dimensiones y muy pesadas, por lo que su empleo es en instalaciones fijas de tipo minero o de producción de cemento.

Las dimensiones, expresadas generalmente en pulgadas, se refieren al rectángulo de su boca de admisión (ancho por largo), para las quebradoras de quijadas y por el tamaño de admisión, en pulgadas, de la roca de alimentación, para las quebradoras giratorias.

- Trituración secundaria y terciaria.

Para estas etapas de la trituración se tienen equipos variados tanto desde el punto de vista de su construcción como de su efecto, teniéndose quebradoras de rodillos, impacto y de conos.

- Trituradora de rodillos.

Este equipo reduce los tamaños del material a base de un efecto de compresión y de corte. Su uso en la actualidad ha quedado limitado para triturar materiales suaves y poco abrasivos como las rocas calizas, ya que los materiales que presentan un alto contenido de sílice, originan en los rodillos, sobre su superficie cilíndrica surcos y desgaste que elevan considerablemente los costos de mantenimiento.

El diámetro de los rodillos, con el objeto que puedan triturar los fragmentos de roca, debe de ser 20 a 30 veces el tamaño máximo por triturar, siendo su producción proporcional al ancho del rodillo, teniendo su limitación en este aspecto ya que cuando es demasiado ancho se producen desgastos irregulares, siendo más notables en el centro que en las orillas del rodillo. Su índice de reducción es generalmente de 8:1 que es demasiado bajo debido principalmente a las limitaciones en los tamaños de alimentación, pudiéndose aumentar este índice de reducción, mediante un tercer rodillo, con el consiguiente aumento en su costo inicial en su operación.

El coeficiente de forma de este tipo de quebradoras es bajo, produciéndose gran cantidad de material lajeado.

- Trituradoras de impacto o de martillos.

Este tipo de quebradoras, utilizando los fuertes impactos de la roca o material impulsado contra las placas del bastidor, por uno o dos motores que hacen girar a los martillos a bastantes revoluciones por minuto. Con este tipo de equipo se obtiene material triturado de forma cúbica con elevado coeficiente de forma, índice de reducción de 20:1 o inclusive de 30:1; sin embargo, tiene la limitación que no es adecuada para materiales con alto contenido de sílice (más del 5%), por el fuerte desgaste que sufren sus martillos y barras de impacto, siendo aconsejable su uso en materiales no abrasivos como calizas, dolomitas, asbestos, etc.

Cuando se tienen materiales húmedos, puede emplearse la trituradora de martillos no atascable, la cual tiene una placa rompedora viajera que está en movimiento continuo, forzando la alimentación de material e impidiendo que se atasque la trituradora, siendo suficiente para triturar piedra caliza, cementos, esquistos ybauxita.

- Trituradora de cono.

Este equipo se usaba anteriormente en instalaciones de tipo minero, sin embargo su uso se ha generalizado en obras civiles, principalmente en caminos, de 10 años a la fecha. Se pensaba que este tipo de máquinas tenía una mecánica complicada, de alto mantenimiento y operación costosa, sin embargo, la realidad ha demostrado que este equipo aun cuando tiene una mecánica precisa y con unidades robustas, su mantenimiento y costos de operación no son mayores que las quebradoras de quijadas o de rodillos en operaciones normales.

Su mecanismo consiste, en una cavidad o receptáculo en el que gira una flecha en posición vertical, cuyo movimiento excéntrico permite dejar entre las dos paredes, en determinado momento, una cavidad más amplia sobre la cual cae

el material. Al completarse el movimiento circular, el cono regresa donde ha caído el material y lo tritura hasta reducirlo al tamaño regulado con anticipación en la máquina.

Se tienen las siguientes ventajas:

Producciones relativas observadas con alto índice de reducción del orden de 10:1.

Utilización completa y regular de sus elementos de desgaste en la cámara de trituración, utilizándose los efectos combinados de compresiones e impactos sucesivos, dando por resultado poco desgaste por abrasión y un producto con alto coeficiente de forma.

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.

Dimensiones compactas que hacen práctica su instalación en plantas móviles.

Costos de mantenimiento bajos por la elevada duración de sus piezas de desgaste.

Las quebradoras de conos se empezaron a usar en construcción de caminos en unidades portátiles de tamaños de 36" (diámetro inferior del cono), con peso de 11,000 kg y producción de 80 toneladas por hora a una abertura de salida de 1" (para producir material para base de 1 1/2"). A medida que se presentó la necesidad de construir carreteras más modernas incluyendo autopistas de varios carriles de circulación, se tuvieron exigencias de volúmenes mayores, siendo necesario usar tamaños mayores como el cono de 48" con peso de 22,000 kg y producciones de 170 toneladas por hora y el de 66", con peso de 42,000 kg y rendimiento del orden de 275 toneladas por hora, con material para base de tamaño máximo de 1 1/2".

Las quebradoras de cono se fabrican para trituración secundaria, terciaria y cuartenaria y aun cuando su aspecto exterior es prácticamente el mismo, la geometría de sus cámaras de trituración presentan grandes diferencias, teniendo que para los equipos cuartenarios la abertura de salida es más pequeña para producir material más fino y lógicamente admiten material de menor tamaño que los terciarios y secundarios.

- Molino de barras.

Este tipo de quebradora se emplea generalmente en casos especiales, para una etapa cuartenaria o sea para producir material fino que no se produce en las etapas secundarias y terciarias y que se requiere para tener la sucesión de tamaños, en la granulometría exigida para materiales para base o carpeta asfáltica.

Esta quebradora está constituida por un tambor cilíndrico de placa de acero estructural, horizontal y revestido con placas de acero al manganeso, para su protección interior, estando accionado a través de una corona dentada y un piñón o bien, mediante un tren de neumáticos con ejes horizontales.

El cilindro está cargado con barras cilíndricas de acero duro de 2 y 3 pulgadas de diámetro, de longitud ligeramente inferior a la dimensión longitu-

dinal del cilindro. Estas barras accionadas por la rotación del cilindro ruedan unas sobre otras produciendo una acción interna de molienda.

Dependiendo del grado de finura del producto por obtener, existen tres tipos de alimentación y descarga.

Con entrada y salida axiales.

Con entrada axial y salida periférica por un extremo.

Con doble entrada axial y salida periférica por un extremo.

Con doble entrada axial y salida periférica por la parte media.

El primer tipo se utiliza para finos hasta la malla No. 50, el segundo para tamaños hasta la malla No. 20 y el tercero para tamaños hasta la malla No. 4.

Este tipo de trituradora también puede ser de bolas en lugar de barras.

- Equipo complementario.

Entre este equipo se tienen los alimentadores que proporcionan la operación de alimentación del material en graña a la quebradora primaria. Esta operación se puede llevar a cabo en la forma más sencilla o sea descargando los vehículos de transporte a la boca de la quebradora o por medio de equipos especiales de alimentación. Entre estos últimos se tienen:

Alimentador de mandil.

Se compone de paletas metálicas que forman un tablero que se mueve a una velocidad de 3 a 10 m por segundo, accionado por un motor eléctrico. Este tipo de alimentador es adecuado para instalaciones de alta producción de tipo minero o cementero.

Alimentador de plato.

Está constituido de una placa metálica rectangular, montada sobre rodillos, moviéndose en forma de vaivén por medio de una biela excéntrica. Este equipo es adecuado para instalaciones pequeñas y medianas que utilizan depósitos de río.

Alimentador vibratorio con rejilla (Grizzly) de precibado.

Se usan en instalaciones medianas y elevadas producciones teniendo la ventaja de que preciban el material pequeño que tiene el material en graña, mandando sólo a la quebradora primaria el material que requiere trituración.

Las características deseables para seleccionar un equipo de trituración pueden resumirse como sigue:

Que se admitan los tamaños grandes que se reciban.

Que resista mejor el desgaste por abrasión.

Que tenga capacidad para absorber cargas máximas.

Que produzca el tamaño deseado a la salida.

Que la máquina ceda con seguridad al hallar material no reducible.

Que no se obture.

Que tenga la menor demanda de energía por tonelada de producto terminado.

Que requiera un mínimo de supervisión.

Que funcione económicamente con un mantenimiento mínimo.

Que tenga una mayor vida útil.

A continuación se incluye una tabla en la que se recomienda en forma general el tipo de trituradora más adecuado para materiales de diversas características. Esta tabla aparece en el libro "Movimiento de Tierras" editado por el Colegio de Ingenieros Civiles de México, A. C., Edición 1967. (Ver Tabla No.1).

e) Lavado de materiales.

Este tratamiento forma parte en algunas ocasiones de la operación de trituración y cribado de materiales para pavimentación, principalmente en la producción de pétreos utilizados en carpetas asfálticas y concretos hidráulicos. La operación de lavado se aplica en aquellos materiales que por sus características naturales presentan problemas de contaminación con arcilla, materia orgánica y/o polvo, originando que no se puedan emplear como se encuentran, por lo tanto, en el tratamiento ya sea de cribado o trituración y cribado, se requiere adaptar equipos de lavado, entre los cuales se citan los siguientes:

1. Gusanos lavadores.

Se componen de un recipiente de placas metálicas, cuya parte inferior por lo 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, la cual sirve para extraer el material ya lavado.

2. Tambores desenlodadores o "Scribbers".

En el caso que se tenga necesidad de llevar a cabo un lavado más enérgico de materiales fuertemente contaminados con arcillas, se utilizan los tambores desenlodadores, que constan de un cilindro de placa de acero en cuyo interior se montan espas o paletas metálicas que nueven el material. Existe un dispositivo de riego de agua a presión para realizar en el interior del tambor el lavado del material. A la salida, el agua sucia se escurre por los orificios del cilindro de evacuación. Generalmente se usan tambores de los diámetros siguientes: 60, 72, 84, 96 y 114 pulgadas.

3. Cribas con chiflones.

Es una instalación para producción limitada que consiste en pasar el material por una serie de cribas vibratorias a distintos niveles, con un sistema de una o varias barrras de chiflones de agua, para separar los finos y arrastrarlos al fondo de un recipiente metálico de donde salen por gravedad para su decantación.

En este caso se lava y clasifica en distintos tamaños el material.

f) Dosificación en planta.

Se tienen entre los diversos tratamientos para materiales de sub-base y base, la dosificación en planta, procedimiento que se ha estado usando con mayor frecuencia en los trabajos de construcción de carreteras, principalmente por el hecho de tenerse cada vez más, la necesidad de contar con mejores pavimentos, en armonía con el tránsito cada vez mayor en número y tonelaje. Los -

TABLA No. 1

TABLA GENERAL DE APLICACIONES DE EQUIPO DE TRITURACION.

MATERIAL	MUY DURO A DURO	QUEBRADIZO Y DESMENUZABLE	BLANDO	PEGAJOSO Y HUMEDO	FIBROSO
Pizarras y esquistos	Quijadas Conos	Quijadas Conos Martillo Cilindros	Martillos Cilindros	Martillos no atascables Cilindros no atascables	
Cañizas	Martillos Granuladora	Granuladora Martillos Cilindros	Granuladora Martillos Cilindros	Martillos no atascables Cilindros no atascables	
Piedra (1) Mineral	Quijadas Conos Barra Bolas	Quijadas Conos Granuladora Martillos Cilindros	Martillos Cilindros	Martillos no atascables Cilindros no atascables	Martillos Cilindros
Productos Químicos	Quijadas Conos	Quijadas Conos Granuladora Cilindros	Granuladora Martillos Cilindros	Martillos no atascables Cilindros no atascables	Martillos Cilindros

25

(1).- Se considera que dentro de esta clasificación se incluyen los fragmentos de rocas como basaltos, granitos, dioritas, andesitas, etc., así como boleos y gravas de río.

materiales procedentes de bancos y sometidos a diversos tratamientos, principalmente trituraciones parciales, totales y cribados, con frecuencia adolecen de deficiencias como por ejemplo las contaminaciones con arcilla, que originan que presenten una plasticidad fuera de especificaciones; en otros casos se tienen problemas de deficiencias en ciertos tamaños, en menos o en más, o bien, el material presenta un valor cementante casi nulo, siendo ésto bastante común en las gravas de río utilizadas en bases de pavimento, originándose problemas para lograr la compactación requerida.

Con el objeto de corregir las características señaladas, se recurre a separar en 2 ó 3 tamaños el producto triturado, operación que se lleva a cabo al procesar el material en la instalación que se tenga, pudiendo mediante bandas transportadoras descargarlo directamente en las tolvas de la planta dosificadora, o efectuar esta operación mediante el empleo de cargadores. Para la dosificación se usa un equipo que está constituido principalmente por un cuerpo formado por 2, 3 ó 4 tolvas horizontales, que descargan sobre una banda rotatoria horizontal, la cual, mediante un elevador de cangilones, transporta los materiales a un recipiente metálico, donde se le incorpora el agua necesaria. Una vez dosificados, mediante un sistema de paletas accionadas por un motor eléctrico, se produce el mezclado de los materiales para descargarlos a los camiones de volteo mediante una banda transportadora. Este equipo de dosificación se utiliza como se ha indicado, para mezclar materiales que garanticen tanto una granulometría adecuada como la incorporación del material de mejoramiento que se requiera, así como para disminuir el empleo de motoconformadoras, ya que los materiales con su humedad adecuada llegan al camino exclusivamente para ser tendidos mediante la citada motoconformadora o utilizando extendedoras, garantizándose así una buena sucesión granulométrica, calidad y uniformidad, aumentando por consiguiente el buen acabado de las bases hidráulicas. Por otra parte, este procedimiento de dosificación es el indicado para caminos que se localizan en zonas montañosas de alta precipitación pluvial, donde las maniobras de mezclado y tendido de los materiales se dificultan considerablemente.

I-5 CASOS ESPECIALES.

En ocasiones, para la ejecución de los trabajos de pavimentación no se dispone en la localidad de los materiales que tradicionalmente se utilizan en este tipo de obras, resultando más conveniente emplear materiales de tipo especial que no se usan comúnmente y que en algunos casos no llenan los requisitos especificados, pero que por su buen comportamiento en pavimentos construídos con anterioridad o bien, por razones que generalmente guardan relación con el costo y, o el programa de obra, resulta ventajoso su uso. Entre los materiales que se utilizan en trabajos de pavimentación y que pueden considerarse dentro de un tipo especial, están el tezontle, las escorias de fundición, los desperdicios de minas como son los materiales obtenidos de los procesos de beneficio, las conchas y conchuelas de mar, el yeso, el sascab y la arcilla calcinada.

También puede considerarse como un uso de material de tipo especial, el que en su estado natural cubre los requisitos señalados en las especificaciones y no necesita ningún tratamiento.

A continuación se hacen algunos comentarios sobre dichos materiales y el uso que generalmente se les da en las obras de pavimentación:

1. Tezontle.

Es un material derivado del basalto, el cual puede considerarse como un producto piroclástico que presenta una estructura cavernosa y que es un material ligero porque es poroso; es altamente friccionante y generalmente de color rojo oscuro o negro, siendo variable el tamaño de los fragmentos. Otro producto piroclástico derivado del basalto, es el "lapilli", que está formado por fragmentos de tezontle de tamaño no mayor de 2 ó 3 centímetros.

El uso de estos materiales en sub-bases o bases hidráulicas ha tenido éxito siempre que se cumplan las siguientes condiciones:

- a) Calidad adecuada, principalmente en lo que se refiere a su susceptibilidad para degradarse bajo los efectos del tránsito.
- b) Cementación correcta, mediante la mezcla con otro material apropiado, para evitar los reacomodados originados por las vibraciones del tránsito de los vehículos.
- c) Protección suficiente cuando se emplea como base hidráulica, proporcionada tanto por el riego de impregnación, como por la carpeta asfáltica, la cual debe ser cuando menos de dos riegos en caminos de tránsito ligero y de mezcla asfáltica, en caminos de tránsito medio o pesado.

2. Sascab.

El material "sascab" que abunda en la Península de Yucatán, consiste en una formación caliza, comúnmente con alto contenido de finos, baja plasticidad y elevado valor soporte, debido este último principalmente a su buena fricción interna.

Tomando en cuenta los ensayos de control de laboratorio efectuados durante la construcción de diversos caminos en la región, se puede apreciar una variación muy considerable en las características físicas de este material, habiéndose encontrado cerca de 40 tipos diferentes de "sascab". Salvo muy raras excepciones, puede decirse que ninguno de los tipos de "sascab" conocidos hasta la fecha, cumple con las especificaciones para base de pavimento, por lo que no es recomendable su empleo para tal objeto.

El criterio que se ha seguido, con buenos resultados, en la pavimentación de las carreteras principales de la Península de Yucatán, consiste en emplear para la capa subrasante, "sascab" procedente de bancos seleccionados, de la mejor calidad disponible en la región, dentro de un criterio económico de acarreo (2 a 3 kilómetros de promedio), con lo cual la subrasante, por su calidad, viene a desempeñar también la función de sub-base y naturalmente el espesor de la base de pavimento se reduce generalmente al mínimo que permiten las especificaciones.

3. Yeso.

A principios del año 1967, se planteó el problema referente al posible

aprovechamiento de diversos macizos rocosos de yeso tipo alabastro, para la construcción de la base de pavimento de la carretera Escárcega-Chetumal, mediante un proceso de trituración total a tamaño máximo de 1 1/2". En este caso resultaba conveniente el empleo de este material, en virtud de que se acortaban considerablemente los acarreos con respecto a otros bancos disponibles en la zona.

Tomando en cuenta lo anterior, se efectuaron oportunamente estudios de laboratorio a largo plazo, sometiendo el yeso triturado a diversos efectos de intemperismo, tales como humedecimiento y secado alternados y humedecimiento prolongado, hasta por un lapso de 12 meses, habiéndose obtenido resultados satisfactorios en sus características físicas. También se hicieron análisis químicos, los cuales revelaron que se trata de yesos de alta pureza (mayor de 90%) y que son estables químicamente.

Por otra parte, se construyeron dos tramos experimentales de base de pavimento, empleando yeso triturado a tamaño máximo de 1 1/2", con objeto de observar directamente los efectos del intemperismo y del tránsito, sobre la capa ya compactada con y sin riego de impregnación. Las muestras tomadas para su ensaye, en el momento del tendido, después de la compactación y a edades de 3, 6 y 12 meses, acusaron resultados dentro de la calidad especificada para base hidráulica de pavimento, registrándose solamente cierta degradación atribuible más bien al efecto de los rodillos lisos utilizados durante el proceso de compactación. Con estos antecedentes se procedió a la construcción de un tramo de más de 100 kilómetros, utilizando en la base hidráulica el citado material y protegiéndola con una carpeta asfáltica de un riego, en la cual se empleó roca caliza triturada. El comportamiento de esta base construida con yeso, ha sido satisfactorio hasta la fecha, después de 2 años de terminado el camino.

4. Conchuela de mar.

En el litoral del Golfo de México, en las zonas cercanas al Puerto de Tampico, Tamps. y en la isla de Ciudad del Carmen, Camp., se han empleado bancos de conchuela de mar para la construcción de bases hidráulicas, y bases y carpetas asfálticas.

La conchuela procedente de los bancos cercanos a Tampico, se encuentra con un avanzado grado de alteración, consistiendo en pequeñas lajitas de conchuela mezclada con finos procedentes de la misma; este material en su mayor parte, se degrada fácilmente. Su graduación granulométrica es defectuosa y no pasa la prueba de desgaste; sin embargo, se ha utilizado en la construcción de bases hidráulicas en calles y caminos de la zona y en el aeropuerto del lugar, y en este último, también se construyó la base asfáltica, con mezcla hecha en el lugar, empleándose el citado material. En todos los casos antes mencionados se utilizó la conchuela sola, sin mezclarse algún material pétreo y su comportamiento ha sido aceptable.

En la pavimentación del tramo Ciudad del Carmen-Puerto Real de la carretera Costera del Golfo, se utilizó arena-conchuela para la construcción de la base asfáltica en el lugar. En este caso la conchuela se presenta generalmente entera y sana, y no obstante que este material acusa un valor relativo de soporte algo bajo debido a su deficiente granulometría y fal-

ta de cohesión, una vez incorporado el asfalto se obtiene una mezcla de muy buena calidad, como se ha comprobado por su excelente comportamiento en la obra mencionada. Por otra parte, este material también se empleó para la construcción de la carpeta asfáltica del aeropuerto de Ciudad del Carmen, encontrándose en general en buenas condiciones no obstante que ha dado servicio durante más de 25 años.

5. Escorias de fundición.

La escoria de fundición conocida también como grasa, generalmente es un material pesado, frágil, vidrioso, muy duro y que al triturarse no produce finos por lo cual, para utilizarse en la construcción de bases o sub-bases de pavimento, es necesario mezclarlo con otro material fino para corregir los defectos de su granulometría y proporcionarle una cementación adecuada. Este material se ha empleado con resultados satisfactorios en la construcción de bases de pavimento en algunos tramos de caminos cercanos a San Luis Potosí, S.L.P., lugar en donde se encuentran depósitos de dicho material. Por otra parte, su principal inconveniente es que presenta dificultades para su trituración, pues es muy abrasivo.

6. Desperdicios de minas.

Durante el proceso de beneficio de materiales procedentes de la explotación de minas, se obtienen materiales pétreos que son considerados como desperdicios, una vez que se les ha extraído el mineral. Estos materiales se han empleado con éxito en la construcción de bases y sub-bases de pavimento y generalmente resulta económico su empleo.

Entre estos desperdicios pueden considerarse los "jales", que generalmente consisten en una arena fina obtenida por trituración y que resulta adecuada como mejoramiento de materiales arcillosos, para corregir su plasticidad.

Otro material es el que se obtiene durante el beneficio de minerales de fierro, como es el caso del extraído en el Cerro del Mercado en Durango, Dgo., del cual queda como desperdicio el material denominado "estéril medio pesado" que consiste en una roca riolítica triturada a tamaño máximo de 3", cuya granulometría no acusa material fino; este material después de triturarse a tamaño máximo de 1 1/2" es de muy buena calidad para utilizarse en la construcción de sub-bases y bases de pavimento.

7. Materiales que no requieren tratamiento.

El caso de los materiales que no requieren tratamiento se ha incluido en este inciso relativo a los materiales especiales, por considerar que el caso corriente es generalmente que a los materiales utilizados en la construcción de sub-bases, bases y carpetas asfálticas, se les somete a un tratamiento que puede ser trituración, lavado, disgregado, cribado, etc., o se les mezcla con otro material que mejore sus características, resultando difícil encontrar materiales que cubran las especificaciones correspondientes tal y como se encuentran en el banco. Este caso se presenta principalmente en los tipos de bancos que se indican a continuación:

- a) Bancos de grava-arena en playones de arroyos o ríos, en lugares donde

se han depositado tamaños cuya graduación granulométrica y demás características físicas llenan los requisitos establecidos en las especificaciones correspondientes.

b) Aglomerados que cumplan con los requisitos especificados, los cuales, por encontrarse sin cementación, no necesitan ningún tratamiento. Generalmente son de origen piroclástico, de tamaño adecuado con partículas angulosas.

c) Rocas con un proceso avanzado de alteración, las cuales se disgregan con el equipo de ataque y no necesitan un tratamiento especial.

Un ejemplo de este material es el "tucuruguay", el que proviene de una roca granítica muy alterada y se ha empleado frecuentemente en la costa del Océano Pacífico, lugar donde abunda, en la construcción de sub-bases de pavimento:



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

CURSO RESIDENTES DE CONSTRUCCION
DEL 2 AL 6 DE SEPTIEMBRE DE 1985
TUXTLA GTZ. CHIS

CARGADORES

ING. ERNESTO MENDOZA SANCHEZ

00 01

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 realizabile 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 pasados, 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.

- 4

00 06

**CLASIFICACION
DE
LOS
CARGADORES**

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

UJ 0n

06

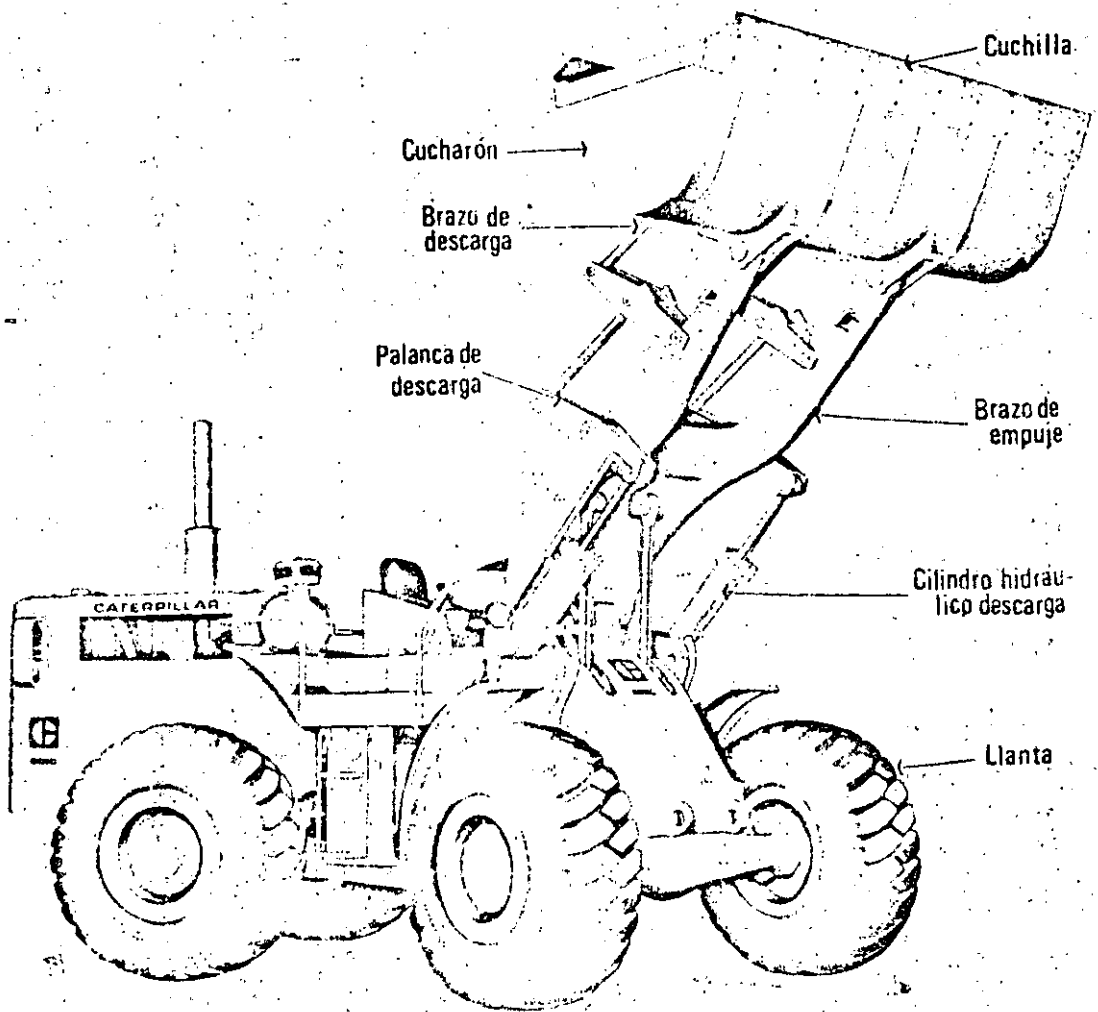
Los cargadores montados sobre llantas pueden ser de dos o cuatro ruedas motrices. Generalmente se utilizan llantas muy grandes. Estas sirven para proporcionar una excelente flotación que les permite trabajar en la mayoría de los terrenos.

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.

00 10

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	46,285.00
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.

Quando 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

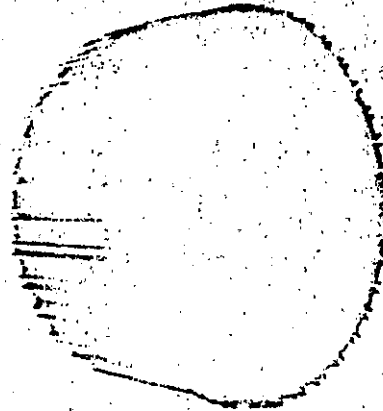


Fig. 8. Beadless

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.

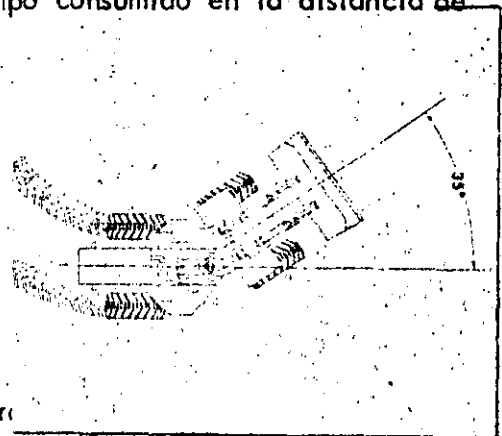


Fig. 9. Dirección de Bastidor

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

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 Demolicion
- 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.

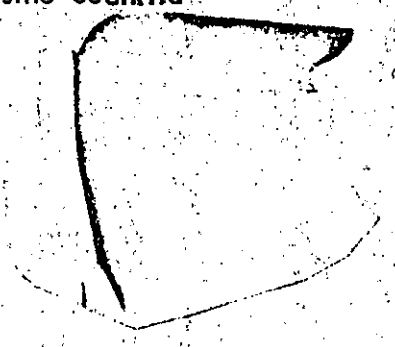
Estos dientes están cubiertos por un castillo de acero especial, resistente a la abrasión y cuando sufren desgaste considerable se cambian por nuevos con objeto de proteger a los dientes y al bote mismo.

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 Demolicion

e) Bote Eyector 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 Eyector 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 éstas (Fig. 16).

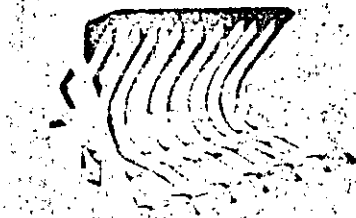


Fig. 16. Bote de Rejilla

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 infructuosa.

Las capacidades más usuales de los botes varía de $1/2$ a 5 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.

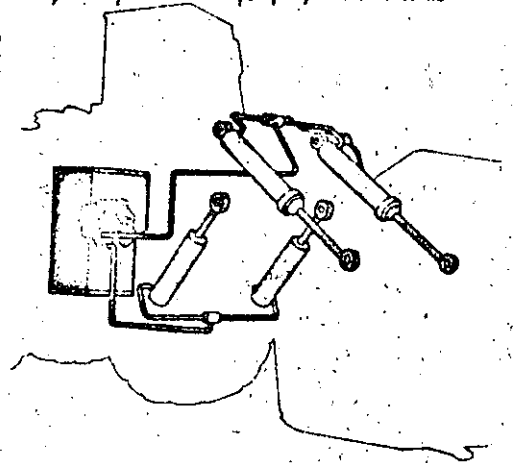


Fig. 17. Sistema Hidráulico

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.

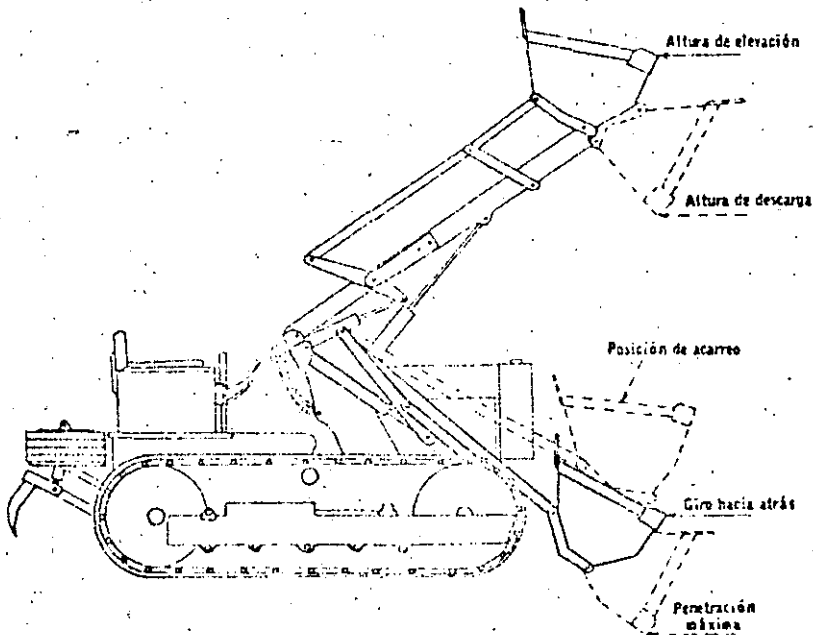
El mismo efecto se puede conseguir sujetando el borde de ataque de

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 manobra.**

MOTOR

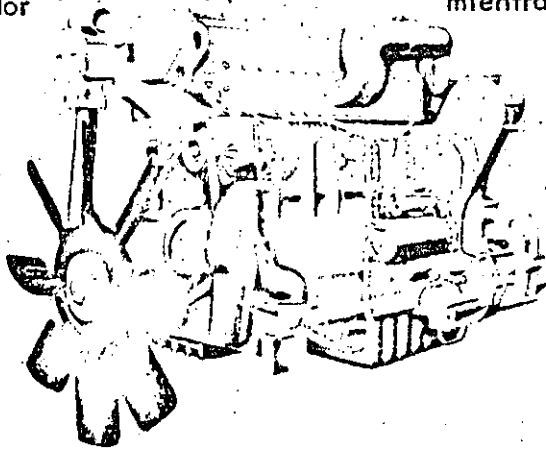


Fig. 19. Motor Caterpillar de Diesel D343 (1988)

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 ésta. 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 traxcavo, 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

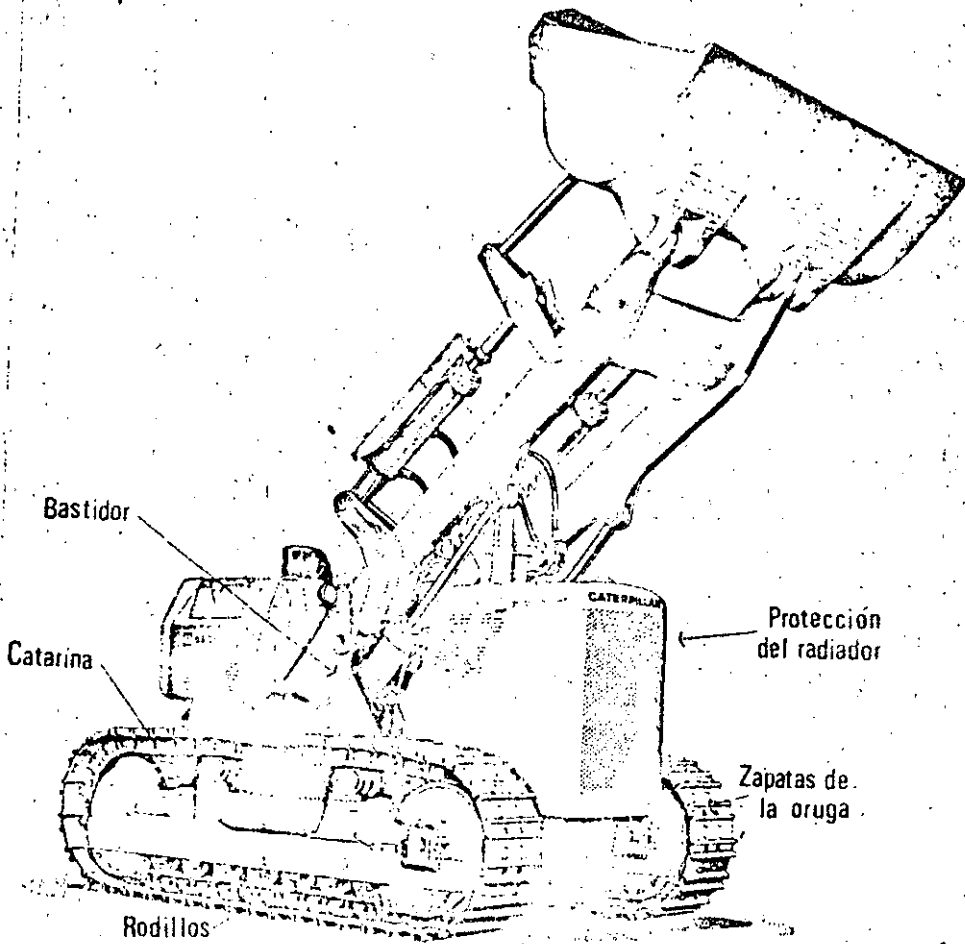


Fig. 20. Cargador Frontal sobre Orugas

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).

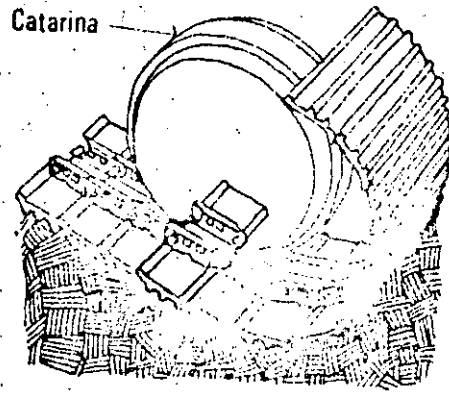


Fig. 21. Sistema de Tránsito

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).

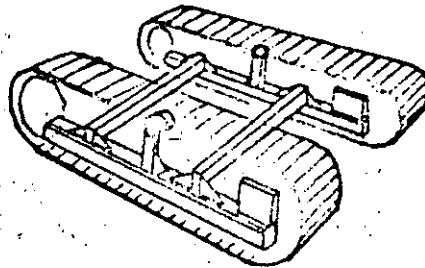


Fig. 22. Conexión Rígida entre Bastidores.

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 patinan 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 tablones 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).

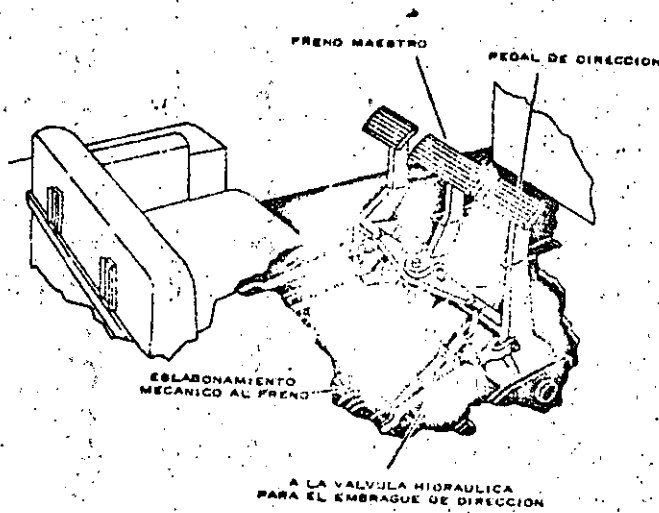


Fig. 23. Sistema de Dirección

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, sellós, bandas, balatas, carcasas, motores y baieros.

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	Aplazado*	Cilindros (Número de inyección)	Cilindrada de cada cilindro				Cilindrada de cada cámara				Cilindrada total (Carga en base)							
				cm ³	in ³	cm ³	in ³	cm ³	in ³	cm ³	in ³	cm ³	in ³	cm ³	in ³				
Abe Celex	840	Y	40	125-175	955-1114	15	12	112	2644.8	39	990.8	208.75	5372.25	124	3143.8	87	1701.8	96	
	940	Y	40	152	115-133	175	134	112	2841.8	38	940.8	212	5284.8	122.5	3111.5	72	1824.8	96	
	TS200	N		153	115-212	2	153	104	2641.8	38.5	977.8	226	5740.4	80	2233.2	78	2008.4	87	
	TS230	Y		175-315	134-27	2.5	19	104	2841.8	38.5	977.8	226	5781.2	88	2215.2	70	2008.4	87	
Abe Celex	TS240	N		255	191.8	3.5	27	116	2895.8	40	1016	255	6477	77	1655.8	81	2031.4	96	
	TS250	Y	40	37	235.4	5	3.8	122	3098.8	55	1387	332	8432.8	114	2895.8	115.5	2311.1	138	
	540	N		12	784-15	125	955					224	5689.8	108	2743.2	68	1818.4	81	
	544	N		12	784-15	125	96					224	5689.8	108	2743.2	68	1818.4	81	
Braz	548	N		12	784-15	125	96					224	5689.8	108	2743.2	68	1818.4	81	
	548	N		12	784-15	125	96					224	5689.8	108	2743.2	68	1818.4	81	
	847	N		225.4	173.1	2.8	1.9	118	2948.4	37	939.8	242	6148.8	112	2870.2	81	2057.4	90	
	848	N		225.4	173.1	2.8	1.9	118	2948.4	37	939.8	242	6148.8	112	2870.2	81	2057.4	90	
Case	W14	Y	80	125-175	96-13	125(0)	96	109.5	2781.3	30	782	218	5488.4	123	3124.2	64	1727.2	100	
	W14H	Y	80	125-175	96-13	150(0)	115	108.5	2725.1	32	812.8	220	5488.4	123	3124.2	68	1727.2	100	
	W18	Y	80	125-2	115-15	175(0)	134	108	2768.8	35.5	901.7	239	6070.8	124	3149.8	73	1854.2	108	
	W20	Y	80	175-2.5	134-19	2(0)	1.5	106.3	2705.1	38	965.2	243	6172.2	181.5	4810.1	73	1854.2	108	
Case	W26B	Y	80	2.5-5	19-38	3(0)	2.29	119	3022.8	38.5	977.9	236	7518.4	216	5232.4	87	2228.8	121	
	910	Y	35	11-125(0)	8-1(0)	125(0)	1(0)	87	2190	34	860	218	5490	107	2720	82	2032	92	
	920	Y	35	15-175(0)	119-135(0)	150(0)	115(0)	108	2770	38	740	225	5715	123	3100	85	2160	100	
	930	Y	35	175-225(0)	134-170(0)	2(0)	1.53(0)	112.5	2850	31.8	839	238	6045	126	3200	88	2260	108	
Case	950	Y	35	225-350(0)	172-258(0)	25(0)	19(0)	111	2820	29	740	243	6172	124	3150	85	2160	115	
	950-C	Y	35	34-5(0)	23-345(0)	35(0)	26(0)	118	3050	31	790	269	6810	134	3490	106.5	2700	122	
	967B	Y	35	45-55(0)	34-44-2(0)	45(0)	345(0)	128	3700	44	1120	623	7470	142.5	3620	114.5-121	2911	1010	130
	954	Y	35	8-1(0)	46-54(0)	8(0)	48(0)					336	8534	146	3740	126.5	3200	140	
Case	972B	Y	35	19(0)	745(0)	10(0)	7.65(0)	181	4090	66	1680	490	10468	177(BB)	4500(BB)	153	3540	170	
	35	N	N/A	12	75-15	1.25	955	102(AA)	2190(AAA)	25(AA)	715(AA)	202	5130.8	118(BB)	2897.2(BB)	67	2011.4	83.5	
	450	Y	35	152	115-15	1.5	115	108(AA)	2748(AAA)	28(AA)	715(AA)	225	5715	123(BB)	3271.2(BB)	69	1732.8	98.5	
	55A	Y	35	23-5	15-27	2	1.5	108(AA)	2743(AAA)	31(AAA)	852(AA)	245	6231	137(BB)	3411(BB)	74.5	1892.1	110	
Case	750	Y	35	25-4	19-31	2.5	1.9	108(AA)	2743(AAA)	34(AA)	863(AAA)	284	6765.8	131(BB)	3327.4(BB)	72	1858.8	112	
	125B	Y	35	35-3	27-38	3.5	2.7	119(AAA)	3075(AAA)	37(AAA)	952(AAA)	297	7543.8	138(BB)	3505.2(BB)	88	2232.8	128	
	175B	Y	35	45-6	34-45	5	3.8	118(AA)	3072(AAA)	57(AA)	1228(AAA)	316	8028.4	152(BB)	3810(BB)	80	2240.8	135	
	215B	Y	35	65-8	54-7	7	5.4	125(AA)	3187(AAA)	53(AAA)	1252(AAA)	349	8844.8	158(BB)	4038.2(BB)	105.5	2679.2	146	
Case	475B-4(DD)	Y	35	10-18	7.8-13.8	10	7.8	182(AA)	4876(AAA)	81(AA)	1542(AAA)	421	11915.4	194(AA)	4901(AAA)	114	2835.4	182	
	475B	Y	35	10-20	7.8-15.1	12	8.2	183(AA)	4860(AAA)	88(AA)	1542(AAA)	470.1	11945.8	199(AA)	5054.8(BB)	114	2835.4	182	
	475	Y	35	24	18.3	24(BB)	18.3(BB)	204(BB)	5182(BB)	92(BB)	2337(BB)	60(BB)	15418(BB)	254(BB)	6520(BB)	140	4154	223.5	
	475	Y	35	15.3	11.5-2.7	2	1.5	105	2607	35.6	904.7	232	5827.8	124(B)	3149.8(B)	88	2215.2	104	
Case	2044B	Y	80	2.5-4.5	19-14	3	2.29	108	2743.2	37.5	952.5	219	6578.8	127(B)	3271.2(B)	100	2540	124	
	YALE 1200	Y	35	175-2.5	134-19	2(0)	1.5	112	2844.8	34	861.8	251.5	6388.1	125.5	3187.2	90.5	2254.7	108	
	YALE 1900	Y	35	2-3	15-23	2.5	1.7	109	2769.8	36	914.4	251.5	6388.1	125.5	3187.2	95	2413	106	
	YALE 2000	Y	40	2.5-4	19-3	2.5	1.9	114	2895.8	38	945.2	255	6721	133	3378.2	95	2413	106	
Yale	YALE 2500	Y	40	3.75-5	25-38	3.75	2.5	122	3098.8	39	990.6	297	7543.8	139	3530.8	113	2872.2	128	
	YALE 3000	Y	40	3.75-5.5	28-42	3.75	2.9	124	3148.8	42	1068.8	301	7845.4	139	3530.8	113	2870.2	128	
	YALE 4000	Y	40	4-5	3-38	4.5	3.4	126	3200.4	39	999.6	325	8255	138	3505.2	128	3200.4	138	
	YALE 6000	Y	40	6-7.5	6-5.7	6	4.6	129	3276.8	45	1143	340	8736	152	3860.8	134	3403.5	146	
Yale	811LHD	Y	45	1-2	784-1.5	1	784	38	965.2	21.25	539.8	181	4597.4	44(F)	1117.8(F)	48	1219.2	61	
	811ELHD	Y	45	1-2	784-1.5	1	784	38	965.2	21.25	539.8	181	4597.4	44(F)	1117.8(F)	48	1219.2	60	
	812BLHD	Y	45	2	1.8	3	1.3	72	1828.8	41.8	1057.2	319.78	7989.3	63-78(F)	1600-1981(F)	60.84	1524-2134	85	
	813LHD	Y	45	3	2.3	3	2.3	87	1447.8	34	883.8	304	7721.8	80(F)	1752.8(F)	72	1828.8	114	
Yale	815LHD	Y	45	4-4	2.4	5	3.8	85-88	1881-1727	67	1701.8	370	9388	68(F)	1752.8(F)	98	2438.4	144	
	819LHD	Y	45	8	8.8	8	6.9	88	1878.4	68	1981.2	378	9581.2	78	2438.4	144			
	820C	Y	40	10	7.8	10	7.8	78	1881.2	148	3769.2	442	11228.8	78(F)	1881.2(F)	120	3048	150	

CONDICIONES DE RUEDA (TRACCIÓN EN LAS 4 RUEDAS)

Fabricante	Modelo	CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO																MOTOR	
		Características de la rueda			Características de la suspensión			Características de la dirección			Características de la transmisión			Características de la potencia			Marca	Modelo	
		mm	b	kg	b	kg	b	kg	b	kg	Deq	m	mm	m	mm				
Abs Chambers	B40	2438.4	15.550	7044.2	N	11.090	5073.8	9890	4027.2	13.300	6024.8	55	15	381			PERKINS	4728	
	B40	2438.4	17.850	7995.5	N	12.568	5689.7	10.690	4842.6	14.400	6523.2	55	15.2	386.1			A.C.	2000/2000	
Avaling Bedford	TS200	2209.8	20.850	8445.1	N	13.500	6115.5	N/A	N/A			43	18.5	419	121	307.4	FORD	2000	
	TS230	2209.8	21.070	8544.1	N	15.000	6795	15.000	6795	15.000	6795	42	14.5	368.3	245	674.8	LEYLAND	401	
	TS250	2438.4	30.000	13.590	N	21.000	9511	21.000	9511	N/A	N/A	40	16	406.4	300	7620	LEYLAND	600	
	TS500	3505.2	50.872	23.045	N	36.353	18.467.9	31.725	14.371.4	N/A	N/A	43	19	482.6	275	6525	CUMMINS	NTRA-2310	
Bay	S40	2057.4	15.183	6877.9	N	8000	4077	N/A	N/A	12.500	5662.5	48	16.75	425.5	234	5843.6	PERKINSIA	4728	
	S40	2057.4	15.938	7220.4	N	8000	4077	N/A	N/A	12.500	5662.5	48	16.75	425.5	171	4343.4	PERKINSIA	4728	
	S48	2057.4	18.918	7220.4	N	9000	4077	N/A	N/A	17.400	6447.5	48	16.75	425.5	234	6843.4	PERKINSIA	4728	
	S48	2288	25.000	11.325	N	15.500	7821.5	N/A	N/A	17.800	7701	45	17.8	444.5	295	7493	LEYLAND	401	
	S48	2288	25.000	11.325	N	15.500	7821.5	N/A	N/A	17.800	7701	45	17.5	444.5	180	4572	LEYLAND	401	
Case	W14	2540	14.500	6565.5	N	10.733	4862.1	9732	4736.8	14.022	6352	45	16	476.4	340.8	6556.3	CASE	3000	
	W14H	2540	15.734	7127.5	N	11.920	5398.6	10.820	4946.8	12.361	5590.5	46	16	466.4	340.8	6556.3	CASE	3000	
	W18	2743.2	19.030	8620.6	N	12.750	5786.7	11.228	5088.3	20.100	9105.3	46	15.5	393.2	356	10.054.4	CASE	3000	
	W20	2743.2	21.107	9561.5	N	13.750	6828.3	13.590	6718.2	19.300	8969.4	46	15.5	393.2	396	10.258.4	CASE	3000	
	W20	3225.8	33.045	14.769.4	Y	25.816	11.631.9	27.750	10.705.8	27.700	12.276.3	46	16	408.4	471.6	11.978.9	CASE	4000	
Caterpillar	910	2340	12.400(K)	4100(L)		8054(L)	4100(L)	8500(H)	1850(L)	10.000(J)	4550(J)	46	16	381	186	6720	CAT	3000	
	920	2540	17.400(K)	7890(K)		11.830(K)	5400(K)	10.920(K)	4850(K)	17.870(J)	8010(J)	46	13.2	335	205	5210	CAT	3000	
	930	2750	19.800(L)	8750(L)		13.875(L)	6300(L)	12.500(L)	4850(L)	19.100(J)	8100(J)	46	13.68	348	220	5590	CAT	3000	
	950	2900	24.200	11.500		18.500	7490	15.420	7390	22.300(J)	10.400(J)	46	15	381	229	6250	CAT	3000	
	960C	3100	33.500	15.200		24.200	11.100	22.500	10.280	28.800(J)	13.000(J)	46	15.5	393	249	6300	CAT	3000	
	980B	3300	48.700(M)	22.500(M)		33.820(M)	15.300(M)	30.800(M)	3.390(M)	33.700(J)	18.230(J)	46	16.29	405.228	258	7310	CAT	3000	
	980	3550	57.900	30.800		40.240	18.250	38.450	18.540	47.700(J)	21.470(J)	41	27.5	570	285	7264	CAT	3000	
	992B	4325	130.200(N)	80.400(N)		82.790(N)	42.000(N)	83.800(N)	8.050(N)	81.760	36.770	41	27.5	570	285	7264	CAT	3000	
Clark	35	2120.0	12.550	5695	N	8415	3811.8	N/A	N/A	5100	7472.3	40	17(AA)	421.6(AA)	367.0(AA)	9342.2(AA)	GM	4000	
	43B	2501.9	17.830	8076.9	N	12.089	5475.9	11.074	5016.5	15.030	6206.6	42.5	16(AA)	406.4(AA)	340.0(AA)	11.185.4(AA)	GM	4000	
	55A	2794	22.300	10.101.9	N	14.420	6527.3	13.320	6033.9	18.250	8767.3	45	14(AA)	355.6	430.2	11.185.2	GM	4000	
	73D	2814.5	27.020	12.240	N	19.300	8601	17.700	8018.1	18.900	8581.7	40	14.5(AA)	368.5(AA)	482(AA)	12.490.2(AA)	GM	4000	
	121B	3251.2	38.000	17.214	N	25.780	11.678.9	23.160	10.500.5	30.100	13.615.1	45	16(AA)	406.4(AA)	340(AA)	13.915.4(AA)	GM	4000	
	175B	3429	51.300	23.219	Y	34.730	15.712.7	31.460	14.251.4	34.000	15.422	46	20(AA)	507(AA)	457(AA)	14.766.5(AA)	GM	4000	
	275B	3768.4	76.685	34.929.9	Y	46.600	21.200	43.400	19.660	51.600	23.101	44	20(AA)	507(AA)	457(AA)	16.511.6(AA)	CUMMINS	4000	
	475B (HDD)	4627.8	154.050	68.287.2	Y	101.000	45.914.2	88.700	40.181	105.200	47.855.6	40	22.3(AA)	556.4(AA)	419(AA)	20.490.2(AA)	CUMMINS	4000	
	475B	4627.8	156.070	70.677	Y	99.600	45.118.9	88.000	42.770	99.500	49.543.5	46	22.3(AA)	556.4(AA)	419(AA)	20.490.2(AA)	CUMMINS	4000	
	675	5476.9	341.475	172.809	N	181.400	87.174	162.100	73.431	148.200	87.132	42	38(AA)	865.2(AA)	1041(AA)	26.441(AA)	2 CUMMINS	4000	
John Deere	J05413	2403.2	21.890	9.934.1	Y	18.045	7286.5	13.620	6305.8	15.660	77094	42	14.5	348.3	332	8472.8	DEERE	4000	
	J06410	2641.6	28.280	12.810.9	Y	22.420	10.156.0	19.140	8.678.5	21.345	9668.3	42	17.2	436.6	370	9399	DEERE	4000	
Kenworth	YALE1700	2692.4	18.045	8174.4	N	13.316	6054.8	13.161	5909.8	20.200	9195.6	40	15	381	230	5442	PERKINS	4000	
	YALE1900	2692.4	18.330	8783.7	Y	14.962	6777.9	13.161	6168.1	20.535	9702.4	40	15	381	232.5	5905.5	PERKINS	4000	
	YALE2000	2946.4	26.000	11.778	N	19.380	8779.1	17.112	7751.7	25.800	11.687.4	40	16	406.4	226	6470.8	GM	4000	
	YALE2500	3200.4	35.100	15.900.3	N	24.960	11.506.9	21.600	9875.4	38.000	17.214	40	16	406.4	256	6470.8	GM	4000	
	YALE3000	3251.2	39.130	17.728	N	28.550	12.878.5	25.000	11.325	38.200	17.257.6	40	16	406.4	256	6470.8	GM	4000	
	YALE4000	3505.2	48.500	21.064.5	N	37.068	16.791.8	32.731	14.827.1	38.241	17.323.2	40	16	381	269	6832.6	GM	4000	
	YALE6000	3759.2	68.800	31.184.4	N	45.578	20.845.9	40.844	18.230.5	51.000	25.103	40	18	457.2	305	7747	CUMMINS	4000	
Emco TMD	8111LHD	1524	9000	4077	N	7000	3171		8000	3624	7425	40	15	381	222	6638.6	DEUTZ	4000	
	8111LHD	1524	9000	4077	N	7000	3171		8000	3624	7425	40	15	381	222	6638.6	DEUTZ	4000	
	812BLHD	2413	30.100	8105.3	N	13.000	6436		19.000	5438	10.375	40	16	406.4	226	6470.8	GM	4000	
	813LHD	2895.6	38.000	12.884	N	19.000	8154		29.000	12.137	12.375	40	16	406.4	226	6470.8	GM	4000	
	815CLHD	41.500	18.799.5	N	24.000	10.872			45.000	20.385		40	18	457.2	305	7747	CUMMINS	4000	
	818LHD	3687.8	86.000	39.898	N	47.880	21.988.8		68.000	29.274		40	18	457.2	305	7747	CUMMINS	4000	
	8900	3810	92.800	41.878	N	47.880	21.988.8		68.000	29.274		40	18	457.2	305	7747	CUMMINS	4000	

CARGADORES DE RUEDA (TRACCION EN LAS 4 RUEDAS)

Fabricante	Modelo	MOTOR							NEUMATICOS STANDARD					TRANSMISION							
		Potencia SAE (kW)	Combustible	Numero de Cilindros	Empleados (Litros)		Numero de Litros	Capacidad de Combustible (Litros)	Dimensiones	Largo	Ancho	Tipo	Transmision (Numero de Velocidades)	Velocidad (km/h)		Transmision (Numero de Velocidades)	Velocidad (km/h)				
					cu/h	litros								U.S gal	imp gal		Litros	MPH	km/h	MPH	km/h
All-Chalmers	840	73-2100	D	6	248	4	4	30	25	113.7	18.9X24	10	R-4	CS/PS	3	0-18.7	0-30	3	0-18.7	0-30	
	840	90-2100	D	6	301	4	4	30	25	113.7	15.5X24	8	L-2	CS/PS	3	0-19.3	0-31	3	0-19.3	0-31	
Avang-Barford	15200	132-2500	D	6	380	6.2	4	36	30	136.3	17.5X25	12	L-3	PS	4	3.7-24	6.38-6	4	3.7-24	6.38-6	
	15210	145-2400	D	6	401	6.6	4	36	30	136.3	17.5X25	12	L-3	PS	4	3.7-24	6.38-6	4	3.7-24	6.38-6	
	15250	202-2200	D	6	577	11.1	4	45.8	38	172.6	18.0X25	12	L-3	PS	4	3.4-25	5.5-40.2	4	3.5-25.5	5.8-41	
	15300		D	6	555	14	4	103.7	88	360.8	26.1X25	12	L-3	PS	4	3.6-23	5.8-37	4	3.8-23	5.8-37	
	1540	88-2800	D	4	216	3.9	4	26.4	22	99.9	14.00X24	8	EARTHMOVER	PS	4	5-24.6	8.39-6	4	5-24.6	8.39-6	
Baj	544	88-2800	D	4	236	3.9	4	26.4	22	99.9	14.00X25	8	EARTHMOVER	PS	4	5-24.6	8.39-6	4	5-24.6	8.39-6	
	545	110-2500	D	6	254	4.2	4	26.4	22	99.9	14.00X24	8	EARTHMOVER	PS	4	5-24.6	8.39-6	4	5-24.6	8.39-6	
	562	149.5-2600	D	6	399	6.5	4	36	30	136.3	18.00X24	12	EARTHMOVER	PS	4	5-24.6	8.39-6	4	5-24.6	8.39-6	
	568	149.5-2600	D	6	399	8.5	4	36	30	136.3	18.00X24	12	EARTHMOVER	PS	4	5-24.6	8.39-6	4	5-24.6	8.39-6	
	W14	83-2200	D	4	316	5.5	4	38	31.7	144	13.00X24	8	G-2	PS/PL/SS	4	0-25	0-40.2	2	0-9	0-14.5	
Case	W14H	83-2200	D	4	316	5.5	4	38	31.7	144	15.5X25	10	L-2	PS/PL/SS	4	0-25	0-40.2	2	0-9	0-14.5	
	W18	103-2200	D	6	401	6.6	4	50	41.7	189.4	14.00X24	10	G-2	PS/PL/SS	4	0-25.5	0-41	2	0-9.5	0-15.3	
	W20	103-2200	D	6	401	6.6	4	50	41.7	189.4	17.5X25	10	L-2	PS/PL/SS	4	0-25	0-40.2	2	0-9	0-14.5	
	W20B	185-2200	D	6	504	8.3	4	62	68.3	310.6	23.5X25	12	L-2	PS/PL	3	0-29.8	0-48.1	3	0-10.8	0-18.6	
	810	83-2200	D	4	316	5.2	2	31	25.8	117	15.5X25	8	TR	PL/PS	3	4-15	6.5-24.1	2	6.4	10.8	
Caterpillar	820		D	4	425	7		39	32.5	148	OPT	OPT	G-2-L-3L-2	PS	4	4-28.2	6.4-22.2	3	4.8-14.6	7.9-23.5	
	830		D	4	425	7		39	32.5	148	OPT	OPT	G-2-L-3L-2	PS	4	4-22.8	6.8-15.3	3	5.1-15.1	8.2-24.3	
	850		D	4	425	7		53	44.2	201	OPT	OPT	L-3-L-2	PS	4	4-22.3	7.1-35.9	4	5.3-26.4	8.5-24.5	
	966C		D	6	839	10.5		65	54.2	248	OPT	OPT	L-2-L-3	PS	4	4.8-22.8	7.7-38	4	5.7-28	9.2-25.1	
	982H		D	6	638	10.5		95	78.2	340	OPT	OPT	L-3-L-4-L-5	PS	4	4.1-26.7	6.6-43	3	5.5-17	8.5-27.4	
	984		D	6	883	14.6		130	108.3	490	29.5X29	22	L-3-L-4-L-5	PL/PS	3	3.8-19	8.1-30.5	3	7.8-19	8.1-30.4	
	957B		D	12	1785	29.3		275	229	1042	OPT	OPT	L-4-L-5	PL/PS	3	4.5-23.3	7.7-36.5	3	4.9-25	7.9-27.2	
	35	68-2000	D	3	153	2.6	2	28	23.3	106	14.0X24	6	G-2	CS/PS	4	4-22.2(AA)	6.4-37.2(AA)	4	4-23.2(AA)	6.4-37.2(AA)	
	45B	95-2000	D	4	212	3.5	2	45	37.5	170.5	13.00X24	10	G-2	CS/PS	3	4.1-18.6	6.6-29.9	3	4.1-18.6	6.6-29.9	
	55A	136-2500	D	4	212	3.5	2	70	58.3	265	17.5X25	12	L-3	CS/PS	3	4.1-19	6.8-30.6	3	4.7-19	6.8-30.6	
Clark	75B	142-2300	D	6	284	4.7	2	70	58.3	265	20.5X25	12	L-3	CS/PS	4	3.8-20.5	6.1-33	4	3.8-20.5	6.1-33	
	125B	212-2300	D	6	425.4	7	2	75	62.5	283.9	23.5X25	16	L-3	CS/PS	4	3.7-20.3	6.3-27	4	3.7-20.3	6.3-27	
	125B	273-2100	D	8	561.4	9.3	2	118	98.7	439	26.5X25	20	L-3	CS/PS	4	4-22	6.4-35.4	4	4-22	6.4-35.4	
	225B	342-2300	D	8	855	14	4	165	137.5	624.5	29.5X29	22	L-4	CS/PS	4	3.6-19.3	5.8-31	4	3.6-19.3	5.8-31	
	475B (HXDD)	812-2000	D	12	1710	26	4	275	229.2	1040.9	37.25X25	36	L-5	CS/PS	4	3.4-18.3	5.3-29.5	4	3.4-18.3	5.3-29.5	
	475B	812-2000	D	12	1710	26	4	275	229.2	1040.9	37.25X25	36	L-5	CS/PS	4	3.4-18.3	5.3-29.5	4	3.4-18.3	5.3-29.5	
	675	2153-2100	Z O	2X12	2X1710	2X26	4	500	416.7	1842.5	40.5X31	XR22	L-5	CS/PS	4	3.7-16.3	6.2-27	4	3.7-15.3	6.2-27	
	1044LB	105-2200	D	6	414	8.0	4	40	33.3	151.5	17.5X25	12	L-2	PL/PS/SS	4	0-25	0-40.2	2	0-10	0-16.1	
	1044LB	145-2200	D	6	531	8.1	4	58	46.7	212.2	20.5X25	12	L-2	PL/PS/SS	4	0-25.6	0-41.5	2	0-10.7	0-16.6	
	Eaton	YALE 1700	104-2500	D	6	354	5.8	4	37	30.9	140.7	14.00X24	12	G-2	PS	3	3.9-18.7	6.3-29.3	3	3.9-18.7	6.3-29.3
		YALE 1900	124-2500	D	6	354	5.8	4	37	30.9	140.7	17.5X25	12	L-2	PS	4	3.4-19.8	5.5-31.9	4	3.4-19.8	5.5-31.9
YALE 2100		185-2500	D	8	555	9	4	55	45.8	208.4	16.00X24	12	G-2	PS	4	3.8-22.6	6.3-26.4	4	3.9-22.6	6.3-26.4	
YALE 2100		182-2300	D	8	495	7	2	80	68.7	303	23.5X25	12	L-2	PS	4	3.7-21	6-33.8	4	3.7-21	6-33.8	
YALE 3000		276-2300	D	8	903	14.8	4	80	68.7	303	23.5X25	16	L-2	PS	4	4-21.2	6.4-34.1	4	4-21.2	6.4-34.1	
YALE 4000		380-2100	D	8	560	8.3	2	103	85.8	390.7	26.5X25	14	L-2	PS	4	4.1-21.2	6.6-34.1	4	4.1-21.2	6.6-34.1	
YALE 5000		309-2100	D	8	855	14	4	110	91.7	416.7	29.5X29	22	L-3	PS	4	4.2-20.6	6.8-33.6	4	4.2-20.6	6.8-33.6	
911LHD		34-2300	D	3	160	2.6	4	10	8.3	37.9	8.5X15	14	SPECIAL	H (G)	0-5	0-8	(G)	0-5	0-8		
911ELHD	30-1800 (H)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	8.5X15	14	SPECIAL	H (G)	0-5	0-8	(G)	0-5	0-8			
Eimco TMD	912BLHD	77-2300	D	6	344.85	5.7	4	40	33.3	151.5	12.00X24	10	E-3	PS	2	0-6	0-9.7	2	0-6	0-9.7	
	913LHD	110-2200	D	6	425	7	4	80	68.7	303	17.5X25	14	L-3	PS	4	3.9-21.0	5.5-18.1	3	2.2-10	3.5-16.1	
	915LHD	174-2300	D	8	724	12.7	4	75	62.5	284	18.00X26	24	E-3	PS	4	3.75-14	5-22.6	4	3.75-14	5-22.6	
	918LHD	270-2300	D	12	1189	19	4	125	104.2	473.5	24.00X26	36	E-3	PS	4			4			
	920C	400-2100	D	6	693	14.6	4	180	158.3	718.8	29.5X29	34.22(J)	L-6	PS	4	3.8-18.4	6.1-29.8	4	3.8-18.4	6.1-29.8	

VALORES DE RUEDA (TRACCION EN LAS 4 RUEDAS)

DATOS DE FUNCIONAMIENTO

Fabricante	Modelo	Año Modelo	Quilómetros máximos de velocidad	Consumo de combustible		Consumo de aceite		Ahorro de combustible		Ahorro de aceite		Ahorro de aceite		Ahorro de aceite		Ahorro de aceite		
				l/100km	l/100km	l/100km	l/100km	l/100km	l/100km	l/100km	l/100km	l/100km	l/100km	l/100km	l/100km			
				in	mm	in	mm	in	mm	in	mm	in	mm	in	mm			
Erickson	Eric LV-G	N	278-815	212-625			80	7532	17.5	444.5	113.75	2889.3	84.75	2140	58	1475.2	34	
	Eric LVW-G	N	278-815	212.4.1			80	7537	17.5	444.5	113.75	2889.3	84.75	2140	58	1475.2	34	
	Little Eric	N	272-37	171-243			72.25	1835.2	20	508	88	2183.2	72.5	1841.5	45	1143	31	
Ford	A62	Y	80	15.7	15.15	1.5	1.15	110	2794	34	861.6	724	5689.6	133	3378.2	83.5	2125.6	10.2
	A64	Y	90	2.7.75	15.2.1	2	1.5	110.5	2806.7	36	914.4	257	6527.8	132	3157.8	87.5	2227.5	111
	A66	Y	90	2.3	15.2.1	2.5	1.9	110	2794	35	889	218	6578.8	137	3479.8	81.5	2324	111
International Harvester	H-50C	N	15.35	12.2.1	1.5	1.9	105	2647	37	939.8	212.75	5402.9	87.25	2214.2	80.25	2092	98	
	H-6CE	Y	35	15.3.5	15.2.1	2	1.5	107.5	2661.5	41.5	1236.5	235	5969	121.5	3287.2	93	2387.2	110
	H-6SC	Y	35	2.5.4.5	19.1.4	2.5	1.9	111.5	2812.1	41	1041.4	250.5	6157.7	128	3251.2	96	2479.4	118
	H-80R	Y	35	3.4	23.4.8	3.8	2.7	119.5	3035.3	47	1193.8	281.5	7150.1	133.5	3192.9	102	2717.8	117
	H-90E	Y	35	4.7	3.5.4	4	3	114.5	2908.3	46	1158.4	283.75	7207.3	139	3530.6	113.5	2882.8	129
	H-101C	Y	40	4.5-5.5	3.4.2	4.5	3.4	124	3148.8	58	1473.2	328	8251.2	150	3810	128	3296.4	140
	580	Y	35	6.5-12	4.87.2	6.5	4.97	148	3784.6	52.5	1335.5	352	8740.8	158.5	4025.9	173	4378.2	155
	H-430C	Y	46	11	8.4	11	8.4	180	4094	72	1828.8	432	10934.2	180	4572	125	4736	140
	3850	N	125-1.9	955-1.15	1.25	955	102	2590.8	43	1092.2	211	5257.8	115.5	2933.2	78.5	1992.5	78	
	Lind	645DT	N	5-8.25	38.7-4.8	6.25	478	94	2387.8	33	838.2	164	4673.6	57.5	1460.5	64.75	1642.4	61
Massey Ferguson	MF11	N	13.2	11.3	1.1	1	110	2784	34	863.6	168	4715.2	112	2844.8	54	1372	62	
	MF33	N	17	764.1.5	1.375	1.05	109.5	2781.1	28.275	748.1	217.5	5147.5	79.21	1957	79.5	1987.2	83.5	
	MF44B	Y	79	7.3	15.2.3	2	1.5	108	2742.2	33	838.2	259	6568.7	126	3200.4	73.5	1847	78
	MF55	Y	78	2.3.5	15.2.1	2.5	1.9	109	2756.6	34	955.2	242	6400.2	124	3123.6	75	1882	110
	MF66	Y	80	2.5.4	2.7.3	3.5	2.7	109	2748.8	38	965.2	300.5	7412.7	131.25	3324.6	86	2184.4	130
	MF77	Y	87	4.5.3	3.4.3.8	4.5	3.4	118.5	3009.9	48	1218.2	327.5	8191.5	107.75	2679.9	88	2232.2	148
	MF58	Y	80	4.5.3	4.2.6.1	6	4.6	129	3216.6	50	1270	354.5	9004.3	107.5	2713.5	93	2364.6	145
	L179A	Y	45	15.30	8.2.2.8	15	11.5	182	4874.8	98	2483.2	576	13760.4	182	4671.8	128	3242.2	218
Massey Ferguson	Massey 5500	Y	45	75-2.5	573-1.9	1.25	96	104	2743.2	38.5	977.9	237	5770.5	110.5E1	2856.7E1	68.5	1775.6	68
	Massey 5000	Y	45	75-2.5	573-1.9	1.25	1.3	106	2743.2	38.5	977.9	230	5442	110.5E1	2856.7E1	68.5	1775.6	68
	Massey 7200	Y	45	1.3	764-2.3	2	1.5	108	2743.2	41	1041.4	215	5244	110.5E1	2856.7E1	68.5	1775.6	68
	Massey 10 000	Y	45	2.4	1.5.3	3	2.3	108	2743.2	43.75	1111.3	242	6054.8	110.5E1	2856.7E1	68.5	1775.6	100
Massey	M-37-Bucast	N	(21)	185-4.67	141-3.11	1.85	141	77 @ 31	1801.3.31	11 @ 31	3306.3.31	87	2226.6	72	1824.6	35	894	14
	M-41	N	(21)	37-87	28-67	37	28	86 @ 31	2184.2.18	12.5 @ 31	100.5 @ 31	107	2717.9	82	2082.8	53.5	1386.8	35
	M-700	N	(21)	37-87	28-67	37	28	87 @ 31	2209.8.2.14	16.5 @ 31	419.2.16	141.5	2812.1	81	1957.2	53.5	1386.8	35
	M-275	N	(21)	1-2	764-1.5	1.25	95.5	85	2767.6	78	2112	150.25	1875.4	91.5	2324.1	81.2	2144.5	45
Massey	SH-570	Y	40	75-1.75	6.95	75	6	84	2400		4400	173	4400	95	2400	81	1700	75
	72-21	Y	30	2.3	15.2.1	2	1.5	105	2661	24	608.8	225	5710	123	3124.2	78	1985.2	96
	72-31	Y	36	2.5.5	19.3.8	2.5	1.9	120	3048	27	685.8	247	6273.8	125	3175	82	2187.8	96
	72-41	Y	39	2.5.5	19.3.8	3	2.3	120	3048	41	1041.4	253	6426.2	125	3175	80	2187.8	101
	72-51	Y	39	3.5.6	2.7.4.8	3.5	2.7	122	3098.8	38	965.2	264	6705.6	133	3278.2	86	2184.4	106
	72-71	Y	40	6.5-7	4.97.4	6.5	4.97	147	3733.8	50	1270	386	9804.4	162	4114.6	127	3217.8	110
	72-81	Y	46	9-10	8.9.7.8	9	6.9	154	3911.6	64	1625.8	426	10870.4	166	4216.4	110	2794	162
Terex Scotland	72-11	Y	80	15.2.5	115-1.9	1.5	1.15	109	2743.2	36	914.4	218	5486.4	81	2311.4	74	1874	92
	S-5700	N		3.4	153-305	2	153	72	1828.8	74	355.6	98.25	2444.8	75.5	1977.2	35	889	37
Thomas	S-51200	N		4-8	306-811	4	306	79	1841.2	13	330.2	112	2844.8	61	1549.4	58.5	1487.8	35
	S-51700	N		5-1	382-784	8	382	79	1841.2	13	330.2	112	2844.8	61	1549.4	58.5	1487.8	35
	S-57500	N		9-1	382-784	8	382	79	1841.2	13	330.2	122	3098.8	61	1549.4	58.5	1487.8	35
	S-52500	N		8-1	382-784	8	382	79	1841.2	13	330.2	122	3098.8	61	1549.4	58.5	1487.8	35
	SM441	N		1.3-2.6	1.3	1.3	1	114	2991.6	29.5	749.3	218.8	5550	104	2641.8	74.5	1918.1	92.5
	SM441	N		1.7-8.9	1.3-4	1.7	1.3	123	3098.8	38	890.8	278	6740.8	108.8	2755.9	77	1980	88
Volvo	BM416	Y	40	1.8-8.9	1.4-8	2.1	1.8	118	2948.8	41	1041.4	286	6602.8	118	2948.8	77	1980	108
	BM1248	Y	40	8.1-8.1	1.8.7	8.7	8.1	118.5	3010	41.8	1054.1	288	6807.8	120	3048	77	1980	118
	BM1841	Y	37.8	8.3-14.4	2.8-11	4.2	3.8	114.5	2880.3	47	1183.8	310.8	7886.7	128	3200.4	90	2211.4	136.8

CARGADORES DE RUEDA (TRACCION EN LAS 4 RUEDAS)

Fabricante	Modelo	MOTOR											NEUMATICOS STANDARD					TRANSMISION					
		Potencia SAE (hp)	Combustible	Numero de Cilindros	Líquido		Numero de Válvulas	Ciclo del Líquido de Combustión			Orificio	Límite	Tipo	Tamaño	Tracción sobre terreno tipo	Tracción sobre terreno tipo	Tracción sobre terreno tipo	Tracción sobre terreno tipo	MPH		MPH	AM/P	
					cu in	Max		U.S. gal	IMP gal	Litros									MPH	Km/h			MPH
Erickson	Enc LV-G	30 2800	G	4	107.7	1.8	4	10	8.3	37.9	7 50X15	8	LUG	H		0-6.3	0-10.1	0-6.3	0-10.1	0-6.3	0-10.1		
	Enc LYH-G	40 2800	G	4	103.7	1.7	4	10	8.3	37.9	7 50X15	8	LUG	H		0-6.3	0-10.1	0-6.3	0-10.1	0-6.3	0-10.1		
	Lema Enc	25-3600	G	2	80	98	4	8	8.7	30.3	5 90X15	8	SPECIAL	H		0-5.5	0-8.9	0-5.5	0-8.9	0-5.5	0-8.9		
Ford	A62	(M)	D	4	256	4.2	4	40	33.3	151.5	15 5X25	12	L-2	PS PL SS	4	0-20	0-32.2	0-20	0-32.2	0-20	0-32.2		
	A64*	(M)	D	6	401	8.8	4	50	41.7	189.4	17 5X25	12	L-2	PS PL SS	4	0-21	0-33.8	0-21	0-33.8	0-21	0-33.8		
	A66	(M)	D	6	401	8.0	4	50	41.7	189.4	20 5X25	12	L-2	PS PL SS	4	0-21	0-33.8	0-21	0-33.8	0-21	0-33.8		
International Harvester	H-5PC	83 2200	D	6	301	4.9	4	42	35	159.1	13 00X24	8	G-2	PS	3	3.85-23.3	6.2-37.4	3	4.63-28	7.5-45	3	5.6-33	9.3-55
	H-5CE	100 2500	D	8	360	5.9	4	50	41.7	189.4	15 5X25	12	L-2	PS	3	3.8-21.6	6.4-44.4	3	4.7-29.2	7.5-47.2	3	4.7-29.2	7.5-47.2
	H-5CC	147 2500	D	8	414	6.8	4	64	53.3	242.5	17 5X25	12	L-2	PS SS CS	3	3.8-21.6	6.3-35.3	3	4.7-29.2	7.4-46.6	3	4.7-29.2	7.4-46.6
	H-8CB	184 2500	D	8	461	7.8	4	78	65	295.5	20 5X25	12	L-3	PS SS CS	3	4.2-21	6.4-35.8	3	4.7-29.2	7.4-46.6	3	4.7-29.2	7.4-46.6
	H-9CE	239 2500	D	8	573	9.4	4	87	80.8	387.5	23 5X25	12	L-3	PS SS CS	3	4.6-32	7.4-51.3	3	4.6-32	7.4-51.3	3	4.6-32	7.4-51.3
	H-10CC	290 2100	D	8	837	13.4	4	115	95.8	435.7	26 5X25	14	L-3	PS CS	4	4.7-30.8	7.4-49.8	4	4.7-30.8	7.4-49.8	4	4.7-30.8	7.4-49.8
	560	380 2200	D	8	817	13.4	4	155	129.2	587.2	29 5X29	22	L-4	PS	3	4.8-27.2	7.7-35.7	3	4.8-27.2	7.7-35.7	3	4.8-27.2	7.7-35.7
	H-400C	580 2700	D	12	1710	28	4	240	208.3	947	35 40X19	30	L-4	PS SS	2	8.7-21.4	14.34-44	2	8.7-21.4	14.34-44	2	8.7-21.4	14.34-44
	3815	90 2200	G	8	283	4.3	4	31	25.8	117.4	14 8X24	8	R-4	PS	4	0-21	0-33.8	2	0-21	0-33.8	2	0-21	0-33.8
	4450T	45 2400	D	3	142.8	2.3	0	14.25	11.9	54	11.6X15.5	8	R-1	GD	5	1.43-14.5	2.3-23.4	5	1.43-14.5	2.3-23.4	5	1.43-14.5	2.3-23.4
Massey Ferguson	MF11	74 2200	D	4	248	4	4	38	30	136.4	14 00X24	8	R-4	CS HS	4	1.99-20.8	3.2-33.5	4	1.99-20.8	3.2-33.5	4	1.99-20.8	3.2-33.5
	MF13	74 2200	D	4	248.2	4.1	4	37	30.6	140.2	13 00X24	8	G-2	CS	4	4.24	8.4-39.6	4	4.24	8.4-39.6	4	4.24	8.4-39.6
	MF44B	93 2700	D	6	304	5.8	4	51	42.5	193.2	17 5X25	12	L-2-L-3	CS	4	4.24	8.4-39.6	4	4.24	8.4-39.6	4	4.24	8.4-39.6
	MF55	138 2700	D	8	510.7	8.4	4	73	60.8	276.4	17 5X25	12	L-2	PS	4	3.21	6.4-33.8	3	3.21	6.4-33.8	3	3.21	6.4-33.8
	MF60	175 2500	D	8	318	5.2	2	73	80.8	376.6	23 5X25	12	L-2-L-3	PS	3	3.7-24	4.3-38.6	3	2.6-23.5	4.2-37.5	3	2.6-23.5	4.2-37.5
	MF77	228 2100	D	6	855	14	4	85	78.2	353.0	25 5X25	20	L-2	PS	4	7.25	3.2-37.3	4	7.25	3.2-37.3	4	7.25	3.2-37.3
	MF78	330 2100	D	6	855	14	4	100	100	454.6	29 5X29	22	L-2	PS	4	2.0-25	3.5-30.2	4	2.0-25	3.5-30.2	4	2.0-25	3.5-30.2
	MF78	330 2100	D	6	855	14	4	100	100	454.6	29 5X29	22	L-2	PS	4	2.0-25	3.5-30.2	4	2.0-25	3.5-30.2	4	2.0-25	3.5-30.2
Massey LeTourneau	L-701A	700 2100	D	16	1135	18.5	2	336	280	1273.9	37 5X39	36	L-5	E	(G)	0-17.25	0-27.8	(G)	0-17.25	0-27.8	(G)	0-17.25	0-27.8
	M411H 4000	100 2400	D	6	363	6	4	30	25	113.4	13 00X24	8	EARTHMOVER	PS	4	0.25	0.40-2	4	0.25	0.40-2	4	0.25	0.40-2
	M411H 2000	108 5 2500	D	6	390	8.2	4	30	25	113.5	14 00X24	8	EARTHMOVER	PS	4	0.25	0.40-2	4	0.25	0.40-2	4	0.25	0.40-2
	M411H 2000	108 5 2500	D	6	360	8.2	4	30	25	113.4	14 00X24	12	EARTHMOVER	PS	4	0.25	0.40-2	4	0.25	0.40-2	4	0.25	0.40-2
	M411H 10 000	152 2100	D	5	263	6	4	30	25	113.5	17 5X25	18	EARTHMOVER	PS	4	0.25	0.40-2	4	0.25	0.40-2	4	0.25	0.40-2
Matco	M-3718-bical	72 1200	G	1	31.27	5	4	5.5	4.6	20.8	5 70X12	4	BARLING	CC	2	0-3.7	0-6	2	0-3.7	0-6	2	0-3.7	0-6
	M-610	30 2900	G	4	107.7	1.8	4	11	9.2	41.7	7 00X15	6	NYLON	VS	(G)	0-6.8	0-10.8	(G)	0-6.8	0-10.8	(G)	0-6.8	0-10.8
	M-700	30 2800	G	4	107.7	1.8	4	12.5	10.4	47.8	7 00X15	6	STEEL CAP	H	2	0-7	0-11.3	2	0-7	0-11.3	2	0-7	0-11.3
	M-915	82 2400	G	4	276	4.5	4	33	27.5	125	15 5X19.5	12	DUPLEX	H	2	0-7	0-14	2	0-7	0-14	2	0-7	0-14
	M-915	82 2400	G	4	276	4.5	4	33	27.5	125	15 5X19.5	12	DUPLEX	H	2	0-7	0-14	2	0-7	0-14	2	0-7	0-14
New Holland	SH 500	172.7	D	3	172.7	2.4					12 5X18	8	Tri-Grip	H	2	0-12.4	0-20	2	0-12.4	0-20	2	0-12.4	0-20
	72-21		D	3	213	3.5	2	50	41.7	189.4	17 5X25	12	L-2	PL SS PB	2	0-17.4	0-28	1	0-17.4	0-28	1	0-17.4	0-28
	72-31		D	4	284	4.7	2	50	41.7	189.4	20 5X25	12	L-2	PL SS PB	2	0-20.6	0-33.2	1	0-20.6	0-33.2	1	0-20.6	0-33.2
	72-41		D	6	294	4.7	2	50	41.7	189.4	20 5X25	12	L-2	PL PS	3	0-26.7	0-43	3	0-26.7	0-43	3	0-26.7	0-43
	72-51		D	6	426	7.7	2	75	67.5	284.7	23 5X25	12	L-2	SS PL PS	2	0-22	0-35.4	1	0-22	0-35.4	1	0-22	0-35.4
	72-71	338 2300	D	8	568	9.3	2	146	121.2	553	29 5X29	22	L-4	PL PS	3	0-20.8	0-33.5	3	0-20.8	0-33.5	3	0-20.8	0-33.5
	72-91	434 2100	D	12	852	14	2	200	166.7	757.7	33 25X35	26	L-4	SS PS PL	3	0-15	0-24.1	3	0-15	0-24.1	3	0-15	0-24.1
	72-11	86 2500	D	6	330	5.4	4	36	30	136.3	13 00X24	8	G-2	PL PS	2	0-7.7	0-11.3	1	0-7.7	0-11.3	1	0-7.7	0-11.3
Tares Scotland	72-11	86 2500	D	6	330	5.4	4	36	30	136.3	13 00X24	8	G-2	PL PS	2	0-7.7	0-11.3	1	0-7.7	0-11.3	1	0-7.7	0-11.3
	S/S 700	167 3000	G	2	53.9	8.8	4	10	8.3	37.9	5 90X15	8	H	H		0-6	0-7		0-6	0-7		0-6	0-7
	S/S 1200	30 2800	G	4	107.7	1.8	4	21.6	18	81.8	7 00X15	8	H	H		0-10	0-16.1		0-10	0-16.1		0-10	0-16.1
	S/S 1700	37 2400	G	4	154	2.9	4	21.6	18	81.8	7 00X15	8	H	H		0-10	0-16.1		0-10	0-16.1		0-10	0-16.1
	S/S 2200	42 3000	D	4	108	1.8	4	21.6	18	81.8	7 00X15	8	H	H		0-10	0-16.1		0-10	0-16.1		0-10	0-16.1
	S/S 2700	37 2400	D	4	154	2.9	4	21.6	18	81.8	10 16 5	8	H	H		0-10	0-16.1		0-10	0-16.1		0-10	0-16.1
Vohco	BM641	80 2300	D	4	258	4.2	4	28	24.2	110	12 4X24(S)	12(S)	R-4	PB	4	18.6	29.9	4	18.6	29.9	4	18.6	29.9
	BM641	112 2400	D	6	313	5.1	4	31	30.8	140	14 9X24(S)	12(S)	R-4	PB	4	18.6	29.9	4	18.6	29.9	4	18.6	29.9
	BM648	115 2400	D	6	313	5.1	4	31	30.8	140	20 5X25	12	L-2	PS	4	18.8	29.8	4	18.8	29.8	4	18.8	29.8
	BM1240	180 2500	D	8	408	6.7	4	81	80.8	371	20 5X25	18	L-2	PB	4	28	41.8	4	28	41.8	4	28	41.8
	BM1240	240 2200	D	8	588	9.6	4	85	84.2	383	23 5X25	18	L-2	PB	4	28	41.8	4	28	41.8	4	28	41.8

CARGADORES DE RUEDA (TRACCION EN LAS 4 RUEDAS)

Fabrica	Modelo	DATOS DE FUNCIONAMIENTO																MOTOR															
		Distancia entre ejes				Peso estándar en funcionamiento				Máxima potencia (CV/kW) en un eje		Carga de tracción		Carga de trabajo en la articulación		Carga de trabajo en la articulación		Carga de suspensión (completo)		Inclinación máx. para atrás (grados)		Distancia máxima del suelo		Carga máx. (normalización de altura) en el cargador		Marca	Modelo						
		mm	lb	kg	N	lb	kg	lb	kg	lb	kg	lb	kg	Deg	in	mm	in	mm	in	mm	in	mm	in	mm	in	mm	in	mm	in				
Erickson	Enc L V G	863.6	3700	1676	N	1960	887.3	N/A	N/A	2900	1313.7			8	152.4	73	1854.2	WISCONSIN	VH4D														
	Enc L V W G	863.6	3700	1676	N	1960	887.3			2900	1313.7			8	152.4	73	1854.2	FORD	V4124														
	L V W Enc	787.4	2900	1313.7	N	1500	679.3	N/A	N/A	1600	724.8			4.5	115.1	62	1574.8	CIAN															
Ford	A62	2616.2	18,900	8551.7	N	14,000	6342.6	12,000	5428.7	17,000	7701.1	51	15.5	393.7	358	9033.2	FORD	256-T															
	A64	2819.4	23,461	10,627.4	N	17,300	7835.3	16,850	6727.1	20,900	9467.7	50	18	457.2	399	10,158.4	FORD	401-D															
	A66	2819.4	28,370	12,822	N	21,800	9834.9	19,700	8871.7	23,000	10,419.7	50	19	487.2	400	10,160	FORD	401-T															
	A68	2819.4	28,370	12,822	N	21,800	9834.9	19,700	8871.7	23,000	10,419.7	50	19	487.2	400	10,160	FORD	401-T															
International Harvester	H 500	2184.4	17,450	7904.3	N	15,571	7041.2	15,571	7041.7	21,521	9749	41	18.8	477.8	252	6400.8	IH	G 30121															
	H 500C	2254.0	21,043	9531.7	N	14,825	6740.8	13,382	6061.1	21,340	9667	43	14.8	370.8	207.5	5270.5	IH	D 360															
	H 550	2743.3	28,485	12,903.7	N	20,762	9378	18,637	8442.8	34,333	15,552.8	40	15.4	391.2	240	6068	IH	DT 414															
	H 600	2921.8	33,579	15,256.4	N	23,614	10,714.2	21,505	9741.8	28,504	12,807.2	44	13.9	353.1	241	6121.4	IH	DT 468															
	H 600C	3045	39,582	17,937.4	N	28,212	12,811.2	25,800	11,687.4	30,862	14,025.8	43	16.5	419.1	268.5	6819.8	IH	DT 573B															
	H 1000	3555	48,843	21,419.3	N	35,227	15,817.2	29,715	13,487.2	38,328	16,481.1	45	23.25	590.8	256	6502.4	IH	DT 817C															
	560 T	2931	79,219	35,862.1	N	52,207	23,648.8	48,986	21,284.7	64,581	29,074	45	20.8	526.3	256	6502.4	IH	DT 817C															
	H 4700	4572	129,412	58,678	N	87,730	39,741.7	74,570	33,780	86,000	38,958	45	18.5	470	364	9245.6	CUMMINS	VT 1710 C															
	387C	1813.4	12,610	5711	N	9000	4077	N/A	N/A	9600	4305.8	80	15	381	440	11,178	IH	D 390															
	4450T	2017.4	8703	3937	N	5412	2447	N/A	N/A	4450	2013	25	16.3	414.2	209	5248.8	IH	D 390															
New Holland	MF33	2087.8	18,500	8405	N	8900	3674	8900	3674	2420.8	10,900	47	15	381	136	3462.4	PERKINS	A4248															
	MF35	2120.9	15,300	6930.9	N	8100	3650.5	N/A	N/A	14,300	6471.3	44	16	406.4	154	3914.8	PERKINS	A4248															
	MF40	2692.4	20,700	9350.6	N	13,570	6115.5	12,000	5436	16,100	7293.3	43	14.5	368.3	212	5384.2	PERKINS	A6374															
	MF55	2794	26,200	11,875.8	N	16,500	7474.5	15,500	7021.5	21,000	11,325	45	16.25	412.8	210	5338	PERKINS	A6374															
	MF66	3302	34,100	15,447	N	25,470	11,524.8	22,000	9956	30,190	13,676.1	43.5	15.4	391.2	272	6892.8	PERKINS	A6374															
	MF7	3595.2	45,180	19,107.8	N	30,570	13,816.5	27,000	12,231	39,300	17,802.8	42	18	457.2	244.5	6210.3	CUMMINS	N 855C															
	MF8	3708.4	60,700	27,781	N	42,600	19,026	37,400	17,032.8	51,000	27,507	41	17.5	444.5	266	6787.4	CUMMINS	N 855C															
	MF9	4487.4	80,700	37,081	N	57,000	25,800	47,500	21,650	61,000	27,600	41	17.5	444.5	266	6787.4	CUMMINS	N 855C															
	MF10	5487.4	100,000	45,400	N	117,000	53,000	105,000	47,500	115,000	52,000	50	19	482.8	324	8255.2	CUMMINS	N 855C															
	Massey Ferguson	Maxim 1000	2438.4	14,000	6342	N	8000	3674	8000	3674	2880	10,800	47	15.25	387.4	318	8076.4	PERKINS	2214E														
Maxim 5000		2438.4	16,500	7474.5	N	10,700	4830	8200	3714.6	15,500	7056.8	57	15.85	397.4	318	8076.4	PERKINS	2214E															
Maxim 7000		2438.4	18,500	8387.4	N	14,500	6547	11,500	5209.5	19,600	8868.8	57	15.25	387.4	318	8076.4	PERKINS	2214E															
Maxim 13 000		3045	21,000	9510	N	20,000	9060	18,400	8429.2	22,800	10,328.4	57	15.25	387.4	318	8076.4	PERKINS	2214E															
MF 13 000		3045	21,000	9510	N	20,000	9060	18,400	8429.2	22,800	10,328.4	57	15.25	387.4	318	8076.4	PERKINS	2214E															
Massey	M 3710	711.2	1900	860.7	N	1158	524.5	N/A	N/A	1092	498	24	4.75	120.7	108	2743.2	WUMER	M 3710															
	M 610	889	3810	1725.9	N	2150	1044.8	N/A	N/A	1850	838.1	25	8	203.2	130	3302	WISCONSIN	VH4D															
	M 700	887	4230	1916.2	N	2500	1132.5	N/A	N/A	1950	883.4	26	8	203.2	130	3302	WISCONSIN	VH4D															
	M 753	1143	11,870	5377.1	N	7400	3357.7	N/A	N/A	6200	2849.4	25	9	227.6	182	4572.8	DEERE	A 428															
	M 1100	1940	8278	3750	N	10000	4542	2295	1040	5940	2700	35	19.8	503.4	320	8160	DEUTZ	F 16012															
Pact Schaeff	S 14 0	1940	8278	3750	N	10000	4542	2295	1040	5940	2700	35	19.8	503.4	320	8160	DEUTZ	F 16012															
	S 16 0	2438.4	21,700	9831	N	15,400	6976.2	14,000	6342	20,150	9105.3	45	12	304.8	452	11,481.8	DETROIT	3 214															
	S 20 0	2514.5	28,120	12,723	N	19,800	8947	18,000	8154	26,900	12,185.7	47	12	304.8	460	11,666	DETROIT	4 214															
	S 24 0	2565.4	31,200	14,134	N	21,800	9873.4	19,400	8788	28,000	12,778	49	12	304.8	472.1	11,941	DETROIT	4 214															
	S 28 0	2743.2	38,100	17,353	N	25,400	11,524.8	22,000	9956	30,190	13,676.1	45	12	304.8	451.9	11,478.8	DETROIT	5 214															
	S 32 0	4064	76,250	34,541.3	N	52,100	23,611	44,900	20,340	65,800	29,807	40	18	457.2	568.5	14,428	DETROIT	6 214															
	S 36 0	4191	111,430	50,505	N	76,400	34,515	69,700	31,574	81,100	37,076	44	18	457.2	582.1	15,039	DETROIT	12 214															
	S 40 0	2362.2	18,500	8413.5	N	10,450	4713.9	9300	4212.9	18,700	8465.5	47	16	406.4	390	9916	CUMMINS	D 390															
Toro	S 5700	812.8	3400	1540.9	N	1400	634.2	N/A	N/A	1500	679.5	24	5.75	146.1	57	1447.8	WIS																

- PI -- Se puede importar
- EM -- Ensamblado en México
- *N -- No
- Y -- Si
- †N -- 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
- *A -- Automática
- CC -- De embrague tipo convencional
- CS -- Contraje
- E -- Eléctrica
- GD -- De engranajes
- H -- Hidrostática
- HS -- DE impulsión hidráulico
- L -- De cierre
- PL -- Planetaria
- PS -- De cambio automático
- SA -- Semiautomática
- SS -- De cambio suave
- VS -- De poleas variables
- Todo ítem 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. (79 kg) 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.)
- (O) 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) detrás 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 CaCl₂ en llantas traseras.
- (LL) Incluye llantas 17.5 x 25 - 12 PR con 1182 lbs. (540 kg) de solución CaCl₂ en llantas traseras.
- (MM) Incluye llantas 25.5 x 25 - 20 PR con 3038 lbs. (1380 kg) de solución CaCl₂ en llantas traseras.
- (NN) Incluye cabina estándar y llantas 38.00 x 39-30-PR con 7880 lbs. (3570 kg) de solución CaCl₂ en llantas traseras.

CARGADORES DE ORUGA

Fabricante	Modelo	FUNCIONAMIENTO (en todos los aspectos)																						
		Cableado del Cable SAE (reserva)		Cableado del Cable SAE (operativo)		Peso del equipo estándar con operador		Altura del equipo estándar		Altura de descarga (D)		Anchura (A)		Anchura (B)		Anchura (C)		Anchura (D)		Anchura (E)		Anchura (F)		
		yd	m	yd	m	lb	kg	in	mm	in	mm	in	mm	in	mm	in	mm	in	mm	in	mm	in	mm	
J.I. Case	350	688	525	75	573	860	299.4	63	1600.2	96	2438.4	30	762	158	3962.4	155	3937	60	1524	10.400	4908	6.305	1590	5320
	450	800	612	75	785	775	351.5	87.8	1722.1	98	2487.2	36.75	933.5	190	4864	162	4114.8	64	1625.8	13.000	6.305	1590	2500	
	850	1178	901	1.375	1.1	1345	619.1	76.5	1943.1	95.5	2511.8	45.5	1161.1	190	4872	168.5	4280	61	1551.8	18.900	8572.8	11.000	4343.5	15.500
	1150B	152	1.2	1.75	1.3	1745	781.5	81.2	2062.5	104	2641.6	54	1371.8	190	4808	184	4673.8	77	1955.8	24.800	11.248	18.700	7375	18.400
	1450	185	1.4	2.25	1.7	2305	1045.5	88	2235.2	115	2927	66	1678.4	216.5	5545.1	202	5130.8	81	2057.4	31.320	14.208.5	18.600	8436.8	27.100
Caterpillar	PI 93	87(D)	87(D)	1(D)	8(D)	750	340			8(0)	2440(C)	32	810	155	3890	8(0)	2440(D)	70.5	1780	15.300(E)	6200(F)	9100(E)	4120(E)	15.700
	PI 94-B	1.24(D)	95(D)	1.5(D)	1.15(D)					102	2579	51(F)	1300(F)	166	4270	173.5	4410	73	1864	22.600	10.200	12.630	5230	14.850
	PI 95A	1.89(D)	1.29(D)	2(D)	1.53(D)			88.5(H)	227.2(I)	114	2900	63(F)	1670(F)	195	4950	195	4950	85(J)	2180(J)	30.200	13.700	18.850	8450	21.720
	PI 972L	2.33(D)	1.74(D)	2.75(D)	2.1(D)			120.5(H)	306.0(I)	126	3200	72(F)	1870(F)	221	5610	213	5410	94	2390	42.500	18.300	24.710	11.210	34.290
John Deere	PI 885	3.74(D)	2.85(D)	4.3(D)	3.5(D)			120.5(H)	306.0(I)	144	3650	85(F)	2140(F)	267	6790	245	6200	114	2950	52.600	48.640	22.580	47.800	
	JD150B	832	483	75	573	775	351.5	66	1676	96	2488.2	30	762	144.5	3670.2	164.3	3919.2	60	1524	12.400	5624.8	7150	3743.2	13.100
	JD450C	105	801	1.25	956	996	451.8	72.25	1835.7	103	2616.2	33	838.2	160.25	4070.4	170	4318	64	1628.4	16.700	7575	9700	8175	14.300
Echigo TMD	JD455	1052	804	1.25	956	996	451.8	72.25	1835.7	103	2616.2	33	838.2	160.25	4070.4	170	4318	66	1678.4	18.255	8283.2	10.400	4875	15.500
	630		3	255				54	1371.6	22.78.5	559.724		112	2844.8	80-127	2072-3226	54	1371.6	10.350	4735				
International Harvester	632		785	6				74	1879.4	34	814.4		147	3773.8	126.5	3213.1	54	1371.6	12.570	5663.9				5200
	500E-75	68	52	75	373	850	294.8	66.5	1689	96.7	2507	29.4	748.8	154.8	3926.8	125	3157.8	62	1578.8	12.150	5602	7500	3400	15.300
	100E	82	703	1.13	864	780	353.8	64.5	1729.9	87	2453.8	31.7	805.2	156	3962.4	180.5	4076.2	65	1651	15.481	7077.1	9067	4112.7	18.444
	124E	1.12	856	1.38	1.1	840	426.4	71.6	1818.5	103.5	2679.9	34.2	870.3	164.75	4184.7	171.5	4356.1	68	1727.2	18.555	8465.8	11.128	5127.4	18.848
	171C	1.72	1.3	2	1.5	1892	858.2	86	2184.4	134	3433.6	60	1524	194.5	4940.3	180	4572	81	2057.4	28.830	13.104	19.110	8618.2	21.570
JCB	250C	2.25	1.7	2.75	2.1	2370	1057	86	2438.4	129	3276.6	69	1752.6	225	5713	211	5359.4	94	2387.6	63.500	18.048	29.509	13.450	30.200
	110	1.25	456	1.9	1.3	1070	483.3	80	2032	100	2540	45	1143	203	5158.2	166	4292.2	69	1752.8	20.762	2416	10.375	4378.4	17.500
	MF200	624	478	75	573	455	208.4	62	1574.8	99.5	2527.3	30	762	152	3860.8	139.5	3543.3	60	1524	10.375(B)	4156(B)	6400	2945.4	19.500
Massey Ferguson	MF300	1.25	860	1.25	356	1215	551	71	1255.8	96.5	2451.1	37	939.8	154	3911.8	191	3835.4	72	1828.8	18.711	8940.8	12.570	3707.1	18.500
	MF400	1.5	1.2	1.825	1.3	1765	800.6	80	2032	100	2540	30	838.2	208	5232.4	188	4778.2	75	1905	24.900	11.322	12.900	7874.4	15.450
	MF500B	2	1.5	2.25	1.7	1910	868.4	80	2032	102	2590.8	20	800	160	4072	191	4851.4	62	2042.8	36.531	18.570	18.840	8988.3	19.640

CARGADORES DE ORUGA

Fabricante	Modelo	MOTOR						CARRILES																		
		Peso de la máquina que carga (completada)		Inclinación preliminar a velocidad normal		Ángulo máximo de inclinación del casco		Marca	Modelo	Potencia DIN neto hp	Número de cilindros	Consumo de combustible					No. de engranes en cada lado	Ancho de los flancos estándar		Carga estándar de los carriles		Resistencia al avance (resistencia estándar)		Ancho de los carriles estándares		Transmisión Tipo
		kg	Deg	Deg	in.	mm	litros/h					gals/h	U.S. gal	hp. gal	litros/h	in		mm	in	mm	gal	kg	in	mm		
JCB	350	2404	40	110	11	279.4	CASE	G185D	39 2000	4	188	3.1	19	13.3	80.5	33	12	304.8	43	1092.2			12-14	304.8-355.6	GD	
	450	3402	40	110	12	364.8	CASE	G185D	51 2000	4	188	3.1	20	16.7	75.9	36	12	304.8	52	1320.8			12-14	304.8-355.6	PS	
	810	4889.5	40	105	10	254	CASE	A3018D	72 2000	4	301	4.9	36	30	136.4	39	13	330.2	54	1371.8			13-14	330.2-355.6	PS	
	1190B	8346	40	103	13	330.2	CASE	A4518D	100 2100	6	451	7.4	52	43.3	196.9	40	15	381	62	1574.8			13-18	381-406.4	PS	
	1450	12 232	40	106	15	381	CASE	A504C01	130 2100	6	504	8.3	65	54.2	246.4	36	15	381	66	1676.4			13-18	381-406.4	PS	
Caterpillar	831	4850			13.7	348	CAT	3294	82 2400	4	318	5.2	30	28	114.3	38	12	305	56	1420					PL PS	
	841B	6510		74	15.5	380.3	CAT	D330	80 2000	4	425	7	42	35	159.3	38	13	330	63	1520					PS PL	
	955L	10 567		75	18.75	400.5	CAT	D330	120 2183	4	425	7	66	56.7	257	41	15	381	66	1660					PS PL	
	977L	15 543		75	19.0	485.0	CAT	D333	180 1950	6	638	10.3	100	83.3	378.7	41	18	455	76	1930					PS PL	
	981	18 890(M)		78	22.5	600.0	CAT	D343	275 2050	6	892	14.6	135	12.5	510	42	27	640	32	2340					PS PL	
John Deere	JD350B	5449.5	40	70	13.25	336.5	JOHN DEERE	J03182	42 2500	3	152	2.5	22	18.3	83.2	36	12	304.8	48	1219.2	7.2	49.7	12	304.8	GO PSR	
	JD450C	8513.8	40	71	14.25	362	JOHN DEERE	J04218	85 2500	4	218	3.6	31	25.8	117.3	37	14	355.6	52	1320.8	7.8	53.8	14	355.6	PS	
	JD555	7144	40	70	14.25	362	JOHN DEERE	J04228	72 2500	4	228	4.3	31	25.8	117.3	37	14	355.6	52	1320.8	8.5	59.6	14	355.6	PS	
Eimco TMD	830					152.4	EIMCO	271	22 1200	5						23	9	228.6	45	1143					AMD	
	832	2404				152.4	EIMCO	271	22 1200	5						28	8	228.6	45	1143					AMD	
International Harvester	501A-75	4612	40		13.1	332.7	INTERNATIONAL	D 155	45 2500	3	155	2.5	27.5	22.9	104.1	35	12	304.8	50	1270	7.8	52.4	10-14	254-356	PS CS	
	107E	5849.2	38.5	80.3	12.8	325.1	INTERNATIONAL	D 219	65 2500	4	239	3.9	30	25	113.7	37	12	304.8	52	1320.8	9	62.1	12-13	304.8-330.2	PS CS	
	125E	8554.3	38.5	80.9	15	381	INTERNATIONAL	D 219	78 2400	4	239	3.9	38	31.9	144.1	36	13	330.2	54	1371.8	9.6	64.2	13-14	330.2-355.6	PS CS	
	172E	11 508	48.5	58.1	17.75	456.3	INTERNATIONAL	D 466	130 2400	6	466	7.0	60	50	227.3	39	15	381	66	1676.4	11.1	78.5	13-18	381-406.4	PS CS	
	249C	17 339	49	61.1	18.5	459.9	INTERNATIONAL	DVT-570B	180 2400	6	573	8.4	86	71.6	325.5	43	18	457.2	76	1930.4	11.3	77.9	18	457.2	PS CS	
Massey Ferguson	710	5895.7	40	75	15	381	PERKINS	A 248	71 2250	4	248	4.1	46	36.3	174.1	37	13	330.2	56	1422.4	8.46	65.2	13	330.2	HY PL	
	MF200	3775.2	45	54	10.5	266.7	PERKINS	A3 152	44 2250	3	152	2.5	11.1	8.5	47.3	36	12	304.8	48	1219.2	8.7	46.3	12	304.8	CS HY	
	MF300	8181.5	45	57	15	381	PERKINS	A4 248	82 2100	4	248	4.1	28.6	23.8	108.9	37	14	355.6	58	1473.2	8.8	60.7	14	355.6	PS	
	MF400	8999	41	56	12.5	317.5	PERKINS	A6 354	86 2200	6	354	5.8	38	30	136.4	37	15	381	60	1524	9.4	64.8	13	381	CS HY	
	MF500B	8999.3	41	62	13	330.2	PERKINS	AV8 510	125 2100	8	510	8.4	55	45.6	208.2	40	18	457.2	64	1676.4	13.1	90.3	13-18	381-406.4	PS	

38

Fabricante	Modelo	TRASMISIÓN				SISTEMA HIDRÁULICO						
		Convertidor de fuerza de tracción	Embrague del motor	Velocidad máx. transmitida de la caja de cambios		Capacidad del sistema			Presión máx. de trabajo		Tipos de bombas	Número de bombas
				MPH	km/h	U.S. gal.	Imp. gal.	Litres	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	11.6	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
	F N 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	15,169	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 <u>Importar</u>
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) - Controlés de cangilón, incluyendo tanque y tuberías hidráulicas.
- (L) - Controlés 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.

$$m^3/Hora = m^3/Ciclo \times Ciclos/Hora$$

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.

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

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 acarreo.

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" ó más	+ 1.8 y más
En el banco o fragmentado	+ 2.4 y más

MONTON	
Apilado con trasportador o tractor a 3 mts. o más	0.0
Apilado con trasportador 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

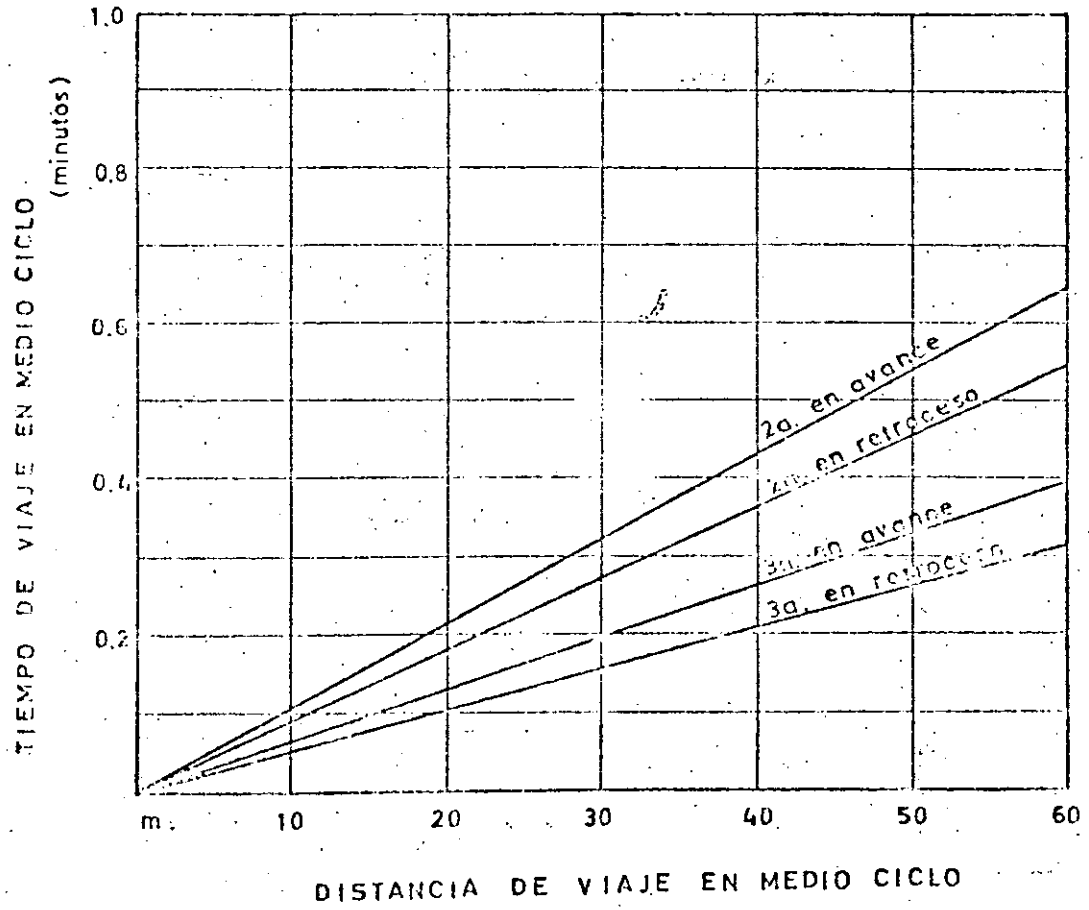
46

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.

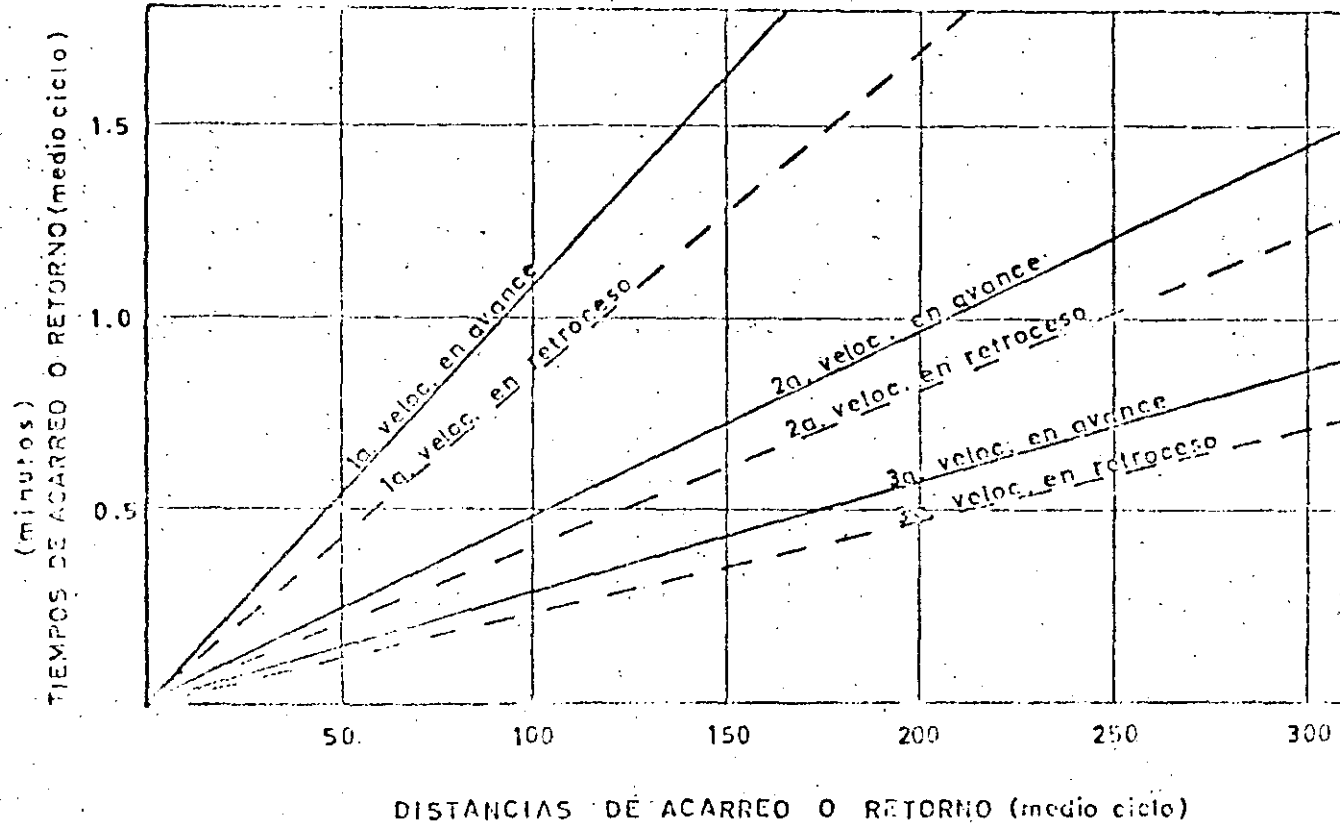


TIEMPO ESTIMADO DE VIAJE PARA UN CARGADOR
DE CARRILES DE 2 Yd3.

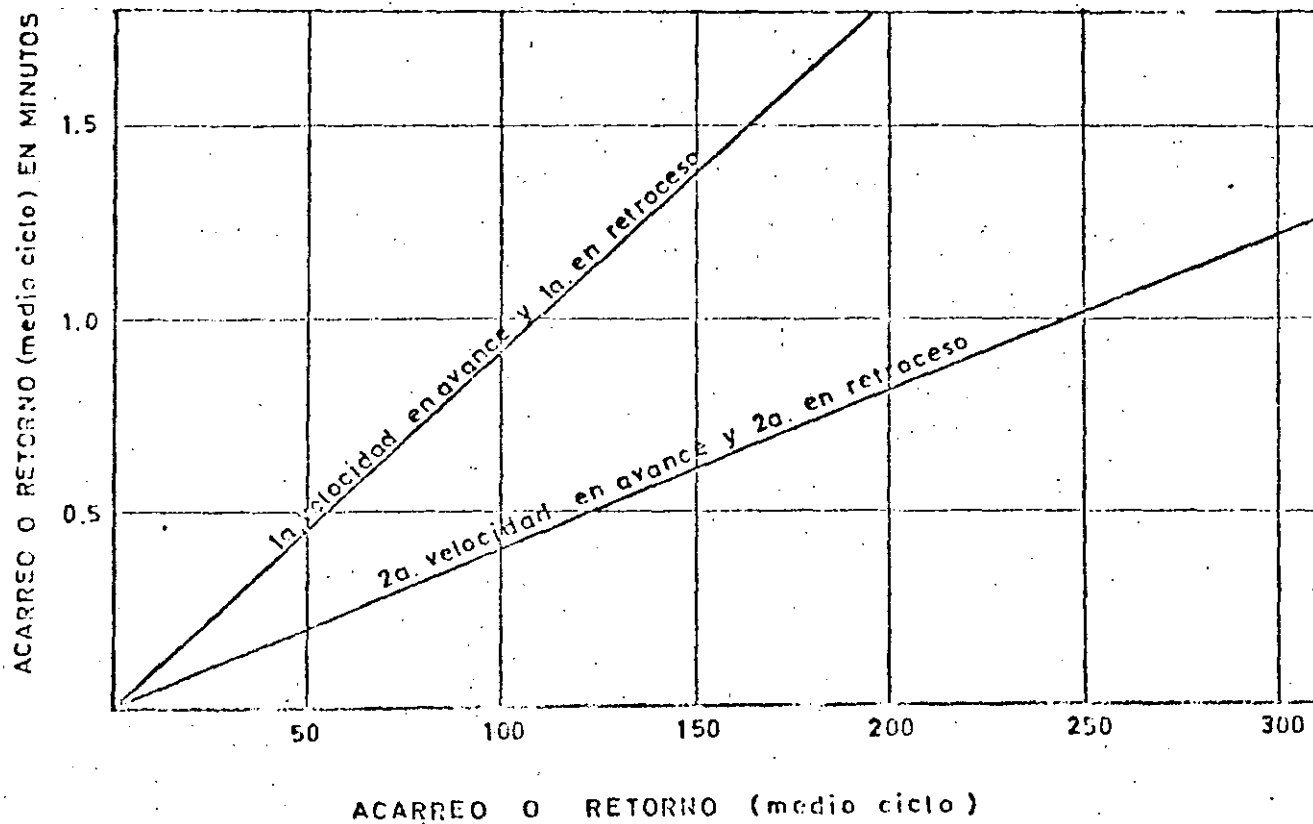


47

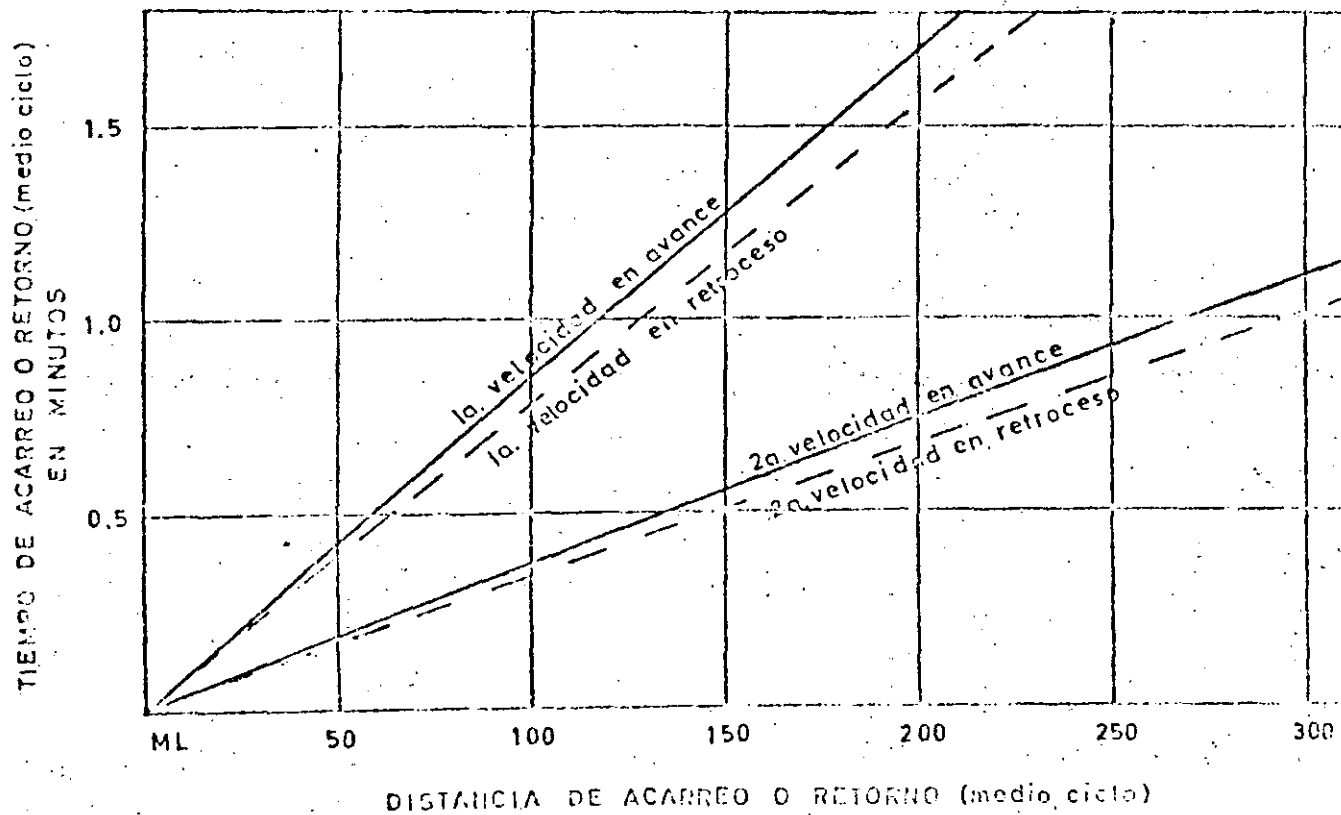
TIEMPO ESTIMADO DE ACARREO O RETORNO PARA UN CARGADOR
DE RUEDAS DE 2 Yd3.



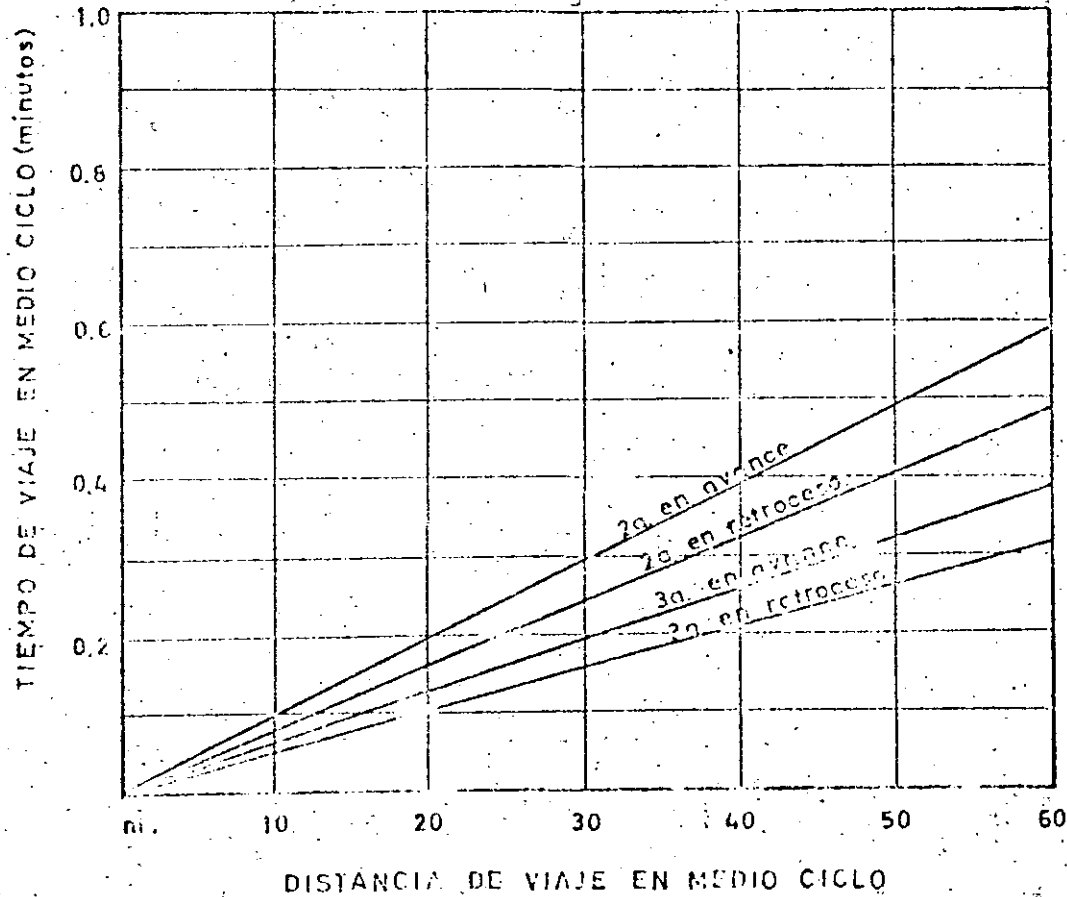
TIEMPO ESTIMADO DE ACARREO O RETORNO PARA UN CARGADOR
DE RUEDAS DE 6 Yd3.



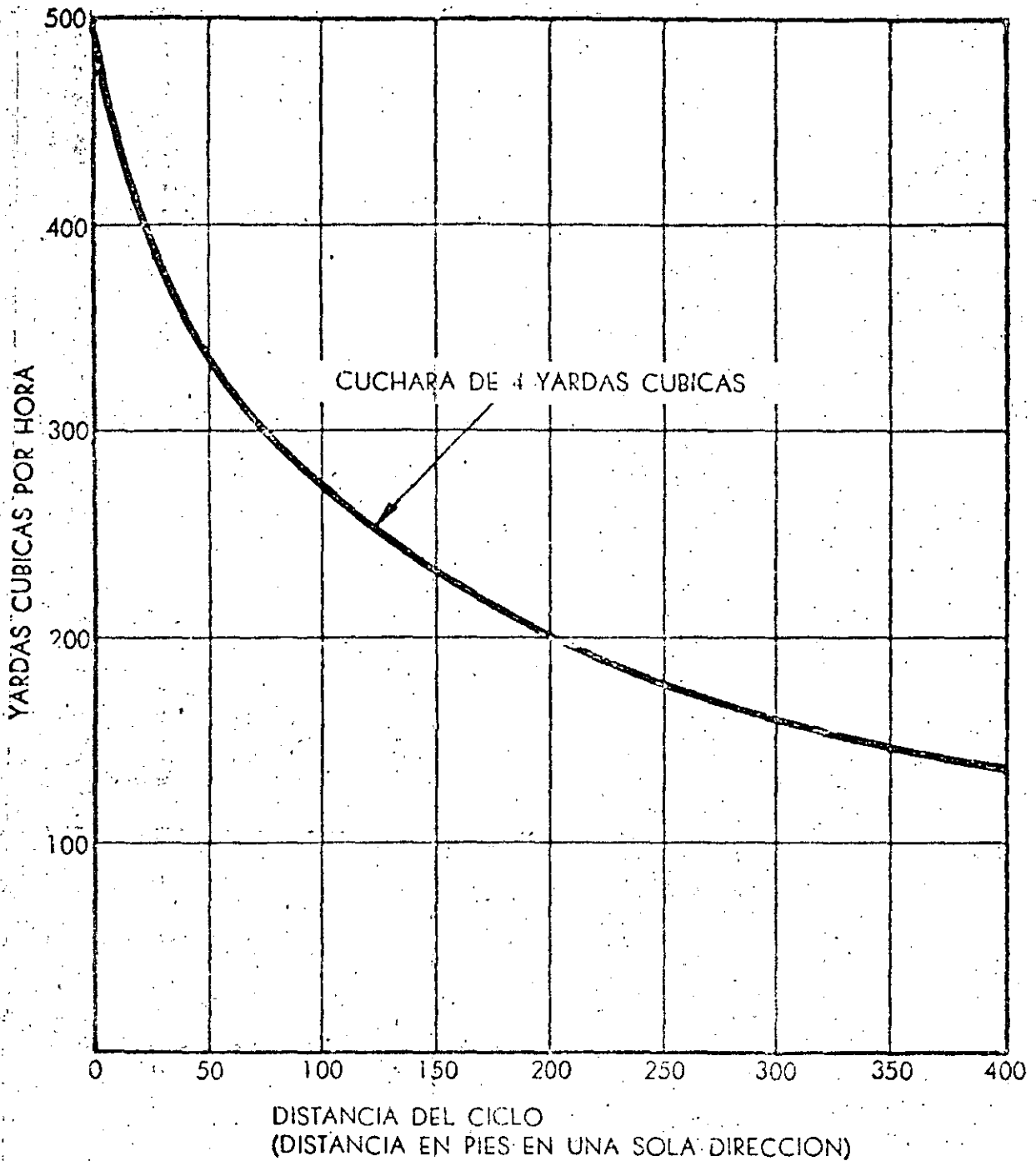
TIEMPO ESTIMADO DE ACARREO O RETORNO PARA UN CARGADOR
DE RUEDAS DE 10 Yd³.



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



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

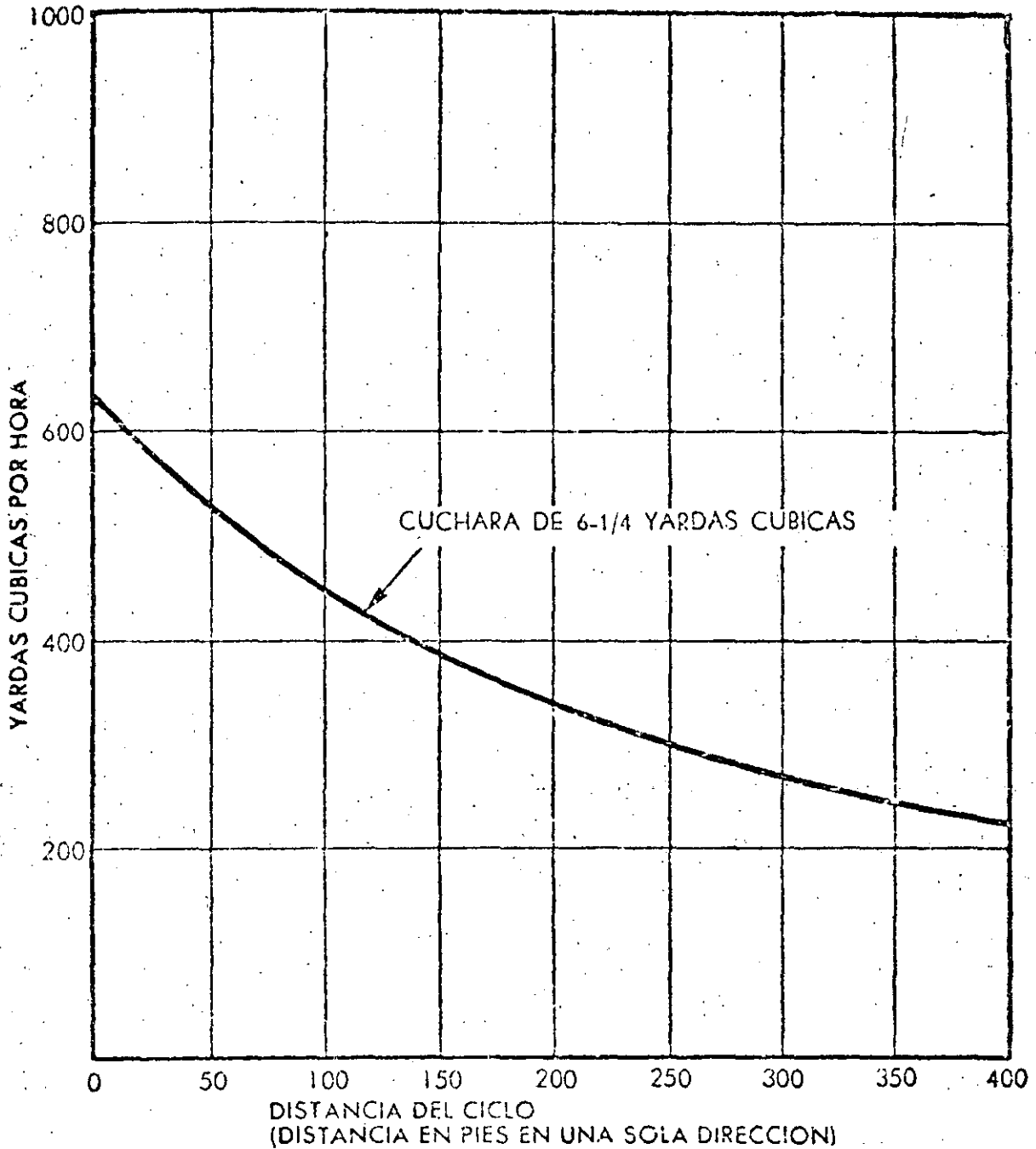


SUPUESTO DE PRODUCCION:

- 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 m³), cargando camiones de 10 m³ 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 ³
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	<u>- 2.4</u>
	20.2 seg.

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

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.) aunadas 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 yd³ ha probado que puede, por lo menos, igualar la productividad de palas de más de 5 yd³ de capacidad; y que además puede cargar material a un costo comparable al de palas de 4 y hasta 5 yd³ de capacidad. Veamos un ejemplo comparativo entre un cargador de 10 yd³ y una pala de 6 yd³, 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 ³	4.13	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. Comparen 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, del tipo de roca y del método de 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^3 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 yd³ (1.91 m³)

2 camiones de 6.0 m³

Costo horario cargador: \$ 616.75

Cálculo de la producción:

Factor de carga: 0.90
 Volumen por ciclo: 1.91 m³ x 0.90
 1.72 m³/ciclo

Tiempo del ciclo (ciclo básico) 25.0 seg.=0.42 min. Para cargar un camión de 6.0 m³ son necesarios 4 ciclos de operación del cargador; es decir, son necesarios 0.42 min x 4 = 1.68 min. para cargar 6.0 m³.

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

En una hora de 50.0 min., tenemos una producción de 179 m³.

1.68 min	-	6.0 m ³
50.0 min	-	<u>X</u>

Cálculo del costo unitario: X = 179 m³

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

ALTERNATIVA 2

Operación de carga a camiones

Camiones de fleteros locales

Equipo: 1 cargador sobre llantas de 2 1/2 yd³(1.91 m³)

2 camiones de 6.0 m³ de fleteros

Costo horario del cargador	\$ 616.75
Tarifa local de flétes:	8.00 - 400

Cálculo de la producción

En este caso, la producción es la...

Producción = 179 m³/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 ³
Costo unitario de acarreo	=	8.00/m ³
(1er. km. tarifa de fletes)		
Costo unitario	+	11.44/m ³

ALTERNATIVA 3

Operación de carga y acarreo

Equipo: Cargador sobre llantas de 10 yd³ (7.64 m³)

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 m³/ciclo
 = 358 m³/hora

Cálculo del costo unitario

Costo unitario = $\frac{\$ 2,160.00/\text{hora}}{358 \text{ m}^3/\text{hora}}$
 = 6.03/m³

RESUMEN

Alternativa	Costo unitario
1	\$ 6.15/m ³
2	11.44/m ³
3	6.03/m ³

Es decir, la alternativa 3 es la que nos dá un costo más bajo por m³ 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 1/4 yd³ al que podría dársele utilización en esta obra; o si no, revisar si la inversión de la compra de un cargador de 10 yd³ 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 ³
Costo horario	\$2,160.00

Cargador 2

Capacidad	6 yd ³
Costo horario	\$1,992.13

Trituradora

Producción:	140 m ³ /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 m³
- 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 ...

producción de $140 \text{ m}^3/\text{hora}$. 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 $0.80 \times 7.65 \text{ m}^3$

6.12 m^3

Ciclos por hora necesarios para producir

$140 \text{ m}^3/\text{hora}$

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

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

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^3 , 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:	<u>1.76 min</u>
-------	-----------------

Es decir, el cargador de 10 yd^3 puede acarrear a 255 m., $140 \text{ m}^3/\text{hora}$ de

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 m³/ 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 yd³, 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 yd^3 es la que proporciona una operación más económica.

ONSTRUCTORA	Máquina: <u>CARGADOR</u>	Hoja No: _____
	Modelo: <u>TEREX 72-81</u>	Calculó: <u>C A M</u>
	Datos Adic: <u>10 yd³</u>	Revisó: <u>C CH M</u>
OBRA: _____		Fecha: <u>17-1-80</u>

DATOS GENERALES

Precio adquisición:	<u>\$10'238,717.52</u>	Fecha cotización:	<u>10-1-80</u>
Equipo adicional - 4 llantas <u>33.25 x35-26</u>	<u>616,509.28</u>	Vida económica (Ve):	_____ años
Valor inicial (Va):	<u>9'617,208.24</u>	Horas por año (Ha):	<u>2000</u> hr/año
Valor rescate (Vr):	<u>20 % = \$1'923,441.65</u>	Motores Diesel de	<u>434</u> HP.
Tasa interés (i):	<u>18 %</u>	Factor operación:	<u>0.75</u>
Prima seguros (s):	<u>2 %</u>	Potencia operación:	<u>325.5</u> HP. op.
		Coefficiente almacenaje (K):	<u>0.01</u>
		Factor mantenimiento (Q):	<u>0.90</u>

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 : $A = KD = \frac{0.01 \times 641.15}{1} = 6.41$

e) Mantenimiento : $M = QD = \frac{0.9 \times 641.15}{1} = 577.04$

Suma Cargos Fijos por Hora

\$ 1 801.63

II. CONSUMOS.

a) Combustible: $E = e P_c$
 Diesel: $E = 0.20 \times \frac{325.5}{100} \text{ HP. op.} \times \$ \frac{1.00}{\text{lt.}} = \$ 65.10$
 Gasolina: $E = 0.24 \times \frac{\quad}{\quad} \text{ HP. op.} \times \$ \frac{\quad}{\text{lt.}} =$

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

c) Lubricantes: $L = a P_e$
 Capacidad carter: $C = \frac{32.2}{100} \text{ litros}$
 Cambios aceite: $t = \frac{\quad}{\quad} \text{ horas}$
 $a = C/t + \frac{0.0035}{0.0030} \times \frac{325.5}{\quad} \text{ HP. op.} = \frac{1.46}{\quad} \text{ lt/hr.}$
 $L = \frac{1.46}{\quad} \text{ lt/hr} \times \$ \frac{14}{\text{lt.}} = 20.44$

d) Llantas: $Ll = \frac{VII}{Hv} \text{ (valor llantas)}$
 (vida económica)
 Vida económica: $H_v = \frac{2800}{616,509.28} \text{ horas}$
 $Ll = \frac{\quad}{2800} \text{ horas} = \underline{\underline{220.18}}$

Suma Consumos por Hora \$ 30.18

III. OPERACION.

Salario base: \$ $\underline{\quad}$

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

$\underline{\quad}$: $\underline{\quad}$

Sal/turno-prom: \$ 349.60

Horas/turno-prom.: (H)

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

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

Suma Operación por Hora \$ 52.65

COSTO DIRECTO HORA - MAQUINA (H M D)

\$ 2,150.00

CONSTRUCTORA

Máquina: CARGADOR

Hoja No: _____

Modelo: Michigan 75-111-A Calculó: C.A.M.Datos Adic: 25 yd³ Revisó: C.C.H.M.

OBRA: _____

Fecha: 17-1-80

DATOS GENERALES

Precio adquisición:	\$2' 264,745 60	Fecha cotización:	10-1-80
Equipo adicional - Llantas 20.5x25-12	103,611.84	Vida económica (Ve):	5 años
Valor inicial (Va):	2' 161,133 76	Horas por año (Ha):	2000 hr/año
Valor rescate (Vr):	10% = \$ 216,113,38	Motores Diesel de:	174 HP.
Tasa interés (i):	18%	Factor operación:	0.75
Prima seguros (s):	2%	Potencia operación:	130.5 HP. op.
		Coefficiente almacenaje (K):	0.01
		Factor mantenimiento (Q):	0.90

I. CARGOS FIJOS.

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

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

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

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

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

Suma Cargos Fijos por Hora \$ 490.36

II. CONSUMOS.

a) Combustible : $E = e \cdot Pc$

$$\text{Diesel : } E = 0.20 \times \frac{130.5}{100} \text{ HP. op.} \times \$ \frac{1.00}{\text{lt.}} = \$ 26.10$$

$$\text{Gasolina: } E = 0.24 \times \underline{\hspace{2cm}} \text{ HP. op.} \times \$ \underline{\hspace{2cm}} / \text{lt.} =$$

b) Otras fuentes de energía : $\underline{\hspace{2cm}} =$ c) Lubricantes: $L = a \cdot Pe$

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

$$\text{Cambios aceite : } t = \underline{\hspace{2cm}} \text{ horas}$$

$$a = \frac{C}{t} \mp \frac{0.0035}{0.0030} \times \frac{130.5}{100} \text{ HP. op.} = \frac{0.76}{\text{lt/hr.}}$$

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

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

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

$$LI = \frac{\underline{\hspace{2cm}}}{2800 \text{ horas}} = \underline{\underline{37.00}}$$

Suma Consumos por Hora

\$ 73.7

III. OPERACION.

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

Sal/turno-prom: \$ 349.60

Horas/turno-prom.: (H)

$$H = 8 \text{ horas} \times \frac{0.83}{349.60} \text{ (factor rendimiento)} = \underline{6.64} \text{ horas}$$

$$\text{Operación} = 0 = \frac{S}{H} = \frac{\underline{\hspace{2cm}}}{6.64 \text{ horas}} = \$ \underline{\underline{52.65}}$$

Suma Operación por Hora

\$ 52.65

COSTO DIRECTO HORA - MAQUINA (H M D)

\$ 616.75

CONSTRUCTORA	Máquina: <u>CAMION</u>	Hoja No: _____
_____	Modelo: <u>FORD</u>	Calculó: <u>C A M</u>
_____	Datos Adic: <u>6 m³</u>	Revisó: <u>C C H 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</u> años
<u>1000x20-12 c/cámara</u>		Horas por año (Ha):	<u>2 000</u> hr/año
Valor inicial (Va):	<u>413,056.51</u>	Motores Gasolinade	<u>160</u> HP.
Valor rescate (Vr):	<u>0 % = \$</u>	Factor operación:	<u>0.75</u>
Tasa interés (i):	<u>18 %</u>	Potencia operación:	<u>120</u> HP. op.
Prima seguros (s):	<u>2 %</u>	Coefficiente almacenaje (K):	<u>0.01</u>
		Factor mantenimiento (Q):	<u>0.80</u>

I. CARGOS FIJOS.

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

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

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

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

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

Suma Cargos Fijos por Hora \$ 95.39

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

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

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

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

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

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

$$Ll = \frac{23,363.04}{1,600} \text{ horas} = \underline{\underline{14.60}}$$

Suma Consumos por Hora

\$ 101.60

III. OPERACION.

Salario base: \$ $\underline{\quad}$ Salario real -
operador: $\underline{\quad}$ $\underline{\quad}$: $\underline{\quad}$ $\underline{\quad}$: $\underline{\quad}$

Sal/turno-prom: \$ 298.77

Horas/turno-prom.: (H)

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

$$\text{Operación} = 0 = \frac{S}{H} = \frac{298.77}{6.64} \text{ horas} = \$ \underline{\underline{45.00}}$$

Suma Operación por Hora

\$ 45.00

COSTO DIRECTO HORA - MAQUINA (H M D)

\$ 242.60

Problema

Se requiere cargar 1 000,000 m³ 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 yd³ cat 988 costo - horario \$ 1,992.13

Cargador 10 yd³ Terex 72-81 costo-horario \$ 2,160.00

Tractor D8K Cat costo-horario \$ 1,104.86

Tiempo de realización 15 meses

Solución:

Tiempo disponible $25 \times 15 \times 3 \times 8 = 9\,000$ horas

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

Cargador 10 yd³ (7.64 m³)

Factor de carga 0.75

Volumen por ciclo $0.75 (7.64) = 5.73 \text{ m}^3$

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.

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

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

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

Factor utilización 21%

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

$$\text{Cargador } 6 \text{ yd}^3 (4.58 \text{ m}^3)$$

Factor de carga 0.75

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

Tiempo del ciclo = 0.42 min.

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

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

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

Factor utilización 27 %

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

CONSTRUCTORA	Máquina: <u>CARGADOR</u>	Hoja No: _____
_____	Modelo: <u>988 B</u>	Calculó: <u>CAM</u>
_____	Datos Adic: <u>6 yd³</u>	Revisó: <u>C CH M</u>
OBRA: _____		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):	_____ años.
_____	_____	Horas por año (Ha):	<u>2000</u> hr/año
Valor inicial (Va):	<u>8' 995,743.90</u>	Motores Diesel de	<u>375</u> HP.
Valor rescate (Vr):	<u>20% = \$1' 799,148.80</u>	Factor operación:	<u>70</u>
Tasa interés (i):	<u>18%</u>	Potencia operación:	<u>262.5</u> HP. op.
Prima seguros (s):	<u>2%</u>	Coefficiente almacenaje (K):	<u>0.01</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

\$ 1 685.14

II. CONSUMOS.

a) Combustible: $E = e P_c$

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

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

b) Otras fuentes de energía: _____ =

c) Lubricantes: $L = a P_e$

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

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

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

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

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

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

$$LI = \frac{2800}{\text{horas}} = \underline{\underline{183.01}}$$

Suma Consumos por Hora

\$ 254.27

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)

\$ 1,992.17

CONSTRUCTORA	Máquina: <u>TRACTOR</u>	Hoja No: _____
	Modelo: <u>D 8</u>	Calculó: <u>C A M</u>
	Datos Adic: _____	Revisó: <u>C C H 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):	<u>2000</u> 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>

CARGOS FIJOS.

a) Depreciación: $D = \frac{V_a - V_r}{V_e} = \frac{5'101,633.68 - 1'020,326.74}{12\,000} = \$ 340.11$

b) Inversión: $I = \frac{V_a + V_r}{2 \text{ Ha}} \cdot i = \frac{5'101,633.68 + 1'020,326.74}{2 \times 2000} \cdot 0.18 = 275.49$

c) Seguros: $S = \frac{V_a + V_r}{2 \text{ Ha}} \cdot s = \frac{5'101,633.68 + 1'020,326.74}{2 \times 2000} \cdot 0.02 = 30.61$

d) Almacenaje: $A = K D = \frac{0.01 \times 340.11}{1} = 3.40$

e) Mantenimiento: $M = Q D = \frac{1.0 \times 340.11}{1} = 340.11$

Suma Cargos Fijos por Hora \$ 989.72

II. CONSUMOS.

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

b) Otras fuentes de energía: $\underline{\hspace{10em}} =$

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

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

Vida económica: $Hv = \underline{\hspace{2em}} \text{ horas}$

$Ll = \underline{\hspace{2em}} \text{ horas}$
 $\hspace{10em} = \underline{\hspace{2em}}$

Suma Consumos por Hora

\$ 60.68

OPERACION.

Salario base: \$

Salario real:

Operador:

 :

 :

Salario-prom: \$ 361.67

Costo/turno-prom.: (H)

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

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

Suma Operación por Hora

\$ 54.46

COSTO DIRECTO HORA - MAQUINA (H M D)

\$ 104.86



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

CURSO: RESIDENTES DE CONSTRUCCION
DEL 2 al 6 DE SEPTIEMBRE DE 1985

TUXTLA GTZ., CHIS.

ADELANTO DE LA TECNOLOGIA DE EXPLOSIVOS
(ANEXO)

ING. ERNESTO MENDOZA S.

Adelantos en la tecnología de los explosivos

por Stanley L. Lippincott, hijo

Desde que se inventó la dinamita, los explosivos y sus usos han estado en constante evolución. Con la introducción de los geles de agua, los explosivos presentan ventajas en su flexibilidad y en la reducción de los peligros de su empleo.

LA PÓLVORA negra, el primer explosivo completo en sí, causó en su día una revolución en la minería y en los trabajos de cantera. Cuando apareció la dinamita de nitroglicerina hace aproximadamente un siglo, desplazó rápidamente a la pólvora negra, ya que proporcionaba mayor energía para un peso determinado, velocidad mucho mayor para quebrar mejor las rocas y resistencia al agua para el fácil empleo en su presencia.

Durante los últimos 50 años, el nitrato de amonio ha desempeñado un papel cada vez más importante en los explosivos. Se usó primeramente como ingrediente de la dinamita y, luego, como componente principal de los agentes de voladura de nitrocarbonitrato. Hace aproximadamente un cuarto de siglo, comenzó a emplearse en una sencilla y económica mezcla con el fuel oil (NAFO) que ha constituido una revolución en la industria de los explosivos y que, hoy día, cu-

bre aproximadamente el 80% de las necesidades estadounidenses de explosivos y el grueso de las necesidades en todo el mundo.

Geles de agua

También se han desarrollado, en el último cuarto de siglo, los explosivos de geles de agua, a base de nitrato de amonio. Contrariamente a la dinamita, los explosivos de geles de agua contienen sensibilizadores distintos de la nitroglicerina, tales como los nitratos de amina, el TNT y el aluminio, así como los agentes de gelificación y otros materiales, para alcanzar su grado de sensibilidad. La mayoría de las dinamitas se basan en la nitroglicerina, que es un explosivo altamente sensible, susceptible a la detona-

ción accidental. Además, la nitroglicerina contenida en la dinamita, ocasiona fuertes cefaleas si se absorbe a través de la piel o se inhala en forma de emanaciones de postvoladura. Tales cefaleas pueden perjudicar seriamente la capacidad de los trabajadores en los túneles y las minas subterráneas.

A diferencia de la mezcla de nitrato de amonio/fuel oil (NAFO), los geles de agua son resistentes al agua y pueden prepararse según fórmulas de elevadas velocidades de detonación. Se hallan disponibles en formas que varían desde las lechadas bombeables, que se gelifican en los agujeros de voladura, hasta los cartuchos de diámetro reducido, para la minería subterránea. Algunas son sensibles a las

continúa en la página 62

El Sr. Lippincott es gerente de mercado de la división de operaciones internacionales, de la división de productos explosivos de la Du Pont Company. Posee más de 25 años de experiencia en todos los aspectos de los explosivos y de la industria de los mismos.

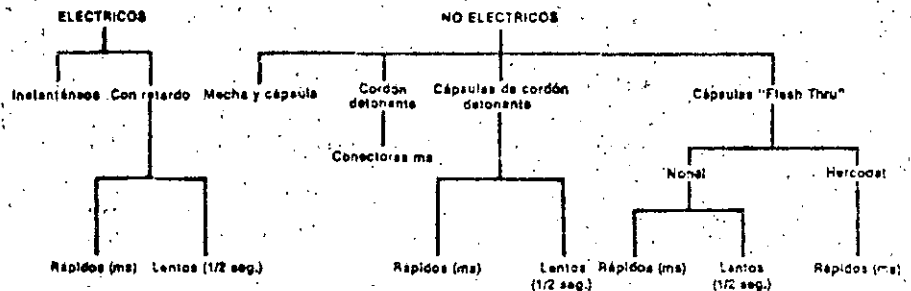


Figura 1. Sistemas de detonación.

cápsulas mientras otras exigen cebos de alto poder explosivo, como el TNT, para su detonación. Ya que no contienen nitroglicerina, los geles de agua son, inherentemente, menos peligrosos que la dinamita en su fabricación, transporte, manipulación y empleo. Y, debido a su flexibilidad y reducidos peligros, ha declinado el empleo de la dinamita.

Sistema de iniciación

Los sistemas de iniciación han evolucionado junto con los explosivos (figura 1). El método tradicional de cápsula y mecha ha sido desplazado, en gran medida, por sistemas más seguros, más flexibles, eléctricos y no eléctricos, que permiten demoras de milisegundos (ms) entre las detonaciones en los agujeros de voladura, para quebrar mejor las rocas y obtener menor efecto de choque o vibración en el suelo en las cercanías de la voladura. En muchas operaciones, la voladura se propaga por medio de un cordón detonante, que puede emplearse también con dispositivos de demora para mejorar el resultado de la voladura.

Muchos de los nuevos explosivos sin nitroglicerina exigen, para su detonación, cebos de alto poder explosivo. Los cebos pueden hacerse con cápsulas y explosivos encartuchados sensibles a las cápsulas, tales como la dinamita o ciertos geles de agua. Se hallan disponibles reforzadores explosivos fundidos especiales de elevada presión de detonación, en una gama de tipos y tamaños que cumplen el grueso de las necesidades de los usuarios. Con dichos cebos, la facilidad de empleo y la certeza de obtener detonaciones de alta calidad, constituyen ventajas importantes para el usuario de los explosivos.

Los sistemas no eléctricos que se hallan disponibles actualmente,

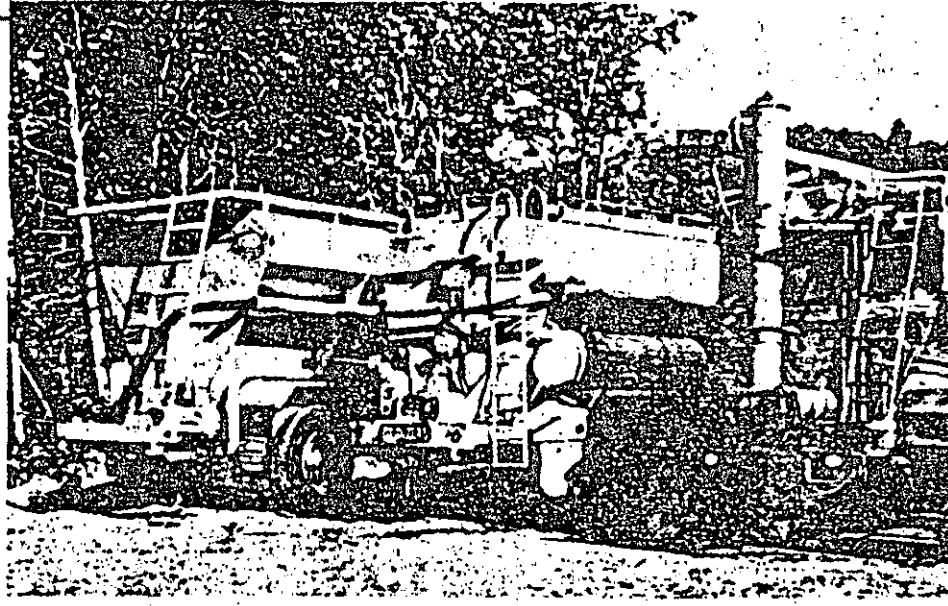


Figura 2. Estos camiones están provistos de equipos para mezclar nitrato de amonio y fuel oil para producir NAFO en un sitio de voladura y para transportarlo directamente a los agujeros de voladura.

emplean cordón o tubo miniatura detonante que contiene un explosivo que transmite el impulso detonador a las cargas. Los sistemas actuales gozan de cierto éxito y se están desarrollando otros.

La ventaja principal de los sistemas no eléctricos es la mayor ausencia de peligros, ya que existe menor peligro de iniciación prematura debida a la electricidad estática o a las corrientes eléctricas parásitas que podrían hallarse bajo tierra y en la superficie. Sus inconvenientes son la fragilidad, su mayor costo y la imposibilidad de verificar su continuidad. Con los sistemas eléctricos, la verificación de los valores correctos de resistencia y de la continuidad de los circuitos es práctica normal que ayuda a asegurar que estén conectadas todas las cargas.

Usos subterráneos

Los adelantos en la tecnología de los explosivos han tenido un efecto considerable sobre las operaciones en las minas, las canteras y la construcción. Por ejem-

plo, en la minería subterránea y en la construcción de túneles, los adelantos en los explosivos han incluido las aplicaciones de los geles de agua y del NAFO. En ciertos casos, estos materiales ahora se cargan neumáticamente desde camiones de gran capacidad, con gran velocidad y eficiencia.

El método de carga neumática no sólo es rápido, ya que se mueve una manguera, en lugar de un camión, desde un agujero de voladura al otro, sino que también ayuda a garantizar que se llenen de explosivo los agujeros de voladura. Es importante que los agujeros estén llenos, ya que entonces el explosivo puede comunicar su máxima energía a la roca. Cuando se empleen los explosivos encartuchados, deben apisonarse cuidadosamente para lograr un grado uniforme de densidad de carga.

Todos los explosivos comerciales producen humo y emanaciones al detonar. En la industria de los explosivos, se define el humo como un elemento compuesto de materias no tóxicas tales como el

continúa en la página 56

anhidrido carbónico, el nitrógeno y el vapor de agua. Las emanaciones se definen como gases tóxicos, como el monóxido de carbono y los dióxidos de nitrógeno. Dado que los gases y el humo producidos por la detonación pueden ser menos ofensivos con los geles de agua y el NAFO que con la dinamita, el trabajo suele poder reanudarse más rápidamente después de una voladura de lo que era posible con la dinamita. Las condiciones de operación ejercen una influencia preponderante sobre los tipos de gases que se producen. Una fórmula pobre del producto, el cebado inadecuado, la falta de resistencia al agua, la falta de encierro y otros factores, podrán aumentar el volumen de las emanaciones.

Para proteger contra las explosiones secundarias causadas por la interacción de los gases y las emanaciones con el metano y el polvo en las minas subterráneas de carbón, se fabrica una clase especial "permisible" de explosivos. Los permisibles son dinamitas de fórmulas especiales y geles de agua que producen relativamente poca llama, reduciendo así al mínimo la posibilidad de encender el gas o el polvo al usarse de modo permisible. Han sido aprobados para el uso subterráneo por la Oficina de Minas del gobierno estadounidense.

Usos en la superficie

En las minas de superficie y en las canteras se emplea ampliamente el NAFO, sobre todo porque es relativamente barato y eficaz. Se emplea el gel de agua o la dinamita cuando existe agua. En ciertos casos en que los agujeros estén parcialmente llenos de agua, se cargan de explosivo resistente al agua hasta la parte superior del agua, llenándose el resto con NAFO.

En las operaciones de superficie

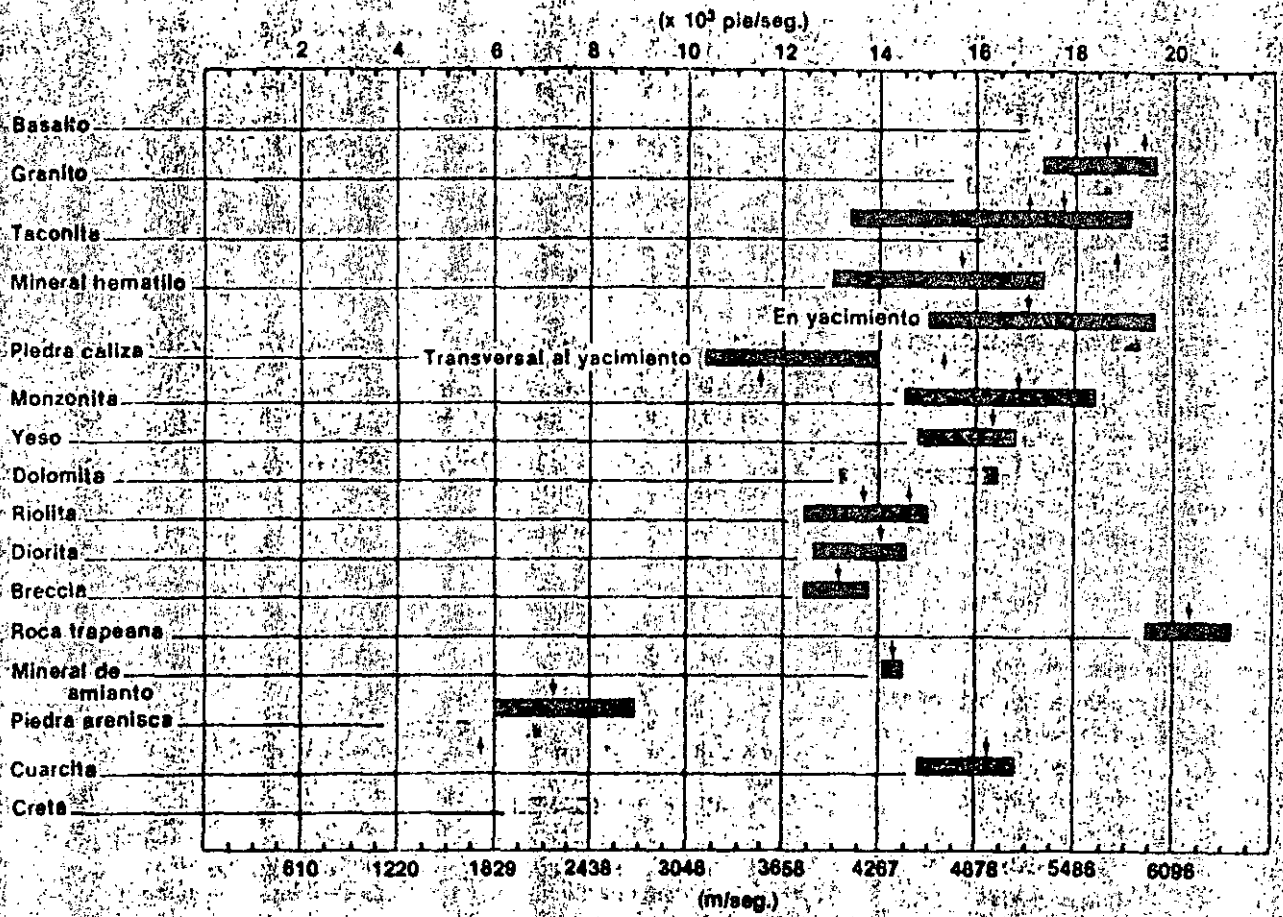
continúa en la página 70

Propiedades de los explosivos

- **Velocidad de detonación:**
La velocidad, en m/seg., a la cual una onda de detonación recorre una columna de explosivo. Esta velocidad deberá ser igual a, o exceder ligeramente, la velocidad del sonido a través del material a volar. La velocidad es un parámetro importante que se emplea para calcular la presión de detonación de un explosivo. Resulta afectada por el tipo de producto, el diámetro, la confinación, la temperatura y el grado de cebado.
- **Densidad:**
El peso por unidad de volumen o peso específico, que suele expresarse en gramos por cm³. El patrón es el agua, de una densidad de 1 g/cm³; la gama de la mayoría de los explosivos comerciales es de 0,8 a 1,6 g/cm³. Es importante en la determinación del diseño óptimo de la voladura. La densidad de un explosivo determina si se hundirá en el agua y cuántos kilogramos podrán cargarse por metro de agujero perforado.
- **Presión de detonación:**
La presión, medida en kilobares, en la zona de choque por delante de la zona de reacción. Suelen usarse valores calculados de esta presión. La presión de detonación de un cebo, que es proporcional a la densidad multiplicada por la velocidad de detonación elevada al cuadrado, deberá exceder la presión de detonación del material cebado.
- **Energía:**
Una medida del potencial de fragmentación o movimiento de materiales de los explosivos; sirve de orientación para la formulación de nuevos explosivos.
- **Fuerza:**
Suele considerarse como la capacidad de trabajo útil de un explosivo. Se asocia erróneamente con marcas de resistencia de cartucho.
- **Resistencia al agua:**
La cantidad de horas durante las cuales puede hallarse cargado un explosivo en agua y aún detonar. Este tiempo resulta afectado por la profundidad del agua y por el estado de movimiento o de reposo de la misma.
- **Sensibilidad:**
Medida del mínimo de energía, presión o potencia que se necesita para la iniciación. En la industria de los explosivos, suele expresarse en términos de la actividad de la cápsula; cuanto más alto el número, mayor su actividad (por ejemplo, podrá lograrse la iniciación con una cápsula N°6; la norma de la industria es el ensayo de sensibilidad con cápsula N°8).
- **Grado de sensibilidad:**
Es una medida de la capacidad de propagación de cartucho a cartucho de un explosivo bajo ciertas condiciones de ensayo. Se expresa como la distancia a través del aire a la cual un semicartucho cebado (donante) detonará un semicartucho sin cebar (receptor).
- **Emanaciones:**
Gases tóxicos, tales como el monóxido de carbono y los óxidos de nitrógeno, resultantes de la detonación de todos los explosivos. La exposición del personal puede producir efectos perjudiciales. (Nota del redactor: Véase, en el texto, la descripción de los componentes no tóxicos de los explosivos.)
- **Inflamabilidad:**
La facilidad con que puede encenderse un explosivo o un agente de voladura, por medio de la llama o el calor.

Fuente: *Blaster's Handbook* (Manual del encargado de voladuras), E.I. du Pont de Nemours & Co., © 1977.

4



Datos de la Du Pont Datos de publicaciones Promedio

Figura 3. Velocidad sónica en la roca.

en gran escala, pueden emplearse sistemas de entrega por camiones mezcladores para el NAFO y los geles de agua. Con los camiones mezcladores, el explosivo se mezcla en el sitio de uso y se vierte o

bombea al interior de los agujeros de voladura, siendo un proceso rápido y eficiente. Por ejemplo, se están empleando los camiones mezcladores en grandes canteras y obras de construcción en Hong

FORMULAS QUIMICAS TÍPICAS

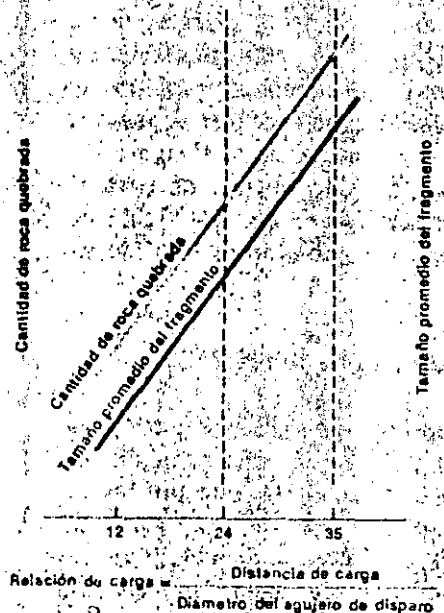
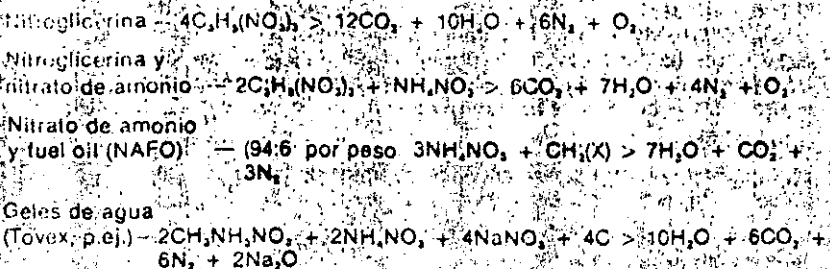


Figura 4. La mayoría de las voladuras de cara abierta se efectúan con relaciones de carga de 24 a 35 veces el diámetro del agujero. Para una primera aproximación de dimensión de carga, elijase una relación de aproximadamente 28 a 30 veces el diámetro. El espaciado sería entonces de 1,5 a 2,0 veces la carga.

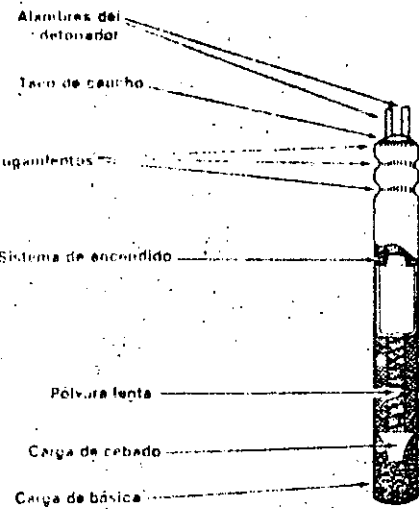


Figura 5a. Una cápsula eléctrica típica de voladura de milisegundos de retardo.

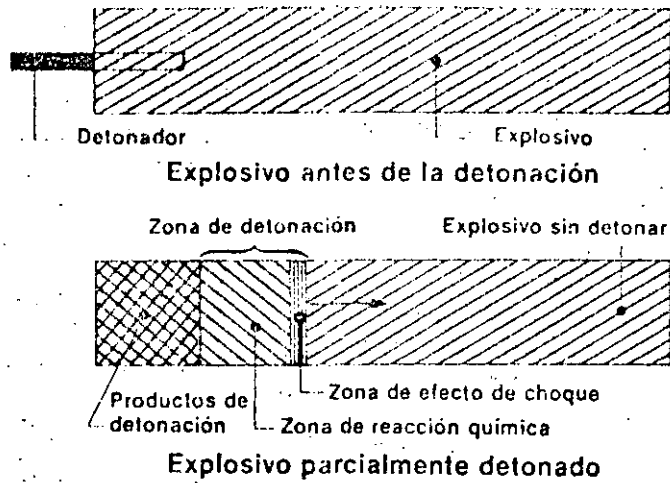


Figura 5b. Progreso de la detonación a través de una columna de explosivo.

Kong. Al igual que en la carga mecánica para el trabajo subterráneo, estos métodos rinden voladuras más satisfactorias ya que llenan completamente el agujero, permitiendo que los gases explosivos en expansión actúen directamente contra las paredes de los agujeros perforados.

En las operaciones en que se empleen más de 44.000 kg de NAFO por año, suele poder usarse económicamente un sistema a granel para la carga, que incluye un recipiente de almacenamiento para el nitrato de amonio y un camión. Tales camiones están equipados para mezclar el fuel oil y el nitrato de amonio a medida que se cargan en el sitio de la voladura (Figura 2). Se han obtenido los mejores resultados con municiones de nitrato de amonio de grado explosivo, que difieren físicamente de las municiones de tipo agrícola empleadas como fertilizante. Para lograr resultados óptimos con el NAFO, son simultáneamente beneficiosos los servicios de un proveedor de explo-

sivos con experiencia en la selección de los materiales y la definición de las mezclas.

Diseño de la voladura

Otro campo tecnológicamente

adelantado de las voladuras de superficie, es la ciencia del diseño de las voladuras para lograr una producción eficiente. Los factores a considerar incluyen la geología, la profundidad y el diámetro de los agujeros, el espacio entre agujeros,

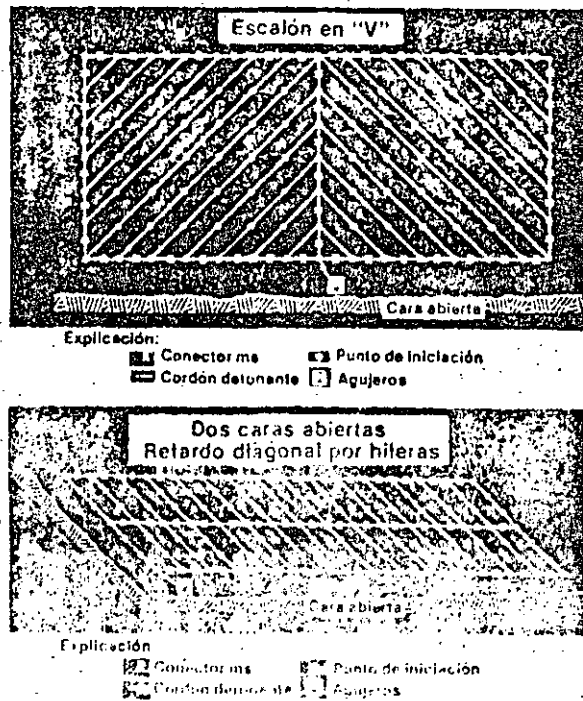


Figura 6. Fotos (radios de voladura) se diseñan con retardos para evitar que la masa vola próxima a las caras) abiertas. El ángulo y el tiempo de retardo para la rotura efectiva de la roca influyen en el éxito de la mina.

la densidad y el tipo de los explosivos, las demoras entre agujeros, las propiedades del material volado y la gama de tamaños que se desea para el material volado*.

La geología del material a quebrar es, evidentemente, el factor más importante de planificación de una voladura (figura 3). Una formación altamente estratificada exigirá menos energía de los explosivos para su rotura que una formación monolítica. La energía se controla mediante el tamaño de los agujeros y los espacios entre los mismos y por el tipo de explosivo. Si se necesitara mucha energía, los agujeros deberán hallarse más próximos entre sí y los diámetros podrán ser mayores para que cada uno contenga más explosivo. Podrá usarse además un explosivo más potente para obtener mayor energía.

El grado de fragmentación que se requiere en el producto final también es un factor principal determinante del diseño de una voladura. Si el tamaño final deseado fuera relativamente pequeño, podrán ayudar a su obtención el explosivo adicional y la mayor cantidad de agujeros (figura 4). No todas las operaciones exigen la fragmentación más pequeña posible.

Los agujeros perforados se disparan a intervalos de tiempo sumamente reducidos, del orden de 0.025 de segundo, de modo que disparan primero los agujeros más cercanos a la cara libre de la formación, despidiendo suficiente masa de roca quebrada para dejar espacios abiertos para los agujeros de disparo posterior. Sin una disposición correcta de los milisegundos de retardo no se obtendrá una quebradura óptima.

Los retardos proporcionan además, una eficiente utilización de la energía explosiva con un mínimo de rocas voladoras y la reducción de los efectos de choque y de vibración

que se transmiten a las zonas circundantes. Los retardos en las voladuras se obtienen por medio de conectores de retardo de milisegundos con cordón detonante o de cápsulas eléctricas de voladura de retardos en milisegundos con elementos de retardo armados en su interior (figuras 5a y 5b). La voladura deberá proyectarse y diseñarse de modo que el disparo de los primeros agujeros no pueda cortar los cordones ni separar los alambres antes de la iniciación de las cápsulas o de los conectores de los agujeros subsiguientes. Podrá emplearse una máquina secuencial de voladura para ampliar las gamas de demoras de que dispone el encargado de la voladura, la que manda una serie precisa de impulsos eléctricos de tiempo controlado, separados sólo por milisegundos.

Los especialistas en voladuras, adiestrados y con experiencia, muchos de ellos empleados de los proveedores de explosivos, pueden sugerir cuadros de diseño de voladuras para lograr los resultados deseados con la mayor economía general (figura 6). En tales diseños, el costo de los explosivos es sólo uno de los factores, siendo la consideración principal el costo total de producción. Por ejemplo, un diseño en el que se emplee un explosivo de costo menor, que produzca rocas de tamaño indeseable por lo grande, que necesiten extensas voladuras secundarias para quebrarlas al tamaño correcto, podría no ser tan económico como un diseño en que se emplearan explosivos más costosos para producir directamente los tamaños deseados sin voladura secundaria.

Voladuras en la construcción

Las voladuras en la construcción son similares a las de la minería de superficie y de las canteras, pero

podrán ser menores los diámetros de los agujeros y el tamaño de las voladuras, y las operaciones más probablemente se hallen cerca de zonas habitadas. Resultan por lo tanto, sumamente beneficiosas las aplicaciones de las técnicas de voladura por retardo, ya que reducen los niveles de vibración que se extienden más allá del sitio de la voladura. La mayoría de los proveedores de explosivos podrán ofrecer orientación sobre la reducción de la vibración.

Suele emplearse en la construcción el precorte, un método de voladura que produce una cara lisa en la excavación. Requiere la perforación de muchos agujeros de voladura de pequeño diámetro con centros separados de 60 a 122 cm a lo largo del perímetro de la zona a excavar. Estos agujeros, que típicamente se cargan ligeramente con columnas continuas de explosivo encartuchado, se disparan antes de volarse la excavación principal adyacente a ellos. Se agrieta el material entre los agujeros y hace de cojín de la superficie final contra la voladura principal de excavación.

Continúan evolucionando los explosivos y la tecnología de su empleo. En los últimos años se han producido cambios importantes, muchos de los cuales han beneficiado al usuario de explosivos haciendo que sus operaciones sean más productivas y relativamente más económicas. No cabe duda de que continuarán los cambios.

*Para obtener más información sobre diseños de voladuras, véase el artículo publicado en el número de DESARROLLO NACIONAL correspondiente a abril de 1979.

NOTA DE LA REDACCION: Para obtener información más específica, sírvase dirigir las consultas al autor, al cuidado de DESARROLLO NACIONAL, P.O. Box 5017, Westport, Connecticut 06880, E. U. A.

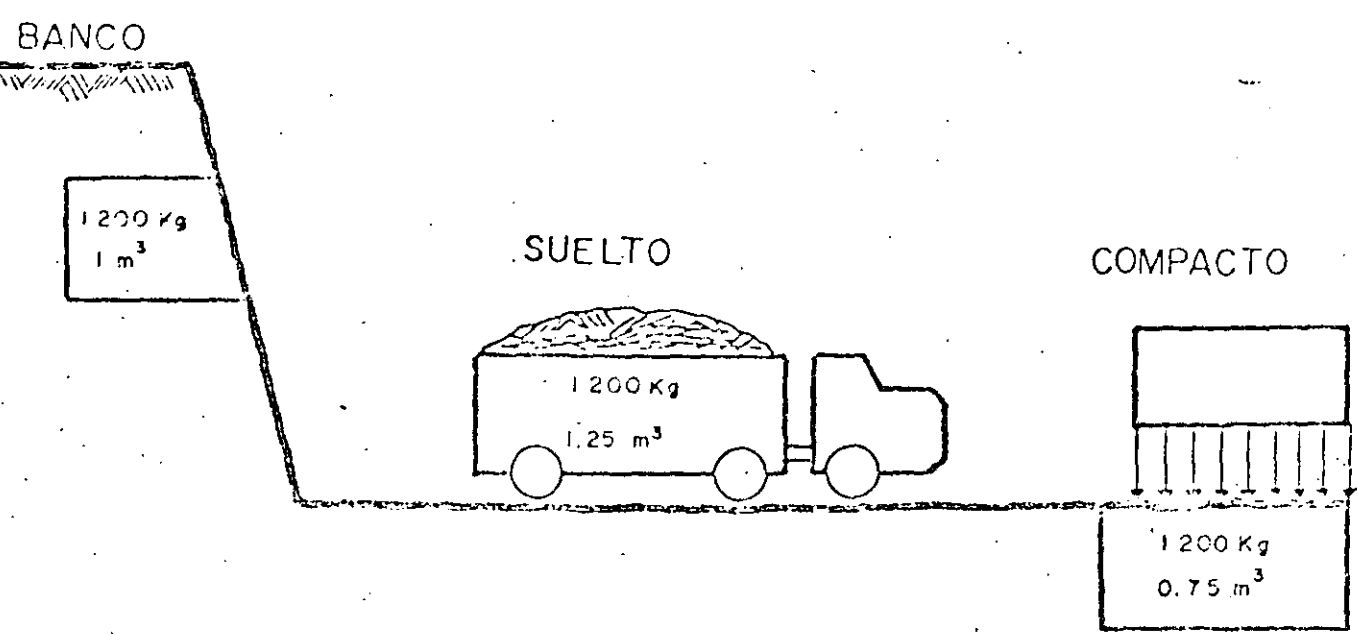


**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

CURSO: "RESIDENTES DE CONSTRUCCION"
DEL 2 AL 6 DE SEPTIEMBRE
TUXTLA GTZ., CHIS.

CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES

ING. ERNESTO MENDOZA SANCHEZ
SEPTIEMBRE DE 1985.



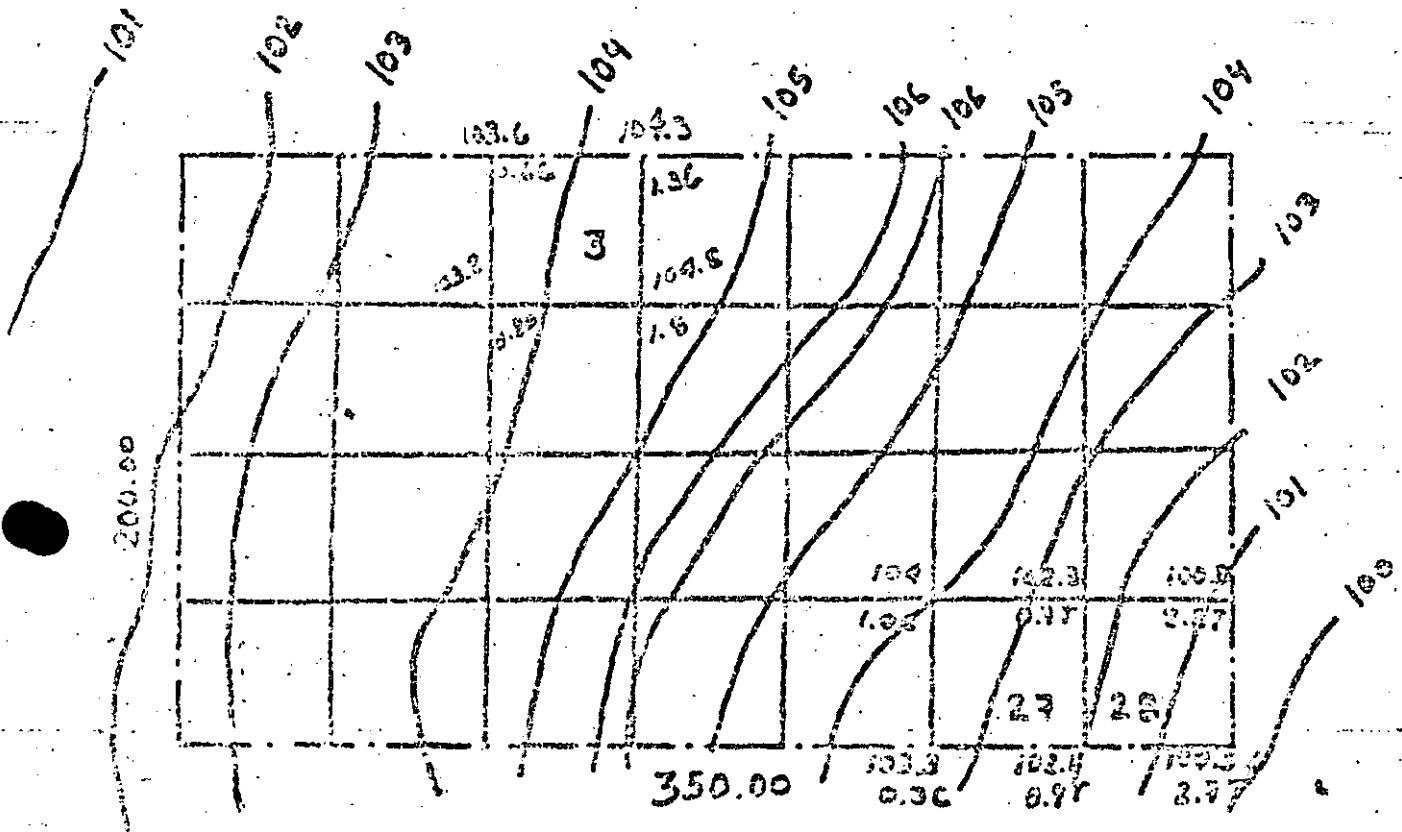
VOLUMEN EN BANCO, ABUNDADO Y COMPACTO

$$\% \text{ DE ABUNDAMIENTO} = \left(\frac{\text{Vol. Suelto}}{\text{Vol. Banco}} - 1 \right) \times 100 = \left(\frac{1.25}{1.0} - 1 \right) \times 100 = 25 \%$$

$$\% \text{ DE COMPACTACION} = \left(\frac{\text{Vol. Compacto}}{\text{Vol. Banco}} - 1 \right) \times 100 = \left(\frac{0.75}{1.0} - 1 \right) \times 100 = -25 \%$$

ABUNDAMIENTO PARA DIFERENTES CLASES
DE MATERIAL

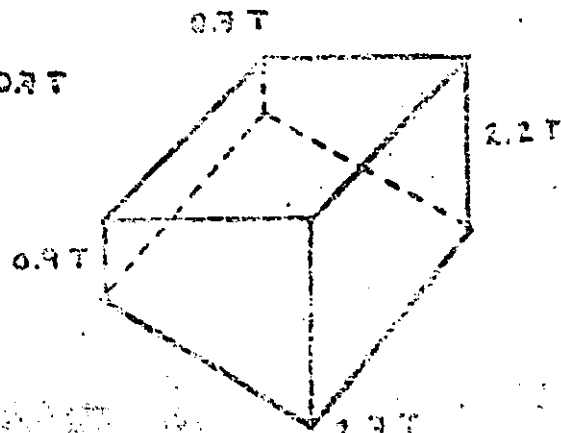
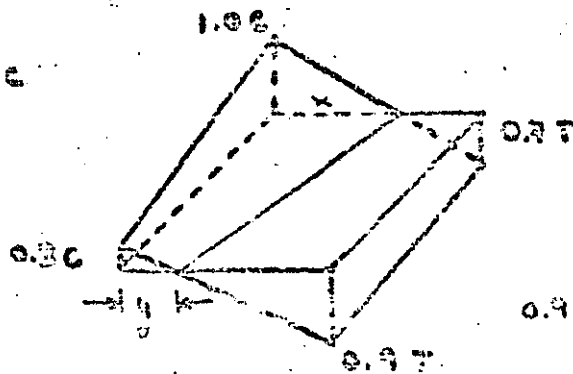
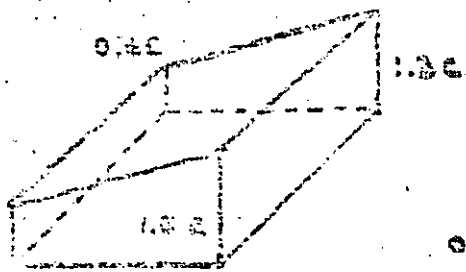
CLASES DE TIERRA	POR CIENTO DE ABUNDAMIENTO
ARENA O GRAVA LIMPIA	5 - 15
SUELO SUPERFICIAL	10 - 25
LAMA	10 - 35
TIERRA COMÚN	20 - 45
ARCILLA	30 - 60
ROCA SÓLIDA	50 - 80



CUADRO 3
(CORTE)

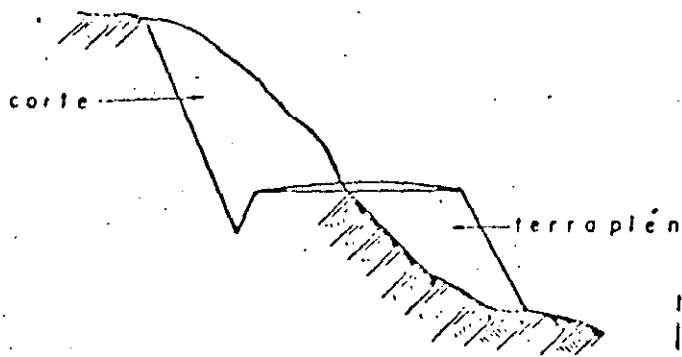
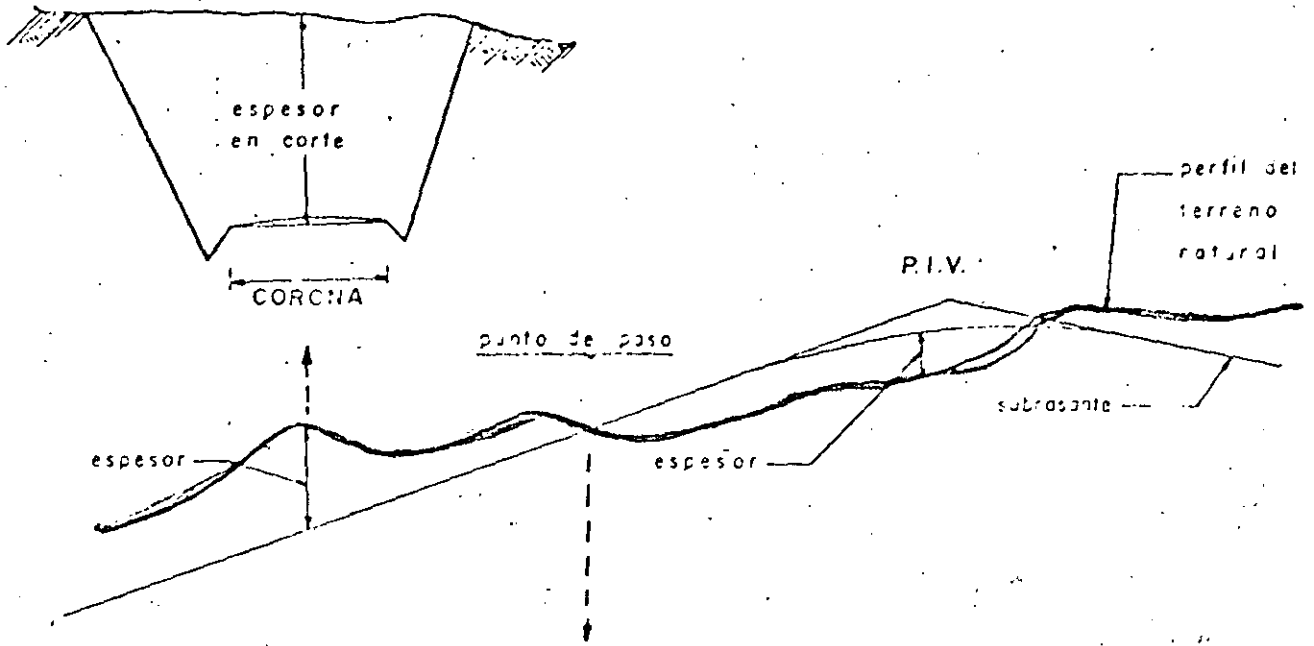
CUADRO 27
(CORTE Y TERRAPLEN)

CUADRO 28
(TERRAPLEN)

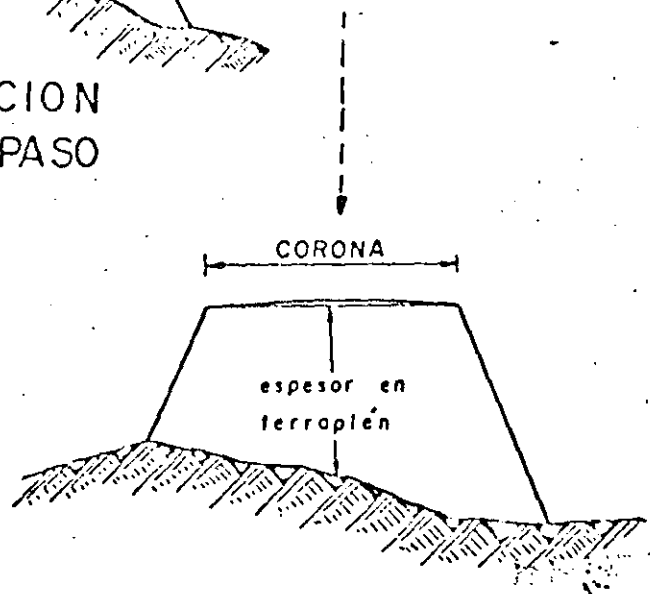


CORTE

4



SECCION DE PASO

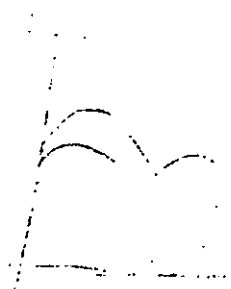


TERRAPLEN

5

CURVA MASA. - ES UNA GRÁFICA DIBUJADA EN EJES CARTESIANOS, DONDE LAS ORDENADAS REPRESENTAN VOLÚMENES DE EXCAVACIÓN O RELLENO, SEGÚN LA LÍNEA SEA ASCENDENTE O DESCENDENTE.

ES UN MÉTODO GRÁFICO QUE PERMITE DETERMINAR LA DISTRIBUCIÓN ECONÓMICA DE LOS VOLÚMENES EXCAVADOS Y -- CALCULAR EL COSTO PARA LLEVAR A CABO DICHA DISTRIBUCIÓN: CUANDO EL TRAZO NO ESTÁ OBLIGADO, (YA QUE SI LO ESTÁ ESTE MÉTODO NO ES DE UTILIDAD), EL ÚNICO -- IMPEDIMENTO PARA COMPENSAR RELLENOS Y EXCAVACIONES, SERÁ LA CALIDAD DE LOS MATERIALES.

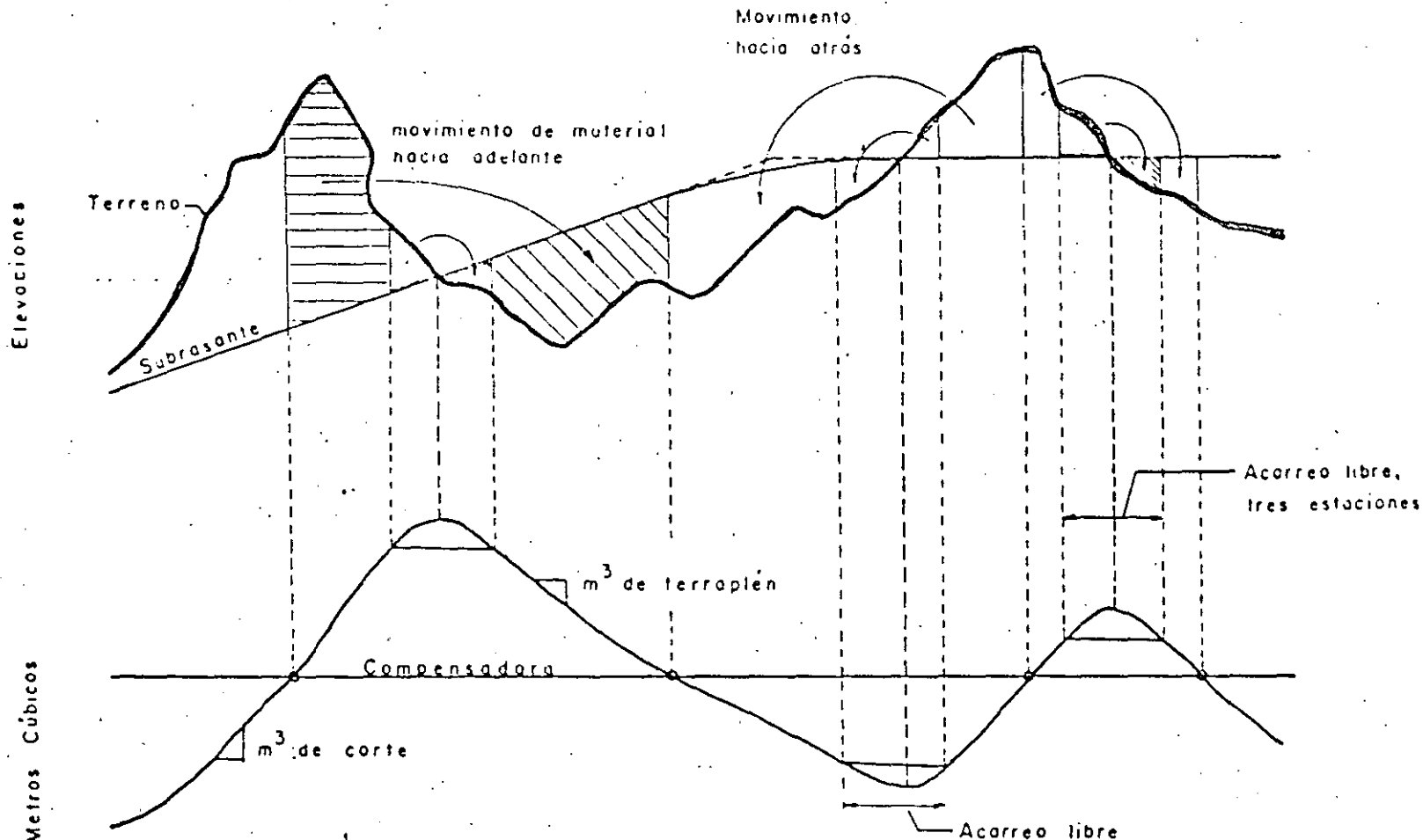


6

CURVA MASA. - ES UNA GRÁFICA DIBUJADA EN EJES CARTESIANOS, DONDE LAS ORDENADAS REPRESENTAN VOLÚMENES DE EXCAVACIÓN O RELLENO, SEGÚN LA LÍNEA SEA ASCENDENTE O DESCENDENTE.

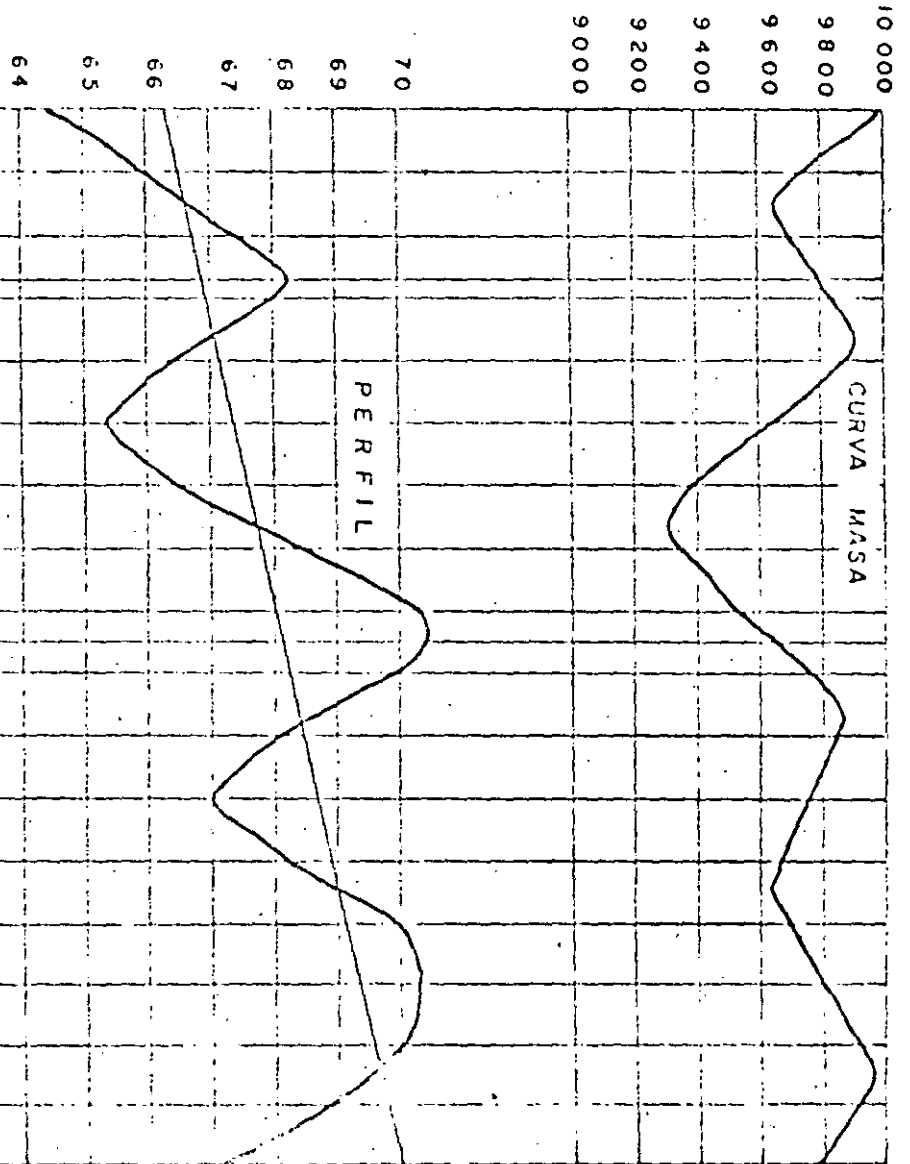
ES UN MÉTODO GRÁFICO QUE PERMITE DETERMINAR LA DISTRIBUCIÓN ECONÓMICA DE LOS VOLÚMENES EXCAVADOS Y -- CALCULAR EL COSTO PARA LLEVAR A CABO DICHA DISTRIBUCIÓN: CUANDO EL TRAZO NO ESTÁ OBLIGADO, (YA QUE SI LO ESTÁ ESTE MÉTODO NO ES DE UTILIDAD), EL ÚNICO -- IMPEDIMENTO PARA COMPENSAR RELLENOS Y EXCAVACIONES, SERÁ LA CALIDAD DE LOS MATERIALES.

PERFIL



CURVA MASA

ESTACION	Elevaciones		Espesores	
	Terreno	Proy.	C	T
2+680	64.80	66.60		1.80
700	66.00	66.80		0.80
720	67.80	67.00	0.80	
734	68.55	67.14	1.41	
740	68.20	67.20	1.00	
760	66.60	67.40		0.80
780	65.70	67.60		1.90
800	66.81	67.80		0.99
820	68.90	68.00	0.90	
840	70.70	68.20	2.50	
850	70.92	68.30	2.62	
860	70.10	68.40	1.70	
880	68.15	68.60		0.45
900	67.00	68.80		1.80
920	68.40	69.00		0.60
940	70.00	69.20	0.80	
960	70.59	69.40	1.19	
980	70.21	69.60	0.61	
3+000	69.02	69.80		0.78
020	67.40	70.00		2.60



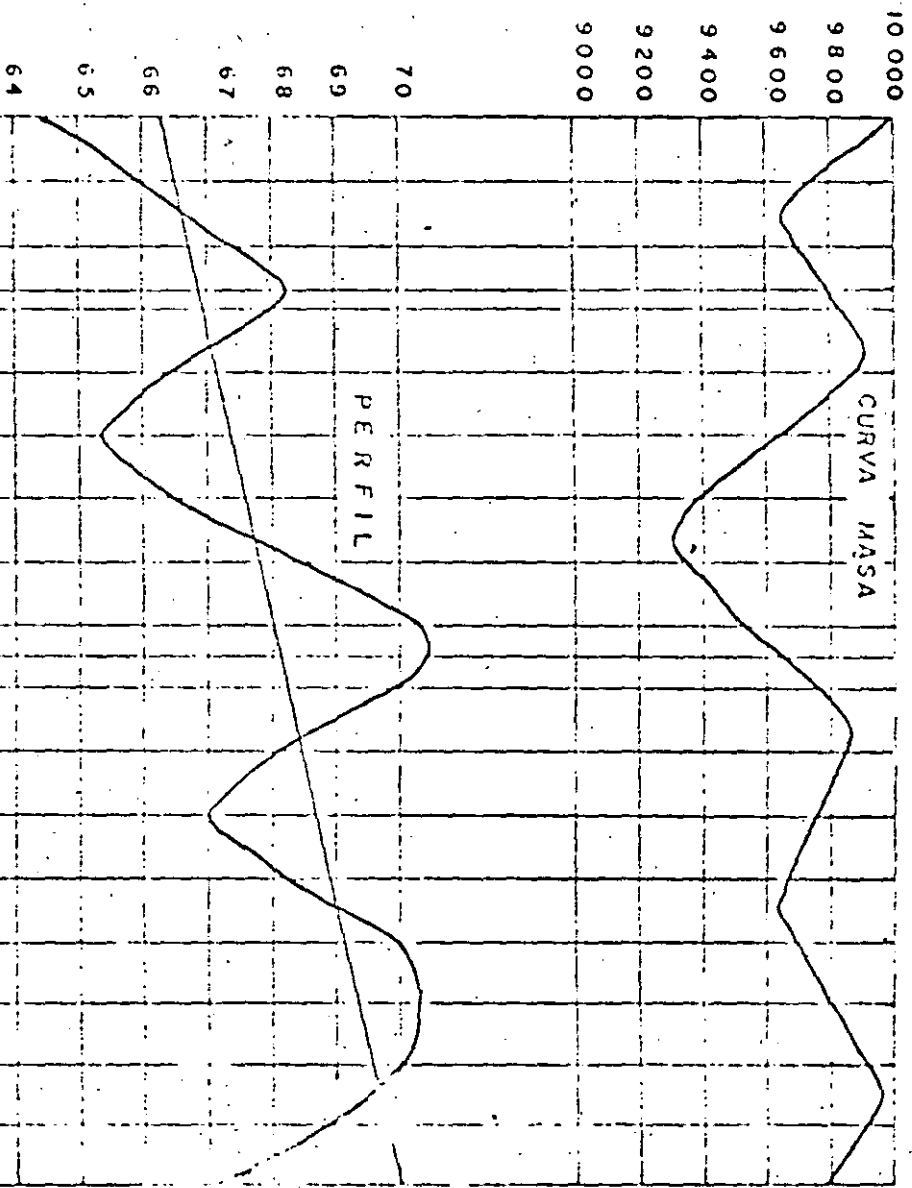
ERMS

ESTACION	Elevaciones		Espesores		AREAS		A ₁ + A ₂		SEMI-DISTAN- CIA.	Volumen		Coeficiente de Abundamiento		Volumenes Abundados		Suma algebr. Vols. Abos.		ORDENA- DAS		
	Terreno	Rosante	C	T	C	T	C	T		C	T	C	T	C	T	C	T	+	-	CURVA MASA
2+680	64.80	66.60		1.80		18.2													10 000	
700	66.00	66.80		0.80		8.9		27.1	10.0		271				271		271		9 729	
720	67.80	67.00	0.80		4.5		4.5	8.9	10.0	45	89	1.2		54	89		35		9 694	
734	68.55	67.14	1.41		7.1		11.6		7.0	81		1.2		97		97			9 791	
740	68.20	67.20	1.00		5.2		12.3		3.0	37		1.2		44		44			9 835	
760	66.60	67.40		0.80		1.4	5.2	1.4	10.0	52	14	1.2		62	14	48			9 883	
780	65.70	67.60		1.90		22.0		23.4	10.0		234				234		234		9 649	
800	66.81	67.80		0.99		6.4		28.4	10.0		284				284		284		9 365	
820	68.90	68.00	0.90		5.2		5.2	6.4	10.0	52	64	1.2		62	64		2		9 353	
840	70.70	68.20	2.50		8.3		13.5		10.0	135		1.2		162		162			9 525	
850	70.92	68.30	2.62		11.8		20.1		5.0	100		1.2		120		120			9 645	
860	70.10	68.40	1.70		8.7		20.5		5.0	103		1.2		124		124			9 769	
880	68.15	68.60		0.45		2.4	8.7	2.4	10.0	87	24	1.2		104	24	80			9 849	
900	67.00	68.80		1.80		6.3		8.7	10.0		87				87		87		9 762	
920	68.40	69.00		0.60		2.8		9.1	10.0		91				91		91		9 671	
940	70.00	69.20	0.80		4.1		4.1	2.8	10.0	41	28	1.2		49	28	21			9 692	
960	70.59	69.40	1.19		5.7		9.8		10.0	98		1.2		118		118			9 810	
980	70.21	69.60	0.61		3.4		9.1		10.0	91		1.2		109		109			9 919	
3+000	69.02	69.80		0.78		3.1	3.4	3.1	10.0	31	31	1.2		41	31	10			9 929	
020	67.40	70.00		2.60		11.4		14.5	10.0		145				145		145		9 784	

PROPIEDADES DE LA CURVA MASA:

- 1).- ENTRE LOS LÍMITES DE UNA EXCAVACIÓN, LA CURVA CRECE DE IZQUIERDA A DERECHA Y DECRECE -- CUANDO HAY TERRAPLÉN.
- 2).- EN LAS ESTACIONES DONDE HAY CAMBIO DE EXCAVACIÓN A RELLENO (LÍNEA DE PASO), HABRÁ UN -- MÁXIMO, Y VICEVERSA.
- 3).- CUALQUIER LÍNEA HORIZONTAL QUE CORTE A LA -- CURVA, MARCARÁ PUNTOS CONSECUTIVOS ENTRE LOS CUALES HABRÁ COMPENSACIÓN, ES DECIR, QUE -- ENTRE ELLOS EL VOLUMEN DE CORTE IGUALA AL DE TERRAPLÉN.
- 4).- LA DIFERENCIA DE ORDENADAS ENTRE DOS PUNTOS, REPRESENTARÁ EL VOLUMEN DE TERRACERÍA DENTRO DE LA DISTANCIA COMPRENDIDA ENTRE ESOS DOS -- PUNTOS.
- 5).- CUANDO LA CURVA QUEDA ENCIMA DE LA LÍNEA -- HORIZONTAL COMPENSADORA QUE SE ESCOGE PARA -- EJECUTAR LA CONSTRUCCIÓN, LOS ACARREOS DE -- MATERIAL SE HARÁN HACIA ADELANTE, Y CUANDO -- LA CURVA QUEDE ABAJO, LOS ACARREOS SERÁN -- HACIA ATRÁS.
- 6).- EL ÁREA COMPRENDIDA ENTRE LA CURVA MASA Y -- UNA HORIZONTAL CUALQUIERA COMPENSADORA, ES -- EL PRODUCTO DE UN VOLUMEN POR UNA DISTANCIA, Y NOS REPRESENTA EL VOLUMEN POR LA LONGITUD -- MEDIA DE ACARREO.

ESTACION	Elevaciones		Espesores	
	Terreno	Proy	C	T
2+650	64.80	66.60		1.80
700	66.00	66.80		0.80
720	67.80	67.00	0.80	
734	68.55	67.14	1.41	
740	68.20	67.20	1.00	
760	66.60	67.40		0.80
780	65.70	67.60		1.90
800	66.81	67.80		0.99
820	68.90	68.00	0.90	
840	70.70	68.20	2.50	
850	70.92	68.30	2.62	
860	70.10	68.40	1.70	
880	68.15	68.60		0.45
900	67.00	68.80		1.80
920	68.40	69.00		0.60
940	70.00	69.20	0.80	
960	70.59	69.40	1.19	
980	70.21	69.60	0.61	
3+000	69.02	69.80		0.78
020	67.40	70.00		2.60



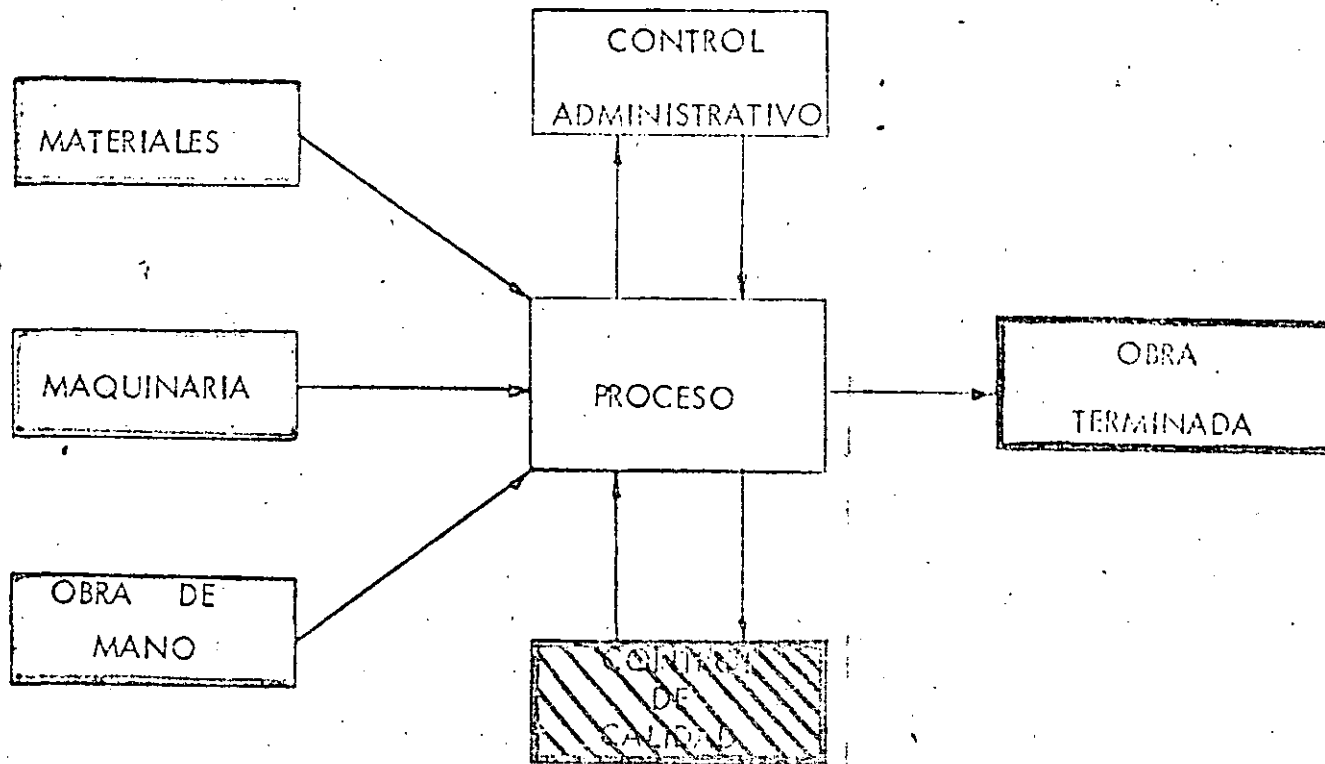
FRMS

//

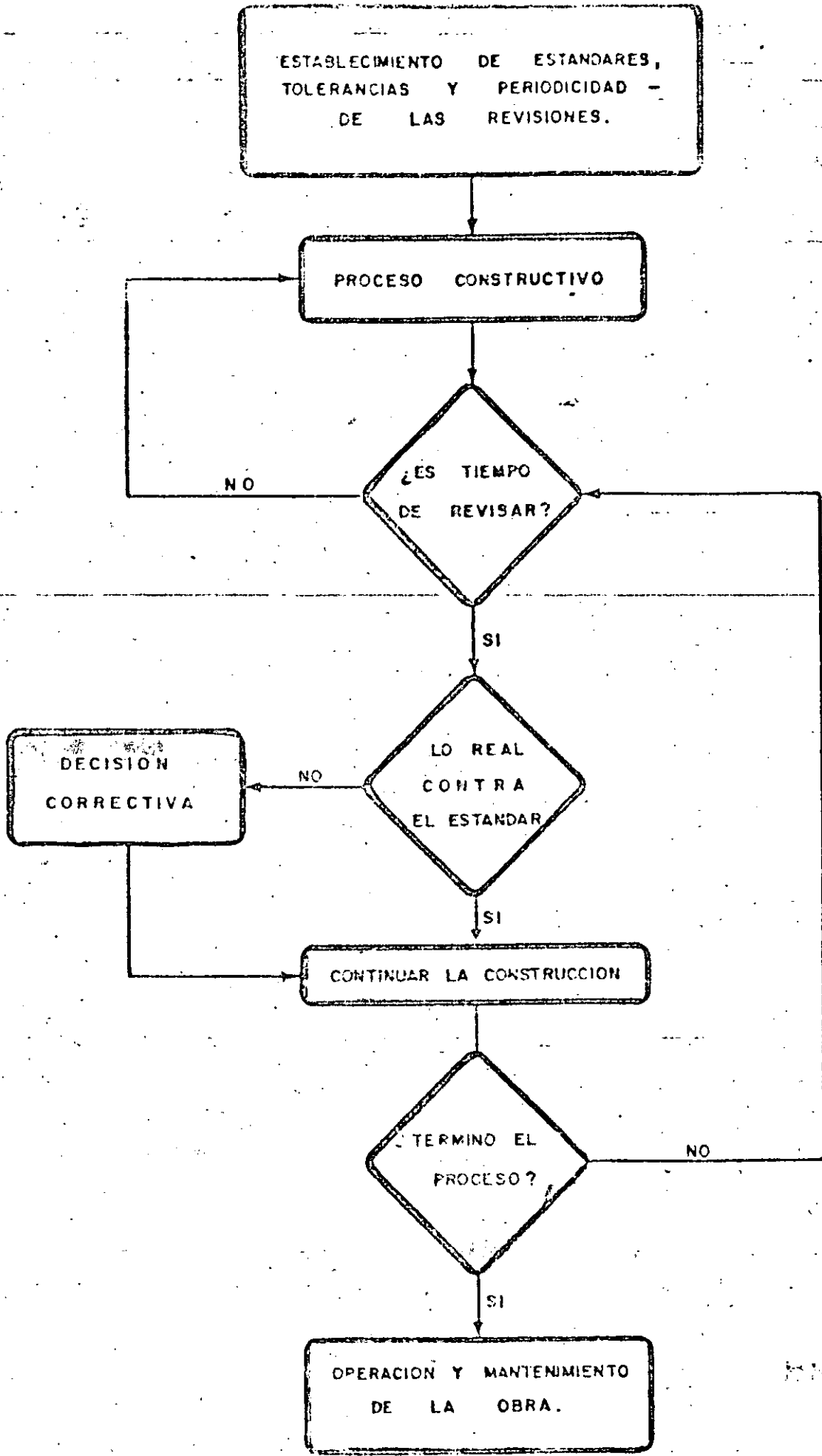
MATERIAL A, ES EL BLANDO O SUELTO, QUE PUEDE SER EFICIENTEMENTE EXCAVADO CON ESCREPA DE CAPACIDAD ADECUADA PARA SER JALADA CON TRACTOR DE ORUGAS, DE 90 A 100 CABALLOS DE POTENCIA EN LA BARRA, SIN AUXILIO DE ARADOS O TRACTORES EMPUJADORES, AUNQUE AMBOS SE UTILICEN PARA OBTENER MAYORES RENDIMIENTOS. ADEMÁS, SE CONSIDERAN COMO MATERIAL A, LOS SUELOS POCO O NADA CEMENTADOS CON PARTICULAS HASTA DE 7.5 CENTIMETROS. LOS SUELOS AGRICOLAS, LOS LIMOS Y LAS ARENAS, SON EJEMPLOS DE MATERIAL COMUNMENTE CLASIFICADOS COMO DEL TIPO A.

MATERIAL B, ES EL QUE POR LA DIFICULTAD DE EXTRACCION Y CARGA, SOLO PUEDE SER EFICIENTEMENTE EXCAVADO POR TRACTOR DE ORUGAS CON CUCHILLA DE INCLINACION VARIABLE, DE 110 A 160 CABALLOS DE POTENCIA EN LA BARRA, O CON PALA MECANICA DE CAPACIDAD MINIMA DE UN METRO CUBICO, SIN EL USO DE EXPLOSIVOS, AUNQUE POR CONVENIENCIA SE UTILICEN ESTOS PARA AUMENTAR EL RENDIMIENTO; O BIEN, QUE PUEDA SER AFLOJADO CON ARADO DE 6 TONELADAS, JALADO CON TRACTOR DE ORUGAS. ADEMAS, SE CONSIDERAN COMO MATERIAL B, LAS PIEDRAS SUELTAS MENORES DE 75 CENTIMETROS Y MAYORES DE 7.5 CENTIMETROS. LOS MATERIALES COMUNMENTE CLASIFICABLES COMO MATERIAL B, SON LAS ROCAS MUY ALTERADAS, CONGLOMERADOS MEDIANAMENTE CEMENTADOS, ARENISCAS BLANDAS Y TEPETATES.

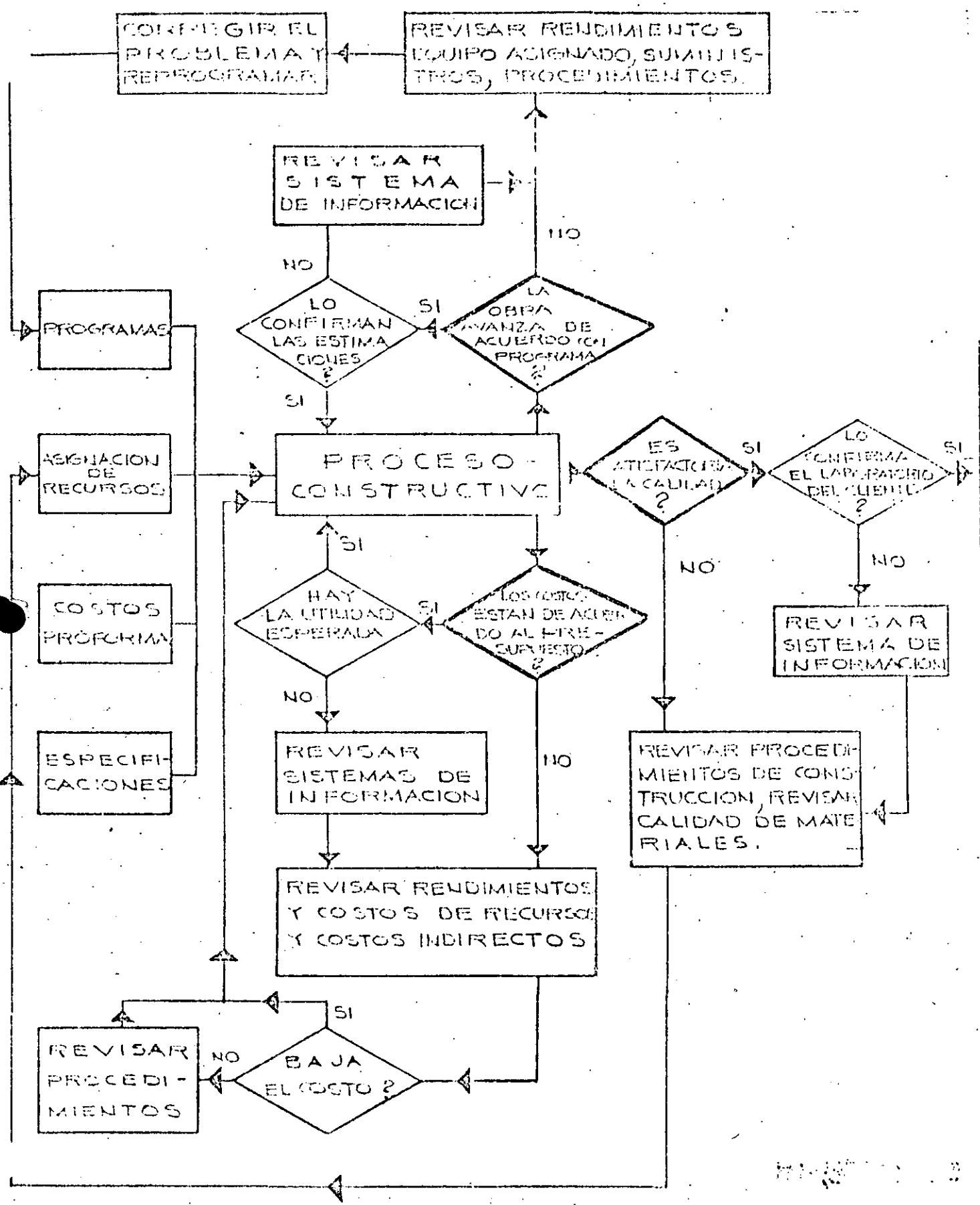
MATERIAL C, ES EL QUE POR SU DIFICULTAD DE EXTRACCION, SOLO PUEDE SER EXCAVADO MEDIANTE EL EMPLEO DE EXPLOSIVOS; ADEMAS, SE CONSIDERAN COMO MATERIAL C, LAS PIEDRAS SUELTAS CON UNA DIMENSION MAYOR DE 75 CENTIMETROS. ENTRE LOS MATERIALES CLASIFICABLES COMO MATERIAL C, SE ENCUENTRAN LAS ROCAS BASALTICAS, LAS ARENISCAS Y CONGLOMERADOS FUERTEMENTE CEMENTADOS, CALIZAS, RIOLITAS, GRANITOS Y ANDESITAS SANAS.



REPRESENTACION GRAFICA DEL PROCESO CONSTRUCTIVO



FLUJO DE INFORMACION



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 representará esta suma por las notaciones más simples ΣX , ΣX_j o $\sum X_j$. El símbolo Σ es la letra griega mayúscula zeta, denotando sumación.

Ejemplo 1. $\sum_{j=1}^N X_j Y_j = X_1 Y_1 + X_2 Y_2 + X_3 Y_3 + \dots + X_N Y_N$

Ejemplo 2. $\sum_{j=1}^N a X_j = a X_1 + a X_2 + \dots + a X_N$
 $= a(X_1 + X_2 + \dots + X_N) = a \sum_{j=1}^N X_j$

donde a es una constante. Más sencillamente, $\Sigma aX = a\Sigma X$.

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

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_N}{N} = \frac{\sum_{j=1}^N X_j}{N} = \frac{\Sigma X}{N} \tag{1}$$

Ejemplo: La media aritmética de los números 8, 3, 5, 12, 10 es

$$\bar{X} = \frac{8 + 3 + 5 + 12 + 10}{5} = \frac{38}{5} = 7.6$$

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

$$\bar{X} = \frac{f_1 X_1 + f_2 X_2 + \dots + f_k X_k}{f_1 + f_2 + \dots + f_k} = \frac{\sum_{j=1}^k f_j X_j}{\sum_{j=1}^k f_j} = \frac{\sum fX}{\sum f} = \frac{\sum fX}{N} \quad (2)$$

donde $N = \sum f$ 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

$$\bar{X} = \frac{(3)(5) + (2)(8) + (4)(6) + (1)(2)}{3 + 2 + 4 + 1} = \frac{15 + 16 + 24 + 2}{10} = \frac{57}{10} = 5,7$$

MEDIA ARITMETICA 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

$$\bar{X} = \frac{w_1 X_1 + w_2 X_2 + \dots + w_k X_k}{w_1 + w_2 + \dots + w_k} = \frac{\sum w_j X_j}{\sum w_j} \quad (3)$$

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 tres veces los exámenes parciales y un estudiante tiene una nota de examen final de 85 y notas de exámenes parciales de 70 y 90, su nota final será

$$\bar{X} = \frac{(1)(70) + (1)(90) + (3)(85)}{1 + 1 + 3} = \frac{415}{5} = 83$$

PROPIEDADES DE LA MEDIA ARITMETICA

(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 $8 - 7,6, 3 - 7,6, 5 - 7,6, 12 - 7,6, 10 - 7,6$ ó 0,4, -4,6, -2,6, 4,4, 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_j 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, \dots, f_k números tienen de media m_k , entonces la media de todos los números es

$$\bar{X} = \frac{f_1 m_1 + f_2 m_2 + \dots + f_k m_k}{f_1 + f_2 + \dots + f_k} \quad (4)$$

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 $d_j = X_j - A$ son las desviaciones de X_j de A , las ecuaciones (1) y (2) se convierten en

$$\bar{X} = A + \frac{\sum_{j=1}^k d_j}{N} = A + \frac{\sum d}{N} \quad (5)$$

$$\bar{X} = A + \frac{\sum_{j=1}^k f_j d_j}{\sum_{j=1}^k f_j} = A + \frac{\sum f d}{N} \quad (6)$$

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 *variación* 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 simple anotación de los números mayor y menor. En el ejemplo anterior esto sería indicado como 2 a 12 ó 2-12.

DESVIACION MEDIA, O PROMEDIO DE DESVIACION, de una serie de N números X_1, X_2, \dots, X_N viene definido por

$$\text{Desviación Media} = \text{M.D.} = \frac{\sum_{i=1}^N |X_i - \bar{X}|}{N} = \frac{\sum |X - \bar{X}|}{N} = \overline{|X - \bar{X}|} \quad (1)$$

donde \bar{X} es la media aritmética de los números y $|X_i - \bar{X}|$ es el valor absoluto de las desviaciones de las 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_k se presentan con frecuencias f_1, f_2, \dots, f_k , respectivamente, la desviación media puede escribirse como

$$\text{Desviación media} = \text{M.D.} = \frac{\sum_{i=1}^k f_i |X_i - \bar{X}|}{N} = \frac{\sum f |X - \bar{X}|}{N} = \overline{|X - \bar{X}|} \quad (2)$$

donde $N = \sum_{i=1}^k f_i = \sum f$. 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 SEMINTERCUARTILICO O DESVIACION CUARTILICA de una serie de datos se define por

$$\text{Rango semiintercuartílico} = Q = \frac{Q_3 - Q_1}{2} \quad (3)$$

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 semiintercuartílico es más utilizado como medida de dispersión.

RANGO ENTRE PERCENTILES 10-90 de una serie de datos viene definido por

$$\text{Rango percentil 10-90} = P_{90} - P_{10} \quad (4)$$

Donde P_{10} y P_{90} son los percentiles décimo y noagésimo de los datos (véase Problema 8). El rango semipercentil 10-90, $\frac{1}{2}(P_{90} - P_{10})$, puede también emplearse aunque su empleo no es común.

DESVIACION TIPICA de una serie de N números X_1, X_2, \dots, X_N se representa por s y se define por

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X})^2}{N}} = \sqrt{\frac{\sum (\bar{X} - \bar{X})^2}{N}} = \sqrt{\frac{\sum \bar{X}^2}{N}} = \sqrt{(X - \bar{X})^2} \quad (5)$$

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_k se presentan con frecuencias f_1, f_2, \dots, f_k , respectivamente, la desviación típica puede escribirse como

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^k f_i (X_i - \bar{X})^2}{N}} = \sqrt{\frac{\sum f_i (X_i - \bar{X})^2}{N}} = \sqrt{\frac{\sum f_i x_i^2}{N}} = \sqrt{(X - \bar{X})^2} \quad (6)$$

donde $N = \sum_{i=1}^k f_i = \sum f_i$. 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 una 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 siempre multiplicando 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 ²	Espécimen	Resistencia kg/cm ²
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	288	73	217
24	308	74	213
25	281	75	224
26	265	76	204
27	279	77	208
28	314	78	202
29	308	79	208
30	293	80	198
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	215
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	268	98	204
49	257	99	187
50	270	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.

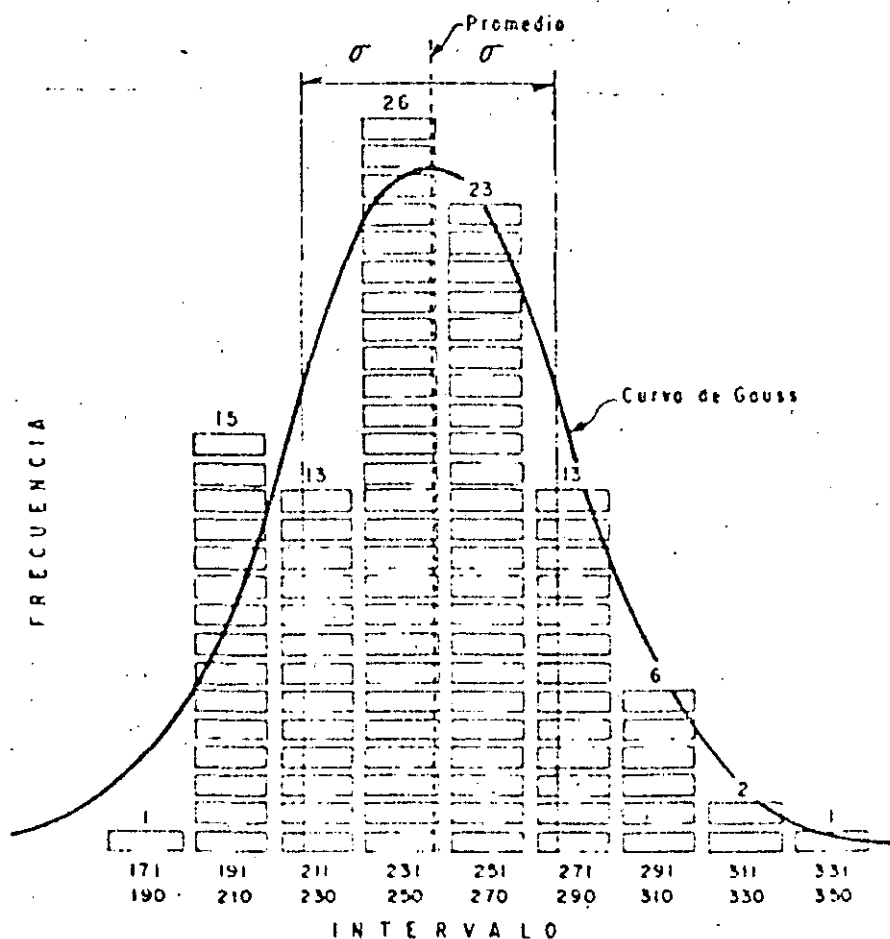


Figura 1. Histogramas de los datos de la Tabla 1.

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, σ , 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.

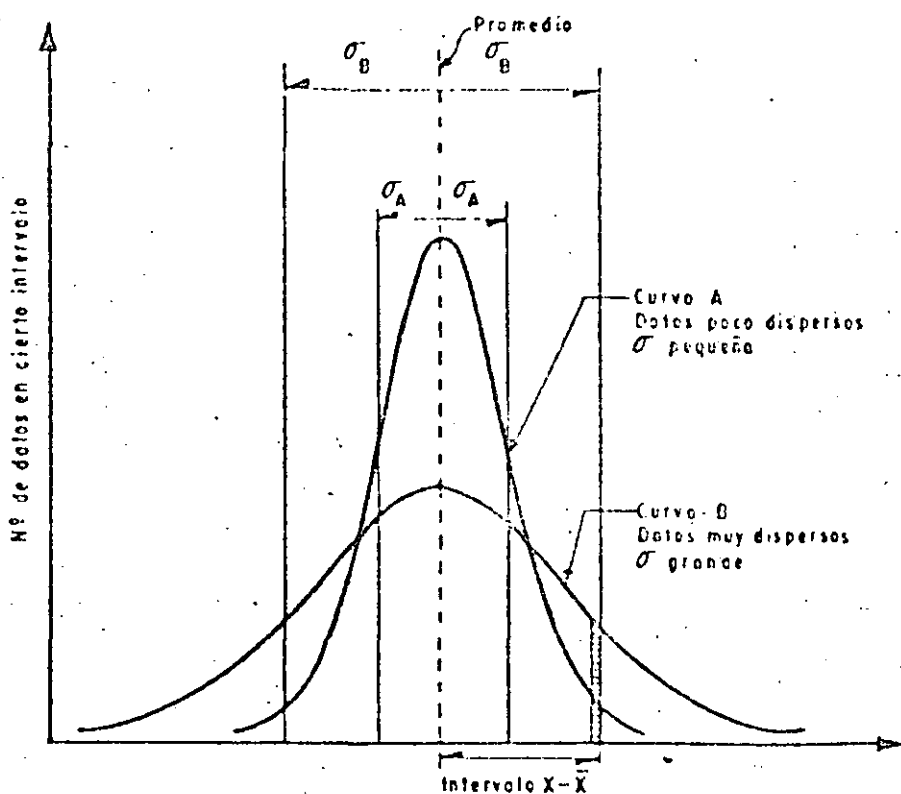


Figura 2. Formas de la curva de distribución normal.

El valor σ^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 μ = media, σ = desviación típica, $\pi = 3,14159\dots$, $e = 2,71828\dots$

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 $z = 0$.

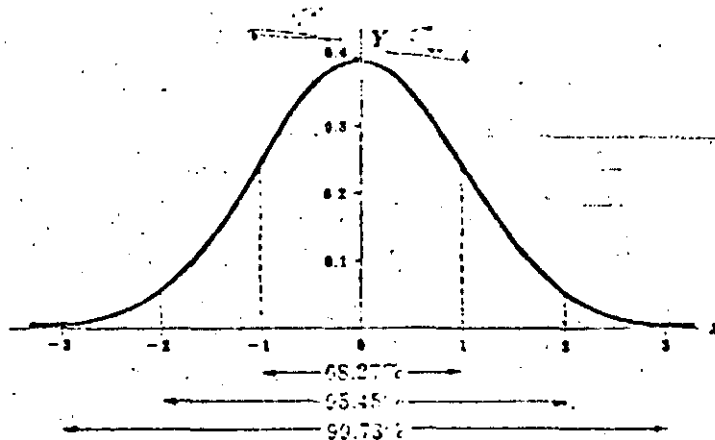


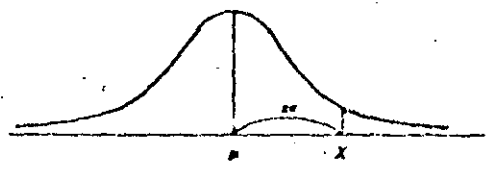
Fig. 7-1

Tabla 7-2

Media	μ
Varianza	σ^2
Desviación típica	σ
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.

TABLA 1
Áreas bajo la curva normal



Ejemplo

$$Z = \frac{X - \mu}{\sigma}$$

$$P[Z > 1] = .1587$$

$$P[Z > 1.96] = .0250$$

Dev. normal z	.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	.0067	.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	.0029	.0027	.0026
2.8	.0026	.0025	.0024	.0023	.0022	.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 DISTRIBUCIÓN 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 dicha tabla se va hacia abajo en la columna encabezada por z hasta alcanzar 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 $P\{0 \leq z \leq 1,2\}$.

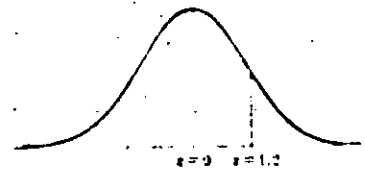


Fig. 7-2(d)

(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 3.

El resultado 0,2518 es el área pedida y representa la probabilidad de que z esté entre -0,68 y 0, denotado por $P\{-0,68 \leq z \leq 0\}$.

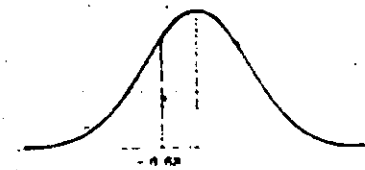


Fig. 7-2(b)

(c) Entre $z = -0,46$ y $z = 2,21$.

Área pedida = (área entre $z = -0,46$ y $z = 0$) + (área entre $z = 0$ y $z = 2,21$)
= (área entre $z = 0$ y $z = 0,46$) + (área entre $z = 0$ y $z = 2,21$)
= 0,1772 + 0,4864 = 0,6636.

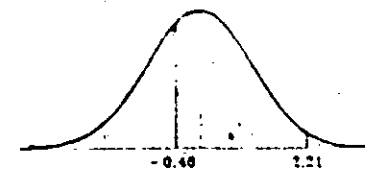


Fig. 7-2(c)

(d) Entre $z = 0,81$ y $z = 1,94$.

Área pedida = (área entre $z = 0$ y $z = 1,94$) - (área entre $z = 0$ y $z = 0,81$)
= 0,4738 - 0,2910 = 0,1828.



Fig. 7-2(d)

Ejemplo 1

Determinar la probabilidad de ensayos por debajo de f'_c que aparezcan en el proyecto siguiente:

Supongamos que:

$$\begin{aligned}
 f'_c &= 200 \\
 \bar{X} &= 259 \\
 \sigma &= 35 \\
 \bar{X} - f'_c &= 259 - 200 = 55 \text{ kg/cm}^2 \\
 55 &= \frac{55}{35} \sigma = 1.57
 \end{aligned}$$

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/cm².

Ejemplo 2

Supongamos que a un proyectista de especificaciones le gustaría limitar al 5 por ciento la probabilidad de ensayos inferiores a 200 y obtener un valor de 32 kg/cm² 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:

$$\begin{aligned}
 \bar{X} &= f'_c + 1.65 \sigma & \bar{X} &= 200 + 53 \\
 \bar{X} &= 200 + 1.65 \times 32 & \bar{X} &= 253 \text{ kg/cm}^2
 \end{aligned}$$

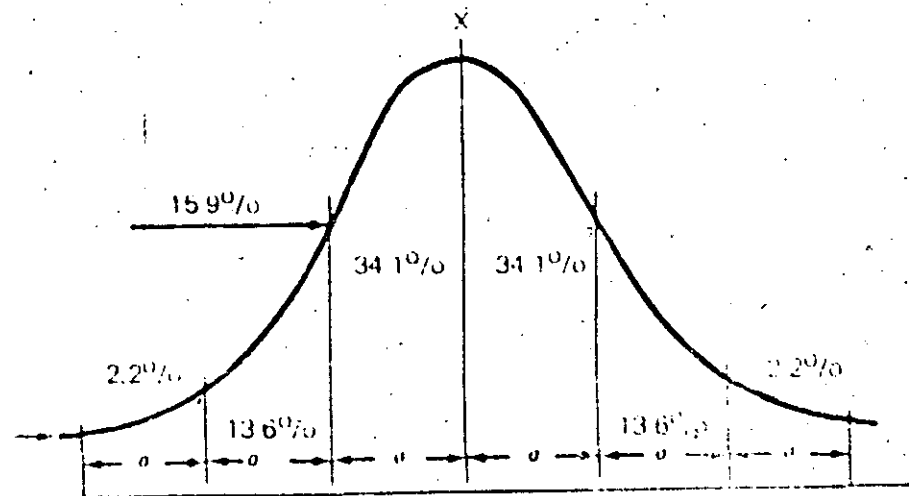


Fig. 3. División del área situada debajo de la curva de distribución de frecuencia normal, basada en desviaciones de λ en múltiplos σ .

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	$f'_c + 2.5\sigma$	0.6
$f'_c + 1.1\sigma$	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 una serie de resultados de especimenes de concreto a la edad de 28 dias y se necesita saber la uniformidad y calidad de este.

D A T O S :

f'c. de proyecto = 250 Kg/cm.²

No. de muestra: 36

Especimenes por muestra: 2

El diseño de la estructura fue realizado por el método de diseño plástico, concreto de calidad B.

EVALUACION DE LA UNIFORMIDAD DE LA PRODUCCION Y VARIACION DE ENSAYOS

Muestra No.	Resistencia en Kg/cm. ²		Promedio Kg/cm. ²	Intervalo Kg/cm. ²	Promedio de 3 muestras consecutivas.
	Cil. 1	Cil. 2			
21	237	246	241	9	236 **
22	229	243	236	14	239 **
25	231	231	231	0	234 **
26	247	255	251	8	230 **
27	228	215	221	13	216 **
28	223	212	217	11	221 **
29	207	212	209	5	224 **
30	235	233	237	4	247 **
31	225	227	226	2	247 **
32	277	281	279	4	252
33	233	239	236	6	248 **
34	244	240	242	4	263
50	264	270	267	6	284
51	280	280	280	0	293
58	305	305	305	0	289
59	293	298	295	5	293
60	255	270	267	5	280
61	317	317	317	0	297
62	258	250	257	2	293
69	316	318	317	2	288
70	308	309	308	5	269
78	240	245	240	5	261
79	259	259	259	0	263
80	287	276	281	11	259
86	250	251	250	1	235 **
87	245	245	246	3	236 **
88	210	207	208	3	263
95	251	255	253	4	270
96	333	325	329	8	284
104	303	254	248	11	254

Muestra No.	Resistencia en Kg/cm. ²		Promedio Kg/cm. ²	Intervalo Kg/cm. ²	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	----

$$\text{Media} = \bar{x} = \frac{9331}{36} = 259 \text{ Kg/cm.}^2$$

$$\text{Desviación estándar} = \sigma = \sqrt{\frac{35349.64}{36}} = 31.34 \text{ Kg/cm.}^2$$

$$\text{Media de Intervalos} = \bar{h} = \frac{177}{36} = 4.92 \text{ Kg/cm.}^2$$

$$\text{Desviación estándar de los ensayos} = \sigma_1 = \frac{1}{1.128} \times 4.92 = 4.36 \text{ Kg/cm.}^2$$

(d = 1.128 Tabla.)

$$\text{Coeficiente de variación de los ensayos} = V_1 = \frac{4.36}{259} \times 100 = 1.68\%$$

$$\text{+ Porcentaje de promedios abajo de } f'c = \frac{16}{36} \times 100 = 44.44\%$$

CONCLUSIONES ESTADÍSTICAS

- 1.- El promedio de las muestras es $f'c = 259 \text{ Kg/cm.}^2$
- 2.- Indica aquellos promedios de las muestras cuya resistencia es de más de 35 Kg/cm.^2 por debajo del $f'c$ de proyecto (N. O. 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. O. M. C - 155 - 1981, 5.1.1.2.b.)
- 4.- La desviación estándar de las muestras es de 31.34 Kg/cm.^2 de donde se deduce de la tabla 1 que el grado de control de la uniformidad en la

fabricación del concreto es bueno (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 $f'c$ de proyecto y el límite aceptado es del 10% para diseño plástico o prefabricado, por lo tanto estas muestras no cumplen esta especificación (N. C. E. - 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/cm² por debajo del $f'c$ de proyecto estas muestras en estudio, ningún promedio puede tener una resistencia de más de 35 Kg/cm² 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. C. E. - C - 155 - 1981, 5.1.1.2.b.)

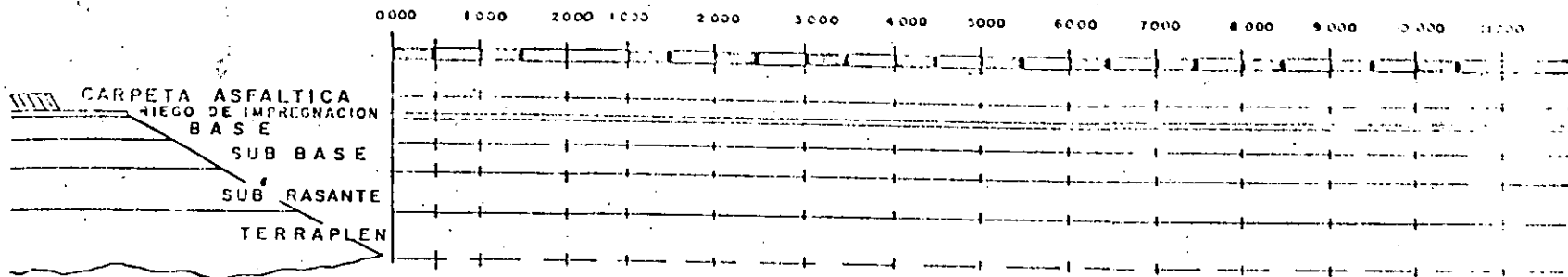
De acuerdo a estos datos estadísticos, se puede concluir que la deficiencia en la resistencia del concreto se puede deber a un mal cálculo de la dosificación de los elementos que componen el concreto, por lo que se recomienda, que con los datos obtenidos se vuelva a calcular la resistencia requerida de la mezcla for.

N°. de Cuenta	CONCEPTO	Unidad	P. U.	ACUMULADO ANT.		ESTA SEMANA		ACUM. A LA FECHA	
				VOLUMEN	IMPORTE	VOLUMEN	IMPORTE	VOLUMEN	IMPORTE
01	MEGAPALME BANCOS	M3	76.28	14,194	1'082,718	-	-	14,194	1'082,718
	EXCAVACION MATERIAL APPROV.	M3	84.84	118,383	11'219,857	5,836	553,088	124,139	11'773,343
	EXCAVACION MATERIAL "A"	M3	442.50	1,600	708,800	400	177,000	2,000	885,800
	EXCAVACION MATERIAL "B"	M3	58.89	19,242	1'722,061	-	-	19,242	1'722,061
	EXCAVACION BACHES	M3	58.89	11,219	680,687	-	-	11,219	680,687
	EXCAVACION BACHES	M3	55.88	2,714	151,658	255	14,249	2,969	165,908
	EXCAVAC. MATERIAL APPROV. SUB-R.	M3	94.54	7,770	736,307	-	-	7,770	736,307
	EXCAVACION MAT. "B" BANCOS	M3	102.90	11,329	1'164,621	3,817	392,388	15,146	1'557,009
	EXCAVACION MAT. APPROV. P/BACHES	M3	84.84	2,658	252,085	-	-	2,658	252,085
	EXCAVACION CANAL EN AGUA	M3	84.28	209	17,614	-	-	209	17,614
	BACHES 4" d	ER.	346.34	225	77,926	-	-	225	77,926
	EXCAV. MANUAL MAT. "B"	M3	650.52	4	2,602	-	-	4	2,602
	TOTAL CTA: 01				17'986,736			1'137,123	
02	RELLENO CON TEZONTE	M3	236.36	8,675	2'056,423	857	202,561	9,532	2'258,984
	(*) 15-06-6 FORMACION TEZONTE	M3	80.92	11,566	935,921	857	69,348	12,423	1'005,269
	AFINE DE TERRENO	KM	21,915.89	5	119,579	-	-	5	119,579
	FORMACION Y COMPACT. TERRAPLEN	M3	50.61	109,512	5'542,402	6,711	339,644	116,223	5'882,046
	AGUA P/COMPACT. TERRAPLEN	M3	98.46	17,498	1'722,853	1,007	99,149	18,505	1'822,002
	AGUA P/CONSERV. HANEDRO	M3	98.46	968	95,379	-	-	968	95,379
	AGUA P/COMPACT. TERRENO NAT.	M3	98.46	657	84,380	-	-	657	84,380
	ACARRADO AGUA 8 KM.	M3	24.99	155,030	3'873,450	8,056	201,319	163,056	4'074,769
	FORMACION Y COMPACT. SUB-RASANTE	M3	154.00	7,149	1'100,946	-	-	7,149	1'100,946
	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
	S/ACARRADO AGUA P/TERRENO NAT.	M3-KM	29.99	15,648	391,043	-	-	15,648	391,043
	TOTAL CTA: 02				16'891,588			912,021	
03	ACARRADO TEZONTE 1°. KM.	M3	38.35	13,445	518,516	1,071	41,073	14,516	559,589
	ACARRADO KM-SUB. (7) TEZONTE	M3-KM	15.68	106,053	1'662,911	8,558	134,346	114,621	1'797,257
	ACARRADO TERRESTRE 1°. KM. TERRAPLEN	ER M3.	38.35	150,138	5'757,792	7,395	279,763	157,433	6'037,555
	ACARRADO TERRESTRE 1°. KM. SUB-R.	M3	38.35	17,507	673,694	-	-	17,507	673,694
	ACARRADO 1°. KM. PROD. BACHES	M3	38.35	2,461	94,379	-	-	2,461	94,379
	ACARRADO 2 KM-SUB. PROD. BACHES	M3-KM	15.68	2,172	34,968	-	-	2,172	34,968
	ACARRADO 1°. KM. PROD. LESP.Y C.	M3	38.35	25,728	986,569	4,770	182,930	30,498	1'169,509
	TOTAL CTA: 03				9'726,339			616,112	
05	OBRAS DE ARTE*	LOTE			4'717,286	-	-		4'717,286
	*NOTA: VER HOJA A'EXA.								
TOTALES ESTA SEMANA				49'130,079			3'783,214		52'913,293

No. de Cuenta	CONCEPTO	Unidad	P. U.	ACUMULADO ANTE		ESTA SEMANA		ACUM. A LA FECHA	
				VOLUMEN	MONTE	VOLUMEN	MONTE	VOLUMEN	MONTE
	ESPALME BANDA	MS	75.28	13,394	1'001,594	900	51,124	14,194	1'052,718
	EXTRACCION MAT. APROXIMABLE	MS	34.84	111,609	10'613,450	6,354	808,407	118,303	11'721,857
	EXTRACCION MATERIAL "M"	MS	42.50	1,101	486,750	500	221,750	1,600	708,500
	EXTRACCION MATERIAL "M"	MS	18.89	18,242	1'722,001	-	-	18,242	1'722,001
	EXTRACCION BARRILES	MS	51.80	10,870	640,134	349	20,553	11,219	660,687
	EXTRACCION BARRILES	MS	56.89	1,714	151,659	-	-	2,714	151,659
	EXTRACCION MAT. APROV. SUB-R.	MS	94.84	7,770	735,907	-	-	7,770	735,907
	EXTRACCION MAT. "B" BANDA	MS	110.60	10,829	1'113,230	500	51,430	11,329	1'164,660
	EXTRACCION MAT. APROV. P/BAL.	MS	30.84	2,669	252,085	-	-	2,669	252,085
	EXTRACCION C/MAQ. EN AGUA	MS	84.28	209	17,614	-	-	209	17,614
	BARRIL "B"	MS	345.34	198	68,575	27	9,351	225	77,926
	EXTR. MATERIAL MAT. "B"	MS	600.52	4	2,802	-	-	4	2,802
	T O T A L			CTA. 01	15'826,751		969,885		17'796,636
02	SELLEROS CON TERCIOTE	MS	256.35	7,286	1'722,119	1,389	328,304	8,675	2'050,423
	10-15-18-5 FORMACION TERCIOTE	MS	80.82	10,177	823,523	1,389	112,389	11,566	935,912
	ARMER DE TERCIOTE	MM	33,813.80	5	119,579	-	-	5	119,579
	FORMACION Y COMPACT. TERRAPLEN	MS	10.51	103,630	5'244,714	5,882	297,888	109,512	5'542,602
	AGUA P/COMPACT. TERRAPLEN	MS	88.46	16,615	1'636,011	882	86,642	17,497	1'722,653
	AGUA P/COMPACT. HUMEDAD	MS	88.48	868	95,329	-	-	868	95,329
	AGUA P/COMPACT. TERREND NAT.	MS	88.46	857	84,380	-	-	857	84,380
	SARCAPES AGUA 8 KM.	MS-MM	14.99	147,844	3'697,121	7,056	176,329	155,000	3'873,450
	SARCAPES Y SARCAPES SUB-SARCAPES	MS	50.61	7,449	1'100,846	-	-	7,449	1'100,846
	COMPACT. TERREND NATURAL	MS	-	17,388	461,899	-	-	17,388	461,899
	AGUA P/COMPACT. TERREND NATURAL	MS	-	5,216	513,163	-	-	5,216	513,163
	SARCAPES AGUA P/TERREND NAT.	MS-MM	-	15,648	392,043	-	-	15,648	392,043
	T O T A L			CTA. 02	15'890,327		1'001,551		16'891,878
03	ADAPTES TERCIOTE 1º. NM.	MS	38.35	11,709	449,040	1,736	66,575	13,445	515,615
	ADAPTES NM-SUB. (7) TERCIOTE	MS-MM	15.68	89,957	1'363,486	19,056	298,426	106,053	1'661,911
	ADAPTES TERCIOTE 1º. NM. TERC.	MS	38.35	142,146	5'451,289	7,992	326,493	150,138	5'777,722
	ADAPTES TERCIOTE 1º. NM. SUB-R	MS	38.35	17,567	673,894	-	-	17,567	673,894
	ADAPTES 1º. NM. PROD. BARRILES	MS	38.35	2,481	94,379	-	-	2,481	94,379
	ADAPTES 2º. NM. PROD. BARRILES	MS-MM	15.68	2,232	38,993	-	-	2,232	38,993
	ADAPTES 1º. NM. PROD. DESP. Y C	MS	15.35	24,113	924,357	1,625	62,129	25,738	986,486
	T O T A L			CTA. 03	9'661,308		734,313		10'395,621
	TOTAL CTA. 05				6'469,385		250,209		7'728,594
	TOTALS ESTA SEMANA				46'175,720		2'956,359		49'132,079

CYP 409

BOULEVARD TOLUCA-ATLACOMULCO



	VOL. PROYECTO	AVANCE SEMANA	VOL. FALTANTE	AVANCE %	ZONAS CRITICAS
CARPETA ASFALTICA	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
RIEGO DE IMPREGNACION	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
B A S E	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
SUB BASE	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
SUB RASANTE	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
TERRAPLEN	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>



CONSTRUCCIONES, CONDUCCIONES Y PAVIMENTOS, S. A.
GASTOS GENERALES

OBRA

CUENTA N° _____ FECHA _____

SUB - CUENTAS	ACUMULADO ANTERIOR	MOVIMIENTO SEMANAL	ACUMULADO A LA FECHA	PORCENTAJE SOBRE C.D.	PORCENTAJE A. DE C.
01. SALARIOS PERS. TEC.	C				
	P				
02. SALARIOS PERS. ADMVO.	C				
	P				
03. SALARIOS PERS. VIG.	C				
	P				
04. GASTOS DE CONSUMO	C				
	P				
05. EQUIPO DE OFICINA	C				
	P				
06. PAPELERIA Y COPIAS	C				
	P				
07. GTOS. REPRESENTACION	C				
	P				
08. TRANSP. DE PERS.	C				
	P				
09. COMUNICACIONES.	C				
	P				
10. VIATICOS Y S. SUELDOS	C				
	P				
11. TRASLADO DE EQUIPO	C				
	P				
12. OFICINAS Y BODEGAS	C				
	P				
13. CAMPAMENTO	C				
	P				
14. OFICINA CENTRAL	C				
	P				
15. FINANCIAMIENTO	C				
	P				
16. FIANZAS, SEGUROS, LIC.	C				
	P				
17. IMPUESTOS	C				
	P				
18. IMPREVISTOS	C				
	P				
19.	C				
	P				
20.	C				
	P				
S U M A	C				
	P				



CONSTRUCCIONES, CONDUCCIONES Y PAVIMENTOS, S. A. GASTOS GENERALES

OBRA

CUENTA N° _____ FECHA _____

SUB - CUENTAS	ACUMULADO ANTERIOR	MOVIMIENTO SEMANAL	ACUMULADO A LA FECHA	PORCENTAJE SOBRE C.D.	PORCENTAJE A. DE 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

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.	C				
	P				
02- MANO DE OBRA SUB-CONTRATOS	C				
	P				
03- MAQUINARIA Y EQUIPO	C				
	P				
04- COMBUSTIBLES Y LUB.	C				
	P				
05- HERRAMIENTA	C				
	P				
06- FLETES	C				
	P				
07- MATERIALES	C				
	P				
08-	C				
	P				
09-	C				
	P				
10-	C				
	P				
11-	C				
	P				
12-	C				
	P				
13-	C				
	P				
14-	C				
	P				
15-	C				
	P				
16-	C				
	P				
17-	C				
	P				
S U M A	C				
	P				
GASTOS GENERALES	C				
	P				
T O T A L	C				
	P				

O. EJECUTADA	VOL. O. EJEC.	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	COSTO UNIT.	COSTO ANT.
_____	_____	_____	_____	_____	_____

AVANCE SEMANA DEL AL DE 1983.

OBRA EJECUTADA

CYP.S.A. 409 BOULEVARD - ATLACOMULCO

C U E N T A	U.	P.U	ACUM. ANTERIOR		ESTA SEMANA		ACUMULADO A LA FECHA	
			CANTIDAD	IMPORTE	CANTIDAD	IMPORTE	CANTIDAD	IMPORTE

CONTROL DE COSTOS

Por: Ings. Alfredo López Méndez y
Artemio 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. Teniendo datos escritos en un buen Informe de Costos, el Encargado de la Obra podrá analizar cuál o cuáles elementos influyeron determinadamente 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 Hídricos. Ponencia durante el VI Congreso Internacional de Ingeniería de Costos.

que las jefaturas analicen por comparación, la marcha de otras obras que se ejecutarán 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: MICHOCAN TURNO: LA QUINCENA DE ENERO DE 1966
 FRETE: CORTINA CUENTA: H-1

ARTICULOS	P. U.	UNID.	CANT.																IMPORTE
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
Dinamita Gelamex Extra 40:	6.00	kg.			25			50			25				20			120	1,020.00
Cañuela	0.20	kg.			50			100			20				150			410	123.00
Fulminantes	0.60	m.			100			150			100				200			550	330.00
Acero Barrenación 7/8"x0.80 m.	90.00	mts.					1											1	90.00
Acero Barrenación 7/8"x2.40 m.	130.00	mts.					2											2	260.00
Acero Barrenación 7/8"x4.00 m.	250.00	mts.									1							1	250.00
Acetate perforadoras	7.00	lit.									20							20	140.00
IMPORTE DINAMITA Y ARTIFICIOS (E)					225			429			211				585				1,473.00
IMPORTE CEMENTO (C)																			
IMPORTE MATERIALES VARIOS (M)							150				190								740.00
T O T A L S																		2,213.00	

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.

FRENTES 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 Despalmes

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 subsecuentes
- 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 subsecuentes

G-3	Colocación
Importe	"G"
H	Roca para enrocamiento, concretos, colcetros 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 colcetros (excluidos "H", "I", "J" y "K")
L-1	Concreto simple
L-2	Concreto reforzado
L-3	Concreto ciclopeo
L-4	Colcetros
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 carpenterías
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 al 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 destinen las salidas de consumo, de tal forma que faciliten 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 arroje 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 del 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: 1o. 3. DE ENERO DE 19 66

1	2	3	4	5	6	7	8
CATEGORIA	FRENTE	CUENTA	CANT.	SALARIO DIARIO 7o. DIA	IMPORTE E/ORDINARIO	IMPORTE EXTRA	TOTAL DEVENGADO
Esbozador	Cortina	M-1	1	37.33	37.33	32.00	69.33
Peones Anacleto	Cortina	M-1	5	18.20	91.00	72.00	163.00
Cabo en Roca	Cortina	H-4	1	26.10	26.10		26.10
Peones en Roca	Cortina	H-4	12	18.20	218.40		218.40
Peones Banderas	Cortina	F-3	2	18.20	36.40		36.40
Cabo	Vertedor	M-1	1	26.10	26.10		26.10
Albañiles	Vertedor	M-1	8	27.00	216.00		216.00
Peones	Vertedor	M-1	12	18.20	218.40		218.40
Carpintero	O. de Zona	J	2	30.15	60.20		60.20
Peones	O. de Zona	J	2	18.20	36.40		36.40
Albañiles	O. de Zona	L-1	4	27.00	108.00		108.00
Peones	O. de Zona	L-1	12	18.20	218.40		218.40
Cabo	Zona de Riego	O-1	1	26.10	26.10		26.10
Peones	Zona de Riego	O-1	20	18.20	364.00		364.00
Resumen:	Cortina	M-1	232.33				
	Cortina	H-4	244.50				
	Cortina	F-3	36.40				
	Vertedor	M-1	460.50				
	O. de Zona	J	96.60				
	O. de Zona	L-1	326.40				
	Zona de Riego	O-1	390.10				
			1,786.83				

NOTA: COLUMPIA 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 regilas, 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 acarreo 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 efectivas, "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 habersele 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 dependía, etc.

Forma Número 8.- "Control de Reparaciones de Maquinaria, Transportes, Equipo Ligero e

OBRA: CABALLEPIAS UBICACION: MICHOSCAN TURNO: 1a 3 DE ENERO DE 19 66
 NOMBRE DEL MECANICO O SOLDADOR: ALFONSO PEPEZ SOTO SALARIO (INC. 7o. DIA Y T-EXTRA) \$ 65.34
 NOMBRE DEL AYUDANTE: JOSE NUÑEZ GALVAN SALARIO (INC. 7o. DIA Y T-EXTRA) \$ 25.66
 NOMBRE DEL AYUDANTE: _____ SALARIO (INC. 7o. DIA Y T-EXTRA) \$ _____
 NOMBRE DEL AYUDANTE: _____ SALARIO (INC. 7o. DIA Y T-EXTRA) \$ _____
 TOTAL \$ 91.00

1	2	3	4	5	6
CLASE DE REPARACION	LECTURA HOROMETRO	No. ECCO.	DESC. DE LA MAQUINA	HORAS DE REPARACION	IMPORTE
Calibrar Tobedas Bombas Inyección	1 453	425-2	Motoescrpa	1	11.37
Conservación	825	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
Limpiar 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 índole 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 una soldadora propiedad de la empresa o terána 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.

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 Ito. Ecoo., 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 clavo, 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, estopines, 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 ó 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^3 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 20, 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^3 , 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^3 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 porqué 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, es 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 mayorés 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. ◻