

MOVIMIENTO DE TIERRAS: EXCAVACIONES Y TERRACERIAS

CAMINOS RURALES, S.C.T.

SALTILLO, COAHUILA, AGOSTO DE 1985

FECHA	HORA	TEMA	PROFESOR
LUNES 26	8:30 - 9:00	REGISTO	ING. FEDERICO ALCARAZ LOZANO
" "	9:00 - 12:00	COMPACTACION	ING. FEDERICO ALCARAZ LOZANO
" "	12:00 - 14:00	EXPLORACION DE ROCAS	ING. FEDERICO ALCARAZ LOZANO
" "	14:00 - 16:00	C O M I D A	
" "	16:00 - 20:00	EXPLORACION DE ROCAS	ING. FEDERICO ALCARAZ LOZANO
MARTES 27	9:00 - 13:00	PLANEACION Y PROGRAMACION	ING. ERNESTO MENDOZA SANCHEZ
" "	13:00 - 14:00	PRINCIPALES FACTORES QUE INFLUYEN EN LA SELECCION DE EQUIPO	ING. ERNESTO MENDOZA SANCHEZ
" "	14:00 - 16:00	C O M I D A	
" "	16:00 - 20:00	METODOS DE SELECCION DE EQUIPO	ING. ERNESTO MENDOZA SANCHEZ
MIERCOLES 28	9:00 - 11:00	REEMPLAZO DE EQUIPO	ING. ERNESTO MENDOZA SANCHEZ
" "	11:00 - 14:00	CONTROL	ING. ERNESTO MENDOZA SANCHEZ
" "	14:00 - 16:00	C O M I D A	
" "	16:00 - 19:00	TRACTORES	ING. CARLOS MANUEL CHAVARRI M.
" "	19:00 - 20:00	MOTOESCREPAS	ING. CARLOS MANUEL CHAVARRI M.
JUEVES 29	9:00 - 11:00	MOTOESCREPAS	ING. CARLOS MANUEL CHAVARRI M.
" "	11:00 - 13:00	CARGADORES	ING. CARLOS MANUEL CHAVARRI M.
" "	13:00 - 14:00	RETOEXCAVADORAS	ING. CARLOS MANUEL CHAVARRI M.
" "	14:00 - 16:00	C O M I D A	
" "	16:00 - 18:00	OTROS EQUIPOS	ING. CARLOS MANUEL CHAVARRI M.
" "	18:00 - 20:00	TECNICAS MODERNAS DE PRODUCCION DE AGREGADOS	ING. CARLOS MANUEL CHAVARRI M.

VIERNES 30

9:00 - 12:00

TECNICAS MODERNAS DE PRODUCCION
DE AGREGADOS

ING. CARLOS MANUEL
CHAVARRI M.

COORDINADOR DEL CURSO: ING. CARLOS MANUEL CHAVARRI M.

EVALUACION DEL PERSONAL

DOCENTE

CURSO: "MOVIMIENTO DE TIERRAS"

FECHA: DEL 26 AL 30 DE AGOSTO
SALTILLO, COAHUILA

	DOMINIO DEL TEMA	EFICIENCIA EN EL USO DE AYUDAS AUDIOVISUALES	MANTENIMIENTO DEL INTERES. (COMUNICACION CON LOS ASISTENTES, AMENIDAD, FACILIDAD DE EXPRESION)	PUNTUALIDAD
C O N F E R E N C I S T A				
1	ING, CARLOS MANUEL CHAVARRI MALDONADO			
2	ING. FEDERICO ALCARAZ LOZANO			
3	ING. ERNESTO MENDOZA SANCHEZ			

CURSO: "MOVIMIENTO DE TIERRAS"

FECHA: DEL 26 AL 30 DE AGOSTO
SALTILLO, COAHUILA

		ORGANIZACION Y DESARROLLO DEL TEMA	GRADO DE PROFUNDIDAD LOGRADO EN EL TEMA	GRADO DE ACTUALIZACION LOGRADO EN EL TEMA	UTILIDAD PRACTICA DEL TEMA
T E M A					
	1	REGISTRO			
	2	COMPACTACION			
	3	EXPLOTACION DE ROCAS			
	4	PLANEACION Y PROGRAMACION			
	5	PRINCIPALES FACTORES QUE INFLUYEN EN LA SELECCION DE EQUIPO			
	6	METODOS DE SELECCION DE EQUIPO			
	7	REEMPLAZO DE EQUIPO			
	8	CONTROL			
	9	TRACTORES			
	10	MOTOESCREPAS			

ESCALA DE EVALUACION: 1 A 10

CURSO: "MOVIMIENTO DE TIERRAS"

FECHA: DEL 26 AL 30 DE AGOSTO
SALTILLO, COAHUILA

T E M A		ORGANIZACION Y DESARROLLO DEL TEMA	GRADO DE PROFUNDIDAD LOGRADO EN EL TEMA	GRADO DE ACTUALIZACION LOGRADO EN EL TEMA	UTILIDAD PRACTICA DEL TEMA
11	CARGADORES				
12	RETOEXCAVADORAS				
13	OTROS EQUIPOS				
14	TECNICAS MODERNAS DE PRODUCCION DE				
	AGREGADOS				

EVALUACION DEL CURSO

C O N C E P T O		
1.	APLICACION INMEDIATA DE LOS CONCEPTOS EXPUESTOS	
2.	CLARIDAD CON QUE SE EXPUSIERON LOS TEMAS	
3.	GRADO DE ACTUALIZACION LOGRADO EN EL CURSO	
4.	CUMPLIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DEL CURSO	
5.	CONTINUIDAD EN LOS TEMAS DEL CURSO	
6.	CALIDAD DE LAS NOTAS DEL CURSO	
7.	GRADO DE MOTIVACION LOGRADO EN EL CURSO	

ESCALA DE EVALUACION: 1 A 10

1.- ¿Qué le pareció el ambiente en la División de Educación Continua?

MUY AGRADABLE

AGRADABLE

DESAGRADABLE

2.- Medio de comunicación por el que se enteró del curso:

PERIODICO EXCELSIOR
ANUNCIO TITULADO DE
VISION DE EDUCACION
CONTINUA

PERIODICO NOVEDADES
ANUNCIO TITULADO DE
VISION DE EDUCACION
CONTINUA

FOLLETO DEL CURSO

CARTEL MENSUAL

RADIO UNIVERSIDAD

COMUNICACION CARTA,
TELEFONO, VERBAL,
ETC.

REVISTAS TECNICAS

FOLLETO ANUAL

CARTELERA UNAM "LOS
UNIVERSITARIOS HOY"

GACETA
UNAM

3.- Medio de transporte utilizado para venir al Palacio de Minería:

AUTOMOVIL
PARTICULAR

METRO

OTRO MEDIO

4.- ¿Qué cambios haría en el programa para tratar de perfeccionar el curso?

5.- ¿Recomendaría el curso a otras personas?

sí

no

6.- ¿Qué cursos le gustaría que ofreciera la División de Educación Continua?

7.- La coordinación académica fué:

EXCELENTE

BUENA

REGULAR

MALA

8.- Si está interesado en tomar algún curso INTENSIVO ¿Cuál es el horario más conveniente para usted?

LUNES A VIERNES
DE 9 a 13 H. Y
DE 14 A 18 H.
(CON COMIDAD)

LUNES A
VIERNES DE
17 a 21 H.

LUNES A MIERCOLES
Y VIERNES DE
18 A 21 H.

MARTES Y JUEVES
DE 18 A 21 H.

VIERNES DE 17 A 21 H.
SABADOS DE 9 A 14 H.

VIERNES DE 17 A 21 H.
SABADOS DE 9 A 13 H.
DE 14 A 18 H.

OTRO

9.- ¿Qué servicios adicionales desearía que tuviese la División de Educación Continua, para los asistentes?

10.- Otras sugerencias:



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

CURSO: "MOVIMIENTO DE TIERRAS"
DEL 26 al 30 DE AGOSTO 1985
saltillo, coahuila

GEOLOGIA

ING. MARIANO RUIZ VAZQUEZ
AGOSTO DE 1985

MOVIMIENTO DE TIERRAS

Geología

Introducción

Un buen número de obras de Ingeniería Civil, incluye como parte muy importante de la obra misma, la operación de "Movimiento de Tierras". Esta operación es sobre todo notable en la apertura de una vía terrestre (carretera o vía férrea), en la construcción de un canal, en la preparación de la zona de desplante de una gran estructura como puede ser la construcción de una cortina para una presa de almacenamiento, en la construcción de un aeropuerto e, inclusive, de un puerto marítimo interior, en la explotación de un banco de materiales para construcción o en la explotación a cielo abierto de un yacimiento de minerales metálicos o no metálicos como puede ser: cobre, fierro, uranio, carbón, caolín, bentonita, etc.

Cada una de las obras que se acaban de mencionar requiere necesariamente, antes de la construcción, para llevar a buen término la construcción misma y tener el mínimo de errores, de un estudio geotécnico y de este estudio geotécnico la operación designada "movimiento de tierras", necesita del

conocimiento preciso de los materiales que se van a mover, llámense suelos, rocas blandas o simplemente rocas.

La selección del equipo que utilizará el ingeniero en el movimiento de tierras, se hará en gran parte tomando como base la información relativa a los distintos tipos de materiales que se van a manejar, aprovechables o no aprovechables, y desde luego a otras consideraciones no geológicas como puede ser: volumen, distancia, etc.

En opinión del autor y de los profesores P. Antoine y D. Fabre (pág. 177), un estudio geotécnico preliminar o detallado para fines de Movimiento de Tierras, debe llevar a contestar, entre otras, las siguientes interrogantes:

- ¿Qué materiales se van a trabajar?
- ¿Cuál es el modo de extracción que hay que escoger?
- ¿Cuáles son las posibilidades de utilización del material extraído?
- ¿Qué volumen del material no es utilizable?
- ¿Se encontrará el manto freático durante los trabajos de excavación?
- ¿Cuál será la estabilidad del talud después de la excavación?

A continuación se hará primeramente una clasificación de los materiales, enseguida se mencionarán los métodos de exploración que nos lleven al conocimiento de estos materiales, luego se comentarán las interrogantes que ya se han menciona-

do y finalmente se tratará un ejemplo práctico con el auxi-
lio de una carta geotécnica.

Clasificación de los materiales

Según su naturaleza los materiales se pueden clasificar
en tres grandes grupos y los procedimientos de excavación pa-
ra cada grupo requieren de técnicas muy diferentes:

Terrenos suaves

Terrenos mixtos

Terrenos rocosos o coherentes

Terrenos suaves

Corresponden a este grupo los materiales poco cohesivos
o sin cohesión representados por suelos residuales o transpor-
tados cuyo origen puede ser: aluvial, lacustre, aluvio-lacus-
tre, eólico marino o piroclástico.

Caen en este grupo materiales tales como:

Suelos residuales producto de alteración total de rocas
preexistentes con características de limo, arcilla, arena, -
limosa, etc.

Además materiales representativos de depósitos: aluviales,
aluvio-lacustres y lacustres recientes, eólicos y marinos cons-
tituidos por:

- bolcos
- gravas
- arenas
- arcillos y limos
- lapilli
- cenizas.

Materiales, todos ellos facilmente trabajables que no necesitan del uso de desgarrador o de explosivos.

Terrenos mixtos.

A este grupo estan asociados los materiales antes mencionados, rocas parcialmente alteradas y materiales granulares cohesivos con cementantes calcáreas, arcillo-calcáreos y arcillosos.

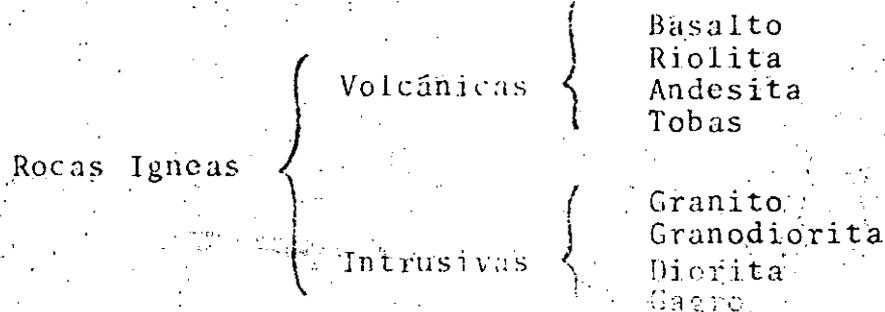
Comprenden este grupo los materiales siguientes.

- | | | |
|---|---------------|------------|
| | | volcánicas |
| | Igneas | intrusivas |
| Rocas alternadas o parcialmente alteradas | Sedimentarias | |
| | Metamórficas: | |
| Algunas areniscas | | |
| Lutitas | | |
| Margas | | |
| Algunas tobas | | |
| Algunas rocas metamórficas | | |

Estos materiales no necesitan del uso de explosivos pero si del desgarrador, del bulldozer y la escropa.

Terrenos rocosos o soherentos.

Este grupo incluye todas las rocas sanas sean estas Igneas (volcánicas o intrusivas), sedimentarias y metamórficas.



Rocas Sedimentarias: Caliza, marga, arenisca, conglomerado, etc.

Rocas metamórficas: Mármol, cuarcita Gneiss esquisto, etc.

Ségún el grado de fracturamiento y alteración estos materiales eventualmente pueden ser explotados utilizando el desgarrador y la cuchilla; por lo general la roca masiva solo puede ser explotada utilizando explosivos.

Métodos de exploración.

Para llegar a conocer los distintos tipos de materiales con los cuales se va a trabajar, se deberá realizar primeramente un reconocimiento preliminar seguido de un estudio detallado.

Reconocimiento preliminar.

Por reconocimiento preliminar se debe entender una inspección general del terreno que requiere de un corto tiempo y un mínimo de erogaciones pero que permite definir las unidades, litológicas existentes y sus características estructurales.

Por otra parte este reconocimiento preliminar, proporcionará la información para elaborar un programa para un estudio detallado.

Previamente a la inspección sobre el terreno en el reconocimiento preliminar, es aconsejable hacer una revisión de la literatura geológica, cartografía y fotografías aéreas existentes, que constituyen información de gran valor.

Como información, existe el Manual de Diseño para Obras Civiles, preparado hace un par de años por el Instituto de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México, para la Comisión Federal de Electricidad que tiene un capítulo relativo al conocimiento general de la geología del país y desde luego existe la cartografía Detenal que nos proporciona información valiosa de la geología en la etapa preliminar, más aún si se recaba la información correspondiente a los puntos de verificación.

Estudio detallado.

El estudio detallado nos debe llevar a obtener una carta geotécnica a una escala, que va desde 1:100 a 1:1000, que nos permita conocer:

- La distribución de las distintas formaciones existentes.
- Su granulometría y características físicas.
- El espesor de los materiales reconocidos o investigados y sus variaciones.
- El patrón de fracturamiento del macizo rocoso en el caso de los materiales del 2º y 3er. grupo.
- Todo lo relativo a la presencia y comportamiento del agua subterránea.

El estudio detallado se realiza por medio de un levantamiento geológico topográfico con plancheta o fotografías aéreas, con pozos a cielo abierto con toma de muestras, perforaciones y sobre todo con los métodos geofísicos, en particular con el método sismológico.

No se hará una descripción del levantamiento geológico topográfico con plancheta ni de los pozos a cielo abierto y perforaciones pero sí un breve comentario sobre el método sismológico de refracción porque hay estudios ligados directamente con trabajos de terraceo en base a la propagación de las ondas sísmicas.

Cualquier vibración provocada en la superficie del terreno sea por una explosión o por un impacto, se propaga en el suelo o roca en todas direcciones a una velocidad que depende de la naturaleza de los materiales.

La velocidad de propagación está en razón directa de la compacidad de estos materiales; mas suave es un material mas baja es la velocidad de propagación, mas compacto es un material mas elevada es la velocidad de propagación.

Para determinar la velocidad de propagación de una onda sísmica se utiliza un sismógrafo, que en el caso más simple consta de un martillo, una placa, un geófono y un osciloscopio que registra la vibración.

Con el martillo que está ligado al osciloscopio se provoca la vibración golpeando sobre la placa, que está colocada sobre el terreno; esta vibración es recibida por el geófono que a su vez está conectado también con el osciloscopio.

El tiempo transcurrido entre el impacto y la recepción de la vibración, conocida la distancia entre el punto de emisión de la onda y el geófono, nos da la velocidad de propagación.

De esta manera se han preparado tablas de desgarrabilidad. Figura 1.

El estudio sismológico de refracción es solo una parte del estudio de detalle y necesariamente deben ser ejecutadas las exploraciones directas ya mencionadas como pozos a cielo abierto, perforaciones y desde luego el levantamiento geológico detallado, sobre todo si el estudio está enfocado a determinar calidad y volumen del material que va a ser aprovechado ya sea como material de construcción (terraplenes, eurocamiento y agregados) o como algún mineral económico metálico o no metálico (fierro cobre, carbón, etc.). En este último caso es muy importante saber cual es el volumen del material no aprovechable.

El estudio geotécnico o geológico económico nos va a dar la respuesta a las interrogantes que se plantearon al principio, algunas de las cuales ya fueron comentadas, como son las relativas al tipo de materiales y al método de extracción que hay que escoger. Información adicional aparece en la Fig. 2 y 3

Naturaleza de la roca	Velocidad sísmica en m/s			
	1000	2000	3000	4000
Granitos	[Hatched pattern]			
Basaltos	[Dotted pattern]			
Esquistos	[Horizontal lines]			
Areniscas	[Vertical lines]			
Margas	[Diagonal lines (top-left to bottom-right)]			
Argilitas	[Diagonal lines (top-right to bottom-left)]			
Micaesquistos	[Wavy lines]			
Cuarcitas	[Stippled pattern]			
Gneises	[Cross-hatched pattern]			

- [Hatched pattern] Desgarrable (tractor de 390 Hp)
- [Dotted pattern] Marginal
- [Horizontal lines] Desgarrable solo utilizando explosivos.

Figura # 1

8a

24

DENSIIDAD, FACTOR DE ABUNDAMIENTO Y CAVABILIDAD
DE ALGUNAS ROCAS Y SUELOS COMUNES (ATKINSON 1971)

Tipo de roca o suelo	Densidad	Fact. Abund.	Exc.
1. Basalto	3.00	1.6	D
2. Granito	2.65	1.55	D
3. Arenisca cementada	2.60	1.6	M-D
4. Arenisca porosa	2.50	1.6	M
5. Caliza dura	2.70	1.6	M-D
6. Caliza suave	2.20	1.5	M-D
7. Creta	1.90	1.3	M
8. Lutita	2.40	1.45	M-D
9. Grava seca	1.80	1.25	S
10. Arena seca	1.70	1.15	S
11. Arena y grava seca	1.95	1.15	S
12. Arcilla ligera	1.65	1.30	M
13. Arcilla densa	2.10	1.35	M-D
14. Arcilla grava y arena seca	1.60	1.30	M

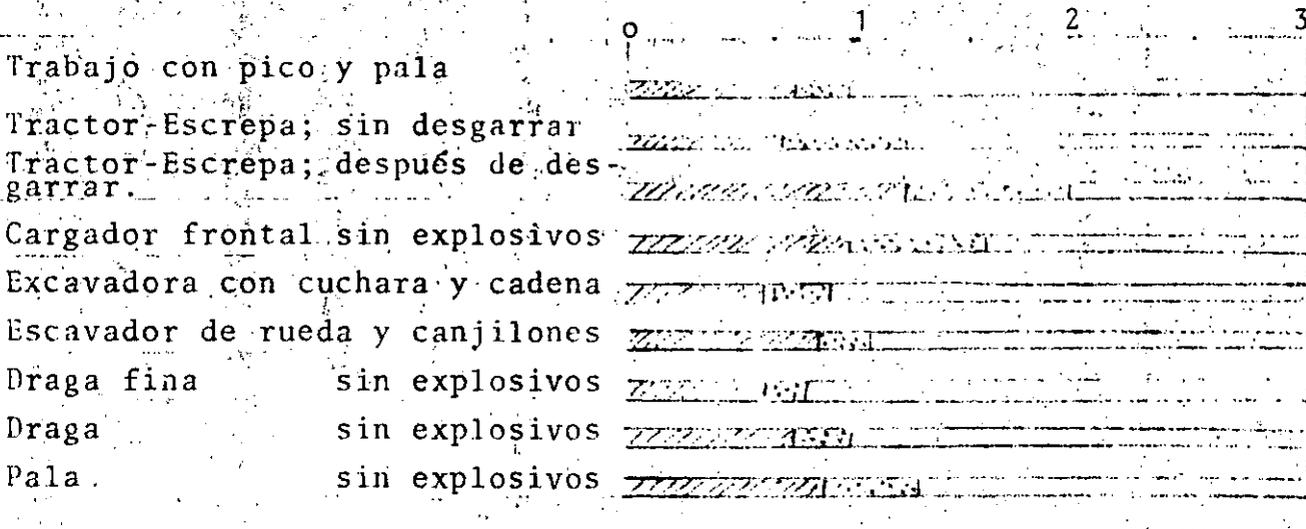
S = Material suave facilmente cavable

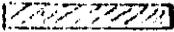
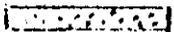
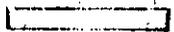
M = Material de dureza media, parcialmente consolidado.

M-D = Material mediana y dificilmente cavable, tal como arcilla densa húmeda, grava con grandes bloques y caliza explotada.

D = Materiales dificiles que incluyen, arcilla plástica y materiales que requieren uso de explosivos como: basalto, granito, caliza, etc.

Velocidad sísmica en m/sec x 1000



-  Posible
-  Marginal
-  Imposible

Velocidades sísmicas para determinar factibilidad de excavación (Atkinson)

Figura No. 3

BIBLIOGRAFIA

Antoine P. y Fabre, D. 1980

Geologie Appliquée au Génie Civil. Masson. S.A. Paris, - Francia.

Inst. de Ing. U.N.A.M. 1979

Manual de Diseño de Obras Civiles. Comisión Federal de Electricidad. Inst. de Inves tigaciones Eléctricas.



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

MOVIMIENTO DE TIERRAS
SALTILLO, COAHUILA
26 al 30 DE AGOSTO

PLANEACION

1.- DECISIONES

ING. FERNANDO FABELA LOZOYA
AGOSTO 1985



TOMA DE DECISIONES

El ingeniero que se ocupa del movimiento de tierras tiene que planear anticipadamente el equipo a utilizarse en el proceso. Esto lo hace seleccionando varios tipos de máquinas en ciertas combinaciones que él sabe le producirán la obra de acuerdo con el diseño. Se le presentan, pues, varias alternativas, una de las cuales escogerá para realizar las obras. Esto constituye la toma de una decisión. Una decisión es simplemente una selección entre dos o más cursos de acción. Podemos decir pues que la selección del equipo en movimiento de tierras es un caso de la toma de decisiones.

La toma de decisiones puede realizarse intuitiva o analíticamente. Si se aplica la intuición normalmente se usa lo que ha sucedido en el pasado y aplicado este conocimiento se estima lo que puede suceder en el futuro, con cada una de las vías de acción, y en función de esta apreciación se toma la decisión. La decisión tomada analíticamente consiste en un estudio sistemático y evaluación cuantitativa de el pasado y el futuro, y en función de este estudio se selecciona la vía de acción más adecuada. Ambos métodos se usan comúnmente en el problema de selección de equipo.

OBJETIVOS

Si queremos hacer la selección de un camino entre varios que se presentan y que solucionarán el problema, tendremos en alguna forma que comparar las posibles soluciones. Se presenta el problema de cómo compararlas, en función de qué, cómo valuarlas. El ingeniero deberá, consecuentemente, determinar un objetivo u objetivos que le servirán para valuar dichas vías de acción o caminos alternativos.

La labor del ingeniero está orientada por la economía, es decir, tiene como objetivo fundamental adecuar el costo con la satisfacción de una necesidad. Aún cuando no es raro que en su labor el ingeniero se enfrente a problemas con objetivos contradictorios, en el caso de la selección de equipo sus decisiones están orientadas por el criterio económico.

La valuación de las alternativas será entonces una valuación de tipo económico, habrá que determinar el costo de las entradas a lo largo del tiempo y el beneficio que proporcionará la salida, también a lo largo del tiempo, para cada alternativa. De la comparación de estos costos-beneficios saldrá una manera de comparar las alternativas en que se basará el ingeniero para tomar su decisión. El ingeniero deberá, por lo tanto, tener un conocimiento profundo de los costos, y deberá poder definir los costos físicamente ocurridos para cada una de las alternativas, así como los

derivados al usar la solución propuesta por él.

2

La selección dependerá, pues, del criterio económico. La evaluación de las alternativas podría tomar la forma de :

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Salida}}{\text{Entrada}} = \frac{\text{Ingreso}}{\text{Costo}}$$

También puede decirse que lo que busca el ingeniero es hacer máximas las utilidades.

PROCEDIMIENTO PARA TOMAR DECISIONES

Definido el problema deberá hacerse un análisis del mismo, en esta fase se recaba toda la información que nos de un conocimiento profundo y completo del problema, con el objeto de poder definir y valorar el mismo, lo que traerá como consecuencia una selección más depurada de las distintas alternativas-solución que se formularán en la siguiente etapa de la toma de decisión. Esta definición y valuación del problema se hará tomando en cuenta el objetivo.

En la siguiente fase se toman todas las alternativas posibles o cursos alternativos de acción. En este caso es muy importante para escoger las alternativas posibles la preparación técnica del ingeniero.

La tercera fase consiste en comparar estos posibles cursos de acción en función del objetivo y al final de esta fase podremos tomar ya una decisión que vaya guiada al objetivo propuesto.

Por último se considera una última fase de especificación e implementación, en la cual se hace una descripción completa de la solución elegida y su funcionamiento.

CERTEZA - RIESGO - INCERTIDUMBRE

Se dice que una decisión se toma bajo certeza cuando el ingeniero conoce y considera todas las alternativas posibles y conoce todos los estados futuros de la situación consecuencia de tomar dichas alternativas, y a cada alternativa corresponde un solo estado futuro.

Se dice que una decisión se toma bajo riesgo si a cada una de las alternativas corresponden diversos estados futuros, pero el ingeniero conoce la probabilidad de que se presente cada uno de ellos.

Se dice que la decisión se toma bajo incertidumbre si el ingeniero no conoce las características probabilísticas de las variables.

PROCESO - SISTEMAS

3

Al analizar el proceso constructivo y planearlo nos encontramos que en realidad estamos encontrando el grupo de decisiones que permitirán el logro de nuestros objetivos.

Para estudiar este proceso será indispensable analizar todas las variables o las más importantes que intervienen en él, las relaciones entre ellas y cómo una variación en cada una de ellas influye en que el resultado final se acerque más o menos a nuestro objetivo. Esto en realidad equivale a considerar la totalidad de cursos alternativos de acción en función del objetivo.

Normalmente las variables tienen limitaciones. Podremos tener limitaciones en tiempo, en recursos, en sumas mensuales a gastar, etc.

Muchas veces los cursos alternativos de acción son muy grandes en número, y por esto es conveniente para compararlos con facilidad, encontrar como cada valor de la variable influye en la salida del proceso.

RESTRICCIONES

En la fase de análisis se fijan normalmente las restricciones o limitaciones. Estas pueden provenir de las especificaciones del diseñador, de limitaciones propias de la empresa, o restricciones externas.

Es muy conveniente que el ingeniero no se cree restricciones ficticias, que le limitarán el encontrar soluciones alternas posibles. Esto limitaría la aplicación de la técnica del ingeniero.

SELECCION DE VARIABLES

No es fácil encontrar todas las variables; por otro lado no todas influirán importantemente en el proceso, es pues conveniente definir las variables significativas, esto es las que modifiquen importantemente la salida valuada en función del objetivo. Las variables pueden ser:

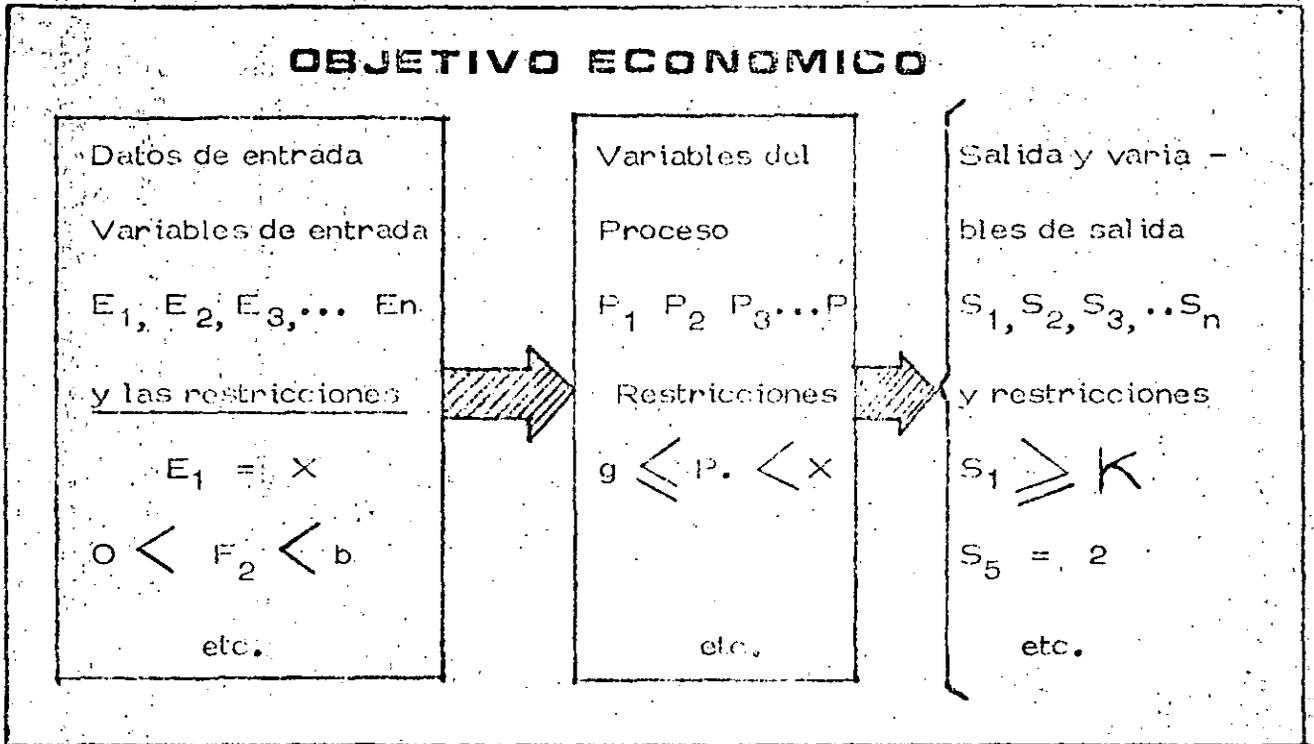
- a) Controlables, aquellas que podremos variar a nuestro antojo.
- b) Las que no pueden ser controladas o manipuladas en el proceso, pero que influyen en la salida.

Podemos pues definir nuestro método de decisión usando la siguiente notación:

DADOS

4

OBJETIVO ECONOMICO



ENCONTRAR

El conjunto de valores de las variables controlables que hagan óptimo el criterio económico y que satisfagan las limitaciones y restricciones.

DECISION MINIMIZANDO COSTO DIRECTO

Este es un método comunmente usado en la obra para definir el equipo adecuado y en general tomar la decisión de qué procedimiento debe usarse en una obra determinada. Tiene la ventaja de su simplicidad, pero considera como sistema la actividad específica a analizar y no considera la relación de las diferentes actividades o subsistemas de la obra entre si.

Es costumbre relacionar a posteriori las actividades similares para buscar una optimización posterior. Por ejemplo todas las actividades que se refieren a compactación.

DECISION CONSIDERANDO GASTOS INDIRECTOS 5

Puede considerarse el sistema obra completo, lo cual es complicado, pero más comúnmente se consideran algunas variables significativas que tienen que ver con gastos generales y se controlan como tales. Por ejemplo considerar el Costo del Almacén, Costo del Financiamiento, etc.

FLUJO DE INFORMACION

Se adjunta flujo de actividades para evaluar una alternativa, este flujo es de carácter general y tendrá las modificaciones que el tipo especial de obra indique. La decisión del tipo de equipo puede hacerse repitiendo la evaluación alternativa por alternativa seleccionando la más conveniente desde el punto de vista económico. Es común este sistema.

DECISIONES A NIVEL GERENCIA

Las decisiones a nivel gerencia se tomarán considerando el sistema-empresa. En este sistema las obras son subsistemas.

Es común que una decisión a nivel gerencia modifique una decisión aparentemente óptima considerando el sistema obra. Esto si no es explicado adecuadamente puede ocasionar problemas serios entre las relaciones ejecutor-gerente; pues aparece como contradictorio el hecho de que se proponga una solución a nivel de obra, que ha sido convenientemente analizada y la decisión sea diferente y en apariencias menos convenientes.

Es difícil aplicar un método cuantitativo que tome en cuenta todas las variables significativas. Sin embargo, se consideran algunas que son de especial relevancia, por ejemplo, los aspectos financieros.

6

PROGRAMA GENERAL

Por ser muy difícil planear de conjunto todo el proceso, es común que el ingeniero divida este proceso en subprocesos y optimice estos subprocesos por separado. Posteriormente podrá analizar estos subprocesos integrados en el proceso total para una segunda etapa de optimización.

Es muy frecuente que esta división en subprocesos o "actividades" lo haga a través del programa general.

Esto le permite, al mismo tiempo que subdivide, tener un esquema en el que todas las actividades están ligadas por su relación de tiempos de ejecución, cosa muy conveniente para no perder de vista el proceso total.

Para realizar el Programa General se presentan las siguientes etapas que se enlistan a continuación:

- a) Estudiar la Obra
- b) Desglosar Actividades
- c) Definir Procedimientos
- d) Determinar Tiempos
- e) Ordenar Actividades

Estudiar la obra y el desglose del proceso en subprocesos o actividades ya se habían comentado, y solo es conveniente decir que las actividades eran tanto más importantes cuanto menor sea el detalle del programa.

Al definir los procedimientos constructivos lo haremos en esta primera etapa de una manera general, sin un estudio muy profundo.

En seguida determinamos tiempos de duración de las actividades y ordenamos las mismas de acuerdo con su posición temporal, es decir colocándolas de tal manera que queden ordenadas respecto al tiempo de su realización.

Esto puede hacerse fácilmente mediante redes de actividades.

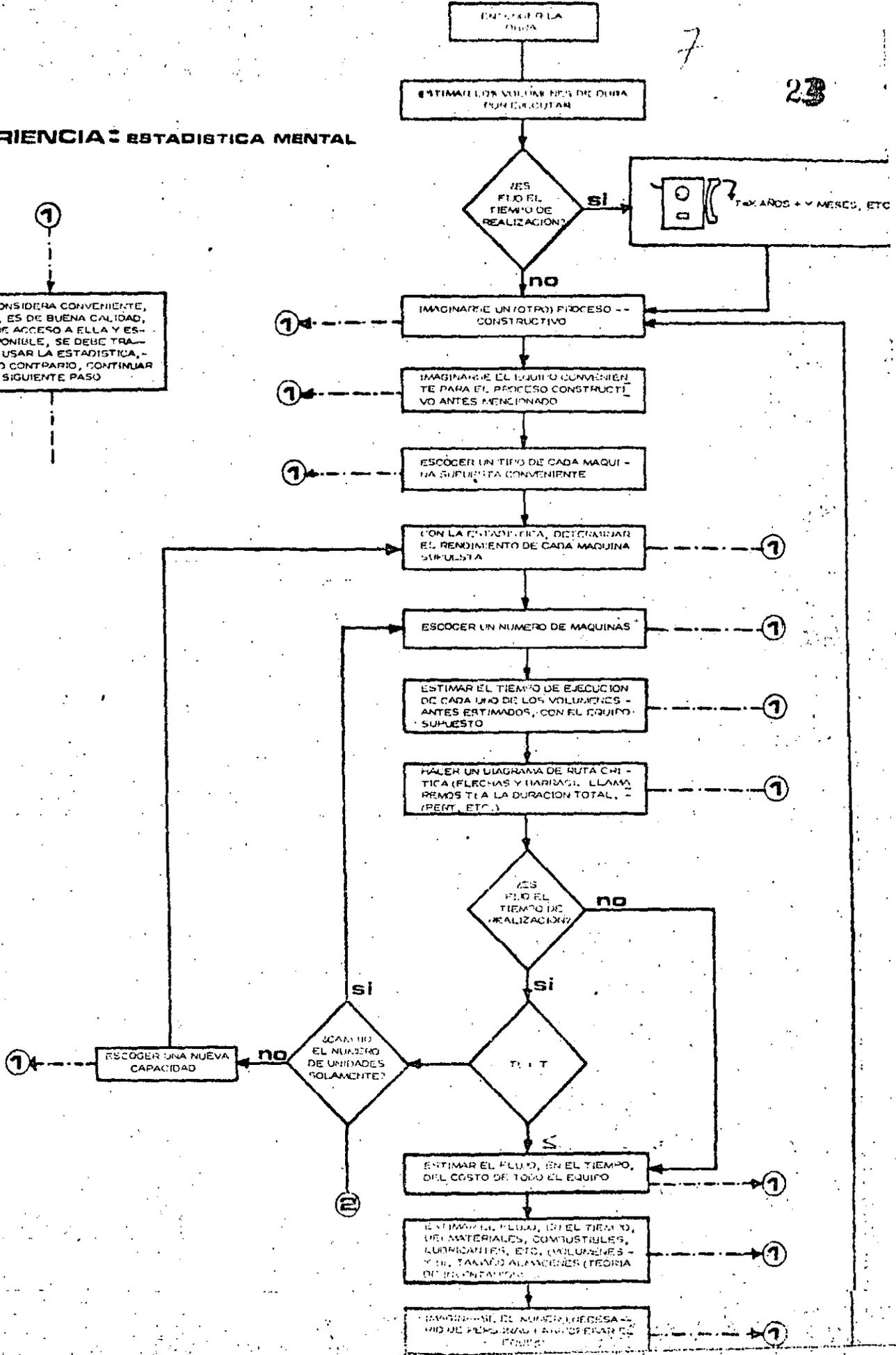
El orden puede modificarse, y hacer nuestra red de actividades previa a la fijación de tiempo.

EXPERIENCIA ESTADÍSTICA MENTAL

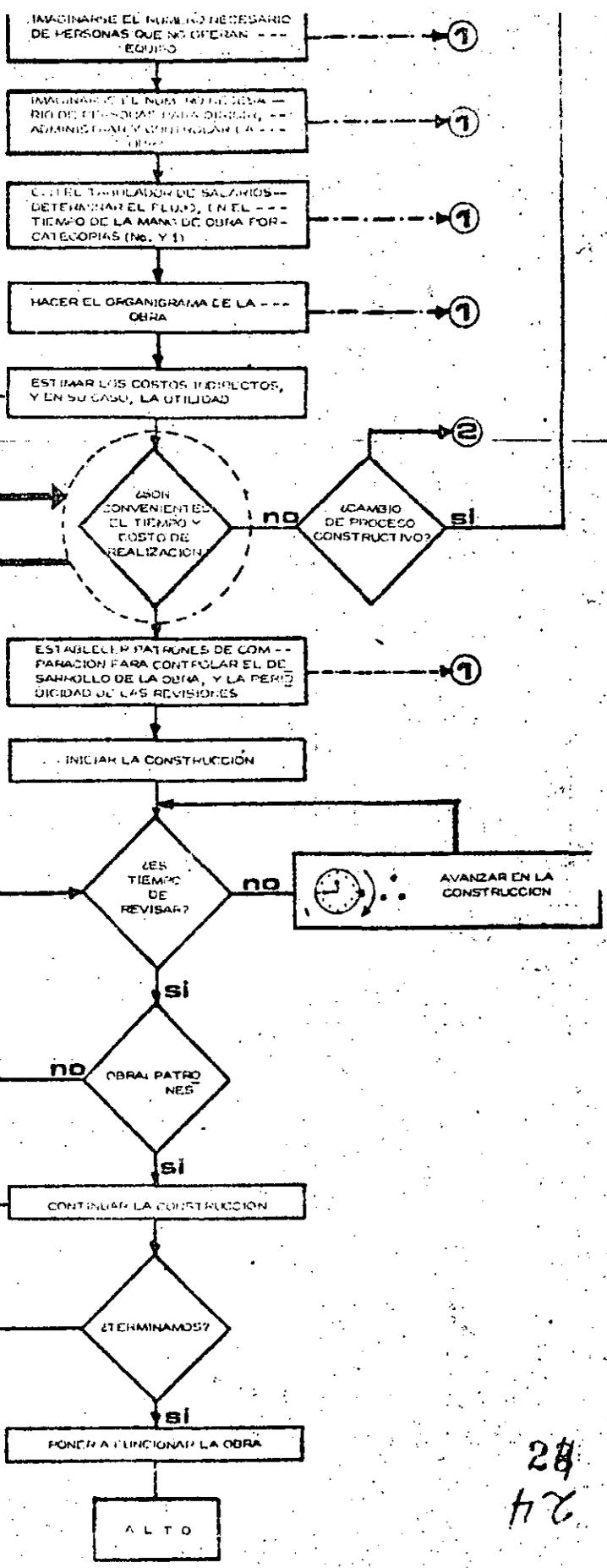
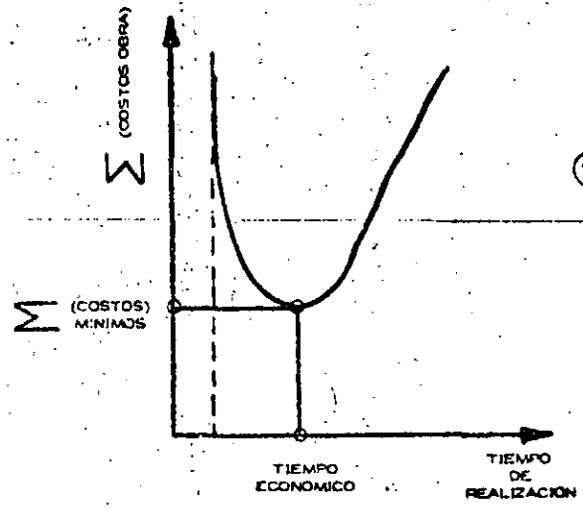
7

23

①
SI SE CONSIDERA CONVENIENTE, EXISTE, ES DE BUENA CALIDAD, SE TIENE ACCESO A ELLA Y ESTA DISPONIBLE, SE DEBE TRATAR DE USAR LA ESTADÍSTICA, - EN CASO CONTRARIO, CONTINUAR CON EL SIGUIENTE PASO



8



28
78

Una vez revisado el tiempo total de realización del proyecto y -- después de varios intentos quedará fijo el programa general tentativo.

EJEMPLO DE PROGRAMACION DE EXCAVACIONES Y TERRACERIAS

Es usual para la planeación de Excavaciones y Terracerías separar éstos del programa general y planearlos de conjunto.

Por esto es usual seguir las siguientes fases:

- a) Marcar Actividades
- b) Plantear Programas
- c) Programas Zonales
- d) Programas Totales
- e) Retroalimentación
- f) Estudio Económico
- g) Definir Procedimientos

Se marcan primero aquellas actividades del programa general -- que tengan que ver con las excavaciones específicamente (fig. # 2).

En seguida y con los datos del programa total se colocan en un -- programa generalmente de barras, teniendo cuidado de marcar holgu-- ras (fig. # 3).

Estos programas se hacen en las diferentes zonas geográficas de la obra, definiendo volúmenes totales a ejecutar por zona, y pasando-- estos programas de volúmenes por ejecutar a gráficas (fig. # 4).

En seguida se agrupan si se ve conveniente estos programas zo-- nales en un programa total.

Después se procura una retroalimentación de estos datos al pro-- grama parcial y al general de manera que se modifique el programa de producción a fin de uniformizarlo buscando ahorros en insumos.

Esta uniformización se busca primero usando las holguras. En -- la fig. # 5 se ve el resultado de una uniformización utilizando este pro-- cedimiento. La fig. # 6 muestra la gráfica de producción correspondien-- te al programa modificado. Se ve que el máximo de producción se ha disminuido con respecto al de la gráfica 4, a que se hizo referencia -- previa.

Si es necesario para uniformizar la producción se puede revisar el programa general haciendo las correcciones necesarias.

En seguida con las producciones de la zona uniforme hasta donde sea posible se pasa a realizar un estudio económico donde se define -- comparando las diferentes alternativas para realizar el trabajo desde el punto de vista económico.

De las alternativas elegidas se derivan los procedimientos de -- construcción detallados que se pasan a especificar y luego a implemen-
tar.

IMPLEMENTACION

Al implementar la planación hay que estar concientes de dos fac-
tores muy importantes.

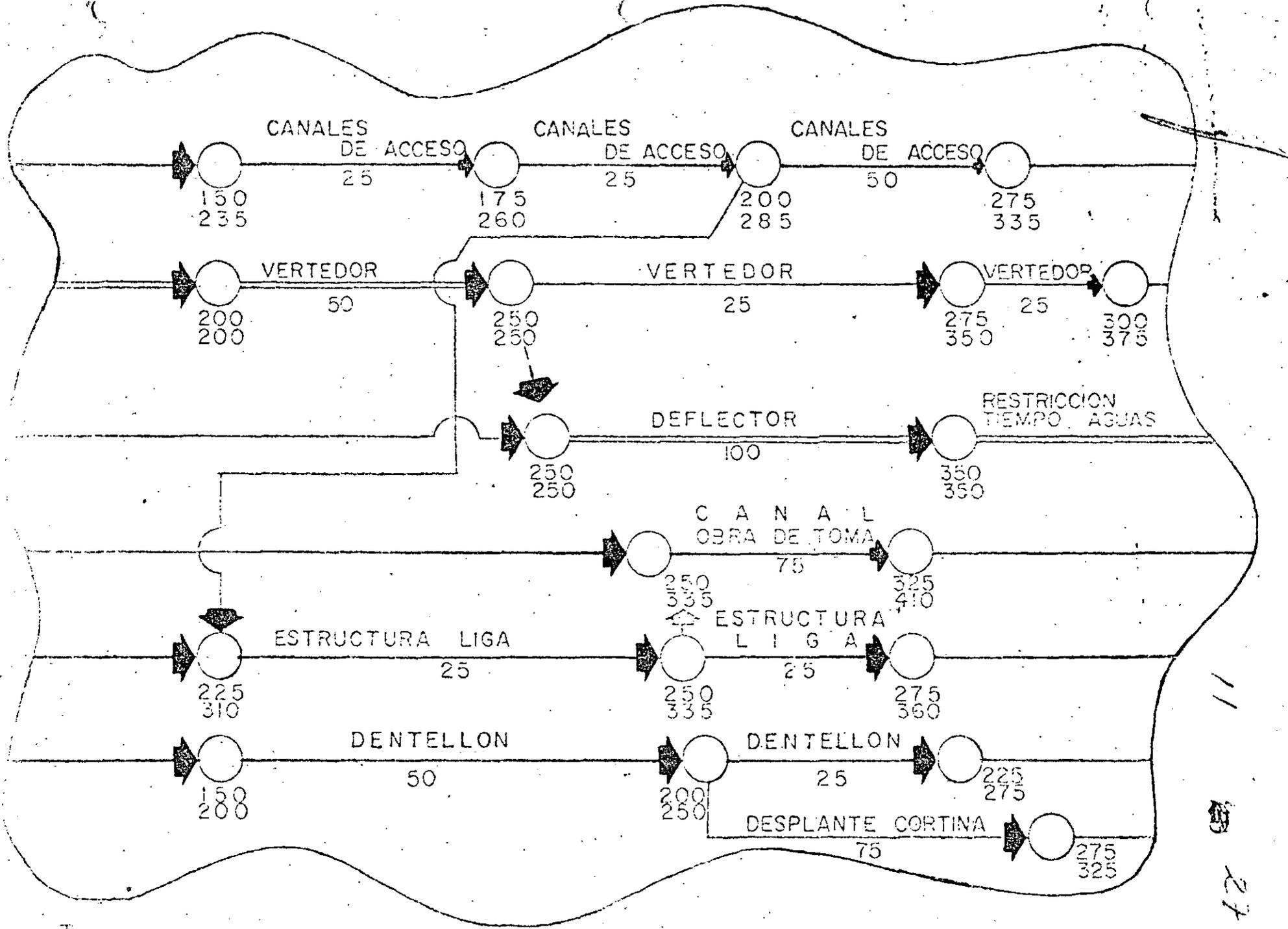
El primero es que es indispensable planear también los mecanis-
mos de control que permitan revisar continuamente si lo ejecutado es --
igual o sensiblemente igual a lo planeado.

Como consecuencia de variaciones detectadas por el control, se-
tiene que modificar la planeación, y de aquí resulta el siguiente factor
que consiste en que la planeación es una actividad continua a lo largo --
de la obra.

CONCEPTO	m ³	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
ANALES DE ACCESO	20000	20000										
ANALES DE ACCESO	15000		15000									
ANALES DE ACCESO	12000			6000	6000							
VERTEDOR	70000			4000	30000							
VERTEDOR	30000					30000						
VERTEDOR	39000						39000					
ELECTOR	120000					30000	30000	30000	30000			
OBRA TOMA	24000					8000	8000	8000				
STRUCTURA LIGA	2000				2000							
STRUCTURA LIGA	2000						2000					
TELLON	50000	25000	25000									
TELLON	10000			10000								
PLANTE CORTINA	80000			30000	25000	25000						
SUMA PARCIAL		45000	40000	850000	630000	950000	77000	38000	30000			
SUMA ACUMULADA		45000	85000	171000	234000	329000	406000	444000	474000			

 DURACION DE LA ACTIVIDAD
 TIEMPO FLOTANTE LIBRE
 TIEMPO FLOTANTE TOTAL
 ACTIVIDAD CRITICA

28



13

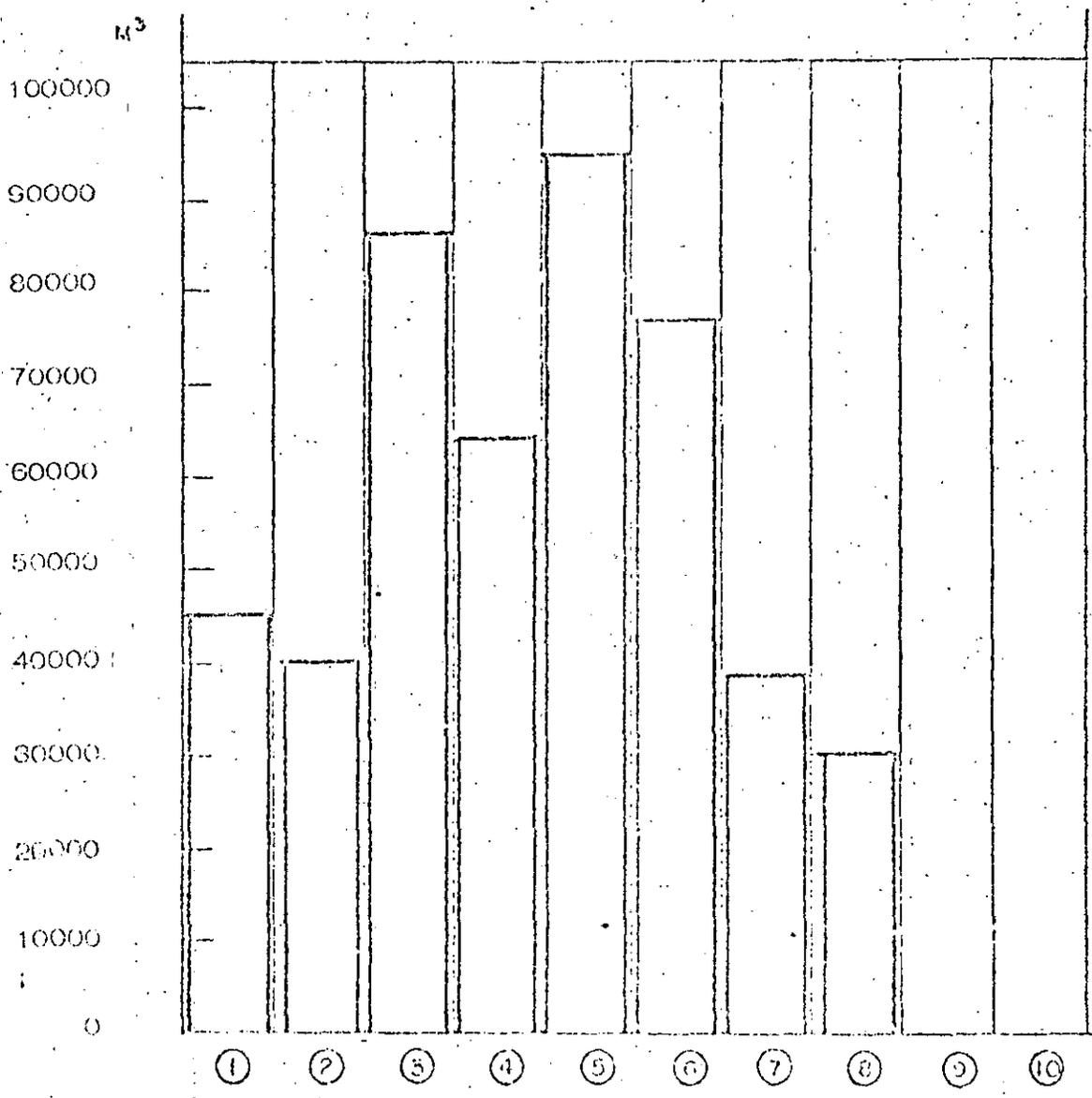


Fig. #4

Fig. # 5

CONCEPTO		150 1	175 2	200 3	225 4	250 5	275 6	300 7	325 8	350 9	375 10	400 11
CANALES DE ACCESO	20000		2000									
CANALES DE ACCESO	15000			7500	7500							
CANALES DE ACCESO	12000					6000	6000					
VERTE DOR	70000			30000	30000							
VERTE DOR	30000								30000			
VERTE DOR	39000										39000	
REFLECTOR	120000					30000	30000	30000	30000			
CANAL OBRA TOMA	24000						5000	5000	4000	4000		
STRUCTURA LIGA	2000					2000						
STRUCTURA LIGA	2000						1000	1000				
INTELLON	50000	25000	25000									
INTELLON	10000			10000								
DESPLANTE CORTINA	80000					30000	25000	25000				
SUMA PARCIAL		25000	45000	47500	47500	66000	70000	64000	64000	43000		
SUMA ACUMULADA		25000	70000	117500	233000	303000	367000	431000	474000			

14

30

15

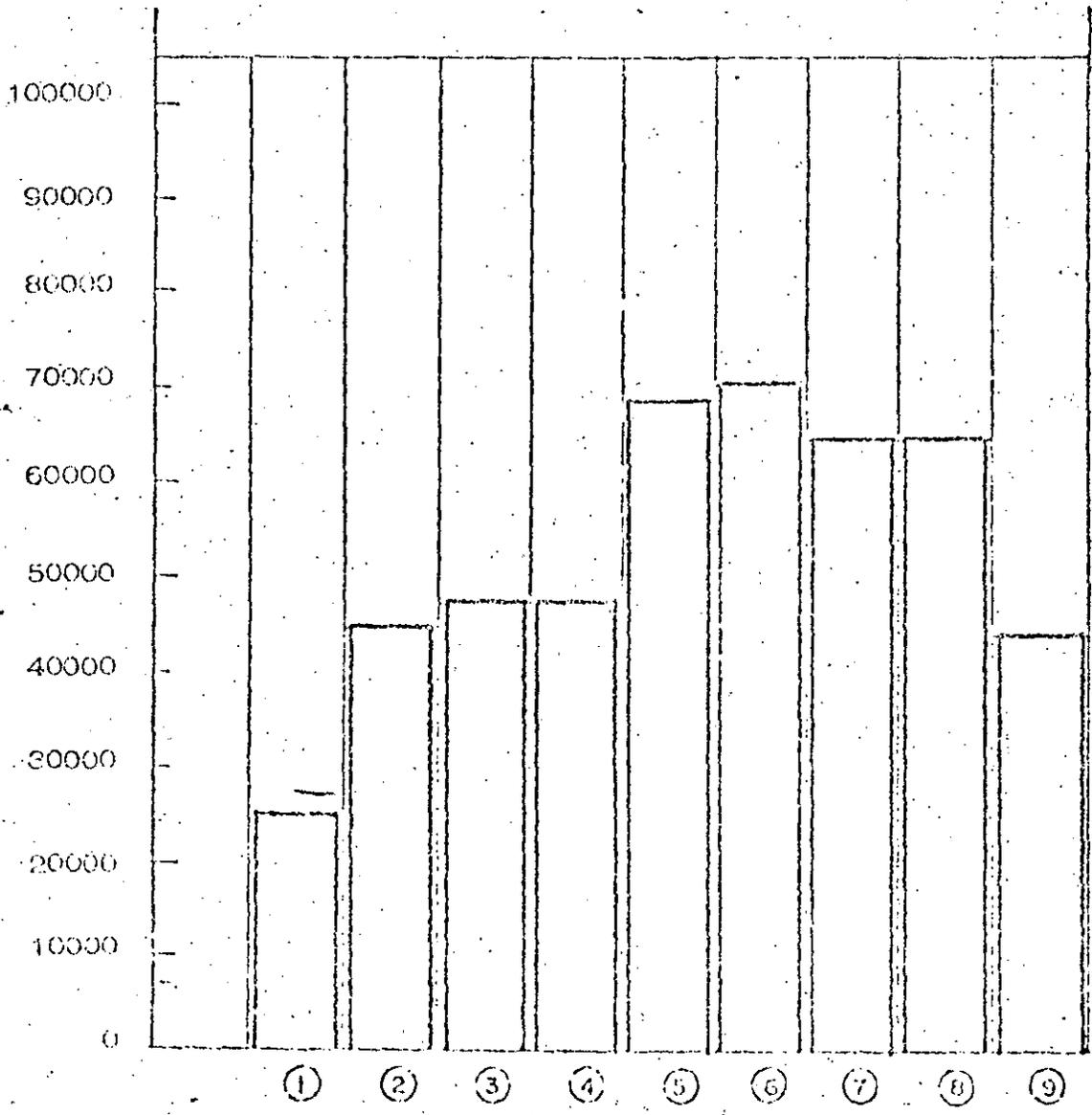


Fig. #6



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

MOVIMIENTO DE TIERRAS
SALTILLO, COAHUILA
26 al 30 DE AGOSTO

MOTOESCREPAS

ING. JULIO CESAR ACEVES S.

AGOSTO, DE 1985

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 m^3 de capacidad hasta 50 m^3 .

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 m^3 de material $4\ 500 \text{ m}^3/\text{hora}$.

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

La influencia que tiene el tamaño de la motoescrepa 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 motoescrepa 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 motoescrepas 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 motoescrepas 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>
Motoescrepa	Estandard	8-31 m ³	6
Motoescrepa	De potencia en Tandem	11-32 m ³	4
Motoescrepa	De tiro y empuje (Push-Pull)	11-49 m ³	3
Motoescrepa	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 motoescrepas 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 estandard 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 motoescrepas 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 Motoescrepas.

Nos queda ahora responder a las siguientes preguntas dado un trabajo de terminado: que tipo y que tamaño de Motoescrepa debemos seleccionar?. Su - poniendo que se trata por supuesto de un trabajo para Motoescrepas, lo mímo 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 (Diensiones, peso, avances técnicos en sus componentes, etc.)

1.- Entendemos en este caso por evaluación de la obra las cantidades de vo- lúmenes 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 di- recta que permitan escoger la estrategia más conveniente para la reali- zación del trabajo partiendo de la base de ejecutarlo con el mínimo es- fuerzo.

2.- Los costos de las máquinas que generalmente se refieren a la unidad ho- raria y que dependen de muchos factores (vida económica la máquina que depende a su vez del criterio de cada empresario, del lugar donde su - 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).- Almacena

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 regresa al lugar de carga.

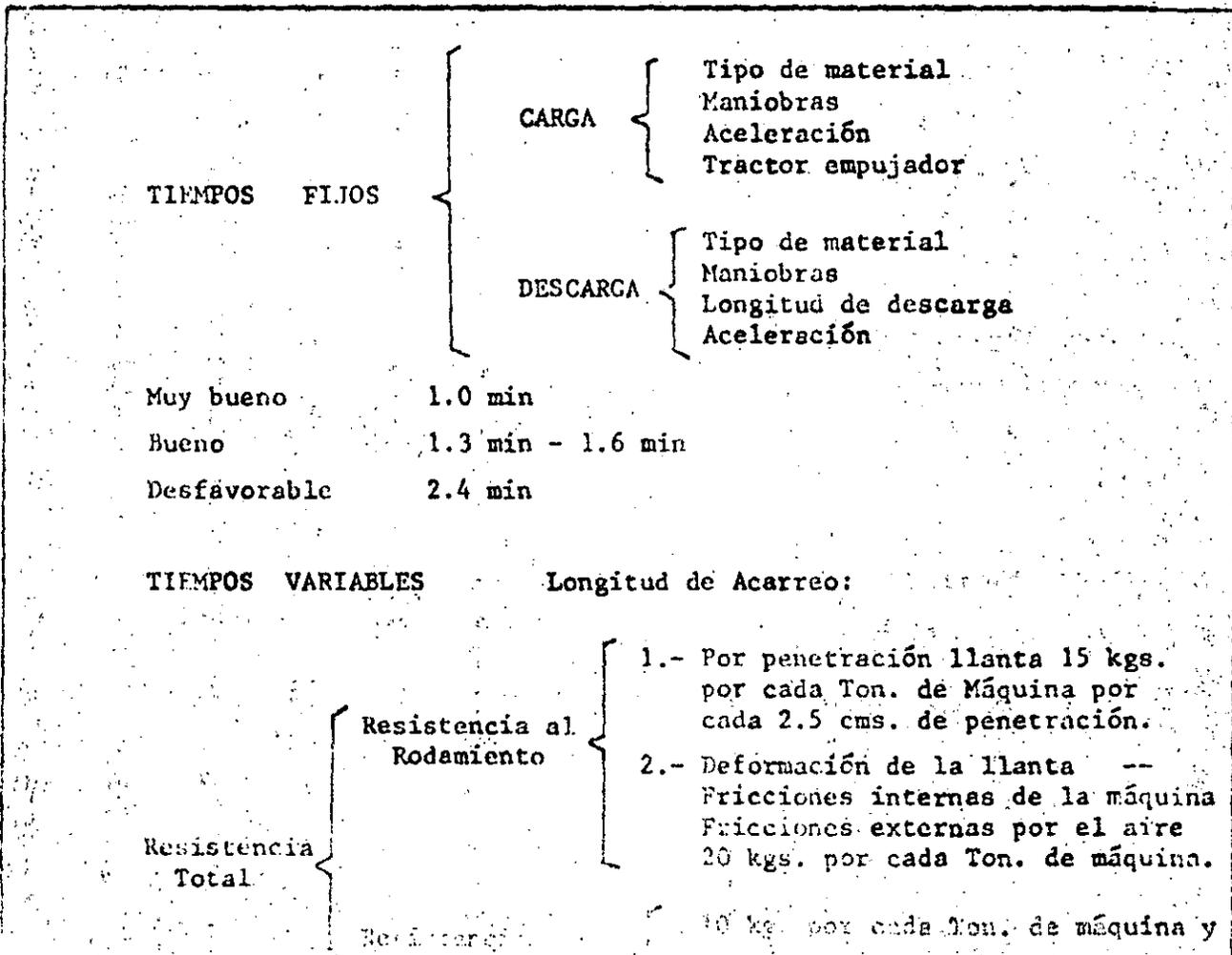
a) La carga. - se realizará en el tiempo necesario cuando ayudada o no por el tractor empujador force el material con la cuchilla de la motoescrepa hacia adentro de la caja y quede completamente llena.

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 requiere la máquina 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 m^3 de arcilla en estado natural es igual a $1.4 m^3$ en estado suelto. Si se transporta arcilla en una motoescropa de $20 m^3$ de capacidad colmada realmente estamos transportando -- $\frac{20}{1.4} = 14.3 m^3$ de material en banco el cual es el que se multiplicará por el precio de paga y no los $20 m^3$ 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.

Volúmen a colocar $10,000 m^3$ de arcilla coeficiente de abundamiento = 1.4
Coeficiente de compresibilidad = 0.8
Se moverá en motoescropa de $20 m^3$ colmados

1. - Volúmen en banco necesario

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 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 totalmente 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

- 10.- Determinese la Fuerza de tracción necesaria que es la suma de la Resistencia al Rodamiento más la Resistencia por Pendiente.
- 20.- Compárese la Fuerza de Tracción necesaria con la Fuerza de Tracción disponible. Emplee una de las relaciones 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 Fuerza de Tracción Utilizable - Velocidad.
- 50.- Si el trabajo se lleva a cabo a una altitud mayor de 1 500 mts. calcúlese la pérdida de potencia y revítese la nueva velocidad más aconsejable.

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

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

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	-	límó 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 Ad-
		versa.
y 300 mts. tienen	-	2% Favorables
Coeficiente de abundamiento	=	1.25 o su recíproco 0.8
Peso de la máquina vacía	=	23.6 Tons.
Peso de la máquina cargada del equipo	=	23.6 Tons. + 1 600x0.8x15

Costos horarios: según la Empresa

Tractor	-	\$ 280/hora
Motoescropa	-	\$ 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) Favourado

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

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	3.9
Pavimentado 35 - 15	3.2	0.7	7.5	1.5

PESO MOTOESCREPA VACIA = 23.6 TON. DE REGRESO

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

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

Habrà 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 multipli- carlas por 0.65 para obtener las velocidades medias que consideran las acele- raciones y desaceleraciones.

VELOCIDADES MEDIAS (CARGADA)

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

VELOCIDADES MEDIAS (VACIA)

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

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

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

TIEMPOS DE MOTOESCREPA CARGADA

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

TIEMPOS DE MOTOESCREPA VACIA

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

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

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 ÷ 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 afectársele del factor de eficiencia que considere cada empresa de acuerdo con su experiencia en términos generales un factor de eficiencia del 70% es bastante bueno. Con esto último calcularemos la producción real, el costo por 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 en regular. Tomaremos para este caso 2 minutos, el valor medio.

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
627						
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
621						
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
623						
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
627						
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.**

MOVIMIENTO DE TIERRAS
SALTILLO, COAHUILA
DEL 26 al 30 DE AGOSTO

CARGADORES

ING. CARLOS M. CHAVARRI M.

AGOSTO DE 1985

ORIGEN DE LOS CARGADORES

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

001 03

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 04

**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

0.16-0n

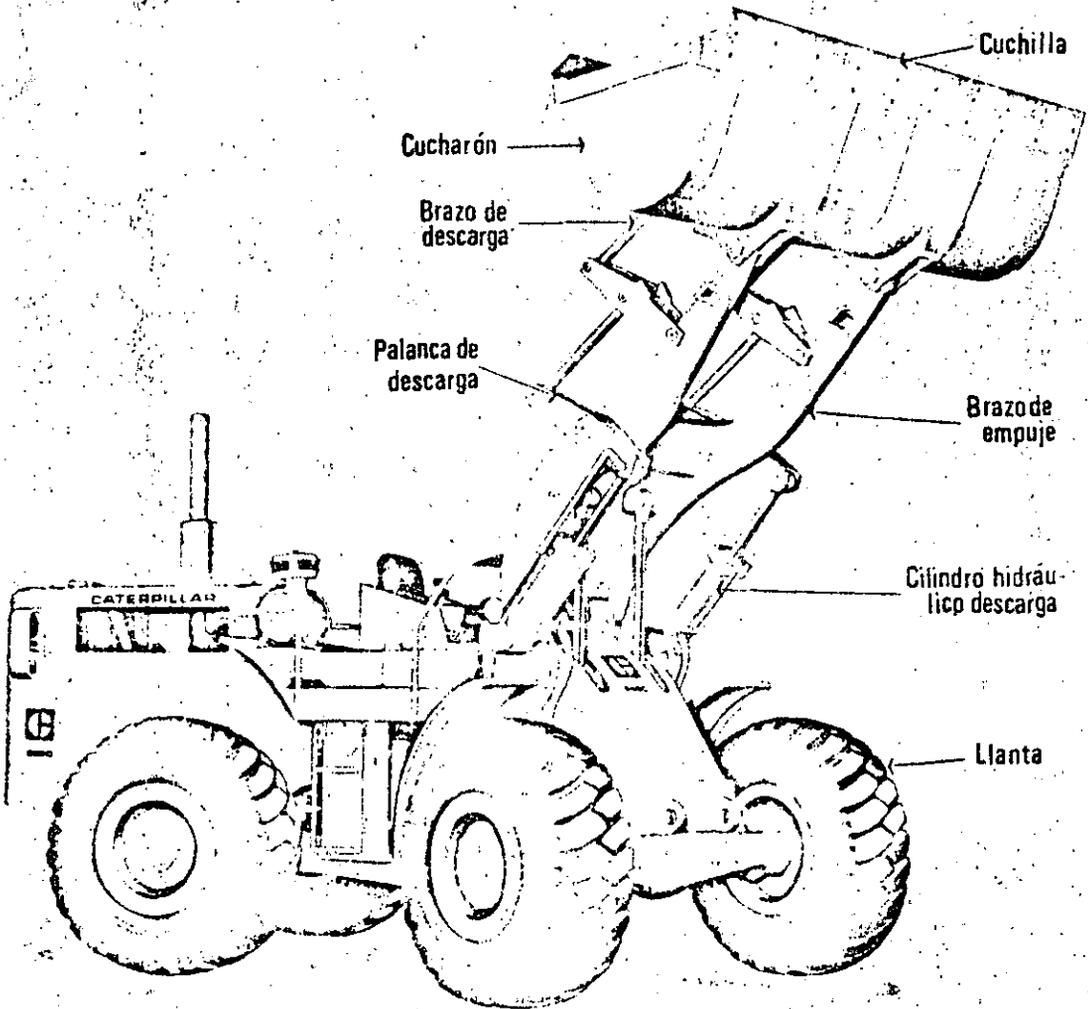
Los cargadores montados sobre llantas pueden ser de dos o cuatro ruedas motrices. Generalmente se utilizan llantas muy grandes. Estas sirven para proporcionar una excelente flotación que les permite trabajar en la mayoría de los terrenos.

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).



00 05

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

00 00

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.

U. 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.

Cuando la superficie de rodamiento está compuesta de materiales

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

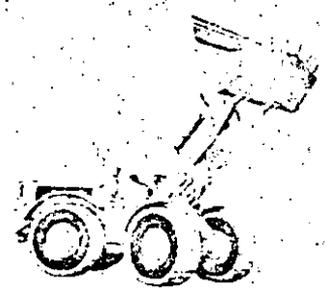


Fig. 7. Cargador Frontal con Cadenas amortiguadas.

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

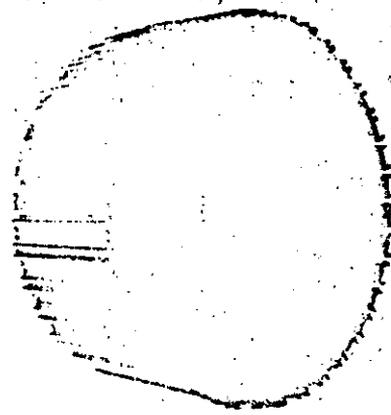


Fig. 8. Beadless

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

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

MANDOS FINALES

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

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

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

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

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

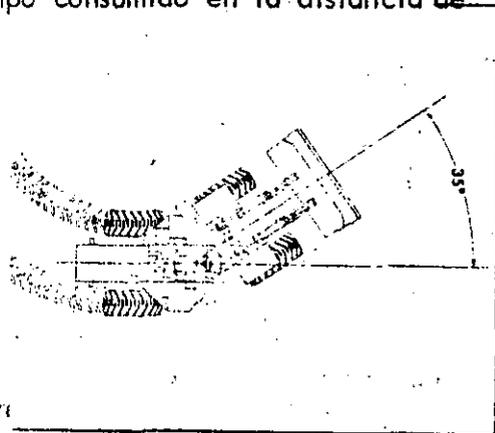


Fig. 9. Dirección de Bastidor

La fuerza de empuje describe la capacidad que tiene una máquina para hacer penetrar la cuchara en el material que se 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 Demolición
- e) Bote Ejector de Roca
- f) Bote de Rejilla.

a) Bote Ligero

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

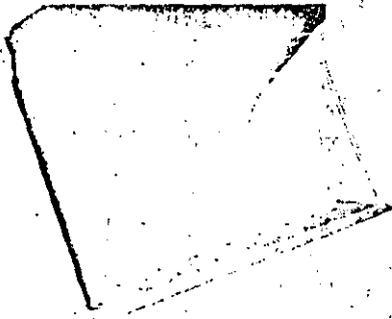


Fig. 10. Bote Ligero

b) Bote Reforzado

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

material (Fig 11).



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

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

c) Bote Super Reforzado con Dientes

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

Fig. 12. Bote Super Reforzado

Fig. 13



roca con borde inferior en "v"

d) Bote para Demolición

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

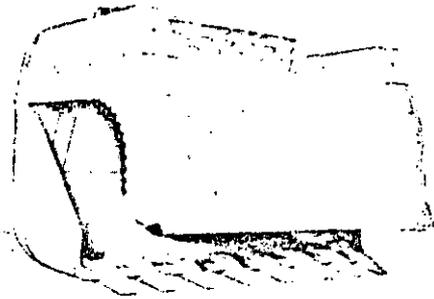


Fig. 14. Bote para Demolición

e) Bote Ejector de Rocas

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



Fig. 15. Bote Ejector de Roca

f) Bote de Rejilla

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

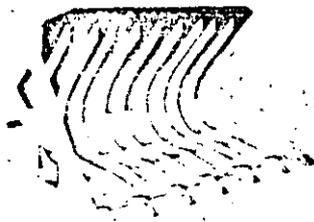


Fig. 16. Bote de Rejilla

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.

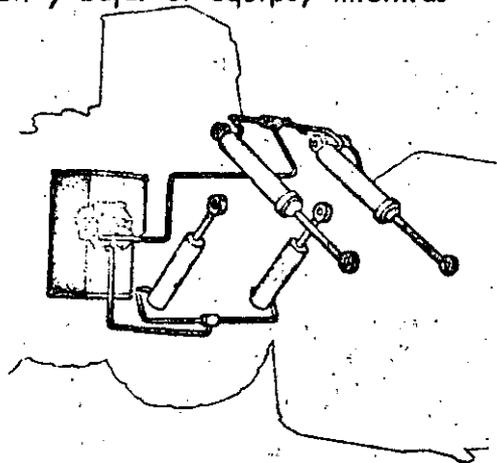


Fig. 17. Sistema Hidráulico

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.

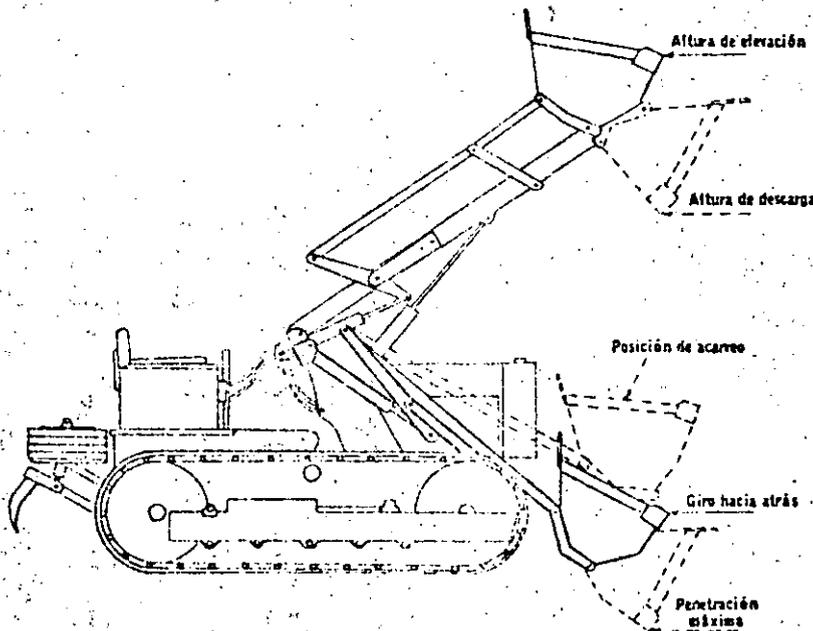
El mismo efecto se puede conseguir sujetando el borde de ataque de

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 maniobra.**

MOTOR

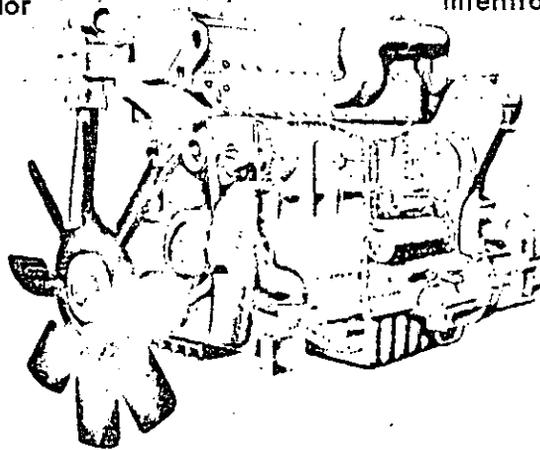


Fig. 19. Motor Caterpillar de Diesel D343 (988)

El puesto del operario por lo general se encuentra en la parte delantera del cargador pues ésto 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

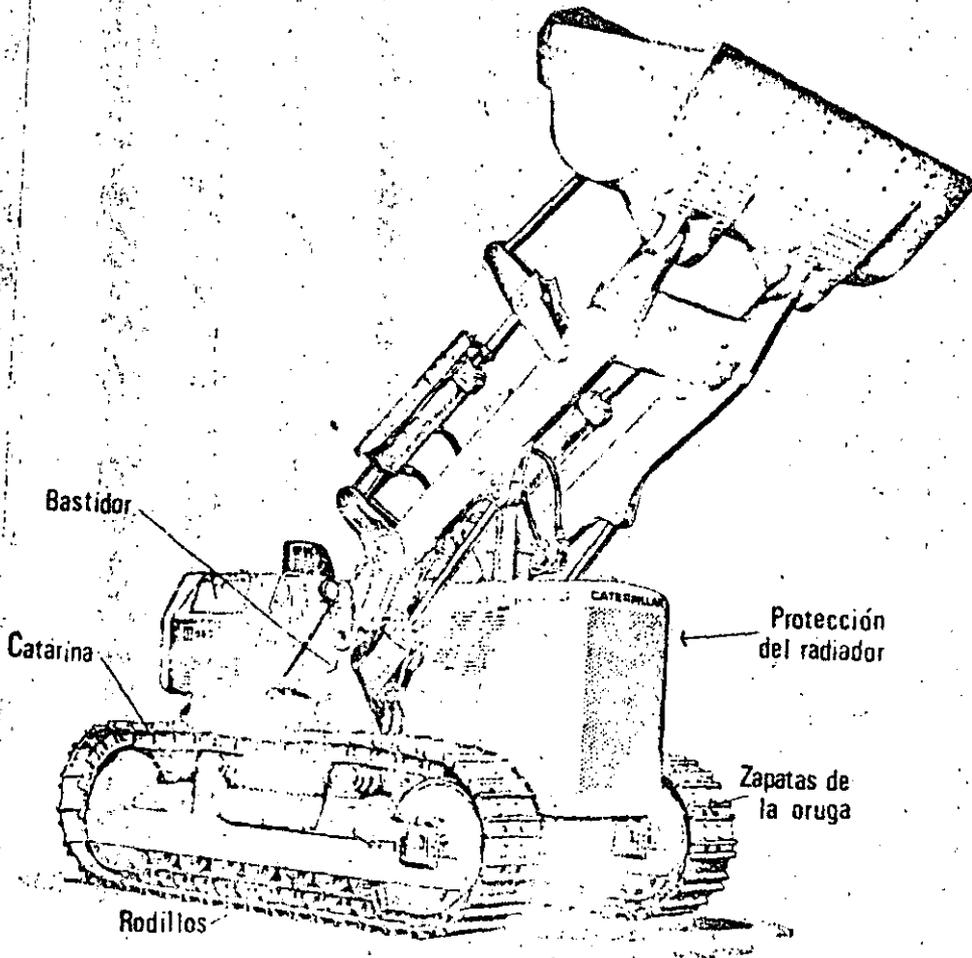


Fig. 20. Cargador Frontal sobre Orugas

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 trasmite la fuerza tractiva (Fig. 21).

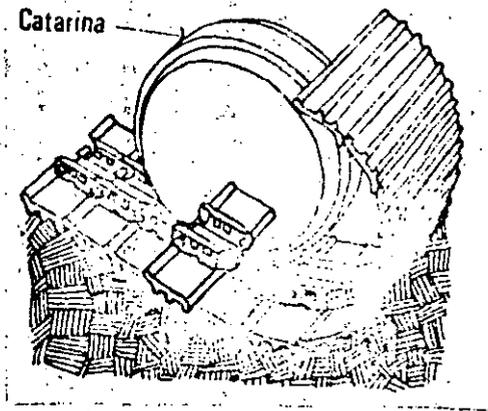


Fig. 21. Sistema de Tránsito

Un adecuado ancho y largo de las orugas es necesario para la estabilidad contra el volcamiento lateral cuando acarrear 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).

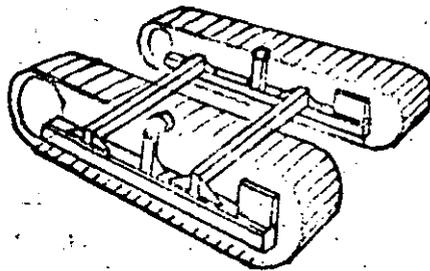


Fig. 22. Conexión Rígida entre Bastidores.

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.

- 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 conciderar que un determinado cargador sea conciderado 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 ensamble de un cargador, entre otros, son: filtros, mangueras, sellos, bandas, balatas, carcasas, motores y baleros.

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

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

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

CARGADORES DE RUEDA (TRACCION EN LAS 4 RUEDAS)

DATOS DE FUNCIONAMIENTO

Fabricante	Modelo	Año	Capacidad de almacenamiento	Capacidad del tanque de combustible		Capacidad de carga		Altura máxima del eje (m)	Carga máxima del eje (kg)		Carga máxima del eje (kg)		Altura máxima del eje (m)	Carga máxima del eje (kg)		Altura máxima del eje (m)	Carga máxima del eje (kg)		Altura máxima del eje (m)
				gal	m ³	gal	m ³		gal	m ³	gal	m ³		gal	m ³				
				lit	m ³	lit	m ³		lit	m ³	lit	m ³		lit	m ³				
Alli-Chem	840	Y	40	125-175	953-134	15	12	112	2848 B	39	990 B	208 75	322 25	124	3149 B	87	1301 B	88	
	940	Y	40	15-2	115-132	175	124	113	2644 B	39	990 B	212	5284 B	127 5	2111 5	72	1926 B	88	
Avialog-Barford	TS200	N		15-3	115-23	7	153	104	977 B			275	5740 A	88	2235 2	79	2706 A	87	
	TS230	Y		175-3 5	134 27	25	18	104	2641 B	38.5	977 B	276	5781 2	88	2235 2	79	2706 A	87	
	TS290	N		25 5	18 3 8	35	27	114	2895 B	40	1016	255	6477	77	1955 B	81	2037 A	86	
	TS500 w	Y	40	3-7	23 5 4	9	3 8	122	3098 B	55	1387	322	8432 B	114	2895 B	115 5	2794 2	126	
Bray	340	N		1-2	784 15	125	955					224	5689 B	108	2743 2	88	1876 A	81	
	544	N		1-2	784 15	125	98					224	5689 B	108	2743 2	88	1876 A	81	
	548	N		1-2	784 15	125	98					224	5689 B	108	2743 2	88	1876 A	81	
	842	N		7 25 4	17 31	25	1 9	118	2948 A	37	839 B	242	8148 B	112	2870 2	81	2057 A	86	
	888	N		2 24 4	17 31	25	1 9	118	2948 A	37	839 B	242	8148 B	112	2870 2	81	2057 A	86	
Case	W14	Y	60	125-175	96-13	125(D)	98	109.5	2781 3	30	782	218	5489 A	123	3124 2	88	1727 2	100	
	W14H	Y	80	125-175	96-13	15(D)	115	106.5	2729 1	32	812 B	220	5549	123	3124 2	88	1727 2	100	
	W18	Y	80	125-2	115-15	175(D)	134	108	2768 B	35.5	901 7	238	6070 B	124	3149 5	73	1857 2	100	
	W20	Y	80	175-2 5	134-19	2(D)	7 5	106.5	2705 1	38	965 2	243	6172 2	181 5	4610 1	73	1854 2	108	
W26B	Y	80	25-5	18 3 8	3(D)	7 29	118	3022 B	58.5	877 B	278	7512 A	208	5232 A	82	2279 B	123		
Caterpillar	810	Y	35	1-1 25(D)	8-1(D)	1 25(D)	1(D)	97	2450	24	860	216	5490	107	2720	85	2202	82	
	820	Y	35	15-1 75(D)	135-1 35(D)	1 8(D)	1 15(D)	108	2770	29	740	225	5718	123	3100	85	2146	100	
	930	Y	35	175-2 25(D)	134-1 72(D)	2(D)	1 32(D)	112 5	2860	31 8	830	278	8045	126	3200	88	2790	98	
	950	Y	35	225-2 5(D)	172-2 94(D)	2 5(D)	1 81(D)	111	2870	29	740	243	6170	124	3150	95	2410	113	
	964C	Y	35	3-4 5(D)	2 3-3 45(D)	3 5(D)	2 8(D)	118	3070	31	790	268	6870	134	3490	108 5	2700	122	
	975B	Y	35	48-5 5(D)	3 45-4 20	4 5(D)	3 45(D)	128	3200	44	1420	823	7470	142 5	3620	114 5-121	2910 1000	130	
	978	Y	35	9-1(D)	4 8-5 4(D)	6(D)	4 8(D)	128				336	8534	146	3700	126 5	3270	140	
	982B	Y	35	1(D)	7 85(D)	10(D)	7 85(D)	181	4500	86	1680	470	10 666	177(BB)	155	2940	170		
												202	8130 B	118(BB)	1927 1(BB)	87	2707 B	82 5	
												225	8715	118 2(HB)	102 1(BB)	80	1800 B	85	
												255	8721	131(BB)	141 1(BB)	74 5	1832 5	110	
												264	6705 E	131(BB)	307 1(A57)	77	1958 B	112	
												297	7549 E	138(BB)	3505 2(BB)	88	2232 2	128	
											316	8076 A	150(BB)	3810 (BB)	80	2240 5	135		
											349	7884 E	150(BB)	4638 1(BB)	105 5	2878 5	145		
											471	11 963 A	194(AA)	4827 1(AA)	114	2894 A	182		
											470 5	11 945 6	194 4(BB)	5054 4(BB)	114	2835 5	152		
											82(F)	2337(F)	607(F)	15 418(F)	160	4744	221 5		
											105	804 2	382 2	124(E)	3145 2(E)	68	2719 2	84 5	
											108	857 8	327(E)	3221 8(E)	108	2540	104		
John Deere	JD444B	Y	80	15-3	115-23	2	15	105	2667	35 8	804 2	332	802 8	124(E)	3145 2(E)	68	2719 2	84 5	
	JD444B	Y	80	25-4 5	150-3 4	3	27 9	108	2743 2	37 5	952 5	258	857 8	127(E)	3221 8(E)	108	2540	104	
												34	863 8	125 5	3187 7	90 5	2244	104	
	YALE 1700	Y	35	175-2 5	13 1 9	2(D)	1 5	112	2848 B			34	863 8	125 5	3187 7	90 5	2244	104	
	YALE 1900	Y	35	2-3	15-23	2 25	17	108	2768 B	38	914 A	251 5	6388 1	138	3378 2	95	2412	126	
	YALE 2000	Y	40	2 5 4	19 3	2 5	19	114	2895 B	38	965 2	265	6731	133	3378 2	95	2413	128	
	YALE 2500	Y	40	3 25 5	25 3 8	3 25	25	122	3048 B	39	990 B	297	7543 B	138	3530 B	117	2872 2	128	
YALE 3000	Y	49	3 75 5 5	28 4 2	3 75	25	124	3149 B	42	1066 B	301	7845 4	139	3530 B	113	2872 2	128		
YALE 4000	Y	40	4-5	3-5 B	4 5	3 4	128	3200 A	39	990 B	325	8255	138	3505 2	126	3270 A	138		
YALE 6000	Y	40	6-7 5	48-5 7	6	4 8	128	3276 B	45	1143	340	8636	152	3860 B	134	3403 5	145		
Eimco TMD	B11LMD	Y	45	1-2	784-1 5	1	784	38	965 2	21 25	539 B	181	4587 A	44(F)	1117 6(F)	48	1212 2	80	
	B11ELMD	Y	45	1-2	784-1 5	1	784	38	965 2	21 25	539 75	181	4587 A	44(F)	1117 6(F)	48	1212 2	80	
	B12BLMD	Y	45	2	1 5	2	1 5	72	1878 B	41 6	1057 3	313 75	7969 3	63-78(I)	1600-1987(I)	60 81	1524-2134	85	
	B13BLMD	Y	45	3	2 3	3	2 3	87	1447 B	34	863 8	304	7221 B	60(F)	1524(F)	72	1878 B	114	
	B15CLMD	Y	65	4 4	3 4	5	3 8	85-88	1881-1727	81	1701 8	370	8388	84(F)	1752 8(F)	85	2438 A	144	
	B18LMD	Y		8	8 8	8	8 8	88	1878 A					78	1981 2	96	2428 A	144	
	B20C	Y	40	10	7 8	10	7 8	78	1981 2	148	3788 2	442	11 228 B	78(F)	1881 2(F)	129	3048	150	

ARGADORES DE RUEDA (TRACCION EN LAS 4 RUEDAS)

OS DE FUNCIONAMIENTO

Fabrica	Modelo	OS DE FUNCIONAMIENTO																MOTOR	
		Distancia entre ejes		Peso máximo de funcionamiento		Peso máximo en ruta		Capacidad máxima de carga de trabajo		Capacidad máxima de carga de trabajo		Distancia máxima de transmisión		Distancia máxima de transmisión		Ciclo de vida normal de vida útil		Marca	Modelo
		mm	b	kg	H	kg	H	kg	H	kg	Deg	m	mm	m	mm				
Alfa Chalmers	840	2438.4	15.550	7044.2	N	11.090	6023.4	6890	4027.2	13.300	6024.9	55	15	381	113	381	PERKINS		
	840	2438.4	17.850	7995.5	N	12.564	6699.7	10.690	6847.6	12.400	8523.2	55	15.3	385.1	113	385.1	FORD	2900BARCO	
Axing Bedford	TS200	2209.8	20.850	9845.1	N	13.500	8115.5	N/A	N/A	N/A	N/A	45	16.6	418.1	121	307.4	FORD	2715E	
	TS230	2209.8	21.070	9544.7	N	15.000	8735	15.000	6795	15.000	6795	43	14.5	368.3	246	628.4	LEYLAND	601	
	TS250	2438.4	30.000	13.590	N	21.000	9513	21.000	9513	N/A	N/A	40	16	406.4	300	767.0	LEYLAND	600	
	TS500	3505.2	50.872	23.045	N	36.533	18.487.9	31.725	14.371.4	N/A	N/A	43	18	482.6	275	698.5	CUMMINS	3600C300	
Bray	540	2057.4	15.183	8677.9	N	9000	4077	N/A	N/A	12.500	5662.5	48	16.75	425.5	234	594.3	PERKINSIA	4.236	
	544	2057.4	15.933	7320.4	N	8000	4077	N/A	N/A	12.500	5667.5	48	16.75	425.5	171	434.4	PERKINSIA	4.236	
	548	2657.4	18.933	7270.4	N	9000	4077	N/A	N/A	12.500	5667.5	48	16.75	425.9	234	694.8	PERKINSIA	4.236	
	562	3266	25.000	11.224	N	15.500	7021.5	N/A	N/A	17.000	7701	45	17.3	444.5	295	749.3	LEYLANDCI	4.645	
	566	3266	25.000	11.325	N	15.500	7021.5	N/A	N/A	17.000	7701	45	17.3	444.5	140	457.2	LEYLANDCI	4.645	
Case	W14	3540	14.500	6565.5	N	10.733	4862.1	9132	4136.9	14.022	6352	45	17.5	476.4	347.9	656.3	CASE	4313B	
	W16H	2540	15.734	7127.5	N	11.920	5399.9	10.920	4946.8	17.361	5595.5	45	16	406.4	340.8	865.4	CASE	4313B	
	W18	3743.2	19.210	8620.8	N	12.730	5746.7	11.278	5488.3	20.100	9105.3	45	15.5	393.7	396	1035.4	CASE	4313B	
	W20	2742.2	21.107	9581.5	N	15.250	6908.5	13.550	8138.2	19.700	8969.4	45	15.5	393.7	396	1035.4	CASE	4313B	
	W25B	3225.8	33.045	14.969.4	Y	25.810	11.891.9	27.750	10.705.6	27.100	12.276.3	46	16	406.4	471.6	11.976.5	CASE	4313B	
Caterpillar	910	2340	13.400(J)	8100(J)	N	8030(J)	4100(J)	8500(J)	3800(J)	10.000(J)	4530(J)	46	16	381	186	4720	CAT	3208	
	920	2540	17.400(M)	7820(M)	N	11.820(M)	5400(M)	10.820(M)	4800(M)	17.870(J)	8010(J)	46	13.2	351	205	5710	CAT	3208	
	930	2750	19.800(LL)	8750(LL)	N	13.820(LL)	6200(LL)	12.820(LL)	5500(LL)	18.100(J)	8010(J)	46	13.6	348	220	5990	CAT	3208	
	950	2900	24.200	11.000	N	18.500	7443	15.425	6390	22.910(J)	10.400(J)	46	16	381	221	5670	CAT	3208	
	956C	3100	33.500	15.220	N	24.581	11.140	22.620	10.260	28.480(J)	13.000(J)	46	15.6	372	249	6300	CAT	3208	
	980B	3300	49.700(M)	22.500(M)	Y	32.920(M)	15.380(M)	30.800(M)	13.990(M)	35.780(J)	18.230(J)	46	15.20	405.528	284	7310	CAT	3208	
	985	3550	67.900	30.800	N	40.240	18.250	36.450	16.540	47.720(J)	21.470(J)	41	17.5	570	285	7264	CAT	3208	
	992B	4320	133.200(M)	60.400(M)	Y	82.790(M)	42.050(M)	83.800(M)	38.050(M)	81.060	36.270	41	17.2	580	350	8990	CAT	3208	
Clark	35	2120.9	12.580	5994.7	N	8475	3815.9	N/A	N/A	9100	4127.3	40	12.4	327.4	186	431.6(A)	GM	433	
	450	2501.9	17.830	8076.9	N	12.088	5475.9	11.074	5016.5	15.020	6608.6	42.5	16(AA)	406.4(A)	440.4(AA)	11.185(AA)	GMCI	433	
	55A	2794	27.220	10.101.9	N	14.423	6532.3	13.377	6013.9	18.750	8267.3	45	14(AA)	355.6	470.2	11.155.7	GMCI	433	
	75B	2814.5	27.027	12.240	N	19.500	8607	17.700	8218.1	18.900	8561.7	45	14.1(AA)	358.1(AA)	430.4(A)	12.426(AA)	GMCI	433	
	125B	3251.2	38.020	17.214	N	25.181	11.878.2	23.142	10.540.5	36.100	13.634.5	45	16(AA)	406.4(AA)	549(AA)	13.945(AA)	GMCI	433	
	175B	3429	51.370	23.219	Y	34.790	15.712.7	31.480	14.259.4	34.000	15.402	45	17(AA)	520(AA)	579(AA)	14.756(AA)	CUMMINS	433	
	275B	3708.4	76.881	34.828.9	Y	48.805	21.290	43.400	19.660	51.000	23.101	44	20(AA)	579(AA)	654(AA)	16.815(AA)	CUMMINS	433	
	475B (MDD)	4672.6	154.050	69.783.2	Y	101.400	45.934.2	88.700	40.181	105.700	47.655.9	40	25.3(AA)	566.4(AA)	619(AA)	20.690(AA)	CUMMINS	433	
	475B	4622.8	156.020	70.677	Y	99.631	45.118.9	90.000	40.770	105.500	48.543.5	48	27.3(AA)	546.4(AA)	613(AA)	20.620(AA)	CUMMINS	433	
	875	9676.9	381.473	172.809	Y	181.490	87.174	182.100	73.431	148.200	67.135	47	35(AA)	965.2(AA)	1041(AA)	26.441(A)	CUMMINS	433	
John Deere	JDS410	2403.3	21.650	9.839.1	Y	18.285	7285.5	13.925	6305.6	15.640	7094	42	14.5	348.3	352	8412.8	DEUTZ	433	
	JDS410	2641.6	28.240	12.810.5	Y	22.420	10.156.3	18.140	8.678.5	21.345	9659.3	42	17.9	436.8	370	9309	DEUTZ	433	
Eaton	YALE 1700	2692.4	18.045	8174.4	N	13.598	6054.6	12.163	5509.8	20.700	9195.8	40	15	381	230	5847	PERKINS	433	
	YALE 1900	2692.4	19.370	8783.7	Y	14.962	6777.9	13.614	6188.1	20.535	9502.4	40	15	391	232.5	5405.5	PERKINS	433	
	YALE 2000	2946.4	26.000	11.778	N	19.380	8779.1	17.112	7751.7	25.800	11.687.8	40	16	406.4	228	5791.2	CUMMINS	433	
	YALE 2500	3200.4	35.100	15.300.3	N	24.960	11.306.9	21.800	8875.4	38.000	17.214	40	16	406.4	257	6409.8	GM	433	
	YALE 3000	3251.2	39.130	17.726	N	28.650	12.878.5	25.000	11.325	39.200	17.752.2	40	16	406.4	250	6502.4	CUMMINS	433	
	YALE 4000	3505.2	46.500	21.004.5	N	37.048	18.791.8	32.731	14.827.1	38.241	17.323.2	40	15	381	269	6832.6	GM	433	
	YALE 6000	3759.2	68.900	31.186.4	N	45.578	20.845.9	40.244	18.230.5	61.000	25.103	40	16	457.2	305	7747	CUMMINS	433	
Elmo TMD	911LHD	1524	8000	4077	N	7000	3171			8000	3524	40	12.8	183.7	222	5638.8	DEUTZ	433	
	911E1HD	1524	8000	4077	N	7000	3171			8000	3524	40	13	183.7	222	5638.8	FALFEMIC	433	
	912B1HD	2413	20.100	8105.3	N	12.000	8438			12.000	8438	40	10.375	263.5	350	8182	DEUTZ	433	
	913LHD	2695.6	24.000	12.684	N					18.000	8154	40	12	304.8	382	9957.8	CAT	433	
	915CLHD	41.500	18.796.5		N	24.000	18.972			29.000	13.737	40	11.378	314.3	485	12.319	DEUTZ	433	
	919LHD	8697.6	86.000	28.894	N					45.000	20.385	40		489	819	14.706.6	DEUTZ	433	
	880C	3816	67.000	41.878	N	47.880	21.882.8			68.000	39.374	40	16	531	600	15.240	CAT	16931A	

CARGADORES DE RUEDA (TRACCION EN LAS 4 RUEDAS)

Fabricante	Modelo	MOTOR								NEUMÁTICOS STANDARD			TRANSMISION								
		Horsepower	Combustible	Numero de Cilindros	Velocidad L/min	Velocidad M/min	Numero de Cols	Consumo U.S. gal	Consumo Imp gal	Velocidad L/min	Dimensiones	Llaves	Tipo	Tranmission nominal m/m	Tranmission nominal v/min	Tranmission nominal v/min	Tranmission nominal v/min	Tranmission nominal v/min			
																			MPH	km/h	MPH
Ericsson	Eric LV-G Eric LVW-G	30/2800 40/2800	G G	4 4	107.7 107.7	1.8 1.7	4 4	10 8.3	37.8 37.8	7.50X15	8	LUG	H	1.0-6.3	0-10.1	0-8.3	2-17.1				
Ford	Little Eric A52 A64 A68	25/2400 (M) (M) (M)	G D D D	2 4 4 4	80 255 401 401	.98 4.2 6.8 6.8	4 4 4 4	8 40 50 50	8.7 33.3 41.7 41.7	7.50X15 15.5X25 17.5X25 20.5X25	4 12 12 12	SPECIAL L-2 L-2 L-2	H PS PL SS PS PL SS PS PL SS	0-5.5 0-20 0-31.8 0-31.8	0-8.9 0-13.2 0-13.2 0-13.2	0-5.5 0-8 0-8 0-8	2-6.9 2-12.8 2-12.8 2-12.8				
International Harvester	H-50C H-ACE H-65C H-80C H-90C H-100C H-100C H-400C 385D	93/2250 100/2500 147/2400 184/2510 239/2500 290/2100 380/2200 580/2100 80/2300	D D D D D D D D D	6 6 6 6 6 6 8 12 6	301 360 414 464 573 817 817 1710 263	4.9 6.6 6.6 7.8 9.4 13.4 13.4 28 4.3	4 4 4 4 4 4 4 4 4	42 80 84 78 97 115 155 250	35 41.3 41.3 29.5 38.5 43.7 58.2 79.3 25.8	13.0C14 15.5X25 17.5X25 20.5X25 23.5X25 26.5X25 28.5X29 45.40X36 14.8X24	8 12 12 12 12 14 22 20 8	G-2 L-2 L-2 L-3 L-3 L-3 L-4 R-4	PS PS PS SS CS PS SS CS PS CS PS CS PS SS PS	3 3 3 3 4 4 3 2 4	3.85/23.3 5-27.6 3.9/21.8 4.2/21 4.6/32 4.7/30.8 4.8/22.2 8.7/21.4 0.21	6.7/27.4 8.4/44 8.3/35 6.4/25.8 7.4/31.5 7.5/31.8 7.7/35.7 14.3/14.5 0.21	3 3 3 3 4 4 3 2 2	4.5/17.8 5.8/33 4.7/29.2 7.7/29.5 4.6/27 4.7/30.8 4.8/27.1 8.7/21.4 0.21	3 3 3 3 4 4 3 2 2	5.5/21.6 7.5/27.8 2.4/11.5 2.4/11.5 0.21	3.5/12.8 3.5/12.8 2.4/11.2 2.4/11.2 0.21 0.21
Long	445D1	45/2400	D	3	142.9	2.3	4	14.25	11.9	54	8	R-1	GO	1.43/14.5	2.3/23.4	1.43/14.5	2.3/23.4				
Massey Ferguson	MF11 MF13 MF44B MF55 MF65 MF77 MF77 MF79	74/2350 74/2350 23/2200 138/2350 175/2100 228/2100 350/2200 350/2200	D D D D D D D D	4 4 8 8 8 6 8 8	248 248 354 510 318 851 855	4 4.1 5.8 8.4 5.2 14 14	4 4 4 4 2 2 4	38 37 91 91 80 75 120	13.4 10.9 42.5 42.5 21.6 21.6 45.4	14.0C24 13.0C24 17.5X25 17.5X25 23.5X25 26.5X25 29.5X29	8 8 12 12 12 10 22	R-4 G-2 L-2 L-3 L-2 L-3 L-2 L-2	CS/PS CS CS PS PS PS	4 4 4 4 3 3 4	1.9/20.8 4.24 4.34 3.29 2.7/24 7.2/23	4.24 8.4/39.4 8.4/39.4 4.24 4.3/38.8 3.5/32.4	4 4 4 4 3 4	4.24 4.24 4.24 4.24 2.4/11.5 2.4/11.5	4 4 4 4 3 4	4.24 4.24 4.24 4.24 0.21 0.21	
Melroe LeTourneau Maboy	M-371B M-371B M-371B M-371B M-371B M-371B M-371B	100/2100 150/2400 198.5/2200 108.5/2500 150/2100 13/2100 30/2800 30/2800 80/2400	D D D D D D D D D	6 6 6 6 6 6 6 6 6	1106 363 395 380 363 31.27 107.7 107.7 278	18.4 6 6.2 6.2 6 5 1.8 1.8 4.5	2 4 4 4 4 4 4 4 4	316 30 30 30 30 5.5 12.5 33	280 25 25 25 25 4.6 9.2 18.4 27.5	37.5X39 13.0C24 14.0C24 14.0C24 17.5X25 5.70X12 7.00X15 7.00X15 15X19.5	2 8 8 8 16 4 8 12	A-3 EARTHMOVER EARTHMOVER EARTHMOVER EARTHMOVER BAR LUG NYLON STEEL CAP DUPLEX	E PS PS PS PS CC VS H H	2 4 4 4 4 2 2 2	0.17/25 0.25 0.25 0.25 0.25 0.17 0.49 0.7 0.14	0.21/25 0.47/2 0.47/2 0.47/2 0.47/2 0.6 0.108 0.11/3 0.7	E G G G G G G G	2 4 4 4 4 2 2 2	0.17/25 0.25 0.25 0.25 0.25 0.6 0.66 0.7 0.87	2 4 4 4 4 2 2 2	0.17/25 0.25 0.25 0.25 0.25 0.6 0.66 0.7 0.87
Merrill Terrell	SKL500 72-21 72-31 72-41 72-51 72-71 72-71 72-81	30/2800 213 284 284 426 335/2300 434/2100	D D D D D D D	3 4 4 4 8 8 12	213 284 284 426 568 852	3.5 4.7 4.7 7 9.3 14	2 2 2 2 2 2	90 50 50 75 146 200	41.7 41.7 41.7 87.5 121.7 168.7	18.9 20.5X25 20.5X25 23.5X25 29.5X29 33.25X35	6 12 12 12 12 22 20	L-2 L-2 L-2 L-2 L-2 L-4 L-4	PLSS/PS PLSS/PS PL PS SS PL PS PL PS SS PS PL	2 2 3 2 3 3 3	0.174 0.174 0.206 0.267 0.22 0.208 0.15	0.26 0.28 0.33/2 0.43 0.35/4 0.33/5 0.241	1 1 1 1 3 3 3	0.174 0.26 0.33/2 0.43 0.35/4 0.33/5 0.241	1 1 1 1 3 3 3	0.174 0.26 0.33/2 0.43 0.35/4 0.33/5 0.241	
Terex-Scottland Thomas	72-11 9/5100 9/51200 9/51700 9/572500 9/572500 9/572500 BM641 BM811 BM848 BM1240 BM1641	86/2500 18/3000 30/2800 37/2400 42/3000 42/3000 37/2400 80/2300 112/2400 115/2400 180/2500 240/2200	D G G G G G G D D D D D	6 2 4 4 4 4 4 4 6 6 6 6 6	330 53.9 107.7 154 108 154 256 313 313 313 409 586	3.4 8.8 1.8 2.5 1.8 2.9 4.2 5.1 5.1 5.1 6.7 8.8	4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4	36 10 21.6 21.6 21.6 21.6 28 28 30.8 42.5 42.5 50.8 84.2	30 3.4 18 18 18 18 24.2 28 100 183.1 231 348.2	13.0C24 7.00X15 7.00X15 7.00X15 7.00X15 10X18.5 12.4X24(S) 14.8X24(S) 20.5X25 20.5X25 20.5X25	8 4 6 6 6 6 12(S) 12(S) 12(S) 12 18 18	D-2 H H H H H R-4 R-4 R-4 L-2 L-2 L-2	PL PS H H H H H PS PS PS PS PS PS	2 2 3 2 3 3 4 4 4 4 4 4 4	0.7 0.49 0.97 0.161 0.161 0.161 18.6 18.4 26.4 18.8 26 26 26	0.11/3 0.7 0.97 0.161 0.161 0.161 29.9 26.4 26.4 26.8 41.8 41.8 41.8	1 1 1 1 1 1 4 4 4 4 4 4 4	0.7 0.97 0.161 0.161 0.161 0.161 26 26 26 26 26 26			

PI	Se puede importar	(A)	Modelo Ford 2711-E disponible como opción	(Z)	Dirección de largueros
EM	Ensamblado en México	(B)	Modelo Ford 2713-E disponible como opción	(AA)	Con llantas normales
*N	No	(C)	Modelo Perkins T6.354 disponible como opción	(BB)	Con llantas normales y techo de protección
Y	Si	(D)	Cangilón para uso general	(CC)	Modelo Cummins también disponible
†N	No	(E)	Con cabina	(DD)	Con brazos de alta elevación opcionales
Y	Si	(F)	Solamente máquina	(EE)	Cangilón de canto derecho
**	La estabilidad de la máquina depende del tamaño de llantas, balasto en llantas traseras, o de accesorios utilizados.	(G)	Infinitamente variable	(FF)	Con llantas normales y dientes de cangilón
±D	Diesel	(H)	Motor eléctrico	(GG)	Con llantas normales, techo de protección y lámparas inundantes
G	Gasolina	(I)	Adelante--frente al operador	(HH)	Bajo articulación
□CP	Cara de laminación transversal	(J)	Frente, trasero	(II)	Incluye tanque lleno, operador, cangilón y llantas 15.5 x 25--8PR
OPT	Opcional	(K)	Con llantas normales, balasto con llantas traseras, cangilón normal, cabina, combustible y 175 lbs. (79kg) por operador.	(JJ)	Medido 3 pulgadas (102 mm) detrás de junta de arista cortante, con espiga de cangilón como pivote.
TR	De tracción	(L)	Al cangilón: Levantamiento = 16,200 lbs. (7338.6 kg)	(KK)	Incluye llantas 15.5 x 25 - 12 PR con 846 lbs. (382 kg) de solución CaCl ₂ en llantas traseras.
■A	Automática	(M)	Todavía no se encuentra disponible.	(LL)	Incluye llantas 17.5 x 25 - 12 PR con 1182 lbs. (540 kg) de solución CaCl ₂ en llantas traseras.
CC	De embrague tipo convencional	(N)	Al cangilón: levantamiento = 18,800 lbs. (8516.4 kg)	(MM)	Incluye llantas 25.5 x 25 - 20 PR con 3038 lbs. (1380 kg) de solución CaCl ₂ en llantas traseras.
CS	Contrajeje	(P)	Al cangilón: levantamiento = 22,500 lbs. (10,193 kg)	(NN)	Incluye cabina estándar y llantas 38.00 x 39-30-PR con 7880 lbs (3570 kg) de solución CaCl ₂ en llantas traseras.
E	Eléctrica	(Q)	Modelo D-282 diesel también disponible		
GD	De engranajes	(R)	Por fuera de cangilón.		
H	Hidrostática	(S)	Llantas traseras		
HS	DE válvula hidráulico	(T)	Modelo GMC 6V-71-N también disponible		
L	De cierre	(U)	Modelo GMC 8V-71-N también disponible		
PL	Planetaria	(V)	Modelo Cummins VTA-1710-C también disponible.		
PS	De cambio automático	(W)	Sin extra balasto.		
SA	Semiautomática	(X)	Modelo Perkins 6.354 también disponible.		
SS	De cambio suave	(Y)	Perkins T6.354 también disponible. Ambos modelos con turbina.		
VS	De poleas variables				
Todo item N/A	No aplica				

CARGADORES DE ORUGA

Fabricante	Modelo	Capacidad de carga SAE (Toneladas)		Capacidad de carga SAE (Toneladas)		Peso del eje delantero con aceite		Anchura del eje delantero		Alargamiento de eje		Alargamiento de eje		Alargamiento de eje		Alargamiento de eje		Alargamiento de eje		Alargamiento de eje		Alargamiento de eje		Alargamiento de eje		Alargamiento de eje			
		yd	m	yd	m	lb	kg	in	mm	in	mm	in	mm	in	mm	in	mm	in	mm	in	mm	in	mm	in	mm	in	mm	in	mm
J.I. Case	350	686	524	75	573	860	299.4	43	1600.2	96	2438.4	38	965.2	156	3962.4	155	3937	80	1524	10.400	4878								
	450	900	812	1	783	775	351.9	67.8	1122.1	96	2438.2	38.75	933.5	180	4564	162	4114.8	84	1625.6	13.900	5705							5306	
	850	1179	901	1.375	1.1	1345	810.1	76.5	1943.1	90.5	2311.9	46.5	1181.1	180	4572	168.5	4280	87	1701.8	18.900	8122.9	11.200	4581.1					11.040	
	1150B	1.52	1.2	1.75	1.3	1745	781.5	81.2	2067.5	104	2641.8	54	1371.8	189	4500.6	184	4673.6	77	1955.8	24.800	11249	16.700	7575					16.400	
1450	1.85	1.4	2.25	1.7	2305	1045.5	88	2235.2	115	2921	66	1676.4	216.5	5245.1	202	5130.6	81	2057.4	31.300	14208.5	18.400	8436.9					21.100		
Caterpillar	PI 931	87(D)	87(D)	1(D)	8(D)	750	340			87(C)	2440(C)	32	810	153	3890	8(D)	2440(D)	70.5	1780	15.300(E)	6206(E)	8100(E)	4120(E)					16.700	
	PI 941B	124(D)	95(D)	1.5(D)	1.15(D)					102	2530	51(F)	1300(F)	168	4520	173.5	4410	73	1860	22.500	12.600	12.600	5730					16.100	
	PI 955L	189(D)	129(D)	2(D)	1.53(D)					84.5(H)	2175(H)	114	2900	83.4(I)	1800(I)	199	4950	195	4950	39.700	13.700	18.850	8440					21.100	
	PI 977L	233(D)	174(D)	2.5(D)	2.1(D)					98(H)	2490(H)	126	3200	72(F)	1830(F)	221	5610	213	5410	42.500	18.300	24.700	11.210					34.260	
PI 983L	374(D)	285(D)	4.5(D)	3.5(D)					120.5(K)	3040.5(K)	144	3650	85(F)	2160(F)	267	6780	245	6200	71.600	32.500	48.600	72.000					47.810		
John Deere	JD150B	831	683	75	573	775	351.5	66	1674.4	96	2438.2	30	762	144.5	3670.3	154.3	3919.2	60	1524	12.400	5624.6	7150	3723.2					12.100	
	JD450C	1.05	803	1.25	956	996	451.8	72.25	1835.2	103	2616.2	33	838.2	180.25	4570.4	170	4318	66	1676.4	16.700	7575	9790	4173				16.340		
	JD555	1.057	804	1.25	956	996	451.8	72.25	1835.2	103	2616.2	33	838.2	180.25	4570.4	170	4318	66	1676.4	16.255	6784.3	10.400	4271				15.240		
Eimco TVC	630			3	253					54	1371.6	27.26.5	559.724																
	632				785	8				74	1878.6	34	814.4																
International Harvester	50CE-75	84	52	75	573	650	294.9	66.5	1689	98.7	2507	29.4	746.8	154.8	3928.8	175	4445	62	1574.8	12.150	5000	7500	3400					11.300	
	100E	97	703	1.13	884	780	351.8	68.5	1739.8	87	2453.8	31.7	805.2	156	3962.4	180.5	4078.7	65	1651	15.481	7022.1	9067	4122.7					15.144	
	125E	112	856	1.38	1.1	940	426.4	71.8	1816.6	103.5	2628.8	38.2	970.3	164.75	4184.7	171.5	4358.1	88	1727.2	16.555	8451.8	11.378	5137.4					14.810	
	150C	132	1.3	2	1.5	1442	854.2	88	2184.4	134	3423.6	40	1524	184.5	4640.3	180	4572	81	2057.4	28.530	13.104	18.110	8758.2					20.370	
JCB	250	2.25	1.7	2.15	2.1	2310	1057	98	2438.4	124	3278.4	65	1752.6	225	5715	211	5359.4	84	2187.6	43.960	18.660	29.170	13.430					16.230	
	350	2.25	1.5	1.5	1.2	1070	485.3	80	2032	100	2540	45	1143	200	5168.2	168	4297.2	69	1752.6	20.163	9411	10.978	4714.1					12.700	
Massey Ferguson	MF200	825	478	75	573	455	206.4	62	1574.8	89.5	2277.2	30	762	152	3870.8	139.5	3543.3	60	1524	10.315(B)	4706(D)	16400	2943.4					12.900	
	MF300	1125	860	1.25	956	1215	531	77	1953.8	96.3	2451.1	37	939.8	154	3911.8	151	3835.4	72	1828.8	16.711	8940.8	12.570	5701.7					16.500	
	MF400	1.5	1.2	1.625	1.2	1785	800.6	80	2032	100	2540	33	838.2	208	5232.4	188	4778.2	75	1906	24.950	11.322	17.360	7874.4					15.430	
MF500B	2	1.5	2.25	1.7	1918	868.4	80	2032	102	2590.8	28	808	180	4572	181	4831.4	82	2062.8	36.521	16.570	18.840	8898.3					18.840		

CARGADORES DE ORUGA

Fabricante	Modelo	Fuente de potencia del motor (horsepower)	Inclinación máxima a nivel del suelo (Deg)	Ángulo máximo de inclinación del camión (Deg)	Distancia mínima de la máquina al suelo		MOTOR					CARRILES										Tipos de llantas					
					in.	mm	Marca	Modelo	Potencia del motor (hp)	Número de cilindros	Consumo de combustible					Ancho de las llantas estándar (in)	Cambio estándar de los carriles		Presión en el suelo (psi estándar)		Ancho de las llantas de trabajo (in)						
											cu in	litros	US gal	imp gal	litros		in	mm	in	mm	psi		MPa	in	mm		
J.I. Case	350	2404	40	110	11	279.4	CASE	G188D	39 2000	4	180	3.1	19	13.3	40.5	33	12	304.8	43	1092.2	-	-	-	-	12-14	304.8-355.6	CO
	450	3402	40	110	12	304.8	CASE	G188D	51 2000	4	180	3.1	20	16.7	75.9	36	12	304.8	52	1320.8	-	-	-	-	12-14	304.8-355.6	PS
	850	4989.5	40	105	10	254	CASE	A301BD	72 2000	4	201	4.9	36	30	136.4	39	13	330.2	54	1371.6	-	-	-	-	13-14	330.2-355.6	PS
	1150B	8375	40	103	13	330.2	CASE	A431BD	100 2100	6	451	7.4	52	43.3	198.9	40	15	381	62	1574.8	-	-	-	-	15-16	381.456.4	PS
	1450	12 292	40	106	15	381	CASE	A524ED1	130 2100	6	504	8.3	65	54.2	246.4	38	15	381	66	1676.4	-	-	-	-	15-16	381.456.4	PS
Caterpillar	831	4850	-	-	13.7	343	CAT	D304	62 2400	4	318	5.2	30	25	114	35	12	305	18	457	-	-	-	-	-	-	PL PS
	941B	6810	-	74	19(G)	380(G)	CAT	D330	80 2000	4	425	7	42	35	158	38	13	330	60	1520	-	-	-	-	-	-	PS PL
	955L	10 560	-	75	15 75(G)	400(G)	CAT	D330	130 2145	4	425	7	68	56.7	257	41	15	380	66	1680	-	-	-	-	-	-	PS PL
	977L	15 543	-	75	19(G)	465(G)	CAT	D333	190 1950	6	630	10.5	100	83.3	378.7	41	18	455	76	1930	-	-	-	-	-	-	PS PL
	983	18 699(M)	-	78	23 5(G)	600(G)	CAT	D343	275 2010	6	693	14.8	135	112.5	510	42	22	540	92	2340	-	-	-	-	-	-	PS PL
John Deere	JD350B	5480.5	40	70	13.25	336.6	JOHN DEERE	JD1152	47 2500	3	152	2.5	22	18.3	63.2	36	12	304.8	48	1219.2	7.2	49.7	12	-	-	304.8	PS
	JD450C	8513.8	40	70	14.25	362	JOHN DEERE	JD4219	65 2500	4	218	3.8	21	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	JD4274	72 2200	4	276	4.5	31	25.8	117.3	37	14	355.6	52	1320.8	8.5	58.8	16	-	-	355.6	PS
Eimco TMD	830	-	-	-	6	152.4	EIMCO	271	22 1200	5	-	-	-	-	25	8	228.6	45	1143	-	-	-	-	-	-	228.6	PS
	832	2404	-	-	6	152.4	EIMCO	271	22 1200	5	-	-	-	-	28	8	228.6	45	1143	-	-	-	-	-	-	228.6	PS
International Harvester	500E-75	4572	40	-	13.1	332.7	INTERNATIONAL	D-155	45 2500	3	155	2.5	22.5	22.9	104.1	35	12	304.8	50	1270	7.8	52.4	10-14	-	-	254.316	PS
	10DE	5653.2	38.5	80.3	12.8	325.1	INTERNATIONAL	D-239	85 2500	4	239	3.9	30	25	113.7	37	12	304.8	52	1320.8	9	62.1	12-13	-	-	304.8-330	PS CS
	12SE	8554.3	38.5	80.9	15	381	INTERNATIONAL	D-239	78 2470	4	239	3.9	38	31.7	144.1	36	13	330.2	54	1371.6	9.6	64.2	13-14	-	-	330.2-355.6	PS CS
	1700	11 568	48.5	58.1	17.75	456.9	INTERNATIONAL	D-466	133 2470	6	466	7.6	60	50	227.3	39	15	381	66	1676.4	11.1	76.5	15-18	-	-	381.456.4	PS CS
	2500	17 339	49	51.1	18.5	469.9	INTERNATIONAL	DV-573B	190 2400	8	573	9.4	86	71.6	325.5	43	18	457.2	76	1930.4	11.3	77.9	18	-	-	457.2	PS CS
Massey Ferguson	110	5995.7	40	75	15	381	PERKINS	A 248	71 2250	4	248	4.1	46	38.3	174.1	37	12	304.8	56	1422.4	8.4	55.2	13	-	-	330	PS PL
	MF200	3175.2	45	54	10.5	266.7	PERKINS	A3 152	44 2250	3	152.7	2.5	11.1	9.3	42.3	36	12	304.8	48	1219.2	8.7	48.2	12	-	-	304.8	PS PL
	MF200	4331.5	45	57	15	381	PERKINS	A4 248	83 2100	4	248	4.1	28.9	23.8	108.7	37	14	355.6	58	1473.2	8.8	60.7	14	-	-	355.6	PS
	MF200	6993	41	58	12.5	317.5	PERKINS	A8 354	85 2200	6	354	5.8	36	30	126.4	37	15	381	60	1524	9.4	64.8	15	-	-	381	PS PL
	MF500B	8999.3	41	62	13	330.2	PERKINS	AV8-510	125 2100	8	510.71	8.4	55	45.8	208.2	40	15	381	66	1676.4	13.1	90.3	15-18	-	-	381.456.4	PS

30

Fabricante	Modelo	TRANSMISIÓN				SISTEMA HIDRÁULICO						
		Convertidor de fuerza de tracción	Embrague del motor	Velocidad máx. transmitida hacia adelante		Capacidad del sistema			Presión máx. de trabajo		Tipos de bombas	Número de bombas
				MPH	km/h	U.S. gal.	Imp. gal.	Litros	psi	kPa		
J.I. Case	350	Y	N	4.85	7.8	8	6.7	30.5	2000	13,790	G	1
	450	Y	N	7.2	11.6	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
	FN 125E	Y	N	5.32	8.6	15	12.5	56.8	2150	14,824	G	1
	175C	Y	N	5.2	8.4	24	20	90.9	1900	13,100	G	1
	250C	Y	N	5.28	8.5	28	23.3	105.9	2000	13,789.5	G	1
JCB	110	N	N	5.5	8.9	84	70	318.2	2500	17,237	G	1
Massey Ferguson	MF200	N	N	1.7-5.7	2.7-9.2	11.1	9.3	42.3	2150	14,824	G	1
	MF300	Y	N	2.17-4.04	3.5-6.5	8	6.7	30.5	2150	14,824	G	1
	MF400	Y	N	2.17-3.95	3.5-6.4	27	22.5	102.3	2200	15,169	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 Importar
- EM -- | Ensamblado en México
- FN -- Fabricación Nacional.
- *AMD -- Motor neumático
- CS -- Contraeje
- CD -- De engranajes
- HY -- Hidrostática
- PL -- Planetaria
- PS -- De cambio automático
- PSR -- De reversion automático
- †N -- No
- Y -- Si
- ±G -- De engranajes
- V -- De paletas

Todo ítem N/A -- No aplica.

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

RENDIMIENTO

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

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

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

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

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

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

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

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

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

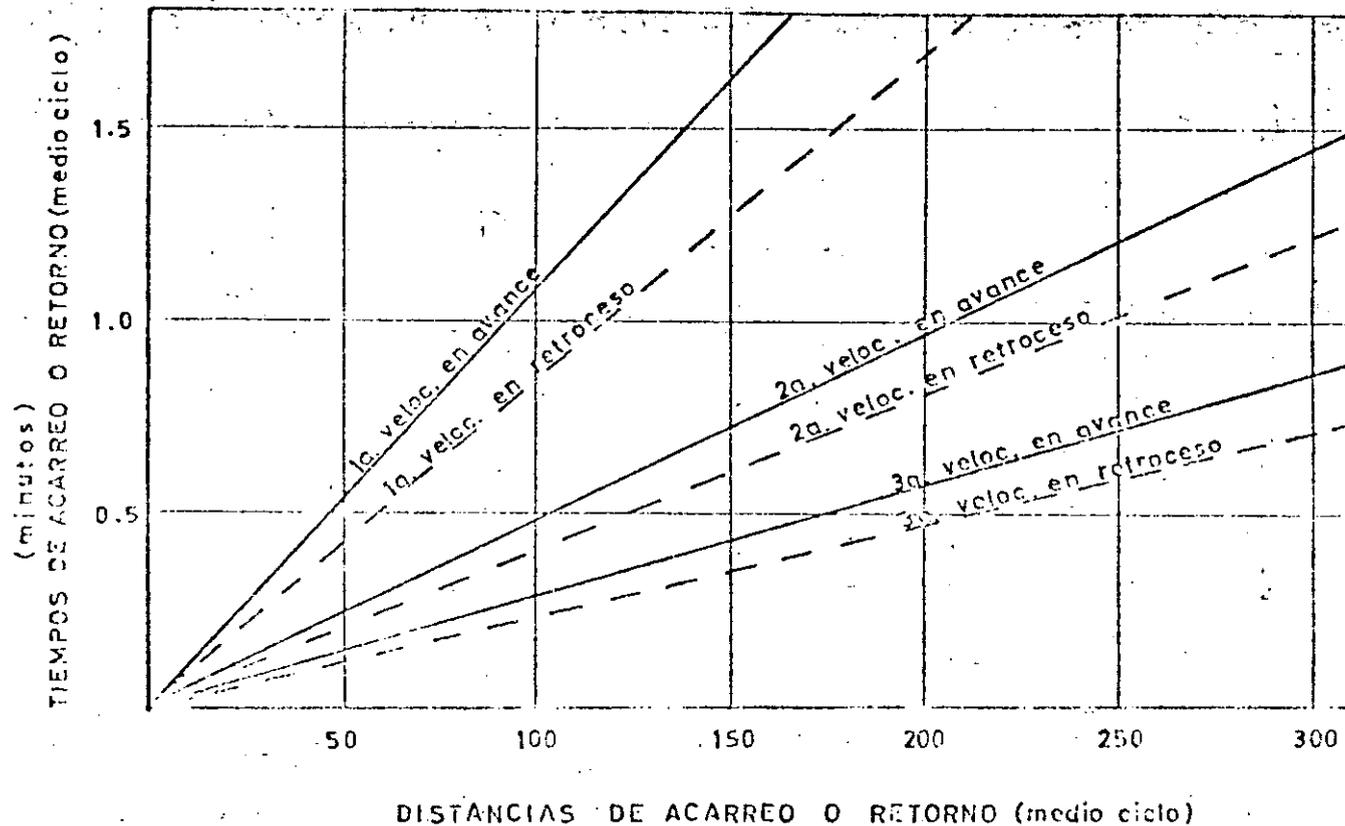
El ciclo de acarreo, es el tiempo que requiere la máquina en transportar el material de la salida del sitio de carga, al lugar de descarga y regresar vacío al lugar del abastecimiento.

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

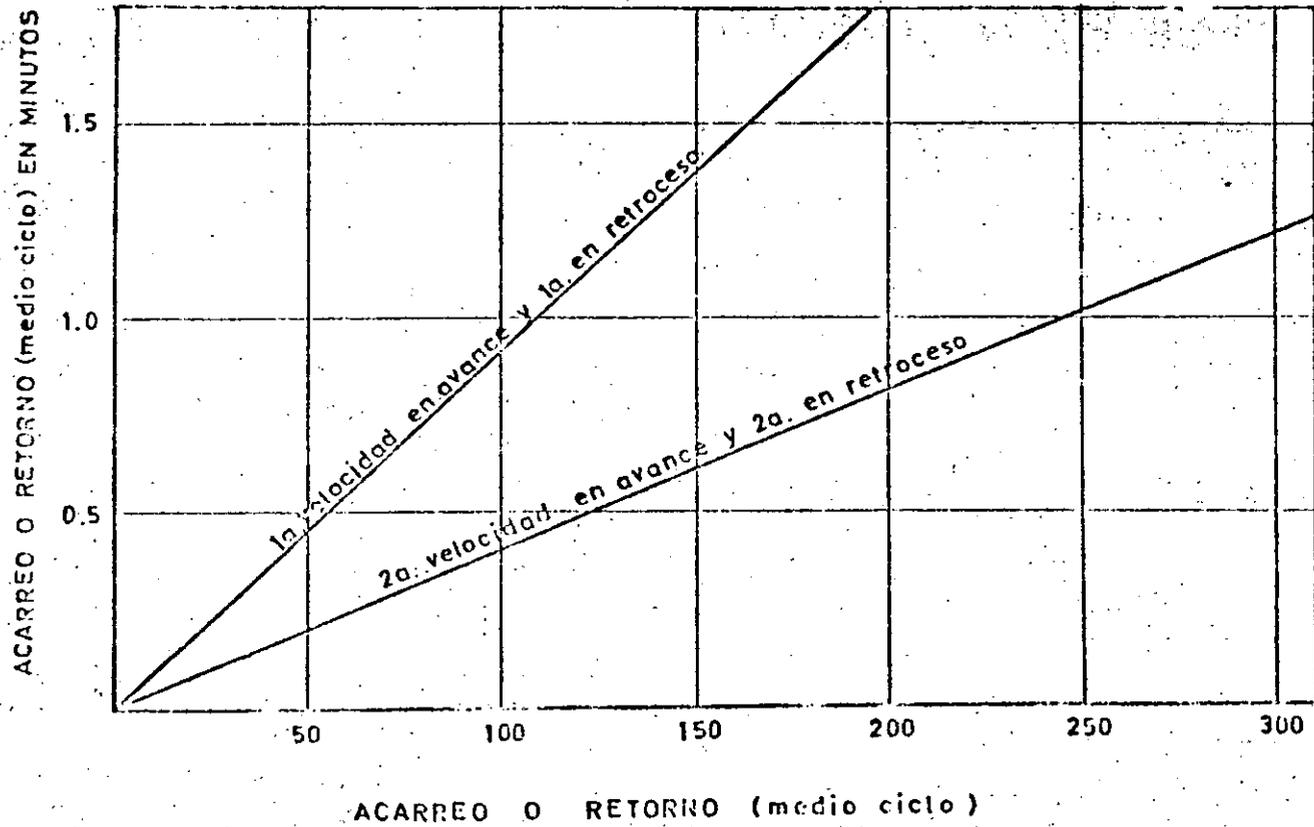
A continuación se presentan varias gráficas del tiempo estimado de acarreo o retorno para diversos cargadores, las cuales se han preparado en las siguientes condiciones:

— Sin pendiente

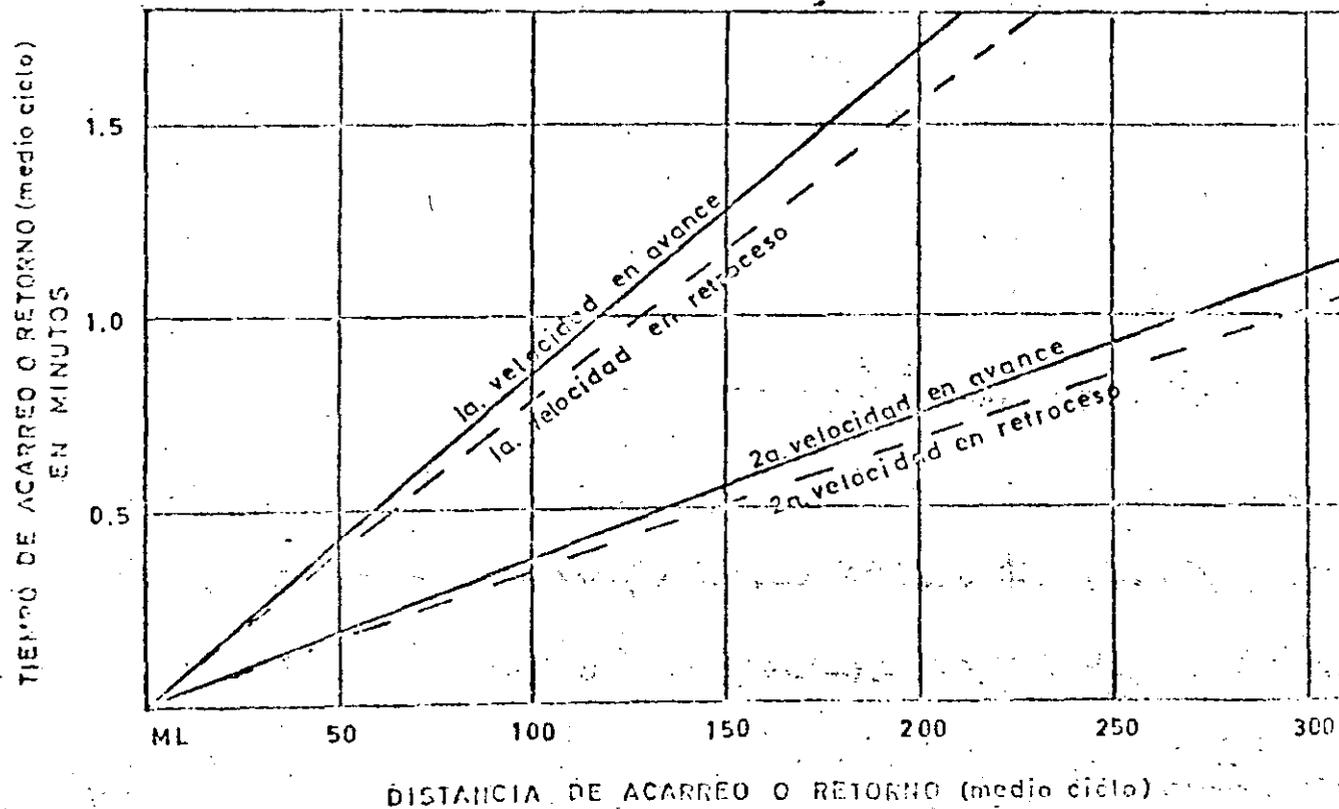
TIEMPO ESTIMADO DE ACARREO O RETORNO PARA UN CARGADOR
DE RUEDAS DE 2 Yd3.



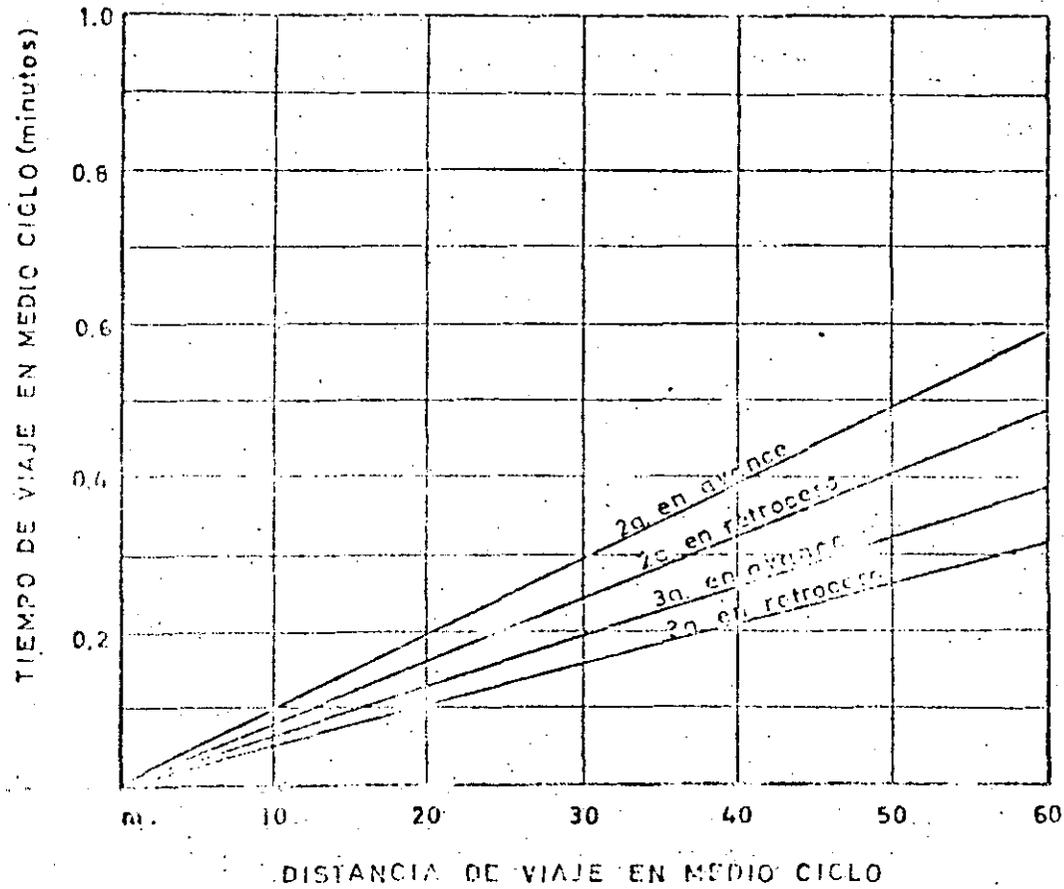
TIEMPO ESTIMADO DE ACARREO O RETORNO PARA UN CARGADOR
DE RUEDAS DE 6 Yd3.



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.



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

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

Debe tomarse en cuenta, sin embargo, que todos los datos se basan en un 100% de eficiencia, algo que no es posible conseguir ni aún en condiciones óptimas. Esto significa, que al utilizar los datos de eficiencia y producción, es necesario rectificar los resultados que se dan en las tablas, mediante factores adecuados a fin de compensar el menor grado de eficiencia alcanzada, ya sea por las características del material, la habilidad del operador, la altitud y otros sinúmero de factores que pudieran reducir la producción en un determinado trabajo.

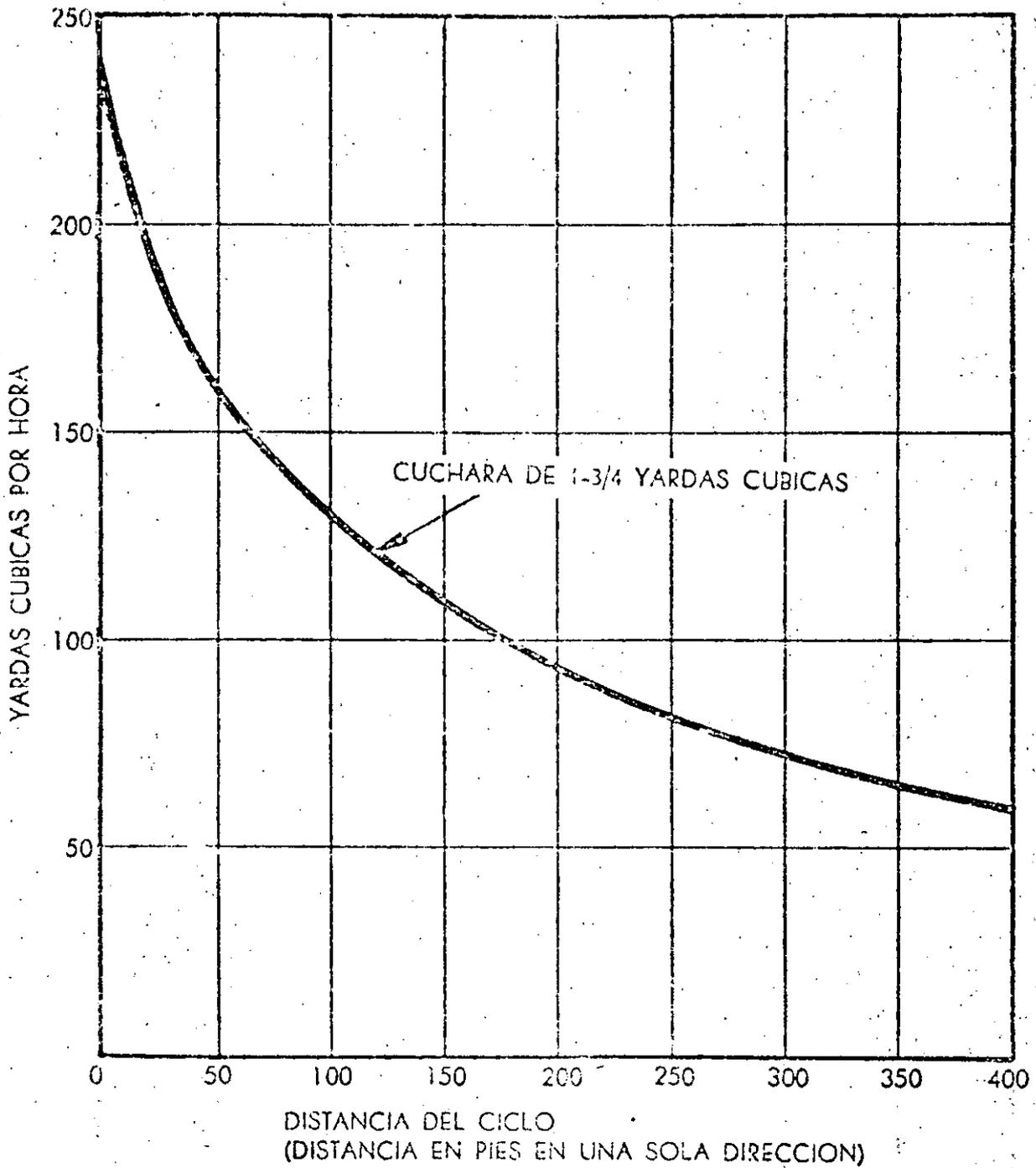
Por lo anterior mencionado se puede concluir que antes de utilizar cualquier información sobre rendimientos contenido en determinado manual, es esencial conocer detalladamente las condiciones que pueden afectar el trabajo de la máquina. Luego, el manual de rendimientos es tan solo una ayuda que si no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

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

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

- 53

53



SUPUESTO DE PRODUCCION:

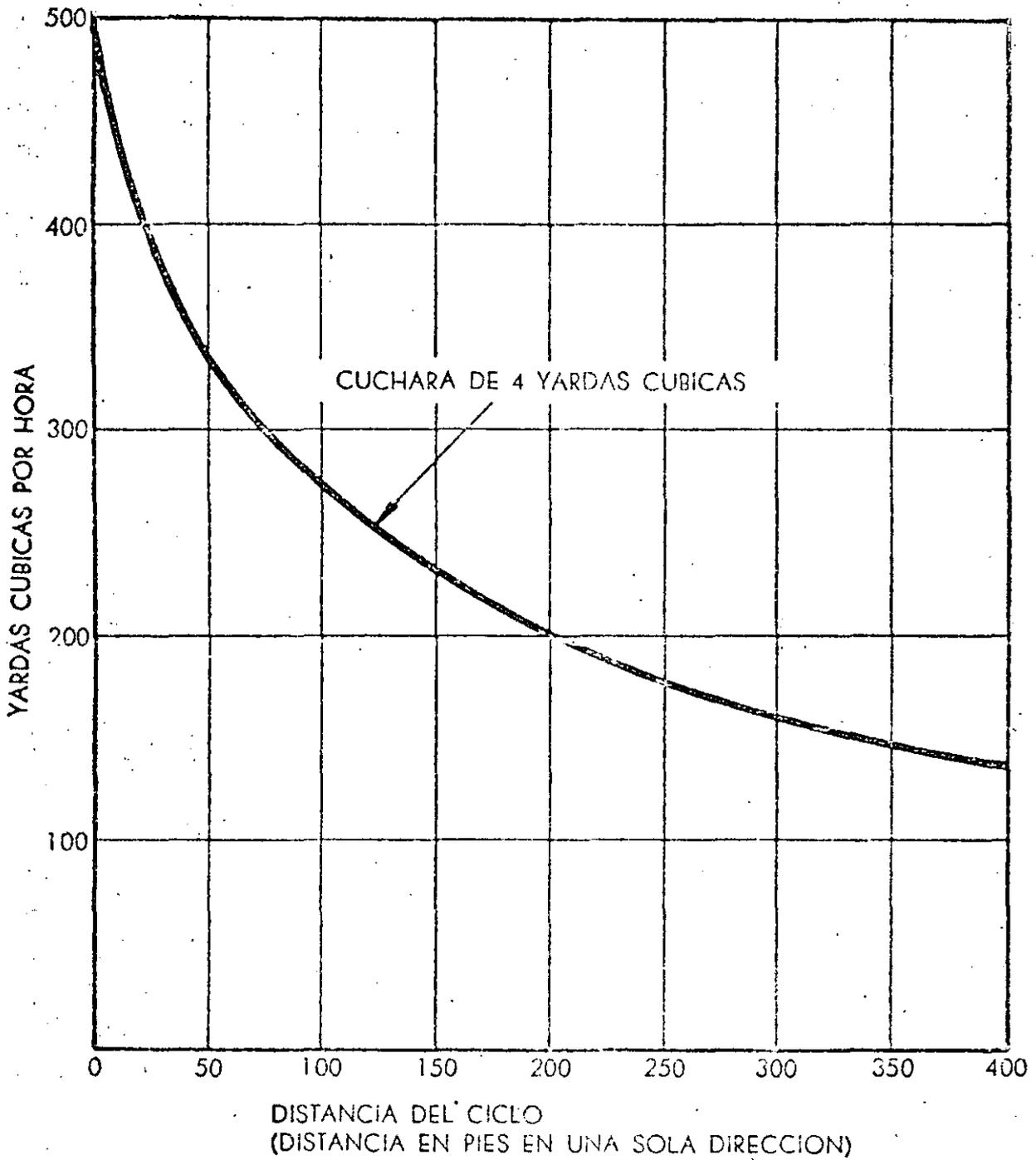
CARGA DE MONTON - TERRENO FIRME Y LLANO

HORA DE TRABAJO - 60 MINUTOS

PESO DEL MATERIAL - 2.800 LBS. POR YARDA CUBICA

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

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

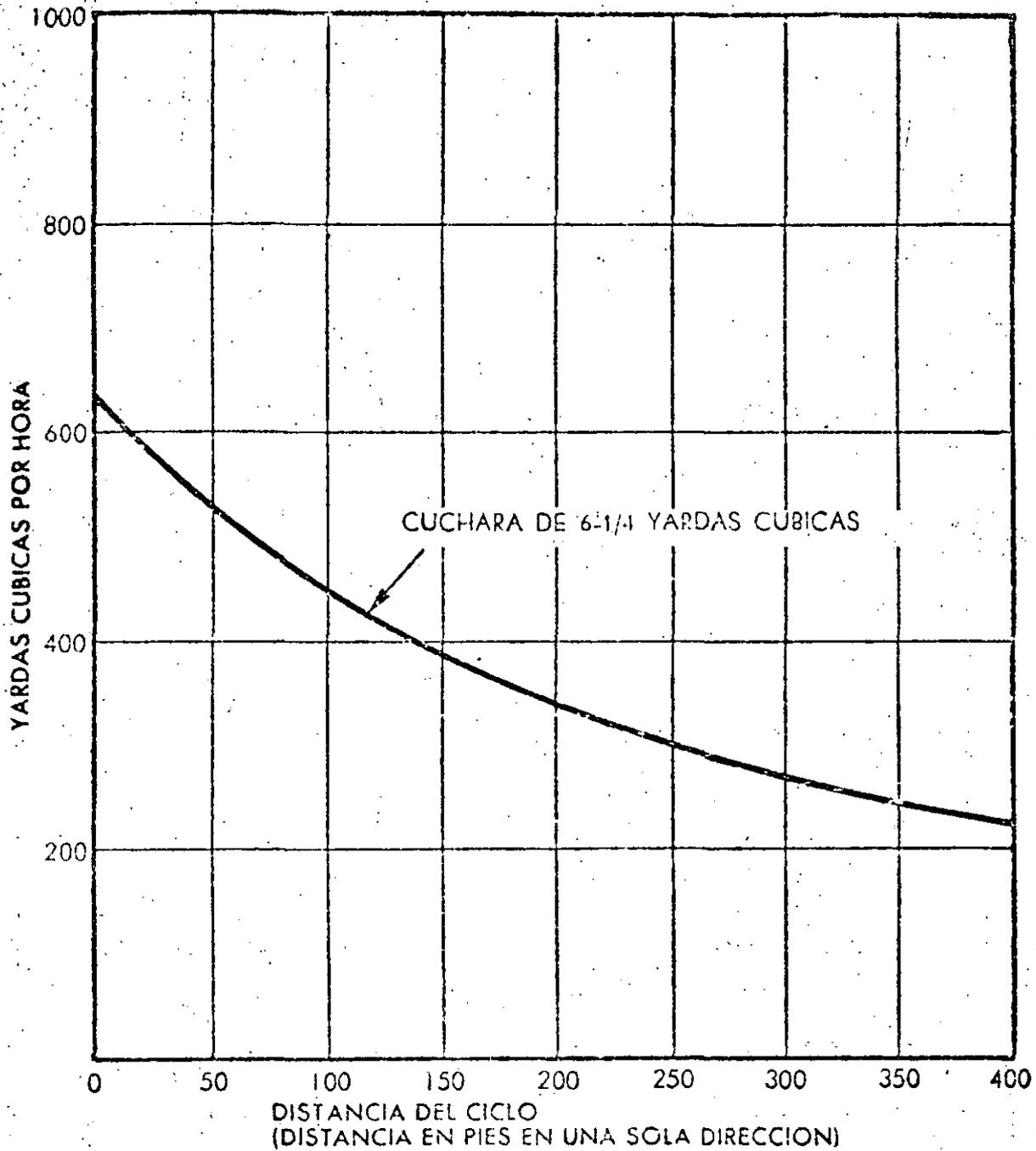


SUPUESTO DE PRODUCCION:

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

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

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



SUPUESTO DE PRODUCCION:

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

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

PROBLEMA

a) Datos

Calculemos la producción de un cargador de ruedas equipado con cucharón de 3 1/2 y d3 (2.67 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	- 2.4
	<hr/>
	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 y de la producción, con libri-

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 m³ 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

Costo horario de 16

Cálculo de la producción:

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

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

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

En una hora de 50.0 min., tenemos una producción de 179 m^3 .

1.68 min	-	6.0 m^3
50.0 min	-	X

Cálculo del costo unitario:

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

Costo horario del equipo: \$ 1,101.45

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

ALTERNATIVA 2Operación de carga a camiones

Camiones de fleteros locales

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

2 camiones de 6.0 m^3 de fleteros

Costo horario del cargador \$ 616.75

Tarifa local de fletes: 8.00 - 400

Cálculo de la producción

En este caso, la producción es la siguiente:

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		<hr/> 0.96 min
Ciclos por hora	=	$\frac{50.0 \text{ min/hora}}{0.96 \text{ min/ciclo}}$
	=	52.1

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

Cálculo del costo unitario

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

RESUMEN

Alternativa	Costo unitario
1	\$ 6.15/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 $2 \frac{1}{4} \text{ yd}^3$ al que podría dársele utilización en esta obra; o si no, revisar si la inversión de la compra de un cargador de 10 yd^3 podría amortizarse en ésta u otras obras donde pudiera seguir utilizando esta máquina.

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

Analicemos el siguiente problema:

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

Cargador 1

Capacidad	10 yd 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 acarreo con el cargador, para una

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: 1.76 min

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.

$$\begin{aligned} \text{Costo unitario por carga} &= \frac{\$ 1,992.13}{140 \text{ m}^3/\text{hora}} \\ &= \$ 14.23/\text{m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Costo unitario por cambio} \\ \text{de instalación dentro del} \\ \text{banco} &= \frac{2 \text{ cambios} \times 350,000 \text{ m}^3/\text{cambio}}{200,000 \text{ m}^3} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Costo unitario :} &= \$ 3.50/\text{m}^3 \\ &= 17.73/\text{m}^3 \end{aligned}$$

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.

CONSTRUCTORA	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 33.25 x 35-26	<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</u> % =	<u>\$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.

Depreciación:	$D = \frac{Va - Vr}{Ve}$	$= \frac{9'617,208.24 - 1'923,441.65}{12\,000} =$	<u>\$641.15</u>
b) Inversión:	$I = \frac{Va + Vr}{2 Ha} i$	$= \frac{9'617,208.24 + 1'923,441.65}{2 \times 2000} \cdot 0.18 =$	<u>519.33</u>
c) Seguros:	$S = \frac{Va + Vr}{2 Ha} s$	$= \frac{9'617,208.24 + 1'923,441.65}{2 \times 2000} \cdot 0.02 =$	<u>57.70</u>
d) Almacenaje:	$A = KD$	$= 0.01 \times 641.15 =$	<u>6.41</u>
e) Mantenimiento:	$M = QD$	$= 0.9 \times 641.15 =$	<u>577.04</u>

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: $C = \frac{32.2}{100}$ litros
 Cambios aceite: $t = \frac{\quad}{\quad}$ horas
 $a = C/t \pm \frac{0.0035}{0.0030} \times \frac{325.5}{\quad} \text{ HP. op.} = \frac{1.46}{\quad} \text{ lt/hr.}$
 $L = \frac{1.46}{\quad} \text{ lt/hr} \times \$ \frac{14}{\quad} \text{ /lt.} = 20.44$

d) Llantas: $LI = \frac{VII \text{ (valor llantas)}}{Hv \text{ (vida económica)}}$
 Vida económica: $H_v = \frac{2800}{616,509.28}$ horas
 $LI = \frac{\quad}{2800} \text{ horas} = \underline{\underline{220.18}}$

Suma Consumos por Hora \$ 305.72

III. OPERACION.

Salario base: \$

Salario real -
operador:

 :
 :

Sal/turno-prom: \$ 349.60

Horas/turno-prom.: (H)

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

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

Suma Operación por Hora \$ 52.65

COSTO DIRECTO HORA - MAQUINA (H M D)

\$ 2,150.00

CONSTRUCTORA	Máquina: <u>CARGADOR</u>	Hoja No: _____
	Modelo: <u>Michigan 75-111-A</u>	Calculó: <u>C A M</u>
	Datos Adic: <u>25 yd³</u>	Revisó: <u>C C H M</u>
OBRA: _____		Fecha: <u>17-1-80</u>

DATOS GENERALES

Precio adquisición:	<u>\$2' 264,745 60</u>	Fecha cotización:	<u>10-1-80</u>
Equipo adicional - Llantas 20.5x25-12	<u>103,611.84</u>	Vida económica (Ve):	<u>5</u> años
Valor inicial (Va):	<u>2' 161,133 76</u>	Horas por año (Ha):	<u>2000</u> hr/año
Valor rescate (Vr):	<u>10% = \$ 216 113,38</u>	Motores Diesel de:	<u>174</u> HP.
Tasa interés (i):	<u>18%</u>	Factor operación:	<u>0.75</u>
Prima seguros (s):	<u>2%</u>	Potencia operación:	<u>130.5</u> HP. op.
		Coefficiente almacenaje (K):	<u>0.01</u>
		Factor mantenimiento (Q):	<u>0.90</u>

I. CARGOS FIJOS.

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

b) 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) 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) Almacenaje : $A = KD = 0.01 \times 194.50 = 1.94$

e) Mantenimiento : $M = QD = 0.90 \times 194.50 = 175.05$

Suma Cargos Fijos por Hora \$ 490.36

II. CONSUMOS.

a) Combustible: $E = e P_c$

$$\text{Diesel: } E = 0.20 \times \frac{130.5}{100} \text{ HP. op.} \times \$ \frac{1.00}{\text{lt.}} = \$ 26.10$$

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

b) Otras fuentes de energía: _____ =

c) Lubricantes: $L = a P_e$

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

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

$$a = \frac{C}{t} \pm \frac{0.0035}{0.0030} \times \frac{130.5}{100} \text{ HP. op.} = \frac{0.76}{\quad} \text{ lt/hr.}$$

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

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

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

$$LI = \frac{\quad}{2800} \text{ horas} = \underline{\underline{37.00}}$$

Suma Consumos por Hora

\$ 73.74

III. OPERACION.

Salario base: \$ _____

Salario real -
operador: _____

_____:

_____:

Sal/turno-prom: \$ 349.60

Horas/turno-prom.: (H)

$$H = 8 \text{ horas} \times \frac{0.83}{349.60} \text{ (factor rendimiento)} = \frac{6.64}{\quad} \text{ horas}$$

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

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 CH M</u>
OBRA: _____		Fecha: <u>14-1-80</u>

DATOS GENERALES

Precio adquisición:	<u>\$ 436,430.45</u>	Fecha cotización:	<u>10-1-80</u>
Equipo adicional - 6 llantas	<u>23,363.94</u>	Vida económica (Ve):	<u>5</u> años
1000x20-12 c/cámara	_____	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) Depreciación:
$$D = \frac{Va - Vr}{Ve} = \frac{413,056.51 - 0}{10,000} = \$ 41.30$$

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

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

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

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

Suma Cargos Fijos por Hora \$ 95.39

II. CONSUMOS.

a) Combustible: $E = e P_c$

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

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

b) Otras fuentes de energía: _____ =

c) Lubricantes: $L = a P_e$

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

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

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

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

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

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

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

Suma Consumos por Hora

\$ 101.96

III. OPERACION.

Salario base: \$ _____

Salario real -
operador: __________

Sal/turno-prom: \$ 298.77

Horas/turno-prom.: (H)

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

$$\text{Operación} = 0 = \frac{S}{H} = \frac{298.77}{6.64 \text{ horas}} = \$ \underline{\underline{45.00}}$$

Suma Operación por Hora

\$ 45.00

COSTO DIRECTO HORA - MAQUINA (H M D)

\$ 242.35

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%

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

Cargador 6 yd³ (4.58 m³)

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: CARGADOR

Hoja No: _____

Modelo: 988 BCalculó: CAMDatos Adic: 6 yd³Revisó: CCHM

OBRA: _____

Fecha: 17-1-80

DATOS GENERALES

Precio adquisición: \$9' 508,186.6Fecha cotización: 10-1-80

Equipo adicional -

512 442.74

Vida económica (Ve): _____ años

Horas por año (Ha): 2000 hr/añoMotores Diesel de 375 HP.Valor inicial (Va): 8' 995,743.90Factor operación: 70Valor rescate (Vr): 20% = \$1' 799,148.80Potencia operación: 262.5 HP. op.Tasa interés (i): 18%Coeficiente almacenaje (K): 0.01Prima seguros (s): 2%Factor mantenimiento (Q): 0.90

I. CARGOS FIJOS.

$$a) \text{ Depreciación: } D = \frac{Va - Vr}{Ve} = \frac{8' 995,743.90 - 1' 799,148.80}{12' 000} = 599.72$$

$$b) \text{ Inversión: } I = \frac{Va + Vr}{2 Ha} i = \frac{8' 995,743.90 + 1' 799,148.80}{2 \times 2000} \cdot 0.18 = 485.72$$

$$c) \text{ Seguros: } S = \frac{Va + Vr}{2 Ha} s = \frac{8' 995,743.90 + 1' 799,148.80}{2 \times 2000} \cdot 0.02 = 53.95$$

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

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

Suma Cargos Fijos por Hora

\$ 1 685.14

II. CONSUMOS.

a) Combustible: $E = e P_c$

$$\text{Diesel: } E = 0.20 \times \frac{262.5}{100} \text{ HP. op.} \times \$ \frac{1.00}{\text{lt.}} = \$ 52.50$$

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

b) Otras fuentes de energía: $\underline{\hspace{10em}}$ =c) Lubricantes: $L = a P_e$

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

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

$$a = C/t \div 0.0035 \times \frac{262.5}{100} \text{ HP. op.} = \frac{1.34}{100} \text{ lt/hr.}$$

$$L = \frac{1.34}{100} \text{ lt/hr} \times \$ \frac{14}{\text{lt.}} = 18.76$$

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

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

$$LI = \frac{2800}{512.442.74} \text{ horas} = \underline{\underline{183.01}}$$

Suma Consumos por Hora

\$ 254.27

III. OPERACION.

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

Sal/turno-prom: \$ 349.60

Horas/turno-prom.: (H)

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

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

Suma Operación por Hora

\$ 52.65

COSTO DIRECTO HORA - MAQUINA (H M D)

\$ 1,992.13

CONSTRUCTORA

Máquina: TRACTOR

Hoja No: _____

Modelo: D 8Calculó: C A M

Datos Adic: _____

Revisó: C C H M

OBRA: _____

Fecha: 17-1-80

DATOS GENERALES

Precio adquisición: \$4'624,070.88Fecha cotización: 10-1-80Equipo adicional -
cuchilla angulable 477,562.80

Vida económica (Ve): _____ años

Horas por año (Ha): 2000 hr/añoMotores Diesel de 300 HP.Valor inicial (Va): 5'101,633.68Factor operación: 0.75Valor rescate (Vr): 20 % = \$ 1'020,326.74Potencia operación: 225 HP. op.Tasa interés (i): 18 %Coeficiente almacenaje (K): 0.01Prima seguros (s): 2 %Factor mantenimiento (Q): 1.0

CARGOS FIJOS.

$$a) \text{ Depreciación: } D = \frac{Va - Vr}{Ve} = \frac{5'101,633.68 - 1'020,326.74}{12\,000} = \$ 340.11$$

$$b) \text{ Inversión: } I = \frac{Va + Vr}{2 Ha} i = \frac{5'101,633.68 + 1'020,326.74}{2 \times 2000} \cdot 0.18 = 275.49$$

$$c) \text{ Seguros: } S = \frac{Va + Vr}{2 Ha} s = \frac{5'101,633.68 + 1'020,326.74}{2 \times 2000} \cdot 0.02 = 30.61$$

$$d) \text{ Almacenaje: } A = KD = \frac{0.01 \times 340.11}{1} = 3.40$$

$$e) \text{ Mantenimiento: } M = QD = \frac{1.0 \times 340.11}{1} = 340.11$$

Suma Cargos Fijos por Hora \$ 989.72

II. CONSUMOS.

a) Combustible: $E = e P_c$

$$\text{Diesel: } E = 0.20 \times \frac{225}{1} \text{ HP. op.} \times \$ 1.00 / \text{lt.} = \$ 45.00$$

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

b) Otras fuentes de energía: $\underline{\hspace{10em}}$ =c) Lubricantes: $L = a P_e$

$$\text{Capacidad carter: } C = \frac{33.12}{\quad} \text{ litros}$$

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

$$a = C/t + \frac{0.0035}{0.0030} \times \frac{225}{\quad} \text{ HP. op.} = \frac{1.12}{\quad} \text{ lt/hr.}$$

$$L = \frac{1.12}{\quad} \text{ lt/hr} \times \$ \frac{14}{\quad} / \text{lt.} = 15.68$$

d) Llantas: $LI = \frac{VII}{Hv}$ (valor Llantas)
(vida económica)Vida económica: $Hv = \underline{\hspace{2em}}$ horas

$$LI = \frac{\quad}{\quad} \text{ horas} = \underline{\hspace{2em}}$$

Suma Consumos por Hora

\$ 60.68

III. OPERACION.

Salario base: \$

Salario real -

Operador:

Salario-prom.: \$ 361.67

Mora/prom.: (H)

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

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

Suma Operación por Hora

\$ 54.46

COSTO DIRECTO HORA - MAQUINA (H M D)

\$ 1,104.86



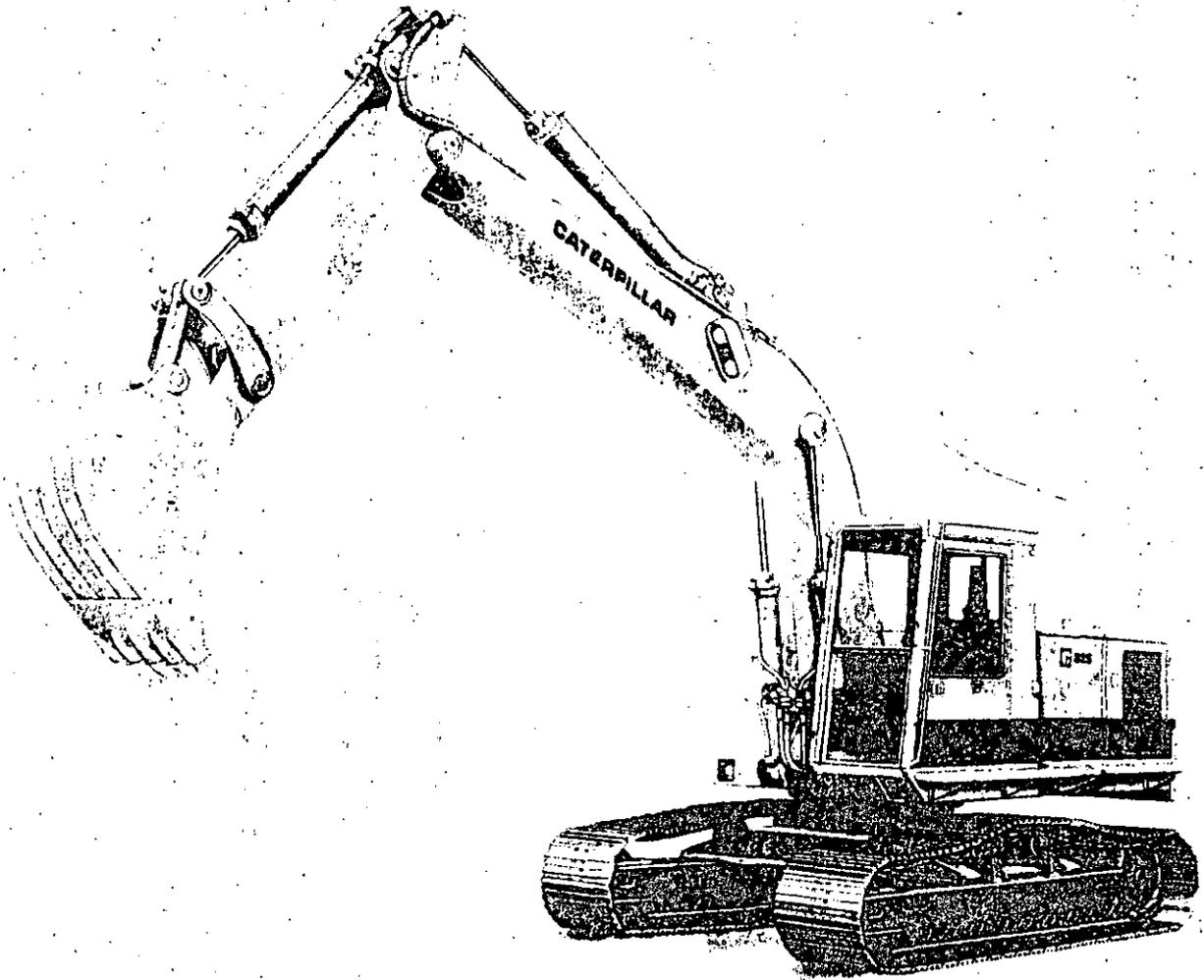
**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

MOVIMIENTO DE TIERRAS

RETROEXCAVADORAS

ING. CARLOS CHAVARRI M.
ING. LUIS CANDELAS RAMIREZ

JUNIO, 1985



R E T R O E X C A V A D O R A S

Ing. Carlos M. Chávarri M.

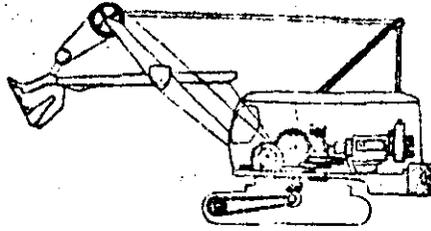
Ing. Luis Candelas Ramírez

ORIGEN DE LAS RETROEXCAVADORAS

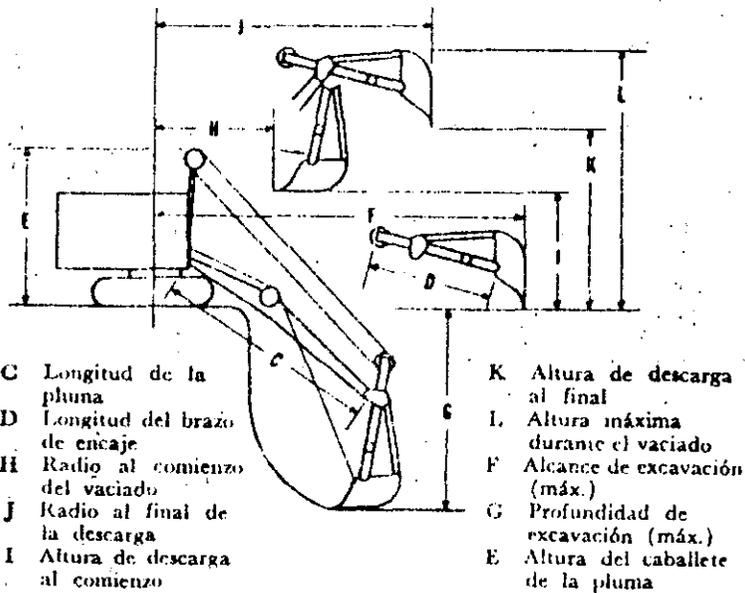
El término retroexcavadoras se aplica a una máquina del grupo de las palas mecánicas, donde se encuentran también, la pala normal, la pala niveladora la draga o excavadora con bote de arrastre, la excavadora con cucharón de almeja, etc., antiguamente la mayoría de los constructores estudiaban sus excavadoras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

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

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



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

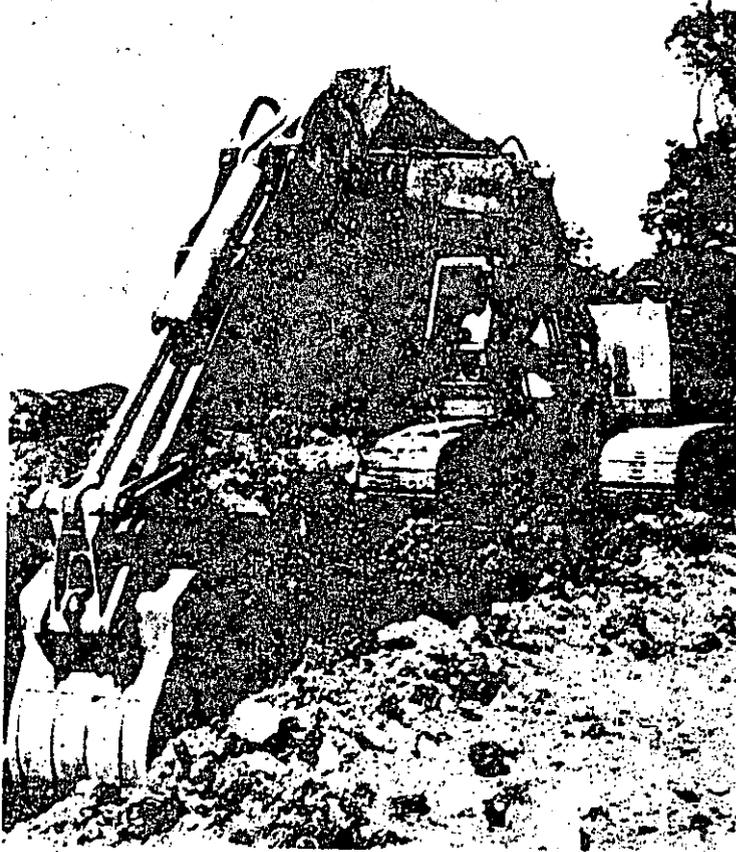


Originalmente aparecieron con capacidades de $3/8$ a $3/4$ de Yd³, posteriormente con el desarrollo del equipo de construcción operado hidráulicamente fueron perdiendo aplicación, pero a partir de 1951 en que se comienza a fabricar en serie retroexcavadoras operadas hidráulicamente, este equipo ha resurgido y se ha desarrollado enormemente, tanto que en la actualidad se tienen retroexcavadoras con capacidad aproximada de hasta 15.3-m^3 (20 Yd^3).

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



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



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

DESCRIPCION.

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

RETROEXCAVADORAS MONTADAS SOBRE LLANTAS.

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

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

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

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

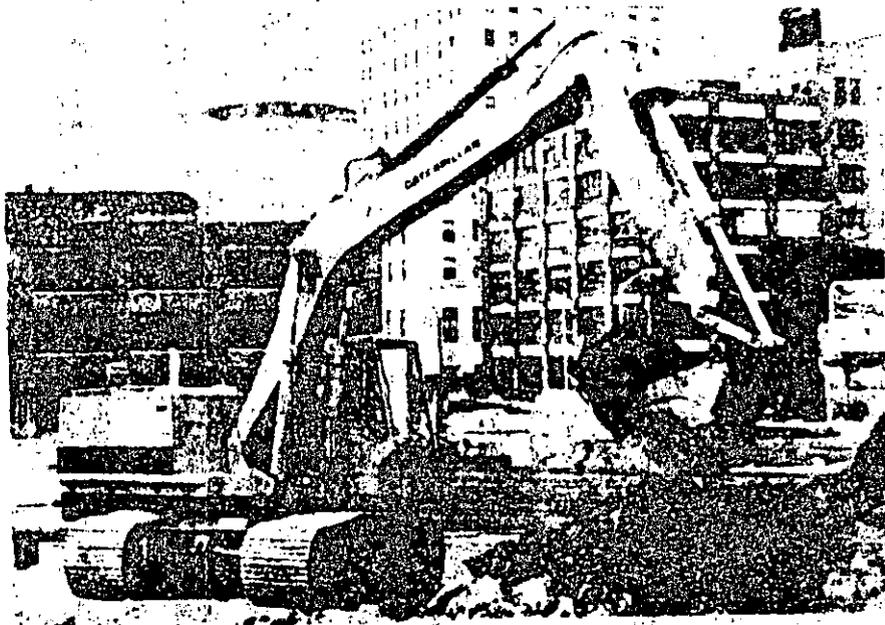
En general el mando de dirección actúa sobre el eje delantero por medio de un gato de servomecanismo, lo que evita todo esfuerzo al operador. Autorregulable, mediante simple maniobra desde la cabina, este sistema de accionamiento permite un manejo preciso de la retro en carretera y aumenta su manejabilidad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

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



RETROEXCAVADORA MONTADA SOBRE ORUGAS.

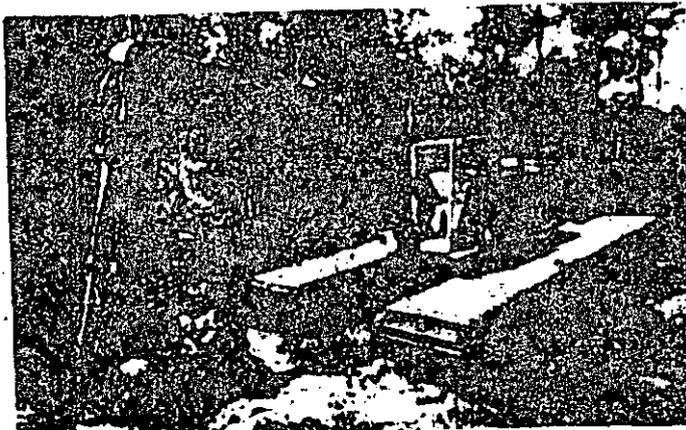
Un equipo móvil de construcción que deba trabajar sobre superficies de material tosco o suelto, que aportan un apoyo - deficiente, debe estar montado sobre carriles de oruga. Se recomienda lo anterior, en particular cuando el equipo después de ser instalado en el lugar de las obras, no necesita ser mo-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



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

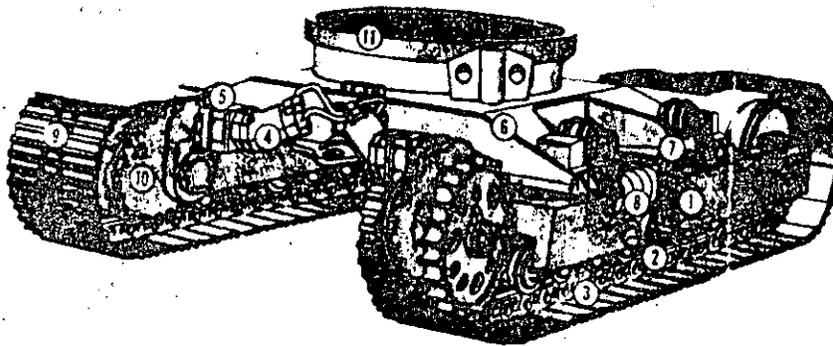
El ancho de apoyo es igual al doble del ancho de una de las cintas. Normalmente, para una excavadora motorizada, estas dimensiones dan origen a presiones de 0.35 a 2.70 Kg/cm².

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



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

La tensión está asegurada por resortes y amortiguadores.



COMPONENTES PRINCIPALES DEL TREN DE RODAJE

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

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

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

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

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

PARTES PRINCIPALES.

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

bina.

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

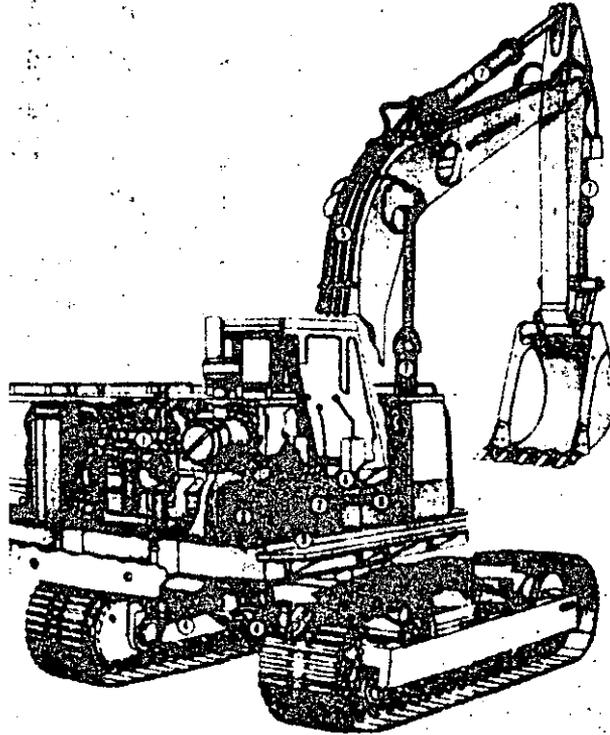
SISTEMA HIDRAULICO

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

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

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

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



COMPONENTES PRINCIPALES DEL SISTEMA HIDRAU
LICO.

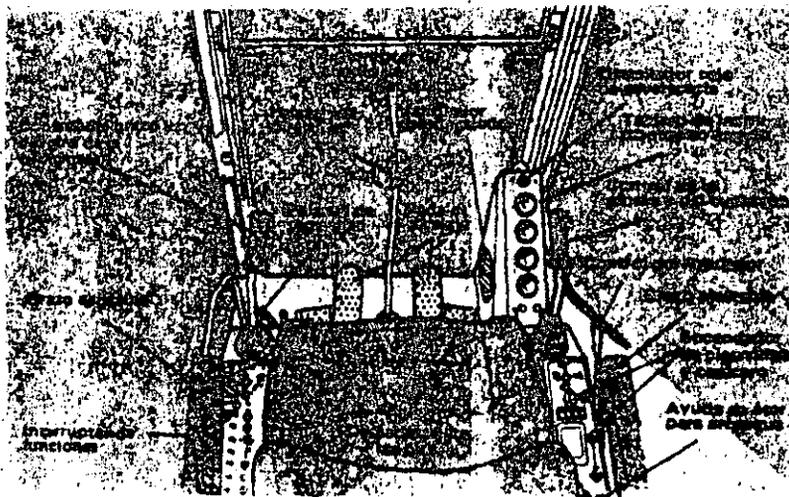
- 1.- Motor diésel para mover las bombas.
- 2.- Bombas gemelas.
- 3.- Bombas de engranajes.
- 4.- Motores de pistones para los carriles y también para el giro.
- 5.- Manguera hidráulica y tubería de acero.
- 6.- Válvulas auxiliares de control.
- 7.- Cilindros hidráulicos.
- 8.- Tanque hidráulico.

C A B I N A.

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

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

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

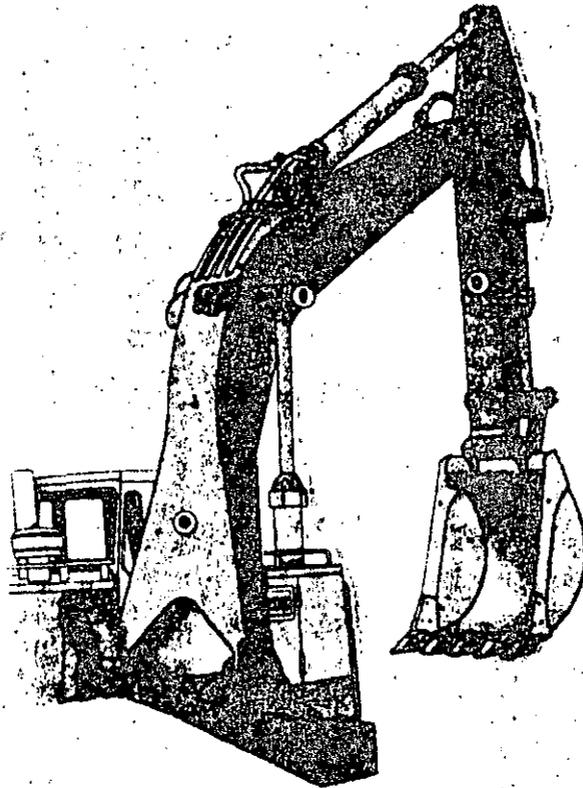


MECANISMO DE EXCAVACION

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

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

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

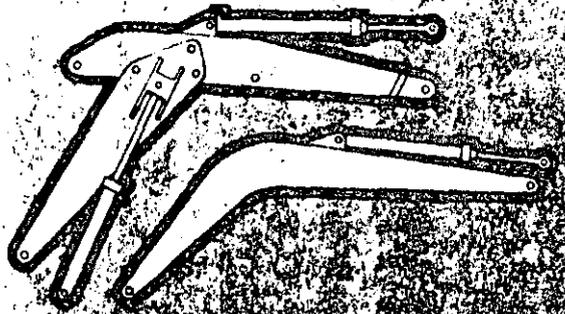


COMPONENTES DEL MECANISMO EXCAVADOR.

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

LA PLUMA

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



Agallones de una pieza de dos piezas.
 El de una pieza es para el trabajo de alcance en la abertura de zanjas para el saneamiento. El de dos piezas es para adaptabilidad. La longitud del agujero de las piezas tiene tres ajustes para variaciones de alcance, espacio libre y profundidad.

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

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

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



Los brazos.
3.20 m (10' 5"). Para gran capaci-
 dad de succión y fuerza de empuje.
 Buena para suelos muy compactos.
4.42 m (14' 5"). Para más alcan-
 ce y espacio libre sobre el suelo.

EL BRAZO

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

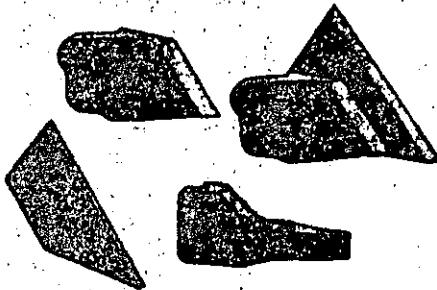
Si por el contrario tenemos un cucharón pequeño y el material por excavar es fácil de cargar y liviano, no necesitaremos la máxima fuerza de empuje en el brazo y por lo tanto podremos optar por un brazo largo. Si existen condiciones medias se optará por un brazo de tamaño medio.



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

Dientes de cucharón de 3 diseños.

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



Orejetas.

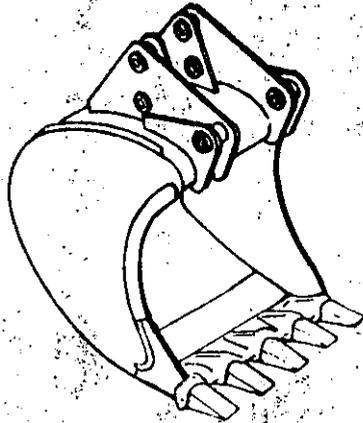
1. Hoja de una pieza, eficaz en condiciones medias de excavación.
2. Hoja con extensión, para excavación de liviana a moderada.
3. Tipo de diente ... para trabajos severos de excavación.
4. Enrasadora. Reduce el desgaste de las esquinas del cucharón.

EL CUCARON

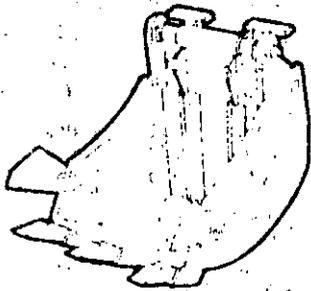
La pieza del mecanismo de excavación que está en contacto, carga y descarga el material de excavación es el cucharón, actualmente existe una gran variedad de éstos según la máquina de que se trate, por ejemplo tenemos cucharones en forma trapezoidal para canales, limpiadores de zanjas, con eyector, para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

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

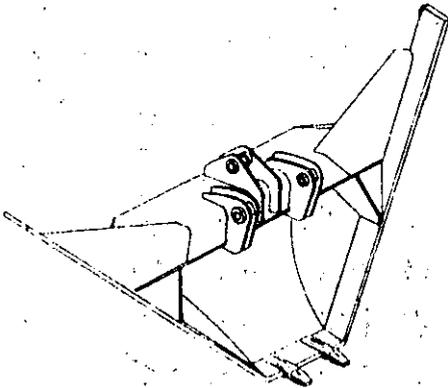
TIPOS DE CUCHARONES



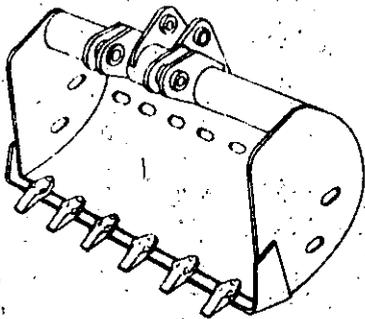
Cucharón normal, para todo uso.



Cucharón con eyector, para suelos muy cohesivos.



Cucharón trapezoidal, para excavación de canales.



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

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

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

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

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

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

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

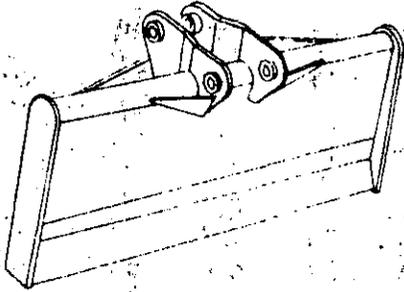
Pero quizá el mecanismo opcional más importante es el cargador.

EQUIPO CARGADOR

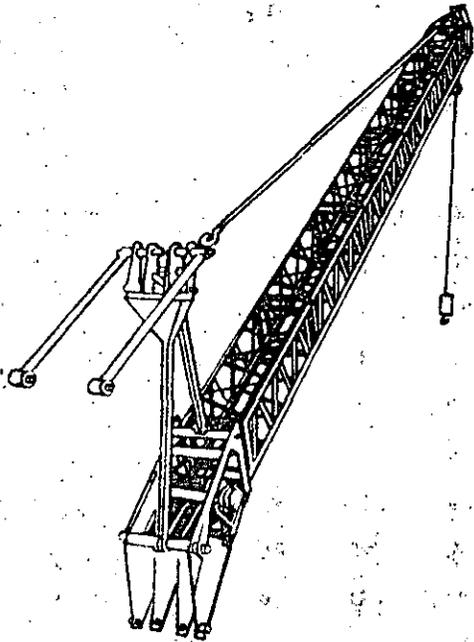
Una opción reciente, para utilizar la retroexcavadora, es el cambio del mecanismo de excavación de retro a cargador.

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

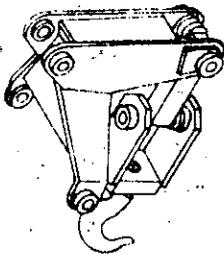
ADITAMENTOS PARA LAS RETROEXCAVADORAS



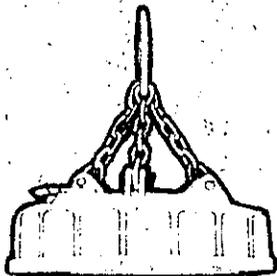
Cuchilla, para relleno.



Grúa, para grandes cargas.

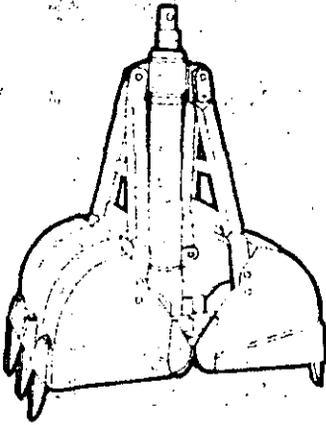


Gancho grúa, para cargas medianas.



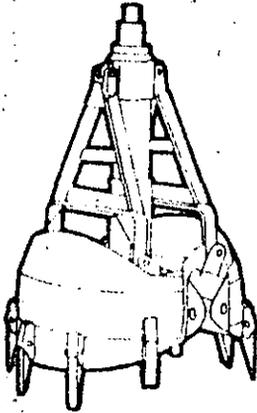
Electroimán, para movimiento de metales.

BIVALVAS O ALMEJAS



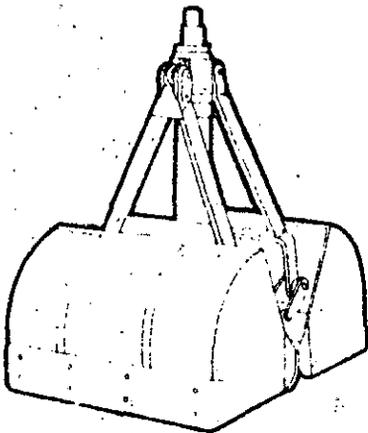
B I V A L V A

Para excavaciones y terraple-
nados (rectangulares).



B I V A L V A

Para excavación de hoyos re-
dondos.

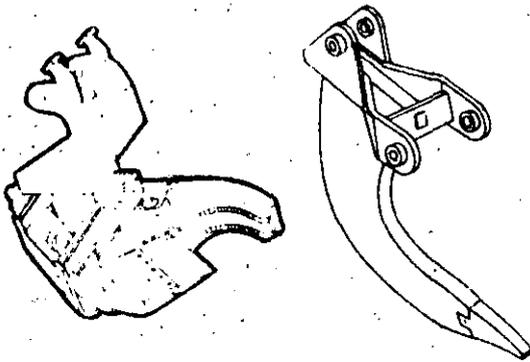


B I V A L V A

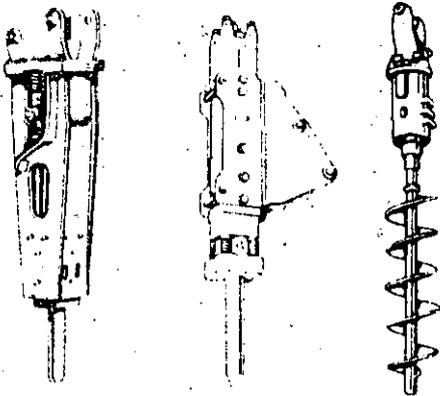
Para recogida de materia.

Se le pueden montar dientes-
para excavación.

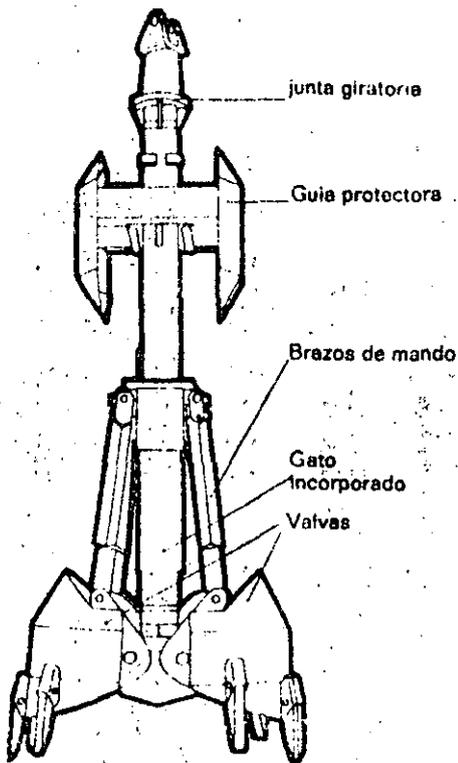
N O T A: Existen en el mer-
cado gran variedad de tamaños
en todos los tipos de bivalvas.



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

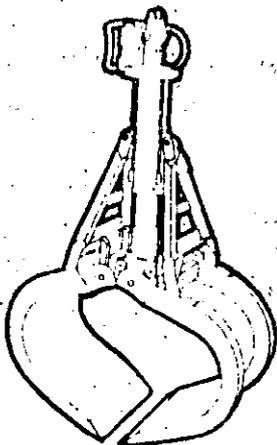


1. Martillo hidráulico.
2. Martillo neumático.
3. Taladro.

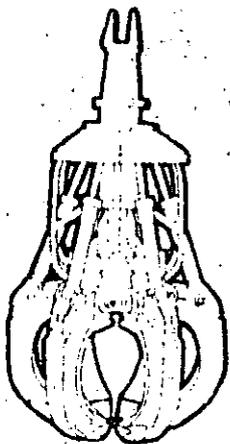


Batilón, para excavaciones profundas entre entibados, perforación de pozos con alargaderas.

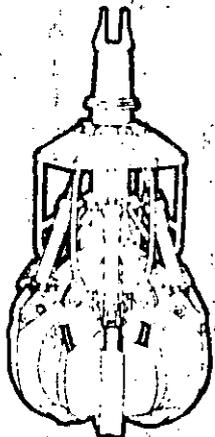
EQUIPOS PARA MANIPULACION



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



Para piedra, consta de 6 garras *

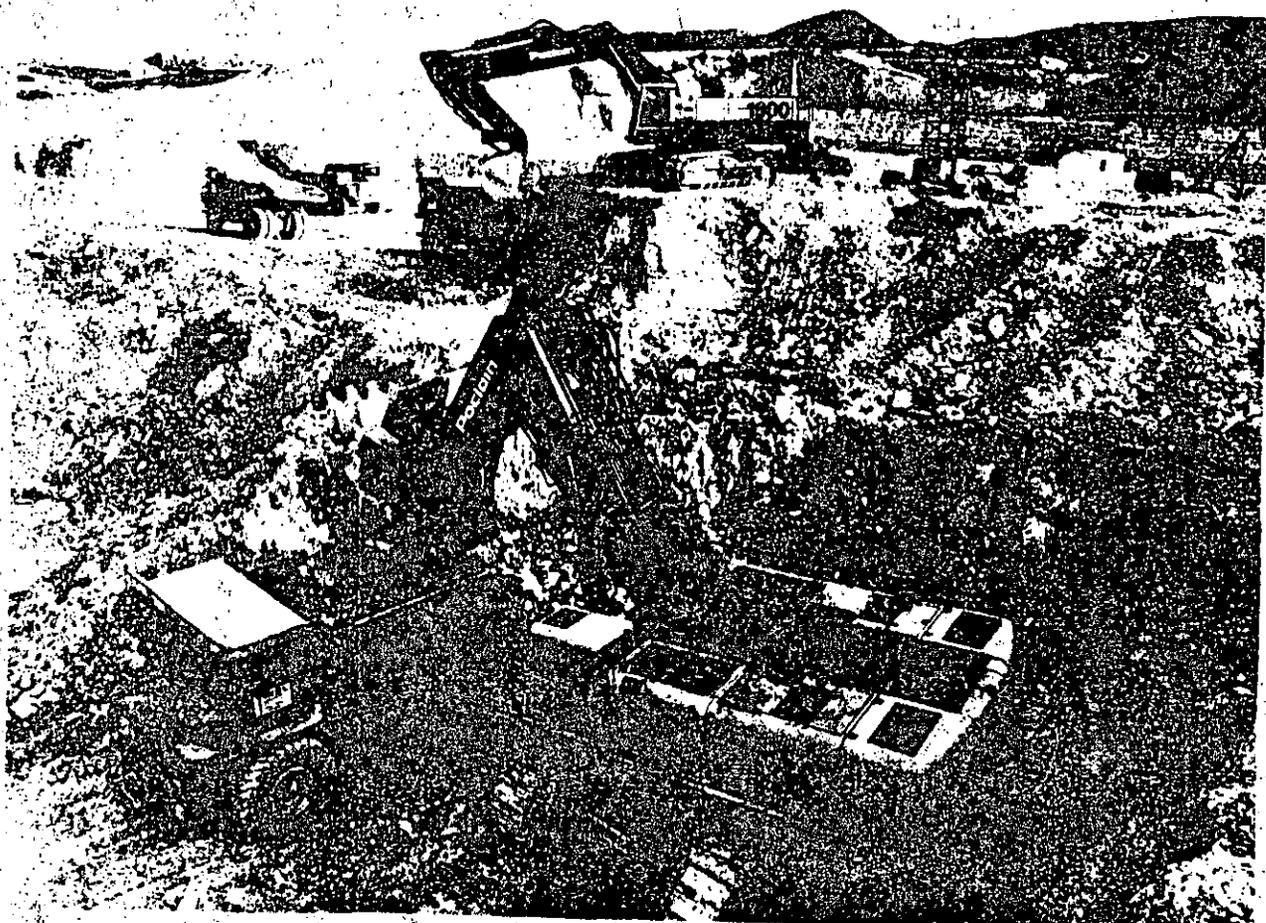


Para chatarra, consta de 6 garras *

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

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

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



SELECCION DE RETROEXCAVADORAS

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

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

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

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

ZONA DE TRABAJO

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

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

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

PROFUNDIDAD Y ALCANCE.

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

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

CAPACIDAD DEL CUCARON.

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

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

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

ALTURA DE DESCARGA

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

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

RENDIMIENTOS

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

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

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

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

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

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

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

1 X 12

20/10

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

Rapidez

máx.
posible.Lo más-
rápido y
prácticoZona
Típica

Lento

Excelen
tes.Más que
Medianas

Medianas

Menos de
MedianasMuy
difícil

TIEMPO DEL CICLO según las CONDICIONES DEL TRABAJO

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

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

EVALUACION DE LA CAPACIDAD DE CUCHARONES

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

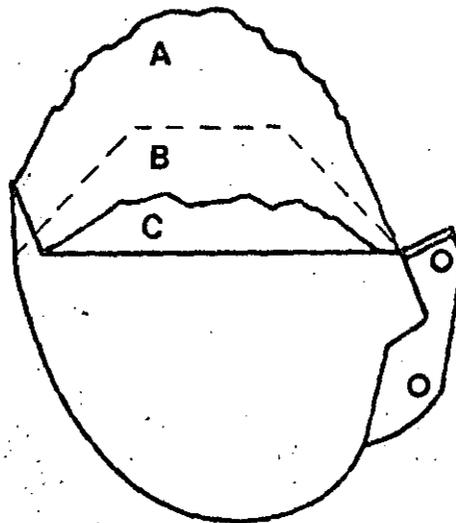
CAPACIDAD COLMADA: Es el volumen del cucharón por debajo del plano de enrasamiento, más la cantidad de material amontonado, a un ángulo de reposo de 1:1*, por encima de dicho plano sin tomar en cuenta la cantidad de material que pudiera retener o conducir la plancha para evitar derrames o los dientes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

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

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

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

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



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

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

Por observación directa.

Por medio de reglas y fórmulas (teórico).

Por medio de tablas proporcionadas por el fabricante.

CALCULO DEL RENDIMIENTO DE UNA RETROEXCAVADORA POR OBSERVACION DIRECTA.

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

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

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

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

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

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

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

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

2.- Se calcula la cantidad de material que mueve el cucharón en cada ciclo (también ya se presentó la forma de cálculo).

3.- Con los datos anteriores se calcula el rendimiento:

$$\text{m}^3/\text{HORA} = \text{m}^3/\text{CICLO} \times \text{CICLOS/HORA}$$

(RENDIMIENTO = PASO 2 X PASO 1)

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

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

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

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

P R O D U C C I O N		H O R A R I A			A P R O X I M A D A			
Capacidad Cucharón m ³	Capacidad Cucharón Yd ³	0.76	1.0	1.4	1.9	2.3	2.65	3
		1	1.25	1.875	2.5	3	3.5	4
Marga húmeda o arcilla arenosa		(76) 100	(100) 130	(145) 190	(195) 255	(245) 320	(295) 385	(340) 445
Arena y grava		(72) 95	(90) 120	(138) 180	(180) 240	(230) 300	(280) 365	(325) 425
Tierra común		(65) 85	(82) 110	(125) 165	(170) 220	(210) 275	(250) 330	(295) 385
Arcilla dura, densa		(57) 75	(76) 100	(110) 145	(150) 195	(188) 245	(225) 295	(265) 345
Roca de voladura bien fragmentada		(53) 70	(68) 90	(105) 140	(140) 188	(180) 235	(215) 280	-
Excavación común, con rocas		(50) 65	(65) 85	(100) 130	(130) 175	(168) 220	(200) 265	-
Arcilla mojada, pegajosa		(45) 60	(60) 80	(95) 125	(125) 165	(160) 210	(195) 255	-
Roca de voladura mal fragmentada				(80) 105	(105) 140	(138) 180	(165) 215	-
<p>Volúmen medido en banco, horas de 50 minutos (83% de eficiencia en el trabajo), profundidad de corte 4.5 m. (15 pies) ángulo de giro 60°</p>								

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

FACTORES DE AJUSTE

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

FACTOR POR PROFUNDIDAD DE CORTE II				
PROF. MAXIMA		PROF. PROM.		FACTOR
PIES	MTROS.	PIES	MTROS.	
5	1.5	2.5	0.75	0.97
10	3.0	5	1.5	1.15
15	4.5	7.5	2.2	1.00
20	6.0	10	3.0	0.95
25	7.6	12.5	3.8	0.85
30	9.1	15	4.5	0.75

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

CARGABILIDAD DEL MATERIAL IV	
CARGA DEL CUCHARON	FACTOR
CARGA FACIL	0.90 - 1.00
CARGA MEDIA	0.80 - 0.90
CARGA DIFICIL	0.65 - 0.80
CARGA MUJ DIFICIL	0.40 - 0.65

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

Las características son las siguientes:

RETROEXCAVADORA MARCA "CATERPILLAR"

Modelo 235

Capacidad del Cucharón 1.43 m^3

($1 \frac{7}{8} \text{ Yd}^3$)

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

Profundidad Medio de Excavación 1.5 m

Angulo de Giro. 60°

Material de excavación grava - arena

El Material es cargado en Camiones.

PRIMER METODO. Observación directa.

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

SEGUNDO METODO. Reglas y fórmulas.

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

La capacidad útil del cucharón es de:

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

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

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

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

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

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

Producción horaria aproximada = 180 m^3

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

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

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

Si vemos los tres rendimientos:

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

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

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

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

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

S O L U C I O N:

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

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

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

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

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

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

Equipo disponible:

Retroexcavadora Caterpillar 235.

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

Retroexcavadora Poclain LY - 2 P

Cap. 1 m³ (1.3 Yd³) H.M.D. \$1027.94

Draga Link-Belt L.S - 408

Cap. 2.28 m³ (3 Yd³) H.M.D. \$1745.56

Tiempo de realización 15 meses.

S O L U C I O N:

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

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

Obtengamos el rendimiento de las retroexcavadoras --
Caterpillar 235.

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

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

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

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

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

SI VEMOS LOS COSTOS:

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

Retroexcavadora	$1.0\ m^3$	$\frac{1027.94}{95} = \$11.05/m^3$
-----------------	------------	------------------------------------

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

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

Ahora veamos cuantas retroexcavadoras necesitamos para cubrir la producción requerida.

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

Del anterior resultado vemos que de acuerdo a las condiciones del problema, dos retroexcavadoras no son suficientes y tres serían demasiado por lo que se hace necesario hacer un análisis más extenso sobre las combinaciones que se pueden hacer -- utilizando la máquina de 1 m^3 o bien, ver la posibilidad de usar un cucharón mayor o tratar de mejorar las condiciones de trabajo.

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

COSTO HORARIO DE LA RETROEXCAVADORA \$1,027.94

S O L U C I O N

De la tabla de producciones.

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

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

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

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

$$\text{COSTO UNITARIO} = \frac{\text{Costo Horario de la Retroexcavadora}}{\text{Producción Horaria Ajustada}}$$

$$= \frac{\$1027.94/\text{hr}}{28 \text{ m}^3/\text{hr}} = \$36.71/\text{m}^3$$

APLICACION DE LAS RETROEXCAVADORAS

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

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

Alimentación de equipos de trituración y cribado.

Carga a camiones u otro equipo de acarreo.

Colocación de tubos.

Desmontes y demoliciones.

Excavación de zanjas.

Excavación y afinamiento de canales.

Trabajos de cantera.

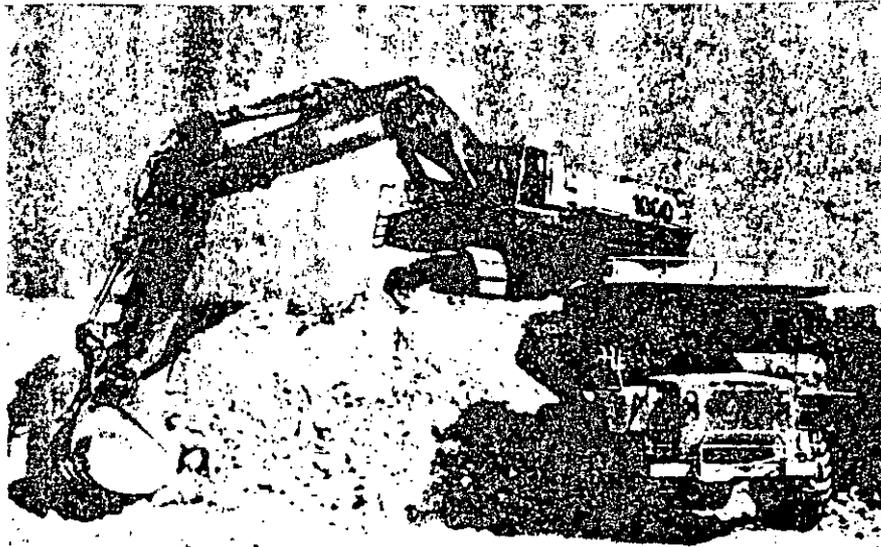
Excavaciones bajo el agua y dragados.

ALIMENTACION DE EQUIPOS DE TRITURACION Y CRIBADO

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

CARGA A CAMIONES U OTRO EQUIPO DE ACARREO.

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



COLOCACION DE TUBOS

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

ja que con anterioridad pudo haber excavado ella misma.



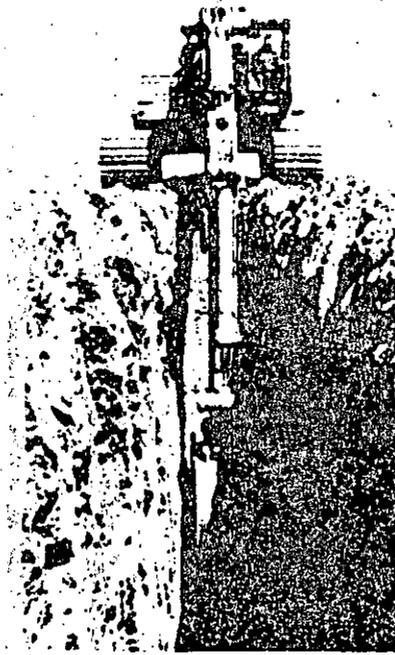
DESMONTES Y DEMOLICIONES

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

EXCAVACION DE ZANJAS

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

seguir atacando.



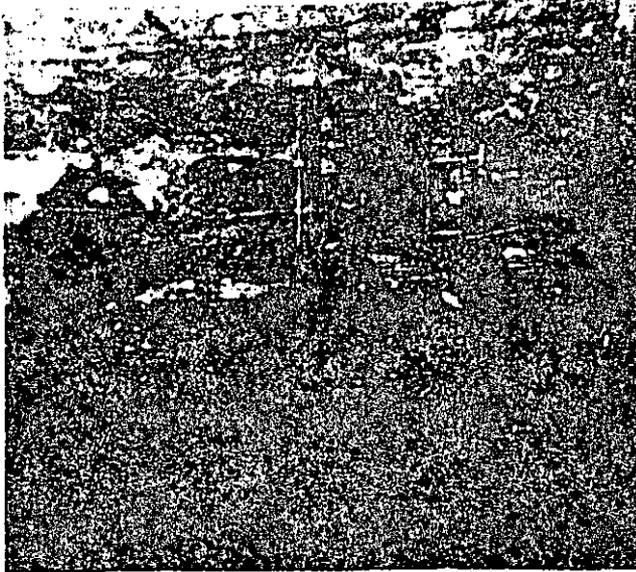
EXCAVACION Y AFINAMIENTO DE CANALES.

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

TRABAJOS DE CANTERA

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

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



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

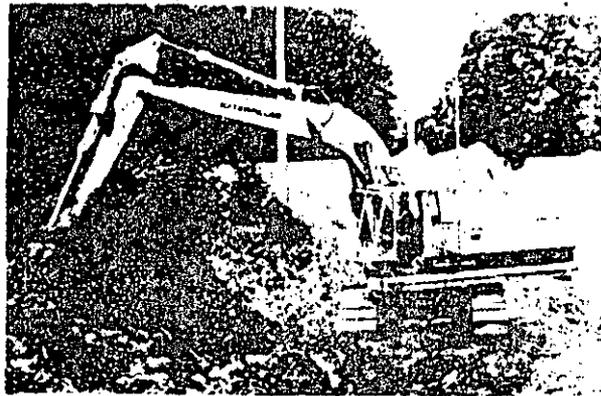
Limpieza de terrenos.

Terraplenas.

Rellenos.

Levantar pavimentos asfálticos deteriorados.

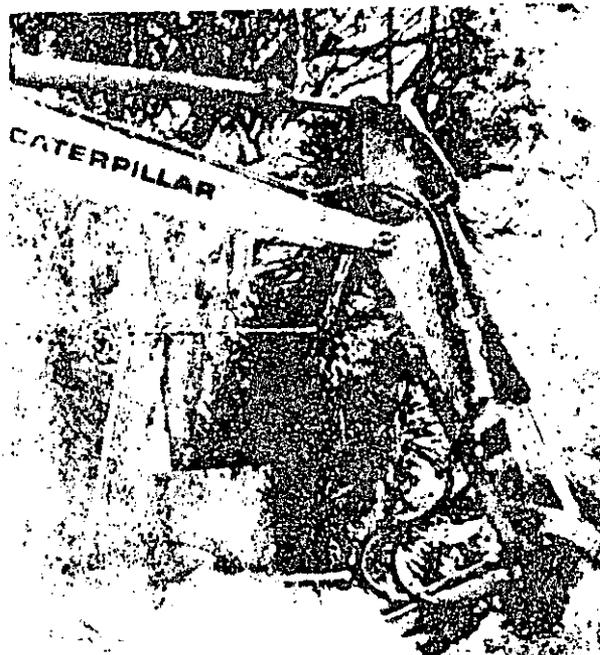
Desazolve de canales.



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

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

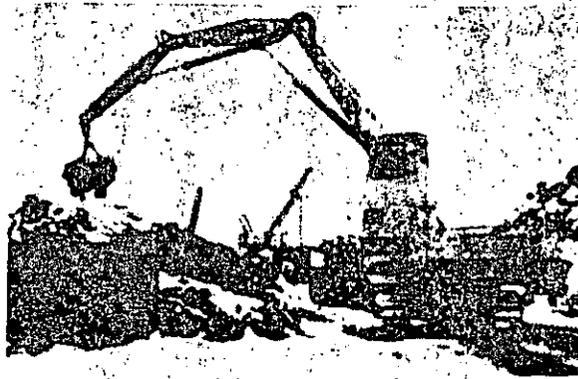
Como Martillo, neumático o hidráulico.



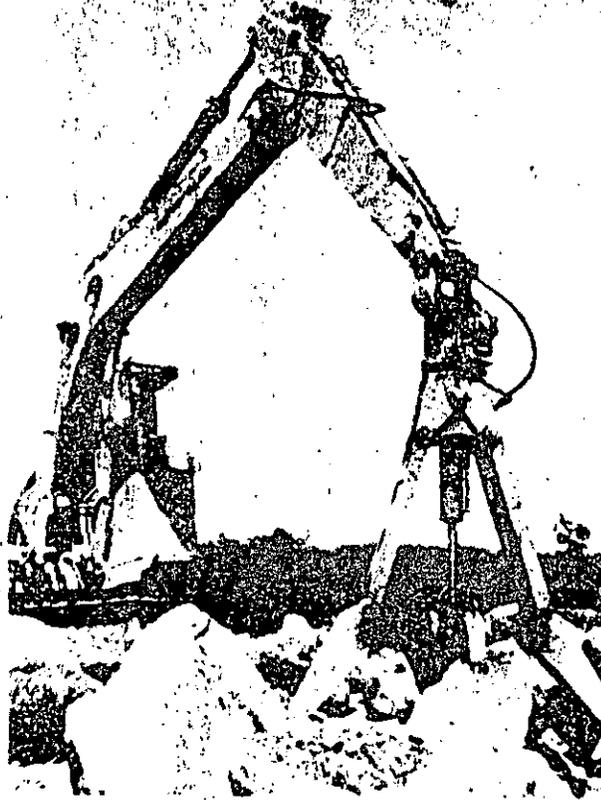
Como Piloteadora, en este caso la fuerza hidráulica de la retroexcavadora se aplica verticalmente sobre el pilote para incarlo.



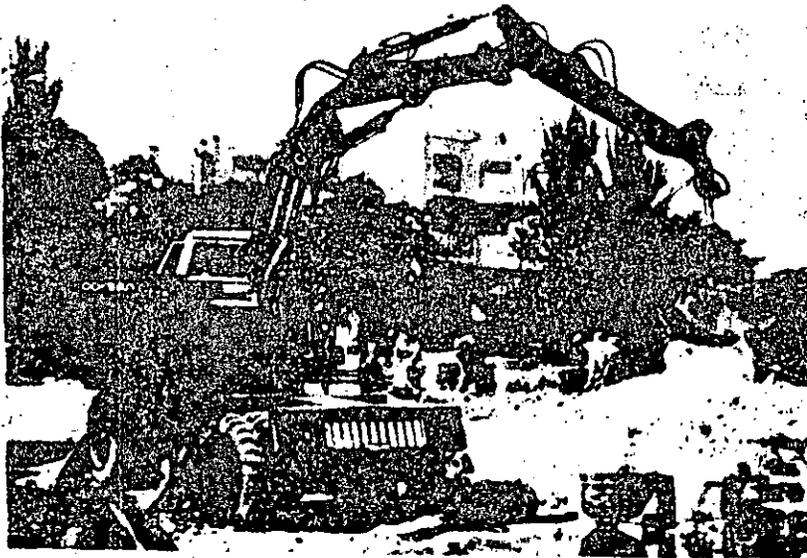
Como Electroiman, para manipular metales o chatarra fe rrosos.



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



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



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

A P E N D I C E

INFORME SOBRE EL MERCADO DE LAS RETROEXCAVADORAS EN MEXICO.

BREVE HISTORIA DE LA DEMANDA.

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

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

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

Las ventas totales de retroexcavadoras durante 1973-1979.

se detallan en el cuadro siguiente:

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

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

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

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

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

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

ESTRUCTURA DEL MERCADO POR TIPO DE APLICACION

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

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

- Fundaciones y obras generales de construcción.
- Minería.

MARCAS REPRESENTADAS Y SU IMPORTANCIA RELATIVA

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

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

CATERPILLAR
 POCLAIN
 LINK - BELT
 KOEHRING
 HITACHI

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

IMPORTACIONES

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

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

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

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

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

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

PERSPECTIVAS FUTURAS

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

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

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

Retroexcavadoras hidráulicas



Marca	Modelo	Capacidad de trabajo (m³)										Cilindrada (litros)										Motor	Velocidad (km/h)		Peso (kg)		Ancho de riel (mm)		Ancho de pista (mm)		Ancho de riel (mm)		Ancho de pista (mm)												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2									
	RH22LC	C	31.3	42	55	68	82	95	108	121	134	29,000	30,000	31,000	32,000	33,000	34,000	35,000	36,000	37,000	38,000	NA	28.55	37.15	D	576L913	130	66,500	33.10	10.2			7.10	15	8	34	17	10.1	14.6	47	24.05	8,470	Track	1.7	6.0
	RH23LC	C	32	44	57	70	83	96	109	122	35,576	35,200	34,800	34,400	34,000	33,600	33,200	32,800	32,400	32,000	31,600	NA	37.67	9.25	D	BFG912	160	87,000		10.11			8.8	16.3	9.9	38	20	12.7	11.6	47	24.35	10,540	Track	1.7	10.2
	RH25LC	C	33	45	58	71	84	97	110	123	35,263	35,000	34,700	34,400	34,100	33,800	33,500	33,200	32,900	32,600	32,300	NA	39.63	9.20	D	F2L415	210	87,500	11.8			9.7	14.8	9.8	42	25	10.11	12	50	20.35	13,200	Track	1.6	12.1	
	RH27	C	35	46	59	72	85	98	111	124	35,175	35,000	34,700	34,400	34,100	33,800	33,500	33,200	32,900	32,600	32,300	NA	53.87	2.44.7	DC	F101	260	133,000	12.8			10.7	18.4	11.5	49	27	11.6	11.6	57	24.35	15,750	Track	1.55	6.5	
	RH28	C	37	55	70	85	100	115	130	145	56,840	57,335	57,830	58,325	58,820	59,315	59,810	60,305	60,800	61,295	61,790	NA	62.102	3.05.9	DC	U7803	398	185,000	14.10			12.7	12.1	13.2	53	28	17.1	17.1	61	27.05	24,300	Track	1.5	15	
	RH29	C	48	67	87	107	127	147	167	187	110,000	110,000	110,000	110,000	110,000	110,000	110,000	110,000	110,000	110,000	110,000	NA	83.106	3.7.8.8	C	RF125	455	235,000	15.1			12.6	21.2	14.7	64	32	16.2	16.2	62	31.05	30,600	Track	1.24	15	
	RH300	C	55	73	92	110	128	146	164	182	137,000	137,000	137,000	137,000	137,000	137,000	137,000	137,000	137,000	137,000	137,000	NA	NA	20	C	RTA2300	2,350	100,000					27.6	24.10	74	40	22		68	43	30,000	Track	1.7	6.5	
	160	C	23.7	31.8	40	48.1	56.2	64.3	72.4	80.5	30,450	29,850	NA	24.57	1.2	Deutz	BF6L913	150	65,000	35.11	10.10	10.10	8.0	8.6	14.2	9.2	3.8	1.8	10.8	12	44	25.34	10,560	C	2.88	4.0									
	220	C	24.1	32.1	40.7	49.3	57.9	66.5	75.1	83.7	40,200	34,000	NA	42.71	1.4	Deutz	F10L413	272	80,000	39.1	12	12	9.8	9.8	15.9	10.2	3.10	1.9	11	11.6	4.8	20.34	13,500	C	1.96	4.5									
	300	C	10.4	12.8	15.1	17.5	19.8	22.2	24.5	26.9	35,200	32,000	NA	54.78	1.5.8	Deutz	F12L413	225.7	122,500	42.8	13.1	13.1	11	11	17.1	10.10	4.1	1.1	11.6	14.9	5.2	24.31	18,700	C	1.67	7.0									
	400	C	22.11	27.11	32.11	37.11	42.11	47.11	52.11	57.11	50,600	58,300	NA	54.79	2.20	Deutz	BH12L41	451.6	150,000	45.2	14.8	14.8	11.10	11.10	18.0	12.0	4.11	2.2	17.2	17.7	5.1	24.40	23,100	C	1.85	6.0									
	600	C	35.5	42.10	48.7	55.3	61.9	68.5	75.1	81.7	55,100	52,600	NA	54.89	2.8.8	Deutz	F12L413	308.8	325,000	48.11	15.7	15.7	12.10	12.10	27	18.0	5.7	2.8	13.5	17.9	6.1	24.24	24,200	C	1.67	6.0									
	1000	C	32.3	40	47.7	55.4	63.1	70.8	78.5	86.2	109,300	117,150	NA	111.00	5A.10	Deutz	RT1150CA50	441.7	350,000	55.9	17.6	17.8	13.7	13.7	21.10	20.5	5.1	2.3	18	16.8	6.8	21.44	55,300	C	1.71	5.5									
	H220	C	21.4	28.2	35.0	41.8	48.6	55.4	62.2	69.0	4,600			24.72	1.1	GMDD	4.71N	152	43,140	31.7	8.0	10.4	6.0	6.6	13.10			12	10.0	10.11	41	74			1.8	2.0									
	H230C	C	21.4	28.2	35.0	41.8	48.6	55.4	62.2	69.0	4,600			24.72	1.1	GMDD	4.71N	152	47,000	31.7	10.6			8.0	13.6			17	10.3	10.11	41	70			2.2	2.5									
	H242	C	22.9	30.0	37.0	44.0	51.0	58.0	65.0	72.0	9,099			26.42	1.1.8	GMDD	6V.71N	228	73,600	34.11	11.0			9.6	15.10			30	20	10.7	11.65	61	90			1.2	2.0								
	H243	C	25.6	32.2	38.8	45.4	52.0	58.6	65.2	71.8	1,636			28.49	1.2.2	GMDD	6V.71N	304	100,000	42.5	10.7			8.4	16.1			45	17	10.7	12.8	62	90			2.4	2.0								



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

MOVIMIENTO DE TIERRAS

OTROS EQUIPOS

Ing. Carlos M. Chávarri Maldonado

JUNIO, 1985

El Ingeniero Civil al estar ligado en las diferentes esferas del desarrollo de la infraestructura de nuestro país, requiere estar actualizando sus conocimientos, por ello se organizó el presente curso que está dirigido a aquellos que tienen que ver con el movimiento de tierras. En el aspecto de caminos, los primeros se requieren para el paso de la gente y bestias de carga y posteriormente otros tipos ligeros como los carruajes, pero la frecuencia de cargas y el tránsito cada vez mayor, han exigido que se desarrollen nuevas técnicas para un mejor aprovechamiento de los materiales naturales, con objeto de lograr máxima economía en su construcción y tiendan a durar más.

Esto ha traído como resultado entre otros, que el constructor de un proyecto determinado planee, programe, organice, ejecute y controle mejor todos los recursos por aplicar en dicho proyecto. Es por ello que en la ejecución de obras tenemos la necesidad de equipos más potentes y modernos para excavar, transportar, triturar, mezclar, colocar y compactar los materiales ya sea en la construcción de caminos, en pistas de aeropuertos, canales o cortinas de presas. Esta diversidad de técnicas que intervienen en las construcciones antes mencionadas, traen como consecuencia que el ingeniero se aleje con frecuencia del avance de la técnica y por ello consideramos de gran utilidad cursos como este.

Vamos a hacer una breve descripción de las innovaciones en el equipo de construcción como preámbulo a los temas que se desarrollarán más adelante.

Existen muchos equipos para realizar trabajo, pero posiblemente ninguno tan versátil como el tractor, especialmente el de carriles equipado con su hoja y arado. La hoja o dozer, se encuentra montada en un marco que se acopla al tractor y se controla hoy en día por sistemas hidráulicos, a diferencia de los antiguos modelos con sistema de cables que, aunque más sencillos en cuanto a su mantenimiento no permitían aplicar mayor fuerza que los primeros. Anteriormente se objetaba el sistema hidráulico debido al alto costo de las reparaciones derivadas de usar mal dicho sistema, aspecto completamente superado en la actualidad.

En cuanto al arado o desgarrador, que se empezó a utilizar desde 1930 ha evolucionado rápidamente, ya que desde entonces a la fecha ha cambiado su estructura al integrarlo al tractor, además de otros cambios como son: nuevas aleaciones, mayor potencia en los tractores, introducción de un mecanismo hidráulico en paralelogramo que permite al arado controlar mejor la fuerza y profundidad de hincado etc.

Las motoescrepas que utilizamos en trabajos de terracerías con mediana longitud de acarreo, están formadas fundamentalmente de

dos partes: una que da tracción a la máquina y otra que es en sí la escrepa formada por una caja metálica integrada con piezas diversas para rigidizarla y que puede subir o bajar ya sea hidráulicamente, - por cables o bien por electricidad. Durante mucho tiempo se utilizó la motoescrepa con mecanismo de cables y se consideró de mayor - eficiencia en vista de que los sistemas hidráulicos no estaban bien desarrollados. Hay que recordar que el sistema hidráulico trabaja con elevadas presiones, lo que puede provocar algunos problemas, pero como ya se mencionó para los tractores, existen actualmente motoescrepas perfectamente desarrolladas con mecanismo hidráulico. También se emplean los sistemas eléctricos a base de motores independientes, solo que el polvo origina grandes fallas a pesar de las protecciones que se le den, además de que el manejo del sistema en sí, es complicado.

Una evolución más en las motoescrepas es su tamaño, ya -- que las podemos ver desde 8 m³ hasta 50 m³.

Por otra parte la potencia de tractor ha aumentado, con lo cual, evidentemente se reducen los costos de operación, siempre - que el tamaño de la obra permita su uso.

Otra ventaja que se ha originado con los últimos avances, - tanto en el tractor como en la escrepa, es la alta velocidad a la cual se pueden desplazar en los caminos, invadiendo así el campo

de las vagonetas. A medida que aumenta la velocidad disminuye el ciclo y por lo tanto la capacidad horaria, es mayor.

La introducción de dos motores permite utilizar las motoescrepas en caminos de fuerte pendiente y disminuyen el tiempo de carga. Hay ocasiones, cuando el material es suave, en que se cargan solas, sin ayuda del tractor empujador.

Existe un nuevo sistema de trabajo, que le ha dado mayor versatilidad a las motoescrepas con dos motores, conocido como Push-Pull el cual elimina el uso del tractor empujador.

En lo referente a cargadores, estos han mejorado tanto sus sistemas como sus capacidades y las restricciones que se tenían respecto a la posibilidad en el tipo de ataque han cambiado a tal grado que tienden a desplazar a las palas aún en el ataque en roca, pues con solo proteger adecuadamente los neumáticos se pueden reducir sus costos de operación. Esto ha dado lugar a que los veamos alimentando trituradoras cuando el banco se encuentra a 150 ó 200 m de distancia, o cargando material en bancos de roca a cielo abierto. Por otra parte su movilidad permite que el rango de aplicaciones se incremente día a día.

Por lo que respecta a las dragas, éstas van siendo desplazadas poco a poco por retroexcavadoras las cuales han venido mejorando en su diseño y capacidad, actualmente las encontramos --

desde $3/8$ hasta $3\ 1/2\ yd^3$ de capacidad además de haber aumentado su alcance, profundidad y productividad, lo cual nos permite nuevas aplicaciones que sólo eran destinadas a las dragas y palas.

Por lo que se refiere al equipo de compactación tenemos una serie de modificaciones muy amplias como son: mejores sistemas - hidráulicos, sensores electrónicos, mayor versatilidad en su uso, - etc., que se han traducido en más alta productividad. Así, tenemos que, el equipo pata de cabra que consistía en un rodillo que era jalado por un tractor ha cambiado de tal manera que, ahora es autopropulsado, con cuatro rodillos y una cuchilla que le permite acomodar el material; obteniendo así una versatilidad tal que produce mayores rendimientos.

El rodillo liso vibratorio jalado por tractor ha evolucionado en tal forma que hoy lo tenemos auto propulsado, con mayores rangos de vibración que nos permiten tener menor número de ciclos y de pasadas, pudiéndose aplicar inclusive en la compactación de carpetas asfálticas con magníficos resultados.

El seleccionar correctamente un equipo de trituración es uno de los aspectos que influyen para dar buenos resultados de costo y producción.

Anteriormente se utilizaban equipos de muy poca producción además de un tamaño inadecuado para su transportación a las obras y que requerían mucho tiempo para su instalación. Es por ello, -



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

MOVIMIENTO DE TIERRAS

TECNICAS MODERNAS DE PRODUCCION DE AGREGADOS

ing. Pedro Luis Benitez Esparza

JUNIO, 1985

TECNICAS MODERNAS DE PRODUCCION DE AGREGADOS.

INTRODUCCION.

La correcta selección del equipo de trituración es uno de los factores, que sin lugar a dudas, influyen más en el buen resultado técnico y económico de las obras civiles de construcción pesada, tales como caminos, aeropuertos, presas, vías férreas, etc.

Es por lo tanto muy importante poder contar con toda la información necesaria para poder plantear correctamente el problema de selección del equipo de trituración y complementario respectivo, y así elegir las máquinas que a partir de un material natural o gréña, serán capaces de producir en el tiempo requerido, los agregados pétreos necesarios para la ejecución de la obra en cantidad suficiente y con la calidad adecuada.

I. AGREGADOS PETREOS.

Especificaciones Generales.

Los agregados pétreos con fragmentos duros y resistentes, libres de materiales contaminados, conforme a las siguientes especificaciones granulométricas (materiales más utilizados en obras civiles).

Agregados para Concretos Hidráulicos

Arena:	0	-	1/4"
Grava # 1:	1/4"	-	3/4"
Grava # 2:	3/4"	-	1 1/2"
Grava # 3:	1 1/2"	-	3"
Grava # 4:	3"	-	6"

Agregados para caminos

Material de subbase:	0	-	2"
Material de Base:	0	-	1 1/2"
Material de Carpeta:	0	-	3/4"
Material de Sello:	3/16"	-	3/8"

Generalmente es de una tolerancia de $\pm 5\%$ tanto en sobre tamaño como en sub-tamaño, existiendo normas estrictas para la composición granulométrica interna de las arenas para elaborar concretos hidráulicos (norma ASTM C33-61T), como sigue:

Malla	Porcentaje de Material que pasa
3/8"	100
# 4 (4.76 mm)	95 a 100
# 8 (2.38 mm)	80 a 100
# 16 (1.19 mm)	50 a 85
# 30 (0.595 mm)	25 a 60
# 50 (0.297 mm)	10 a 30
# 100 (0.149 mm)	2 a 10

II. OBTENCION DE LOS AGREGADOS.

La materia prima (material en greña) para la producción de agregados pétreos, se obtiene de bancos de roca o de yacimientos de agregados naturales de río o de depósitos de aluvión, conglomerados, etc., fundamentalmente. En mucha menor proporción, de escorias de alto horno, así como de productos sintéticos provenientes de la cocción de horno rotatorio de materiales sílico-aluminosos.

Las rocas se dividen en tres grandes categorías geológicas:

- Rocas Igneas (Basaltos, granitos, riolitas, andesitas).
- Rocas Sedimentarias (caliza, arenisca, dolomitas).
- Rocas Metamórficas (esquistos, gneiss, mármol).

Para la extracción y preparación de los agregados, son los factores de dureza y de grado de abrasividad (medido por el porcentaje de sílice), los que importan principalmente para la selección del equipo.

La extracción de las rocas a cielo abierto, tiene dos series de operaciones:

- a) Trabajos preparatorios.
- b) Extracción propiamente dicha.

En efecto, antes de proceder a la extracción del material, es necesario retirar los terrenos constituídos de tierra vegetal, tepetate, limos y arcillas, etc., realizando las operaciones de despalle y desenraice con escrapas, tractores, arados, etc., hasta dejar abierta a la pedrera con su frente de ataque en uno o varios pisos, con las terrazas respectivas para permitir la evolución de las máquinas de perforación, del equipo de carga y del equipo de evacuación del material extraído.

La extracción puede realizarse manualmente (en desuso), por medios mecánicos y por explosivos.

Los materiales suaves (pizarra, calizas, lignito, etc.), se extraen por medio de equipos análogos a los empleados para las operaciones de despalle.

El caso más general, es la extracción por medio de explosivos, con los cuales se deslocan los bancos de roca y se obtiene una fragmentación en bloques de un tamaño tal, que se permite su manejo con los medios de carga y de transporte disponibles, así como su entrada a la boca de la quebradora primaria.

En muchas ocasiones, a pesar de las precauciones tomadas en las tronadas masivas de roca, un porcentaje medio del 20% al 30% de bloques, son demasiado grandes para manejarse con los medios de que se dispone. Es necesario una reducción secundaria de dichos bloques por medio de dinamita (barrenación secundaria o plastas), o por medios mecánicos (pilón o "drop-ball").

La carga se realiza por cargadores frontales sobre neumáticos o sobre orugas y por palas mecánicas y el transporte a la planta de trituración, por camiones de diversas capacidades. En caso de acarreo relativamente cortos, el cargador frontal sobre neumáticos, puede satisfactoriamente realizar la operación de transporte a la planta de trituración.

La preparación de los agregados tiene por objeto transformar el "Material en Greña" proveniente de la pedrera o de un banco de agregados naturales, y compuesto de elementos de todas dimensiones, desde bloques grandes hasta elementos finos e impurezas de arcilla y limo, en materiales limpios, clasificados en las categorías granulométricas requeridas.

Para realizar dichas operaciones, se cuenta con equipo de trituración - propiamente dicho y equipo complementario, o sea aquellas máquinas que sin -- participar directamente en las operaciones de trituración, son indispensables para realizar los procesos necesarios para transformar el material en greña o natural, en material útil que reuna ciertas especificaciones.

Por lo que respecta al equipo de trituración, desgraciadamente hasta la fecha no se ha diseñado una máquina universal que en un solo paso a etapa, -- convierta el material natural en agregados útiles, sino que dicha transformación se deberá realizar en varios pasos o etapas de acuerdo con el material - natural disponible y con las especificaciones que deban cumplirse.

Se describirán someramente los siguientes tipos de equipo:

A: Equipo de
Trituración

1. Trituradoras Primarias (Quijadas y Giratorias.
2. Trituradoras Secundarias de Cono, Rodillos, Martillos
3. Trituradoras Terciarias e Impacto.
4. Molinos (de Barras y de Bolas)
5. Cribas Vibratorias (Horizontales e Inclinadas)
6. Alimentadores (de Delantal, de Plato o Reciprocantes, Vibratorios).

B: Equipo Com
plementario

7. Gusanos Lavadores
8. Bandas Transportadoras
9. Elevadores de Cangilones.

III. EQUIPO DE TRITURACION.

Las máquinas de trituración más utilizadas en las Obras Civiles, emplean los métodos mecánicos de reducción indicados en el siguiente cuadro:

QUEBRADORA	METODOS DE REDUCCION			
	 Impacto	 Desgaste	 Corte	 Compresion
IMPACTO	●			
PULVERIZADOR	●			
MARTILLOS	●	●	●	
RODILLOS	●		●	●
GIRATORIAS	●			●
QUIJADAS	●			●
CONO	●			●

Figura No. 1.

Para decidir cual es el equipo de trituración apropiado para resolver un determinado problema de producción de agregados, es necesario tener en consideración tanto la naturaleza de la materia prima por procesar, como el trabajo idóneo para cada tipo de trituración, para poder hacer una selección de -- equipo técnica y económicamente válida.

Dos de los conceptos básicos que definen el comportamiento y campo de -- aplicación de los diferentes tipos de quebradoras son: índice de reducción y -- coeficiente de forma.

1º INDICE DE REDUCCION.

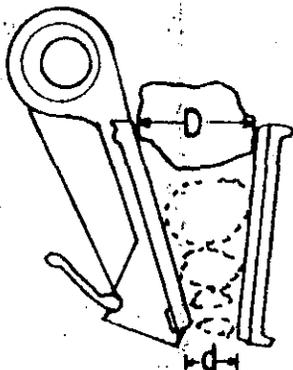


Figura No. 2.

Se define el índice de reducción de una máquina de trituración, a la relación:

$$I_R = \frac{D}{d}$$

entre el tamaño "D" del fragmento de roca a la entrada de la máquina y el tamaño "d" del producto de la trituración a la salida. Dicho índice de reducción varía con cada tipo de trituradora, de acuerdo con la mecánica de su construcción y con los métodos de reducción por ella utilizados.

2º COEFICIENTE DE FORMA.

Sea un fragmento de roca, cuya dimensión mayor sea representada por "L" y sea "v" el volumen de dicho fragmento y "V" el volumen de una esfera cuyo diámetro sea "L".

Se define como "Coeficiente de Forma" de dicho fragmento, a la relación:

$$C_f = \frac{v}{V} = \frac{v}{\frac{\pi L^3}{6}}$$

obteniéndose de la aplicación de dicha fórmula los valores promedio siguientes, en los fragmentos más comunes:

Fórmula de Fragmento	Valores del Coeficiente 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

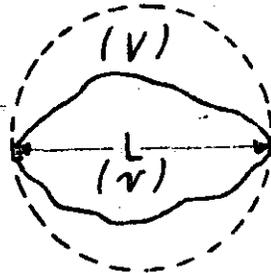


Figura 3.

Los dos últimos tipos de fragmentos (lajas y agujas), generalmente se prohíben por las normas de calidad de control de agregados pétreos, debido a que por su forma, son partículas débiles, con mucha tendencia a fracturarse.

A continuación se expondrán las variedades de equipos de trituración, -- utilizados hoy en día en la construcción de caminos en particular.

IV. QUEBRADORAS DE QUIJADA.

a) TRITURACION PRIMARIA.

Definitivamente es la quebradora de quijadas de simple toggle con excéntrico superior (figura 4), la que se utiliza para realizar la primera etapa de reducción de los materiales pétreos, en las plantas móviles camineras, en prácticamente todos los casos, así como en la mayoría de las instalaciones fijas de producción de agregados para la industria de la construcción.

Equipo de mecánica simple, se utiliza en las plantas portátiles, en tamaños que van desde 12" x 36" hasta 42" x 48", con pesos de 5,300 kilogramos hasta 48,000 kilogramos y producciones desde 18 toneladas por hora, de acuerdo con el tamaño de la máquina, su abertura de salida y la naturaleza geológica del material, alcanzando índices de reducción promedio de $8 \div 1$.

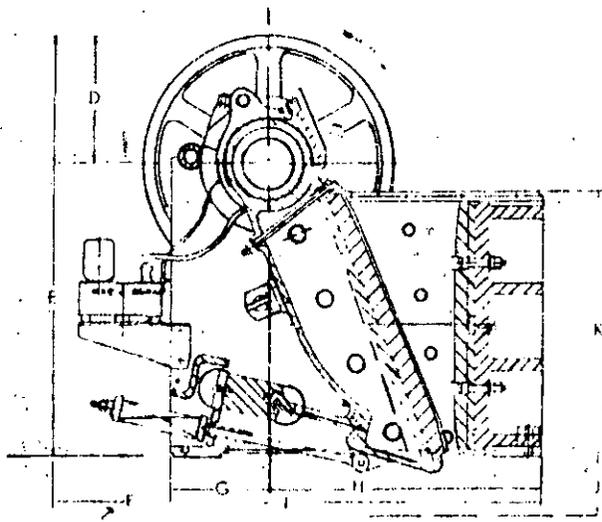


Figura 4.

En algún tiempo se utilizaron quebradoras de quijadas gemelas (figura 5) móviles, pero hoy prácticamente han quedado en desuso debido a su alto costo de adquisición y de operación.

La quebradora de quijadas tipo "Blake" de doble biela y las giratorias, prácticamente no se utilizan en los grupos móviles primarios de trituración, por ser máquinas muy pesadas y de grandes dimensiones, lo cual hace poco práctico instalarlas en chasis remolques, empleándose fundamentalmente instalaciones mineras y cementeras.

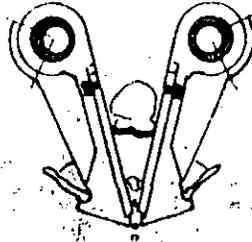


Figura 5.

NOTAS: Las dimensiones de las quebradoras de quijadas se indican por las dimensiones del rectángulo de su boca de admisión (ancho por longitud, generalmente en pulgadas).

Las dimensiones de las quebradoras primarias giratorias se indican por el tamaño de admisión (generalmente en pulgadas) de roca en su alimentación.

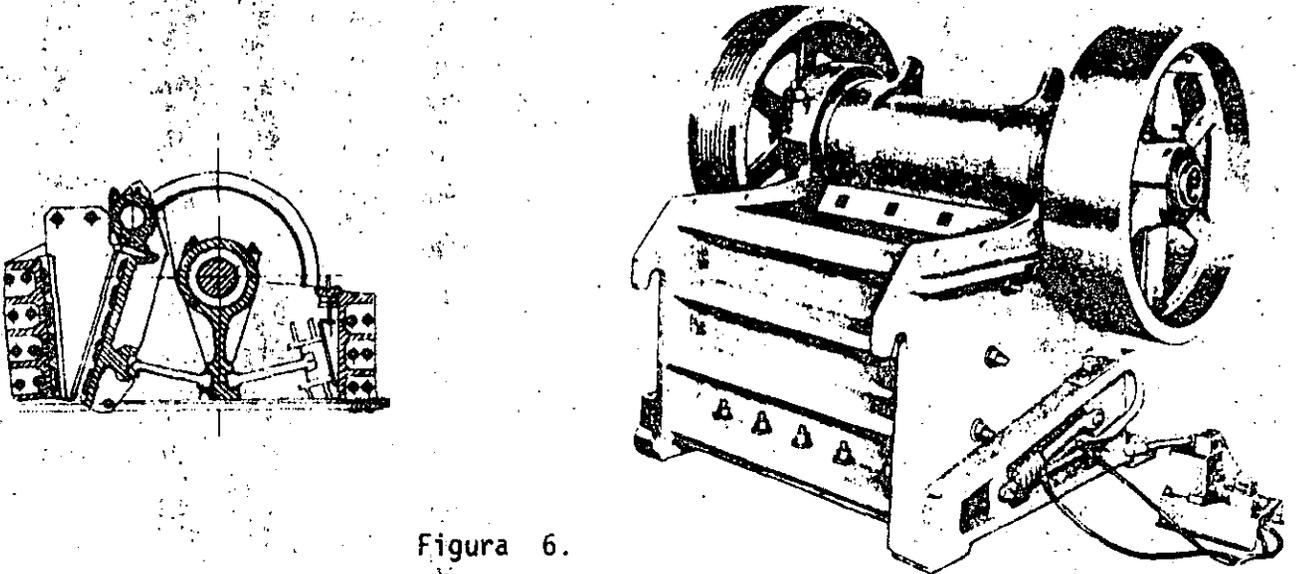


Figura 6.

Quebradoras de quijadas tipo "Blake" o de "doble toggle" o "doble biela", utilizada fundamentalmente para la trituración primaria de minerales extremadamente duros y abrasivos (hematita, taconita, etc.). Muy utilizada en el campo de las obras civiles.

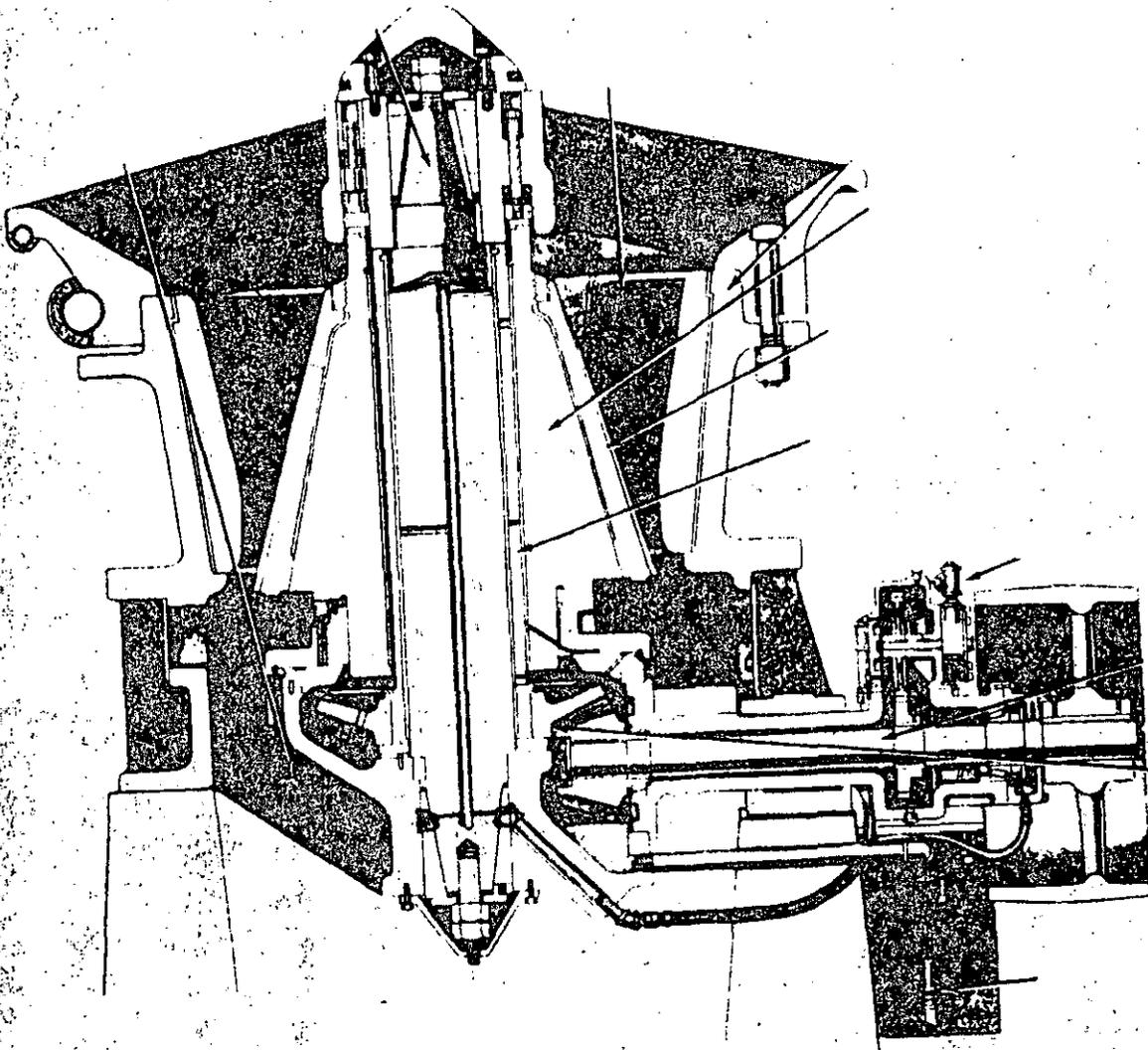


Figura 7.

Quebradora Giratoria Primaria, utilizada fundamentalmente en las Instalaciones Mineras y Cementeras de muy elevadas producciones. Muy poco utilizada en el campo de las obras civiles.

b) TRITURACION SECUNDARIA Y TERCIARIA.

Si bien en la etapa primaria de trituración, desde hace ya muchos años se ha definido a la quebradora de quijadas como el equipo idóneo para las instalaciones de producción de agregados, en lo que respecta a las etapas secunda

rias y terciarias han existido en los últimos tiempos cambios sensibles en la preferencia de los usuarios de dichos equipos, como se verá a continuación.

Las trituradoras tradicionalmente empleadas para realizar las etapas segunda y tercera de la reducción de los materiales pétreos, han sido las de rodillos, impacto y cono.

V TRITURADORAS DE RODILLOS.

Este tipo de trituradoras de mecánica simple, utiliza los efectos de compresión y corte para efectuar la reducción de tamaño del agregado pétreo.

En el pasado, era éste el tipo de máquina más popular para realizar trituraciones secundarias y terciarias en las plantas móviles camineras, y en plantas fijas de producción de agregados para concretos hidráulicos. Hoy en día su utilización ha quedado reducida al tratamiento de materiales suaves y poco abrasivos, como caliza, carbón, yeso, fosfato, etc., debido a que son rocas de alto contenido de sílice, el desgaste que se presenta en forma de surcos profundos en la superficie cilíndrica de los rodillos, hace que se tengan costos de mantenimiento muy elevados, presentando además las limitaciones que se indican en los párrafos siguientes.

El diámetro de los rodillos debe ser de 20 a 30 veces superior al tamaño de los fragmentos en la alimentación (figura 8), para que pueda aprisionarlos y triturarlos.

La producción es directamente proporcional al ancho de los rodillos (figura 9), sin embargo, un ancho demasiado grande, provoca un desgaste irregular y rápido, más fuerte en el centro que en los extremos.

El índice de reducción que se logra con estas máquinas es relativamente bajo: 3 — 1 como máximo, debido fundamentalmente a las limitaciones que se tienen en los tamaños de alimentación. Se ha procurado disminuir un poco este inconveniente, introduciendo un tercer rodillo, obteniéndose así una máquina que puede trabajar con mayores índices de reducción, aún cuando más costosa en inversión inicial y en operación (figura 10).

Para disminuir los problemas del alto costo de mantenimiento en dinero y tiempo, en el rectificado de los surcos de desgaste, se han diseñado máquinas de soldadura automática (figura 11) que mitigan un poco estos inconvenientes.

El coeficiente de forma del material triturado en los rodillos, es por regla general bajo, con tendencia a formar muchas lascas en cierto tipo de rocas.

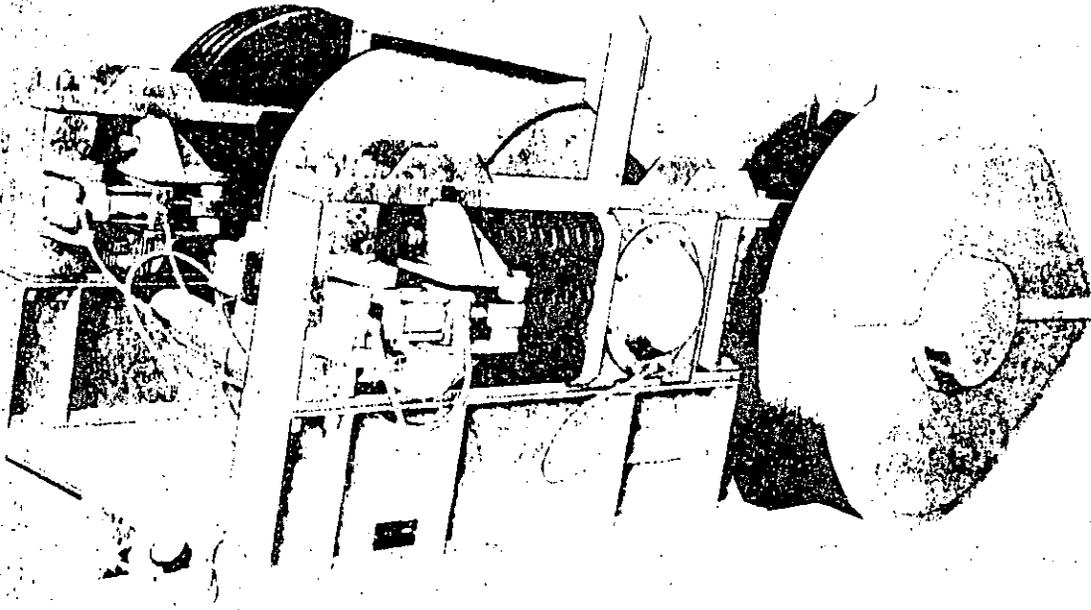


Figura 8.

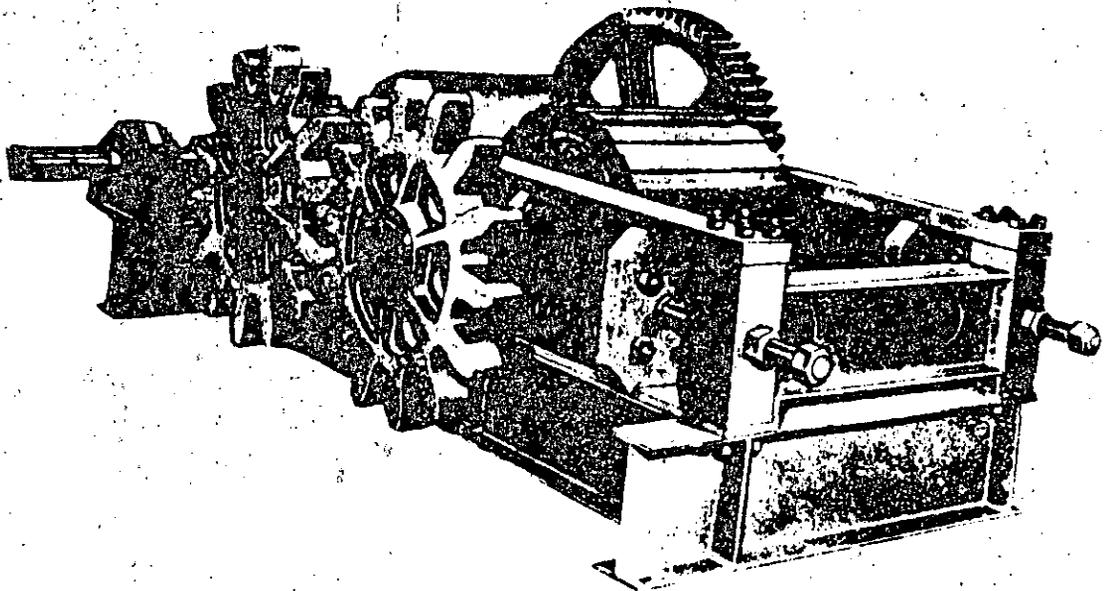


Figura 9.

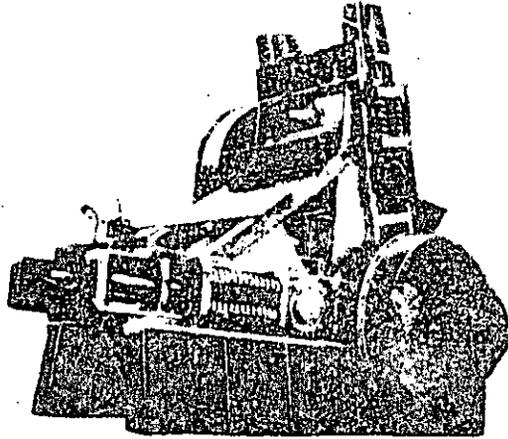


Figura 10.

Por los motivos anteriormente descritos, en muchas instalaciones de producción de agregados, las trituradoras de rodillo han venido siendo substituidas por otro tipo de máquinas, limitándose su campo de acción al proceso de cierto tipo de rocas suaves y poco abrasivas, como ya se dijo:

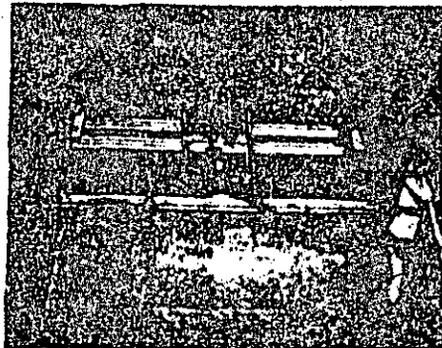


Figura 11.

VI. TRITURADORAS DE IMPACTO O DE MARTILLO.

Tanto las trituradoras de impacto (figura 12) como las de martillo (figura 13), utilizan básicamente el efecto de fuertes impactos de la roca contra las placas del bastidor, impulsadas por uno o dos rotores que están girando a elevadas revoluciones por minuto. En las trituradoras de martillo con rejilla inferior (figura 13) existen también los efectos secundarios de corte y desgaste de la roca entre el martillo y la rejilla.

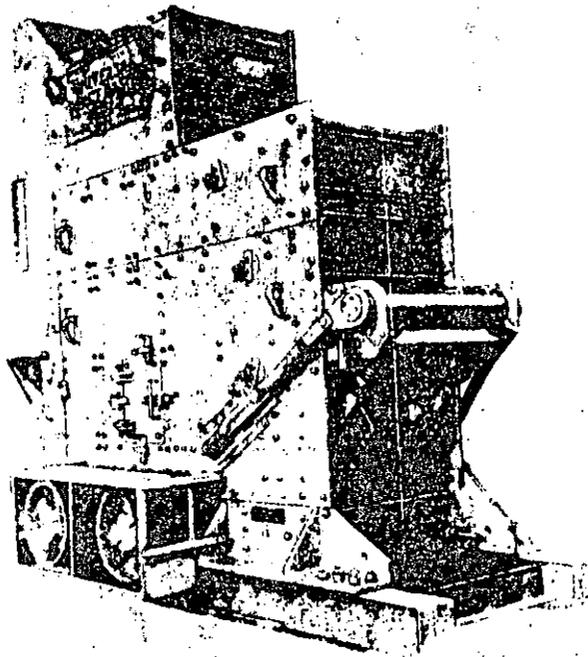


Figura 12A.

Trituradoras de Impacto. Vista exterior.

Con este tipo de máquinas se obtiene un material cúbico de elevado coeficiente de forma, con índices de reducción de $20 \div 1$ y en ocasiones de $30 \div 1$. Desgraciadamente estas máquinas no son adecuadas para procesar rocas con más de 6% de contenido de sílice (SiO_2), por el fuerte desgaste que sufren sus martillos y barras de impacto, con los materiales pétreos abrasivos; siendo aconsejable su empleo para tratar calizas, dolomitas, yesos, asbestos y en general todo tipo de minerales no abrasivos, pues de lo contrario se elevan muy fuertemente sus costos de operación.

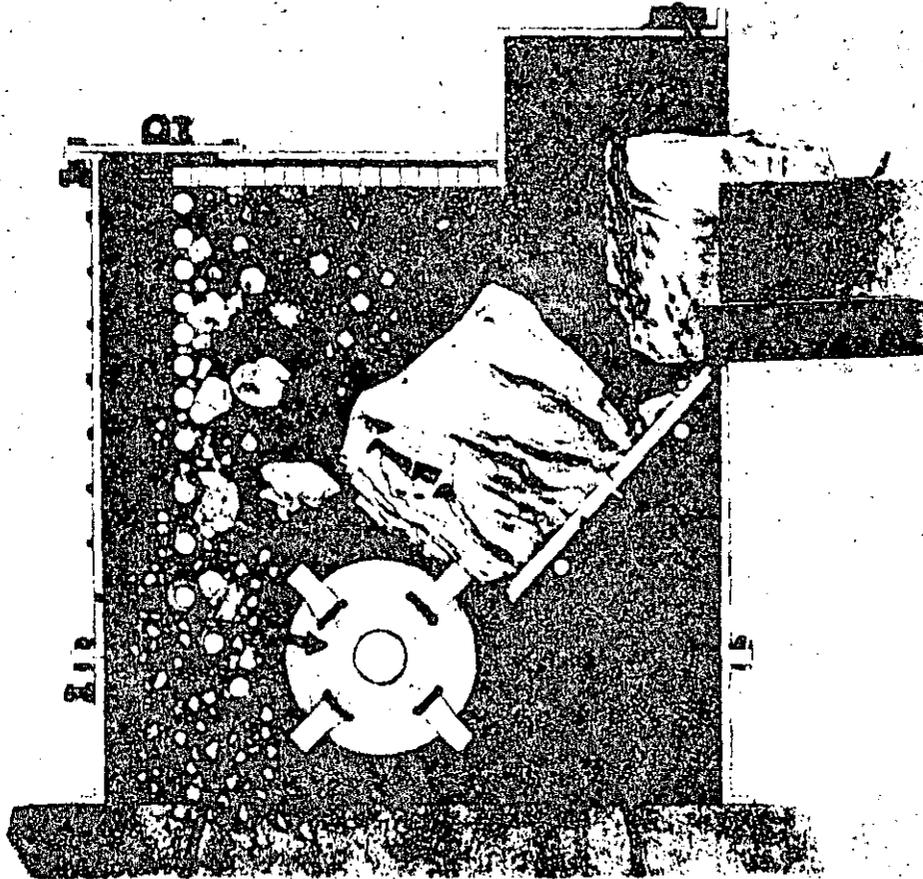


Figura 12B.

Trituradora de Impacto. Corte longitudinal esquemático, mostrando su principio de funcionamiento.

VII. TRITURADORAS DE CONO.

Este tipo de trituradoras se ha utilizado en las plantas mineras desde hace más de 40 años. En el campo de las obras públicas se ha generalizado su uso a partir de unos 10 años aproximadamente, pues se temía que estas máquinas tuvieran una mecánica muy complicada que necesitara cuidados especiales y personal altamente capacitado para operarlas. La realidad ha demostrado que si bien son unidades robustas de mecánica precisa, los cuidados que requieren en su operación y mantenimiento no son mayores que los que necesitan, por ejemplo, una quebradora de quijadas o una trituradora de rodillos en operación normal.

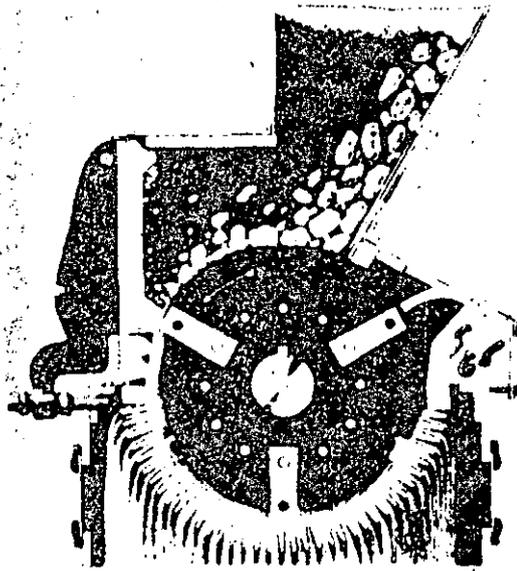
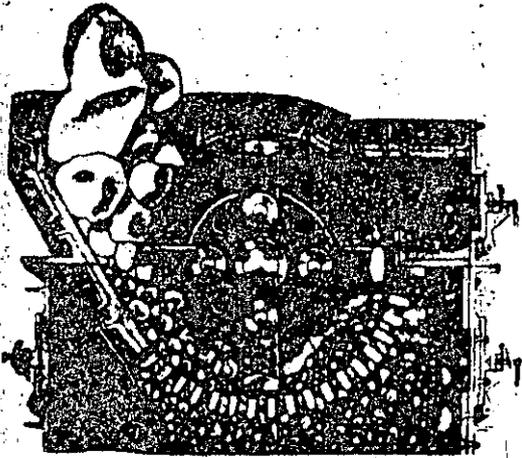


Figura 13.

Trituradoras de Martillo, con rotores de cuatro y seis cabezas de percusión.

Presentan este tipo de máquinas una serie de ventajas adicionales, entre las cuales sobresalen las siguientes:

- a) Producciones relativas elevadas con un alto índice de reducción, que puede llegar a $10 \div 1$.

- b) Utilización completa y regular de sus elementos de desgaste en la cámara de trituración, utilizándose los efectos combinados de compresiones e impactos (figura 14), dando como resultado poco desgaste por abrasión y un producto con muy buen coeficiente de forma.

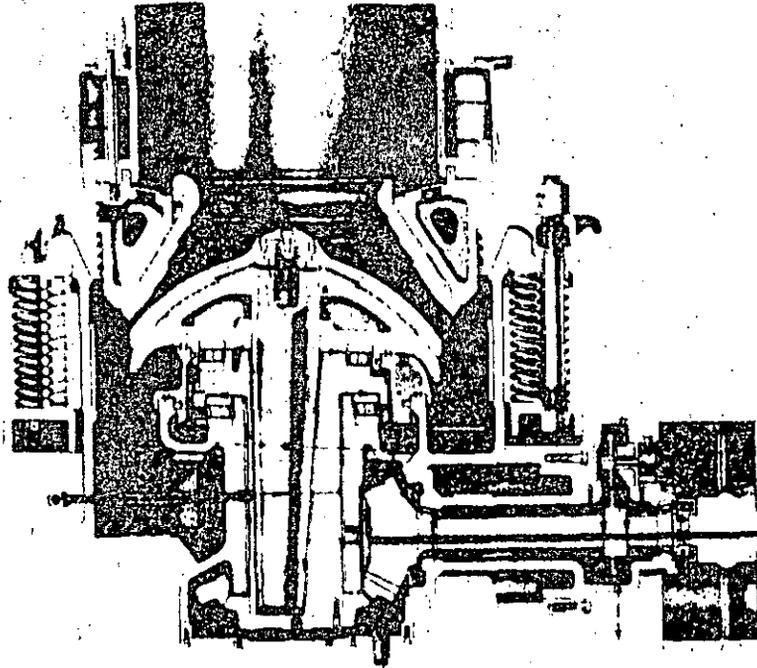


Figura 14.

- c) Protección contra fragmentos metálicos (dientes de cucharón de cargador, cabezas de marro, etc.) no triturables, por un dispositivo a base de resortes en el perímetro de su bastidor (figura 15).
- d) Dimensiones compactas que hacen práctica su instalación en grupos móviles de trituración.
- e) Costos de mantenimiento muy bajos, por la elevada duración de sus piezas de desgaste.

Los constructores de caminos empezaron en unidades portátiles los tamaños de 36" (diámetro inferior del cono), que es una máquina de aproximadamente 11,000 kilogramos de peso, con una producción de 60 toneladas a una abertura de salida de 1" (para producir material de 1 1/2"). Posteriormente los grandes volúmenes de materiales requeridos en los nuevos proyectos de autopistas, obligaron a utilizar los tamaños de 48", máquinas de 22,000 kilogramos de peso y

producciones del orden de 170 toneladas por hora de materiales de 1 1/2" y hoy en día ya los tamaños de 66" (figura 16), máquinas con peso de 42,000 kilogramos y producción de 275 toneladas por hora de material de base, tienen bastante demanda entre los grandes contratistas de caminos.

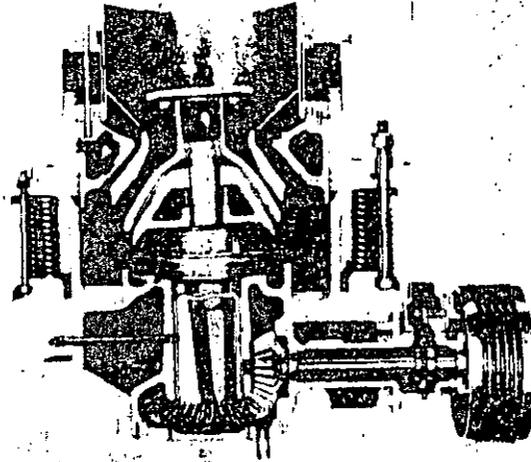


Figura 15.

Las trituradoras de cono se fabrican en modelos especiales para cumplir las etapas secundaria, terciaria y cuaternaria de reducción, modelos que si bien desde el exterior presentan prácticamente el mismo aspecto (figura 17), la geometría de sus cámaras de trituración tiene grandes diferencias, según se trate de una trituradora secundaria (figura 18), terciaria (figura 19) o cuaternaria (figura 20), siendo lógicamente las máquinas que se pueden cerrar a menor dimensión para producir material más pequeño, las que admiten menor tamaño de piedra a la entrada.



Figura 16.

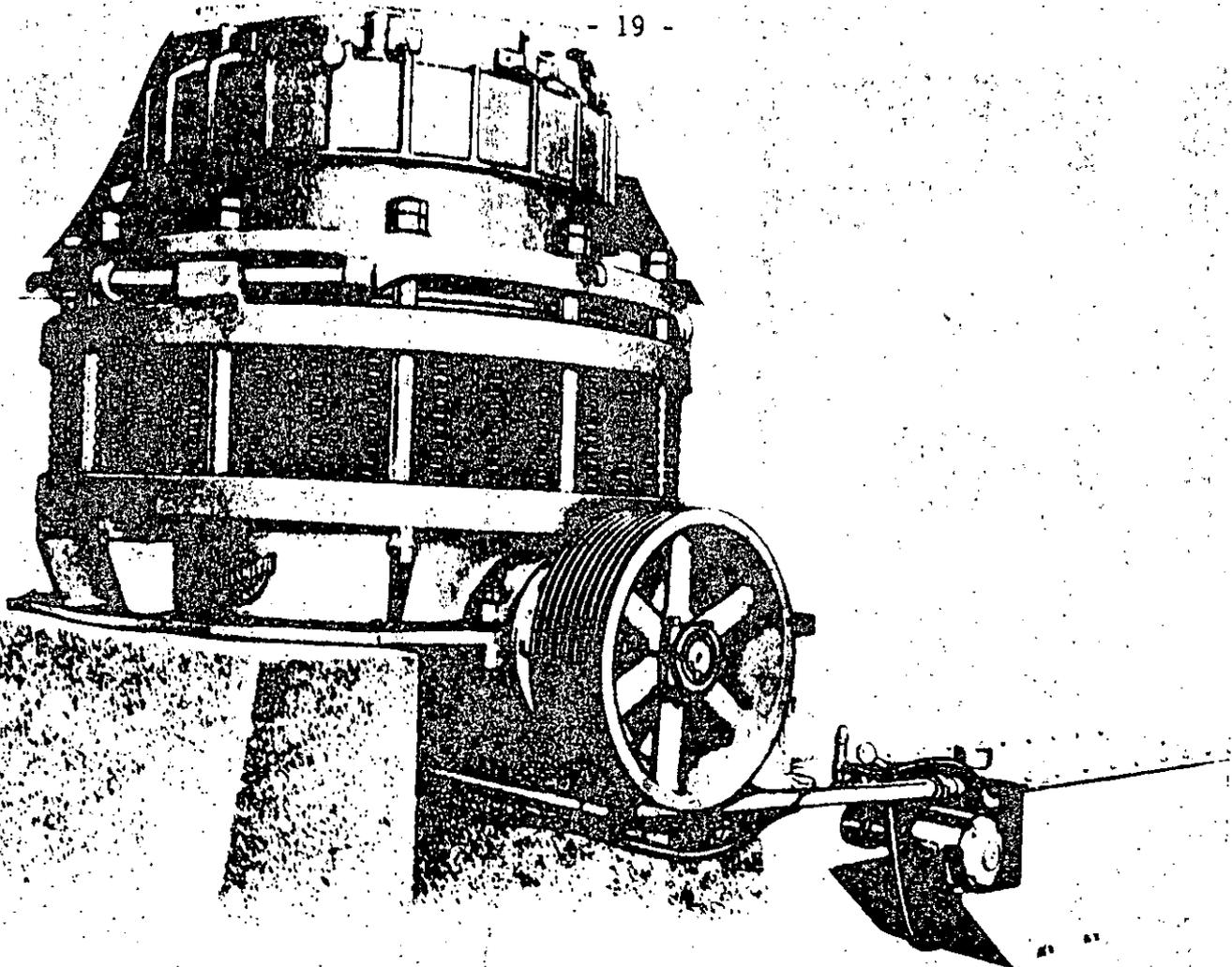


Figura 17.

VIII MOLINOS DE BARRAS.

En algunos casos de producción de arenas calibradas, tanto para la elaboración de concretos hidráulicos, como para corregir las curvas granulométricas de los materiales producto de las trituraciones secundarias y terciarias que acusan déficits de partículas de 0 a 2 mm para cumplir con las especificaciones de los materiales de base y carpeta asfáltica para la construcción de caminos, es necesario efectuar una cuarta etapa en la reducción de los materiales pétreos, para lo cual se utilizan básicamente los molinos de barras.

Dichas máquinas están constituidas especialmente por un tambor cilíndrico de placa de acer estructural, horizontal, y revestido con placas de acero al manganeso para su protección interior, estando accionado bien a través de una corona dentada y un piñón, o bien a través de un tren de neumáticos con ejes -

IX. EQUIPO COMPLEMENTARIO.

A) Cribas Vibratorias.

Las cribas vibratorias tienen por objeto la clasificación o selección de los materiales pétreos granulares, en diversas categorías de acuerdo con los tamaños especificados. Dichas máquinas se componen de uno, dos o tres pisos de malla de alambre o de placa perforada en orificios cuadrados, rectangulares o redondos, montados en el interior de una caja o bastidor flotante, equilibrado apoyado sobre resortes o suspendido por medio de cables. Las vibraciones son producidas por el efecto de una flecha excéntrica o provista de contrapesos que gira a elevada velocidad, accionada por un motor eléctrico.

La superficie de cribado está constituida en la mayoría de los casos, por mallas cuadradas, siendo las más comúnmente empleadas, las siguientes:

1o. Estados Unidos Norma ASTM

Designación de la malla.

Claro entre alambres en

(Mallas más usuales)

mm

	3"	76
	1-1/2"	38
	3/4"	19
	1/4"	6.3
Número	4	4.76
"	8	2.38
"	16	1.19
"	30	0.59
"	50	0.297
"	100	0.149
"	200	0.074
"	400	0.037

2o. Francia: Norma AFNOR NF-XII-501

	50	50
	20	20
	15	15
	10	10
	5	5
Módulo	37	4
"	35	2.5
"	32	1.25
"	28	0.500
"	25	0.250
"	22	0.125
"	20	0.080
"	17	0.040

3o. Inglaterra: Norma BSA-410

	3"	76
	1-1/2"	38
	3/4"	19
	1/4"	6.3
Número	5	3.35
"	10	1.67
"	22	0.699
"	44	0.353
"	85	0.178
"	100	0.152
"	200	0.076
"	300	0.053

NOTA: En México rigen en la mayoría de los casos las normas americanas de la ASTM.

Existen cribas vibratorias horizontales con doble mecanismo excéntrico, aconsejables para equipar los grupos móviles y cribas vibratorias inclinadas de mecanismo excéntrico simple, utilizadas en las plantas fijas principalmente. Con ambos tipos se logran las mismas producciones y eficiencias. Las inclinadas son más económicas por su excéntrico simple, pero ocupan, para tamaños iguales, un mayor espacio vertical de instalación, que sus homólogos horizontales.

Los tamaños más utilizados (ancho por longitud de la superficie de cribado) en obras civiles son: 4' x 8', 4' x 10', 4' x 12', 5' x 12' 5' x 14', 5' x 16', 6' x 16', en sus versiones de uno, dos y tres pisos.

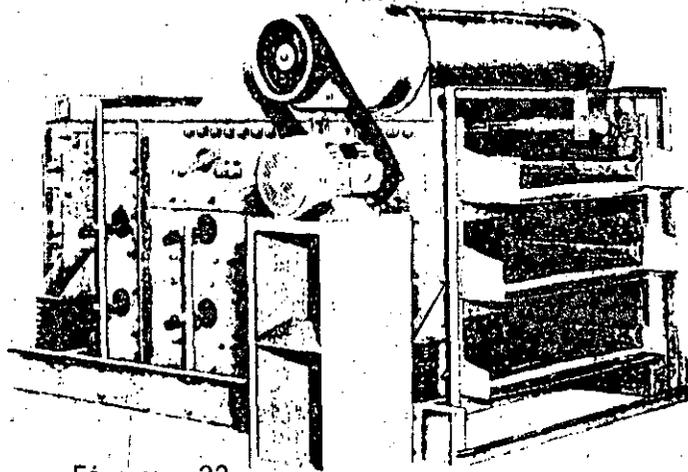


Figura 22.

Criba Vibratoria Horizontal de tres pisos.

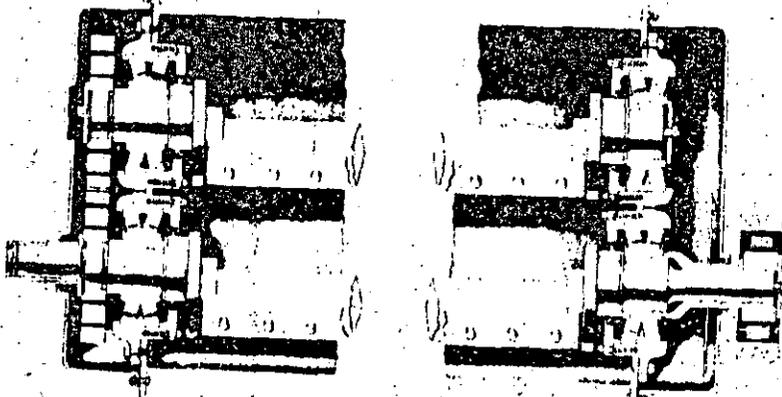


Figura 23.

Mecanismo excéntrico doble para Cribas Vibratorias Horizontales.

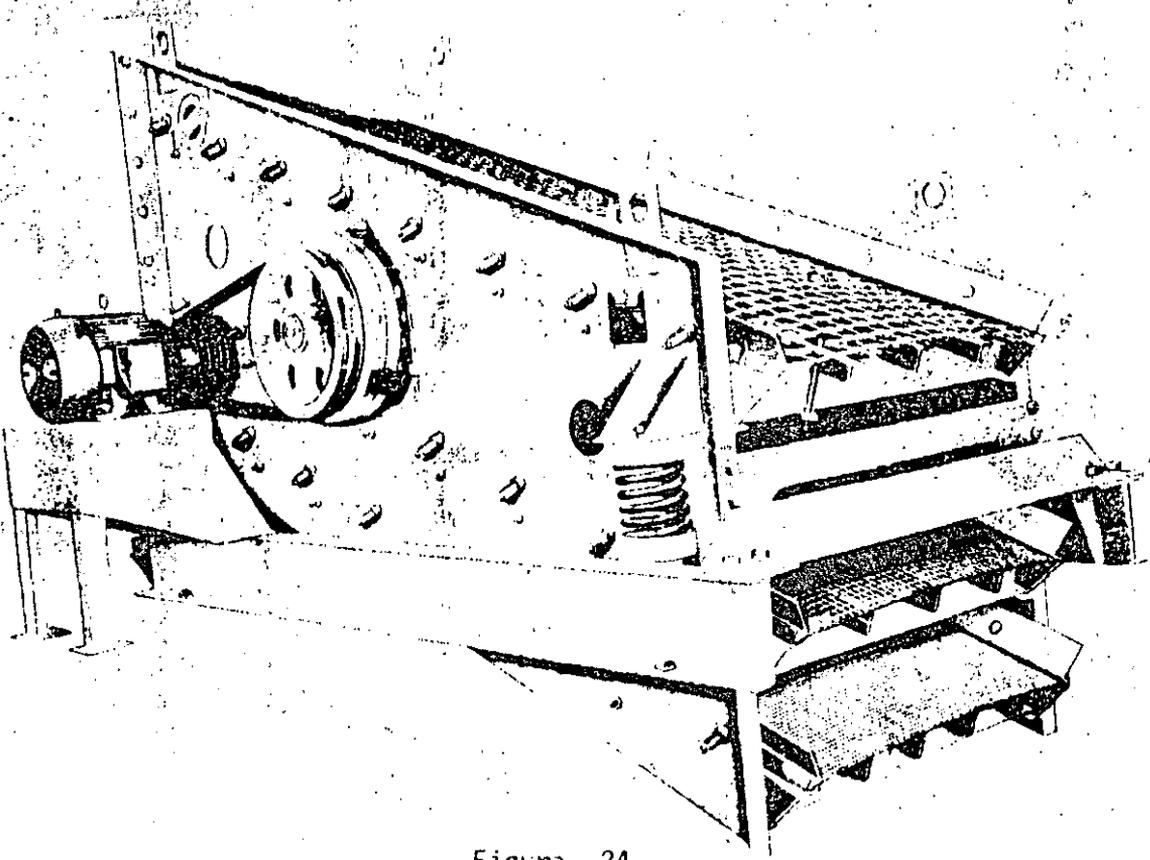


Figura 24.
Criba Vibratoria Inclínada en Tres Pisos

El cribado de agrwgados para caminos se realiza por vía seca, mientras que el cribado de agregados para concretos hidráulicos se realiza por vía húmeda, equipando para ello a las cribas, con "Flautas de Riego". (Figura 25).

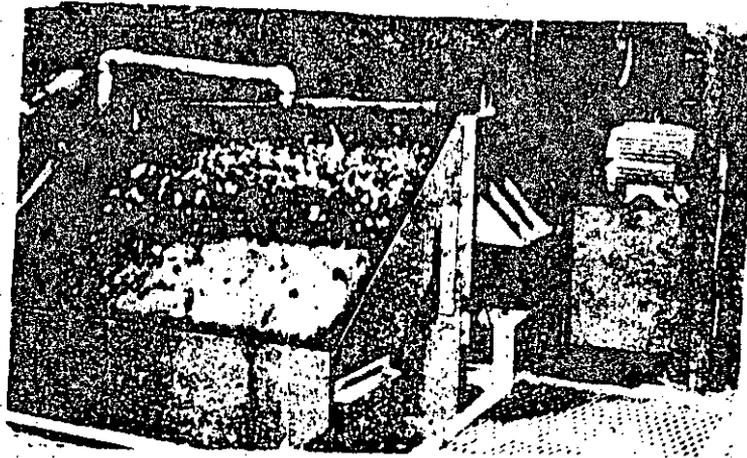


Figura 25.

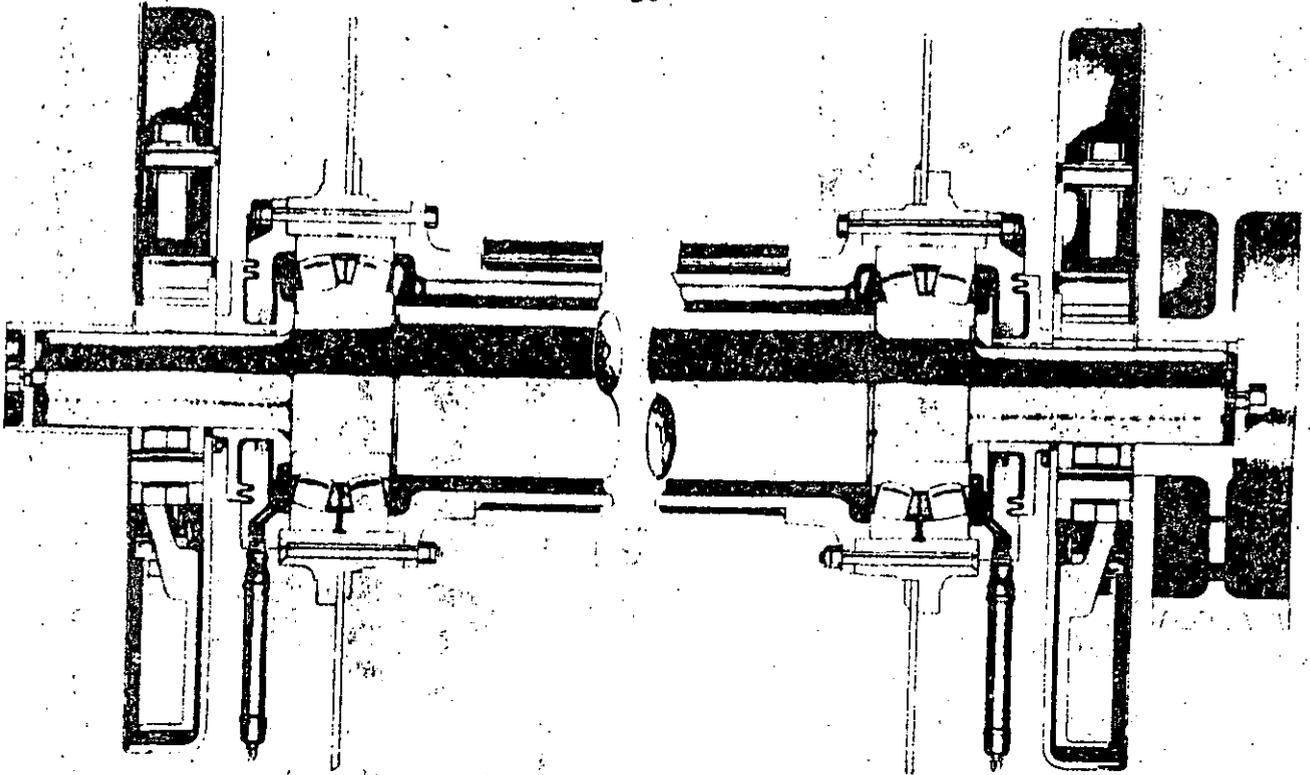


Figura 26.

Mecanismo excéntrico simple para Criba Vibratoria Inclínada.

B) Alimentadores.

La alimentación del material en greña a la quebradora primaria, puede realizarse por el vaciado directo de los medios de transporte arrojando la roca a la boca de la quebradora, o bien por medio de un equipo especial mecánico o "alimentador", con o sin dispositivo de pre-cribado.

Los tipos más populares de alimentadores son:

a) Alimentador de Mandil o de Tablero Metálico. Se compone de paletas metálicas que forman un tablero continuo que se mueve a una velocidad relativamente lenta (3 a 10 metros por minuto), accionado por un sistema de motor eléctrico, reductor, catananas y dadenas. Este tipo de alimentador se recomienda para instalaciones de alta producción donde se manejan grandes bloques de roca, sobre todo en plantas mineras y cementeras.

b) Alimentador Reciprocante o de Plato. Se compone de una placa metálica rectangular, montada sobre rodillos, animada de un movimiento de vaivén ocasionado por una biela excéntrica. Dicho tipo de alimentador se recomienda para instalaciones de depósitos de río o de aluvión.

c) Alimentador Vibratorio con Rejilla (Grizzly) de Pre-Cribado. Se utiliza en instalaciones de mediana y elevada producción para elaborar agregados pétreos para la industria de la Construcción, con la ventaja de que sólo envían a la quebradora primaria el material que requiere la trituración primaria, precribando el material pequeño que pueda contener el material en greña (Figura 27).

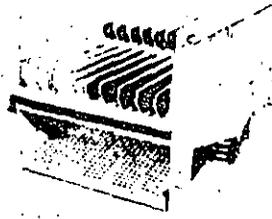


Figura 27.

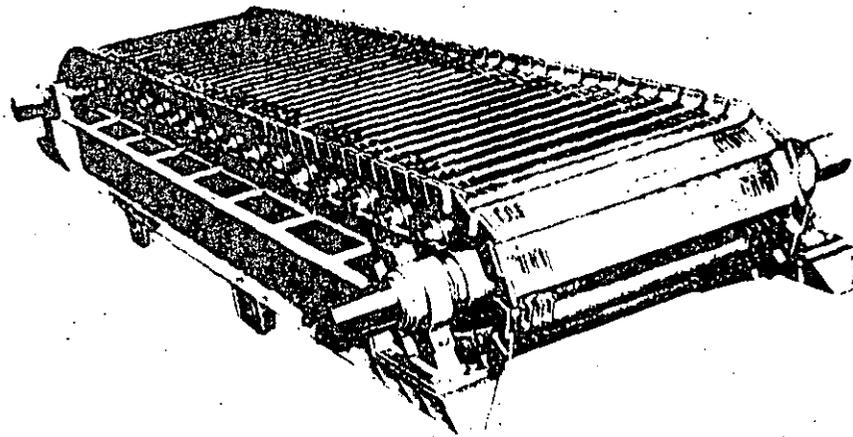


Figura 28.

Alimentador de Mandil o de Tablero Metálico (Tipo Apron).
Anchos más utilizados: 36", 42", 54", 60" y 72".

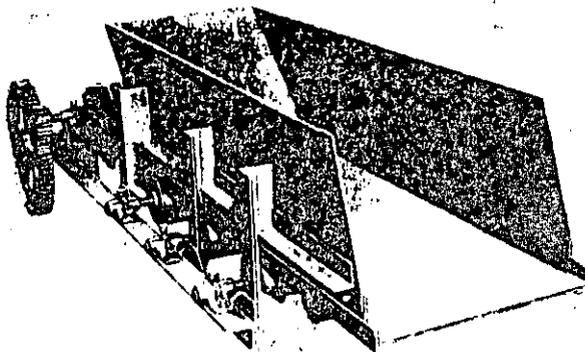


Figura 29.

Alimentador Reciprocante o de Plato. Anchos más utilizados: 16", 20", 24", 30" y 36".

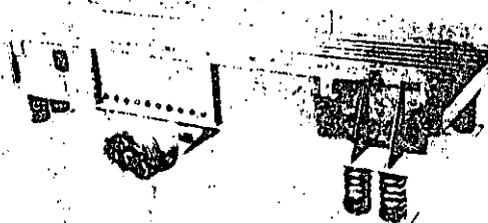


Figura 30.

Alimentador Vibratorio con Rejilla de Precribado. Anchos más utilizados: 36", 42", 48" y 60".

C) Gusanos Lavadores y Desenlodadores.

En la producción de agregados pétreos por vía húmeda, fundamentalmente para la elaboración de concretos hidráulicos, son indispensables los gusanos lavadores o clasificadores de Tornillo de Arquímedes. Se compone de un recipiente de placa metálica, cuya parte inferior por regla general se ensancha para formar un tanque de clasificación con un vertedor para arrojar el agua excedente con los limos y arcillas disueltos en ella. En el interior del cuerpo o recipiente, gira lentamente una espiral longitudinal accionada en su extremidad superior por un motor eléctrico con reductor de velocidad. El gusano lava de impurezas (limos, arcillas, materia orgánica, etc.), las arenas naturales y trituradas, escurriéndolas del agua excedente y evacuándolas por su parte antero-superior para su almacenamiento en tolvas o pilas.

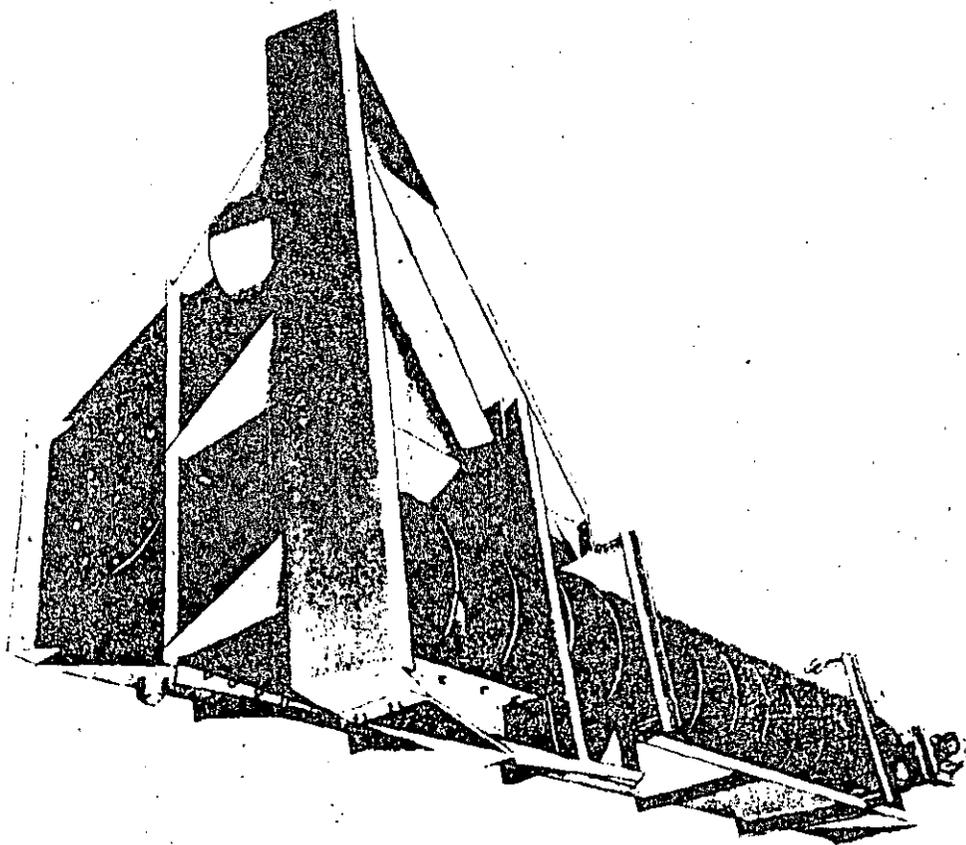


Figura 31.

Gusano lavador de espiral simple. Diámetros más usuales:
20", 24", 30", 36", 42" y 48".

Para el lavado enérgico de minerales y de gravas naturales fuertemente contaminadas con arcilla, se emplean los tambores desenlodadores o "Scrubbers", que constan de un cilindro de placa de acero en cuyo interior se montan espas o paletas metálicas, que mueven el material en su interior. Existe asimismo, un dispositivo de riego de agua a presión para realizar en el interior del tambor, el lavado de los agregados. A la salida, el agua sucia se escurre por los orificios del cilindro de evacuación (figuras 32 y 33).

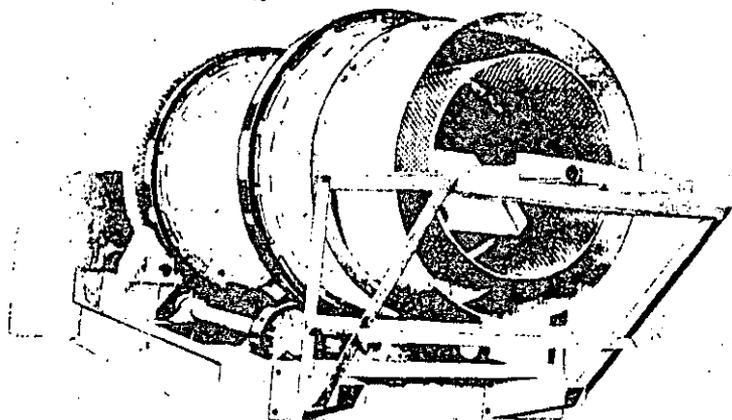


Figura 32.

D) Transportadores de Banda.

Para el manejo de los materiales granulares en las plantas de producción de agregados pétreos se utilizan básicamente las bandas transportadoras, equipo de mecánica simple y de gran eficiencia en el transporte de cualquier tipo de materiales a granel.

Varios tipos de transportadores de banda se han diseñado para satisfacer las amplias necesidades de la industria en general, para el manejo de cualquier clase de materiales, pero todos constan de una cinta o banda de hule reforzada con capas de lona o de nylon, de anchos de 18", 24", 30", 36", 42", 48", 54", 60", etc., montada sobre trenes de tres rodillos uniformemente espaciados y accionada por una polea de cabeza motriz que a su vez es accionada por un moto-reductor eléctrico, que le imprime a la banda una velocidad lineal que va de 100 a 600 pies por minuto en la mayoría de los casos, para transportar de este modo un flujo uniforme de material.

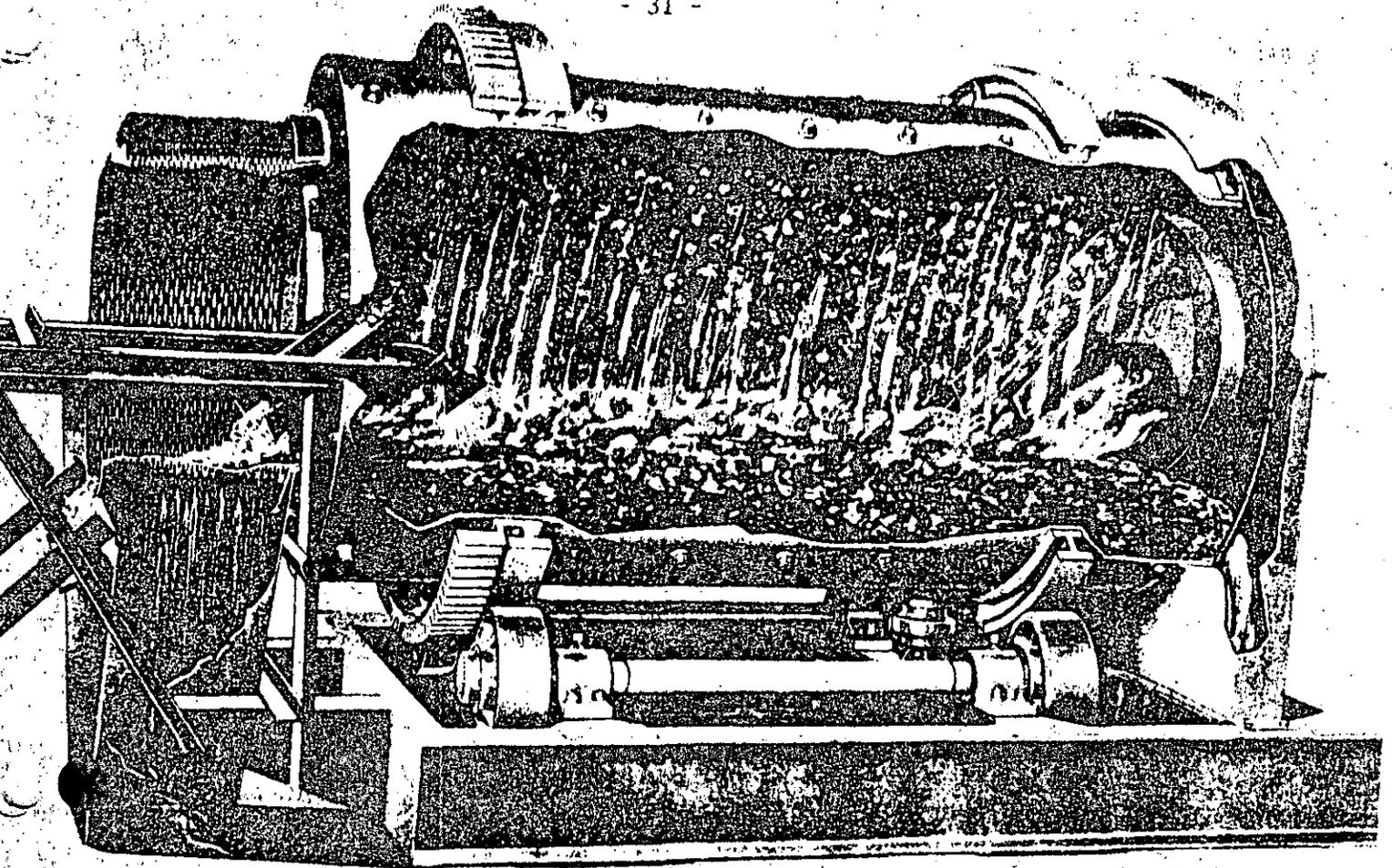


Figura 33.

Corte longitudinal de un tambor desenlodador en operación. Diámetros más utilizados del tambor: 60", 72", 84", 96" y 114".

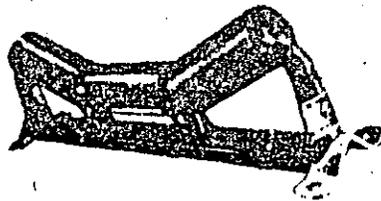


Figura 34.

Tren de tres rodillos de carga, lubricables, con inclinación ϕ 20°.

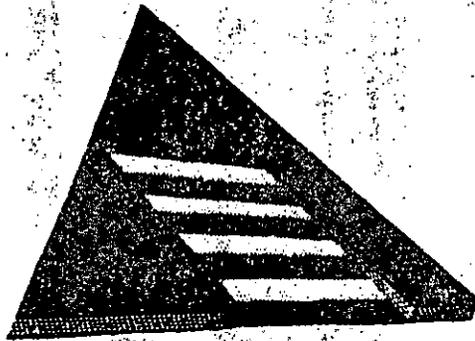


Figura 35.

Corte de la banda transportadora, mostrando las capas de lona y hule alternadas.

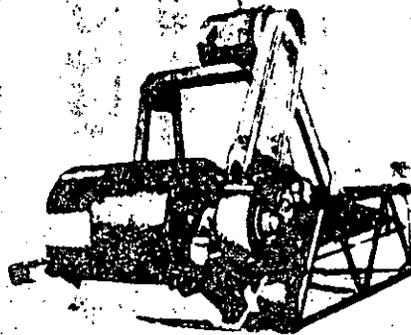


Figura 36.

Cabeza motriz de un transportador de banda con su polea de cabeza, motor eléctrico, reductor y transmisión a base de bandas "V".

La estructura de soporte de los transportadores de banda, es de acero estructural tipo celosía para transportadores grandes, o tipo viguetas de canal para los transportadores medianos y pequeños.

Para los grupos móviles de trituración existen diseños de bandas transportadoras portátiles, fácilmente transportables, que no necesitan ningún trabajo de cimentación.

Existen sistemas de transporte por medio de bandas, de varios kilómetros de longitud, sobre todo en la industria minera, por ser un medio económico y eficaz, justificándose ampliamente la relativamente elevada inversión inicial, en el manejo de grandes volúmenes de minerales.

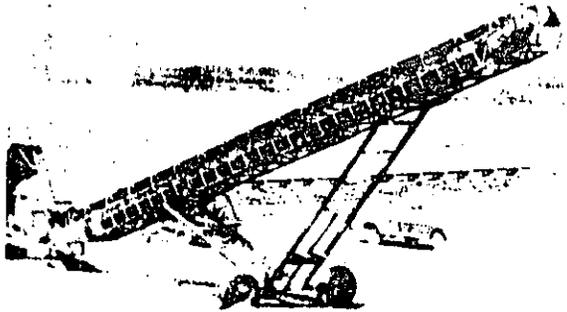


Figura 37.

Banda transportadora radial (Stacker) para almacenamiento de agregados en pilas sobre el terreno.

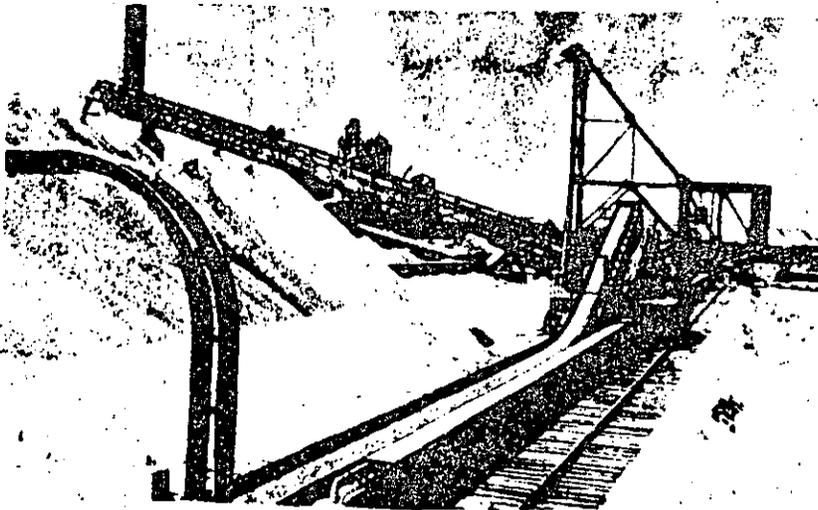


Figura 38.

Sistema estacionario de transporte de agregados y almacenamiento sobre el terreno, a base de transportadores con puntos de descarga variables a lo largo de su longitud (Tripper).

E) Elevadores de Cangilones.

Es un tipo de equipo de elevación de materiales a granel, que consiste básicamente en una serie de botes o cangilones montados bien sobre cadenas o bien sobre una banda de hule. Tanto las cadenas como la banda están animadas de movimiento lineal, que permite la elevación de los materiales recogidos por los cangilones en la tolva de recepción situada en la parte inferior del elevador.

Si bien es un equipo muy utilizado en las industrias de la cal, cemento, yeso y en minería, en las instalaciones de agregados pétreos ha visto muy

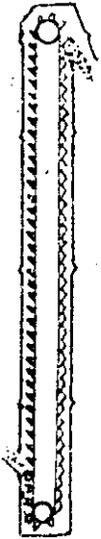


Figura 39.
Elevador de cangilones
montados sobre banda -
tipo continuo

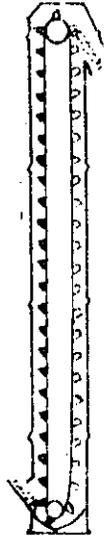


Figura 40
Elevador de Cangilones montados sobre cadena, tipo de descarga centrífuga.

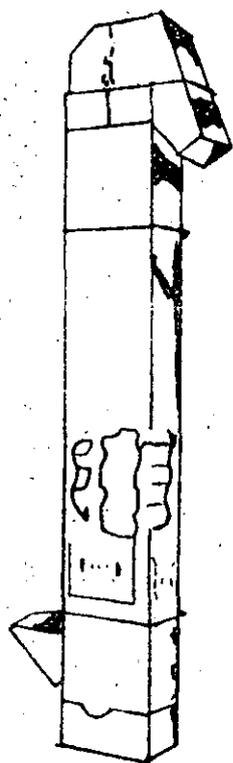


Figura 41.

Elevador de Cangilones Vertical, montados sobre cadena, cerrado, especial para la elevación de productos minerales finos y pulvurulentos.

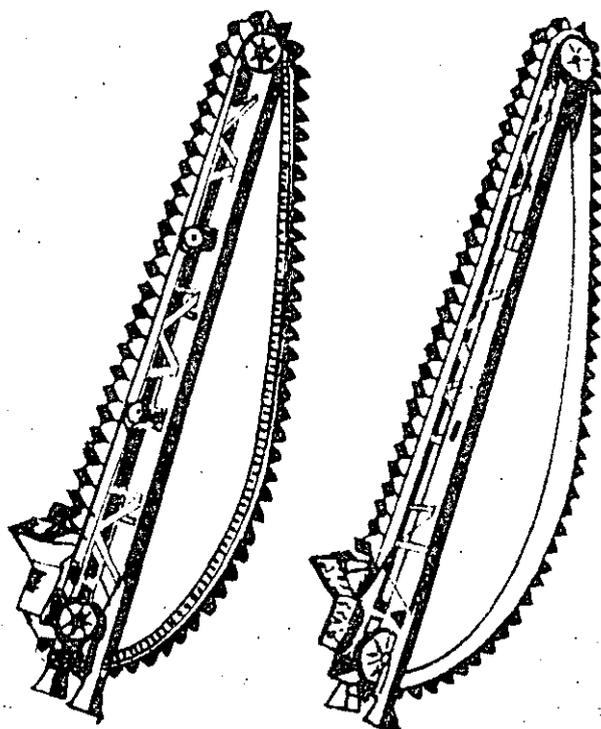


Figura 42.

Elevadores de Cangilones montados sobre banda, inclinados, abiertos, indicados para la elevación y manejo de gravas y arenas de construcción.

X. TENDENCIAS ACTUALES EN LA SELECCION DEL EQUIPO DE TRITURACION PARA INTEGRAR GRUPOS MOVILES.

Se hará especial referencia a los equipos de trituración destinados a elaborar los agregados pétreos necesarios para la construcción de sub-bases, bases, carpetas asfálticas y materiales de sello para la construcción de carreteras y aeropuertos.

Desde hace poco más de 20 años se ha venido observando en todo el mundo, una solución muy rápida en las técnicas de construcción de caminos, evolución que ha puesto a los contratistas y a los productores de agregados pétreos, frente a problemas completamente nuevos que han ocasionado modificaciones substanciales en el concepto de sus plantas, así como en las técnicas de producción. Dicha evolución parece haber alcanzado a la fecha, un cierto grado de estabilidad.

Los materiales pétreos destinados a formar las diversas capas que constituyen un camino, lógicamente han seguido muy de cerca la evolución de las técnicas de construcción. En efecto, en tiempos pretéritos se utilizaban términos tales como piedra de 2", grava de 3/4", arena a secas, etc., que generalmente definían un producto que era utilizado para todo tipo de trabajos de construcción. Hoy en día la tecnología de la construcción ha cambiado radicalmente. Por ejemplo, el diseño del concreto hidráulico requiere agregados pétreos completamente distintos a los que se necesitaban en la construcción de una carretera. Por esta razón el equipo que necesita cada uno de estos productos, tendrá características peculiares de acuerdo con el tipo de agregados a producir, situación que no prevalecía, por ejemplo: en los años treinta en donde el productor de agregados con una sola quebradora producía un agregado adecuado para todas las necesidades.

Hoy en día una planta moderna, fija o portátil, es mucho más compleja y representa un capital elevado invertido, obteniéndose sin embargo, costos unitarios inferiores al utilizar el equipo idóneo, con producciones elevadas de productos de alta calidad.

Se hará aquí particular referencia al equipo de trituración utilizado en la elaboración de materiales para sub-bases, bases, carpetas y sellos empleados en la construcción de caminos y autopistas.

Las primeras de dichas máquinas (secundarias) producen materiales en el rango de 1" a 3" de tamaño, las terciarias con cámara fina materiales en el rango de 1/2" a 3/4" y las cuaternarias materiales en el rango de 1/4" a 3/8" de tamaño máximo, en términos generales.

Es de hacer notar, el hecho de que en problemas de trituración total, tanto en los materiales de base (0 - 1 1/2") como en los de carpeta, se en -

cuenta un déficit de materiales finos abajo de la malla número 10 (2 milímetros aproximadamente). Para hacer que la curva granulométrica quede dentro de especificaciones, es necesario "levantarla" (figura No. 43) adicionando finos que bien pueden obtenerse a partir de arenas naturales en bancos próximos a la explotación, o bien producirlos artificialmente en un proceso cuartenario de producción.

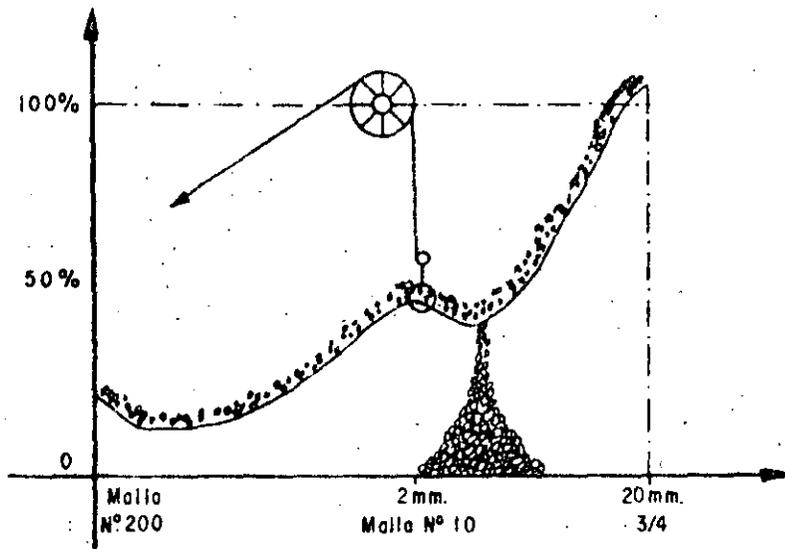


Figura 43.

Una mezcla asfáltica será tan buena, como buenos sean los agregados que se emplearon para elaborarla, por lo tanto, el control de calidad para el producto de una planta de asfalto sea del tipo continua o del tipo de bacha, debe empezar por los agregados pétreos en la alimentación de las mismas (figura 44). Si no se tienen agregados con la correcta granulometría a la entrada, será imposible obtener un producto de calidad. El problema de la construcción en bases y carpetas para caminos y autopistas, empieza pues, con el problema de trituración.

Un problema de trituración quedará correctamente resuelto, si se cuenta con el equipo idóneo, en cada proceso establecido en la planta.

Se había visto, que en lo que respecta a la trituración primaria, el equipo seleccionado universalmente como el apropiado en todos los casos para integración de los grupos móviles camineros, lo constituyen las quebradoras de quijadas.

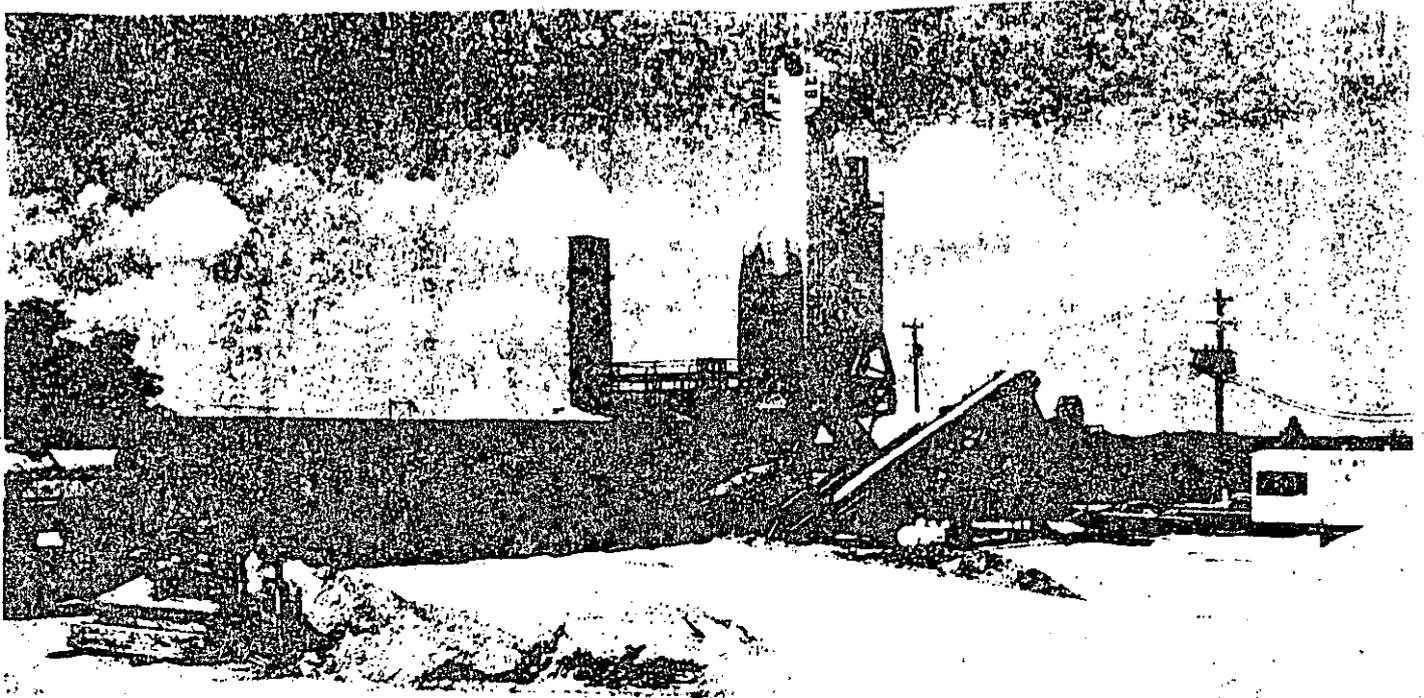


Figura 44.

Sistema de alimentación de agregados pétreos de cinco tamaños, para una planta de asfalto.

Por lo que respecta al equipo secundario y terciario, se puede resumir lo expresado anteriormente, en el cuadro siguiente:

Tipo de Trituradora	Indice de Reducción	Coefficiente de forma del producto.	Grado de abrasividad recomendada de la roca.	Consumo específico de energía
Rodillos	Bajo: 3:1	Bajo: Muchas lascas.	Poco abrasiva	Normal
Martillos e Impacto	Muy alto: 20:1	Muy bueno	No abrasiva	Muy alto
Conos	Alto: 10:1	Bueno	Todo tipo de rocas.	Normal

Del examen de la tabla anterior, se deduce que el tipo de trituradora más versátil, capaz de triturar eficiente y económicamente todo tipo de rocas, cualidad indispensable para los grupos móviles camineros, por la diversidad de bancos en los cuales van a trabajar a todo lo largo de su vida útil, son las trituradoras de cono, que cuentan además con un elevado índice de reducción y dan productos con un buen coeficiente de forma teniendo consumos específicos de energía (kilowatts por toneladas producidas) muy razonables.

Por las razones anteriormente expuestas, y una vez roto el "tabú" de -- que las trituradoras de cono eran máquinas de mecánica complicada y de operación y mantenimiento delicados y complejos, su uso se ha popularizado entre los constructores de caminos y autopistas, para integrar los grupos móviles de trituración secundaria y terciaria, en un principio en los tamaños de 36" y en la actualidad en los tamaños de 48" y 66", de muy elevada capacidad, -- que si bien tienen mayores costos de adquisición, se compensa con creces este factor, por los bajos costos de producción que se obtienen y el poco tiempo en el que trituran los volúmenes asignados para cada banco.

El modo de disposición de las máquinas de trituración sobre los chasis-remolque para integrar los grupos móviles ha variado desde el sistema "Dual" preferido hace 25 años aproximadamente, en tiempo de la postguerra, que fue cuando se inició el gran auge de las plantas portátiles o grupos móviles para equipar a los constructores de caminos.

Dicho sistema "Dual", consiste en instalar sobre el mismo chasis-remolque, la quebradora primaria de quijadas, la trituradora secundaria de rodillos, la criba vibratoria, la rueda de cangilones de elevación, las bandas de evacuación y recirculación, etc. En las figuras 45, 46 y 47, pueden apreciarse el aspecto exterior de dichos grupos móviles "Dual", y en las figuras 48 y 49 dos ejemplos del flujo de materiales en dicho sistema "Dual".

Debido a que dicho dispositivo daba unidades de grandes dimensiones, -- muy pesadas, de difícil mantenimiento y operación, en los últimos años se ha adoptado el sistema de grupos móviles "Unitarios".

Para la integración de dichos grupos móviles "Unitarios", la experiencia ha indicado que la quebradora de quijadas es la máquina más adecuada para realizar la etapa primaria de trituración, mientras que las trituradoras de cono en sus versiones de cabeza estándar y corta, son las máquinas apropiadas para realizar las etapas secundarias y terciaria de reducción de materiales pétreos.

En casos de unidades de muy elevada producción, se prefiere poner los alimentadores y cribas en remolques por separado, con el objeto de no tener unidades de pesos exagerados que hagan muy difícil su transporte por las carreteras ordinarias.

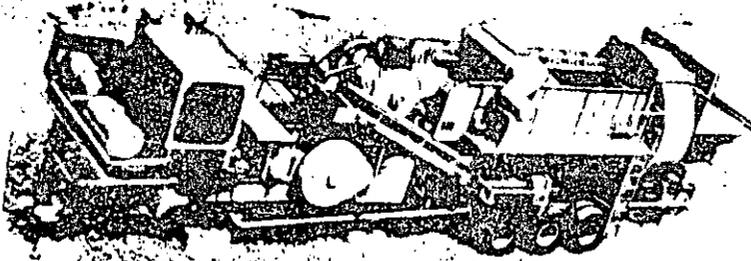


Figura 45.

Grupo móvil "Dual" de trituración primaria y secundaria, con quebradora de quijadas, trituradora de rodillos y criba vibratoria horizontal, con rueda de canchales.

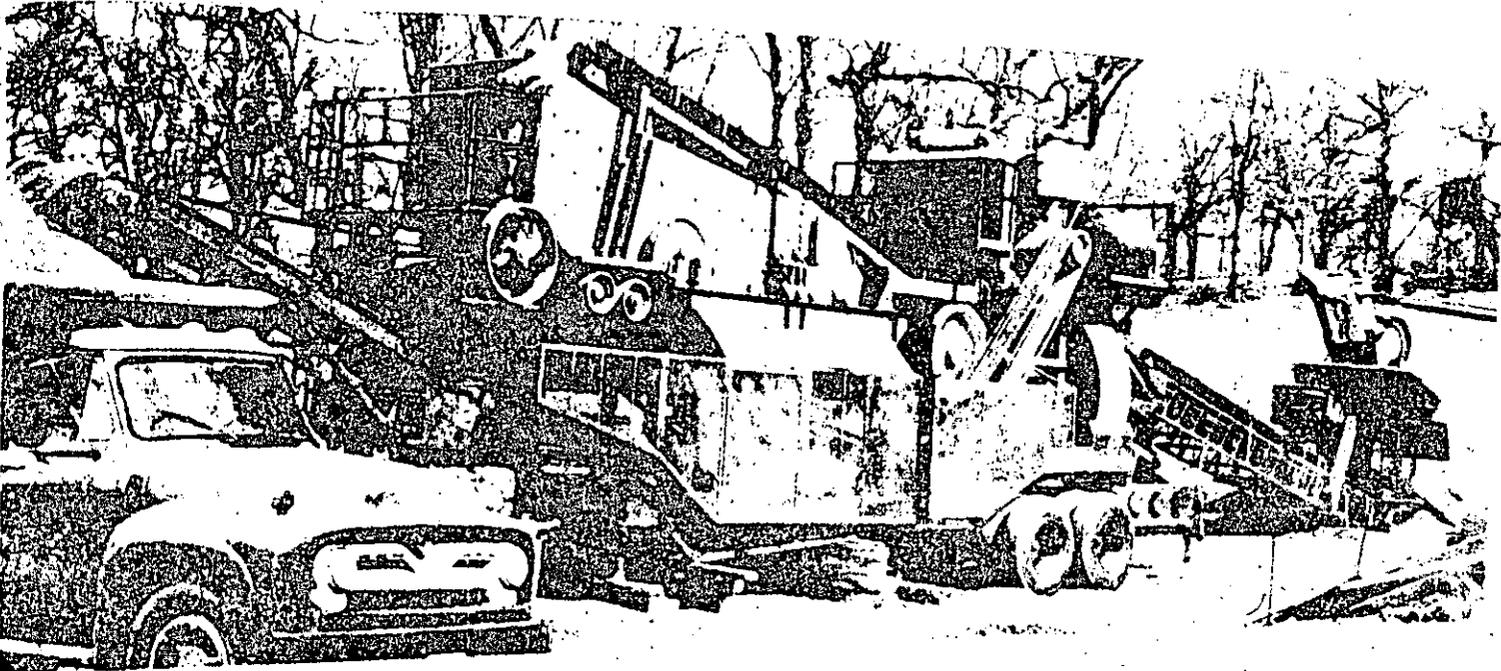


Figura 46.

Grupo móvil "Dual", con quebradora de quijadas, trituradora de rodillos y criba vibratoria inclinada.

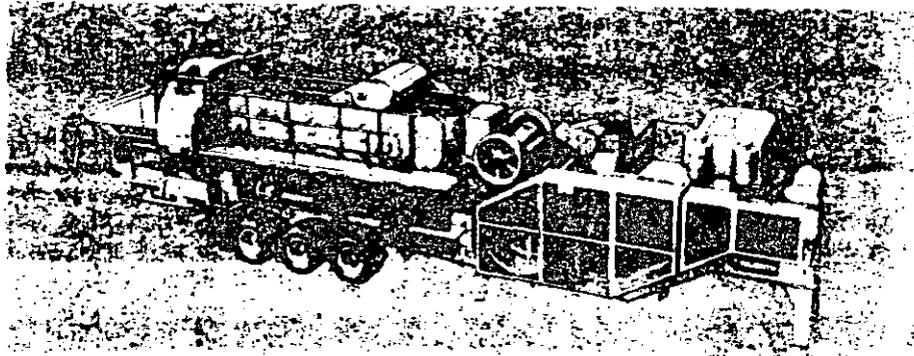


Figura 47.

Grupo móvil con quebradora primaria de quijadas (doble quijada móvil) trituradora de rodillos, criba horizontal y rueda de cangilones de elevación.

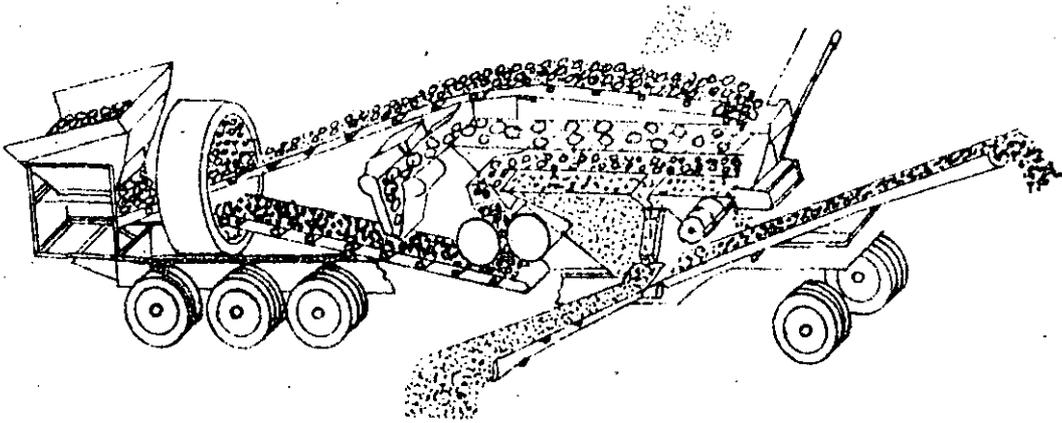


Figura 48

Esquema de flujo de materiales de un grupo móvil "Dual", con tolva de recepción del material de alimentación, alimentador de plato, con producción de cuatro tamaños de agregados.

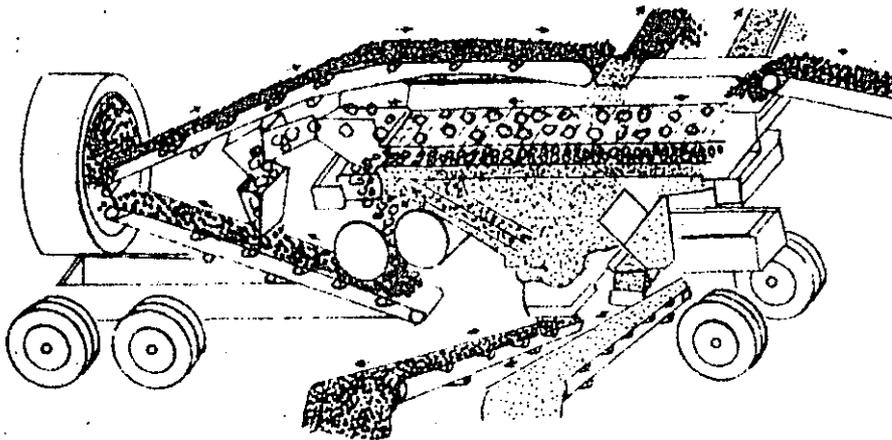


Figura 49

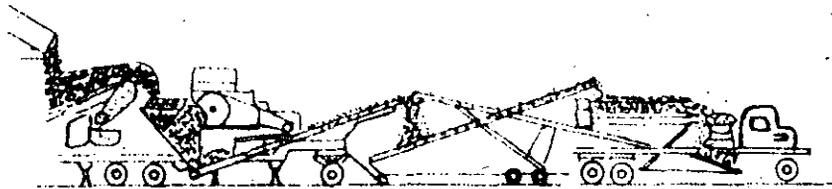
Esquema de flujo de materiales de un grupo móvil "Dual", con alimentación directa a la criba por medio de un transportador.

Se procurará trabajar la última etapa de trituración siempre en circuito cerrado, con el objeto de tener un control del tamaño máximo del producto, así como una mezcla de la fracción triturada con la natural, para tener un agregado homogéneo.

El esquema mostrado en la figura 50, muestra la disposición típica de un grupo móvil primario y de un grupo móvil secundario de trituración, trabajando a circuito cerrado, con sus respectivas bandas transportadoras de conexión, recirculación y almacenamiento de los productos.

GRUPOS MOVILES DE TRITURACION A CIRCUITO CERRADO

CORTE ESQUEMATICO LONGITUDINAL



FLUJO DE MATERIALES CON PRIMARIO DE QUIJADAS Y SECUNDARIO DE CONOS

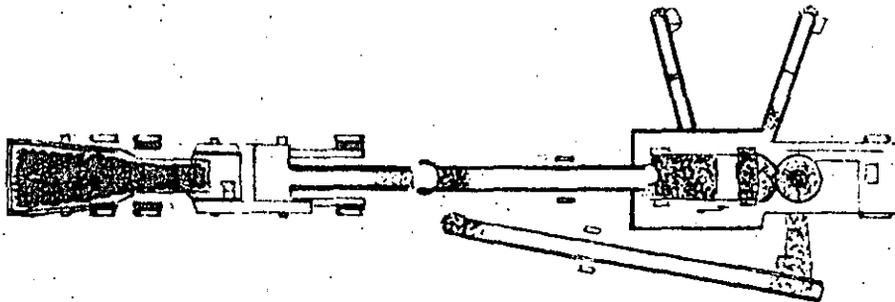


Figura 50.

En las figuras 51, 52, 53, 54, 55, 56 y 57, pueden apreciarse diversos ejemplos de integración de grupos móviles "Unitarios" de alimentación, trituración primaria, secundaria y terciaria, cribado y lavado de materiales pétreos, que es el sistema empleado actualmente en las plantas modernas portátiles de producción de agregados.

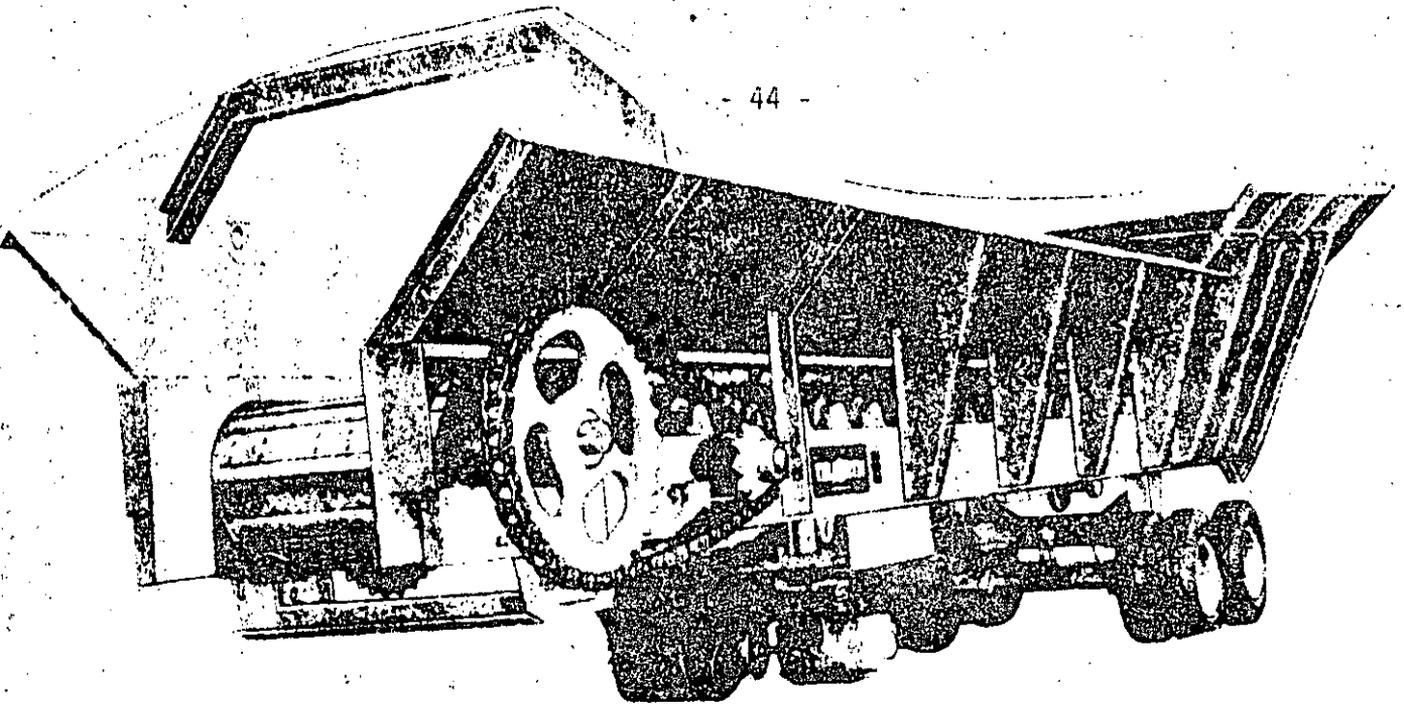


Figura 51.

Grupo móvil de alimentación, con alimentador de de
lantal de 42" x 30".

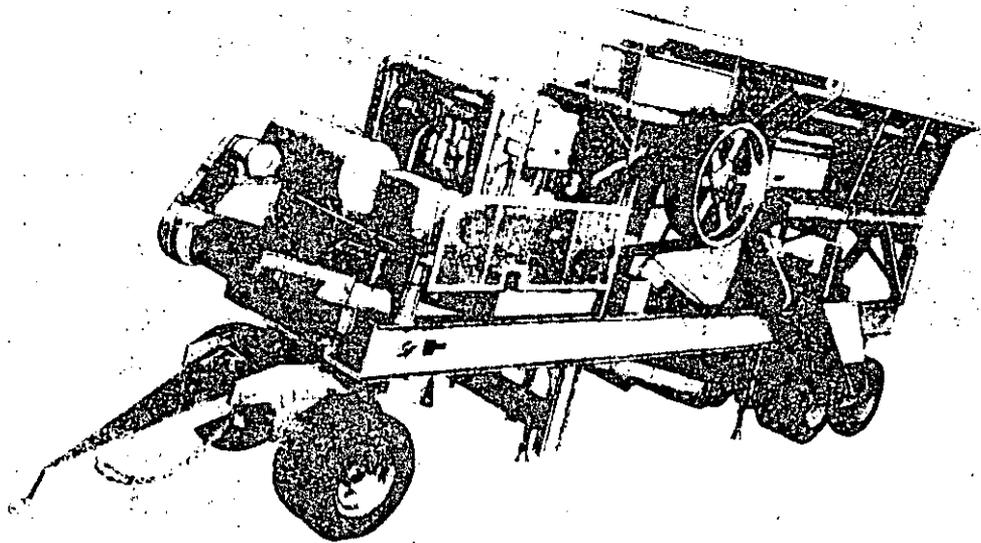


Figura 52.

Grupo móvil de trituración primaria con quebradora
de quijadas 30" x 42".

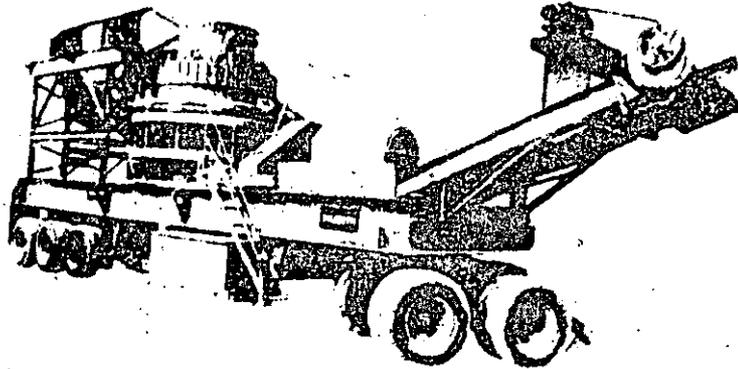


Figura 53.

Grupo móvil de cribado y trituración secundaria con criba vibratoria de dos pisos 5' x 12', trituradora de cono 489S (4') trabajando a circuito abierto.

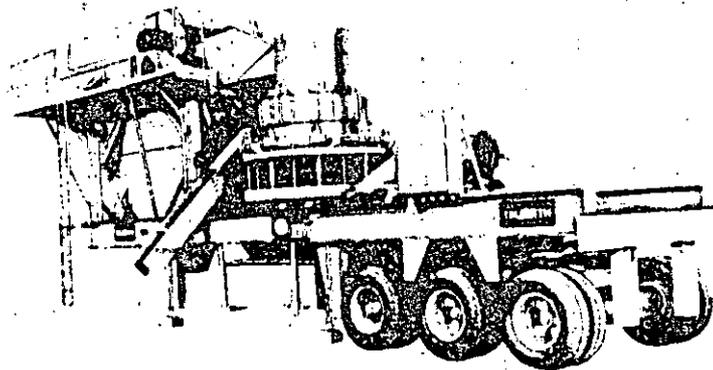


Figura 54.

Grupo móvil de cribado y trituración terciaria, con criba vibratoria horizontal de dos pisos 5' x 16', y trituración terciaria de cono 48FC (4'), trabajando a circuito cerrado.

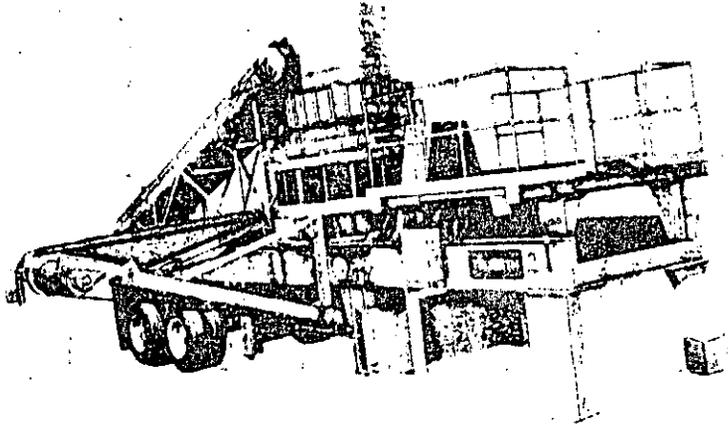


Figura 55.

Grupo móvil de trituración secundaria exclusivamente, con trituradora de cono 66S (5 1/2'), trabajando en circuito cerrado.

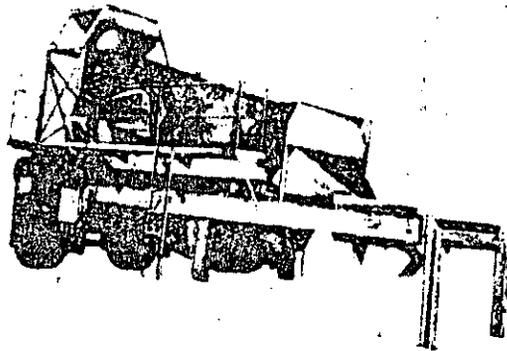


Figura 56.

Grupo móvil de cribado por vía seca, equipado con criba vibratoria inclinada de dos pisos 7' x 16'.

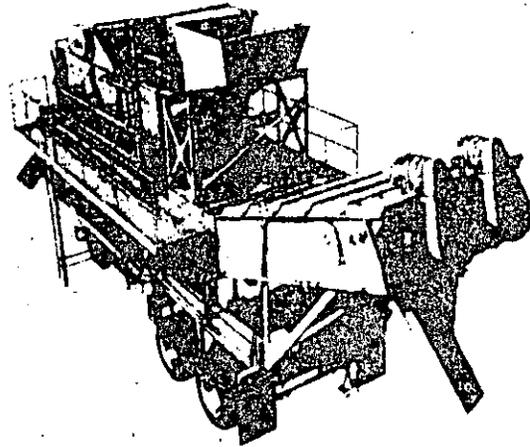


Figura 57.

Grupo móvil de cribado y lavado, equipado con una criba vibratoria horizontal 5' x 14' de tres pisos con flautas de riego, y gusano lavador doble de 30" x 25'.

En la integración de las plantas portátiles modernas de producción de agregados, se procura siempre que sea posible, equipar a las máquinas con motores eléctricos debido a que los motores de combustión interna son muy sensibles a desgastes por los polvos que seproducen en este tipo de trabajo.

Si no existe suministro por línea de energía eléctrica, se deberá adquirir un grupo electrógeno que se instalará al abrigo de los polvos producidos, para proporcionar la energía eléctrica requerida por los motores de cada componente de la planta portátil.

Las tendencias actuales entre los grandes constructores de caminos, es la de utilizar equipos de elevadas producciones, sin más limitaciones que su portabilidad, para obtener bajos costos de producción, y poder cumplir con la elaboración de los volúmenes de agregados especificados, en un plazo de tiempo relativamente corto.

Por lo que respecta a las quebradoras primarias de quijadas, en la actualidad los tamaños preferidos por los constructores de caminos, para los cuales ya existen diseños de unidades portátiles son: 20" x 36", 25" x 40", 30" x 42", 36" x 46" y 44" x 48", cuya producción se balanceará con los tamaños respectivos de las trituradoras secundarias y terciarias de cono: 36" (3"), 48" (4"), 57" (4 3/4") y 66" (5 1/2").

Las cribas vibratorias más utilizadas, de preferencia horizontales, por que requieren menor espacio vertical de instalación, son sus versiones de --

dós y tres pisos, las siguientes: 4' x 12', 4' x 14', 5' x 12' 5' x 14', - - 5' x 16' 6' x 16', 6' x 18' 6' x 20', 7' 16', 7' x 18', 7' x 20'. 8' x 18', - 8' x 20' y 8' x 22'. Para los tamaños superiores a 5' x 16', se procurará - instalar la criba por separado en un chasis-remolque individual, para no tener un grupo móvil secundario o terciario de muy elevados peso y dimensiones.

Ultimamente, ciertos fabricantes de equipo de trituración, han diseñado un tipo de criba vibratoria horizontal con excéntrico inferior, la cual instalada en los grupos móviles de trituración secundaria y terciaria, permiten su transporte por carretera, sin necesidad de desmontar la criba, o bajarla de su posición de trabajo, para poder pasar los pasos superiores o inferiores que se encuentre en el curso de su trayecto de un sitio de explotación a otro.

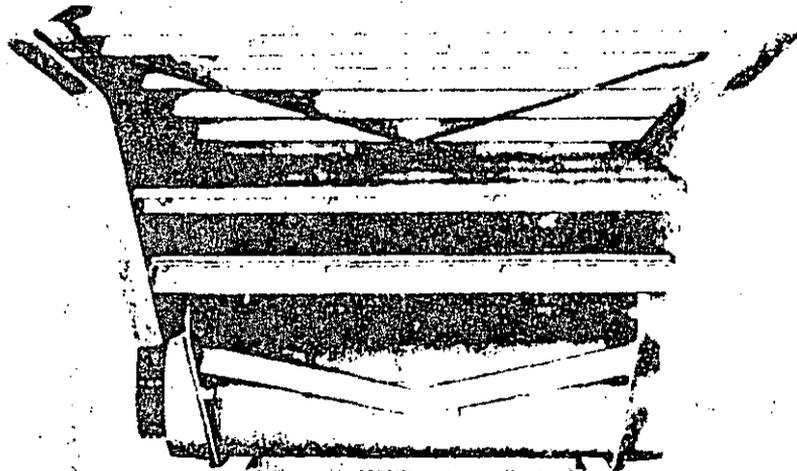


Figura 58.

Criba vibratoria horizontal de dos pisos, con el mecanismo excéntrico instalado en la parte inferior del bastidor.

Esta cualidad del nuevo diseño de grupos móviles de "bajo perfil", permite ahorrar tiempo en el campo de estos equipos, ya que no se requiere hacer ninguna maniobra adicional de acomodo a desmontaje, estando siempre listo el grupo móvil para su traslado.

Se puede establecer de lo expuesto anteriormente, las siguientes:

- 1º. La evolución en las técnicas de construcción de caminos y autopistas, ha conducido a establecer la utilización de agregados pétreos mucho más elaborados, con controles de calidad más estrictos que -

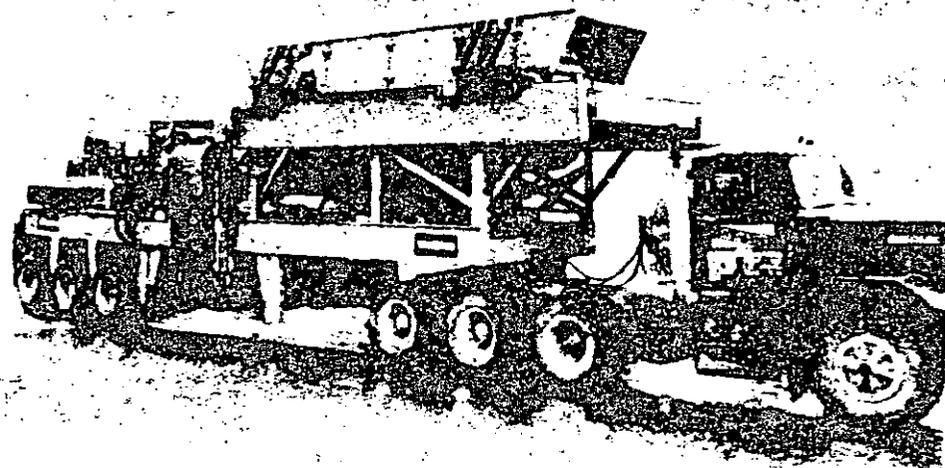
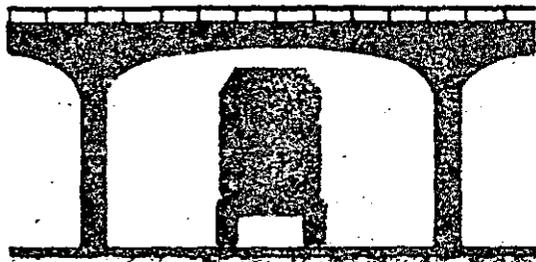


Figura 59.

Grupo móvil de trituración secundaria de "bajo perfil", trasladándose para explotar un nuevo banco de agregados, con todos sus componentes (criba, trituradora, etc.) en posición de trabajo.

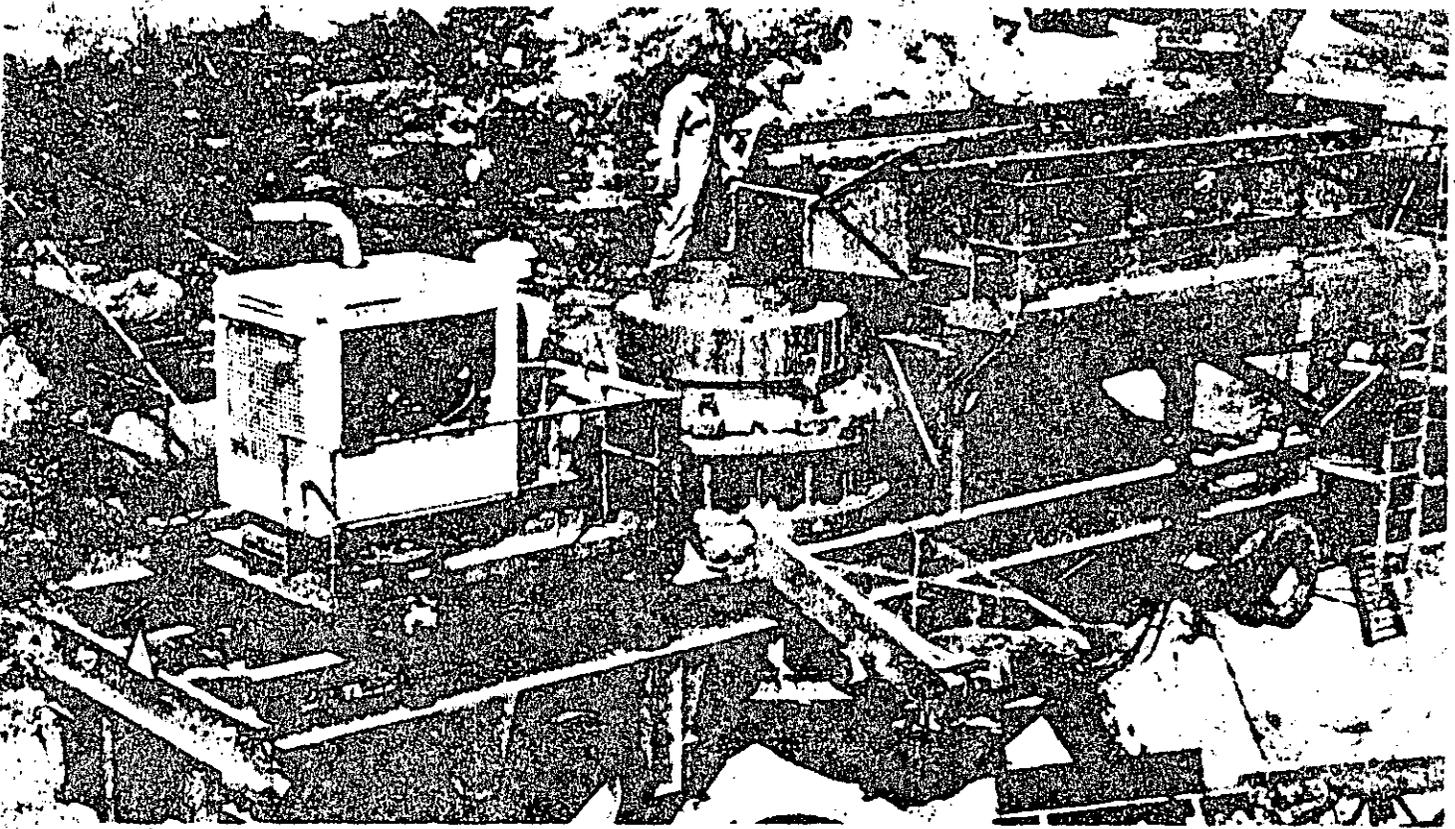


Figura 60.

Grupo móvil de trituración secundaria de "bajo perfil", en posición de trabajo, pocas horas después de haber llegado de su ubicación anterior, con criba vibratoria horizontal de excéntrico inferior -- 5' x 16' de dos pisos, y trituradora de cono 48S (4').

- los que se utilizaban anteriormente, situación que se ha reflejado particularmente en los materiales de base y de carpeta, que tienen hoy en día especificaciones muy rigurosas.
20. Los productores de agregados pétreos han tenido que seguir muy de cerca la evolución de dichas especificaciones, debiendo adaptar -- sus equipos a la producción de los agregados de calidad exigidos.
 30. Se considera que la trituradora de cono, es la máquina idónea para integrar los grupos móviles secundarios y terciarios, por sus cualidades intrínsecas y su versatilidad para procesar cualquier tipo de roca.
 40. Las tendencias modernas en la constitución de las plantas portátiles de trituración, es la de emplear máquinas básicas cada vez de mayores capacidades, en quebradoras de quijadas los tamaños de 30" x 42 y 42" x 48" y en trituradoras de cono los tamaños de 48" y 66".

capaces de producir del orden de 350 toneladas por hora de materiales de gase (0 - 1"), a costos de producción reducidos y cumpliendo los programas de trabajo en corte plazo, con las ventajas inherentes de estos hechos.

XI EJEMPLO NUMERICO DE CALCULO.

Para que el constructor de obras de ingeniería, pueda seleccionar adecuadamente el equipo de trituración necesario para la producción de agregados pétreos, es indispensable que por lo menos, tenga los siguientes cuatro datos fundamentales:

- 1o. Naturaleza geológica de la roca.
- 2o. Tamaño máximo a la alimentación de la quebradora primaria y en caso de ser una trituración parcial, la granulometría media del banco de agregados naturales.
- 3o. Producción requerida en toneladas por hora.
- 4o. Granulometría del producto a la salida (dimensiones y porcentajes).

La ausencia de cualquiera de estas cuatro informaciones básicas puede dar como consecuencia el seleccionar o bien un equipo menor en capacidad del necesario, o bien un equipo de mayor capacidad y por lo tanto mayor costo; - siendo en ambos casos los perjuicios técnicos y económicos muy considerables para el usuario.

Con ayuda de tablas de producciones y curvas granulométricas elaboradas por los fabricantes de este tipo de equipo, se resolverá el siguiente problema de selección de equipo de trituración y cribado.

- 1o. Banco de basalto limpio, de dureza media.
- 2o. Tamaño máximo de la orca a la alimentación de 18".
- 3o. Se requiere una producción de 90 toneladas cortas (2000 libras) -- por hora.
- 4o. Tamaños del producto a la salida:

3/8" - 3/4"

0" - 3/8"

Para elaboración de carpeta asfáltica.

En términos generales, en la etapa primaria de reducción, se reduce la roca natural a un tamaño máximo entre 4" y 10" por medio de una quebradora primaria. En la etapa secundaria, se reducirá el producto de la trituración primaria, a un tamaño entre 1 1/2" y 3". En la trituración terciaria, se reducirá al producto de la trituración secundaria a un tamaño menor de 3/4".

La primera máquina que deberá seleccionarse es la quebradora primaria; siendo el alimentador seleccionado a continuación, de acuerdo con el ancho de la boca de la quebradora primaria.

Haciendo uso de las tablas de capacidades de las quebradoras de quijadas, que es el tipo de quebradora primaria utilizado en los trabajos de ingeniería civil, se ve que una quebradora de quijadas con boca de admisión de 20" x 36", además de admitir sin problemas rocas de 18", tiene una capacidad entre 70 a 125 Toneladas por hora (de acuerdo con la dureza del material), a una abertura de salida de 3". Suponemos que para un basalto de dureza media, nos puede dar sin problema 90 toneladas por hora. En caso de materiales blandos (calizas, dolomitas, yeso, carbón), podemos considerar la capacidad máxima indicada de 125 toneladas por hora; mientras que en caso de materiales muy duros y abrasivos (cantos rodados de río, mineral de hierro y trapo), debemos considerar la capacidad mínima indicada de 70 toneladas por hora.

A continuación utilizando la curva granulométrica respectiva, vemos que la quebradora de quijadas 20" x 36", con una abertura de salida de 3" nos da material con un tamaño máximo de 5", anotando para nuestro balance granulométrico, los porcentajes producidos de los tamaños entre 5" y 1 1/2", 1 1/2" y 3/4", 3/4" y 3/8" y 3/8" y 0, anotándolos en la tabla de registro elaborada para tal propósito.

La fracción entre 1 1/2" y 5", requerirá trituración secundaria, para reducirla toda a material menor de 1 1/2". Utilizando la tabla de producción respectiva, seleccionamos una trituradora secundaria de cono modelo 36 S (3'), la cual abierta a 3/4" en la salida, tritura las 55 toneladas por hora de material de 1 1/2" - 5". Utilizando la curva granulométrica respectiva, se anotan en la tabla de registro los porcentajes y toneladas por hora de los materiales producidos.

Al realizar el balance granulométrico de las etapas primaria y secundaria, se ve que quedan 44.5 toneladas por hora de material entre 3/4" y 1 1/2" que es necesario reducir en una etapa terciaria a material menor de 3/4". Por medio de la tabla de capacidades respectiva, se selecciona para realizar esta producción, una trituradora terciaria de cono, modelo 36 FC (3'), la cual abierta a 7/16" en la salida produce 44.5 toneladas por hora de material menor de 3/4".

Después de efectuar la cuantificación de los porcentajes y toneladas por hora de materiales de 0 - 3/8" y 3/8" - 3/4" producidos por esta etapa, utili

zando la curva granulométrica respectiva, se anotará el resumen final del producto producido en las tres etapas de reducción.

Se elaborará a continuación el diagrama de flujo (Flow-Sheet) del proceso, haciendo trabajar tanto la quebradora primaria de quijadas 20" x 36" como la trituradora secundaria de conos 36 S (3'), en circuito abierto; y la trituradora de conos terciaria 36 FC (3'), en circuito cerrado; para tener control del tamaño máximo del producto final.

Si se trata de una instalación portátil o móvil, se dispondrán en chasis remolques separados: alimentador y quebradora primaria de quijadas, criba-scalper y trituradora secundaria, criba de productos y trituradora terciaria, con las bandas transportadoras de conexión, recirculación y almacenamiento ne cesarias para establecer el flujo de la planta.

La ventaja de disponer el equipo en grupos móviles de "función unitaria", además de tener unidades de más fácil transporte, operación y mantenimiento, es la de contar con grupos móviles autónomos que pueden trabajar por separado; es decir, en caso por ejemplo, de explotación de un banco de agregados naturales de río, pudiera no necesitarse el grupo primario, o el grupo primario o secundario, solamente necesitándose el grupo terciario, y por lo tanto, se produciría el material necesario con un costo mínimo, ya que únicamente se utilizaría el equipo que realmente se requiera de acuerdo con el material natural disponible y el producto que debe elaborarse.

Para el cálculo de la criba, con el auxilio de las tablas de factores, elaboradas por los fabricantes de este tipo de equipo, se aplicará la fórmula siguiente:

$$\text{Area en pies cuadrados} = \frac{\text{Alimentación menos sobretamaño}}{A \times B \times C \times D \times E \times F}$$

Fórmula en la cual:

- A = Capacidad específica de la malla en toneladas por hora por pie cuadrado de malla.
- B = Factor en función del porcentaje de sobretamaño en la alimentación a la criba.
- C = Factor en función del porcentaje de la eficiencia de cribado deseada.
- D = Factor en función del porcentaje de material menor a la mitad de la malla calculada, contenido en el material alimentado.

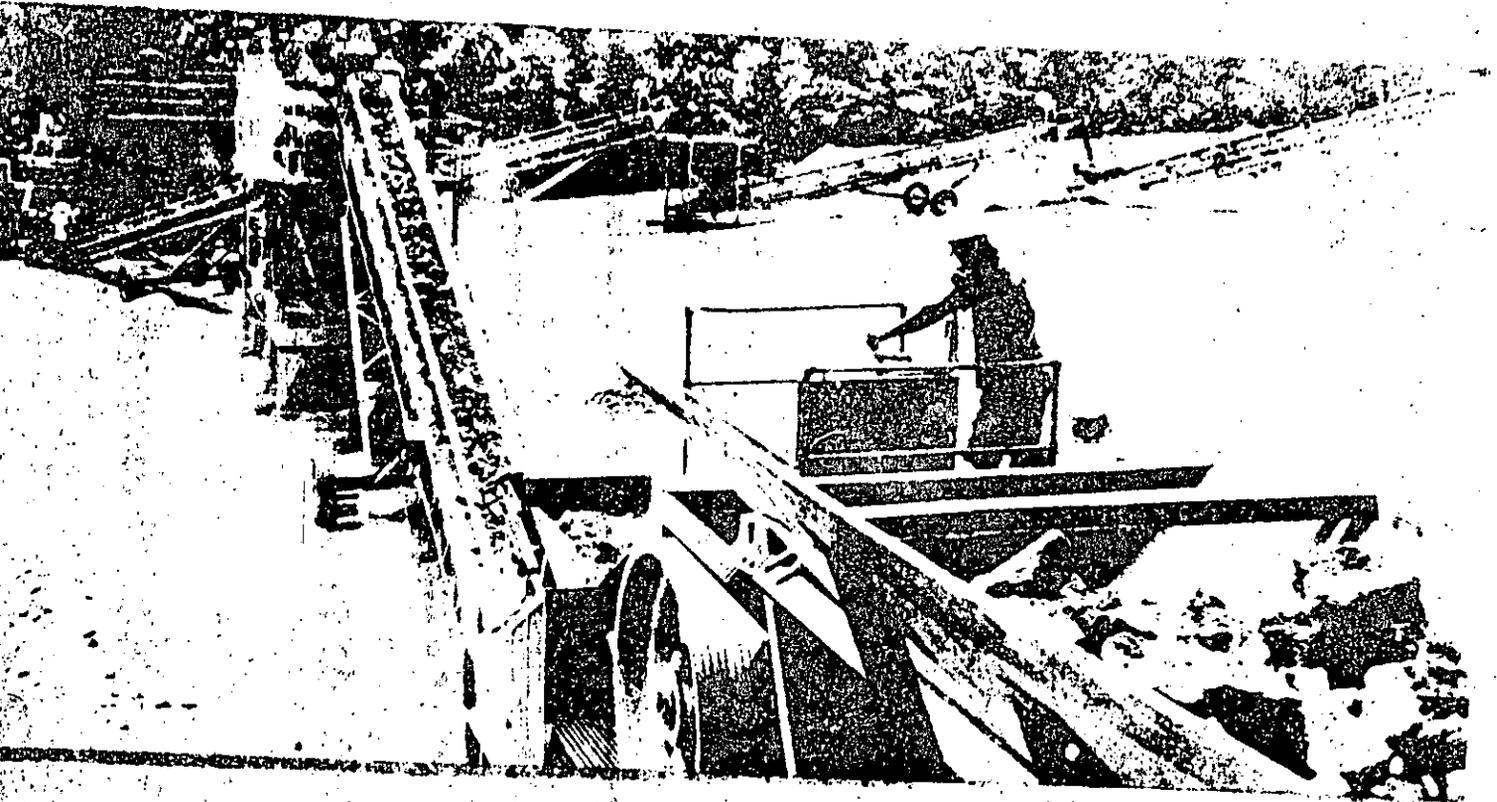


Figura 61. Planta portátil de trituración, con los grupos móviles primario y secundario en circuito abierto, y el grupo móvil terciario en circuito cerrado. Nótese en la parte inferior derecha, la alimentación de roca a la quebradora primaria de quijadas, por medio de un alimentador-grizzlie vibratorio. Todas las unidades son accionadas por medio de motores eléctricos.

E = Factor en función de la abertura de la malla; cuando se criba por vía se tomará este factor igual a la unidad.

F = Factor en función del orden que tenga la malla calculada en la criba. En la actualidad, se utilizan cribas de uno, dos y tres pisos. En caso de criba de dos o tres pisos, se calculará cada una de las mallas separadamente, y para seleccionar el tamaño de la criba, regirá la malla mayor.

En el problema resuelto anteriormente, la hoja de flujo muestra que la criba de productos tiene dos mallas 3/4" y 3/8" y que trabaja en circuito cerrado.

10. Cálculo de la malla de 3/4".

$$\text{Area en pies cuadrados} = \frac{134.5 - 44.5}{A \times B \times C \times D \times E \times F}$$

A = Para grava triturada: 1.80 toneladas por hora por pie cuadrado malla 3/4".

B = Para sobretamaño de: $= \frac{44.5}{134.5} \times 100 = 33\%: - 0.97$

C = Porcentaje de eficiencia de cribado deseada: 94%: - 1.00.

D = Porcentaje de material inferior a 3/8": $\frac{46.1}{134.5} \times 100 = 34\%: - .88$

E = Para cribado por vía seca: - 1.00.

F = Para el primer piso: - 1.00.

Substituyendo estos valores en la fórmula

$$A_{3/4"} = \frac{90}{1.80 \times 97 \times 1.00 \times .88 \times 1 \times 1} = \frac{90}{1.54} = 58 \text{ pies cuadrados.}$$

Para la malla de 3/8" del segundo piso, el cálculo será:

$$\text{Area en pies cuadrados} = \frac{90.0 - 43.9}{A \times B \times C \times D \times E \times F}$$

A = Para grava triturada, malla de 3/8": 1.19 toneladas por hora por pie cuadrado.

B = Para sobretamaño de $\frac{43.9}{90} \times 100 = 49\%: - 0.90.$

C = Porcentaje de eficiencia de cribado deseado: 94%: - 1.00.

D = Porcentaje de material inferior a 3/16": - 30%: - 0.80.

E = Para cribado por vía seca: 1.00.

F = Para el segundo piso: 0.90.

Substituyendo estos valores en la fórmula:

$$A_{3/8"} = \frac{46.1}{1.19 \times .9 \times 1 \times .8 \times 1 \times .9} = \frac{46.1}{.78} = 59 \text{ pies cuadrados.}$$

Puesto que 59 pies cuadrados es mayor que 58 pies cuadrados, en este caso regirá el piso inferior de malla 3/8" para seleccionar el tamaño de la criba.

Se seleccionará una criba vibratoria horizontal de dos pisos de 5' de ancho por 12' de longitud, con una área efectiva de cribado de: 5' x 12' = 60 pies cuadrados.

En la integración de plantas portátiles, se prefiere a las cribas horizontales sobre las cribas inclinadas, debido a que las primeras tienen necesidad de menor espacio vertical de instalación, cualidad muy importante para el traslado por carretera de los grupos móviles, ya que con las cribas horizontales se obtienen alturas de la unidad sensiblemente menores a las de los mismos grupos móviles equipados con cribas inclinadas.

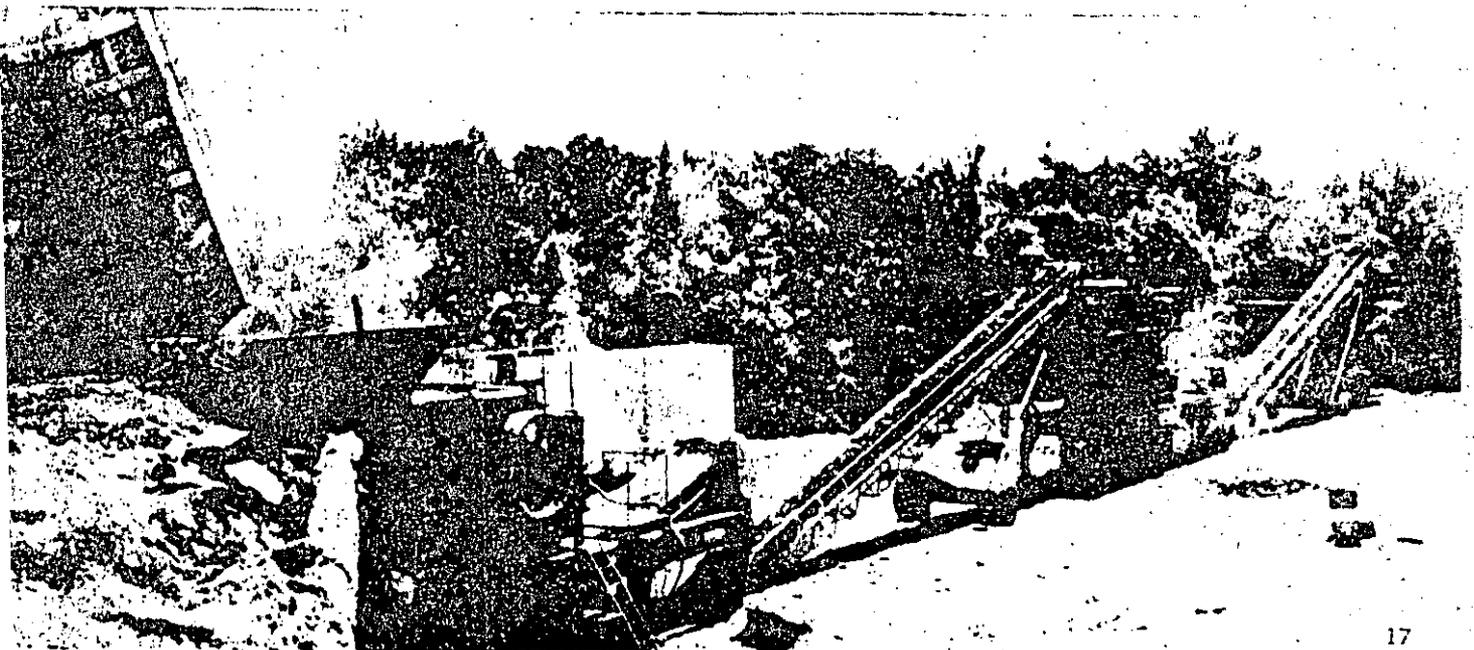


Figura 62. Planta portátil de trituración y cribado por vía seca, mostrándose la descarga de roca del camión a la tolva de recepción del grupo primario y las bandas transportadoras portátiles de conexión del grupo primario al secundario, y del grupo secundario al terciario.

BALANCE GRANULOMETRICO TABLA DE REGISTRO

Tamaño de los materiales	Trituración primaria quebradora de quijadas 20" x 36" abierta a 3", produce 90 toneladas por hora		Trituración secundaria trituradora de conos 36 S abierta a 3/4", produce 55 toneladas por hora.		Resumen de las etapas - primaria y secundaria		Trituración terciaria trituradora de conos 36 FC abierta a ___ produce 44.5 toneladas por hora		Resumen final del producto	
	%	Ton/h	%	Ton/h	%	Ton/h	%	Ton/h	%	Ton/h
1 1/2" - 5"	61%	55.0	---	---	---	---	---	---	---	---
3/4" - 1 1/2"	22%	19.7	45%	24.8	49%	44.5	---	---	---	---
3/8" - 3/4"	9%	8.1	27%	14.8	26%	22.9	47%	21.0	43%	43.9
0 - 3/8"	8%	7.2	28%	15.4	25%	22.6	53%	23.5	51%	46.1
S U M A	100%	90.0	100%	55.0	100%	90.0	100%	44.5	100%	90.0

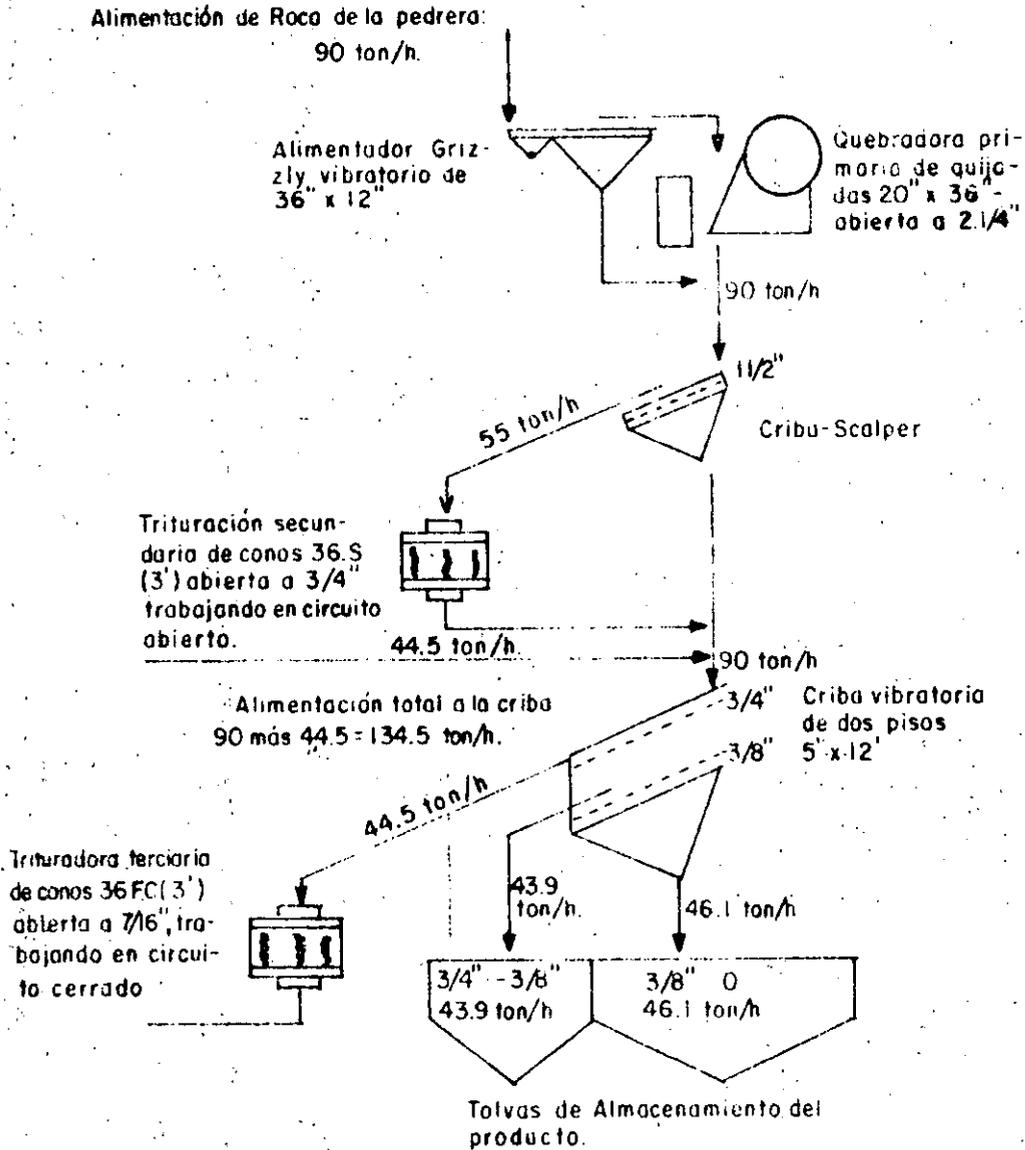


Figura 63

PROBLEMA DE SELECCION DE EQUIPO

Resolver los siguientes problemas de selección de equipo de trituración y cribado, utilizando las tablas y gráficas correspondientes.

PROBLEMA No. 1.

Se requiere una producción de 90 Ton/hr, siendo los tamaños de los materiales que se necesitan, los siguientes:

Un producto de 1 1/2" a 3/4"

Otro de 3/4" a 3/8"

Y el último de 3/8" a 0

Se trata de un banco de basalto, el cual por medio de voladura de dinamita es fragmentado, obteniéndose un material en "greña" con tamaño máximo de 18".

El tamaño de los materiales es el siguiente:

18"	+	5"	80%
5"	+	1 1/2"	10%
1 1/2"	+	3/4"	4%
3/4"	+	3/8"	4%
3/8"	+	0	2%

Obtener la solución óptima.

PROBLEMA No. 2.

Producción 90 Ton/hr.

3/4" a 3/8"

0 a 3/8"

El único cambio en este problema con respecto al anterior, es que ahora requiere el 100% de material menor de 3/4".

Obtener la solución para primaria y secundaria.

PROBLEMA No. 3.

Mismos datos que el problema No. 2; pero ahora la solución es para primaria, secundaria y terciaria.

PROBLEMA No. 4.

Datos Básicos.

- A) Explotación de un banco de agregados naturales, conglomerado en desítico.
- B) Tamaño máximo a la alimentación de 8" y una granulometría media del banco como sigue:

	Tamaño:	Por ciento:
3"	- 8" : -	40%
1 1/2"	- 3" : -	20%
3/4"	- 1 1/2" : -	12%
1/4"	- 3/4" : -	10%
0	- 1/4" : -	18%
	S u m a : -	100%

- C) Se desea producir material de base 0 - 1 1/2" para construcción de un camino, necesiéndose para cumplir el programa establecido, 225 toneladas métricas por hora de dicho material.
- D) Granulometría del producto: 0 - 1 1/2", según especificaciones SOP, para material de base:

Se pregunta lo siguiente:

- a) Equipo de trituración necesario para producir el material al tamaño y cantidad estipulados. (Seleccionar quebradora de quijadas para la etapa primaria, y trituradora de cono tipo S y FC, para las etapas secundaria y terciaria respectivamente).
- b) Equipo de cribado necesario para integrar la planta.
- c) Tamaño y tipo del alimentador aconsejable para recibir el material natural en greña (ver el siguiente Capítulo VI).
- d) Establecimiento de la hoja de flujo (Flow Sheet) aconsejable, para el acomodo del equipo (alimentador, trituradoras, cribas) seleccionado, indicando las toneladas por hora y tamaño del material, en cada etapa del proceso de trituración y cribado.

XII SELECCION DE LOS ALIMENTADORES DE ROCA.

Datos requeridos para seleccionar un Alimentador:

1. Toneladas por hora que deben ser manejadas, incluyendo alimentaciones máxima y mínima.
2. Peso volumétrico del Material.
3. Distancia a la cual debe transportarse el material.
4. Altura a la cual el material debe ser elevado.
5. Limitaciones de espacio.
6. Método utilizado para la carga del Alimentador.
7. Características del Material.

ESPECIFICACIONES DE LAS QUEBRADORAS DE QUIJADAS

Tamaño	10x18	10x21	10x30	12x36	15x24	15x36	20x36	25x40	30x42	36x46	44x48	50x60
Peso neto	2247	2566	4499	5012	4767	8826	12076	16124	24176	34504	50394	75818
Peso para exportación en Kg.	2361	2724	4699	5575	3994	8085	12530	16560	24857	37954	50939	76725
Peso Volumen en m ³	3.26	3.66	4.81	5.24	4.67	10.13	14.16	16.28	25.45	31.15	45.76	59.97
Potencia requerida en HP	10-15	15-20	15-25	40-50	30-40	50-60	75-100	100-125	125-150	150-200	150-200	250-300
Polas de mando Diámetro X ancho mm.	838x216	838x216	965x267	965x267	965x267	1219x318	1219x375	1372x375	1524x375	1676x406	1829x432	1881x432
R. P. M.	350	350	320	320	320	265	265	260	255	235	220	220

* Fabricación nacional actual (mayo 74)

CAPACIDADES DE LAS QUEBRADORAS DE QUIJADAS

Tamaño	10x18	10x21	10x30	12x36	15x24	15x36	20x36	25x40	30x42	36x46	44x48	50x60
Capacidad en ton/a una abertura de salida												
1/2"	4-6	5-7										
3/4"	6-8	7-10	13-20	18-27								
1"	8-11	9-13	17-29	22-33	17-25							
1 1/2"	10-15	15-20	23-34	29-43	25-35	38-57						
2"	14-20	19-28	29-43	35-54	30-45	48-72	45-85					
2 1/2"	17-25	22-33	35-52	43-65	37-55	57-85	58-105					
3"				56-75	43-65	67-100	70-125	110-180				
3 1/2"						78-114	80-145	125-210	140-220			
4"							90-165	140-225	180-240	200-300		
5"							115-200	170-270	190-285	240-360	300-450	420-625
6"							140-240	200-320	220-330	280-420	333-500	440-700
7"							165-280	225-375	260-380	320-480	366-550	505-760
8"								260-430	300-480	350-625	406-610	
8 1/2"										385-545	467-670	580-810
9"										400-610	480-720	600-900
10"										430-650	520-780	650-980
11"											560-840	710-1050
12"												780-1350
13"												900-1470
14"												950-1600
15"												1000-1800
16"												
Palabra Clave	Jabot	Jacot	Jade	Joggy	Jalop	Jart	Jove	Jounce	Jotumn	Jocund	Jowlu	Jesl

* Fabricación nacional actual (mayo 74)

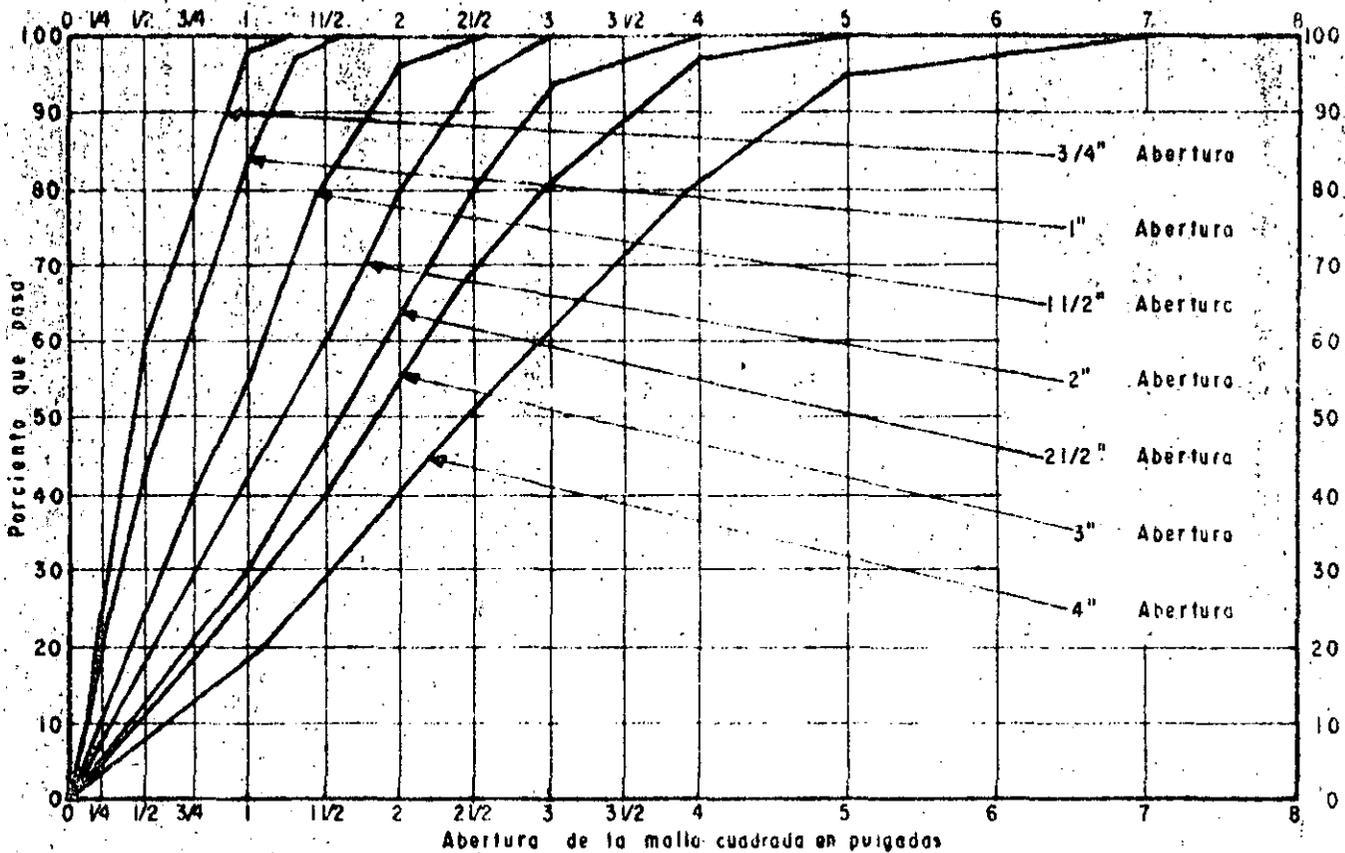
NOTAS:

La potencia requerida varía según el tamaño del producto elaborado por la quebradora y según la dureza de la roca o mineral procesado.

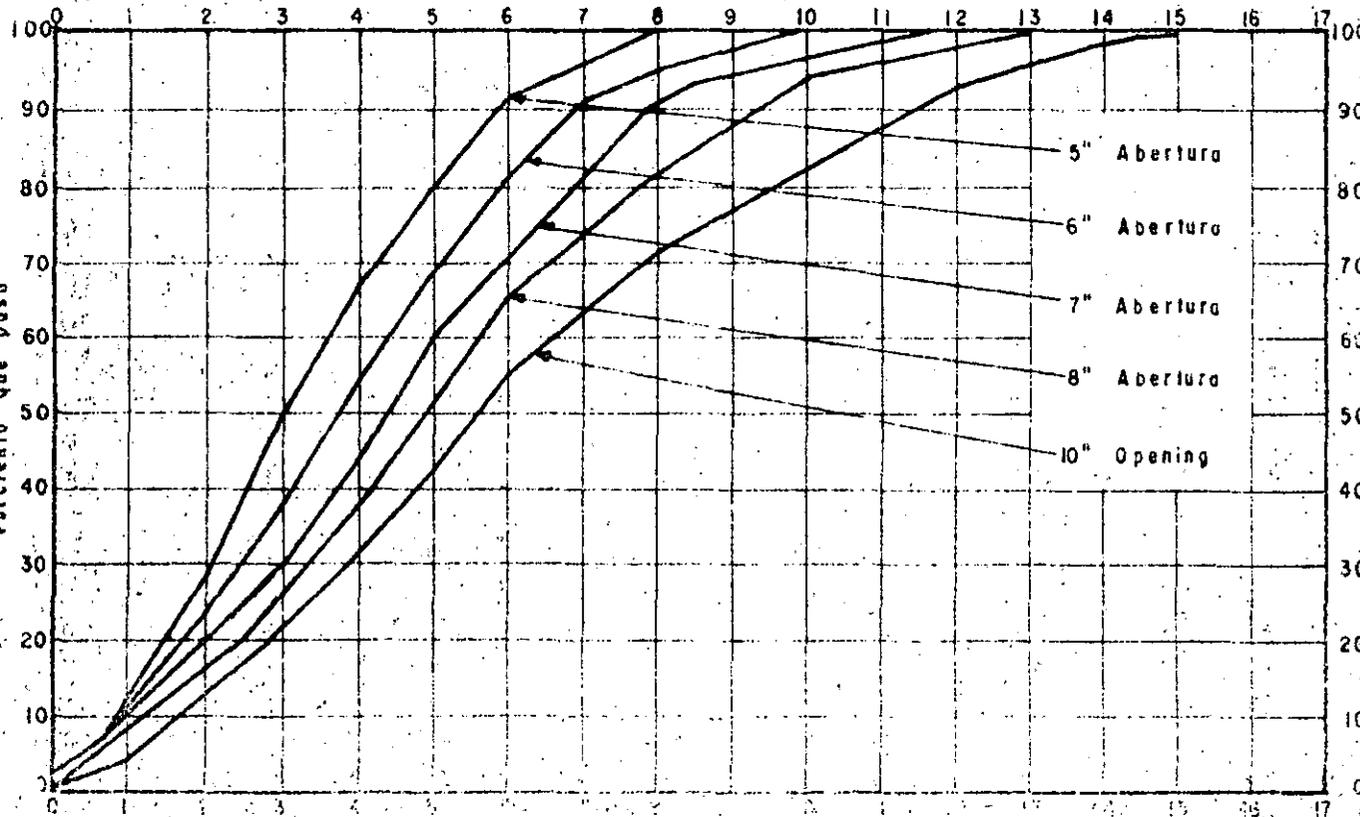
Las capacidades están dadas en toneladas cortas, 907 kg, considerando materiales que pesan 1500 kg por metro cúbico.

Declaro haber especificado con precisión la capacidad para una sola toma de corte.

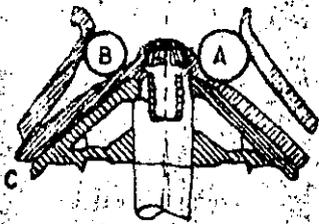
**ANALISIS GRANULOMETRICO DEL PRODUCTO
DE LAS QUEBRADORAS DE QUIJADAS,
PARA ABERTURAS DE SALIDA
DESDE 3/4" HASTA 4"**



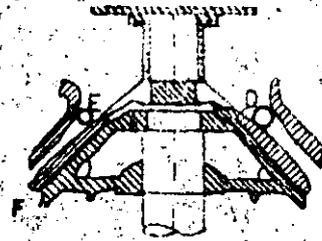
**ANALISIS GRANULOMETRICO DEL PRODUCTO
DE LAS QUEBRADORAS DE QUIJADAS,
PARA ABERTURAS DE SALIDA
DESDE 5" HASTA 10"**



CAPACIDADES DE PRODUCCION



Los diagramas y tablas muestran los lados abiertos y cerrados en la alimentación y el cerrado en la descarga de los materiales



Trituradora Secundaria
Tipo "S"

TIPO "S"

Trituradora Terciaria
Tipo "FC"

Tamaño de la Trituradora y Clave	Tipo de Tazón	Abertura de Admisión		Abertura de Descarga mínima recomendada	Capacidades en toneladas cortas por hora, a la abertura de descarga "C" indicadas, para materiales que pesen 1,500 Kg/m ³													
		Lado Abierto "A"	Lado Cerrado "B"		1/4"	3/8"	1/2"	5/8"	3/4"	7/8"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"			
24 S (2 pies) Yacht	Grueso Mediano	3 1/4" 2 1/2"	1 1/4" 1 1/2"	1/4" 1/4"	17	22	27	32	37	42	47	53						
24 S (2 pies) Yuk	Grueso	4 5/8"	4 1/8"	1/2"				27	32	37	42	47	53					
36 S (3 pies) Yaud	Extra Grueso	7 1/4"	6 1/4"	1/4"														
	Grueso Mediano	5" 4 1/2"	4" 3 3/4"	1/2" 3/4"			36	41	56	71	77	83	89	105	110			
36 S (3 pies) Yam	Grueso	7 3/4"	6 3/4"	3/4"						71	77	83	89	105	110			
48 S (4 pies) Yaupon	Extra Grueso	8 1/2"	7 1/2"	1/4"														
	Grueso Mediano	7 1/2" 5 1/2"	6 1/2" 4 3/4"	1/4" 1/2"				85	110	135	155	170	185	200	215	230		
48 S (4 pies) Yowl	Grueso	10"	9"	1"								170	185	200	215	230		
66 S (5 1/2 pies) Yam	Grueso	11"	10"	1"														
	Mediano	9"	8"	3/4"					200	235	275	320	365	410	455			
66 S (5 1/2 pies) Yap	Grueso	15"	14"	1 1/2"											365	410	455	

TIPO "FC"

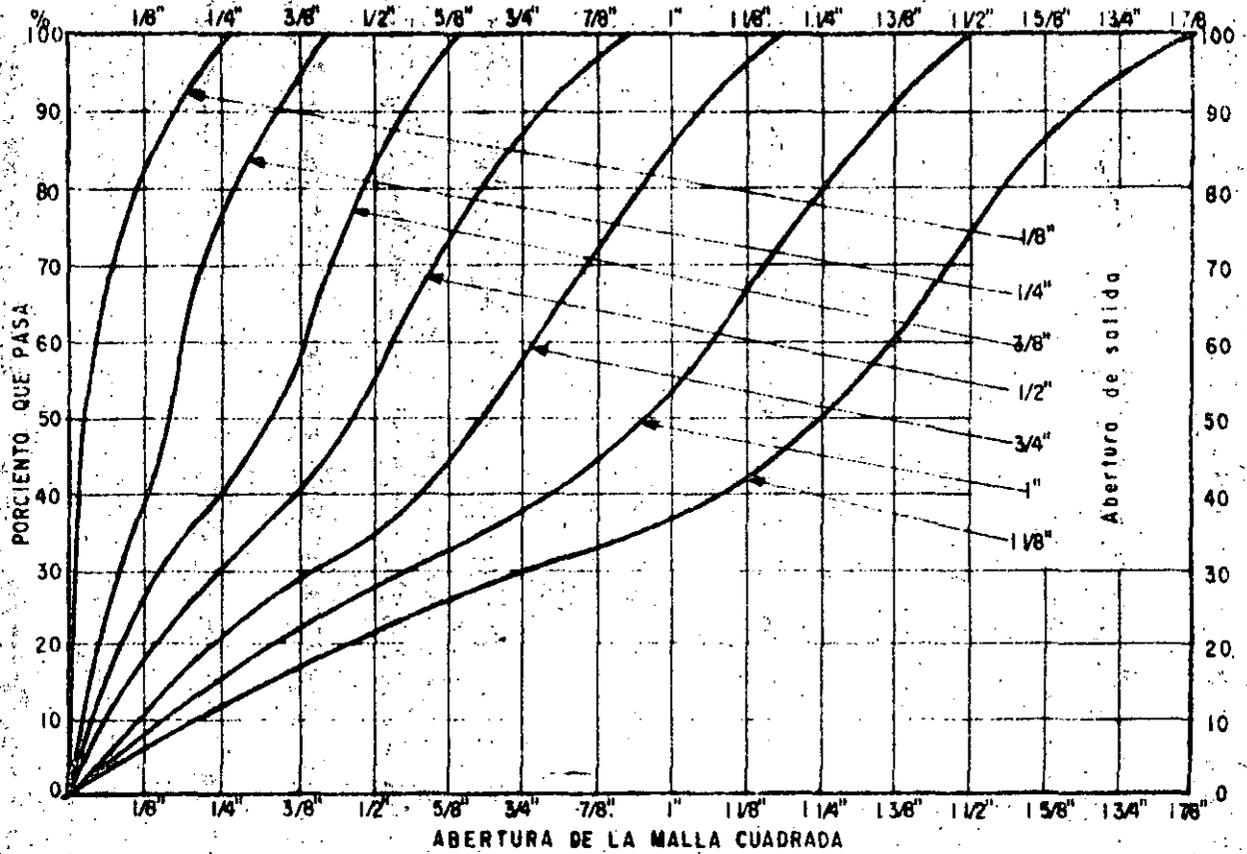
Tamaño de la Trituradora y clave	Tipo de Tazón	Abertura de Admisión		Abertura de Descarga mínima recomendada	Capacidades en toneladas cortas por hora, a la abertura de descarga "F" indicadas, para materiales que pesen 1,500 Kg/m ³													
		Lado Abierto "D"	Lado Cerrado "E"		1/8"	3/16"	1/4"	5/16"	1/2"	5/8"	3/4"	7/8"						
24 FC 2' pies Yeaming	Grueso	2 1/2"	1 1/2"	1/4"														
	Mediano Fino	1 1/4" 1 1/16"	1 1/2" 1/2"	1/8" 1/8"	6	8	10	14	20	25	30							
36 FC 3 pies Yuge	Grueso	3"	2"	5/16"														
	Mediano Fino	2" 1 1/4"	1 1/8" 3/4"	1/4" 3/16"			22	32	42	52	62	72	80					
48 FC 4 pies Yule	Grueso	4 1/4"	3"	3/8"														
	Mediano Fino	3" 2 1/4"	1 3/4" 1"	5/16" 1/4"				55	80	105	130	155	180					
65 FC 5 1/2 pies Yuman	Grueso	5 1/4"	4"	1/2"														
	Mediano Fino	4 1/2" 3"	2 1/2" 1 1/8"	3/8" 7/16"				95	140	180	215	250	280					

NOTA:

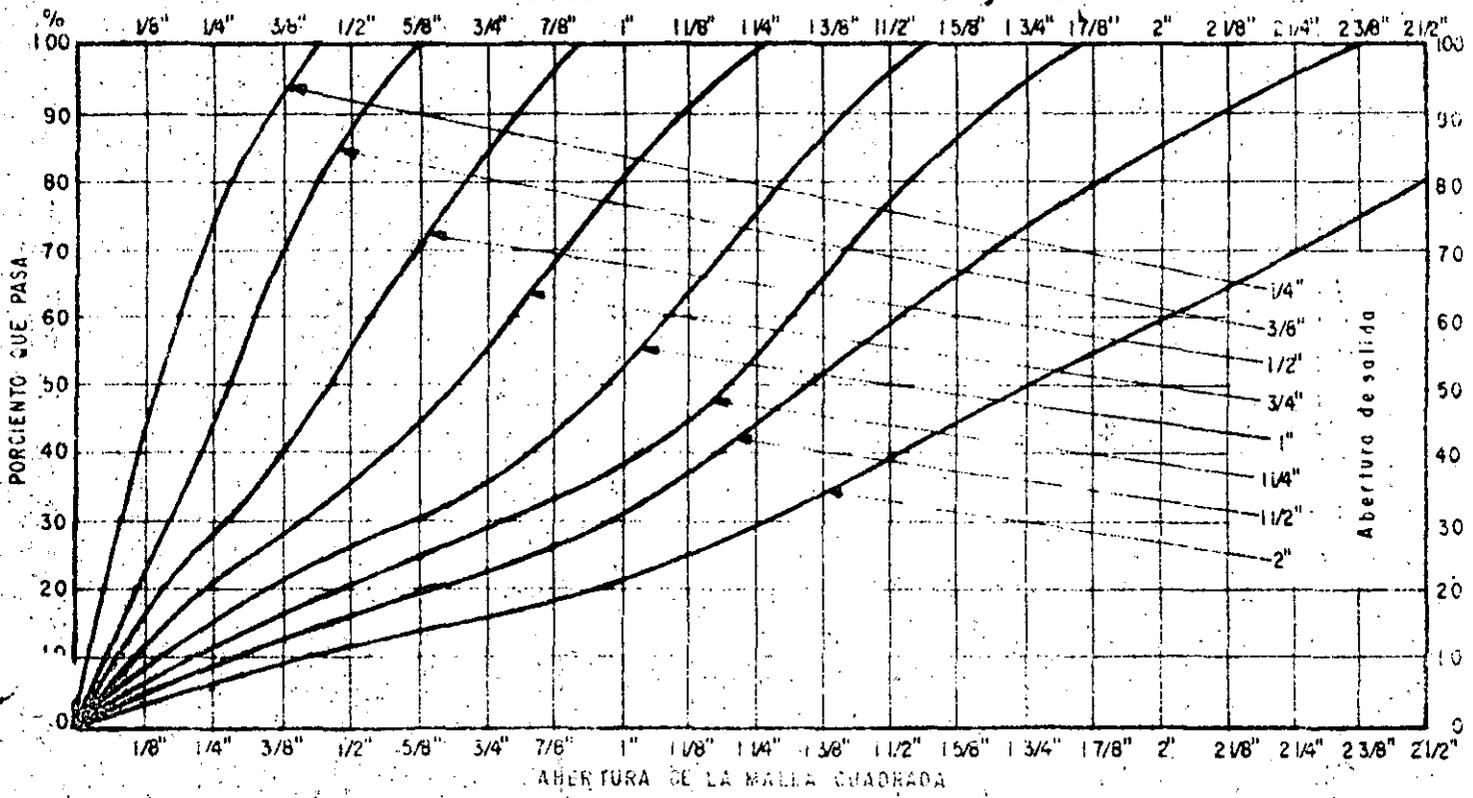
Las capacidades indicadas son promedio, ni máximas ni mínimas, estando basadas en la trituración de roca mineral limpia y seca de 1500 Kg/m³ de peso volumétrico y 2.6 de gravedad específica.

CURVAS GRANULOMETRICAS DEL PRODUCTO TRITURADO

Trituradoras Modelo 24 "S" y "FC"

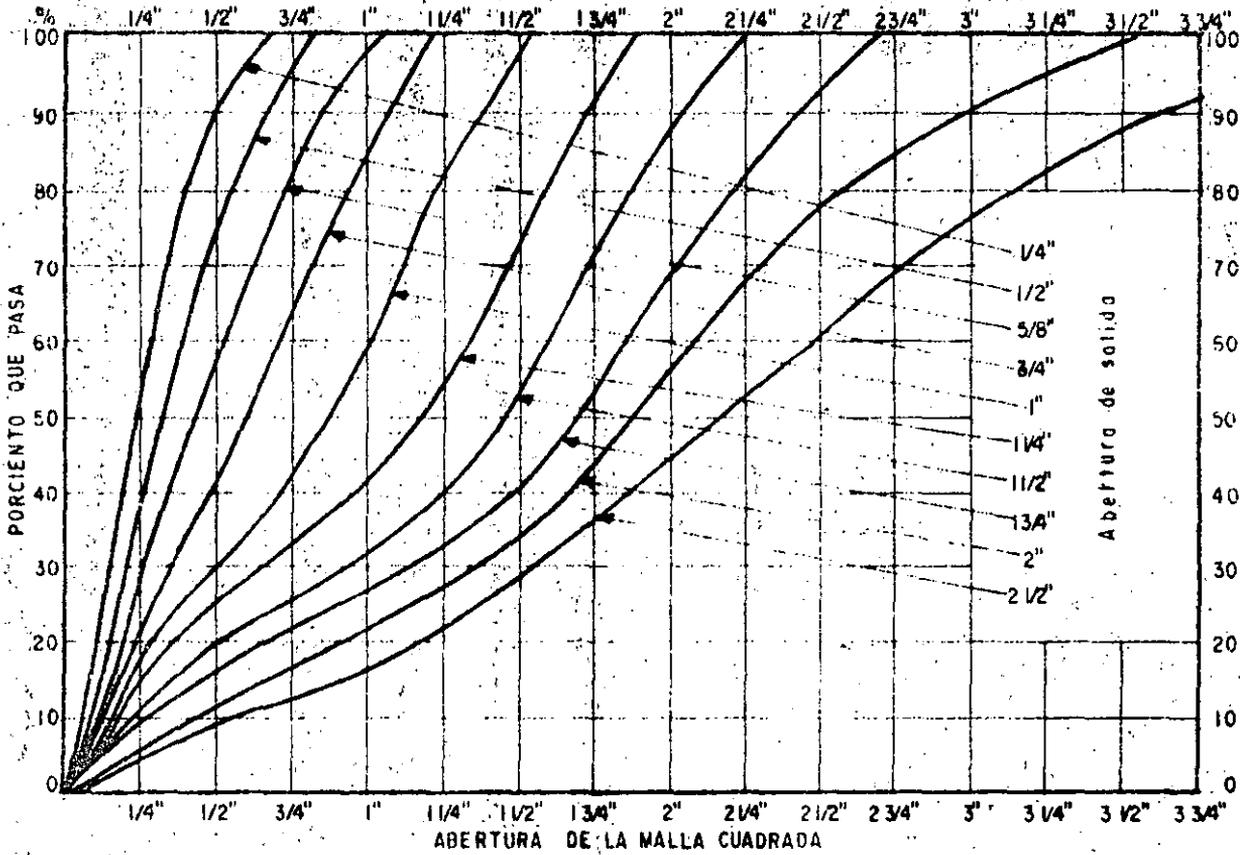


Trituradoras Modelo 36 "S" y "FC"

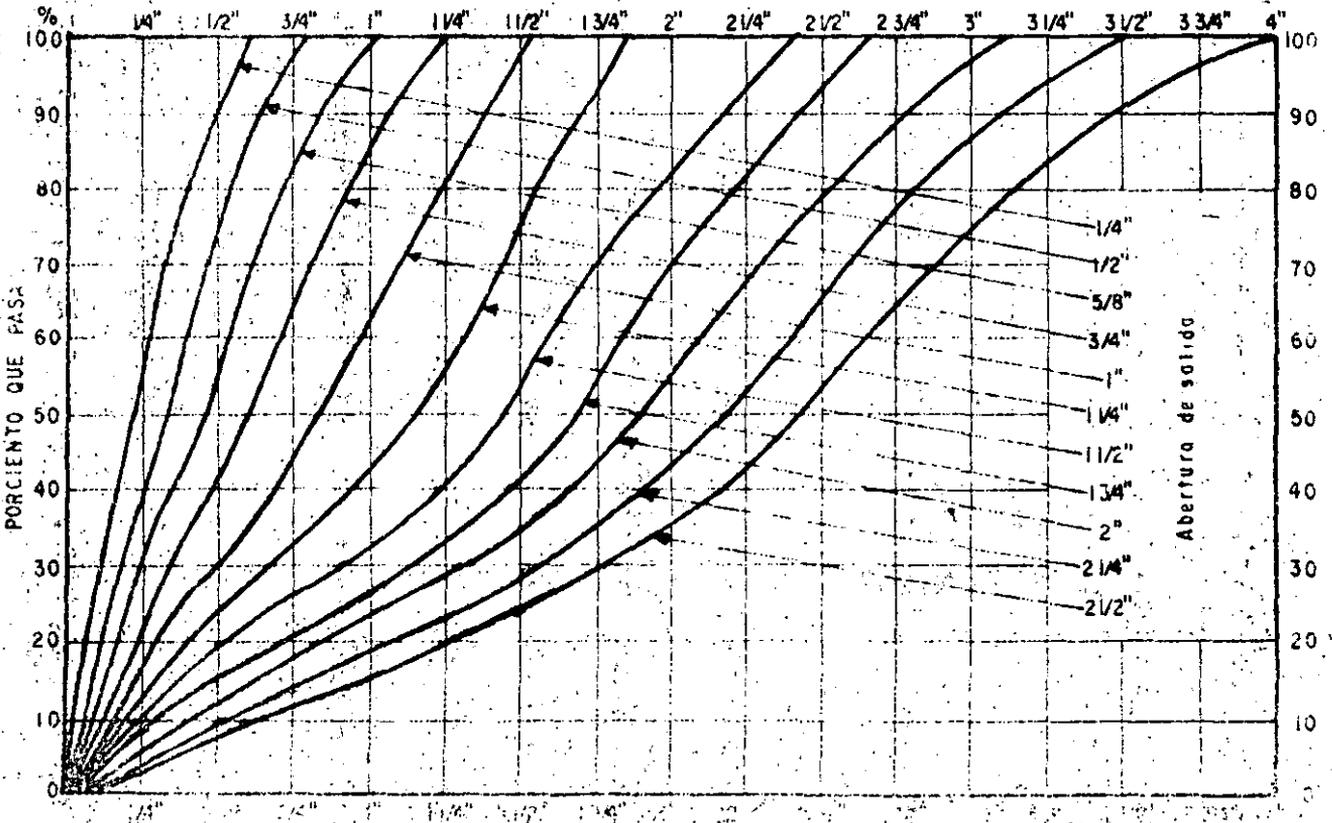


CURVAS GRANULOMETRICAS DEL PRODUCTO TRITURADO:

Trituradoras Modelo 48, "S" y "FC"



Trituradoras Modelo 66, "S" y "FC"



CAPACIDAD DE LAS CRIBAS VIBRATORIAS

Factor "A": Capacidad específica en toneladas cortas por hora que pasan a través de un pie cuadrado de malla, basados en una eficiencia del 95%, con un sobretamaño en el material alimentado del 25%

Clase de Material	.0116"	.0164"	.0232"	.0238"	.046"	.065"	.093"	1/8"	.131"	.185"	1/4"	3/8"	1/2"	5/8"	3/4"	7/8"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	4"	5"	
Clase de Malla Cuadrado																									
Número de Malla	48	35	28	20	14	10	8		6	4															
Usar solo en Criba de 1 pie																									
Areca	.144	.183	.226	.282	.36	.45	.57	.69	.78	.90															
Pelvo de Coco	.120	.152	.188	.235	.30	.375	.475	.56	.595	.75															
Pelvo de Carbón	.091	.115	.142	.178	.226	.284	.36	.48	.45	.57															
Pelvo de Cero											1.08	1.40	1.68	1.94	2.16	2.36	2.56	2.90	3.20	3.70	4.05	4.30	4.65	4.9	
Piedra triturada											.88	1.10	1.40	1.60	1.80	1.96	2.12	2.40	2.68	3.10	3.38	3.60	3.86	4.1	
Carbón											.68	.88	1.04	1.21	1.36	1.48	1.60	1.83	2.00	2.31	2.53	2.69	2.91	3.1	

Factor "B" Es función del porcentaje de sobretamaño contenido en la alimentación a la Criba

Porcentaje de Sobretamaño	Factor "B"	Porcentaje de Sobretamaño	Factor "B"
10%	1.05	85%	.64
20%	1.01	90%	.55
30%	.98	92%	.50
40%	.95	94%	.44
50%	.90	96%	.35
60%	.86	98%	.20
70%	.80	100%	.00
80%	.70		

CAPACIDAD DE LAS CRIBAS VIBRATORIAS

Eficiencia Deseada	60%	70%	75%	80%	85%	90%	92%	94%	96%	98%	Factor "C": Una separación perfecta o eficiencia del 100% no es económica. En la práctica del cribado de agregados, se acepta una eficiencia del 94%.
Factor "C"	2.10	1.70	1.55	1.40	1.25	1.10	1.05	1.00	.95	.90	

Cantidad en la alimentación menor de la mitad de la malla de cribado.	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%	Este factor es necesario considerarlo cuidadosamente cuando se esté cribando un material con alto contenido de arena o roca fina. Por ejemplo, si se está cribando a 1/2", considerar el porcentaje menor a 1/4" en la alimentación.
Factor "D"	.55	.70	.80	1.00	1.20	1.40	1.80	2.20	3.00	---	

CRIBADO POR VIA HUMEDA

Tamaño de la abertura de la malla. (Pulgadas o número de la malla)	20	14	10	8	1/8"	6	4	1/4"	5/16"	3/8"	1/2"	3/4"	1" o más
Factor "E"	1.10	1.50	2.00	2.25	2.50	2.50	2.50	2.25	2.00	1.50	1.30	1.20	1.10

El cribado por vía húmeda atajo de la malla #20, no se recomienda. Si se criba por vía seca, se utilizará un factor "E" igual a 1. Un cribado por vía húmeda significa el utilizar de 5 a 10 galones por minuto de agua por cada yarda cúbica de material producido por hora, o sea que por cada 50 yardas cúbicas por hora de material, se necesitarán de 250 a 500 galones por minuto de agua.

Piso	Superior	Segundo	Tercero	Para una criba de un piso, se usará un Factor "F" igual a 1. Para una criba de dos o tres pisos, para el cálculo de cada piso, se utilizará el Factor "F" indicado correspondiente.
Factor "F"	1.00	.00	.75	



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

MOVIMIENTO DE TIERRAS

PRODUCCION DE AGREGADOS

(ANEXOS)

Ing. Pedro Luis Benitez

JUNIO, 1985

COPY

TECSMITH

2

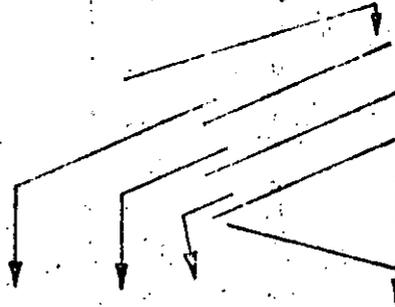
CUSTOMER:

DATE:

LOCATION:

BY:

EST. NO.:



TOP DECK: _____ Sq. Cl. Openings

$$\text{AREA} = \frac{\text{Feed} \quad \text{O.S.} \quad \text{Thrus}}{(\text{T.P.H.}) \quad (\text{T.P.H.}) \quad (\text{T.P.H.})} = \text{_____ Sq. Ft.}$$

$$A \times B \times C \times D \times E \times F$$

$$B = \frac{\text{O.S.}}{\text{Feed}} = \text{_____ \%}$$

$$D = \frac{1/2 \text{ Size}}{\text{Feed}} = \text{_____ \%}$$

SECOND DECK: _____ Sq. Cl. Openings

$$\text{AREA} = \frac{\text{Feed} \quad \text{O.S.} \quad \text{Thrus}}{(\text{T.P.H.}) \quad (\text{T.P.H.}) \quad (\text{T.P.H.})} = \text{_____ Sq. Ft.}$$

$$A \times B \times C \times D \times E \times F$$

$$B = \frac{\text{O.S.}}{\text{Feed}} = \text{_____ \%}$$

$$D = \frac{1/2 \text{ Size}}{\text{Feed}} = \text{_____ \%}$$

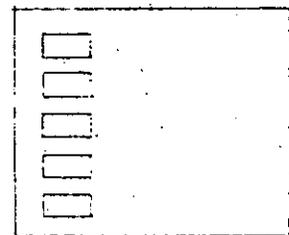
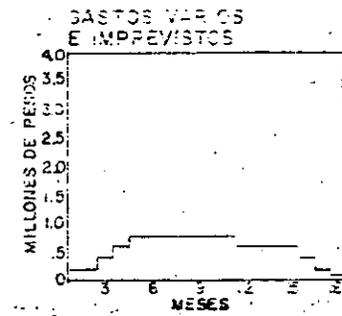
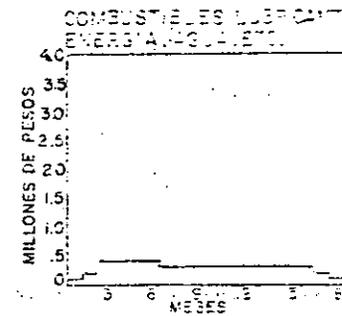
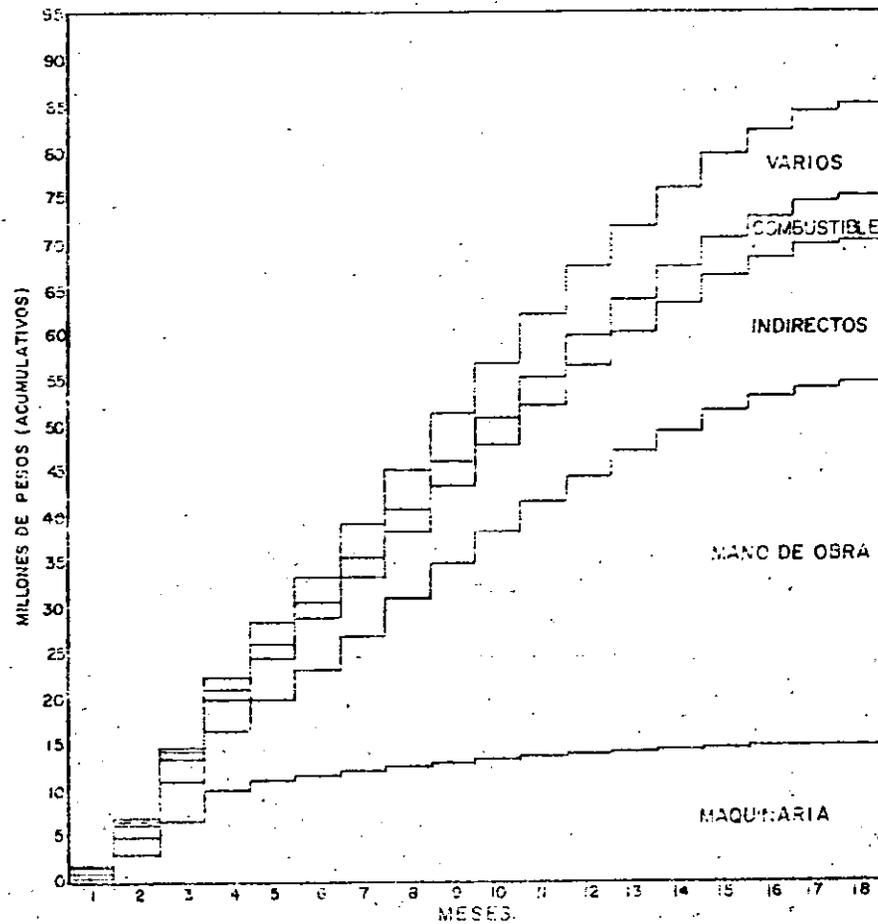
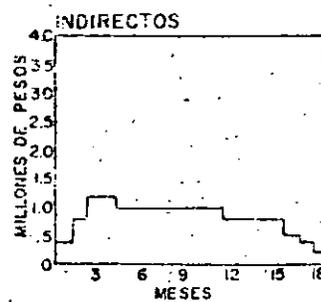
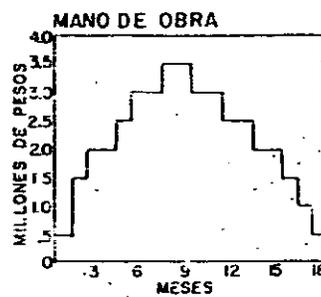
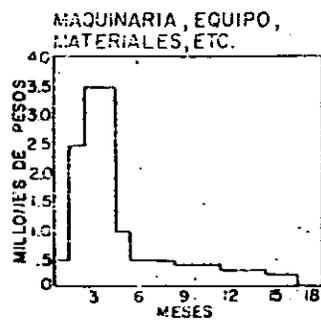
THIRD DECK: _____ Sq. Cl. Openings

$$\text{AREA} = \frac{\text{Feed} \quad \text{O.S.} \quad \text{Thrus}}{(\text{T.P.H.}) \quad (\text{T.P.H.}) \quad (\text{T.P.H.})} = \text{_____ Sq. Ft.}$$

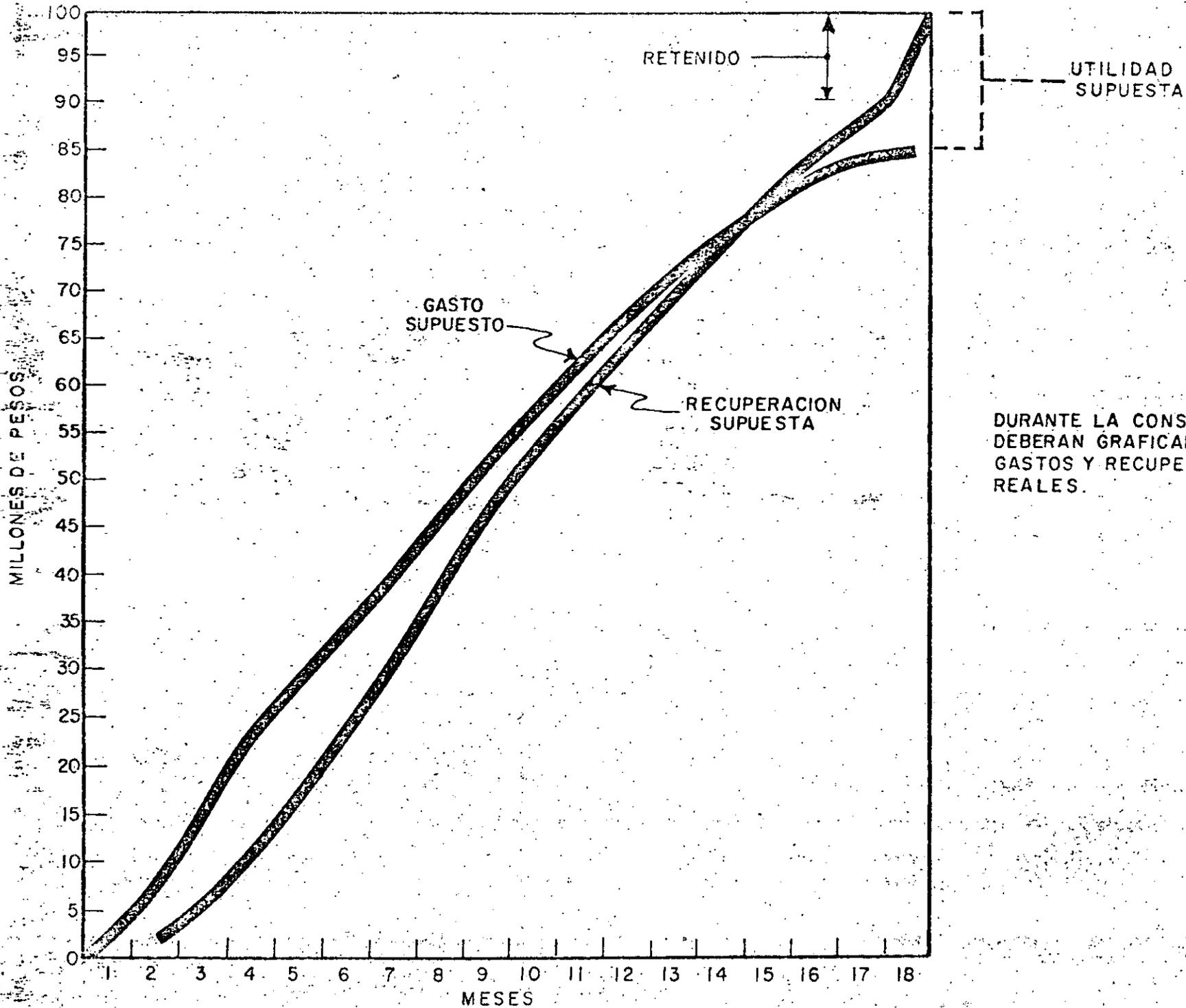
$$A \times B \times C \times D \times E \times F$$

$$B = \frac{\text{O.S.}}{\text{Feed}} = \text{_____ \%}$$

$$D = \frac{1/2 \text{ Size}}{\text{Feed}} = \text{_____ \%}$$



GRAFICA TIPICA DE
GASTOS SUPUESTOS



4



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

MOVIMIENTO DE TIERRAS

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.

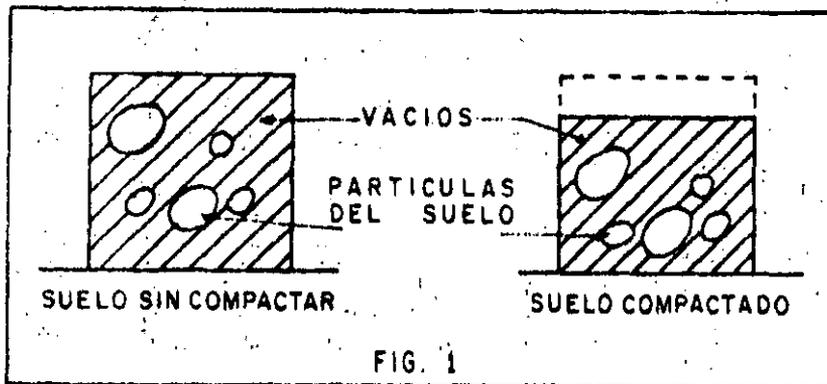
II. COMPACTACION

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

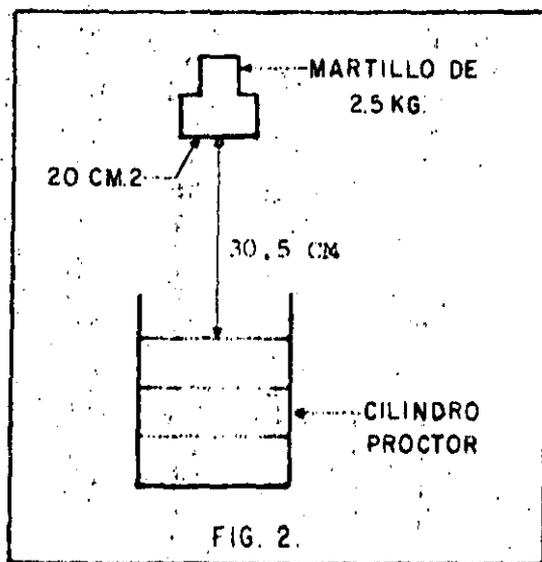
En la construcción de terraplenes sería ideal poder medir la resistencia del suelo para determinar cuando se ha alcanzado la resis-

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

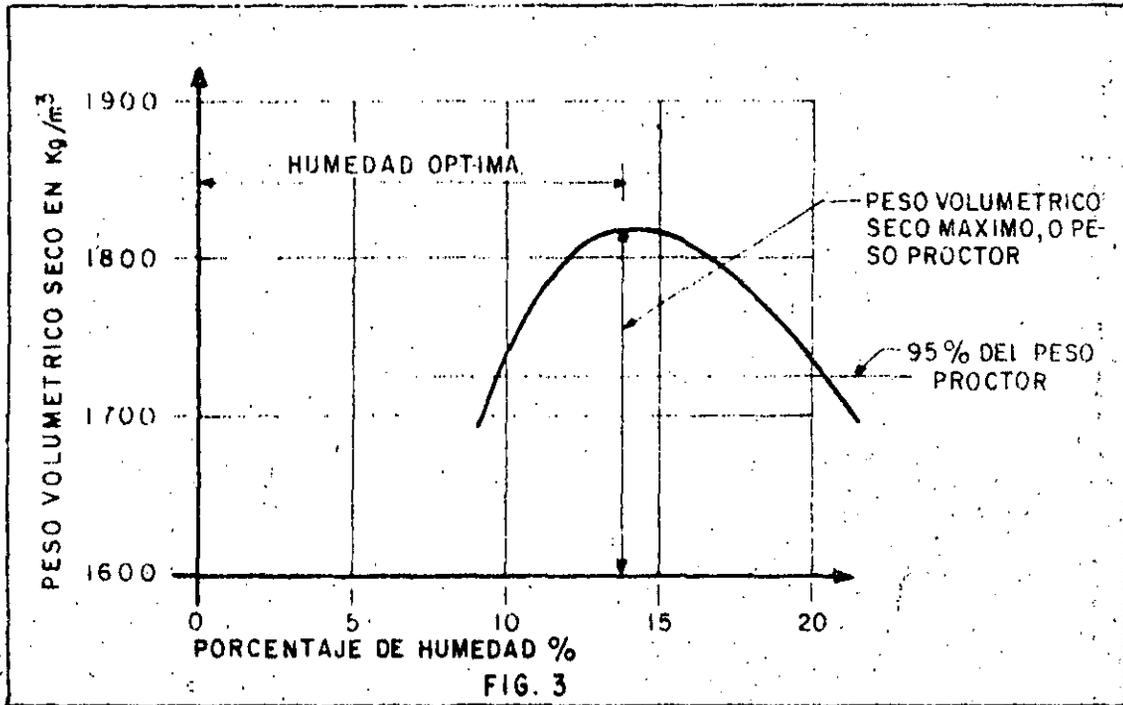
A). Proctor: R.R. Proctor estableció que hay una correspondencia entre el peso volumétrico seco de un suelo compactado y su resistencia. El equipo para hacer pruebas de compactación en la obra es un equipo económico y sencillo. Proctor desarrolló una prueba que consiste en:

- 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

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

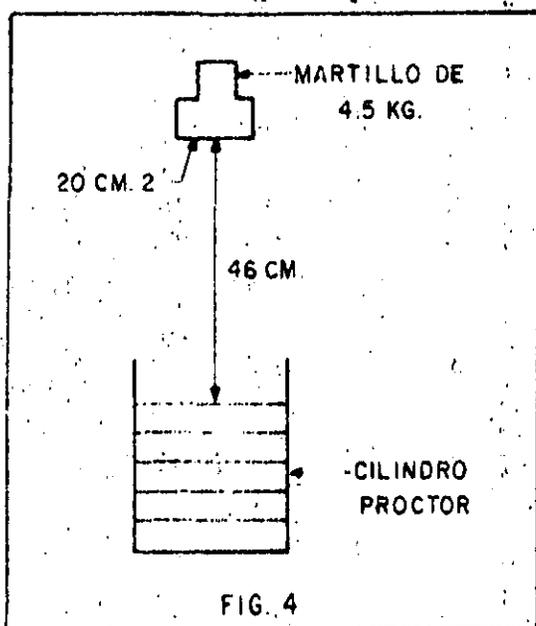
es decir el constructor debe obtener un peso volumétrico seco mínimo de 1729 kg/m^3 en ese material.

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.

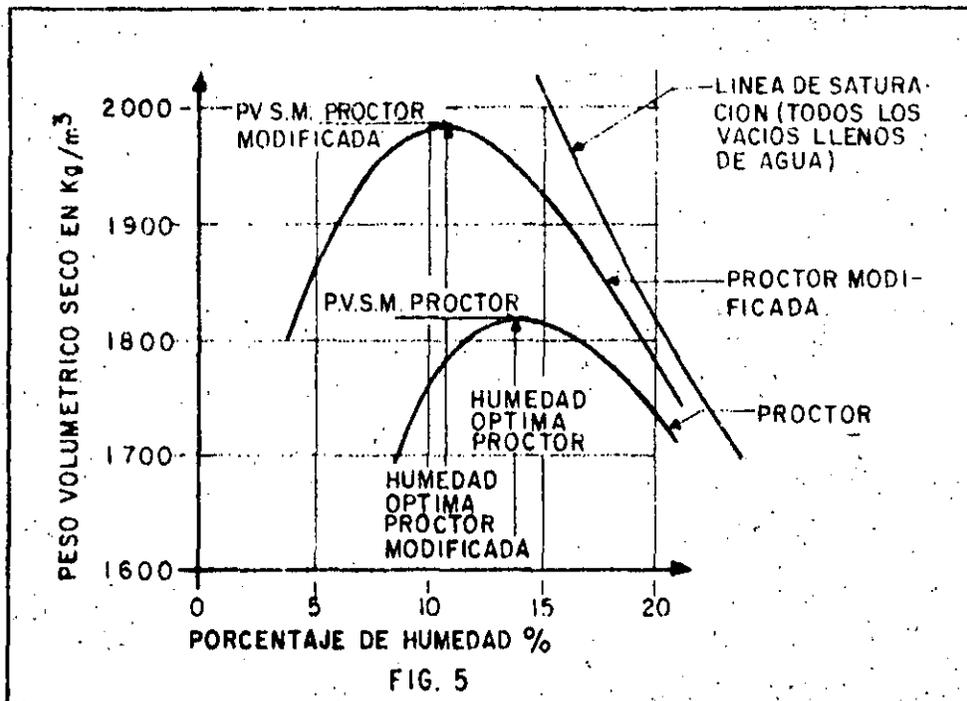
B) Proctor Modificada: Conforme fueron aumentando las cargas sobre las terracerías por el uso de camiones y aeroplanos cada vez más pesados, se vió la necesidad de desarrollar mayores densidades y resistencias en muchos materiales usando mayor trabajo de compactación. Por esta razón se desarrolló la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



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

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



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

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

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

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

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

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

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

2.4. METODOS DE CONTROL

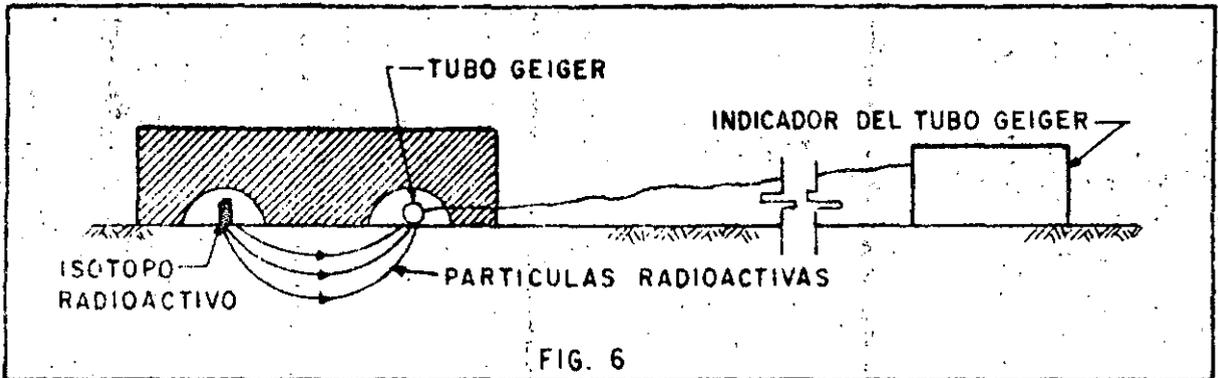
Para medir en la obra si se ha alcanzado el peso volumétrico especificado hay varios métodos:

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

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

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

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

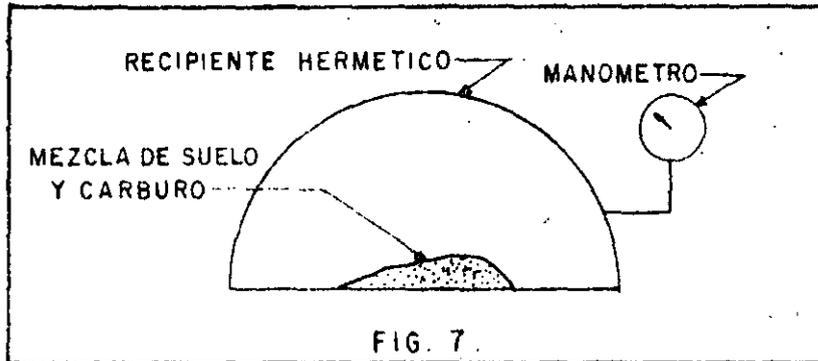


El bloque de plomo se coloca sobre la capa a probar, el número de partículas que llegan al tubo Geiger está en función de la masa del material que tienen que atravesar, es decir, es función del peso volumétrico, entonces la medida del indicador debe compararse con otra medida hecha en una capa que tenga 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. 8).

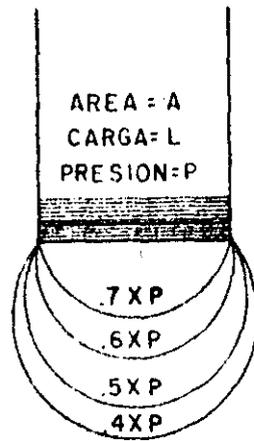


FIG. 8

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).

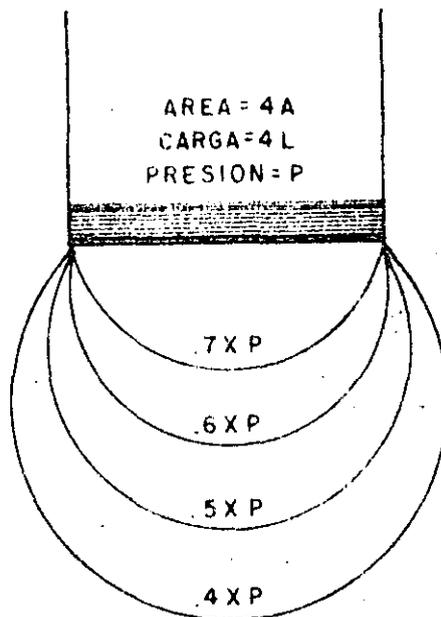


FIG. 9

- 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.

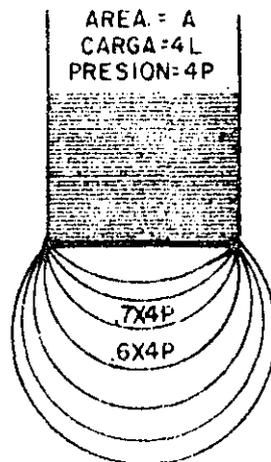


FIG. 10

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 aun 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).

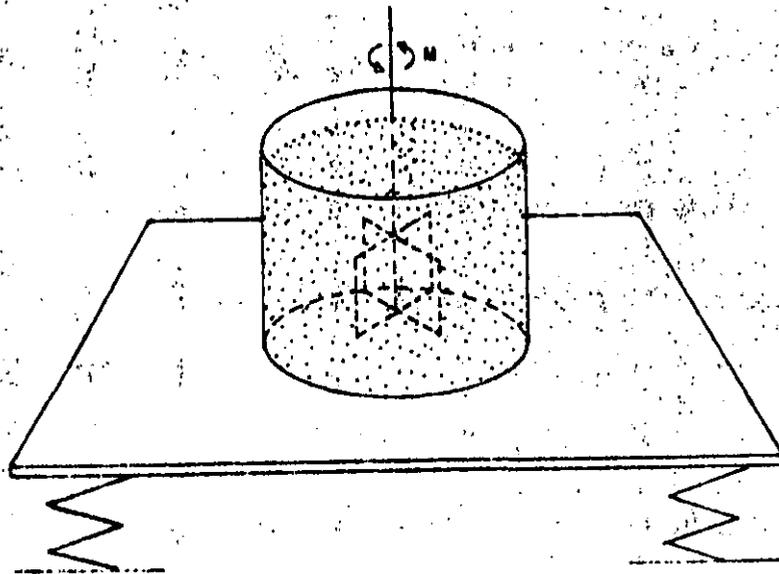


FIG. 10-A DISPOSITIVO PARA MEDIR EL MOMENTO DE RESISTENCIA

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

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

3.4. COMPACTACION POR AMASAMIENTO

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

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

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

3.5. COMPACTACION CON AYUDA DE ENZIMAS

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

Una enzima es: "Cierta 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 consecuencia -- 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 reducirse el tiempo de compactación.

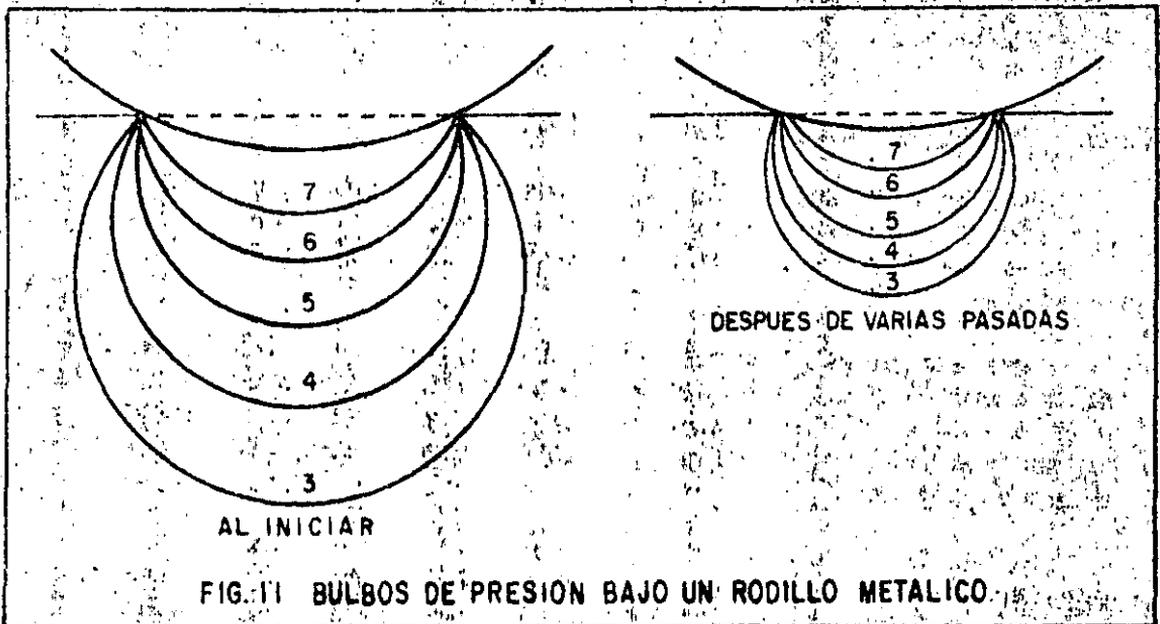
IV. EQUIPO DE COMPACTACION

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

4.1. RODILLOS METALICOS

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

Cuando 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 compactidad 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 de lantera; 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 terrapienes 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 plantas de suspensión independiente.

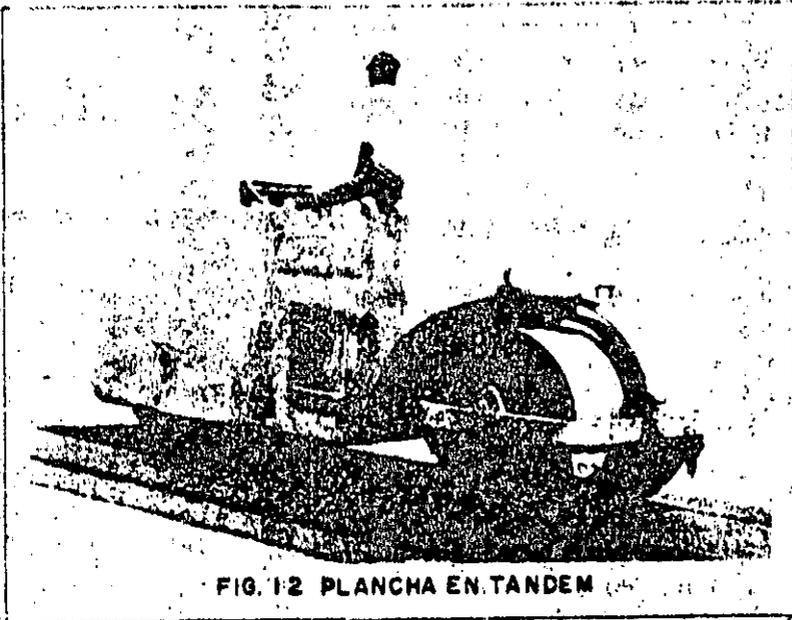


FIG. 12 PLANCHA EN TANDEM



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

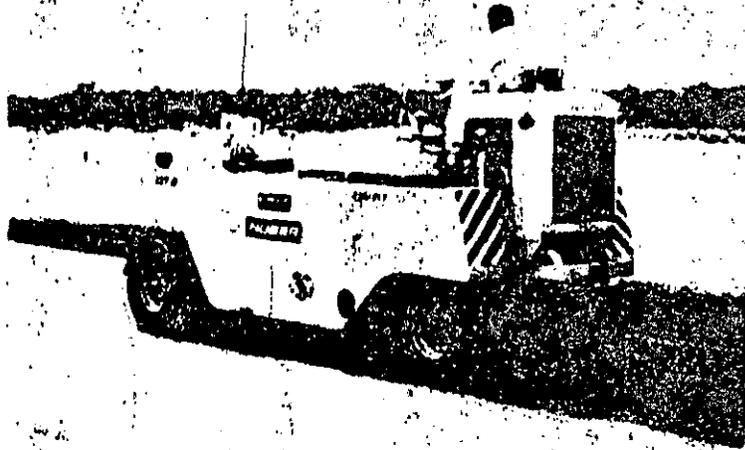


FIG. 14

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, -

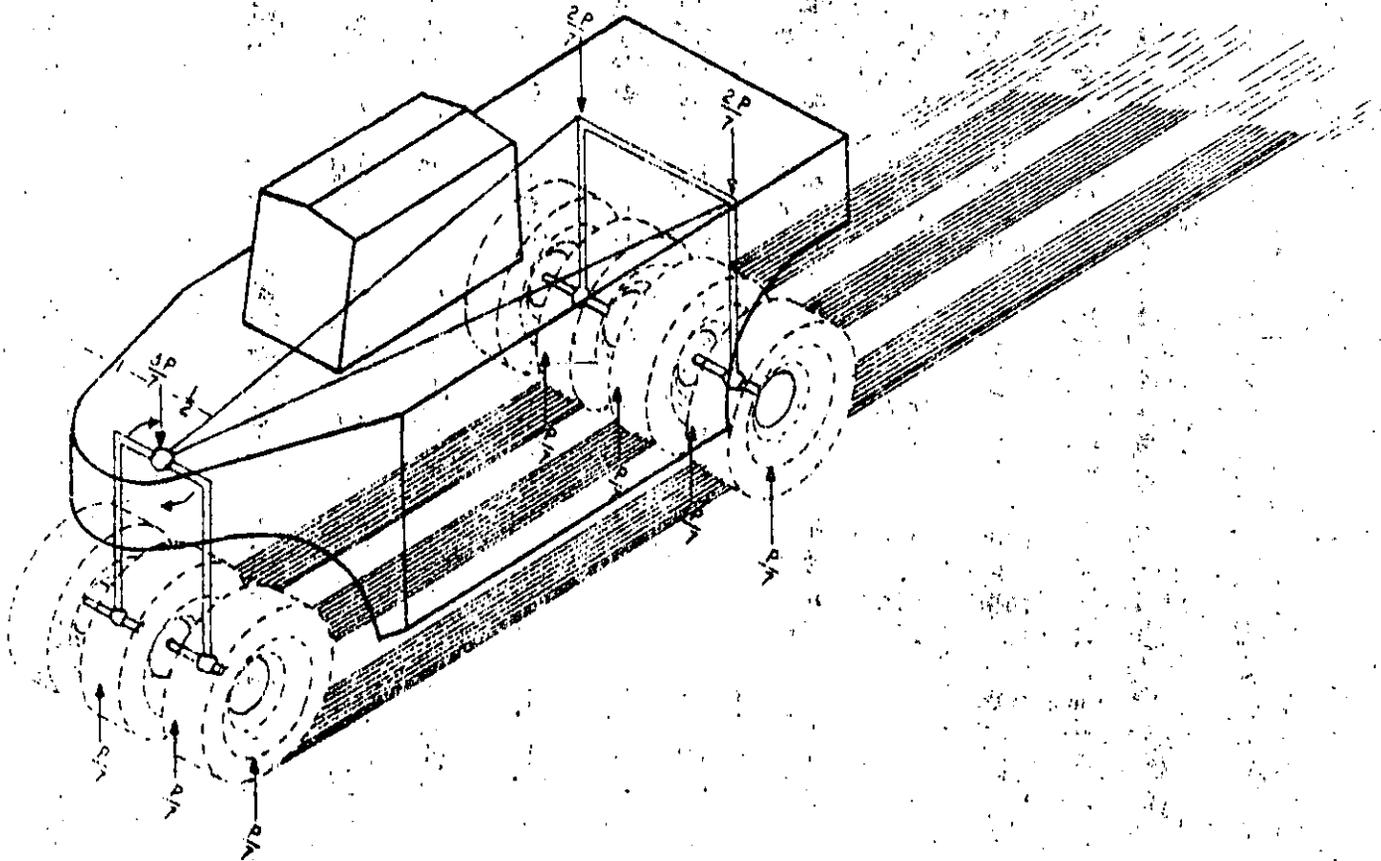


Fig. 14-A

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).

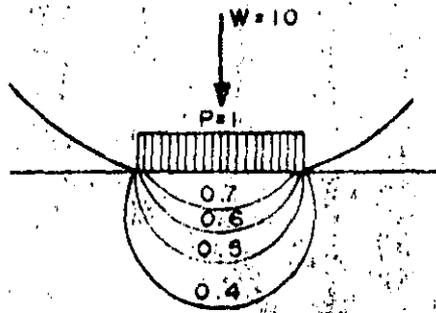


FIG. 15

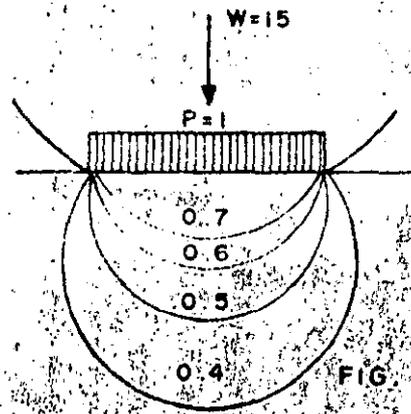


FIG. 16

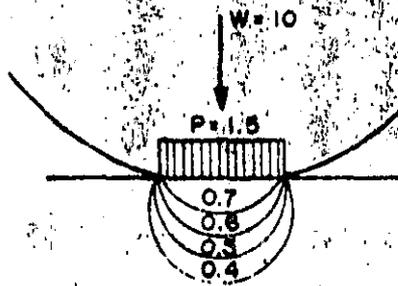


FIG. 17

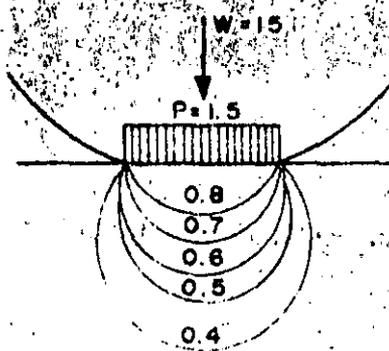


FIG. 18

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.



FIG. 19 COMBINACION DE RODILLOS METALICO Y NEUMATICO (DUO-FACTOR)

4.3. RODILLOS PATA DE CABRA.

Son ahora raramente usados, excepto para amasamiento y compactación de arcillas donde la estratificación debe ser eliminada, como en el corazón impermeable de una presa. Debido a la pequeña área de contacto de una pata y al alto peso de éstos equipos el bulbo de presión es intenso y poco profundo. La compactación se consigue por penetración y amasamiento más que por efecto del bulbo de presión (Fig. 20).

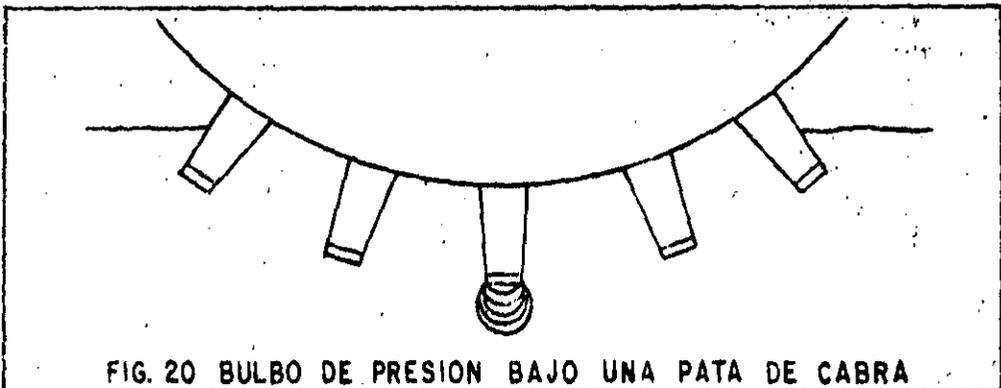


FIG. 20 BULBO DE PRESION BAJO UNA PATA DE CABRA

Los rodillos pata de cabra son lentos, tienen una gran resistencia al rodamiento, por lo que consumen mucha potencia. Este equipo es todavía pedido en especificaciones algunas veces, pero su uso está declinando debido a los altos costos que tienen, usualmente, por unidad de volumen compactado (Fig 21).

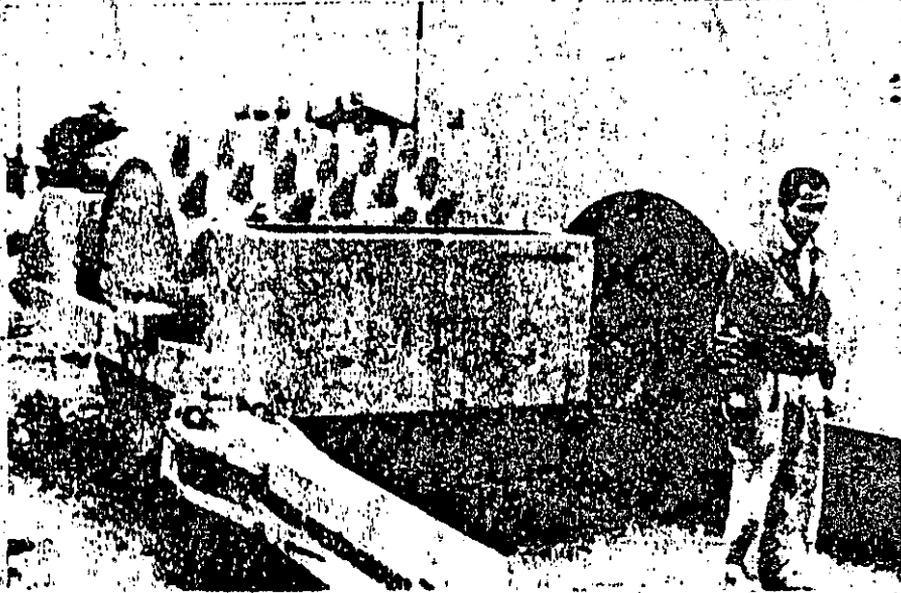
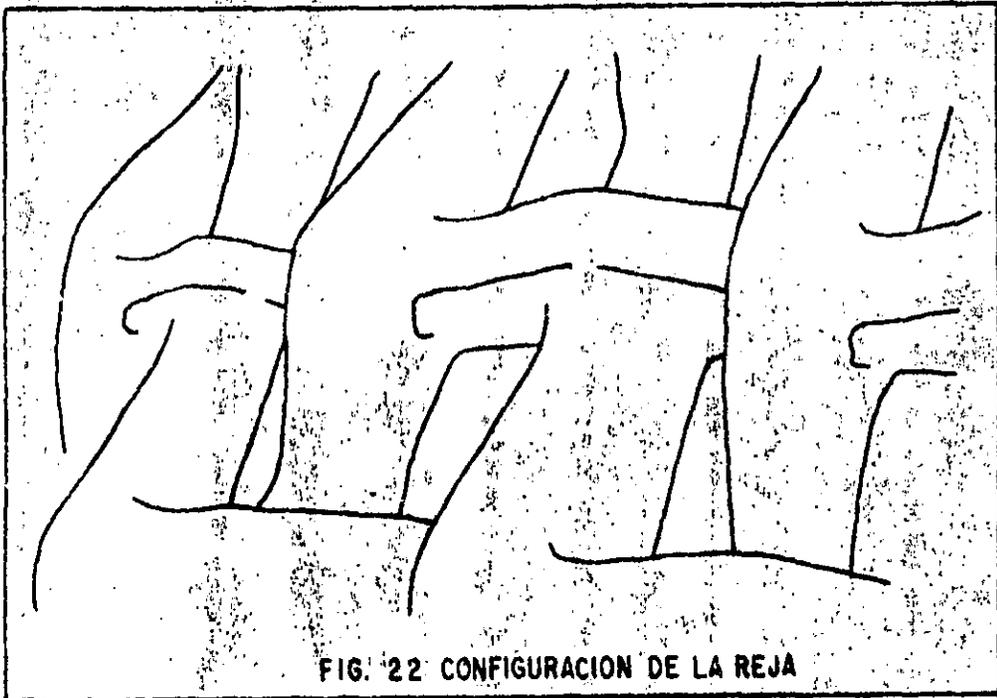


Fig. 21 RODILLO PATA DE CABRA

4.4. RODILLO DE REJA

Este compactador fue desarrollado originalmente para disgregar y compactar rocas poco resistentes a la compresión, como rocas sedimentarias y algunas metamórficas, para hacer caminos de penetración transitables todo el año, para esto el rodillo transita sobre la roca suelta en el camino, rompiéndola y produciendo finos que llenan los vacíos formando una superficie suelta y estable. Como una guía, la roca que se puede escarificar también se puede disgregar.

Al ser usado este equipo se encontró que era capaz de compactar a alta velocidad una gran variedad de suelos. Los puntos altos de la reja producen efecto de impacto, y cuando es remolcado a alta velocidad, produce efecto de vibración, efectivo en materiales granulares. El perfil alternado alto y bajo de la rejilla produce efecto de amasamiento por lo que este rodillo también es eficiente en materiales plásticos. Desafortunadamente, como los materiales plásticos suelen ser pegajosos, se atascan de material los huecos de la reja y se reduce la eficiencia (Fig. 22).



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.

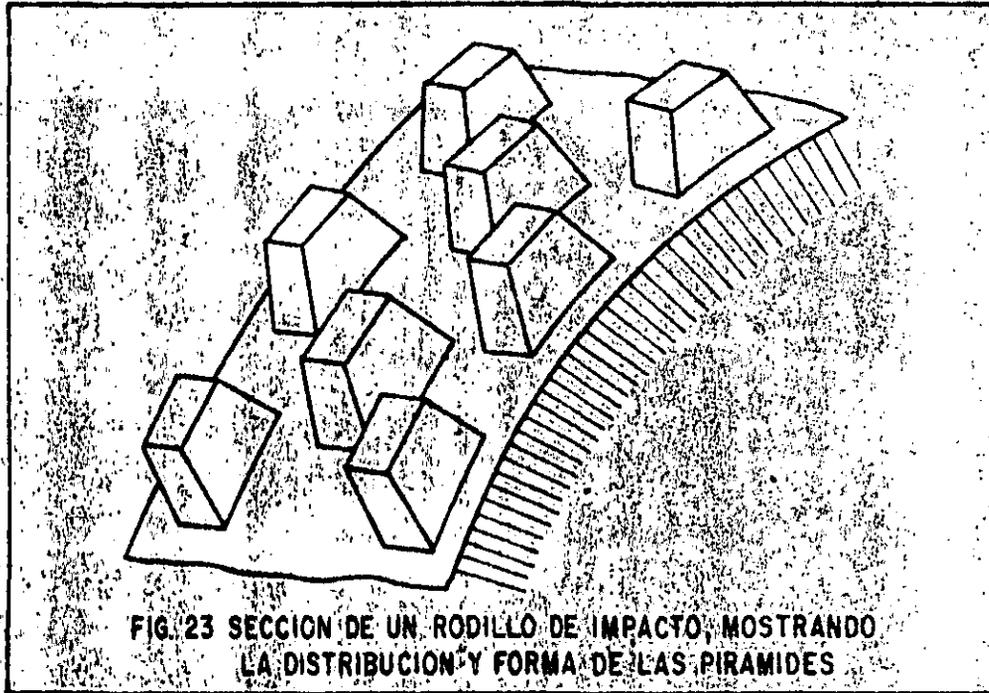


FIG. 23 SECCION DE UN RODILLO DE IMPACTO, MOSTRANDO LA DISTRIBUCION Y FORMA DE LAS PIRAMIDES

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

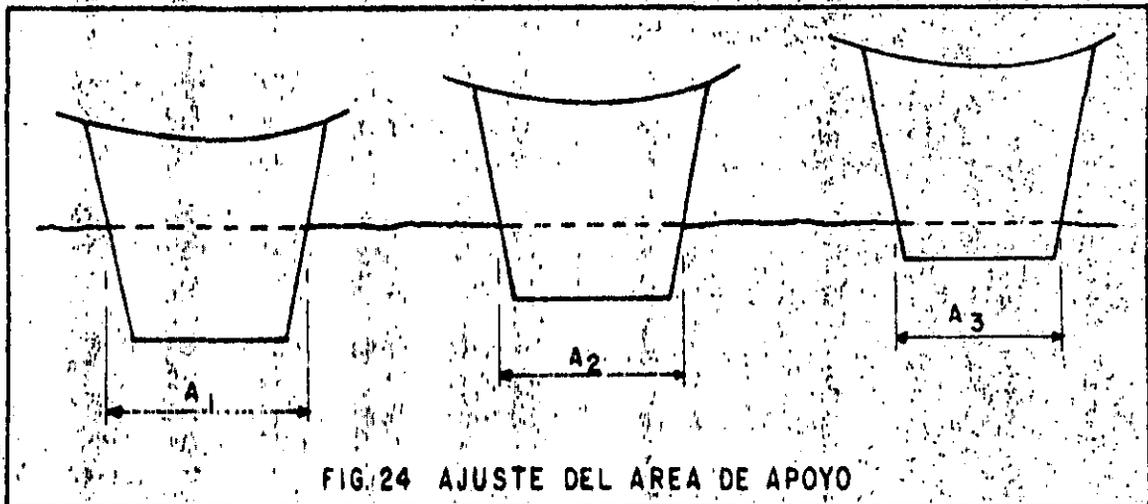


FIG. 24 AJUSTE DEL AREA DE APOYO

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).

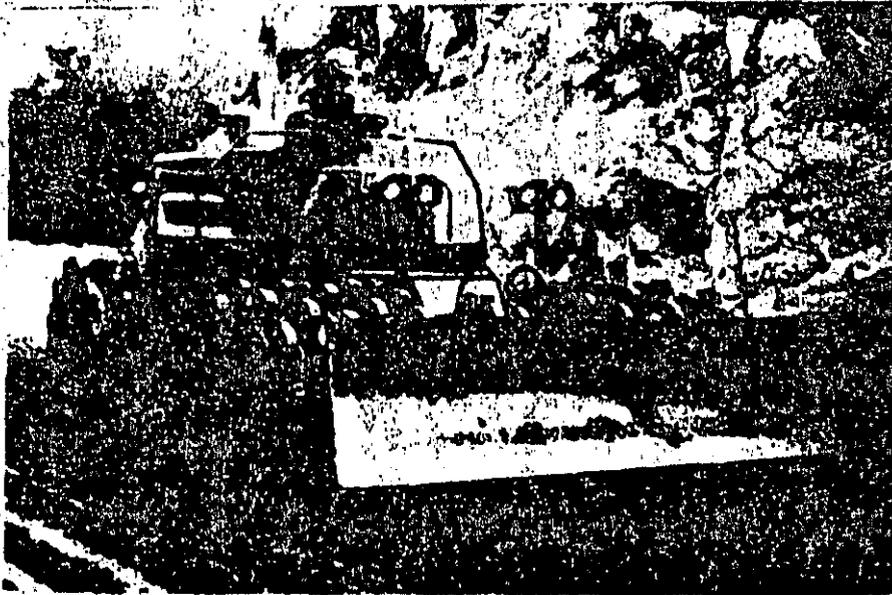


FIG. 25 RODILLO DE IMPACTO (TAMPING-ROLLER)

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 resultará 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.

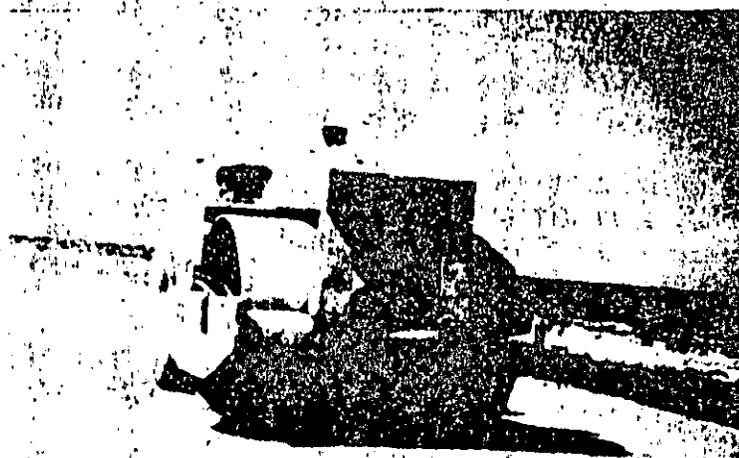


FIG. 26 RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO

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) PRESSION 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.

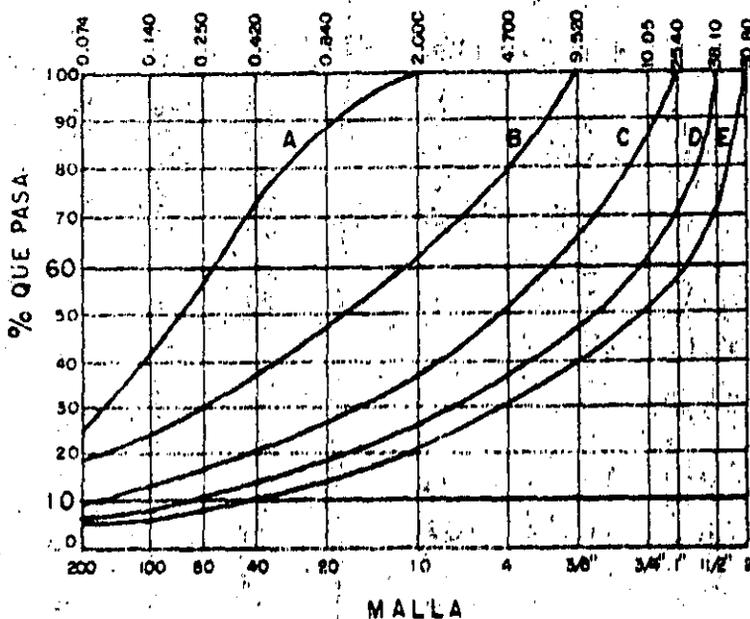
5.2) **GRANULOMETRIA DEL MATERIAL.** Para la obtención de una eficiente compactación es necesario, que haya partículas de varios tamaños en el material por compactar, ya que las partículas de menor tamaño ocuparán los espacios formados entre partículas de mayor tamaño.

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



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

En donde:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

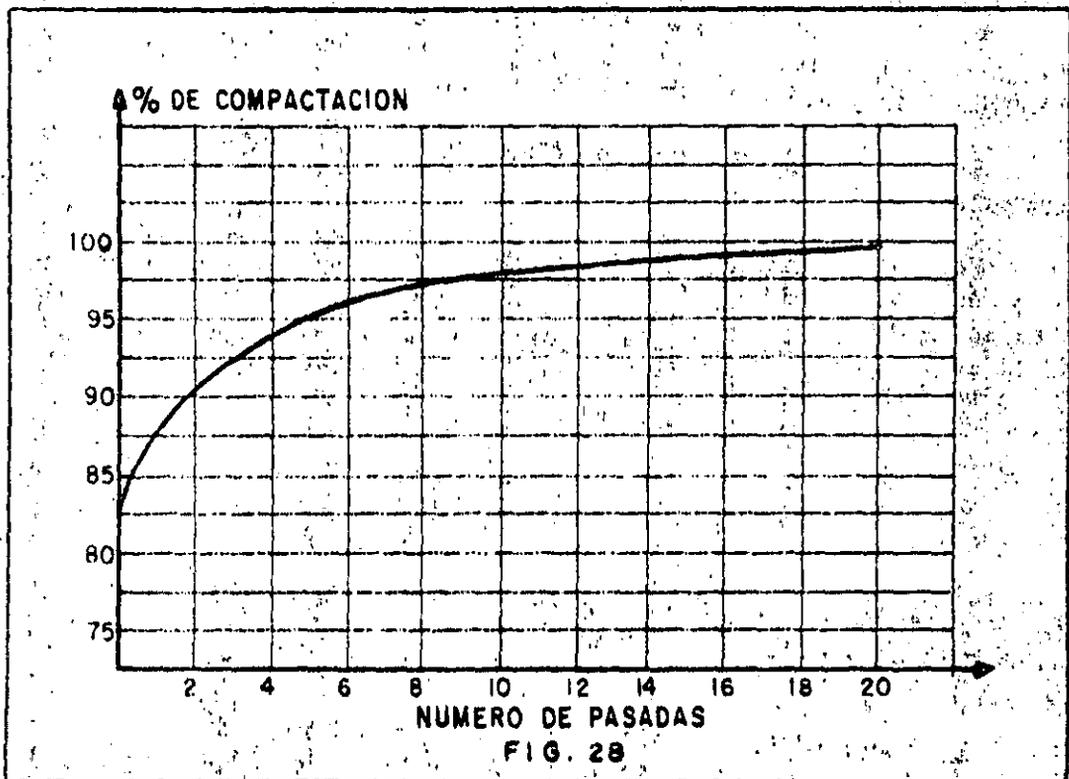
5.3) NUMERO DE PASADAS. El número de pasadas que un equipo debe dar sobre un material dependerá de (Fig. 28):

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

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

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

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



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

E) Peso del compactador

F) Temperatura del material tratándose de mezclas asfálticas.

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

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

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

5.6) VELOCIDADES DE OPERACION

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

5.6.1. Rodillos Metálicos y Patas de Cabra

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

5.6.2. Rodillos de Reja o de Impacto

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

5.6.3. Rodillos Neumáticos

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

5.6.4. Rodillos Vibratorios.

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

VI. SELECCION DE COMPACTADORES EN CUANTO A SU FUNCION

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

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

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

6.1. TIPO DE MATERIAL

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

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

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

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

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

per se, todos los equipos combinan de feroces es fuerza de compactación, por lo que no hay que combinar equipos (Línea A)

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

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

Conclusiones: (Fig. 29)

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

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

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

6.2. TAMAÑO DE OBRA.

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

6.3. REQUERIMIENTOS ESPECIALES.

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

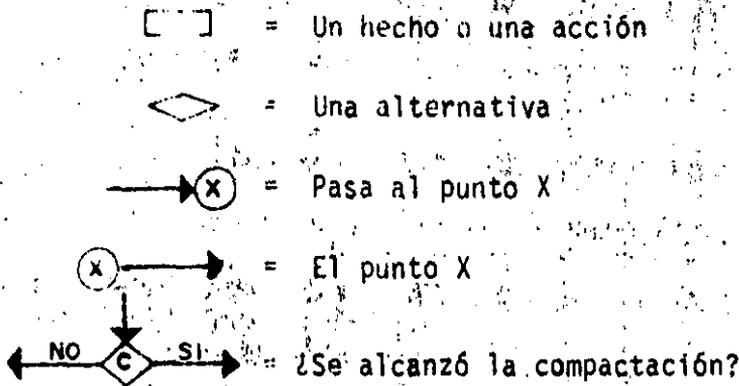
Debemos tener en mente que, en construcción pesada, la inversión en equipo es cuantiosa y que éste se adquiere usualmente fuera del país, por lo que es muy importante pesar cuidadosamente todas las posibilidades para poder escoger la máquina más eficiente, esto es: la menor inversión posible al más bajo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

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

¿Qué hacer cuando el control nos indica una falla?

Esta pregunta la vamos a contestar por medio de diagramas lógicos, que siguen a continuación, en los que intenta, en forma general, mostrar un camino lógico para un análisis formal.

En estos diagramas se usan los siguientes símbolos:



VIII. 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

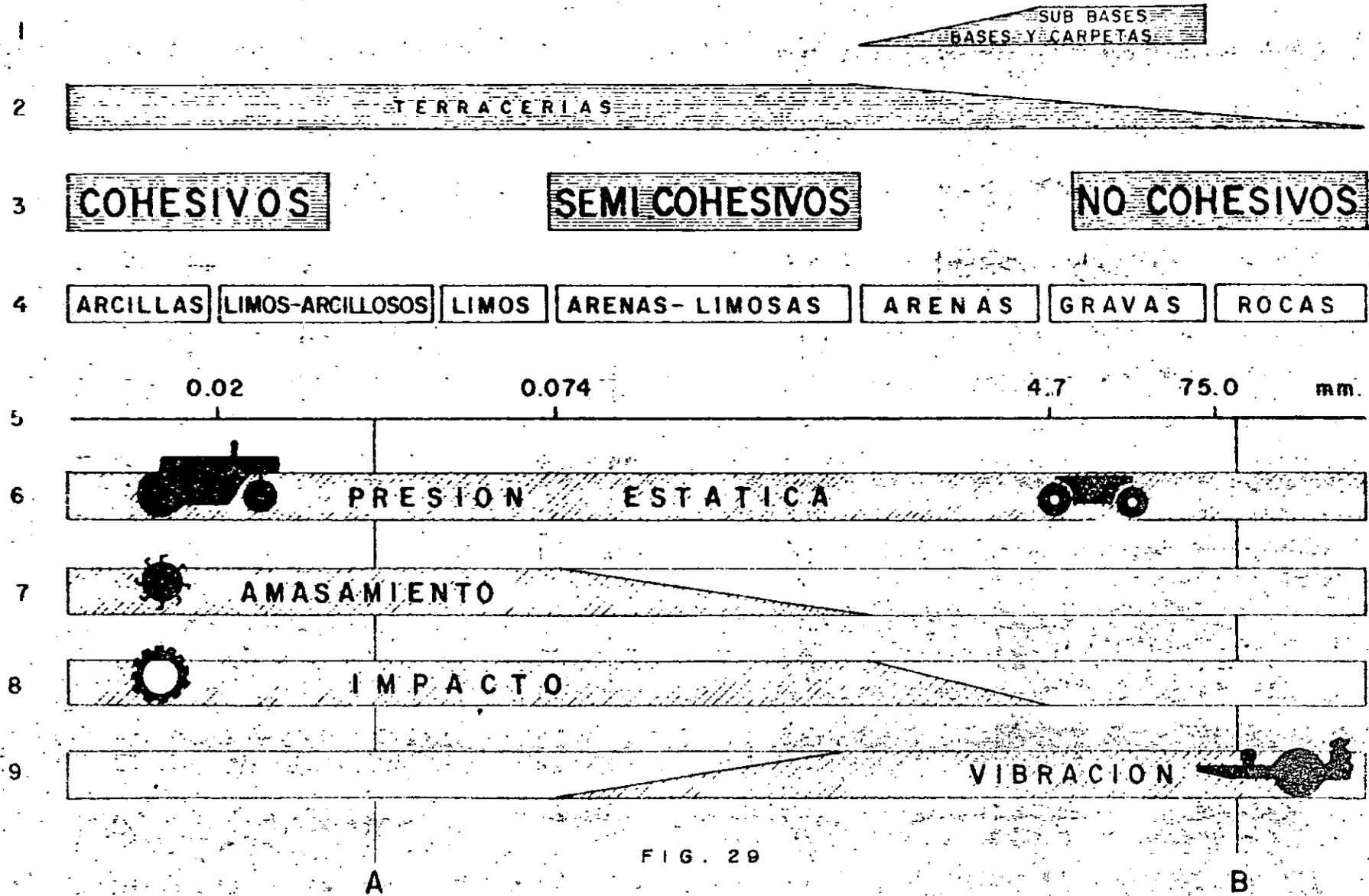
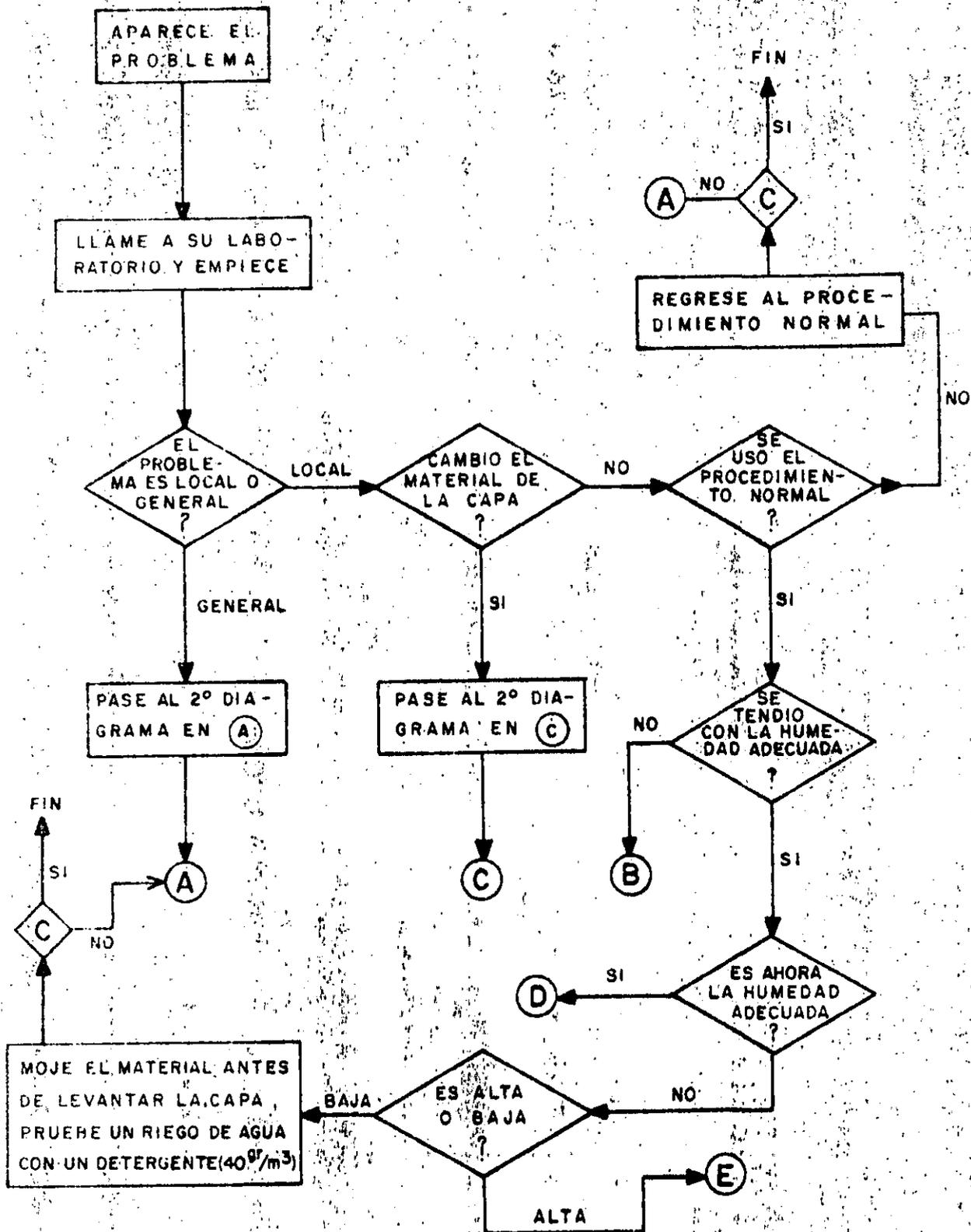
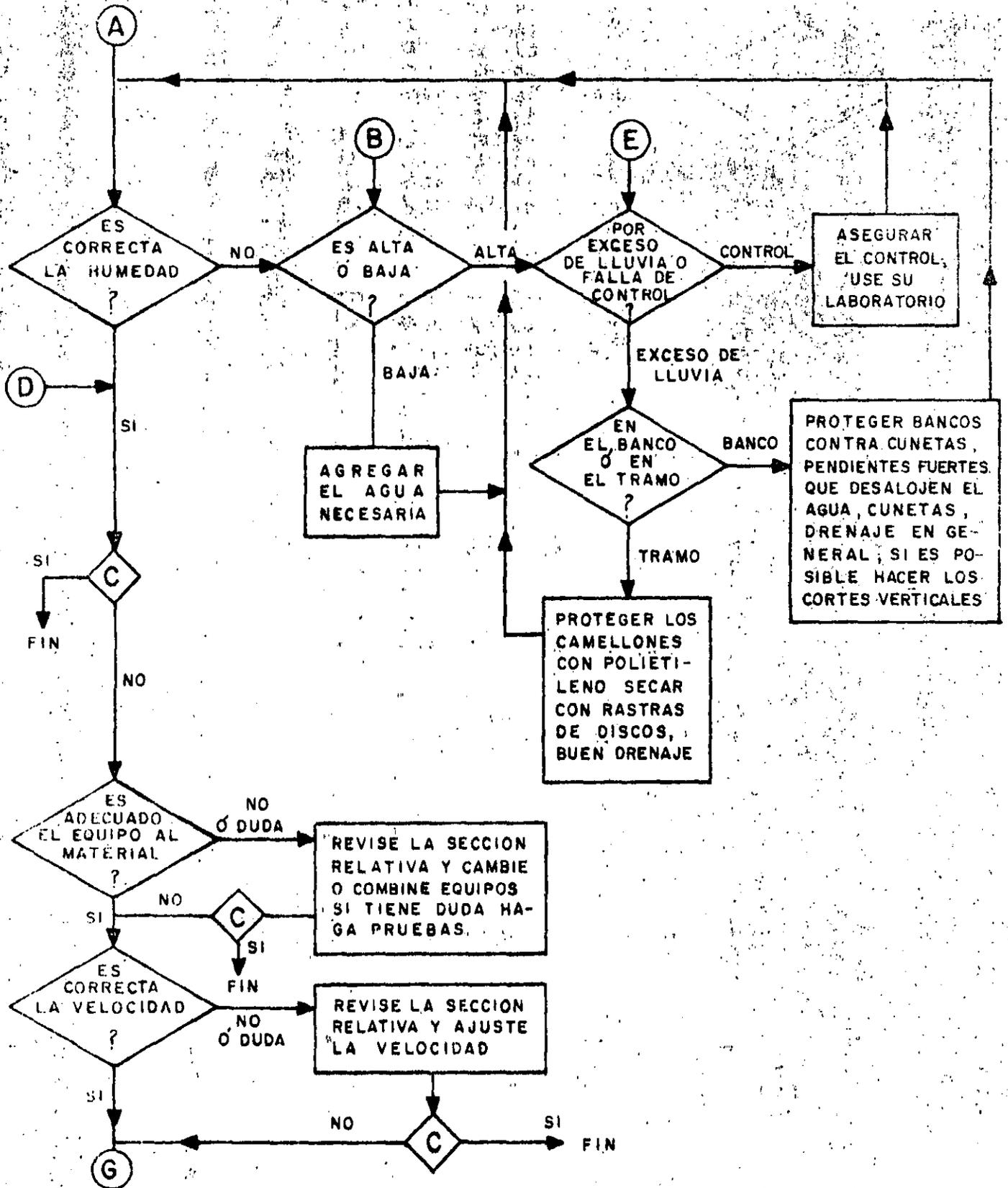


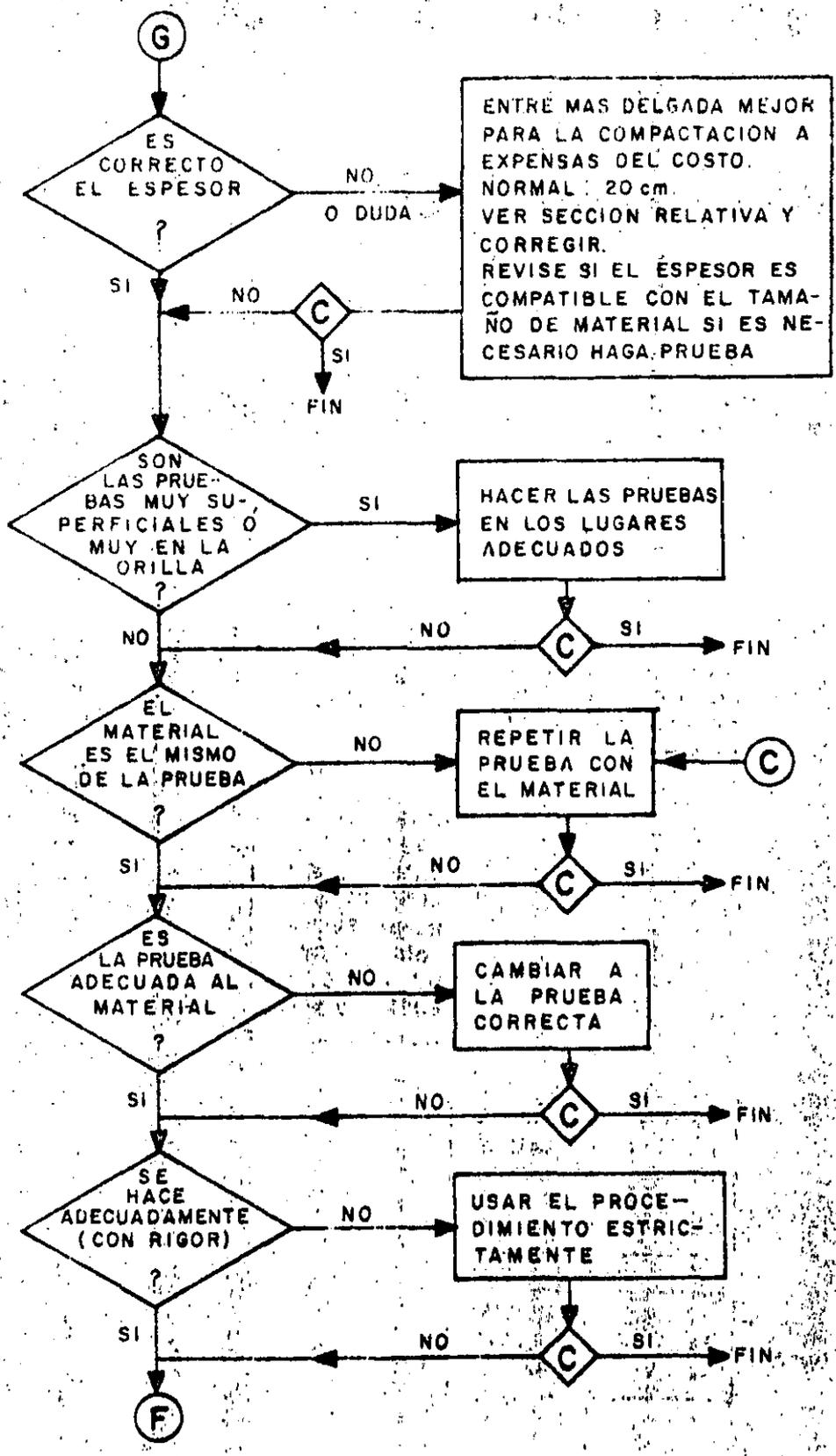
FIG. 29

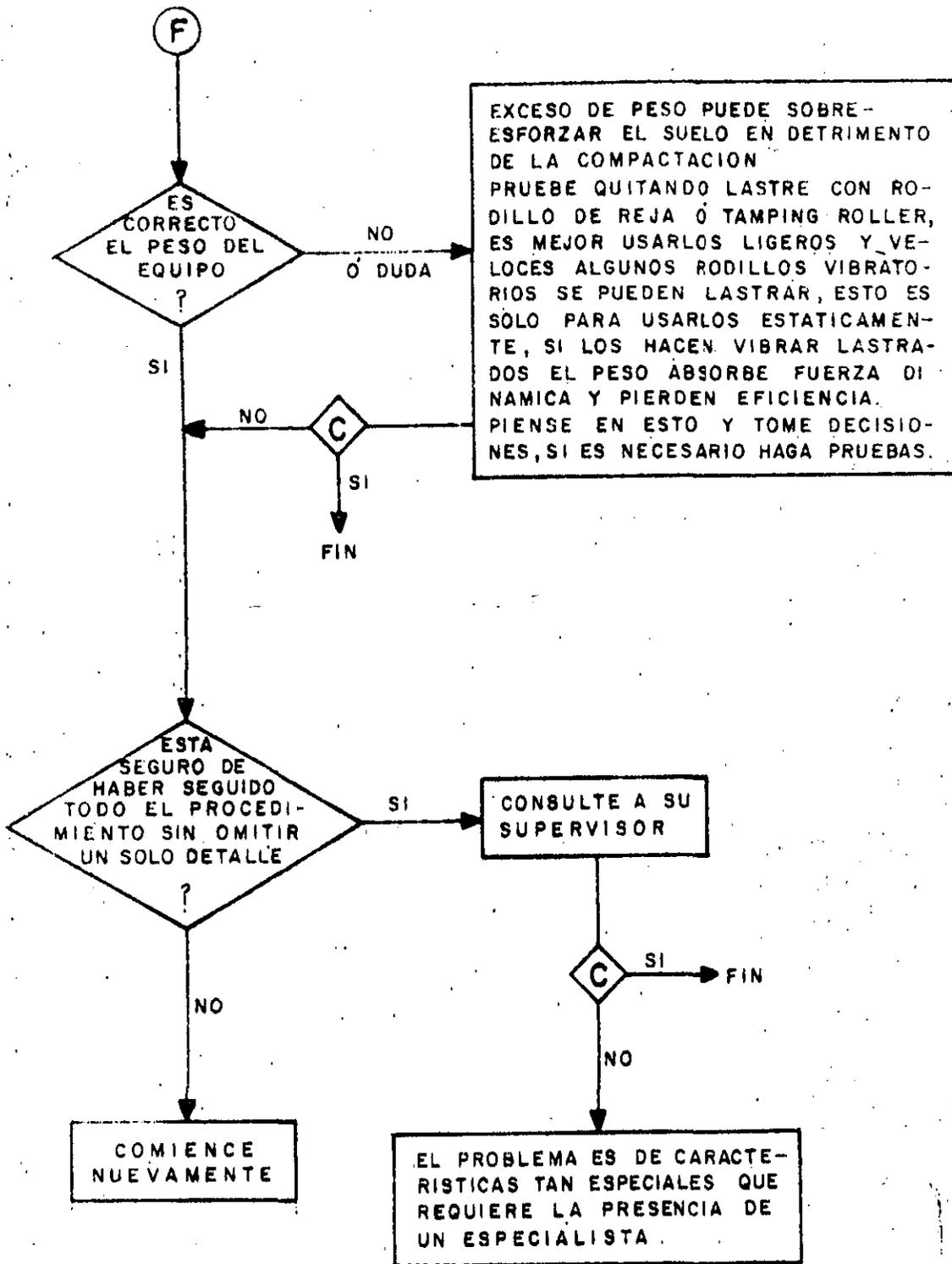
PRIMER DIAGRAMA



SEGUNDO DIAGRAMA







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:

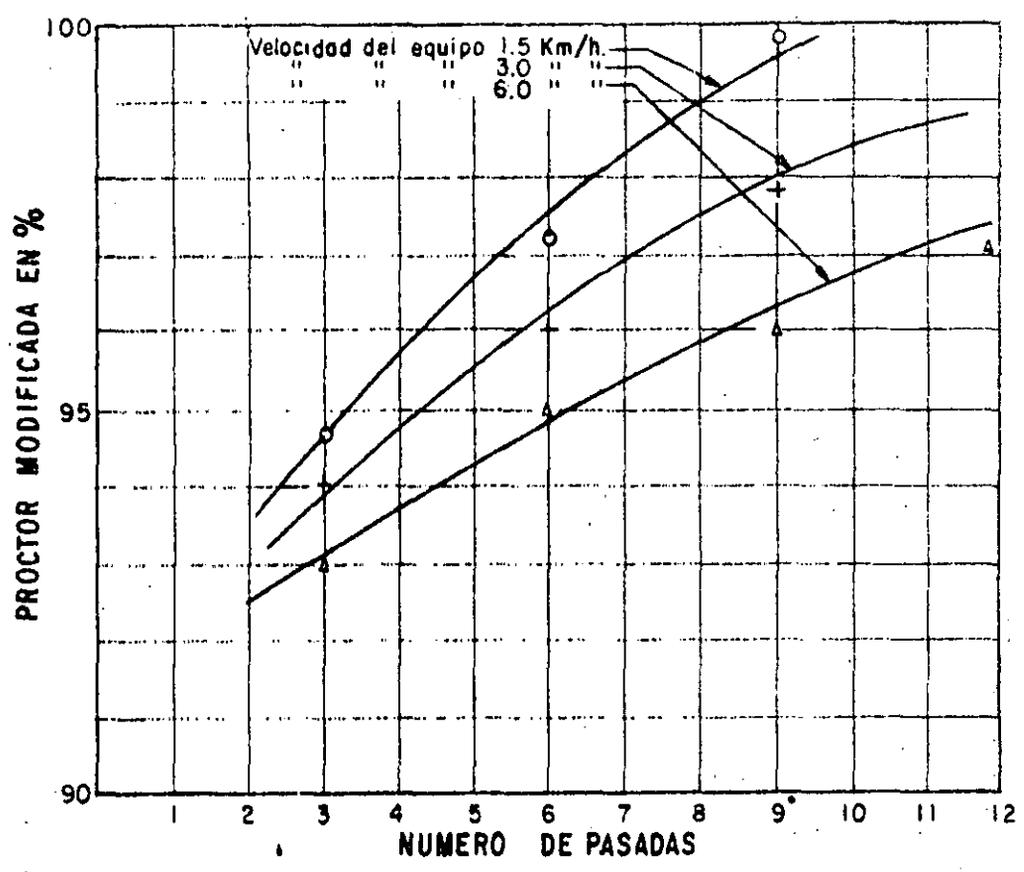
EJEMPLOS TÍPICOS:

EQUIPO	PROFUNDIDAD DE LA CAPA (CM)	No. DE PASADAS	
		PARA 90%	PARA 95%
RODILLO METÁLICO	10 A 20	7 A 9	10 A 12
NEUMÁTICO LIGERO	15 A 20	5 A 6	8 A 9
NEUMÁTICO 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 GRÁFICA SIGUIENTE	

Conociendo la capacidad de producción de un compactador y para conocer el costo del (m³) 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-vibrotorio

de cualquier otro costo horario de equipo de construcción.

Es decir se deben obtener:

A) Cargos fijos.

Depreciación

Intereses

Seguros

Almacenaje

Mantenimiento

B) Consumos

Combustibles

Lubricantes

Llantas.

C) Operación

D) Transporte

Sumando.

A) Cargos fijos

B) Consumos

C) Operación

D) Transporte

COSTO HORARIO

Determinado el costo horario del equipo y conociendo la producción del mismo, para un cierto grado de compactación, se puede obtener el costo por (m) 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

	\$ 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 (suelos)
Número de pasadas	= 4 para 95%

Coefficiente de reduccion = 0.7

Eficiencia = 0.75

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

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

2. Rodillo autopropulsado

Ancho = 2.14 m

Velocidad = 4.5 km/h

Espesor = 20 m (suelto)

Número de pasadas = 4 para 95%

Coefficiente de reduccion = 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 (suelto)

Número de pasadas = 2 (por ser dos rodillos)

Coefficiente de reduccion = 0.7

Eficiencia = 0.75

$$P = \frac{1.50 \times 4 \times 20 \times 10 \times 0.8}{2} \times 0.75$$

P R E G U N T A S

- 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 ii

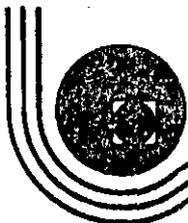
B) Rodillos Vibratorios

$$\text{Costo} = \frac{\$ 1,000.00/\text{h}}{262 \text{ m}^3/\text{h}} = \$ 3.82/\text{m}^3$$

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.

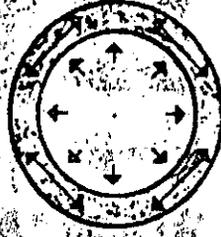


**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

MOVIMIENTO DE TIERRAS
SALTILLO, COAHUILA
DEL 26 al 30 DE AGOS.

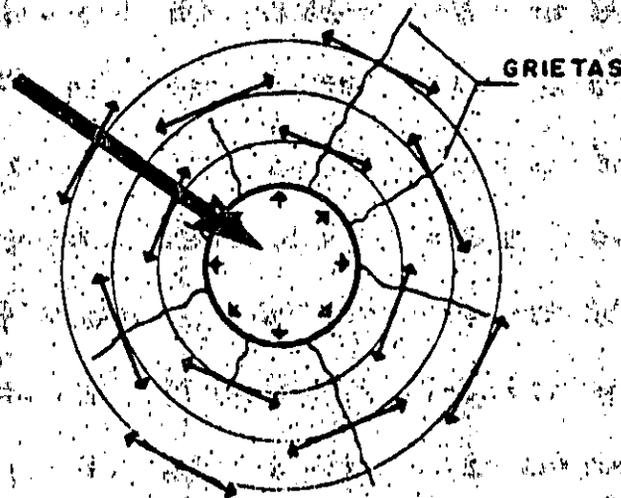
EXPLOTACION DE ROCAS

ING. FEDERICO ALCARAZ LOZANO
AGOSTO DE 1985



LAS PAREDES DE UN TUBO DE ACERO SOMETIDO A PRESION INTERNA, ESTAN SOMETIDAS A TENSION

**100,000
BARS**



LA ROCA ALREDEDOR DE UN BARRENO CON GASES A PRESION (DEL EXPLOSIVO) ESTA SOMETIDA A TENSION. SI LA PRESION ES SUFICIENTEMENTE GRANDE TAMBIEN LO SERA LA TENSION Y HABRA GRIETAS.

PROPIEDADES.

a) Fuerza.

Por fuerza se entiende la energía ó potencia del explosivo; energía que a su vez determina el empuje ó fuerza que desarrolla y, por consiguiente, el trabajo que es capaz de hacer. Las dinamitas nitroglicéricas se clasifican según la proporción de nitroglicerina por peso que contienen. La dinamita nitroglicérica de 40% de fuerza, por ejemplo, contiene realmente 40% de nitroglicerina. La fuerza de acción de este tipo de explosivo se toma como base para la clasificación de todas las demás dinamitas. Así pues, la fuerza de cualquier otra dinamita, expresada en tanto por ciento, indica que esta revienta con tanta potencia como otra alaca equivalente de dinamita nitroglicérica en igualdad de peso.

Pocas son las personas entre las que usan dinamitas que entienden bien la energía relativa de las dinamitas de diferentes porcentajes de fuerza. Suele creerse que la energía verdadera desarrollada por estas distintas fuerzas guarda proporción directa con los porcentajes marcados. Se cree, por ejemplo, que la dinamita de 40% es dos veces más fuerte que la de 20%.

La inexactitud de esta creencia ha sido demostrada por cuidadosas pruebas de laboratorio, cuyos resultados se indican en la tabla siguiente que muestra el número de cartuchos de determinada fuerza necesaria para igualar un cartucho de diferente fuerza y de la misma densidad.

d) **Densidad.**

La densidad de una dinamita se expresa en forma del número de cartuchos de 1 $\frac{1}{4}$ " 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 tabla 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.

50-8290921754

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
SUPERMEXAMON "D" SACOS DE 25 KGS.	SACO	"	1,750.00
MEXAMON "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/>			
MECHA CLOVER EN ROLLOS DE 50 MTS.	ROLLO	\$	1,363.00
MECHA 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
OMMETRO 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	7.00
DE 3.00 MTS.	DE 25 A 300 MSEGUNDOS	181.00	196.00	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 "0" A 90. TIEMPO	"	"	277.00
DE 5.00 MTS. DE "0" A 90. TIEMPO	"	"	328.00

LOS PRECIOS SON D.A.M. EN TLAXIPAN, D.F., Y ESTAN SUJETOS A CAMBIO SIN PRELAVO AVISO, RIGIENDO AQUELLOS 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.

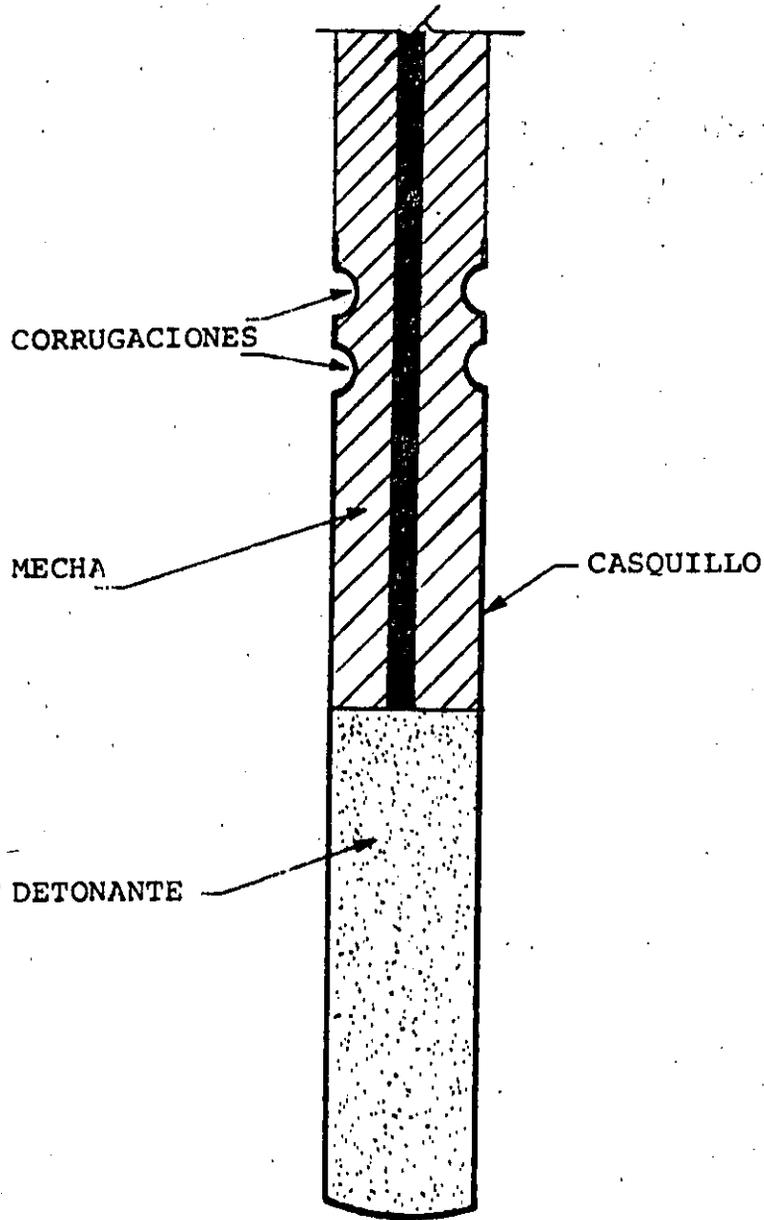
b) Estopines eléctricos.

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.

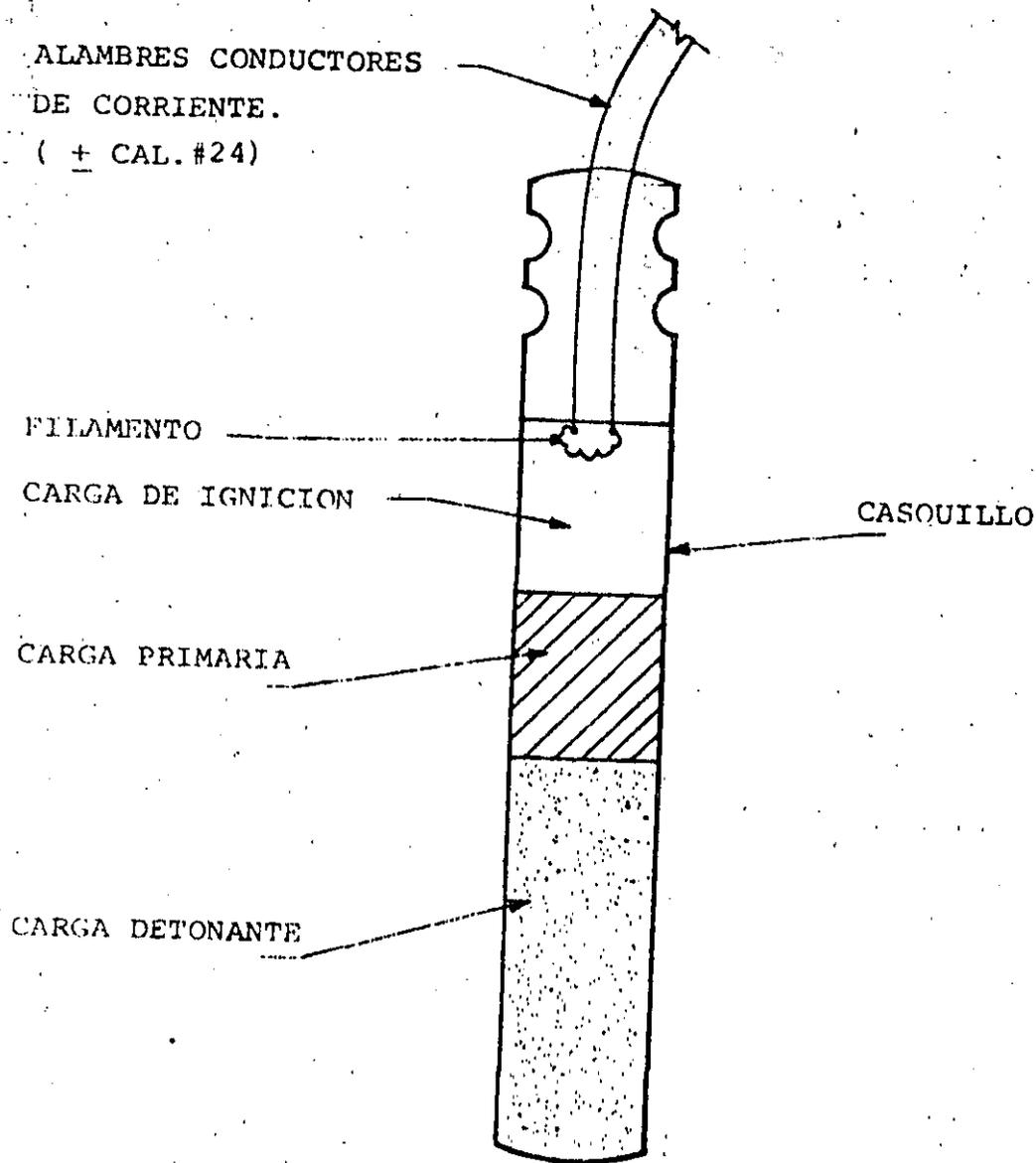
El dispositivo para la detonación con electricidad consiste en dos alambres con aislamiento de plástico, con un tapón de hule que mantiene los alambres en su lugar y un puente de alambre anticorrosivo de diámetro pequeño, que une las terminales de los alambres debajo del tapón. Cuando se aplica la corriente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

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	

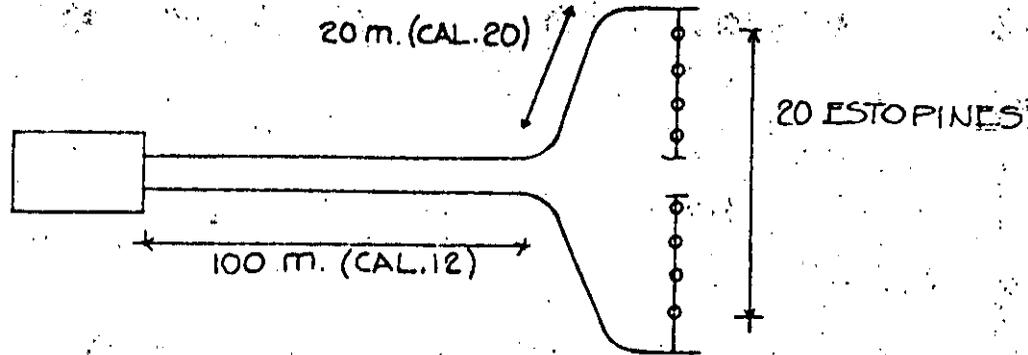
RESISTENCIA DE ALAMBRE DE COBRE

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:

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

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

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

$$\underline{62.80 \ \Omega}$$

$$65.17 \ \Omega$$

$$V = RI$$

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

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.

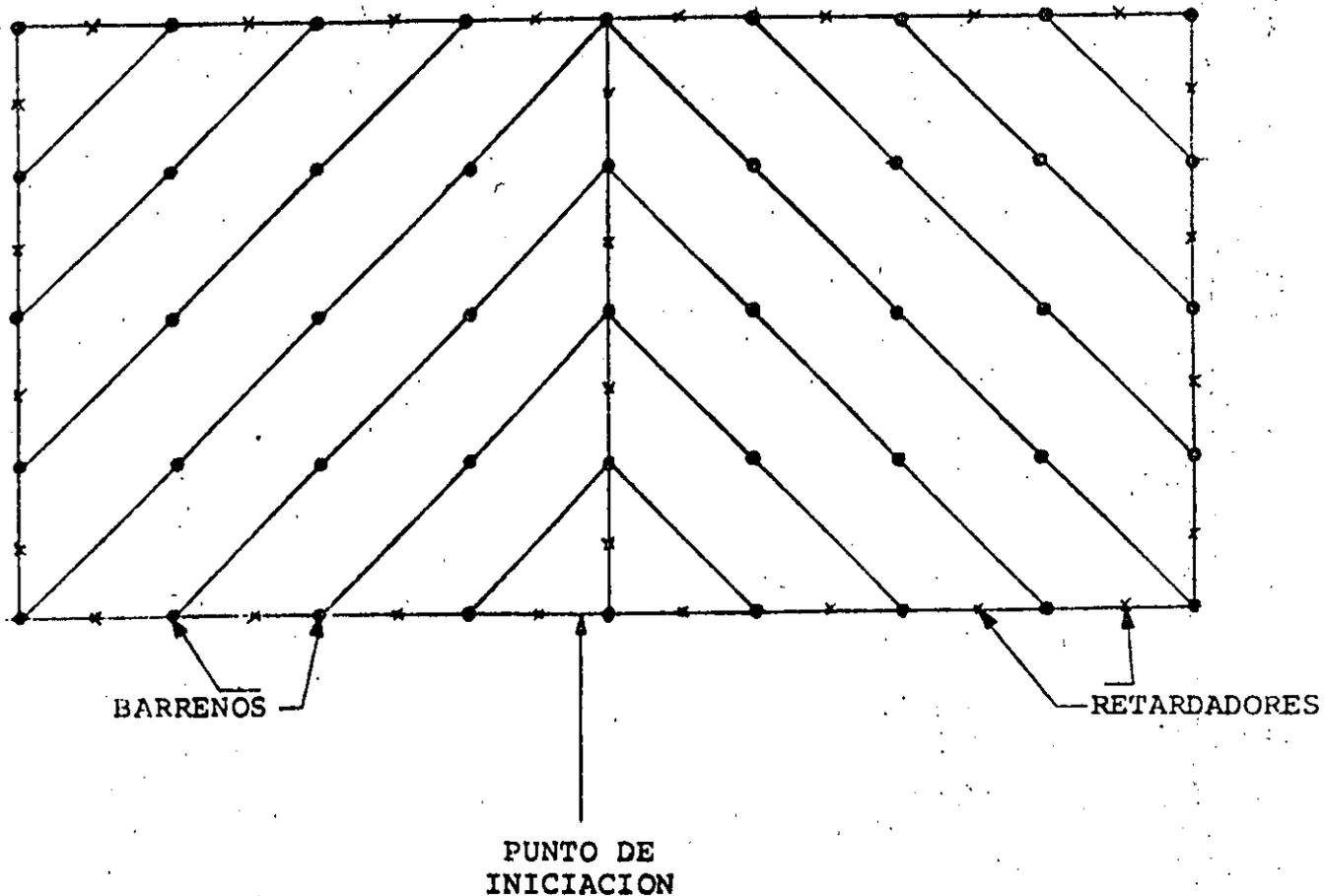
a) Primacord.

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 barreno, de modo que si se conecta al primer cartucho que se coloque en el barreno, actúa como un agente iniciador a todo lo largo de la carga explosiva.

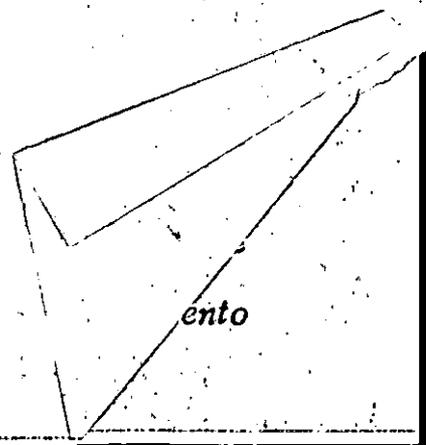
El "primacord" se usa principalmente para disparos múltiples de barrenos grandes en la superficie ya sean verticales y horizontales. Es ilimitado el número de barrenos que pueden dispararse en esta forma.

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 tramos cortos para hacer un trabajo de fi-



CONEXIONES DE PRIMACORD CON RETARDADORES SUPERFICIALES



necesario a la manivela de Volta 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.

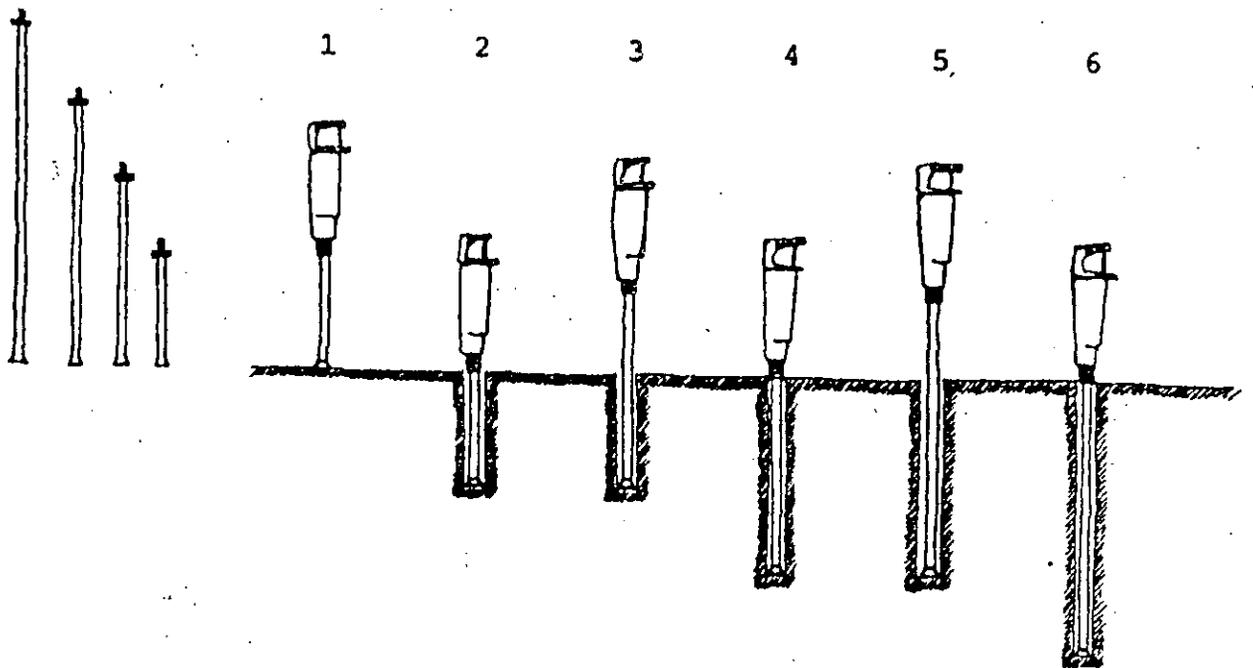
Este instrumento tiene una pila especial de cloruro de plata que proporciona la corriente necesaria para mover una manecilla en una escala graduada. La pila y las partes mecánicas están encerradas en una caja de pasta la cual está provista de dos bornes de contacto. Sirve para probar los estopines eléctricos 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.

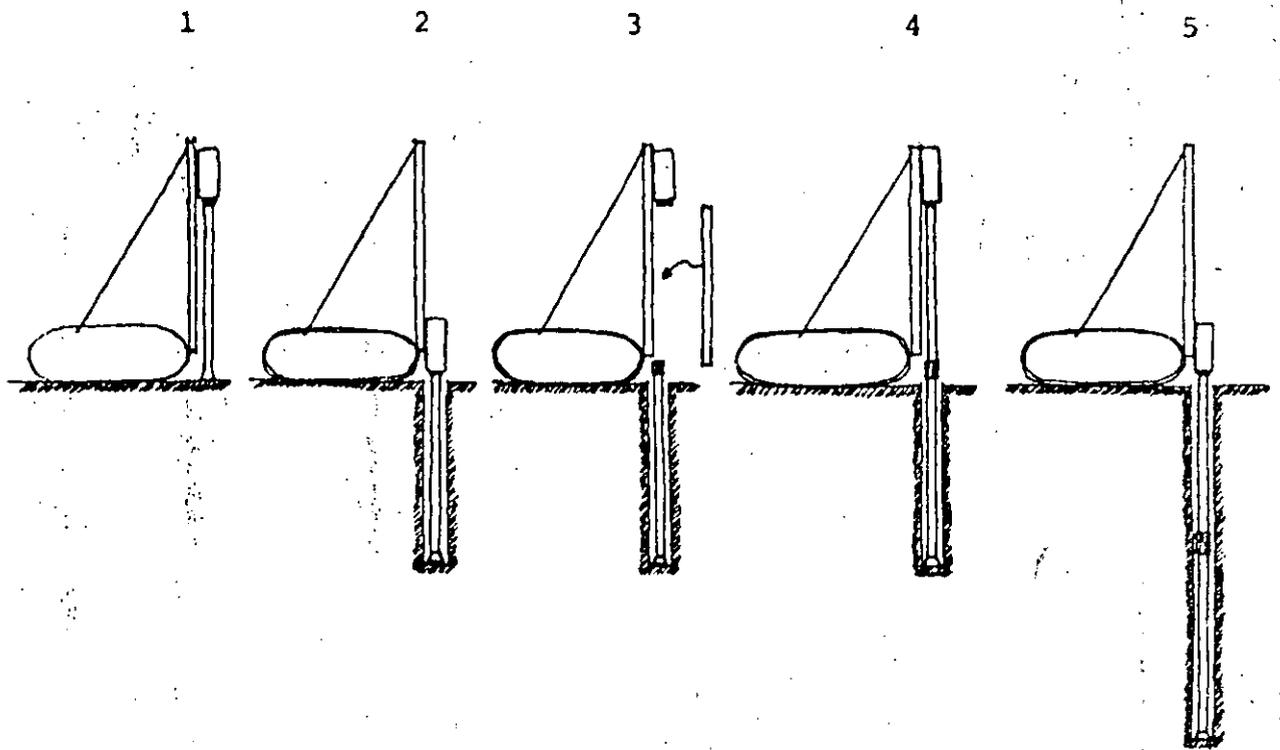
Este instrumento es una combinación del voltímetro y del óhmetro, que sirve para descubrir la presencia de corrientes extrañas, para la lectura de voltaje de las líneas y para medir la resistencia de los circuitos de voladura.

c) Reostato.

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



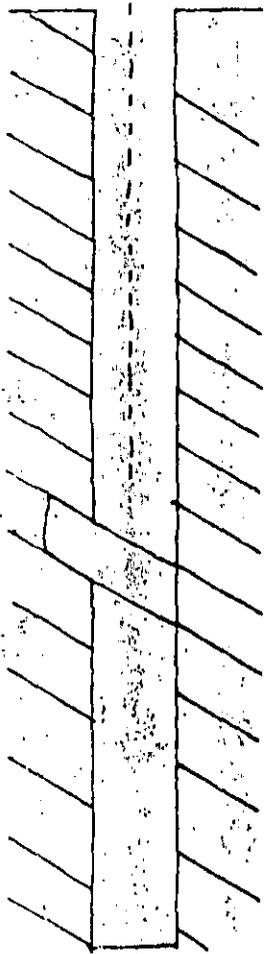
ETAPAS DE BARRENACION CON
ESCALAS DE ACERO.



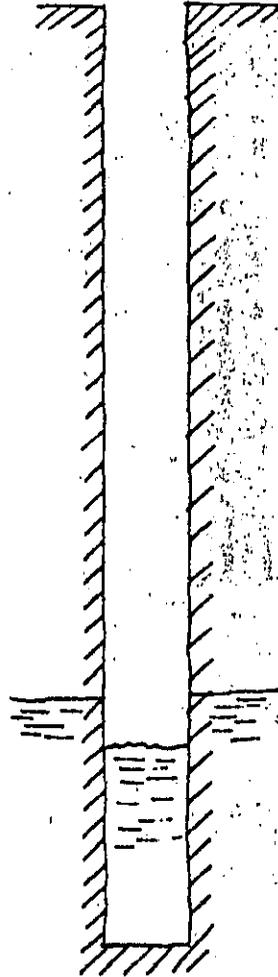
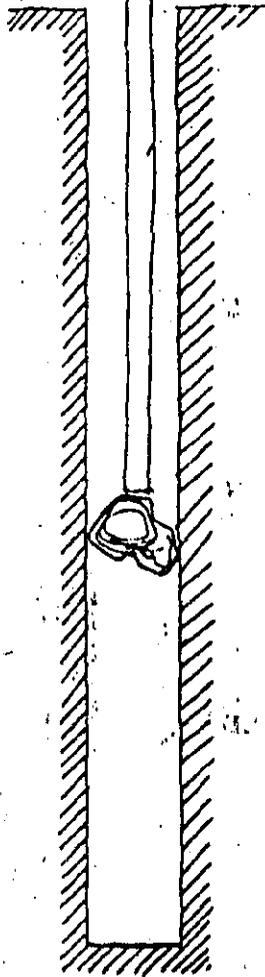
ETAPAS DE BARRENACION CON
ACERO SECCIONAL.

ESPEJO

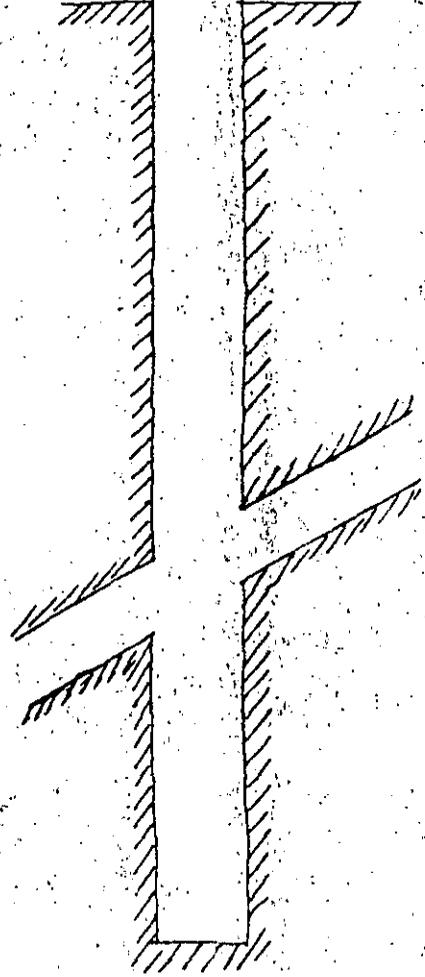
FAINERO



OBSTRUCCIONES

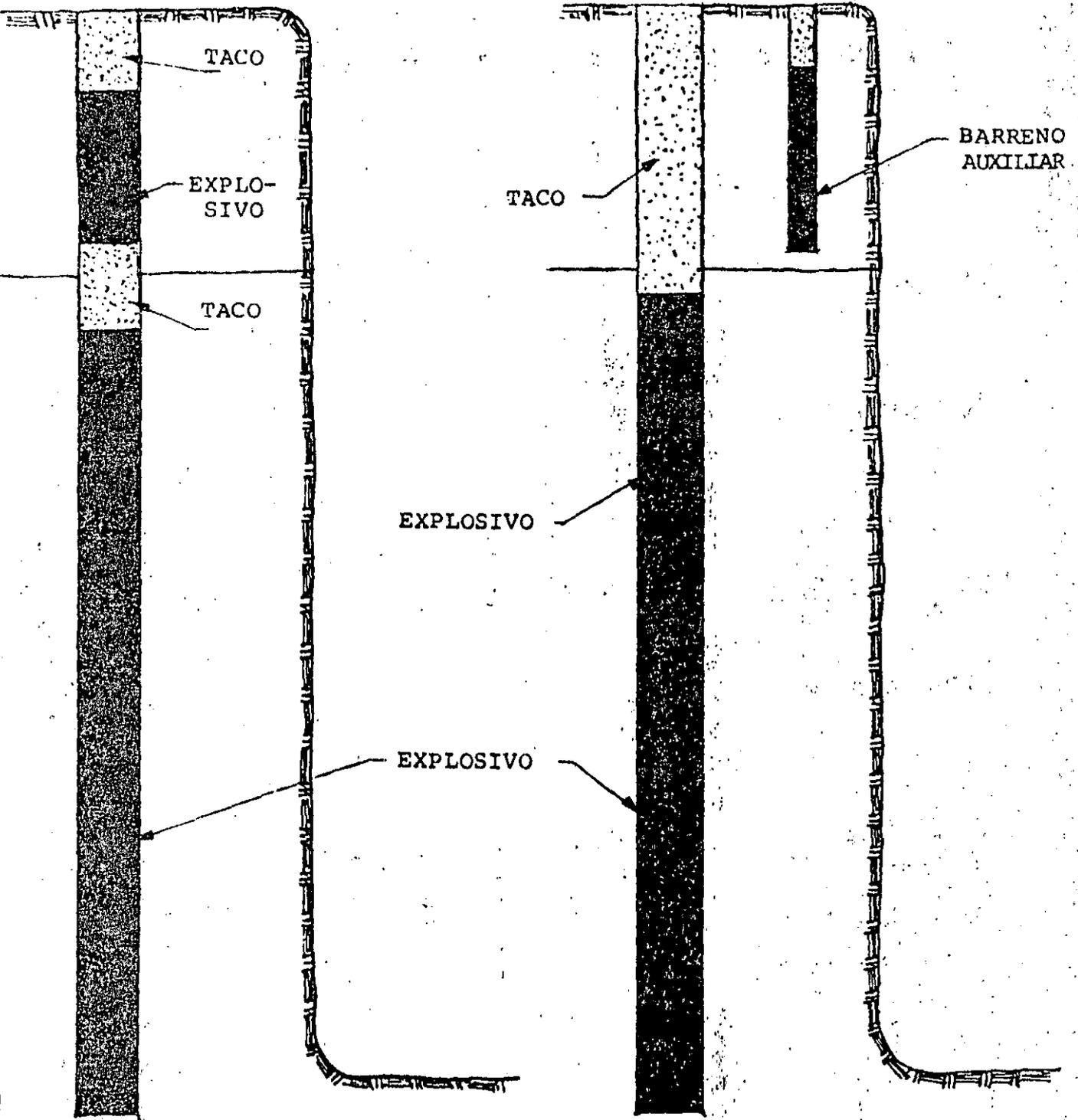


AGUA O
HUMEDAD



HUECOS

REVISION DE UN BARRENO



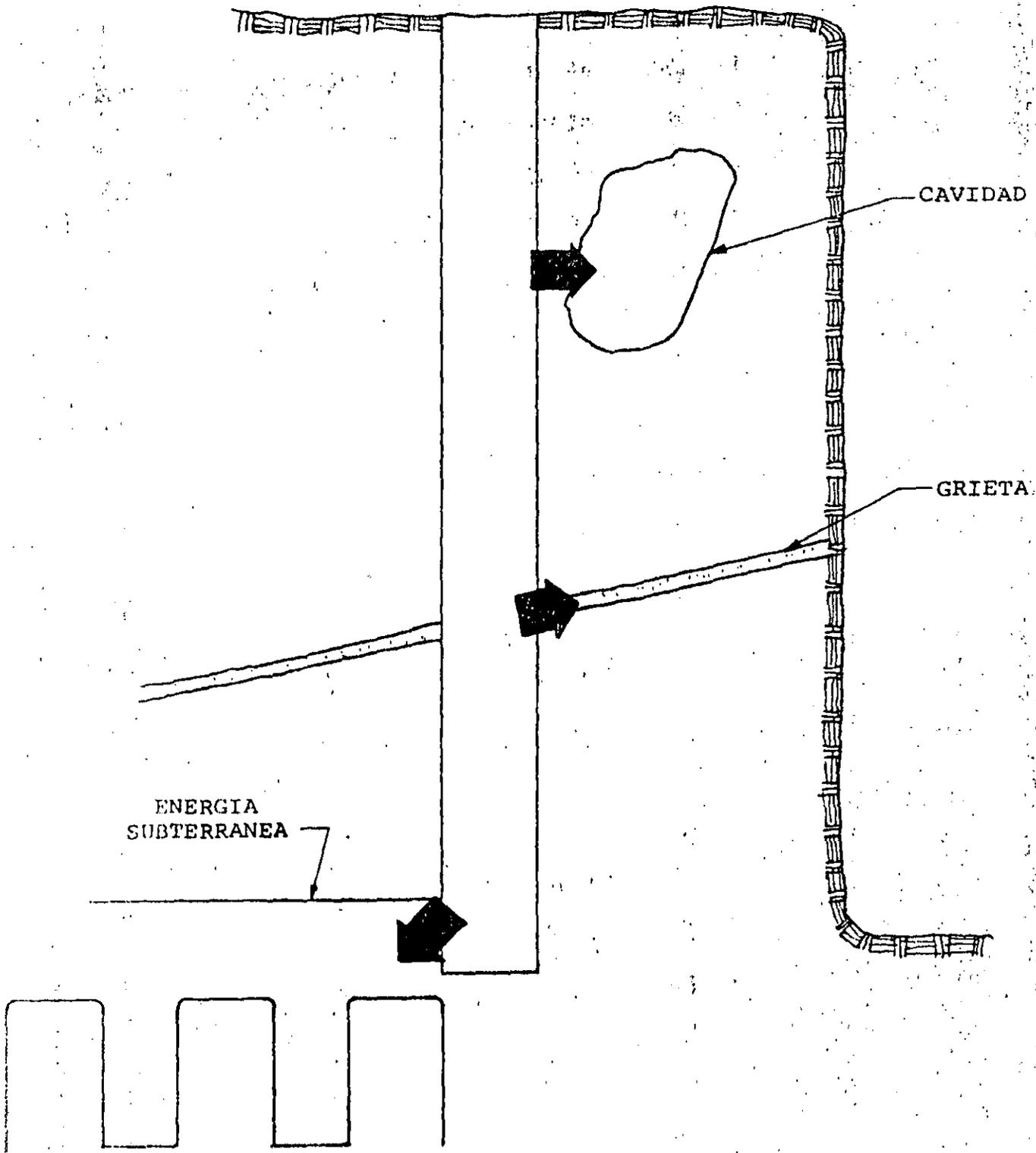
MÉTODOS PARA ROMPER CAPAS MUY RESISTENTES EN LA PARTE ALTA

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
EXPLOSIVO EN ZONAS LEJANAS

INFLUENCIA DE
LA DISPOSICION
RELATIVA DE
LOS BARRENOS

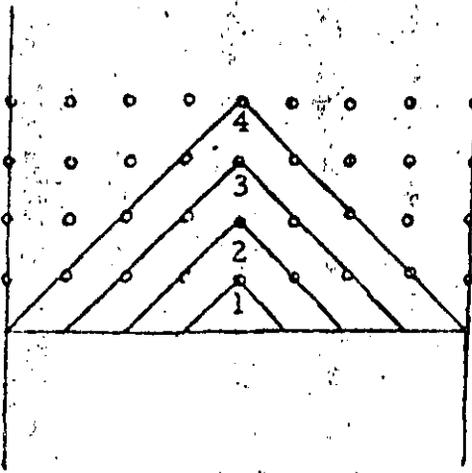


Figura No. 5

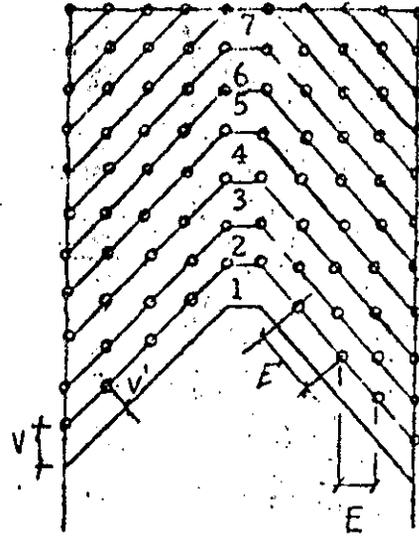


Figura No. 6

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-espaciamiento 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

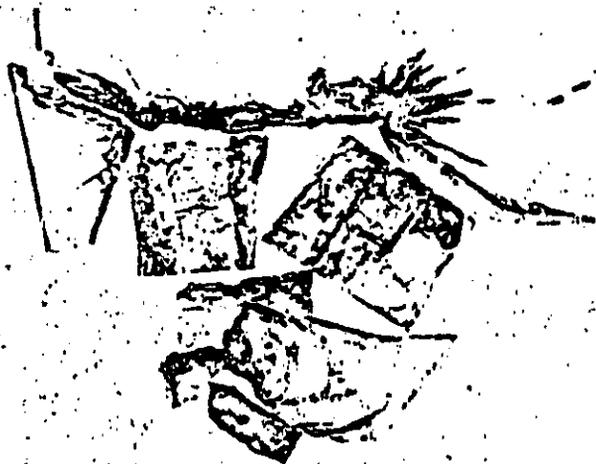
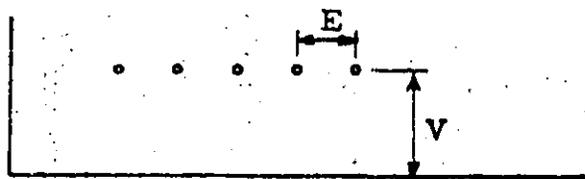


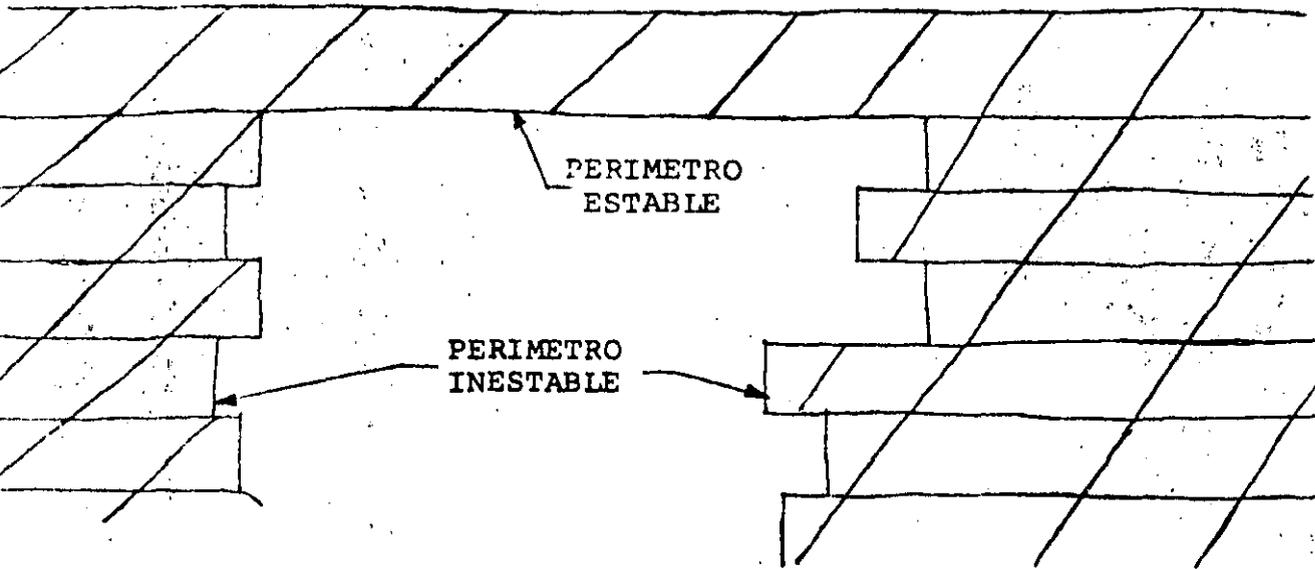
Fig. 7



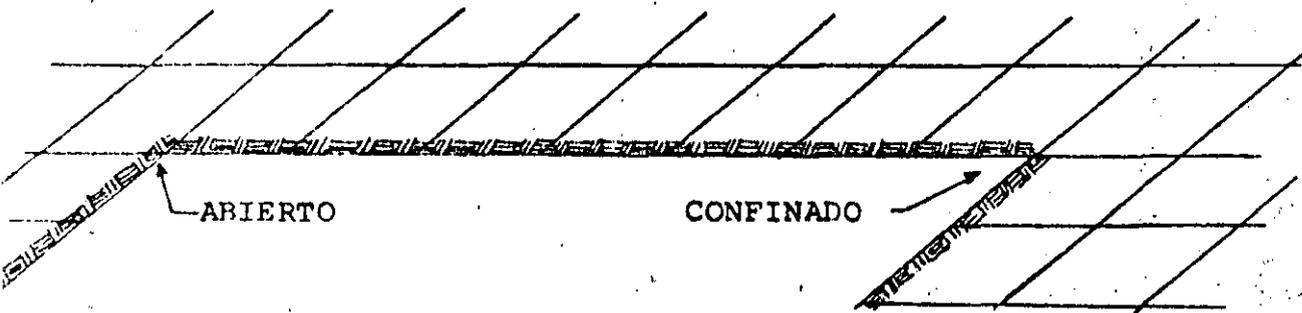
Fig. 7-A

Dónde 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.

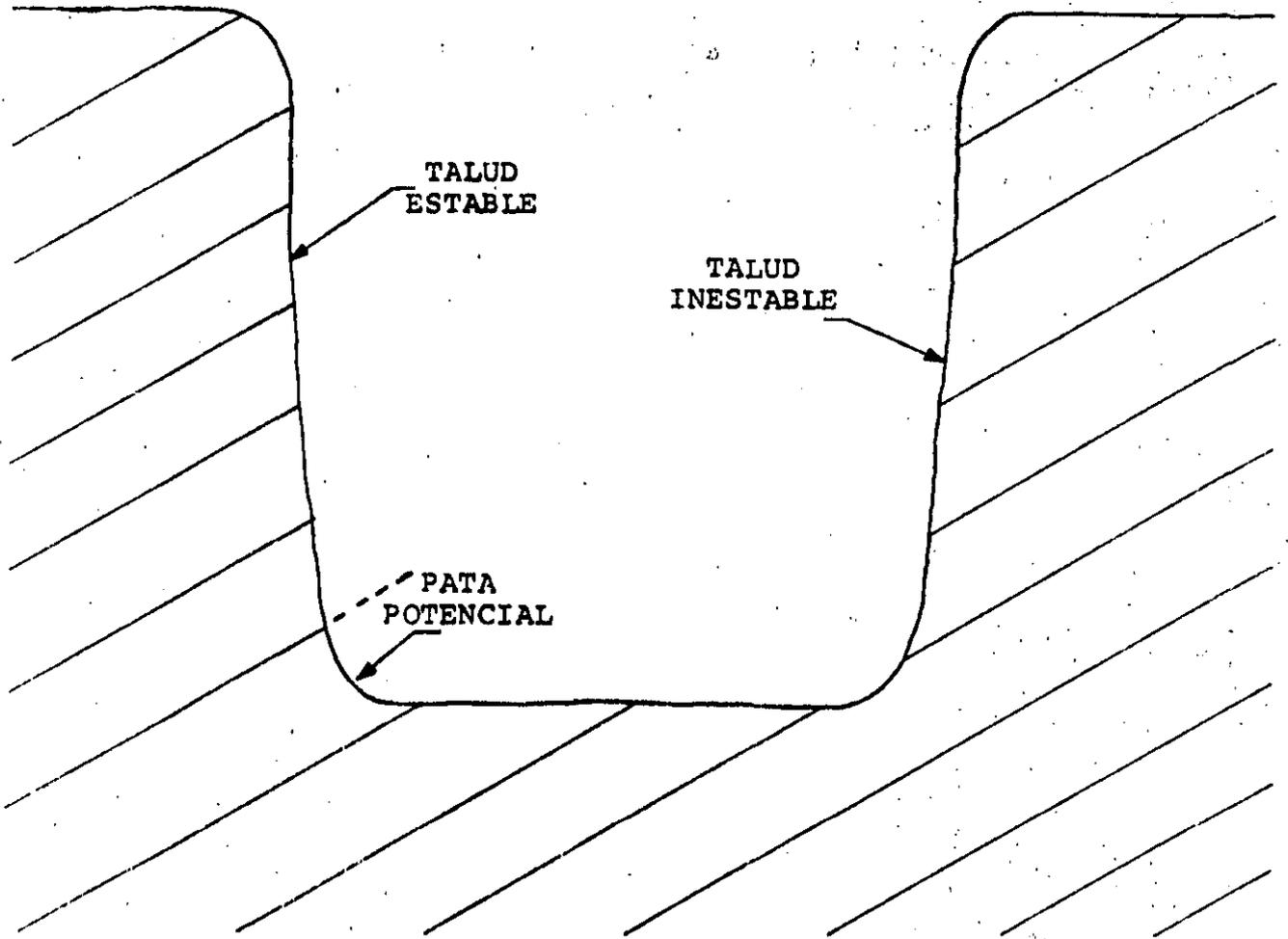


PLANTA
EFECTO DE LA ESTRATIFICACION EN LA
ESTABILIDAD DE LA EXCAVACION



Rincones abiertos y confinados, causados por
la estratificación.

PLANTA



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*

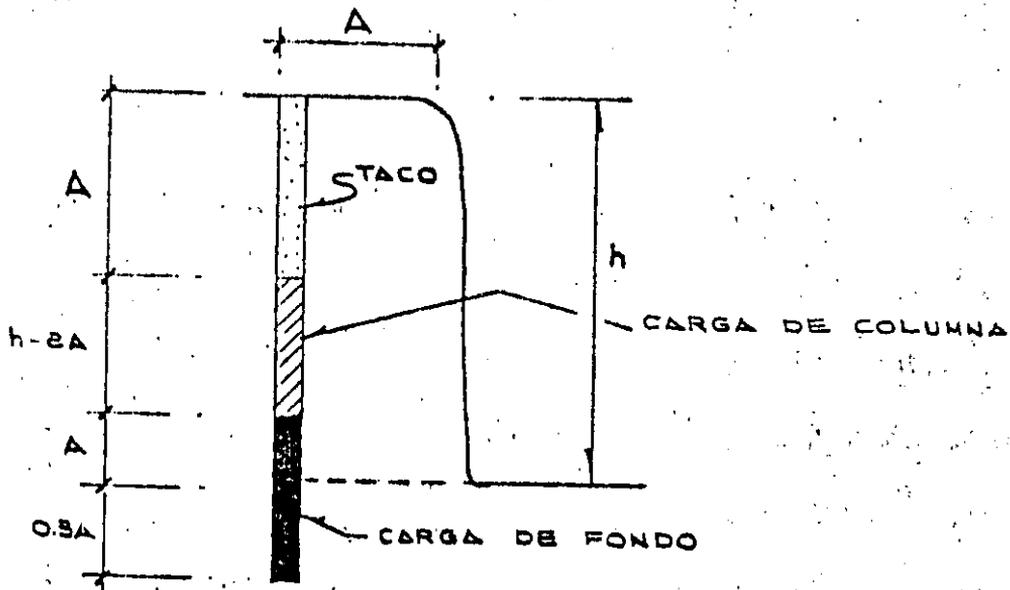
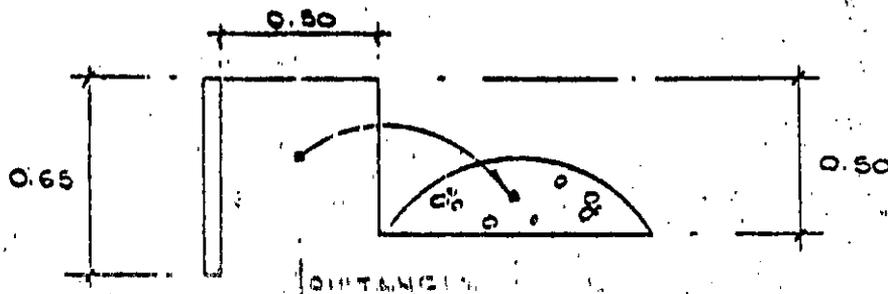


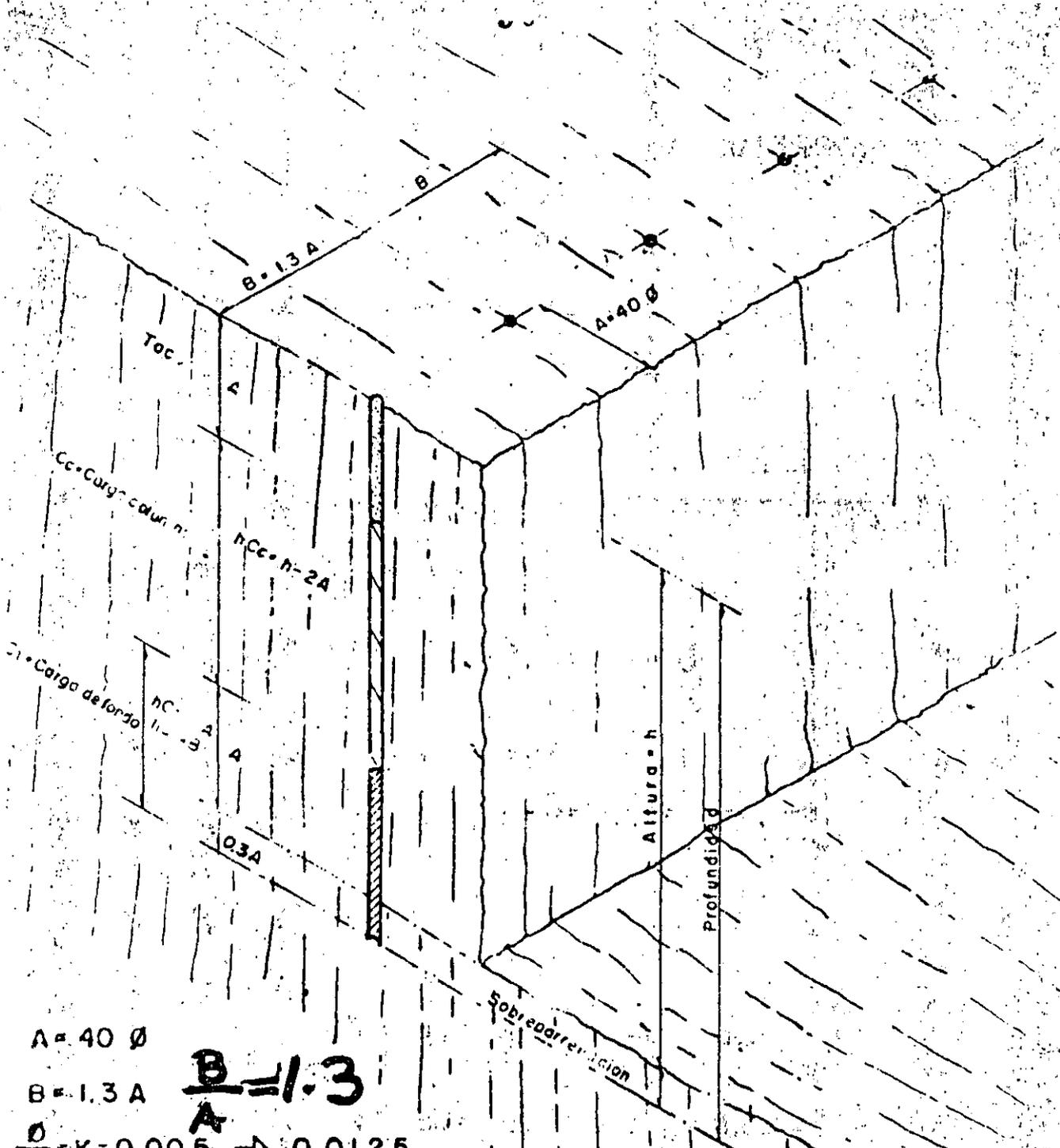
Figura 8.

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.





$A = 40 \text{ } \phi$

$B = 1.3 A$

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

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

$Cf = 2.7 Cc$

$H = 100 \phi$

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

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			
<u>Dinamita Extra</u>	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			
Teval		1.60			

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 O BERMA:

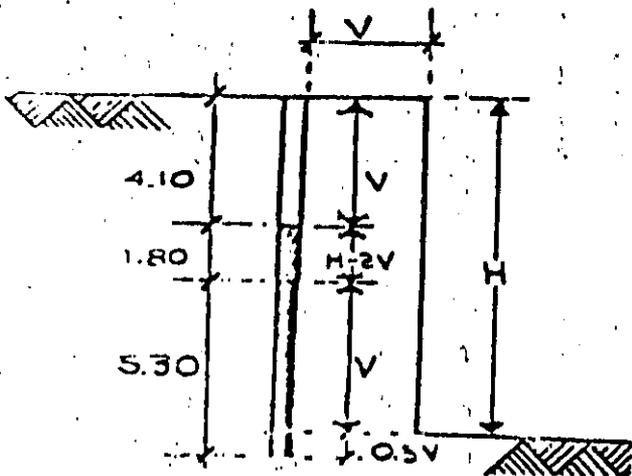
$$V_T = 45 d \quad (\text{TEÓRICA})$$

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

EJEMPLO:

$$d = 4''$$

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



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

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

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

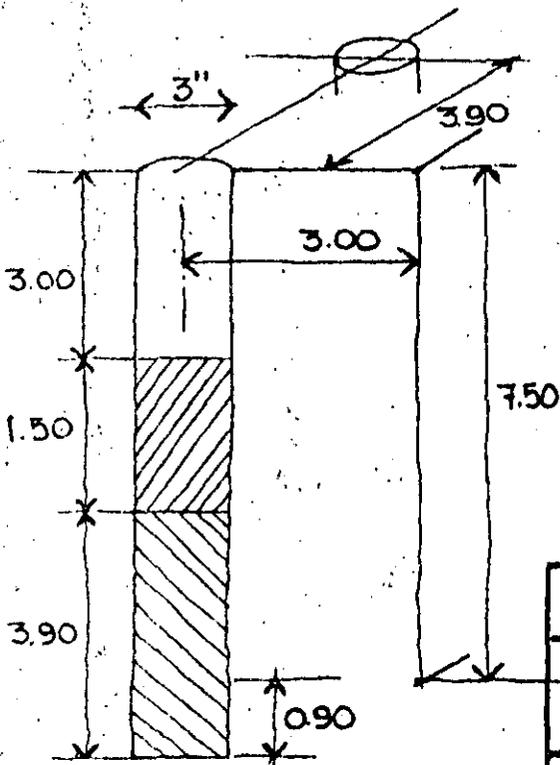
$$q_f = 0.001 \times \frac{100}{2} = 10 \text{ Kg/m.}$$

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

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

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

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



$$v = 3.90 \times 3 \times 75 = 87.75 \text{ m}^2$$

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

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

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

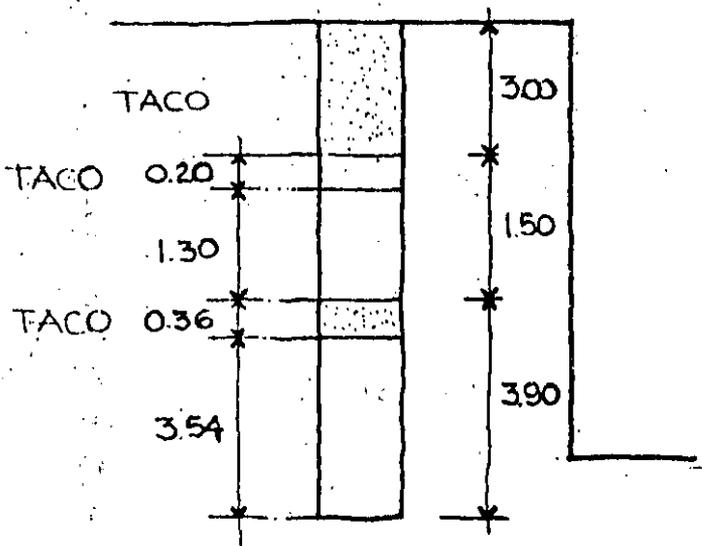
$$C_f = 22.41 \text{ Kg.}$$

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 CEBÓS Y A DESPERDICIA BARRENACIÓN.

SI QUISIERAMOS DEJAR ASÍ EL BARRENO QUEDARÍA:



- A) DISPONEMOS DE 1.5 M PARA CARGA DE COLUMNA Y SÓLO NECESITAMOS 1.30 M., SOBРАН 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, SOBРАН 0.36 M. DE BARRENO (10%)
 $(3.90 \div 3.54 = 1.10)$

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. ÉSTE 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:

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

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

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

56

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

$$A = R \times B$$

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

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

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

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:

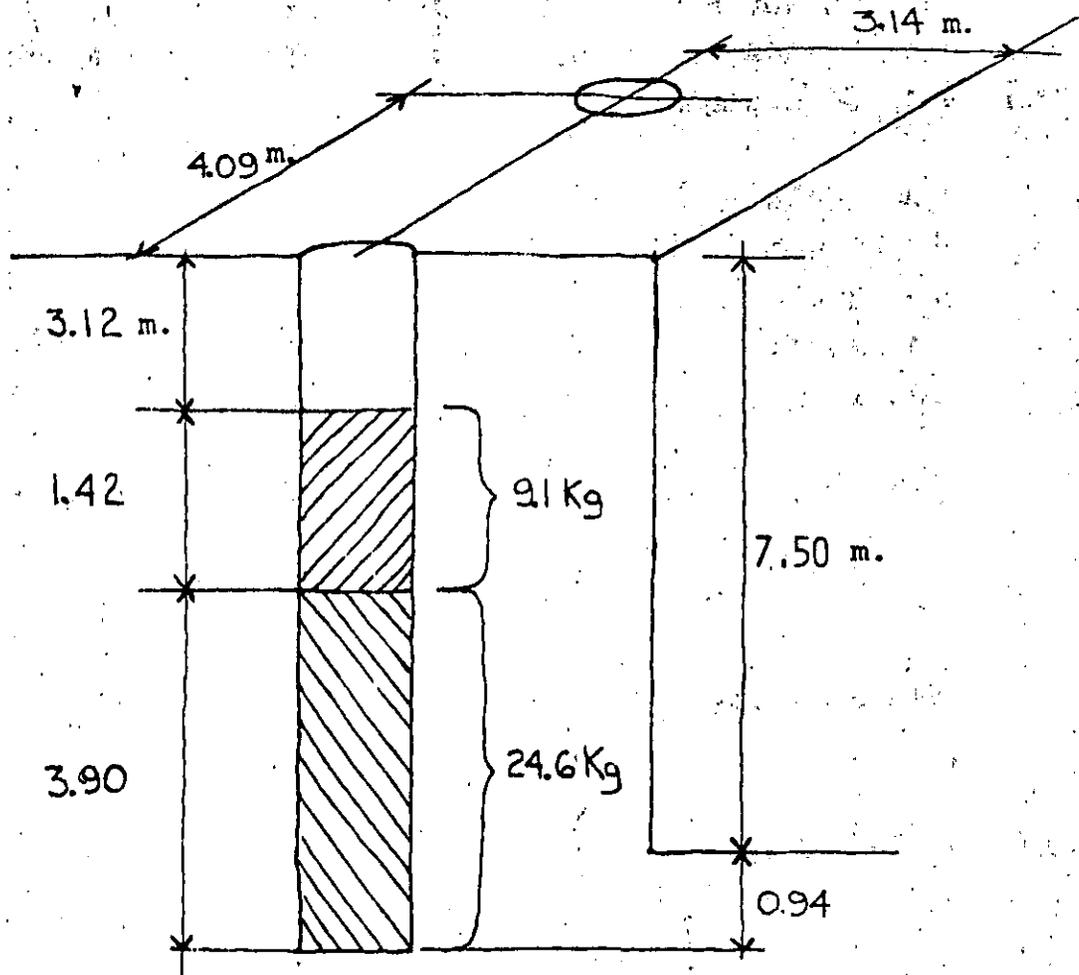
$$V = 3.14 \times 4.09 \times 7.5 = 96.31 \text{ M}^3$$

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

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

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

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 RELACION 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: $B/A = 1.3$

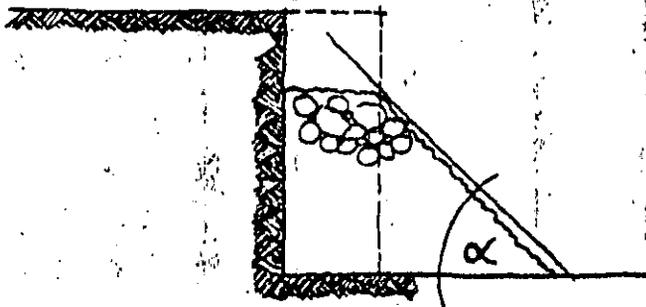
EN LA PRUEBA 2: $B/A = 1.5$

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.

1°) 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:

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

$$B' = A' R$$

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%

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

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

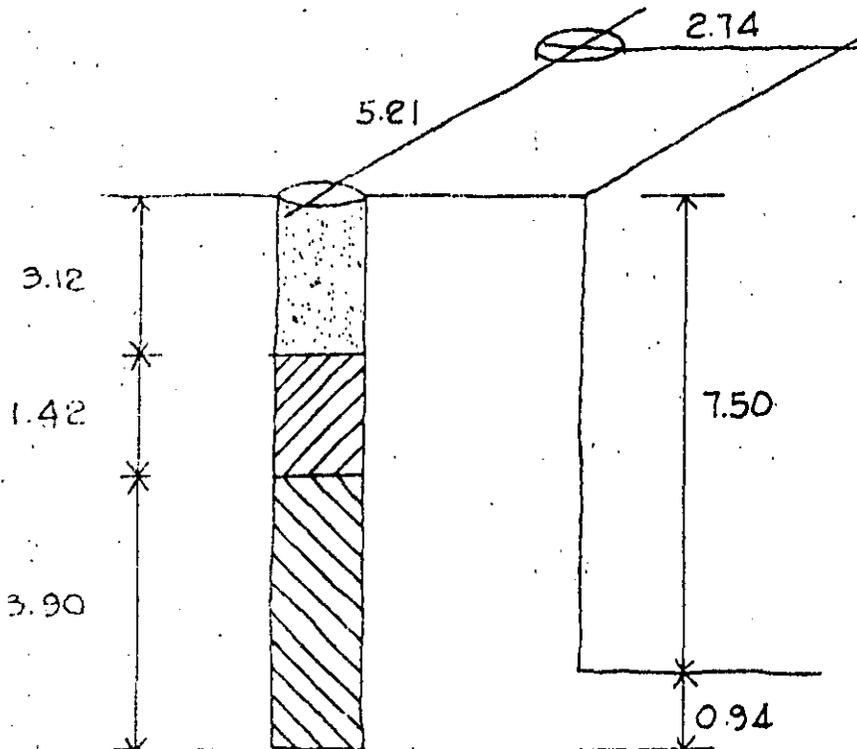
CON ESTAS SEPARACIONES, Y EL MISMO DISEÑO DE BARRENO SE REALIZAN NUEVAMENTE PRUEBAS EN EL BANCO OBSERVANDO EL ÁNGULO α Y LAS PROYECCIONES.

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, todas 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 disparan 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.

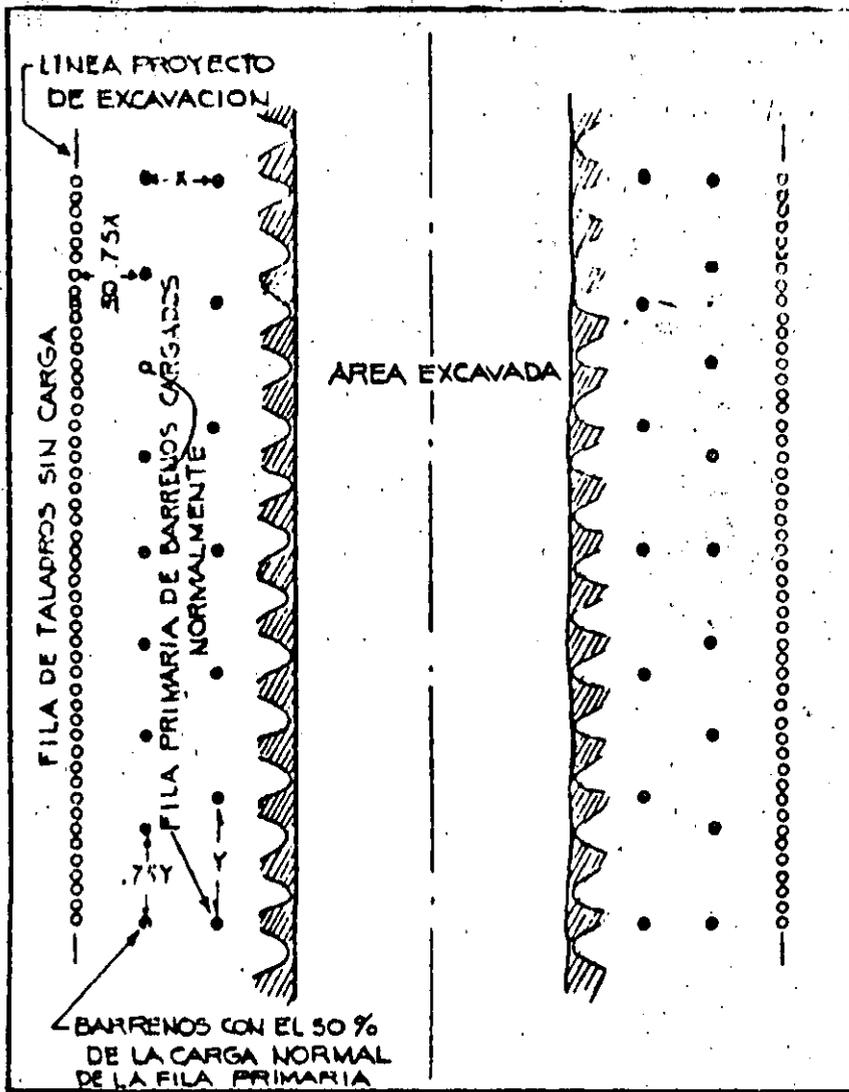
Aplicación.

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 volado la pala, 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.

Obviamente, a mayor distancia de la pared terminada, el efecto amortiguador a por-

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 ½	3	4	0.08 - 0.25
3 - 3 ½	4	5	0.13 - 0.50
4 - 4 ½	5	6	0.75 - 0.75
5 - 5 ½	6	7	0.75 - 1.00
6 - 6 ½	7	9	1.00 - 1.59

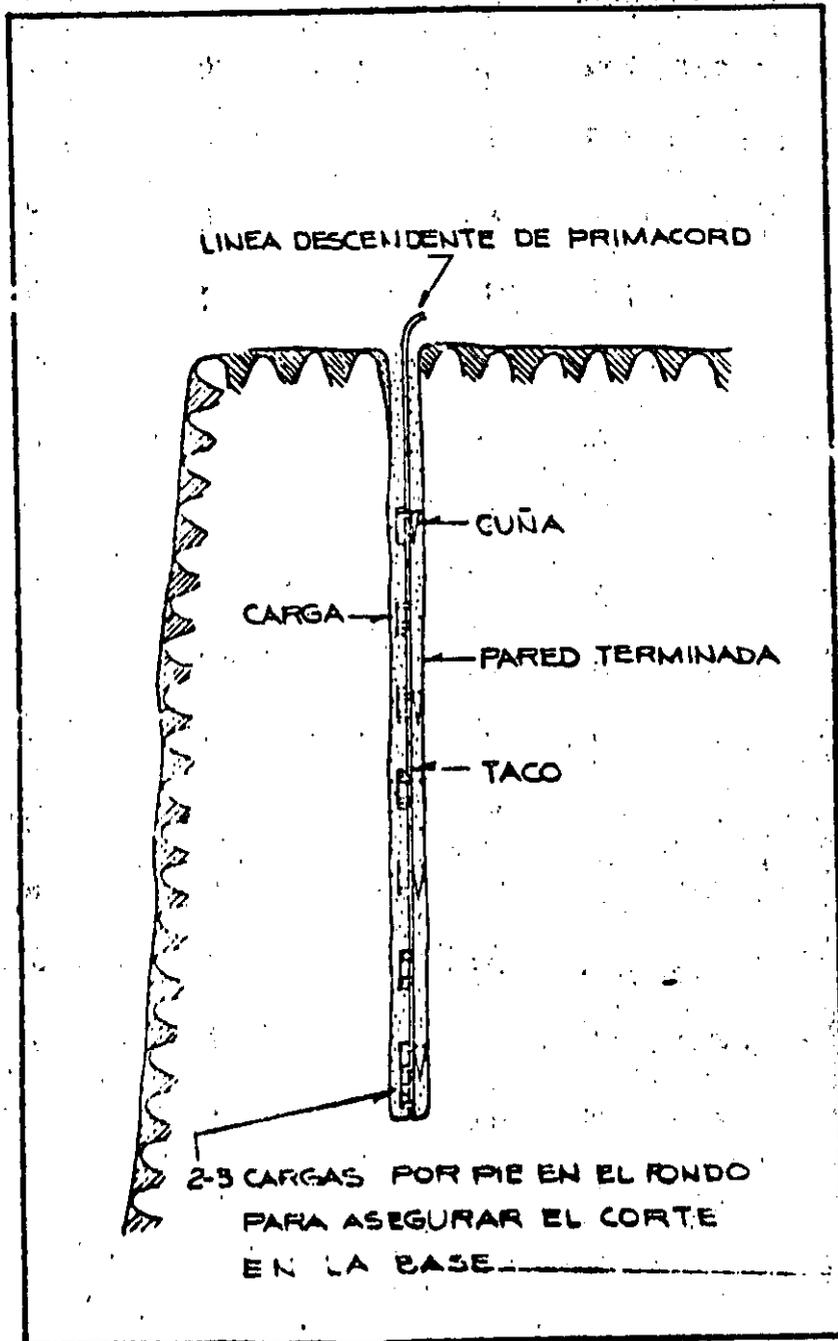
(1). - *Dependen de la naturaleza de la roca.
Las cifras anotadas son promedios.*

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

Trabajos a cielo abierto. - El banco ó perma y el espaciamiento - -
variarán de acuerdo con el diámetro de los barrenos que se hagan. -
La Tabla III muestra una guía de patrones y cargas para diferentes
diámetros de barrenos. Nótese que los números mostrados cubren
un campo promedio debido a las variaciones que resultan del tipo -
de formación por volarse. Con este procedimiento los barrenos se
cargan con cartuchos enteros ó fraccionados atados a líneas de Pri-
macord a manera de rosario, usándose generalmente cartuchos de -
1 ½" de diámetro por 8" de largo y colocándose a 1 ó 2 pies de sepa-
ración.

Para efectos de un amortiguamiento máximo las cargas deben colo-
carse dentro del barreno tan próximas como sea posible a la pared
correspondiente al lado de la excavación. (Ver figura 9).

Figura 9



COLOCACION DE LAS CARGAS DE EXPLOSIVO PARA VOLADURAS AMORTIGUADAS.

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 taldros-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)

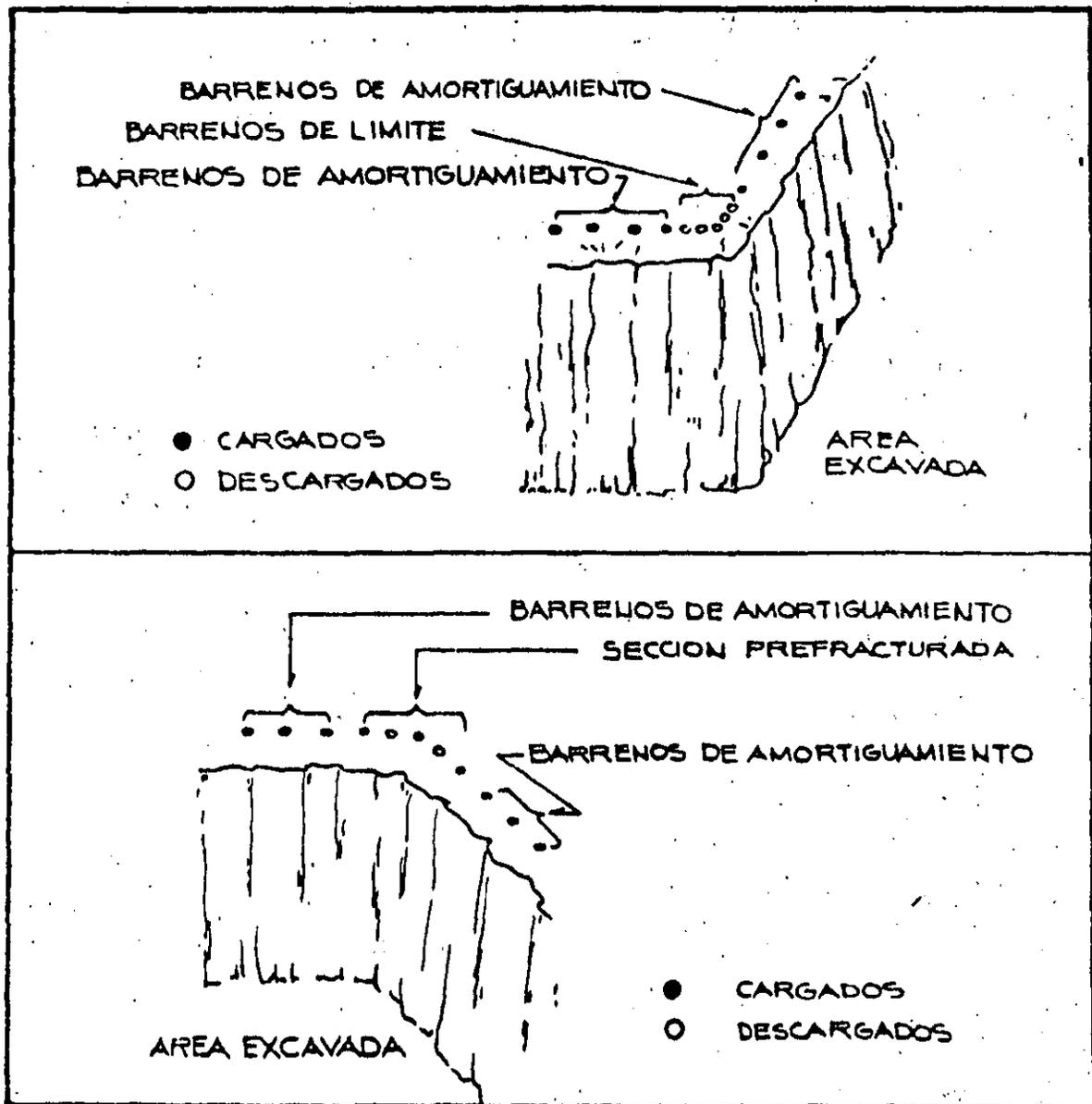
VENTAJAS.

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.

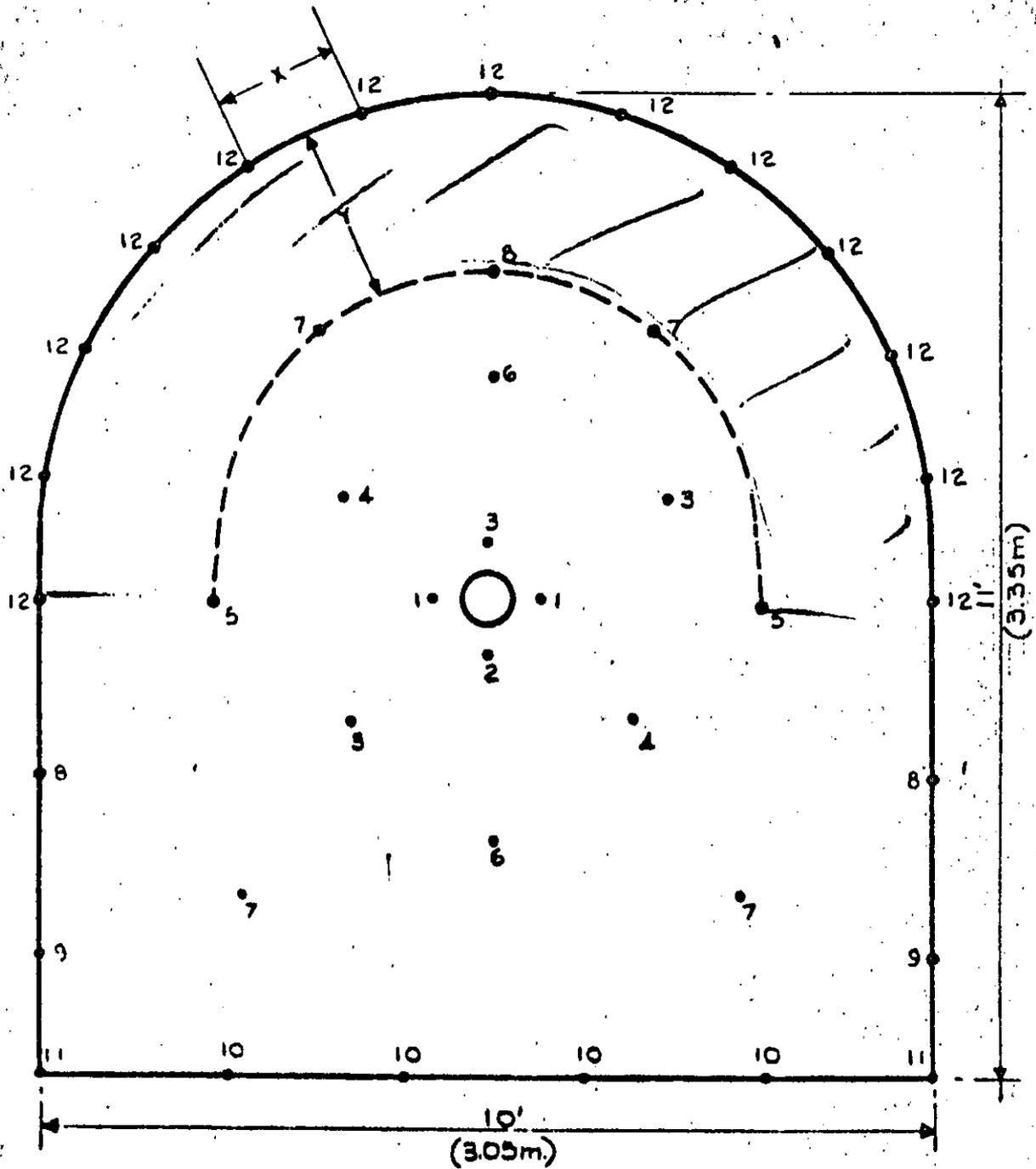
APLICACION.

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.

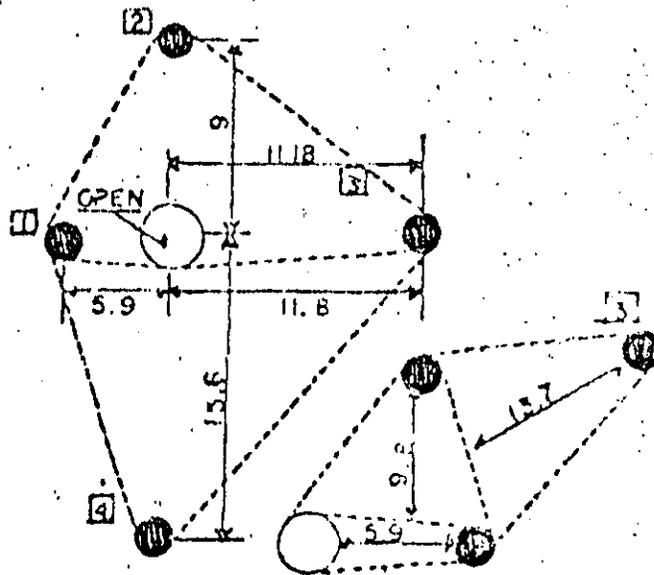
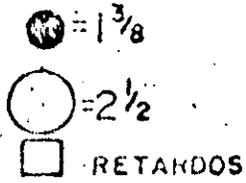
Empleando el método de la Voladura Perfilada ó de Afine con cargas ligeras y bien distribuidas en los barrenos perimetrales, se requieren menos soportes y resulta una menor sobreexcavación.

Aún en formaciones homogéneas más duras, este método proporciona techos y paredes más lisos y más firmes.

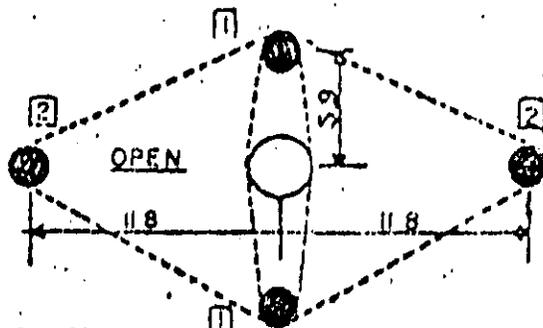
Figura 11.



PLANTILLA TIPICA PARA EXPLOSIONES
RETARDADAS EN GALERIAS DE AVANCE



CUÑA QUEMADA CONCENTRICA



CUÑA QUEMADA SIMETRICA DE UN SOLO BARRENO

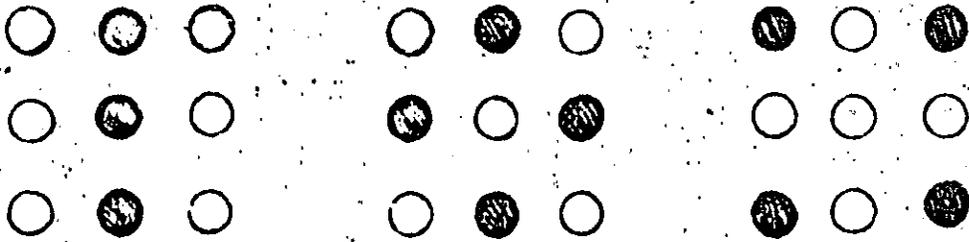
NOTA:

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

CUÑA QUEMADA CUADRADA O RECTANGULAR

 CARGADO

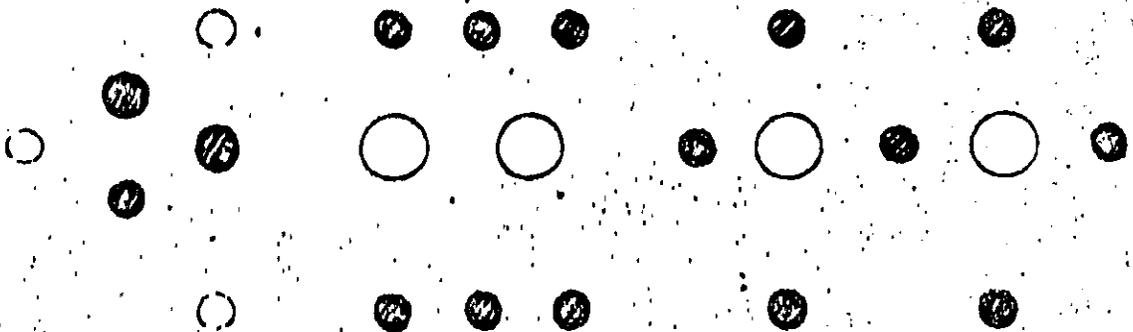
 VACIO



FRAGIL O PLASTICO
C D E I



FRAGIL O PLASTICO.

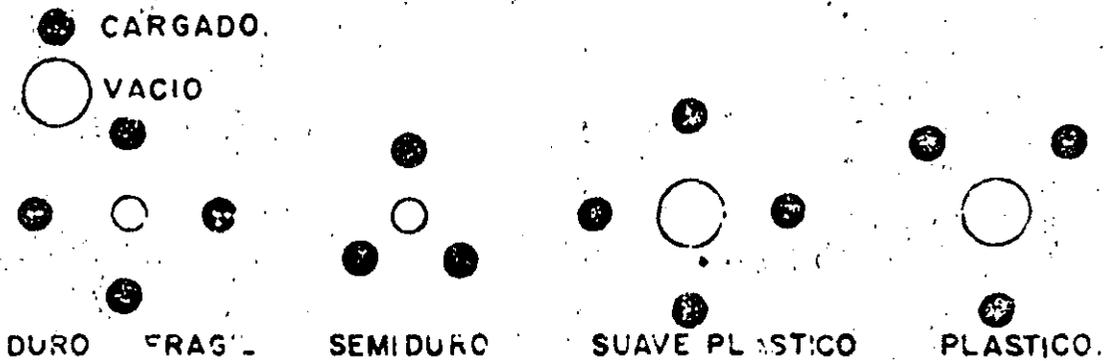


FRAGIL

FRAGIL O PLASTICO
B D D

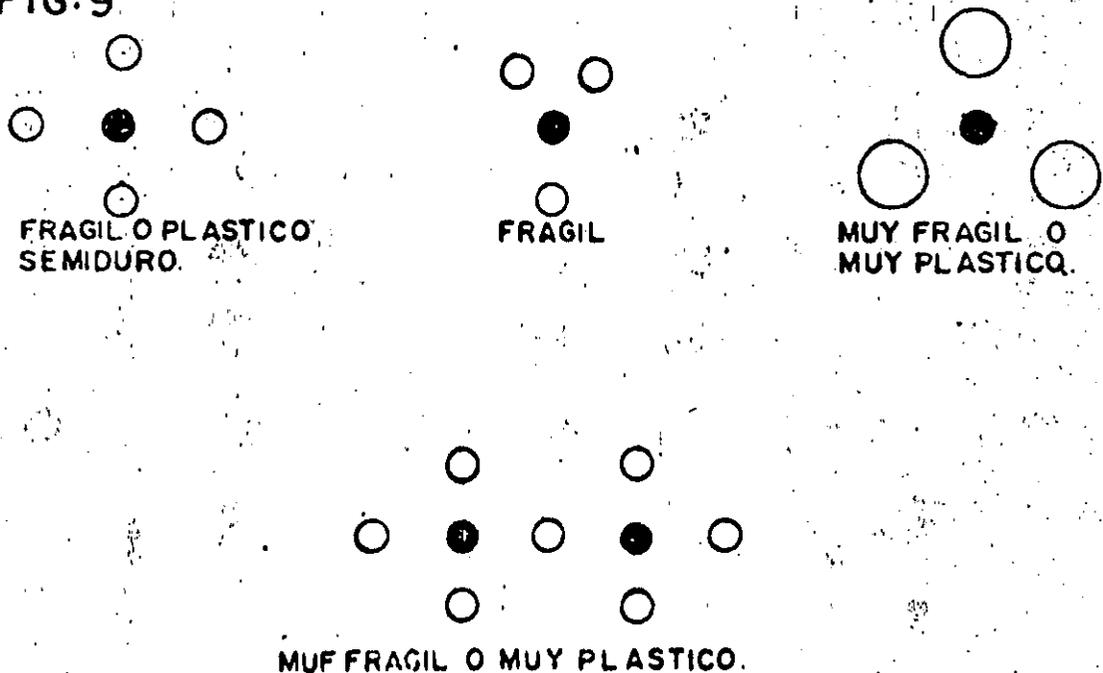
CUÑA QUEMADA TIPO REDONDO O TREBOL

FIG: 8



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 Añe 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.

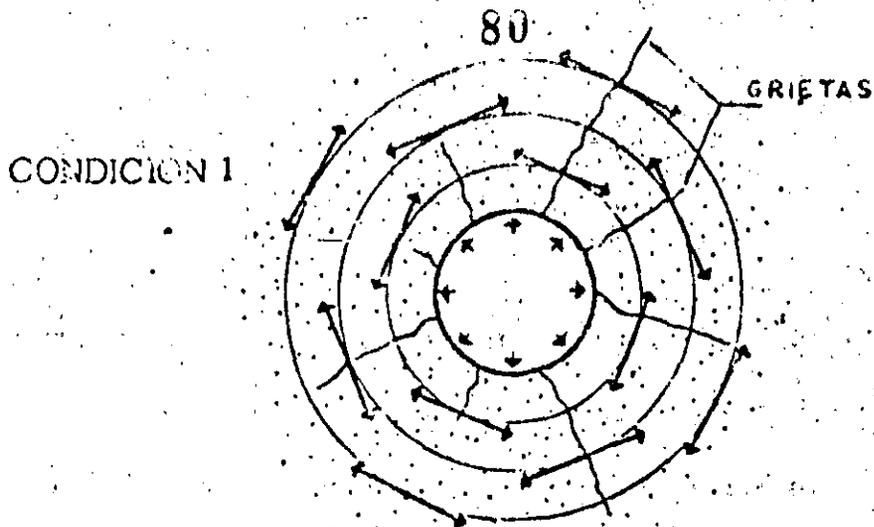
PREFRACTURADO

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.

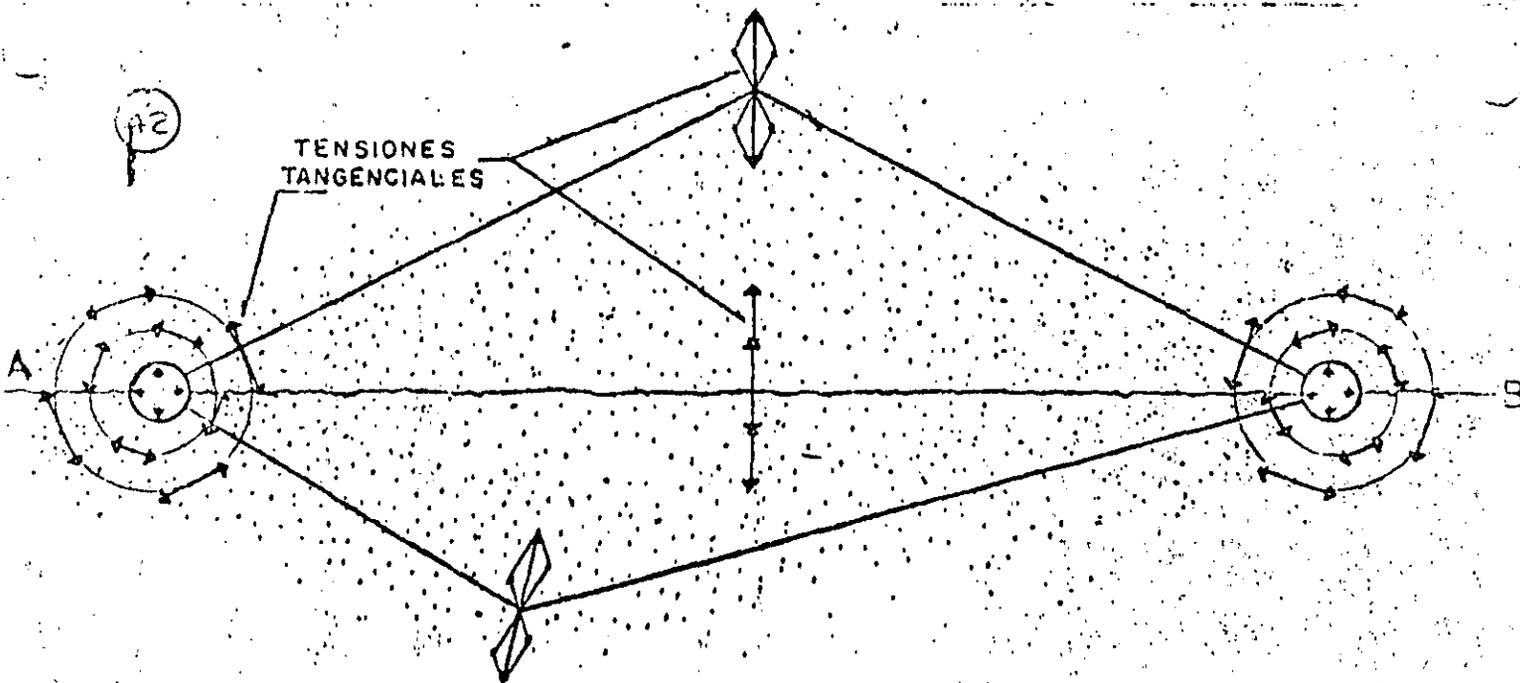
La teoría del prefacturado consiste en que cuando dos cargas se disparan simultáneamente en barrenos adyacentes, la suma de esfuerzos de tensión procedentes de los barrenos rompe la pared de roca intermedia y origina grietas entre los barrenos (Ver Fig. 12). Con cargas y espaciamientos adecuados, la 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 : PRINCIPIO DE PREFRACTURADO

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 ½" 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 metro sin una desviación considerable en el alineamiento es de 50 pies.

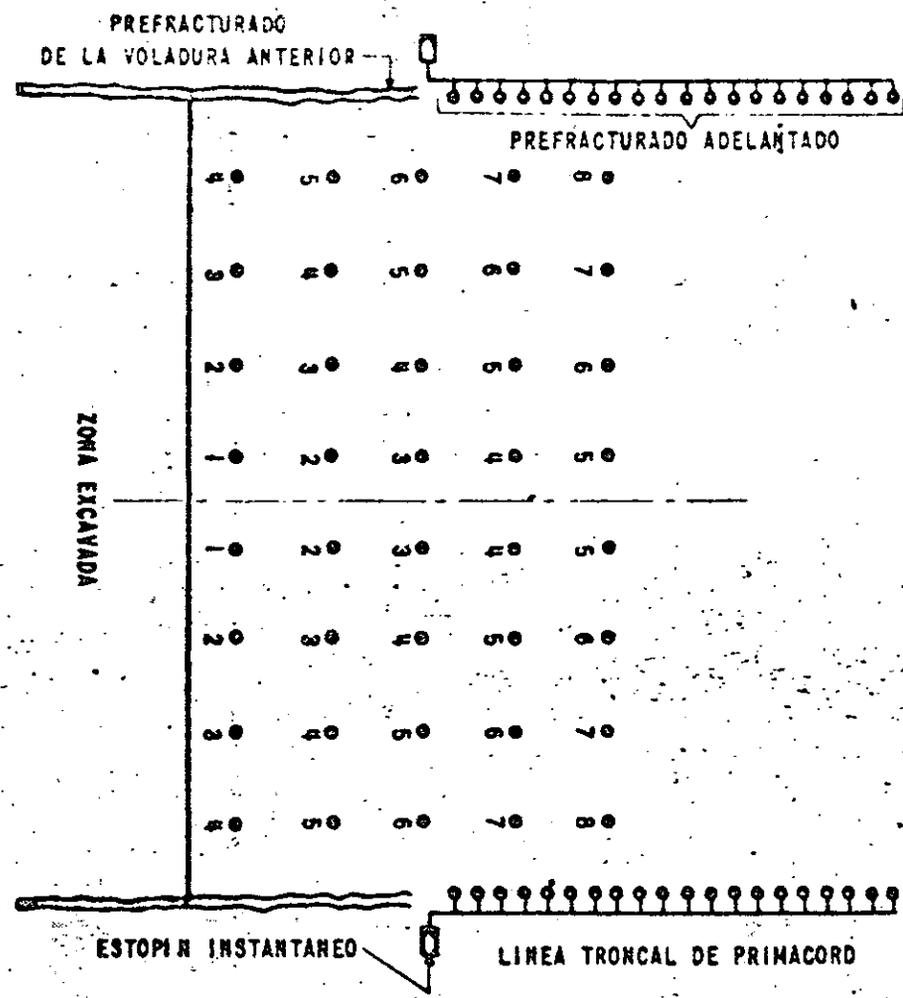
Teóricamente, la longitud de una voladura para Prefracturar es ilimitada. En la práctica, sin embargo, el disparar muy adelante de la excavación primaria puede traer problemas pues las características de la roca pueden cambiar y la carga ser causa de un exceso de fractura en las zonas más débiles. Llevando 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.



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'

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, substancias 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.**

MOVIMIENTO DE TIERRAS

ADELANTOS EN LA TECNOLOGIA DE LOS EXPLOSIVOS

(A N E X O)

JUNIO, 1985

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.

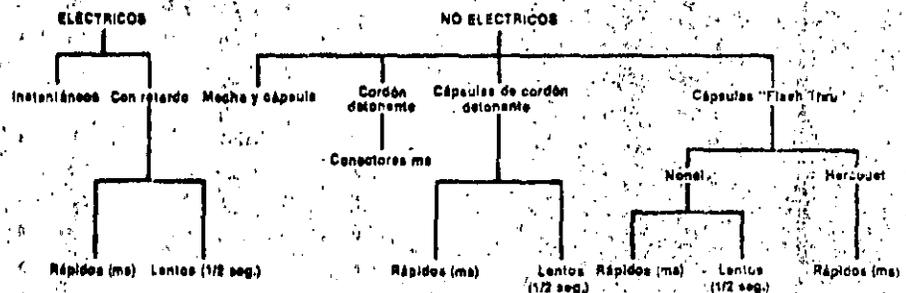


Figura 1. Sistemas de detonación.

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,

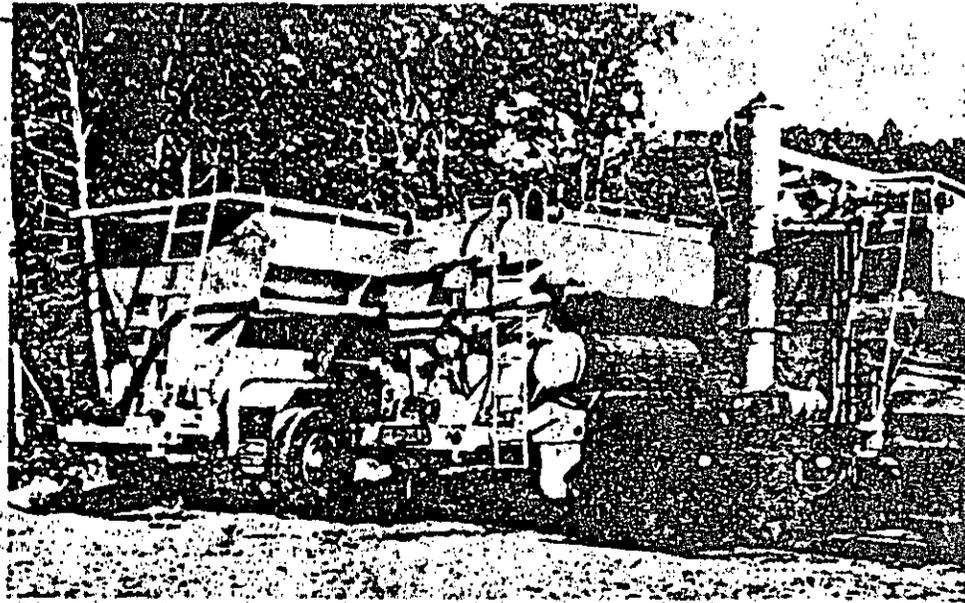


Figura 2. Estos camiones están provistos de equipos para mezclar nitrato de amonio y fuel oil para producir NAFO en un sitio de voladura y para transportarlo directamente a los agujeros de voladura.

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 emplean 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 66

anhídrido 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 canchales 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.

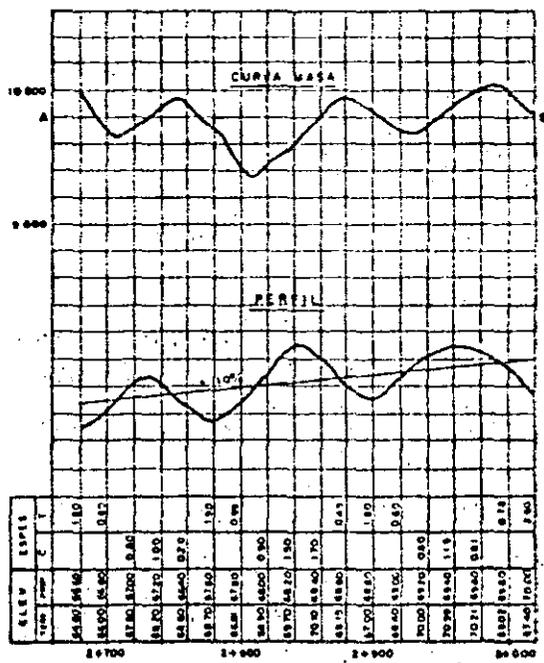
Curva Masa. - Es una gráfica dibujada en ejes cartesianos, donde las ordenadas representan volúmenes acumulados de excavación o relleno, según la línea sea ascendente o descendente, y las abscisas el cadenamiento sobre el eje del trazo.

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	ELEVACIONES (ESPECIES)		AREAS		VOLUMEN (CUBICOS)	CUBICOS												
	Superficie	Substrato	Excavación	Relleno														
2+830	44.07	54.47	1.83	0.2														
700	44.00	54.00	0.80	0.89	271	100												
720	47.00	47.00	0.80	0.8	48	100												
730	48.50	47.50	1.41	0.7	118	70												
740	48.00	47.00	1.00	0.3	50	37												
740	46.00	46.00	0.70	0.8	16.8	10.0												
760	45.00	47.00	1.90	22.0	14	220	100											
800	46.00	47.00	0.99	6.8	28.8	100												
810	48.00	48.00	0.90	3.2	3.2	6.6	100											
840	49.00	48.00	0.20	0.3	0.3	10.0												
850	49.00	48.00	0.20	0.3	0.3	10.0												
860	49.00	48.00	0.20	0.3	0.3	10.0												
880	48.00	48.00	0.80	2.8	2.8	10.0												
900	47.00	48.00	1.00	6.3	6.3	10.0												
920	46.00	47.00	0.80	2.8	2.8	10.0												
940	46.00	47.00	0.80	2.8	2.8	10.0												
960	47.00	47.00	1.18	3.7	3.7	10.0												
980	48.00	48.00	0.61	3.4	3.4	10.0												
1+000	49.00	49.00	0.76	3.1	3.1	10.0												
810	47.48	70.00	2.80	11.4	14.3	100												



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 acarreo de material se harán hacia adelante, y cuando la curva quede abajo, los acarreo 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 rellenar, 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.

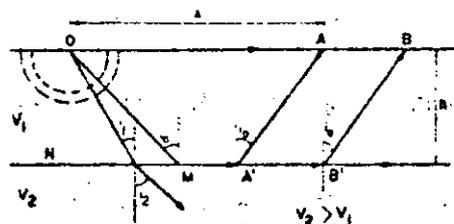
Para $x = x_0$ se tiene $t_1 = t_2$; de la relación precedente se obtiene:

$$H = \frac{x_0}{2} \sqrt{\frac{v_2 - v_1}{v_2 + v_1}}$$

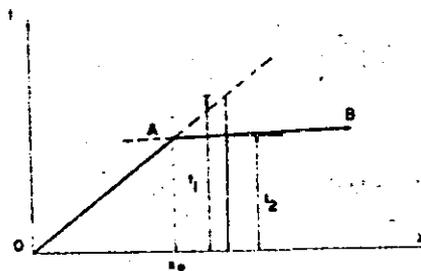
conociendo v_1 y v_2 y determinando experimentalmente x_0 , se puede obtener H .

Esta teoría, es aplicable a varias capas, entendiéndose que las velocidades de las diferentes capas crecen desde la superficie hacia abajo. El método operatorio, 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

Quando 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 escrepas. 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.

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

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:

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

EL GERENTE DE UNA EMPRESA PIDE AL SUPERINTENDENTE QUE ANALICE EL EQUIPO MAS CONVENIENTE PARA REALIZAR UN MOVIMIENTO DE TIERRAS.

SE TRATA DE MOVER $800,000 \text{ M}^3$, DE UN BANCO DE PRESTAMO A UN TIRADERO.

LA EMPRESA CUENTA CON 6 MOTOESCROPAS TEREX TS-14 Y 2 CARGADORES MICHIGAN DE $3 \frac{1}{2} \text{ YD}^3$, LOS DOS TIPOS DE MAQUINAS EN PERFECTAS CONDICIONES.

EL GERENTE INDICA AL SUPERINTENDENTE QUE LA EMPRESA NO ESTA EN POSIBILIDADES DE ADQUIRIR MAS ACTIVO FIJO.

LA LONGITUD DE ACARREO ES DE 370 METROS.

CALCULO DEL COSTO POR M³ DE ACARREO EN MOTOESCREPA TEREX

TS - 14

D A T O S:

MATERIAL..	LIMO ARENOSO SECO.
PESO VOLUMETRICO EN BANCO.	1600 KG/M ³
ALTITUD S.N.M.	2000 M.
LONGITUD DE ACARREO.	370 M (4% PENDIENTE FAVORABLE)
CALIDAD DEL CAMINO.	REVESTIDO.
COEFICIENTE DE ABUNDAMIENTO.	1.25 O SU RECIPROCO 0.8
CAPACIDAD DE LA MOTOESCREPA COLMADA.	15 M ³
PESO DE LA MAQUINA VACIA.	24.1 TON
PESO DE LA MAQUINA CARGADA.	$24.1 + 1.6 \times 0.8 \times 15 = 43.3$ TON
COSTO DIRECTO HORA MAQUINA.	\$4,216.90
(VER LA SIGUIENTE HOJA).	
MOTOESCREPAS DE TIRO Y EMPUJE.	

CONSTRUCTORA:

X

MÁQUINA: MOTOESCRIPA

MODELO: TEREX TS-14

DATOS ADIC:

HOJA No.: 1/2

CALCULÓ: C.M.G.

REVISÓ: F.F.I.

FECHA: Junio '82

OBRA: MOVIMIENTO DE --
TIERRAS.

DATOS GENERALES

PRECIO ADQUISICIÓN:

\$ 16'873,615.00

FECHA COTIZACIÓN:

Junio '82

EQUIPO ADICIONAL -

1'231,296.30

VIDA ECONÓMICA (VE):

5 AÑOS.

15'642,318.70

HORAS POR AÑO (HA):

2000 HR/AÑO.

VALOR INICIAL (VA):

MOTORES:

Diesel DE 160 HP.

VALOR RESCATE (VR):

10 % = \$ 1'687,361.50

FACTOR OPERACIÓN:

0.70

TASA INTERÉS (I):

12 %

POTENCIA OPERACIÓN: $2 \times 0.7 \times 160$ HP. OP.

COEFICIENTE ALMACENAJE (K): 0.10

PRIMA SEGUROS (S):

2 %

FACTOR MANTENIMIENTO (Q):

0.75

I. CARGOS FIJOS.

$$A). \text{ DEPRECIACIÓN: } D = \frac{VA - VR}{VE} = \frac{15'642318.70 - 1'687361.50}{10,000} = \$ 1395.50$$

$$B). \text{ INVERSIÓN: } I = \frac{VA + VR}{2 HA} \cdot i = \frac{(15'642318.70 + 1'687361.5) \times 0.12}{2 \times 2000} = 519.89$$

$$C). \text{ SEGUROS: } S = \frac{VA + VR}{2 HA} \cdot s = \frac{(15'642318.70 + 1'687361.5) \times 0.02}{2 \times 2000} = 86.65$$

$$D). \text{ ALMACENAJE: } A = KD = \frac{0.10 \times 1395.50}{1} = 139.60$$

$$E). \text{ MANTENIMIENTO: } M = QD = \frac{0.75 \times 1395.50}{1} = 1046.60$$

SUMA CARGOS FIJOS POR HORA

\$3188.24

II. CONSUMOS.

A). COMBUSTIBLE: $E = E \cdot Pc$

$$\text{DIESEL: } E = 0.20 \times \frac{224}{\text{HP. OP.}} \times \$ 2.50 / \text{LT.} = \$ 112.00$$

$$\text{GASOLINA: } E = 0.24 \times \frac{\text{HP. OP.}}{\text{LT.}} =$$

B). OTRAS FUENTES DE ENERGIA: _____ = _____

C). LUBRICANTES: $L = A \cdot PE$

$$\text{CAPACIDAD CARTER: } C = \frac{2 \times 16}{100} \text{ LITROS.}$$

$$\text{CAMBIOS ACEITE: } T = \text{HORAS.}$$

$$A = \frac{C}{T} + \frac{0.0035}{0.0030} \times \frac{224}{\text{HP. OP.}} = \frac{1.10}{\text{LT/HR.}}$$

$$L = \frac{1.10 \text{ LT/HR}}{\text{LT}} \times \$ \frac{70}{\text{LT.}} = 77.00$$

D). LLANTAS: $LI = \frac{VII}{HV}$ (VALOR LLANTAS)
 HV (VIDA ECONOMICA)

$$\text{VIDA ECONOMICA: HV} = \frac{2500}{\text{HORAS}}$$

$$LI = \frac{1'231296.30}{2,500 \text{ HORAS}} = 492.52$$

SUMA CONSUMOS POR HORA \$681.52

III. OPERACION.

SALARIO BASE: \$ 964.50

SALARIO REAL

OPERADOR: 2082.85

SAL/TURNO-PROM: \$ 2082.85

HORAS/TURNO-PROM.: (H)

$$H = 8 \text{ HORAS} \times \frac{0.75}{\text{FACTOR RENDIMIENTO}} = \frac{6}{\text{HORAS}}$$

$$\text{OPERACION} = O = \frac{S}{H} = \frac{\$ 2082.85}{6} = \$ 347.14 \text{ HORAS}$$

SUMA OPERACION POR HORA \$347.14

COSTO DIRECTO HORA - MAQUINA (HMD) \$4216.90

S O L U C I O N

- A. RESISTENCIA AL RODAMIENTO : 15 kg/por cada tonelada de máquina por cada 2.5 cm de penetración.

Penetración en camino revestido: 5 cm

$$15 \times \frac{5}{2.5} = 30 \text{ kg/ton M}$$

Sumando 20 kg/ton M por deformación de llantas, fricciones internas, -- etc., tendremos :

$$\text{RESISTENCIA AL RODAMIENTO} = 30 + 20 = 50 \text{ kg/ton M}$$

- B. RESISTENCIA POR PENDIENTE: 10 kg/ton M por cada 1%

Para el tramo en estudio :

$$4\% \times 10 = 40 \text{ kg/ton M}$$

- C. RESISTENCIA TOTAL DE IDA = 50 - 40 = 10 kg/ton M

- D. RESISTENCIA TOTAL DE REGRESO = 50 + 40 = 90 kg/ton M

- E. RESISTENCIA TOTAL DE LA MAQUINA

a) Máquina cargada = 10 x 43.3 = 0.4 ton

b) Máquina vacía = 90 x 24.1 = 2.2 ton

F. CORRECCION POR ALTITUD: $\frac{500 \text{ m} \times 1\% \text{ por cada } 100\text{m}}{100} = 5\%$

por tanto, habrá que multiplicar las resistencias totales por 1.05

a) Máquina cargada = $0.4 \times 1.05 = 0.4 \text{ ton}$

b) Máquina vacía = $2.2 \times 1.05 = 2.3 \text{ ton}$.

Con estos datos, se entra a la gráfica proporcionada por el fabricante, la cual se anexa al final del problema.

G. VELOCIDADES:

a) Máquina cargada = 37 km/h (6a. velocidad)

b) Máquina vacía = 26 km/h (5a. velocidad)

H. VELOCIDADES MEDIAS: $0.65 \times \text{VELOCIDAD}$

a) Máquina cargada = 25 km/h

b) Máquina vacía = 17 km/h

I. TIEMPOS :

a) Máquina cargada = 0.9 min

b) Máquina vacía = 1.3

Tiempo fijo = 1.3

Total = 3.5 min

J. COSTO DEL METRO CUBICO DE MATERIAL MOVIDO, EN BANCO :

Tiempo total = 3.5 min

Número de viajes por hora = $\frac{60}{3.5} = 17.1$

Capacidad de la motoescrepa en banco = $15 \times 0.8 = 12\text{m}^3$

Producción = $17.1 \times 12 = 205.2 \text{ m}^3/\text{h}$.

$$\begin{aligned} \text{Costo por m}^3 &= \frac{\text{Costo horario}}{\text{Producción real.}} = \frac{4216.90}{205.2 \times 0.75} = \\ &= \underline{\underline{27.40}} \end{aligned}$$

CALCULO DEL COSTO POR M³ DE ACARREO USANDO CARGADOR FRONTAL
MICHIGAN MODELO 8-111-A Y CAMIONES.

D A T O S:

MATERIAL	LIMO ARENOSO SECO
PESO VOLUMETRICO	1600 KG/M ³
ALTITUD S.N.M.	2000 M
LONGITUD DE ACARREO	370 M
CAMION ALQUILADO A	\$25.0 + 15/m ³ ABUND.
COEFICIENTE DE ABUNDAMIENTO	1.25 O SU RECIPROCO 0.8
CAPACIDAD DEL CUCHARON	3.5 YD ³
COSTO DIRECTO HORA - MAQUINA	\$2760.69

(DESARROLLADO EN LA HOJA SIGUIENTE)

CONSTRUCTORA:

X

MÁQUINA: Cargador Frontal

MODELO: Michigan 85-III-A

DATOS ADIC: 3.5 Yd³

HOJA NO.:

CALCULÓ: C.M.G.

REVISÓ: F.F.L.

FECHA: Junio '82

OBRA: MOVIMIENTO DE TIERRAS.

DATOS GENERALES

PRECIO ADQUISICIÓN:	\$ 10'302,132.00	FECHA COTIZACIÓN:	Junio '82
EQUIPO ADICIONAL - Llantas.	645,899.00	VIDA ECONÓMICA (VE):	5 AÑOS.
	9'656,233.00	HORAS POR AÑO (HA):	2000 HR/AÑO.
VALOR INICIAL (VA):		MOTORES:	DE 221 HP.
VALOR RESCATE (VR):	10 % = \$ 1'030,213.20	FACTOR OPERACIÓN:	0.75
TASA INTERÉS (I):	12 %	POTENCIA OPERACIÓN:	166 HP, OP.
PRIMA SEGUROS (S):	2 %	COEFICIENTE ALMACENAJE (K):	0.10
		FACTOR MANTENIMIENTO (Q):	0.60

I. CARGOS FIJOS.

A). DEPRECIACIÓN: $D = \frac{VA - VR}{VE} = \frac{9'656,233 - 1'030,213.20}{10,000} = \$ 862.60$

B). INVERSIÓN: $I = \frac{VA + VR}{2 HA} \cdot i = \frac{9'656,233 + 1'030,213.20}{2 \times 2000} \times 0.12 = 320.59$

C). SEGUROS: $S = \frac{VA + VR}{2 HA} \cdot s = \frac{9'656,233 + 1'030,213.20}{2 \times 2000} \times 0.02 = 53.43$

D). ALMACENAJE: $A = KD = \frac{0.10 \times 862.60}{1} = 86.26$

E). MANTENIMIENTO: $M = QD = \frac{0.60 \times 862.60}{1} = 517.56$

SUMA CARGOS FIJOS POR HORA

\$ 1,840.44

II. CONSUMOS.

A). COMBUSTIBLE: $E = E \text{ Pc}$

DIESEL: $E = 0.20 \times \underline{166} \text{ HP. OP.} \times \$ \underline{2.5} / \text{LT.} = \$ 83.00$

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: $L = A \text{ Pe}$

CAPACIDAD CARTER: $C = \underline{26.5} \text{ LITROS.}$

CAMBIOS ACEITE: $T = \underline{100} \text{ HORAS.}$

$A=C/T + \frac{0.0035}{0.0030} \times \underline{166} \text{ HP. OP.} = \underline{0.85} \text{ LT/HR.}$

$L = \underline{0.85} \text{ LT/HR} \times \$ \underline{70} / \text{LT.} = 59.50$

D). LLANTAS: $LI = \frac{\text{VII (VALOR LLANTAS)}}{\text{HV (VIDA ECONOMICA)}}$

VIDA ECONOMICA: $HV = \underline{1500} \text{ HORAS}$

$LI = \frac{645,899.00}{1,500 \text{ HORAS}} = 430.60$

SUMA CONSUMOS POR HORA \$ 573.10

III. OPERACION.

SALARIO BASE: \$ 964.50

SALARIO REAL-

OPERADOR: 2082.85

_____:

_____:

SAL/TURNO-PROM: \$ 2082.85

HORAS/TURNO-PROM.: (H)

$H = 8 \text{ HORAS} \times \underline{0.75} \text{ (FACTOR RENDIMIENTO)} = \underline{6.00} \text{ HORAS}$

OPERACIÓN = $O = \frac{S}{H} = \frac{\$ \underline{2082.85}}{6.00 \text{ HORAS}} = \$ 347.15$

SUMA OPERACIÓN POR HORA \$ 347.15

COSTO DIRECTO HORA - MAQUINA (HMD) \$ 2760.69

S O L U C I O N

$$\begin{aligned}
 \text{CAPACIDAD DEL CUCHARON} &= 3.5 \times 0.76 = 2.7 \text{ M}^3 \\
 \text{FACTOR DE CARGA} &= 1.0 \\
 \text{VOLUMEN EN BANCO POR CICLO} &= 2.7 \text{ M}^3 \times 0.8 = 2.1 \text{ M}^3/\text{CICLO} \\
 \text{TIEMPO DEL CICLO (CICLO ---} \\
 \text{BASICO) 35.0 SEG.} &= 0.58 \text{ MIN.}
 \end{aligned}$$

$$\frac{35 \text{ SEG.}}{60 \text{ SEG.}} = 0.58 \text{ MIN.}$$

$$\text{CICLOS/HORA} = \frac{60 \text{ MIN/HORA}}{0.58 \text{ MIN/CICLO}} = 103 \text{ CICLOS/HORA.}$$

$$\begin{aligned}
 \text{PRODUCCION} &= 2.1 \text{ M}^3/\text{CICLO} \times 103 \text{ CICLOS/HORA} = 216 \text{ M}^3/\text{HORA.} \\
 &= 216 \text{ M}^3/\text{H}
 \end{aligned}$$

COSTO DE CARGA:

$$\frac{2760.69}{216 \times 0.75} = 17.04$$

COSTO ACARREO

$$\frac{25}{0.8} = 31.25$$

COSTO TOTAL

$$\begin{array}{r}
 \text{CARGA} \text{ --- } 17.04 \\
 \text{ACARREO} \text{ --- } 31.25 \\
 \hline
 48.29
 \end{array}$$

QUINCE DIAS DESPUES, EL SUPERINTENDENTE LLEGA CON EL GERENTE A PLANTEARLE LA SOLUCION Y SE ENCUENTRA CON QUE EL GERENTE LE ENVIA LOS CARGADORES, A PESAR DE LA DEMOSTRACION DE LA BONDAD DEL USO DE LAS MOTOESCREPAS Y EL FUERTE AHORRO EN DINERO. A INSISTENCIA DEL SUPERINTENDENTE CONFIESA QUE SE COMPROMETIO A RENTAR LAS MOTOESCREPAS QUE LE SIGNIFICAN UNA GANANCIA INTERESANTE PUES OBTENDRAN 175,000 MENSUALES POR CADA MOTOESCREPA.

EL SUPERINTENDENTE QUE CREE EN LA TOMA DE DECISIONES CUANTITATIVA OBTIENE DEL GERENTE LOS SIGUIENTES DATOS:

GANANCIA NETA DE MOTESCREPA/MES = 175,000

TIEMPO DE EJECUCION: $2 \times 6 \times 2 \times 25 \times 162 = 97,200 \text{ M}^3/\text{MES}$

$$\frac{800,000}{97,200} = 8.2 \text{ MESES}$$

GANANCIA TOTAL = $8.2 \times 6 \times 175,000 = 8'610,000$

$$\text{GANANCIA}/\text{M}^3 = \frac{8'610,000}{800,000} = 10.76$$

RESTANDO AL COSTO DE CARGADOR + CAMIONES 10.76 TENDREMOS COMO COSTO NETO, TOMANDO EN CONSIDERACION LA UTILIDAD DE LA RENTA:

$$48.29 - 10.76 = 37.53$$

LAS TRES ALTERNATIVAS SERIAN ASI:

MOTOESCREPAS	27.40
CARGADOR Y CAMIONES ALQUILADOS	48.29
CARGADOR Y CAMIONES ALQUILADOS	
RENTANDO MOTOESCREPAS	37.53

EL INGENIERO VA CON EL GERENTE A DEMOSTRARLE QUE SU DECISION ES MALA. SIN EMBARGO EL GERENTE LE DICE QUE DESCONFIA DE SU CALCULO DE DURACION DE LA OBRA, PUES NO HA CONSIDERADO TIEMPOS DE DESCOMPOSTURA.

EL SUPERINTENDENTE ANALIZA CON DIFERENTES FACTORES SU TIEMPO DE EJECUCION.

Nº. DE HORAS TRABAJADAS.	FACTOR EFICIENCIA	COSTO REAL	TIEMPO DE EJECUCION (M E S E S)
300	0.75	37.53	8.2
* 280	0.75	36.74	8.8
260	0.75	35.8	9.5
240	0.75	34.77	10.3
220	0.75	33.59	11.2
200	0.75	32.15	12.3
180	0.75	30.31	13.7
160	0.75	28.08	15.4

* EJEMPLO DE CALCULO:

$$2 \times 280 \times 162 = 90,720$$

$$\frac{800,000}{90,720} = 8.8 \text{ MESES}$$

$$8.8 \times 6 \times 175,000 = 9'240,000$$

$$\frac{9'240,000}{800,000} = 11.55$$

$$48.29 - 11.55 = 36.74$$

ESTO ES UN EJEMPLO DE ANALISIS DE SENSIBILIDAD.

PARA QUE CONVenga EL ALQUILER NECESITA TARDARSE 15.4

MESES O SEA 7 MESES MAS U 88% MAS DEL TIEMPO PLANEADO.

EL GERENTE DUDA PERO CASI CON SEGURIDAD SE INCLINARA

POR SU DECISION ORIGINAL.

AL SUPERINTENDENTE SE LE OCURRE QUE YA QUE ESTA OBLI -

GADO A OCUPAR CAMIONES ¿QUE SUCEDE SI COMPRA LA EMPRE -

SA LOS CAMIONES?

HACE EL SIGUIENTE ANALISIS.

CALCULO CON CAMIONES DE LA EMPRESA

D A T O S:

MATERIAL	LIMO ARENOSO
PESO VOLUMETRICO	1600 KG/M ³
ALTITUD S.N.M.	2000 M
LONGITUD DE ACARREO	370 M (4% PENDIENTE FAVORABLE)
CALIDAD DEL CAMINO	REVESTIDO
COEFICIENTE DE ABUNDAMIENTO	1.25 O SU RECIPROCO 0.8
CAPACIDAD DEL CAMION	6 M ³
COSTO DIRECTO HORA-CAMION	\$626.41
VELOCIDAD PROMEDIO DE IDA	15 KM/H
VELOCIDAD PROMEDIO DE REGRESO	20 KM/H

TIEMPO DEL CICLO

$$\text{DE IDA: } t = \frac{370 \times 60}{15000} = 1.5 \text{ MIN.}$$

$$\text{DE REGRESO: } t = \frac{370 \times 60}{20000} = 1.1 \text{ MIN.}$$

$$\text{T O T A L} = 2.6 \text{ MIN.}$$

CONSTRUCTORA:

X

MÁQUINA: CAMION VOLTEO

MODELO:

DATOS ADIC: CAP = 6 M³

HOJA NO.: 1/2

CALCULÓ: C.M.G.

REVISÓ: F.F.L.

FECHA: Junio '82

OBRA: MOVIMIENTO DE --
TIERRAS.

DATOS GENERALES

PRECIO ADQUISICIÓN: \$ 1'242800.00

FECHA COTIZACIÓN: Junio '82

EQUIPO ADICIONAL -
Llantas (6)

77430.00

VIDA ECONÓMICA (VE): 5 AÑOS.

HORAS POR AÑO (HA): 2000 HR/AÑO.

1'165370.00

MOTORES: Diesel DE 210 HP.

VALOR INICIAL (VA):

FACTOR OPERACIÓN: 0.70

VALOR RESCATE (VR): 0 %=\$

POTENCIA OPERACIÓN: 147 HP.OP.

TASA INTERÉS (I): 12 %

COEFICIENTE ALMACENAJE (K): 0.10

PRIMA SEGUROS (S): 2 %

FACTOR MANTENIMIENTO (Q): 0.90

I. CARGOS FIJOS.

$$A). \text{ DEPRECIACIÓN: } D = \frac{VA - VR}{VE} = \frac{1'165370 - 0}{10,000} = \$ 116.54$$

$$B). \text{ INVERSIÓN: } I = \frac{VA + VR}{2 HA} i = \frac{1'165370 + 0}{2 \times 2000} \times 0.12 = 34.96$$

$$C). \text{ SEGUROS: } S = \frac{VA + VR}{2 HA} s = \frac{1'165370 + 0}{2 \times 2000} \times 0.20 = 5.83$$

$$D). \text{ ALMACENAJE: } A = KD = 0.10 \times 116.54 = 11.65$$

$$E). \text{ MANTENIMIENTO: } M = QD = 0.90 \times 116.54 = 104.89$$

SUMA CARGOS FIJOS POR HORA

\$273.87

II. CONSUMOS:

A). COMBUSTIBLE: E = E PC

DIESEL: $E = 0.20 \times \frac{147}{\text{HP. OP.}} \times \$ 2.50 / \text{LT.} = \73.50
 GASOLINA: $E = 0.24 \times \frac{\text{HP. OP.}}{\text{HP. OP.}} \times \$ \text{ /LT.} =$

B). OTRAS FUENTES DE ENERGÍA: _____ =

C). LUBRICANTES: L = A PE

CAPACIDAD CARTER: $C = \frac{6}{\text{LITROS.}}$
 CAMBIOS ACEITE: $T = \frac{70}{\text{HORAS.}}$
 $A = C/T + \frac{0.0035}{0.0030} \times \frac{147}{\text{HP. OP.}} = \frac{0.60}{\text{LT/HR.}}$
 $L = \frac{0.60}{\text{LT/HR}} \times \$ 70.00 / \text{LT.} = 42.00$

D). LLANTAS: $LI = \frac{VII}{HV} \text{ (VALOR LLANTAS) / (VIDA ECONOMICA)}$

VIDA ECONOMICA: $HV = \frac{1500}{\text{HORAS}}$
 $LI = \frac{77,430}{1,500 \text{ HORAS}} = 51.62$

SUMA CONSUMOS POR HORA \$167.12

III. OPERACION.

SALARIO BASE: \$ 515.00

SALARIO REAL-

OPERADOR: 1112.15

_____:

_____:

SAL/TURNO-PROM: \$ 1112.15

HORAS/TURNO-PROM.: (H)

$H = 8 \text{ HORAS} \times 0.75 \text{ (FACTOR RENDIMIENTO)} = 6.00 \text{ HORAS}$

OPERACIÓN = $O = \frac{S}{H} = \frac{\$ 1112.15}{6.00 \text{ HORAS}} = \185.42

SUMA OPERACIÓN POR HORA \$185.42

COSTO DIRECTO HORA - MAQUINA (HMD) \$626.41

$$\text{TIEMPO DEL CICLO DEL CARGADOR} = \frac{35 \text{ SEG.}}{60 \text{ SEG.}} = 0.58 \text{ MIN.}$$

PARA CARGAR UN CAMION DE 6 M^3 SON NECESARIOS 3 CICLOS DE --
 OPERACION DEL CARGADOR; ES DECIR, SON NECESARIOS -----
 $0.58 \text{ MIN.} \times 3 = 1.74 \text{ MIN.}$ PARA CARGAR 6.0 M^3 .

$$\text{TIEMPO DE DESCARGA} = 1.5 \text{ MIN.}$$

$$\begin{aligned} \text{TIEMPO TOTAL DEL CICLO DEL CAMION} &= 2.6 + 1.74 + 1.5 \\ &= 5.84 \text{ MIN.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{NUMERO DE VIAJES POR HORA} &= \frac{60 \times 0.75}{5.84} = \frac{45}{5.84} = \\ &= 7.7 \text{ VIAJES.} \end{aligned}$$

$$\text{VOLUMEN POR HORA} = 7.7 \times 6.0 = 46.23 \text{ M}^3$$

$$\text{COSTO POR M}^3 = \frac{626.41}{46.23 \times 0.8} = 16.94$$

NUMERO DE CAMIONES

$$\begin{aligned} \text{PRODUCCION DEL CARGADOR} &= \frac{6 \text{ M}^3}{1.74 \text{ MIN.}} \times 60 \text{ MIN.} \times 0.75 = \\ &= 155.17 \text{ M}^3/\text{HR.} \end{aligned}$$

$$\text{PRODUCCION DEL CARGADOR MATERIAL EN BANCO} = 155.17 \times 0.8 = 124 \text{ M}^3/\text{HR.}$$

$$\text{No. DE CAMIONES} = \frac{124}{36.9} = 3.36 \rightarrow 4 \text{ CAMIONES.}$$

POR CONCEPTO DE CAMIONES ESPERANDO, EL FACTOR ES:

$$\frac{4}{3.36} = 1.19$$

$$\text{COSTO DE ACARREO: } 16.94 \times 1.19 = 20.16$$

$$\text{COSTO DE LA CARGA POR M}^3 = \frac{\$2760.69}{124} = 22.26$$

$$\text{ACARREO} = 20.16$$

$$\text{CARGA} = 22.26$$

$$\text{T O T A L } \underline{\underline{\$42.42}}$$

HACIENDO EL ANALISIS CON 3 CAMIONES, PARA COMPARAR EL COSTO EN EL CASO DE LA ESPERA DEL CARGADOR.

$$\text{PRODUCCION DEL CARGADOR} = 36.9 \text{ M}^3/\text{HR.} \times 3 \text{ CAMIONES} =$$

$$= 110.70$$

$$\text{COSTO DE CARGA} = \frac{2,760.69}{110.70} = 24.94 \text{ \$/M}^3$$

$$\text{ACARREO} = 16.94$$

$$\text{CARGA} = 24.94$$

$$\text{T O T A L } \underline{\underline{\$41.88}}$$

--COMO EL COSTO TOTAL AL UTILIZAR 3 CAMIONES ES MENOR QUE CUANDO SE UTILIZAN 4 ENTONCES UTILIZAREMOS 3.

LE RESULTAN PUES LAS SIGUIENTES ALTERNATIVAS:

A) MOTOESCREPAS	27.40
B) CARGADOR Y CAMIONES ALQUILADOS	48.29
C) IGUAL A B) RENTANDO MOTOESCREPAS	37.53
D) CARGADOR Y CAMIONES PROPIOS	41.88
E) IGUAL A D) RENTANDO MOTOESCREPAS	31.12

EL SUPERINTENDENTE LLEVA ESTOS DATOS AL GERENTE QUIEN LE RESPONDE QUE NO PUEDE COMPRAR LOS CAMIONES PORQUE LE PARECE QUE NO VA PODER USARLOS DESPUES. EL SUPERINTENDENTE QUE TRATA DE USAR SUS CONOCIMIENTOS EN ESTADISTICA ANALIZA LOS DATOS DE CAMIONES QUE USO LA EMPRESA Y SE ENCUENTRA CON QUE EL TOTAL DE CAMIONES SE HA USADO EN LA SIGUIENTE FORMA:

No. CAMIONES	VENDIDOS AL FINAL DEL AÑO	PROBABILIDAD
20	1	0.26
27	2	0.34
16	3	0.20
8	4	0.10
8	5	0.10
79		1.00

ENCUENTRA TAMBIEN QUE SE HAN VENDIDO EN LA FORMA SIGUIENTE:

AÑO DE VENTA	% VALOR DE ADQUISICION
1	50
2	35
3	25
4	20
5	10

CON ESTO ENCUENTRA LOS VALORES DE DEPRECIACION REAL POR HORA DEL CAMION.

SI SE VENDE AL FINAL DEL AÑO	VALOR DEPRECIADO	No. HORAS	DEPRECIACION POR HORA
1	621,400	2000	310.7
* 2	807,820	4000	201.95
3	932,100	6000	155.35
4	994,240	8000	124.28
5	1'118,520	10000	111.85

$$* 1'242,800 \times 0.65 = 807,820$$

COSTO DE HORA MAQUINA.

AÑO	COSTO/HORA	COSTO ACARREO	PROBABILIDAD	
1	820.57	22.19	.26	5.77
2	711.82	19.25	.34	6.54
* 3	665.22	17.99	.20	3.60
4	634.15	17.15	.10	1.71
5	621.72	16.81	.10	1.68
VALOR ESPERADO				19.30

$$* 626.41 - 116.54 + 155.35 = 665.22$$

$$\text{ACARREO ESPERADO} = 19.30$$

$$\text{CARGA} = \frac{24.94}{44.24}$$

$$- \text{UT. MOTOESCREPAS} \frac{10.76}{33.48}$$

LAS ALTERNATIVAS SON

A)	MOTOESCREPAS	27.40
B)	CARGADOR Y CAMIONES ALQUILADOS	48.29
C)	IGUAL A B) RENTANDO MOTOESCREPAS	37.53
D)	CARGADOR Y CAMIONES PROPIOS (5 AÑOS USO)	* 41.88
E)	IGUAL A D) RENTANDO MOTOESCREPAS	* 31.12
F)	CARGADOR Y CAMIONES PROPIOS (USO ESTADISTICO)	44.24
G)	IGUAL A F) RENTANDO MOTOESCREPAS	33.48

* CONDICIONADOS.

EL GERENTE POR FIN ACEPTA LA PROPOSICION DEL SUPER -

INTENDENTE. EL SUPERINTENDENTE SIGUE CON LA PLANEA-

CION DE SU TRABAJO Y PIENSA SI NO PODRIA PAVIMENTAR-

EL CAMINO Y ASI PODER INCREMENTAR LA VELOCIDAD Y DIS

MINUIR LA INVERSION EN LA COMPRA DE 6 CAMIONES.

CAMIONES Y CARGADOR PARA CAMINO PAVIMENTADO
(5 AÑOS DE USO)

VELOCIDAD DE IDA 20 KM/H.

VELOCIDAD DE REGRESO 35 KM/H.

$$\text{DE IDA: } t = \frac{370 \times 60}{20,000} = 1.11 \text{ MIN.}$$

$$\text{DE REGRESO: } t = \frac{370 \times 60}{35,000} = 0.63 \text{ MIN.}$$

$$\text{T O T A L} = 1.74 \text{ MIN.}$$

$$\text{TIEMPO TOTAL DEL CICLO} = 1.74 + 1.74 + 0.5 = 3.98 \text{ MIN.}$$

$$\text{NUMERO DE VIAJES POR HORA} = \frac{45}{3.98} = 11.31$$

$$\text{VOLUMEN POR HORA} 11.31 \times 6 = 67.86 \text{ M}^3$$

$$\text{COSTO POR M}^3 = \frac{626.41}{67.86 \times 0.8} = 11.54$$

$$\text{NUMERO DE CAMIONES} = \frac{\text{PRODUCCION DEL CARGADOR}}{\text{VOL. POR HORA X COEF. DE ABUNDAMIENTO}}$$

$$\frac{124 \text{ M}^3}{54.29} = 2.28 = 2 \text{ CAMIONES.}$$

COSTO DEL ACARREO MAS CARGA:

COSTO DE LA CARGA = $\frac{\text{COSTO HORARIO DEL CARGADOR}}{\text{PRODUCCION DE 2 CAMIONES.}}$

ACARREO = 11.54

CARGA = $\frac{25.43}{36.97}$

- UT. MOTOESCREPA $\frac{\$10.76}{26.21}$

AL COTIZAR EL PAVIMENTO ENCUENTRA QUE UNA EMPRESA QUE SE DEDICA A ESE TIPO DE TRABAJO LE PLANTEA UN PRESUPUESTO DE \$1'000,000.

EL COSTO POR M³ ES DE:

$\frac{1'000,000}{800,000} = 1.25$

EL COSTO TOTAL ES PUES 26.21

+
 $\frac{1.25}{27.46}$

CAMIONES Y CARGADOR PARA CAMINO PAVIMENTADO
(USO ESTADISTICO).

VALOR ESPERADO DEL COSTO HORARIO DEL EQUIPO. (USO ESTADISTICO).

$$820.57 (0.26) + 711.82 (.34)$$

$$+ 665.22 (0.20) + 634.15 (0.1)$$

$$+ 621.72 (0.1) = 714.00$$

COSTO M³ PARA USO ESTADISTICO.

$$= \frac{714.00}{67.86 \times 0.8}$$

$$= \underline{\underline{\$13.15/M^3}}$$

COSTO DEL ACARREO MAS CARGA

ACARREO = 13.15

CARGA = 25.43
38.58- UT. MOTOESCREPAS 10.76
27.82+ COSTO DEL CAMINO 1.25COSTO TOTAL 29.07

LAS ALTERNATIVAS SON

	\$/M ³
A) MOTOESCREPAS	27.40
B) CARGADOR Y CAMION ALQUILADO	48.29
C) IGUAL A B) RENTANDO LAS MOTOESCREPAS	37.53
D) CARGADOR Y CAMIONES PROPIOS (5 AÑOS USO)	41.88
E) IGUAL A D) RENTANDO LAS MOTOESCREPAS	31.12
F) CARGADOR Y CAMIONES PROPIOS (USO ESTADIS TICO)	44.24
G) IGUAL A F) RENTANDO MOTOESCREPAS	33.48
H) CARGADOR Y CAMIONES PROPIOS PAVIMENTADO- EL CAMINO Y RENTANDO MOTOESCREPAS (5 AÑOS DE USO).	27.46
I) CARGADOR Y CAMIONES PROPIOS (USO ESTADIS TICO) RENTANDO MOTOESCREPAS Y PAVIMENTAN DO EL CAMINO.	29.07

EL SUPERINTENDENTE MUESTRA SUS ALTERNATIVAS AL GERENTE, DICIENDOLE QUE ES CLARO QUE LE CONVIENE PAVIMENTAR EL CAMINO.

EL GERENTE LE DICE QUE SI BIEN LOS DATOS DEMUESTRAN LA BONDAD DE LA PAVIMENTACION, EL NO ESTA DE ACUERDO EN INVERTIR, AL INICIAR LA OBRA, \$1'000,000 QUE NO RECUPERA RA SINO HASTA LA TERMINACION DEL TRABAJO, PUES ASI REZA EN EL CONTRATO.

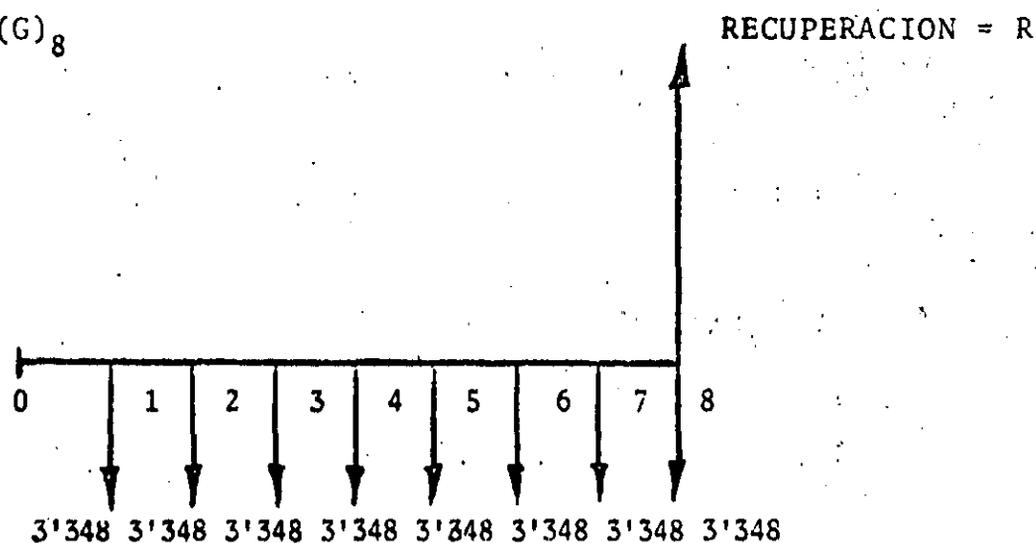
EL SUPERINTENDENTE CONSIDERA QUE SI HAY DIFERENCIA EN LOS SISTEMAS DE EGRESO, POR LO QUE DECIDE REALIZAR UN ESTUDIO DE VALOR ACTUALIZADO.

HACE UNA COMPARACION ENTRE LAS ALTERNATIVA (G) E (I) HACIENDO USO DEL METODO DE VALOR ACTUALIZADO. (USO ESTADISTICO).

COMO LA RECUPERACION ES AL FINAL Y ES LA MISMA EN EL TIEMPO Y EN SU VALOR, NO LA CONSIDERA PARA FINES DE COMPARACION.

SUPONE QUE LA OBRA DURARA 8 MESES Y QUE LOS EGRESOS POR COSTO-DIRECTO SERAN LINEALES; LE RESULTAN ASI LAS SIGUIENTES GRAFICAS DE INGRESOS-EGRESOS.

CASO (G)₈

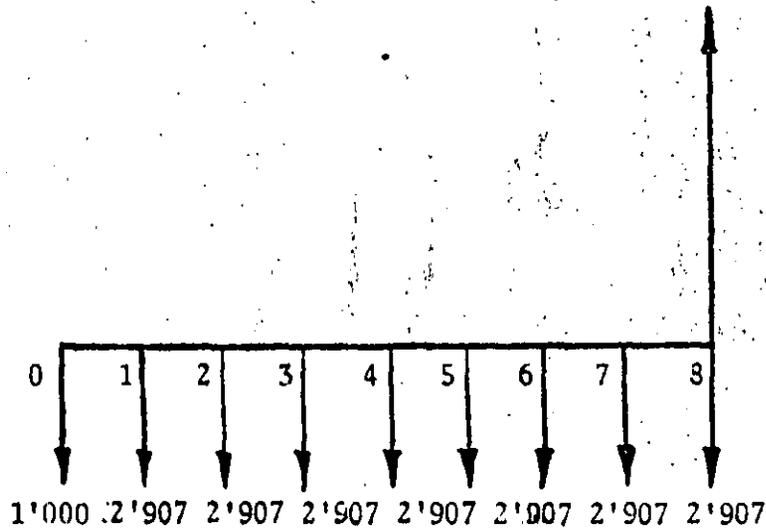


EN MILES DE PESOS

$$\text{COSTO/MES} = \frac{33.48 \times 800,000}{8} = 3'348,000$$

CASO (I)₈

RECUPERACION = R



$$\text{COSTO/MES} = \frac{29.07 \times 800,000}{8} = 2'907,000$$

EL SUPERINTENDENTE SUPONE UNA TASA DE INTERES MINIMA ACEPTABLE DE 4% MENSUAL. USANDO LA TABLA DE LOS APUNTES OBTIENE LOS SIGUIENTES VALORES ACTUALIZADOS.

CASO (G)₈ INTERES 4%

VALOR PRESENTE DE UNA SERIE UNIFORME DE FLUJO DE EFECTIVO.

$$3'348,000 \times 6.7328 = 22'541,414$$

CASO (I)₈ INTERES 4%

$$P = A \frac{(1+i)^n - 1}{i (1+i)^n}$$

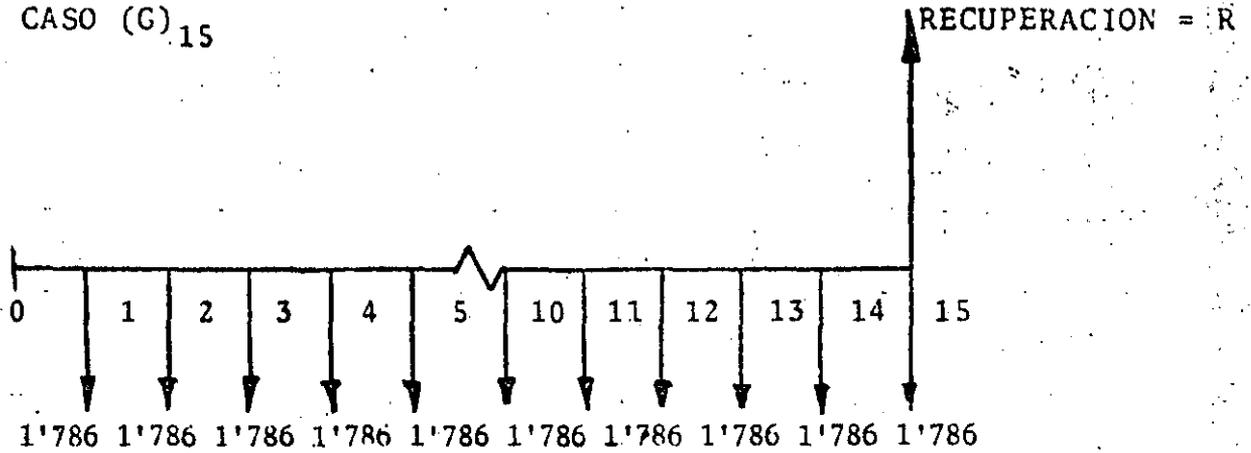
$$1'000,000 + 2'907,000 \times 6.7328 = 20'572,250$$

LE CONVIENE SELECCIONAR LA ALTERNATIVA DE COSTO ACTUALIZADO MINIMO, QUE SIGUE SIENDO LA (I).

EL GERENTE LE RECUERDA QUE EL PIENSA QUE SE VA A TARDAR 15 MESES EN EL TRABAJO.

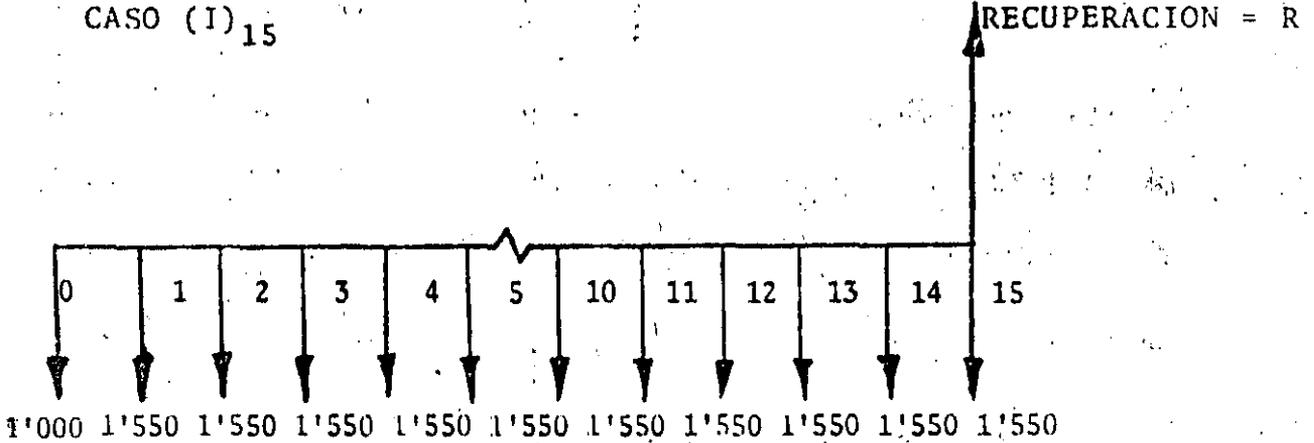
EL SUPERINTENDENTE SUPONE LOS 15 MESES Y OBTIENE LO SIGUIENTE:

CASO (G)₁₅



$$\text{COSTO/MES} = \frac{33.48 \times 800,00}{15} = 1'785,600$$

CASO (I)₁₅



$$\text{COSTO/MES} = \frac{29.07 \times 800,000}{15} = 1'550,400$$

SUPONIENDO EL MISMO INTERES Y COMO EN EL CASO ANTERIOR QUE GASTOS Y RECUPERACIONES SE VERIFICAN AL FIN DE MES, Y USANDO LA TABLA DE VALORES ACTUALIZADOS OBTENDREMOS:

CASO (G)₁₅ 4% MENSUAL

$$1'785,600 \times 11.1134 = 19'853,015$$

CASO (I)₁₅ 4% MENSUAL

$$1'000,000 + 1'550,400 \times 11.1184 = 18'237,967$$

LE SIGUE CONVINIENDO SELECCIONAR LA ALTERNATIVA I.

EL GERENTE LE PIDE QUE EN VISTA DE QUE LAS CONDICIONES DE LA EMPRESA NO SON MUY BUENAS, LE ANALICE QUE SUCEDERIA SI SE OBLIGA A PAGAR 6% DE INTERES MENSUAL.

EN EL CURSO DE DURACION 8 MESES TIENE LOS SIGUIENTES VALORES ACTUALIZADOS:

CASO (G)₈ INTERES 6% MENSUAL

$$3'348,000 \times 6.2098 = 20,790,410$$

CASO (I)₈ INTERES 6% MENSUAL

$$1'000,000 + 2'907,000 \times 6.2098 = 19'051,889$$

EN EL CASO DE DURACION 15 MESES TIENE LOS SIGUIENTES VALORES:

CASO (G)₁₅ INTERES 6% MENSUAL

$$1'785,600 \times 9.7123 = 17'342,283$$

CASO (I)₁₅ INTERES 6% MENSUAL

$$1'000,000 + 1'550,400 \times 9.7123 = 16'057,950$$

CON TODOS ESTOS DATOS EL SUPRINTENDENTE HACE LA SIGUIENTE

TABLA

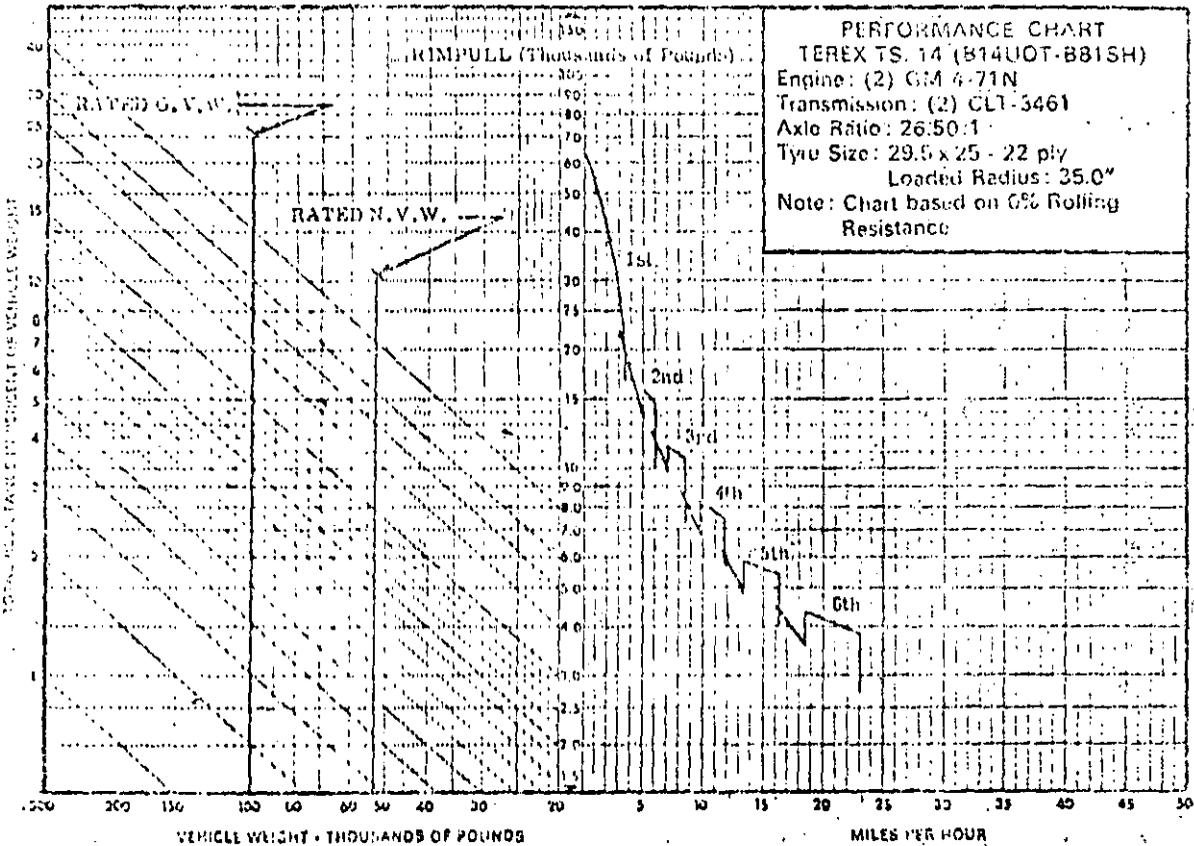
COSTO ACTUALIZADO			
	CASO G	CASO I	G - I
DURACION 8 MESES INTERES 4%	22'541,414	20'572,250	1'969,164
DURACION 8 MESES INTERES 6%	20'790,410	19'051,889	1'738,521
DURACION 15 MESES INTERES 4%	19'853,015	18'237,967	1'615,048
DURACION 15 MESES INTERES 6%	17'342,283	16'057,950	1'284,333

LA DIFERENCIA G-I ES SIEMPRE POSITIVA POR LO QUE EN TODOS
LOS CASOS CONVIENE LA SOLUCION I, PUESTO QUE EL COSTO AC-
TUALIZADO ES MENOR.

PODEMOS DECIR QUE LA SALIDA ES POCO SENSIBLE A LOS CAMBIOS
EN TIEMPO E INTERES, DENTRO DE LOS RANGOS ESTUDIADOS. PO-
DREMOS PUES CON UNA CONFIANZA RAZONABLE PROCEDER A PAVIMEN-
TAR EL CAMINO.

¡ATENCIÓN! AL SIMPLIFICAR LA SOLUCION DEL PROBLEMA SOLO SE
HAN CONSIDERADO DECISIONES A NIVEL DE COSTO DIRECTO.

108



INSTRUCTIONS.

1. FIND VEHICLE WEIGHT ON LOWER LEFT HORIZONTAL SCALE
2. READ UP TO SHARPEL TOTAL RESISTANCE

3. FROM INTERSECTION READ HORIZONTALLY TO THE RIGHT TO INTERSECTION WITH PERFORMANCE OR TARDER CURVE
4. READ DOWN FOR VEHICLE SPEED

109

...
 ...
 ...
 ...
 ...
 ...
 ...
 ...
 ...
 ...
 ...
 ...

SOLUCION DEL PROBLEMA CONSIDERANDO PRECIOS
DE ABRIL DE 1984.

...
 ...
 ...
 ...
 ...
 ...
 ...
 ...

D A T O S:

110

MATERIAL.	LIMO ARENOSO SECO.
PESO VOLUMETRICO EN BANCO.	1600 KG/M ³
ALTITUD S. N. M.	2000 M.
LONGITUD DE ACARREO.	370 M (4% PENDIENTE FAVORABLE).
CALIDAD DEL CAMINO.	REVESTIDO.
COEFICIENTE DE ABUNDAMIENTO.	1.25 O SU RECIPROCO 0.8
CAPACIDAD DE LA MOTOESCREPA COLMADA.	15 M ³
PESO DE LA MAQUINA VACIA.	24.1 TON.
PESO DE LA MAQUINA CARGADA.	$42.1 + 1.6 \times 0.8 \times 15 = 43.3$ TON.
COSTO DIRECTO HORA MAQUINA MOTOESCREPA.	\$13,595.25
(VER LAS HOJAS SIGUIENTES).	
MOTOESCREPAS DE TIRO Y EMPUJE.	
CAMION ALQUILADO A:	\$50 + 35/M ³ ABUND.
COSTO DIRECTO HORA MAQUINA CARGADOR FRONTAL.	\$5,129.52
CAPACIDAD DEL CUCHARON.	3.5 Yd ³ .

MARCA: TEREX MÁQUINA: MOTOCREPA HOJA No.: 1/2
X MODELO: TEREX TS-14 CALCULÓ: C.M.G.
 DATOS ADIC: _____ REVISÓ: F.F.I.
 MOVIMIENTO DE -- TIERRAS. FECHA: Abril '84.

DATOS GENERALES

PRECIO ADQUISICIÓN: \$ 56'514,500.00 FECHA COTIZACIÓN: Abril '84.
 EQUIPO ADICIONAL - Llantas 1'640,500.00 VIDA ECONÓMICA (VE): 5 AÑOS.
 54'874,000.00 HORAS POR AÑO (HA): 2000 HR/AÑO.
 MOTORES: Diesel DE 160 HP.
 VALOR INICIAL (VA): _____ FACTOR OPERACIÓN: 0.70
 VALOR RESCATE (VR): 10 % \$ 5'651,450.00 POTENCIA OPERACIÓN: 2x0.7x160 HP_{OP.}
 TASA INTERÉS (I): 12 % COEFICIENTE ALMACENAJE (K): 0.10
 PRIMA SEGUROS (S): 2 % FACTOR MANTENIMIENTO (Q): 0.75

I. CARGOS FIJOS.

$$A). \text{ DEPRECIACIÓN: } D = \frac{VA - VR}{VE} = \frac{54'874,000.00 - 5'651,450.00}{10,000} = \$ 4,922.26$$

$$B). \text{ INVERSIÓN: } I = \frac{VA + VR}{2 HA} = \frac{54'874,000 + 5'651,450 \times 0.12}{2 \times 2000} = 1,815.76$$

$$C). \text{ SEGUROS: } S = \frac{VA + VR}{2 HA} = \frac{54'874,000 + 5'651,450 \times 0.02}{2 \times 2000} = 302.63$$

$$D). \text{ ALMACENAJE: } A = KD = \frac{0.10 \times 4,922.26}{1} = 492.23$$

$$E). \text{ MANTENIMIENTO: } M = QD = \frac{0.75 \times 4,922.26}{1} = 3,691.69$$

SUMA CARGOS FIJOS POR HORA \$11,224.57

II. CONSUMOS.

112

A). GASTOS DE COMBUSTIBLE: $E = E \cdot P_c$
 DIESEL: $E = 0.120 \times 224 \text{ HP. OP.} \times \$ 26.00 / \text{LT.} = \$ 1,164.80$
 GASOLINA: $E = 0.24 \times \text{HP. OP.} \times \$ \text{ /LT.} =$

B). OTRAS FUENTES DE ENERGÍA: _____ =

C). LUBRICANTES: $L = A \cdot P_e$
 CAPACIDAD CARTER: $C = \frac{2 \times 16}{100} \text{ LITROS.}$
 CAMBIOS ACEITE: $T = \text{HORAS.}$
 $A = C/T + \frac{0.0035}{0.0030} \times \frac{224 \text{ HP. OP.}}{1.10 \text{ LT/HR.}} = \frac{1.10 \text{ LT/HR.}}{180} \times \$ \text{ /LT.} = 198.00$

D). LLANTAS: $L_i = \frac{VII \text{ (VALOR LLANTAS)}}{IV \text{ (VIDA ECONOMICA)}}$
 VIDA ECONOMICA: $IV = \frac{2500 \text{ HORAS}}{1'640,500.00}$
 $L_i = \frac{2,500 \text{ HORAS}}{2,500} = 356.20$

SUMA CONSUMOS POR HORA \$2,019.00

III. OPERACION.

SALARIO BASE: \$ 1,067.00
 SALARIO REAL -
 OPERADOR: 2,110.10
 _____:
 _____:

SAL/TURNO-FROM: \$ 2,110.10
 HORAS/TURNO-FROM.: (H)
 $H = 3 \text{ HORAS} \times 0.75 \text{ (FACTOR RENDIMIENTO)} = 6 \text{ HORAS}$

OPERACIÓN = $O = \frac{S}{H} = \frac{\$ 2,110.10}{6 \text{ HORAS}} = \$ 351.68$

SUMA OPERACIÓN POR HORA \$351.68

CONSTRUCTORA: X MACHINA: Cargador Frontal HORA HOI: _____
 MODELO: Michigan 85-III-A CALCULO: C.M.G.
 DATOS ADIC: 3.5 Yd³ REVISO: F.F.L.
 (OTRA: MOVIMIENTO DE TIERRAS. -) FECHA: Abril '84

DATOS GENERALES

PRECIO ADQUISICIÓN:	<u>\$ 16'430,000.00</u>	FECHA COTIZACIÓN:	<u>Abril '84</u>
EQUIPO ADICIONAL - Llantas.	<u>723,500.00</u>	VIDA ECONÓMICA (VE):	<u>5</u> AÑOS.
	<u>15'706,500.00</u>	HORAS POR AÑO (HA):	<u>2000</u> HR/AÑO.
VALOR INICIAL (VA):		MOTORES:	<u>DE 221 HP.</u>
VALOR RESCATE (VR):	<u>10 % = \$ 1'643,000.00</u>	FACTOR OPERACIÓN:	<u>0.75</u>
TASA INTERÉS (I):	<u>12 %</u>	POTENCIA OPERACIÓN:	<u>166</u> HP.OP.
PRIMA SEGUROS (S):	<u>2 %</u>	COEFICIENTE ALMACENAJE (K):	<u>0.10</u>
		FACTOR MANTENIMIENTO (M):	<u>0.80</u>

I. CARGOS FIJOS.

A). DEPRECIACIÓN: $D = \frac{VA - VR}{VE} = \frac{15'706,500 - 1'643,000.00}{10,000} = \$ 1'406.35$

B). INVERSIÓN: $I = \frac{VA + VR}{2 HA} i = \frac{15'706,500 + 1'643,000.00}{2 \times 2000} \times 0.12 = 520.49$

C). SEGUROS: $S = \frac{VA + VR}{2 HA} s = \frac{15'706,500 + 1'643,000.00}{2 \times 2000} \times 0.02 = 86.75$

D). ALMACENAJE: $A = KD = \frac{0.10 \times 1'406.35}{1} = 140.64$

E). MANTENIMIENTO: $M = MD = \frac{0.80 \times 862.60}{1} = 1,125.08$

SUMA CARGOS FIJOS POR HORA \$3,279.31

II. CONSUMOS.

114

A). CONSUMIBLES: $E = E \cdot P_c$
 DIESEL: $E = 0.20 \times \underline{166} \text{ HP. OP.} \times \$ \underline{26} / \text{LT.} = \$ 863.20$
 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: $L = A \cdot P_e$

CAPACIDAD CARTER: $C = \frac{26.5}{\hspace{2cm}} \text{ LITROS.}$

CAMBIOS ACEITE: $T = \frac{100}{\hspace{2cm}} \text{ HORAS.}$

$A = \frac{C}{T} + \frac{0.0035}{0.0030} \times \frac{166}{\hspace{2cm}} \text{ HP. OP.} = \underline{0.85} \text{ LT./HR.}$

$L = \underline{0.85} \text{ LT/HR} \times \$ \underline{180} / \text{LT.} = 153.00$

D). LLANTAS: $L_i = \frac{VII}{HV} \text{ (VALOR LLANTAS)}$
 $\hspace{10em} \text{ (VIDA ECONOMICA)}$

VIDA ECONOMICA: $HV = \underline{1500} \text{ HORAS}$

$L_i = \frac{723,500.00}{1,500 \text{ HORAS}} = 482.33$

SUMA CONSUMOS POR HORA \$1,498.53

III. OPERACION.

SALARIO BASE: $\$ \underline{1,067.00}$

SALARIO REAL:

OPERADOR: $\underline{2,110.10}$

_____:

_____:

SAL/TURNO-PROM: $\$ \underline{2,110.10}$

HORAS/TURNO-PROM.: (H)

$H = 8 \text{ HORAS} \times \underline{0.75} \text{ (FACTOR RENDIMIENTO)} = \underline{6.00} \text{ HORAS}$

OPERACIÓN = $\frac{S}{H} = \frac{\$ \underline{2,110.10}}{6.00 \text{ HORAS}} = \351.68

SUMA OPERACIÓN POR HORA \$351.68

COSTO DIRECTO HORA \$5,109.52

115

A.- COSTO POR M³ DE ACARREO UTILIZANDO MOTOESCREPA TEREX TS-14

PRODUCCION = 205.2 M³/HR.

$$\text{COSTO POR M}^3 = \frac{\text{COSTO HORARIO}}{\text{PRODUCCION REAL}} = \frac{13,595.25}{205.2 \times 0.75}$$

$$\text{COSTO POR M}^3 = \$88.34$$

B.- COSTO POR M³ DE ACARREO USANDO CARGADOR FRONTAL MICHIGAN-MODELO 8 - III - A Y CAMIONES ALQUILADOS.

PRODUCCION = 216 M³/HR.

$$\text{COSTO DE CARGA} = \frac{\$5,129.52}{216 \times 0.75} = 31.66$$

$$\begin{array}{l} \text{COSTO ACARREO} = \frac{\$50.00}{0.8} = 62.50 \\ \text{COSTO TOTAL} = \frac{\$94.16}{} \end{array}$$

116
POR LO TANTO

ALTERNATIVA	COSTO/M ³
A).- MOTOESCREPAS	\$88.34
B).- CARGADOR Y CAMIONES ALQUILADOS.	\$94.16

LA ALTERNATIVA MOTOESCREPAS SIGUE SIENDO MAS CONVENIENTE.

REVISANDO LA ALTERNATIVA DE UTILIZAR CARGADORES Y CAMIONES -
RENTANDO MOTOESCREPAS, SE TIENE:

C).- COSTO POR M³ DE ACARREO UTILIZANDO CARGADOR Y CAMIONES -
ALQUILADOS, RENTANDO LAS MOTOESCREPAS.

GANANCIA NETA POR RENTA DE MOTOESCREPAS/MES = \$395,000

TIEMPO DE EJECUCION: 8.2 MESES.

GANANCIA TOTAL = 8.2 x 6 x 395,000 = \$19,434,000

GANANCIA/M³ = $\frac{19,434,000}{800,000}$ = \$24.29

COSTO NETO = COSTO ALTERNATIVA B) - GANANCIA POR RENTA

COSTO NETO = 94.16 - 24.29 = \$69.87

117

LAS TRES ALTERNATIVAS QUEDAN ASI:

a).- MOTOESCREPAS	\$88.34
b).- CARGADOR Y CAMIONES ALQUILADOS	\$94.16
c).- CARGADOR Y CAMIONES ALQUILADOS, RENTANDO MOTOESCREPAS	\$69.87

A COSTOS ACTUALES (ABRIL 1984) LA ALTERNATIVA MAS CONVENIENTE ES LA C).



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

MOVIMIENTO DE TIERRAS
SALTILLO, COAHUILA

C O N T R O L

ING. JOSE CARREÑO ROMANI

AGOSTO DE 1985.

55.- Cuando aquellos a quienes se aplica un sistema de control sienten que éste constituye una amenaza para ellos, se dice que hay _____

percepción del peligro

56.- La percepción del _____ hace cuando se insiste en el castigo en vez de la ayuda y del apoyo para alcanzar las metas y/o los _____ cuando existe falta de confianza en las relaciones entre superiores y subordinados, personal staff y de línea, etc.

peligro
objetivos

57.- Las amenazas y castigos, así como la falta de confianza o comunicación entre los jefes y los _____ es lo que hace que aparezca la _____ y con ello la falta de _____ del deber.

subordinados
percepción del peligro
cumplimiento

58.- Se puede concluir que los sistemas de control tienden a promover y a ordenar la conducta que tratan de evitar que es la falta de _____ la razón de esto es que las presiones para cumplir con el deber en una atmósfera de falta de _____ en las relaciones y de castigos hacen percibir el _____

cumplimiento del deber
confianza
peligro

59.- Desgraciadamente la ausencia del peligro no garantiza el cumplimiento del _____ El cumplimiento del deber puede lograrse con sentido de dedicación a la causa.

deber

60.- Como ya vimos el objeto de todo control es lograr la determinación de un _____ estándar para evaluar el trabajo. Entonces el éxito de un control consiste en la determinación del nivel de estándar apropiado, ni muy alto porque puede ser inalcanzable y por ello _____ ni tan bajo que no se logran las metas y los _____ organizacionales.

estándar
rechazados
objetivos

61.- Sin embargo la reacción favorable del individuo no estará determinada por la meta-objetivo en sí sino por la percepción que de ella tenga de acuerdo a sus sentimientos, necesidades y condiciones de ahí que el estudio de las Ciencias del _____ humano son básicas en la administración.

comportamiento

62.- El cumplimiento del deber según se dijo en el cuadro 59, se logra con sentido de _____ a la causa y esto se logra cuando el individuo logra la _____ de las metas o objetivos.

dedicación
percepción

63.- Mayor sentido _____ a la causa cuando más compatibles sean las _____ de la empresa con los sentimientos, inquietudes, aspiraciones y necesidades del hombre que en ella trabaja.

dedicación
metas
objetivos

64.- El aumento en metas y/o ideas, se puede encontrar al estudio de lo que está constituyendo el sistema de control moderno y que se basa en lograr una mayor _____ a alcanzar las metas y objetivos de la empresa. A este sistema se le conoce por sistema orgánico de control.

dedicación

65.- El sistema _____ de control viene siendo la forma de promover una mayor _____ a la causa de la empresa basado en la idea de que imponiendo a los demás determinados objetivos y normas atractivas se logra su aceptación.

orgánico
dedicación

66.- El establecimiento de los _____ y los _____ debe hacerse en base a una exploración conjunta y abierta de la realidad. Así la exposición y discusión de los criterios de la empresa para competir con éxito en cualquier ocasión son la base para el _____ de los objetivos y las normas.

objetivos
normas
establecimiento

67.- Esto puede parecer enjorrazo y lento, pero se gana en la convicción de que el tiempo empleado en lograr la identificación de los objetivos, actividades propia de la función _____ es un comienzo de sobra con el tiempo que se ahorrará en la solución de problemas posteriores.

planes

68.- Así definidos en forma sustractiva y conjunta todos los objetivos, metas y normas a seguir y por haber sido determinados con el concurso de todos los miembros de la empresa, teniendo en cuenta todos los puntos de vista y sugerencias, será (fácil/difícil) _____ pudiendo dedicarse por entero a la causa.

fácil

68.- El sistema orgánico de control basado en la antes expuesta tendría una aplicación (igual/m y distinta) a los sistemas convencionales, y que al ser ha lo grado la unión al logro de los objetivos, no primero, para afectivos, será pro correrse, de los sistemas (depar mentos) de su esfuerzo por alcanzar los niveles acor dados en común.

muy distinta

dedicación
objetivos
control

70.- La función de los unidades administrativas en el sistema orgánico de control será la de proporcionar al cada uno de los niveles de la empresa la información relativa a su funcionamiento para que pueda utilizarse a este fin.

orgánico de control

71.- Así cada subsistema tendrá que dar cuenta de sus actividades al sistema inmediato superior, para que se logren los objetivos del sistema, la ex posición de los problemas encontrados y de los planes para resolverlos. Ello elimina la utilización de grupos especiales de control que son más caros más baratos el control.

más caro

72.- Con ello también se evita en gran parte la vigilancia directa, en el sentido estricto de la palabra, ya que el problema no consiste en captar un cumplimiento pasivo, sino en capacitar a todas las secciones a lograr los objetivos propuestos.

objetivos

73.- Así el sistema orgánico de control, motiva al empleado a corri giendo sus errores y a ejercer sober si mismo un control de sus movimientos. El subcontrol es la mejor manera de responsabili zar al individuo y lograr el deber deber su mayor tratar de alcanzar los objetivos de la empresa.

orgánico de control

auto

cumplimiento
dedicación

74.- El control desarrollado en el estudio de situaciones particular de producción en la vez de las necesidades e motivaciones del individuo y que se ejerce por medio de información de subsistemas al sistema superior, a babe de eficiencia y simplicidad es lo que constituye el control.

auto

sistema orgánico

CONTROL DE CANTIDADES

El control de cantidades es muy usual en la industria de la Construcción. Como se sabe la planificación la cantidad de una obra de construcción por unidad de tiempo (hora, día, mes) que se requiere producir es muy fácil calcular esa cantidad plancada como estándar. A medida que se desarrolla la obra pueden irse afinando los estándares.

En el proceso de planificación se determina primero un estándar ideal o estándar, esto es la cantidad de obra que pueda producirse con un 100% de eficiencia, luego se aplican factores producto de la experiencia para llegar al estándar práctico, o de otra manera, si se tienen datos estadísticos de obras anteriores con el mismo proceso productivo pueden tomarse estos datos para determinar los estándares reales o prácticos.

Establecidos los estándares por unidad de tiempo se procede a establecer los puntos de control, normalmente se van controlando las cantidades por lapsos acordes con el control contable de la obra. Así pueden establecerse controles diarios, semanales o mensuales.

La ventaja de ligar el control de cantidades a la contabilidad de costos es que se tendrán puntos de control iguales para cantidades y costos lo cual es muy útil puesto que la producción real en un determinado plazo junto con el costo real nos dará el costo por unidad de obra ejecutada que es un dato que interesa primordialmente al constructor.

Otra característica del control de cantidades es que los puntos de control son diferentes dependiendo del nivel jerárquico que toma de decisiones usando el control. Así por ejemplo en una planta de agregados el jefe de la planta recibe un informe de producción por turno, el superintendente de pavimentación recibirá un informe condensado de producción semanal y el superintendente general este mismo informe pero mensual. Esto sucede desde luego si no hay variaciones significativas. Si las hay el sistema de control deberá ser capaz de alertar hacia un nivel que pueda tomar las decisiones que corrijan aquellas fallas del proceso que estaban provocando una falta de producción respecto a los estándares.

Esto se hace en el control de turnos. Así un superintendente de pavimentación podrá por ejemplo decirle al jefe de la planta que debe aumentar si la producción de concreto en un turno es inferior un 10% al estándar por turno. El superintendente general podrá entonces en la producción semanal es 10% inferior al estándar semanal. Esto pues de luego facilita la operación orgánica de control.

Es muy común que al reportar el control se le añadan una serie de causas que sirven para tomar decisiones en caso de que exista alguna anomalía.

Si además el personal de la planta de agregados el reporte debería contener aquellos datos que permitan conocer las causas de alguna posible desviación. Por ejemplo el número de horas paradas de la máquina por causa, por causa indicada dichas causas o no, demoras causadas por deficiencias en el suministro, deficiencias en el almacenamiento, falta de mantenimiento, etc.

Si todos estos datos se llevan a lo largo del trabajo esto permitirá que además de llevar el control y facilitar si las decisiones se pueden revisar, se determinen las causas de las anomalías para poder, por ejemplo, mejorar el proceso si es conveniente, fijar estándares más altos en beneficio de la economía de la obra modificando el proceso completo, parte del proceso o simplemente aumentando el estándar de fuerza de la repartición acumulada durante la jornada.

En realidad el control es un proceso de retroalimentación, este es, un sistema que toma muestras, las compara con el estándar y en caso de desviaciones significativas actúa sobre el proceso de producción para regresarla a la producción planificada.

El reporte de control permite pues a los diferentes funcionarios manejar el proceso tomar decisiones. Estas decisiones son de diferente tipo y podríamos dividirlos en dos:

- a) Decisiones de Emergencia.
- b) Decisiones Preventivas.

Como ejemplo de decisiones de emergencia podría mencionarse el hecho de que una máquina trituradora tenga problemas mecánicos y esto origine una producción inferior al estándar. Otro ejemplo sería que una máquina se descomponga por rotura de una pieza. En estos casos la decisión inmediata será proceder a la reparación.

Como ejemplo de decisión preventiva puede mencionarse la siguiente: las horas perdidas por descompostura de una máquina, tienen tendencia a aumentar. Analizando la causa pueden presentarse varios casos:

- a) La máquina está fuera de la vida económica.
- b) El mantenimiento es deficiente.
- c) La operación es defectuosa.
- d) Algún mecanismo de la obra tiene un efecto importante.

El atacar este problema y tomar decisiones respecto a él sería una decisión preventiva si se toma antes de que ésta causa de demora provoque que la producción quede abajo del estándar.

Es costumbre que para poder tomar estas acciones preventivas se usen cartas de control, que indiquen en forma gráfica y cuantitativa las variaciones reales del comportamiento de la producción, demoras, etc.

CONTROL DE COSTOS

Este sistema de control es muy usual en lo que a construcción se refiere, ligado íntimamente al control de cantidades como ya se indicó.

Este control consiste en ordenar en diferentes cuentas los costos correspondientes a los ítemos que se van utilizando en la obra.

El conjunto de estas cuentas es denominado método de cuentas de costos, y pueden dividirse de acuerdo con las necesidades del control. Así por ejemplo puede llevarse una cuenta de costos para producción de agregados, otra cuenta de costos para elaboración de concreto asfáltico, una más para colocación de concreto revestido, etc., es usual que se subdividan estas cuentas de costos en sub cuentas, en función del tipo de trabajo, así pues cada una de estas cuentas podría llevar las siguientes sub cuentas:

- a) Oera de Mano
- b) Materiales
- c) Maquinaria
- d) Acarreos
- e) Destajistas

El control de costos compara las cantidades erogadas por cada una de las cuentas y sub cuentas con las subyuestas y cuando hay una desviación importante tomará una decisión para corregir esta desviación.

El estándar en el caso de control de costos puede elaborarse a base de presupuestos mensuales o relacionando un control de cantidades con el de costos en base a los costos unitarios supuestos en la planeación.

Así por ejemplo se puede presuponer cuánto se va a gastar en una determinada empresa por concepto de maquinaria para agregados, y usar esta cantidad como estándar y contra ella comparar el costo real. Puede también fijarse un costo unitario como estándar por m³ de agregado por ejemplo y con los datos reales de cantidades de costos divididos la cantidad erogada realmente en el mes entre la cantidad producida realmente en el mes en m³ tendremos el costo unitario real que se comparará con un costo unitario supuesto. En ambos casos, si hay desviaciones se deberá contar con un mecanismo en la organización de la obra que tome decisiones de inmediato para corregir las deficiencias que presente el mecanismo de producción, con objeto de tener que el costo real sea igual a meter que un costo estimado.

La información del control de costos se puede presentar en base a listados que nos indican las cantidades realmente erogadas en cada una de las cuentas y sub cuentas, se puede presentar en gráficas, o pueden presentarse exclusivamente aquellos costos que se desvíen del presupuesto (control por excepción).

Como se puede ver estas cuentas de costos pueden sofisticarse y pueden ampliarse hasta llegar a un control muy detallado. La experiencia en construcción indica que es muy difícil llegar a un gran detalle ya que normalmente en los datos de campo se originan errores que hacen inútil este control tan detallado. Es más frecuente que se tengan cuentas por actividades generales y en caso de tener que tomar una decisión se hace un análisis de detalle de esa cuenta particular dividiéndola con el criterio del ingeniero en sub cuentas.

La contabilidad de costos implica una buena organización contable de la obra, ya que esta contabilidad de costos deberá estar ligada a la contabilidad general de la empresa para que no siempre datos reales.

Desde luego se deberán llevar cuentas de los costos directos, así como de indirectos y gastos generales de la empresa con objeto de tener siempre un panorama completo y tomar decisiones que conduzcan a la obra y a la empresa al objetivo cuantitativo predefinido.

Los estándares deben modificarse y revisarse continuamente, ya que es muy frecuente que haya variaciones en el proyecto en las cantidades de obra y en los métodos de construcción que evidentemente modifican el estándar.

Para llevar adecuadamente el control de costos es indispensable que el ingeniero que hace uso de este control tenga conocimientos básicos de contabilidad, lo que le permitirá interpretar adecuadamente los resultados de las diferentes cuentas que tiene que supervisar.

Existen diferentes métodos para llevar el control de costos, que van desde sistemas manuales hasta computadores electrónicos, en general el uso de computadoras está restringido a aquellas áreas de trabajo en donde se tenga una máquina concana, ya que la transmisión de datos masivos por teléfono y cable no ha sido resuelta satisfactoriamente en México. Esto es muy importante ya que la información debe ser oportuna para que las decisiones que se tienen que tomar en base a esa información también lo sean.

CONTROL PRESUPUESTAL

El control presupuestal permite llevar el control de cantidades y costos al mismo tiempo, y desde luego permite tomar las decisiones que se requieren tanto en el área de producción como en otras áreas tales como compras, manejo financiero, cobranzas, etc.

Para poder llevar un control presupuestal se requieren los siguientes requisitos.

Un sistema de planeación que permita la elaboración de un presupuesto completo que servirá de estándar para el control.

Un sistema interno de contabilidades y costos de la empresa.

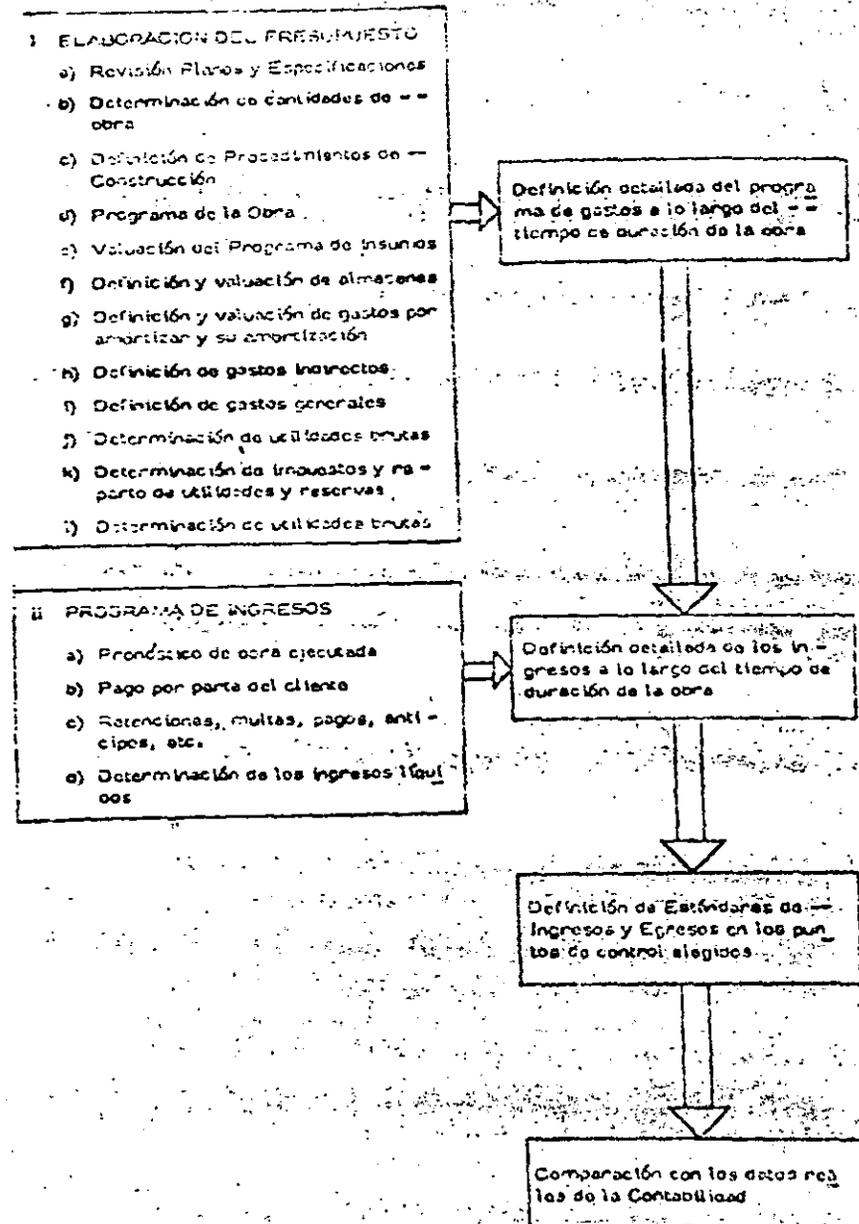
En general puede ocurrir que un sistema integrado de control presupuestal en una empresa de construcción tiene limitaciones e inconvenientes que algunas veces anulan a las importantes ventajas que tiene el sistema.

Entre los inconvenientes que presenta pueden mencionarse:

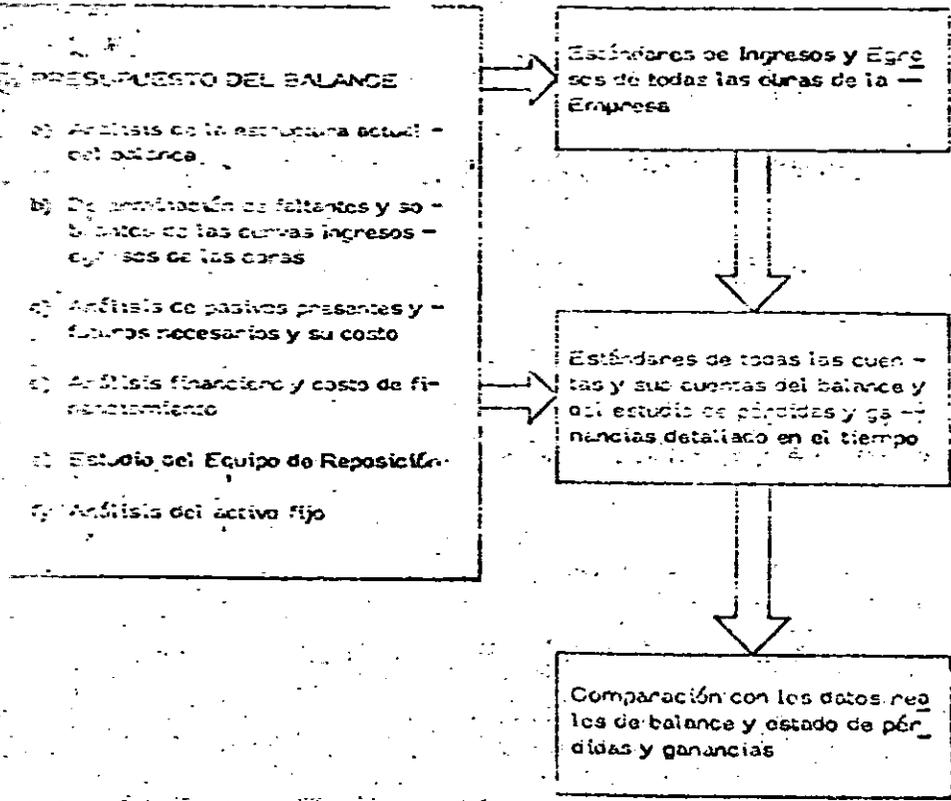
- Los presupuestos deben modificarse continuamente debido a las variaciones en programas y volúmenes que tienen la mayor parte de las obras de construcción en nuestro país.
- Al implantar el sistema no se deben esperar resultados completos a corto plazo.
- Existen obstáculos psicológicos importantes, pues el cambio de sistema significa una modificación en los hábitos del personal.

Existen gran número de procedimientos diferentes para llevar el control presupuestal, desde sistemas que se operan manualmente hasta los que hacen uso de las computadoras.

El control presupuestal de una obra podría definirse como sigue:



El control presupuestal a nivel de empresa podría esquematizarse así:



Como en los casos anteriores desviaciones significativas originan de inmediato acciones correctivas.

CORRECCION DE DESVIACIONES

El establecimiento de los medios adecuados para corregir las desviaciones de los estándares es probablemente la etapa más importante de todo control.

Si el "aviso" no es oportuno y no llega rápidamente a la persona capaz de tomar las decisiones correctivas se pierden total o parcialmente las ventajas del control.

La empresa puede mejorar sistemas de construcción, modificar su organización para definir mejor las funciones y responsabilidades de cada puesto, mejorando así la coordinación de sus actividades, o modificar los sistemas de dirección de la empresa, en función de los reportes de control debidamente evaluados.

Como consecuencia del control de costos, puede reducirse la inversión real y mejorar la rentabilidad de la obra, o aumentar los beneficios del contratista, generalmente muy por encima del gasto necesario para ejercer el control. Cuando la decisión para ejecutar una obra se ha basado en hipótesis falsas respecto a los costos, el control de costos generalmente revoca prontamente este hecho, permitiendo así una oportuna reevaluación y corrección de los planes. Por supuesto que el control de costos no puede corregir los defectos en los estimados de costos, pero la misma experiencia derivada del control permitirá realizar estimados cada vez mejores.

REQUISITOS DE UN SISTEMA DE CONTROL DE COSTOS, DESDE EL PUNTO DE VISTA DE LA EMPRESA CONSTRUCTORA.

Los textos de administración señalan diversas exigencias para que un sistema de control opere adecuadamente. Se analizará cada una de ellas con referencia especial al control de los costos.

1. Los controles deben reflejar la naturaleza y las necesidades de la actividad. El sistema para controlar los costos de ingeniería de proyecto será indudablemente distinto del que se use para controlar los costos de construcción. Los sistemas e instrumentos adecuados para controlar los costos de construcción de una planta industrial son diferentes de los que deben usarse en la construcción de una presa. Los costos de operación y mantenimiento requieren

INFORME DIARIO DE PRODUCCION DE AGREGADOS

OBRA : 28

FECHA: VIER. -15-III-74

TIEMPO TEORICO OPERACION : 1:10 HRS.

TIEMPO REAL DE OPERACION : 7:20 HRS.

NUMERO DE DEMORAS : 7

EFICIENCIA : 47.5 %

PRODUCCION REAL : 400 M³

CAUSA DE DEMORAS	HORAS PERDIDAS	% EFIC. PERDIDA
FALTA DE MATERIAL	0:30	3.2 %
PIEDRAS ATORACAS	2:00	12.9
REPARACION PLANTA LUZ	1:10	7.5
REPARACION TRIPLE	1:50	9.7
SOLDANDO MALLA	1:10	7.5
FALTA ENERGIA ELECT.	0:35	3.7
REPARACION CRIBA	0:40	4.3
FALTA DE MATERIAL	0:35	3.7
TOTAL	8:10	52.5 %

OBRA : 28

PERIODO DEL : 11-III-74 AL 16-III-74

PRODUCCION ESPERADA : 3534 M³

PRODUCCION OBTENIDA : 2600 M³

EFICIENCIA : 51.2 %

DIAS	PRODUCCION EN M ³	% EFICIENCIA
LUNES	500 M ³	59.0 %
MARTES	525	62.0
MIERCOLES	300	35.5
JUEVES	425	50.2
VIERNES	400	47.4
SEBASTI	450	53.1
TOTAL	2600 M ³	51.2 %

TECNICAS DE ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS APLICADAS A LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION

1. INTRODUCCION

Ing. José Castro Orvañanos
Jefe del Area de Construcción - U.A.M. Azcapotzalco.

El motivo por el cual se decidió presentar este trabajo fue la observación de que las técnicas de análisis de tiempos y movimientos han sido empleadas con bastante éxito en la industria manufacturera y, en cambio, su aplicación en la industria de la construcción ha sido casi ignorada por completo.

Estas técnicas consisten en analizar la forma de realizar las operaciones rutinarias para llevar a cabo una determinada tarea, con el objeto de encontrar una manera más fácil, económica y segura de llevarlas a cabo. Tratan de optimizar la efectividad de cada esfuerzo que se lleva a cabo. Toman como premisas de su aplicación:

- 1. "Cada peso ahorrado incrementa la ganancia o disminuye la pérdida".
- 2. "Siempre hay una mejor manera de hacer las cosas, una óptima solución que no estamos aplicando".

Ventajas resultantes de su aplicación:

- 1. No se pasan por alto puntos importantes.
- 2. Al analizar cada actividad, aislándola de los problemas cotidianos, es posible descubrir una mejor forma de realizarla.

El análisis de tiempos y movimientos se ha usado poco en la construcción, a pesar de la gran importancia de esta actividad, por los siguientes argumentos:

- a) Cada obra es diferente
- b) El personal no es de planta
- c) Las actividades no son repetitivas
- d) Las actividades duran poco

Además de lo anterior existe la tendencia en el constructor de responsabilizar al maestro de obra de la ejecución, dirección y selección de procedimientos, atribuyéndole una "genial habilidad" organizadora y planificadora.

04

c) Discutirlos en mesas redondas con gente que participe directamente en la ejecución de la obra.

d) Solicitar ideas de gerentes, superintendentes, maestros de obra, etc.

4. Desarrollo del mejor método:

a) Con un claro entendimiento del objetivo deseado, eliminar detalles no necesarios, reasignar recursos, simplificar procedimientos, etc., para hacer las cosas más fáciles, rápidas y económicas.

b) Escribir una versión detallada del nuevo método propuesto.

c) Vender el nuevo método al patrón, superintendente, maestro, trabajadores, etc.

5. Implantación del nuevo método:

a) Una vez aceptado, ponerlo en práctica de inmediato.

b) No dejar de poner atención en la ejecución del nuevo método para comprobar que se han aprendido hasta los pequeños detalles.

c) Dar crédito y reconocimiento a quien se lo merezca.

IV. REGISTRO DE ACTIVIDADES

Las conclusiones de los estudios deben hacerse basadas en los hechos observados y no en los "deducidos".

1. Estudios con cronómetro

Ventajas Los más baratos y más rápidos de realizar en el campo. Útiles cuando es uno o muy pocos los elementos observados.

Limitaciones.

a) Siempre existe un error acumulativo, cada vez que el cronómetro se para, se lee y se vuelve a echar a andar (el error es más importante mientras más cortas sean las duraciones de las actividades observadas).

b) El observador decide al momento de tomar lecturas, cuándo empieza y cuándo termina una cierta actividad, o en qué instante separar dos actividades o ciclos. Esto puede ser grave cuando el estudio lo realiza más de un observador, cosa que es necesario en obras grandes.

c) Es bastante largo, lo que puede originar un cambio de las condiciones de la obra y con ello, una falsedad en la información recabada. Por ejemplo, para registrar una actividad que involucra 10 elementos (hombres, máquinas, etc.), se requerirá de la observación de: 10 elementos X 5 observaciones/elemento = 50 ciclos.

Es probable que las condiciones hayan variado considerablemente entre la la observación y la Sou.

d) El estudio se limita a lo estrictamente observado, por lo que resulta incompleto, especialmente en lo relacionado con la interdependencia de las actividades.

e) Debido al volumen de información que el observador debe ir anotando un muy poco tiempo, es usual que descuide su objetivo y la precisión en los datos tomados. Para contrarrestar esto es recomendable dedicar un tiempo del observador exclusivamente a ver los trabajos, sin tomar ninguna nota, para que norme el criterio de sus observaciones en función de las condiciones en las que realmente se está llevando a cabo el trabajo.

f) Al darse cuenta los obreros de la realización de este estudio, adoptan una posición distinta a la normal. Esto es debido a que los trabajadores se sienten considerados -- como simples máquinas, a quienes se trata de explotar al -- máximo, consideran que los estudios se hacen con el objeto de bajar el monto de los destajos que se les están pagando, etc.

2. Estudios con fotografías tomadas a intervalos constantes de tiempo (time-lapse photography).

Ventajas.

a) Relativamente barato: un rollo de 100 pies dura 3 h 30 m, con fotos cada 3 seg. (40 fotos/pie)

b) Capaz de tomar nota de varias actividades de un gran número de componentes a la vez.

c) Capaz de tomar nota de la interrelación de los componentes.

d) Es una colección de observaciones permanentes y de fácil comprensión.

e) Los supervisores y maestros de obra pueden estudiar y mejorar su trabajo con la sola visualización de la película.

f) Las fotografías pueden servir para fines de enseñanza, descripciones de algún problema o estudios de seguridad.

g) Descubre muchos vicios o trabajos innecesarios que se hacen por rutina y pasan desapercibidos normalmente, o a --

los cuales no se les da la importancia que realmente tienen.

h) Los datos observados son irrefutables; la gente en ocasiones no quiere cambiar sus procedimientos tradicionales, alegando que los estudios no tiene validez por estar basados en observaciones equivocadas. Con este procedimiento aceptan los cambios al ver el estudio fotográfico y en ocasiones sugieren ellos mismos mejoras importantes y con ello se vuelven colaboradoras del sistema

i) Archivo de experiencias obtenidas en distintas obras.

Equipo

A) Cámara de cine con solenoide, dispositivo para fijar la frecuencia de las fotografías (timer), fuente de energía y trípode.

b) proyector con contador de fotografías y velocidad de -- proyección regulable, para adelante y en reversa.

3. Estudios con video-tape

Esta en desarrollo el equipo para su aplicación a la construcción.

Es recomendable que no se re-usa la cinta magnética, porque se pierden experiencias pasadas.

Tiene la ventaja sobre la fotografía de que la información - tomada en el campo puede analizarse de inmediato, sin tener que esperar al revelado del material filmado. En resumen, - podría asignársele a esta forma de recolección de datos, las mismas ventajas que las correspondientes a los estudios con time-lapse.

V. METODOS DE ANALISIS

Los sistemas de análisis gráficos constituyen un método de registro y de comunicación.

Los más útiles y usados en construcción son los diagramas de:

1) Balance de cuadrillas (Crow blanco chart)

Es un conjunto de barras verticales que parten de un mismo eje horizontal, construidas a escala y expresadas en tiempo del ciclo. En cada barra se expresan las actividades que desarrolla un solo elemento del grupo estudiado (máquina u hombre), incluyendo en ellas el tiempo improductivo u ocioso, por lo que la inter-relación de cada uno de los recursos usados puede apreciarse al comparar las diversas barras a lo largo de una línea horizontal. De su observación se advierte, en muchos casos, algún cambio en la manera de realizar las cosas o de integrar más eficientemente una cuadrilla (Es importante hacer notar que con este estudio no se puede

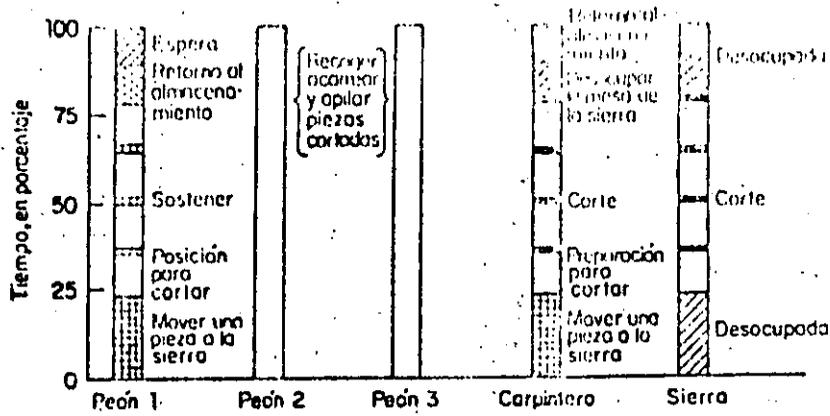


Diagrama de balance de recursos

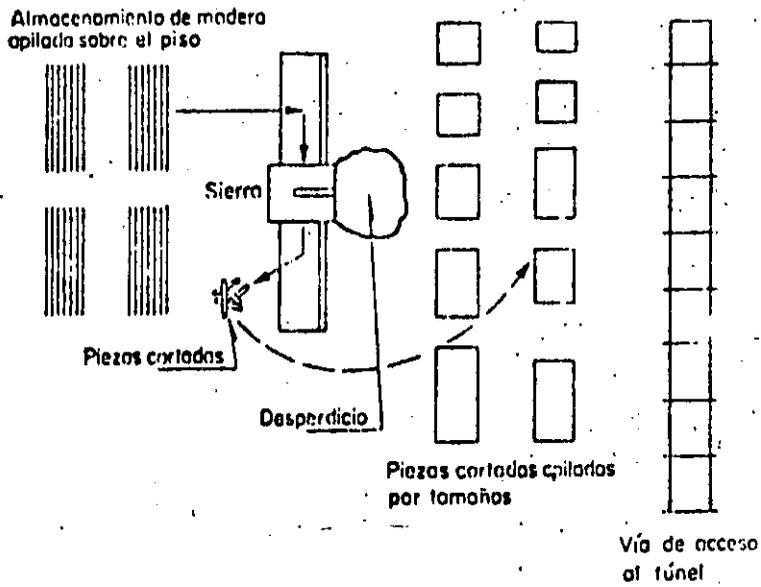


Diagrama de flujo

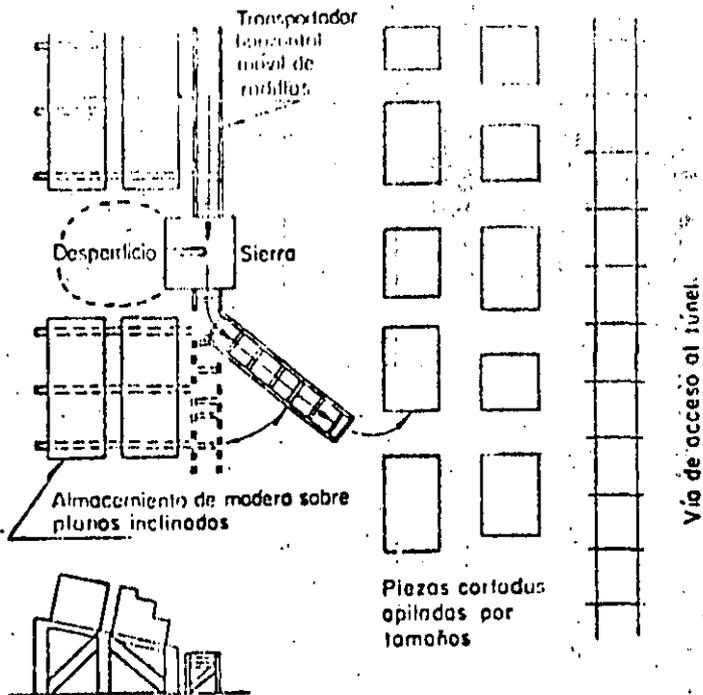


Diagrama de flujo

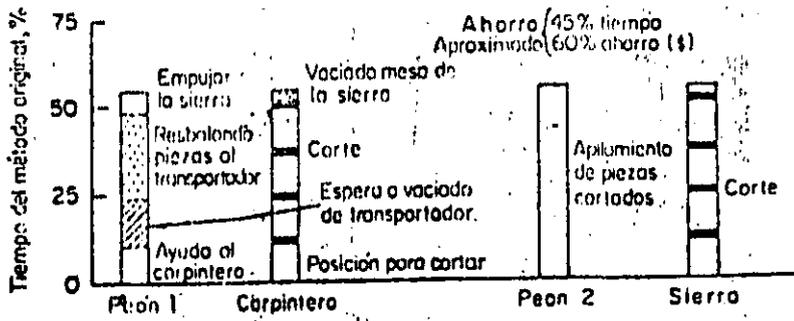
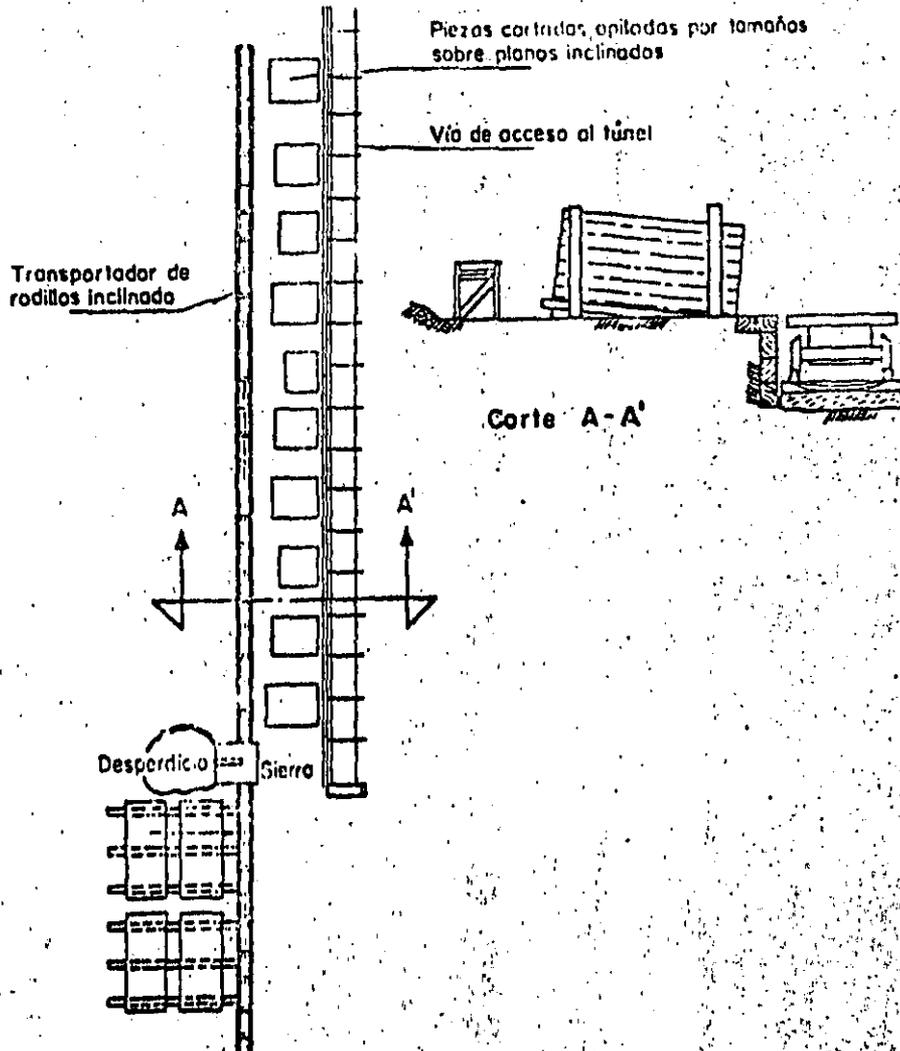


Diagrama de balance de recursos





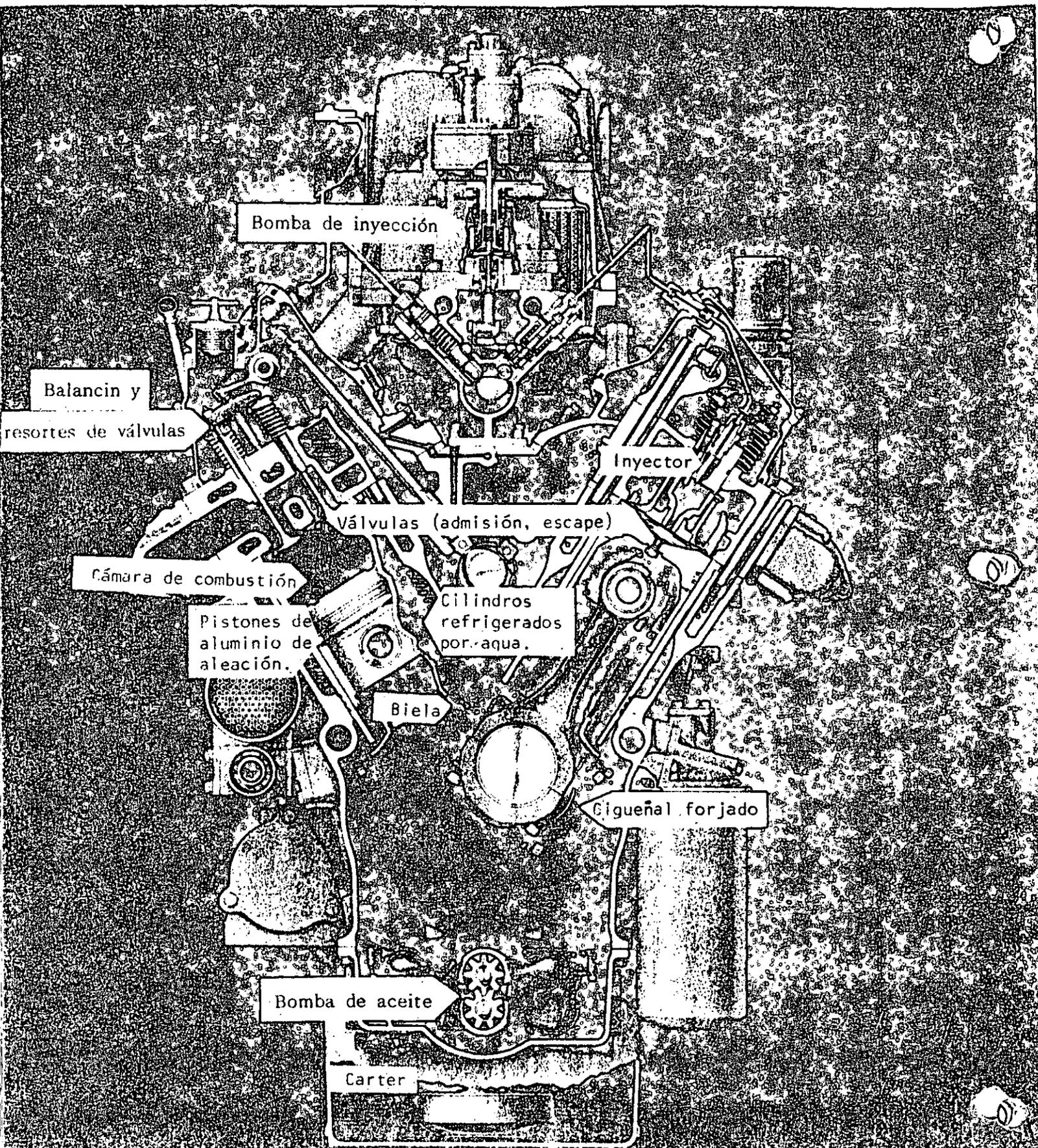
**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

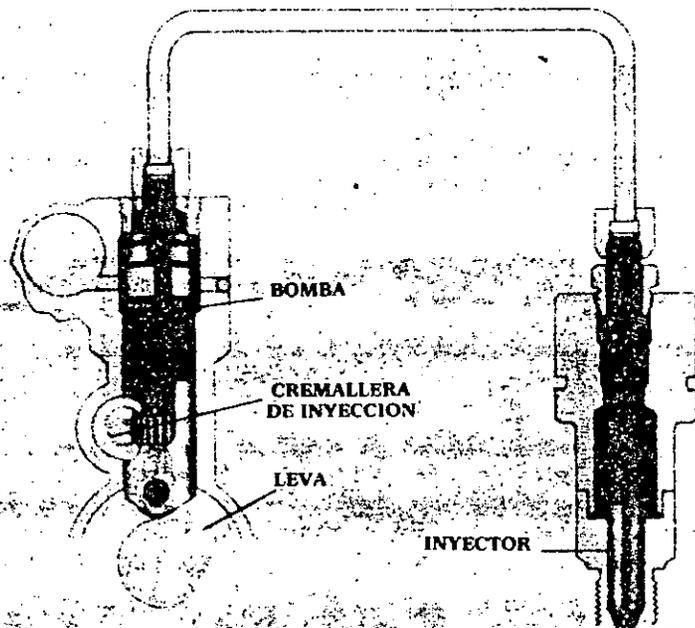
MOVIMIENTO DE TIERRAS

T R A C T O R E S

Ing. Rafael Aburto Valdés

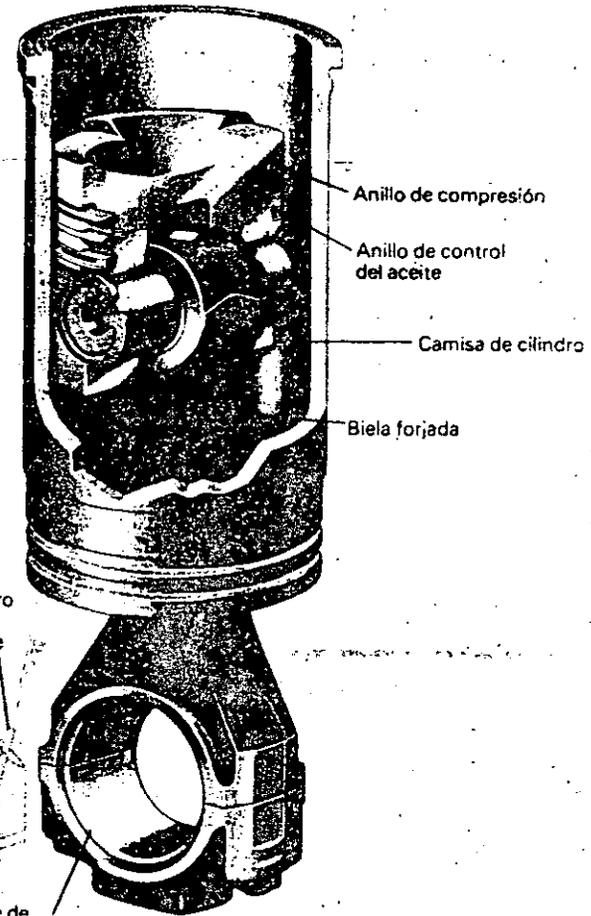
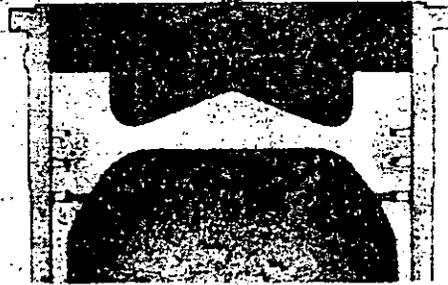
JUNIO, 1985





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.



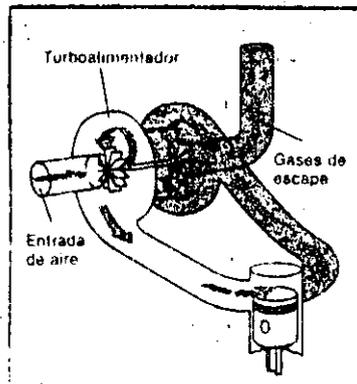
Chorro de aceite

Cojinete de aleación de aluminio

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.

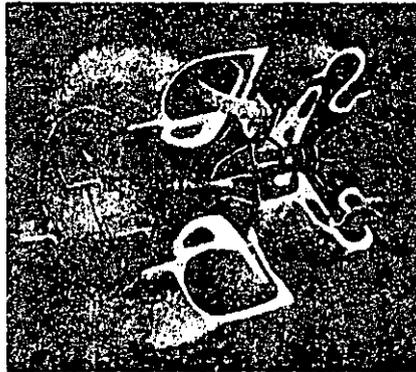
TURBOALIMENTACION.

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.



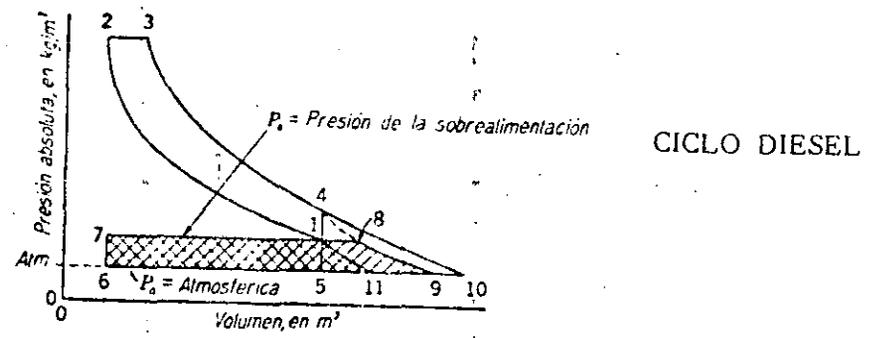
Turboalimentación

- 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.

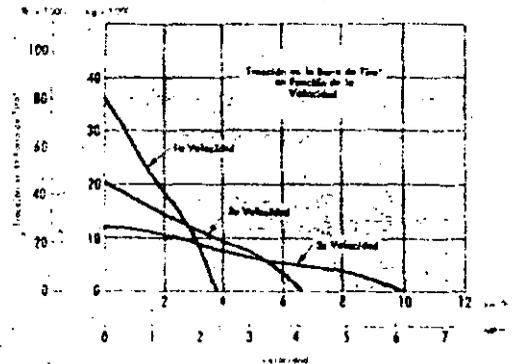


El efecto producido por la turboalimentación en el ciclo teórico de un Diesel de cuatro tiempos aparece en la figura, en la cual el punto 11 se comprime aire isoentrópicamente hasta llegar al punto 1, en donde entra en el tubo distribuidor de la aspiración del motor. A partir del punto 1 el aire sigue 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 selonca 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

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

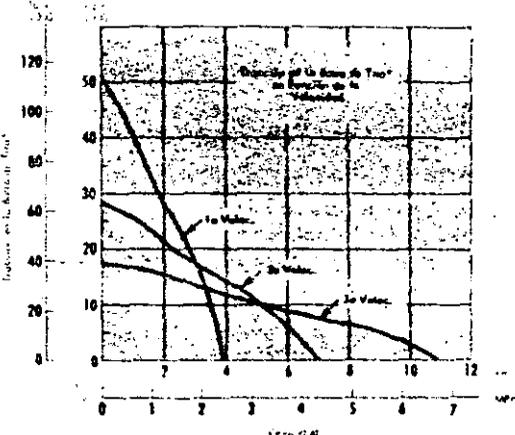
Transmisión Opcional

	Tracción en la Barra de Tiro*		Tracción en la Barra de Tiro*	
	Avance km/h (MPH)	Retroceso km/h (MPH)	A RPM Indicados kg (lb)	Máximo bajo carga kg (lb)
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	5,1 (3,2)	6,1 (3,8)	8100 (17.900)	10 050 (22.150)
4a	6,1 (3,8)	7,1 (4,4)	6600 (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	0-10,8	(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 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 TRACCIONES EN LA BARRA DE TIRO.

	Avance		Retroceso	
	km/h	(MPH)	km/h	(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 (lb)	Máximo bajo carga kg (lb)
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.

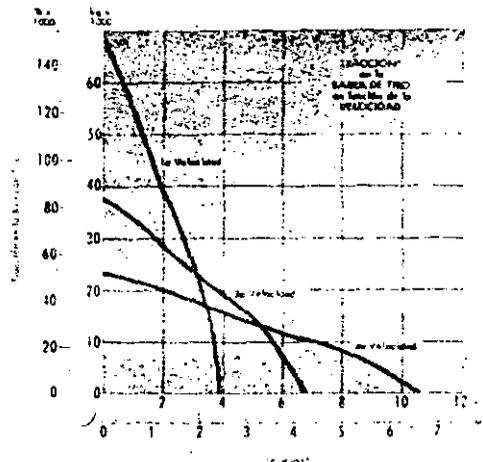
Tractor de Carriles D9H

transmisión

Servotransmisión de diseño planetario con embrague en aceite de alta capacidad de par motor y diámetro de 39 mm (1 1/2"). Un sistema especial de modulación hace posible aceleraciones 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	3-4,0	(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).

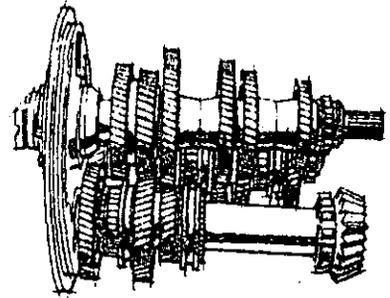
Cada modelo tiene un cuadro propio donde se puede observar esto.

TRANSMISIONES

21

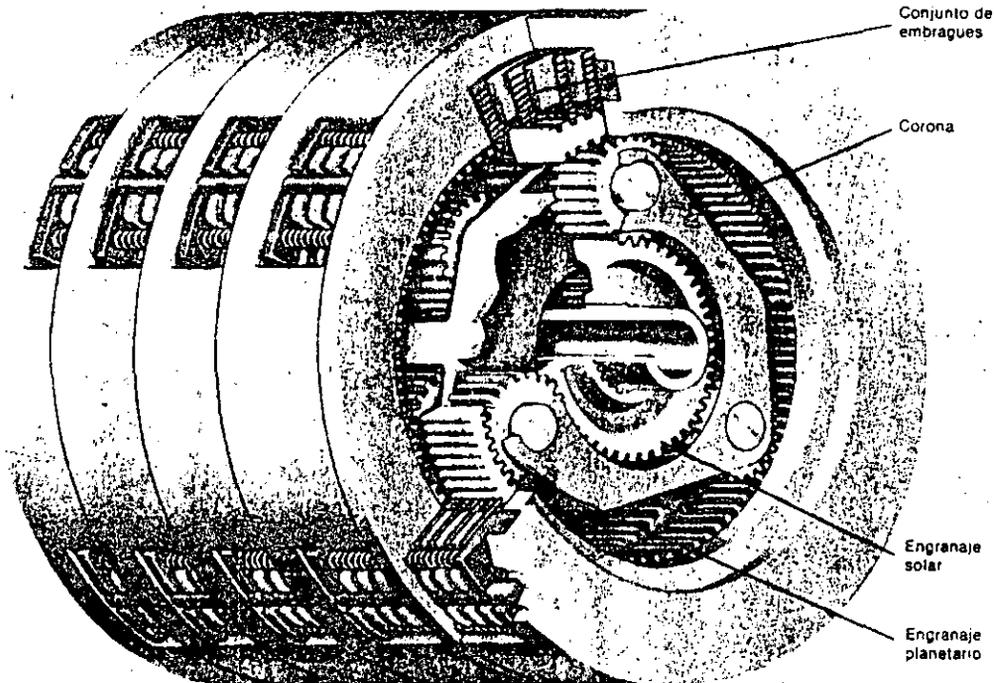
Existen transmisiones de propulsión directa y las llamadas "automáticas", algunos tipos de tractor pueden venir de fábrica con cualquiera de los dos tipos y otros, generalmente los mayores, solo se fabrican con transmisión automática.

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.

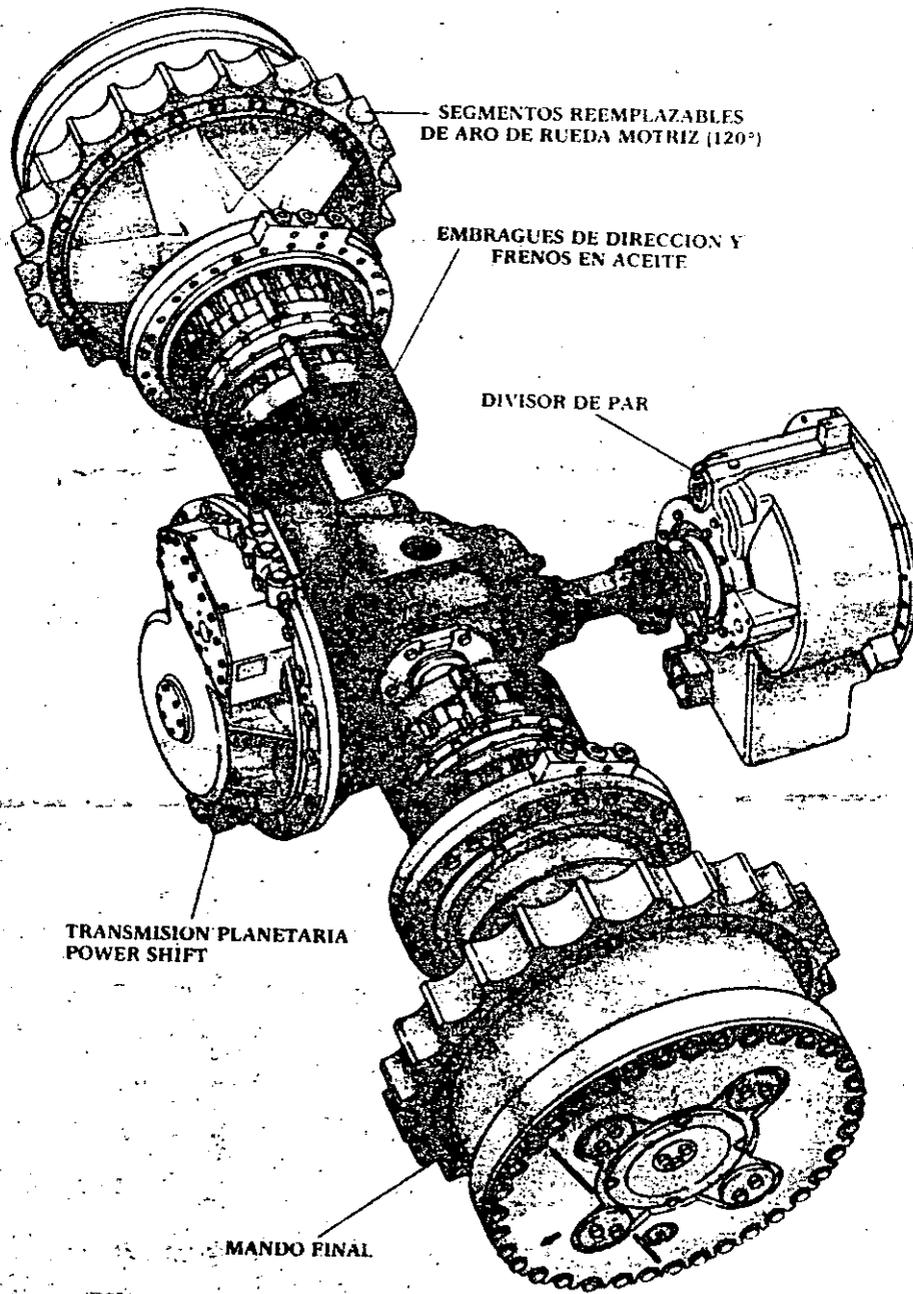
TRANSMISION AUTOMATICA.



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.



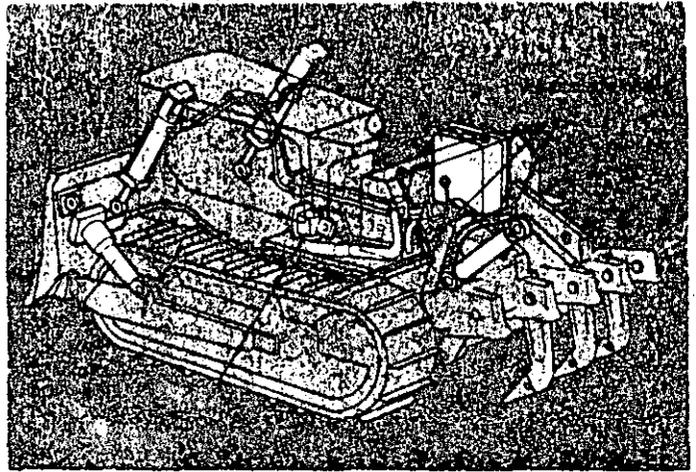
Los mandos finales de gran reducción son de lubricación a presión para continuo rendimiento. El lubricante de los mandos finales se filtra para mayor confiabilidad.

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.

(D9L)

22

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.

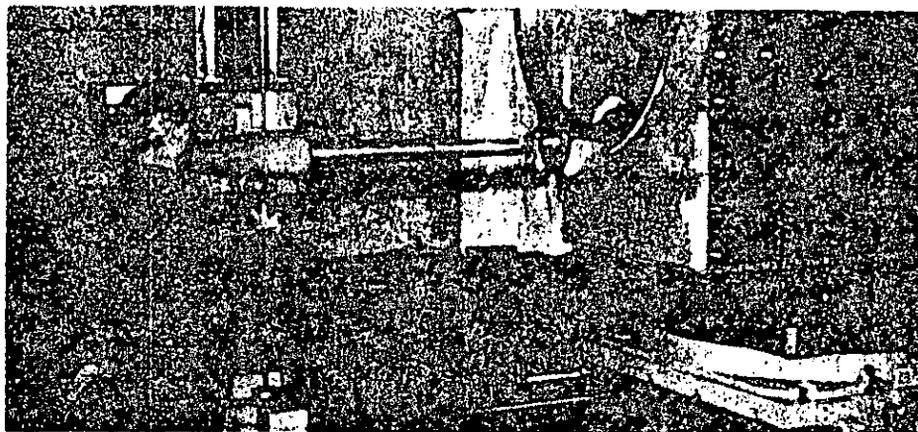
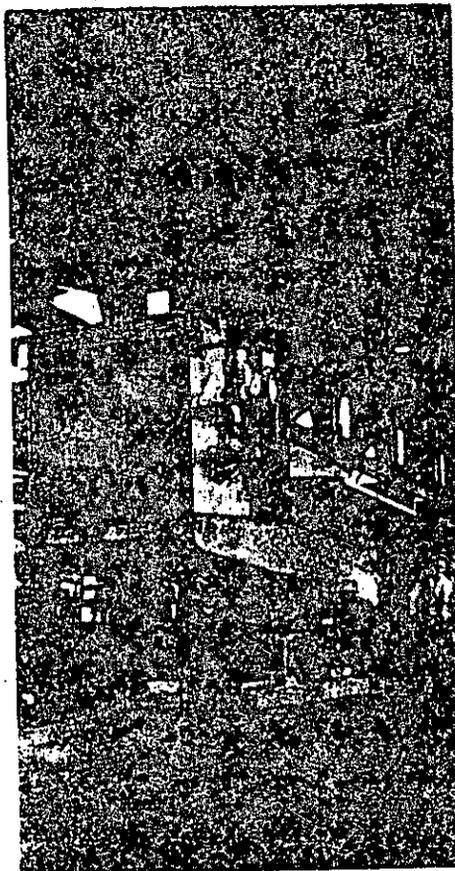


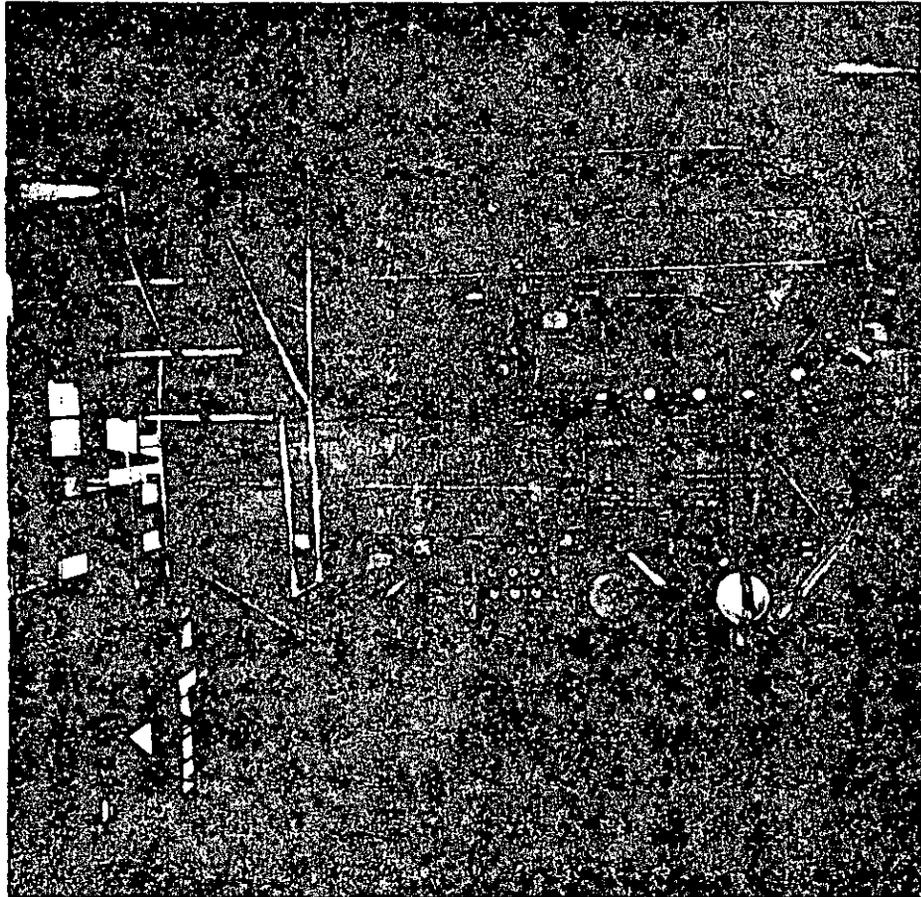
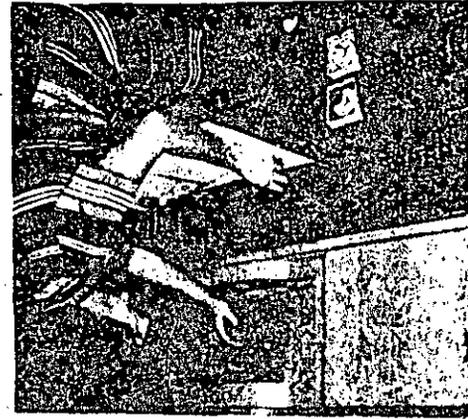
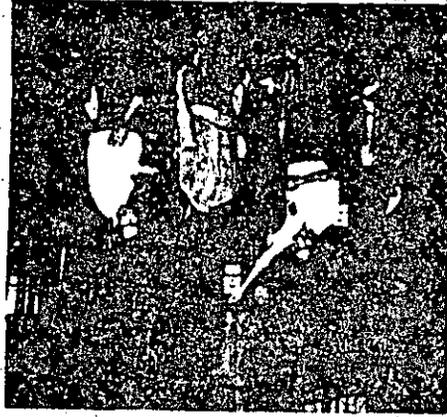
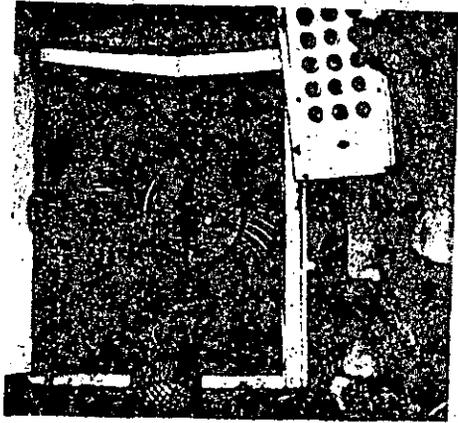
FABRICACION Y ENSAMBLE

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.

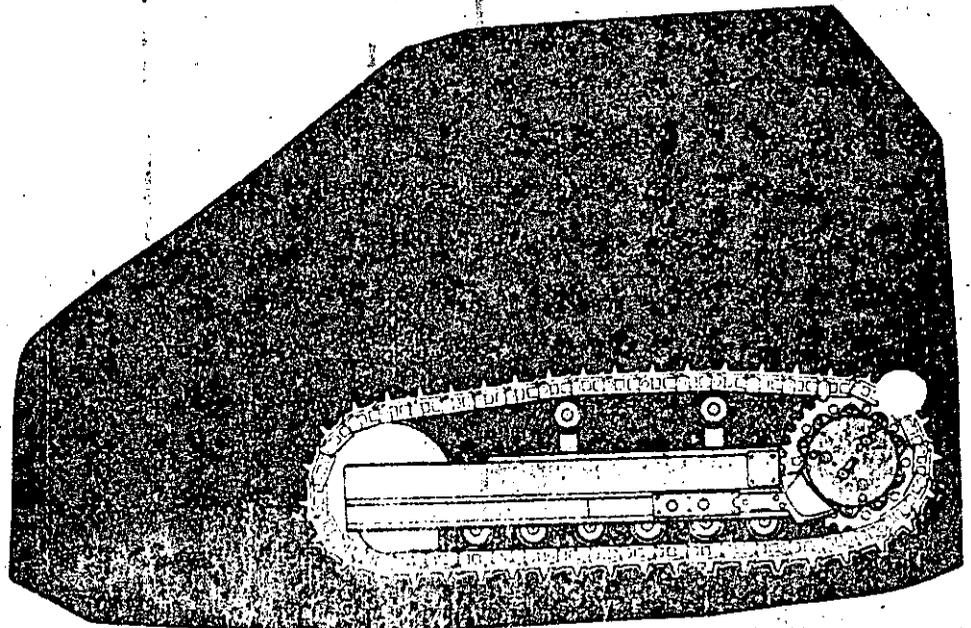
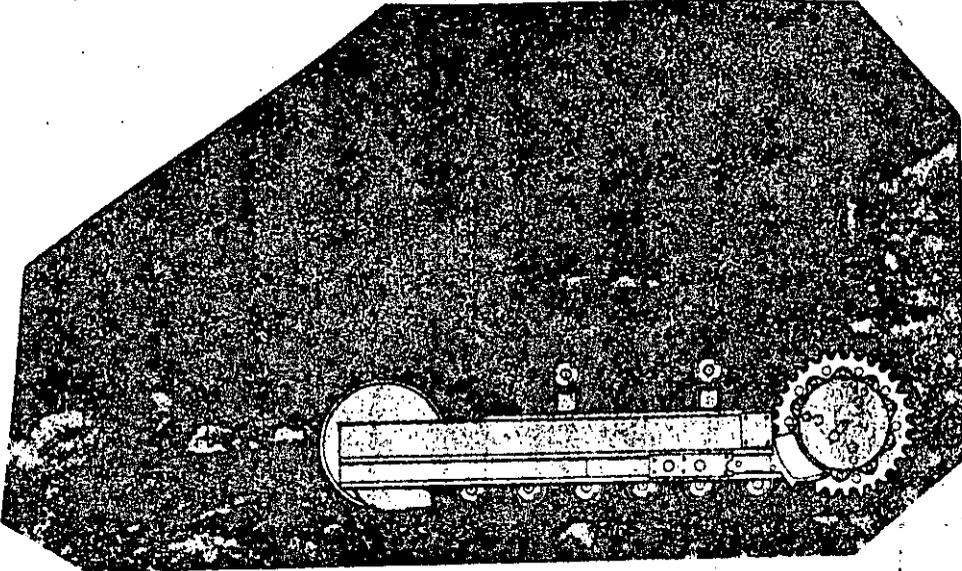
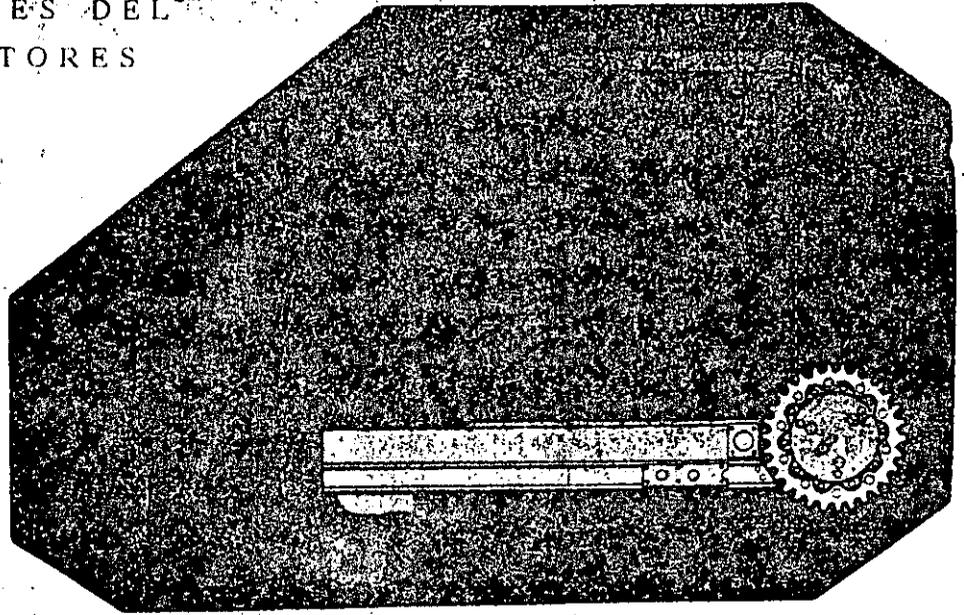
Los ensambles de elementos son generalmente hechos a mano, con la ayuda de malacates y aparatos de precisión para los alineamientos. A los elementos metalúrgicos se les somete a pruebas en laboratorios especiales y las piezas de engranaje a chequeos de funcionamiento.

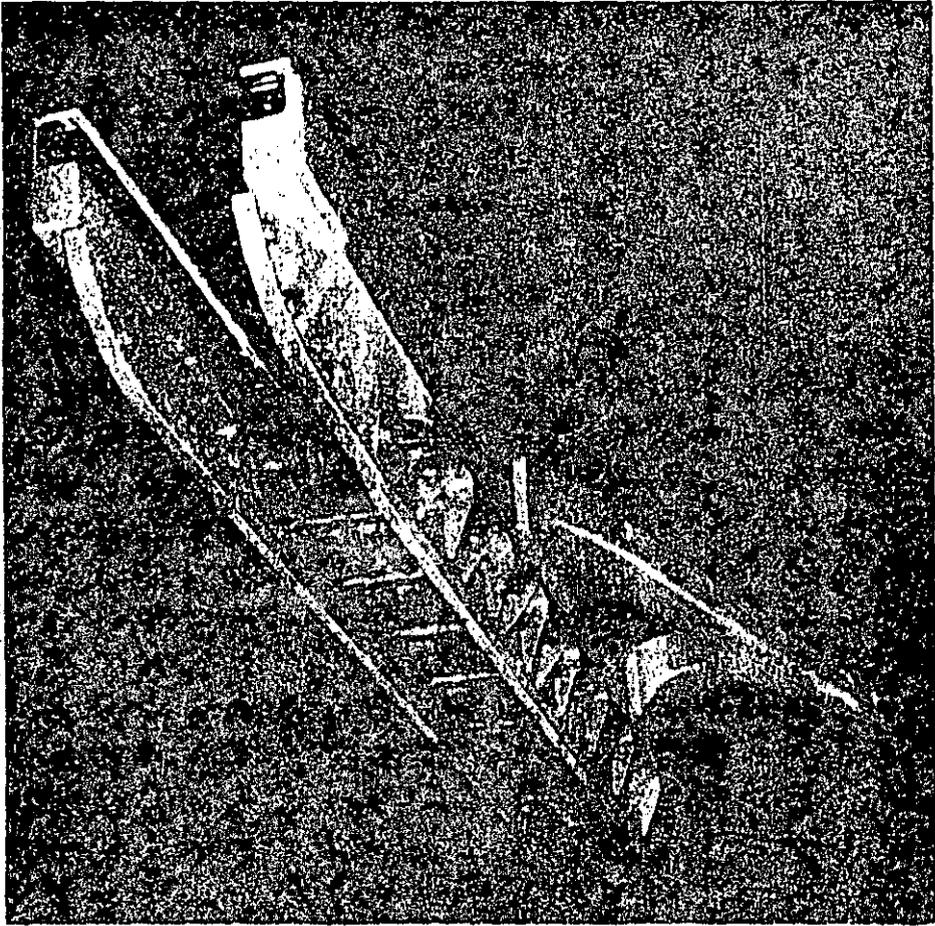
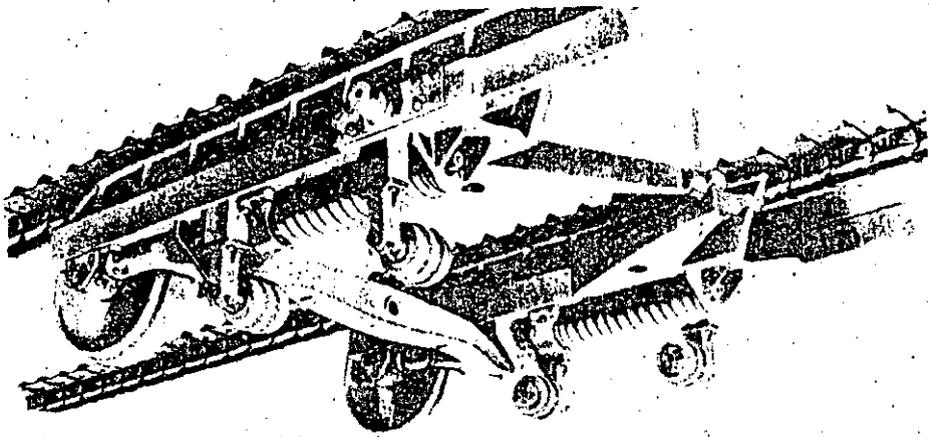
La inspección de la unidad es continua durante este proceso para finalmente verificar el eficiente funcionamiento de la unidad terminada.



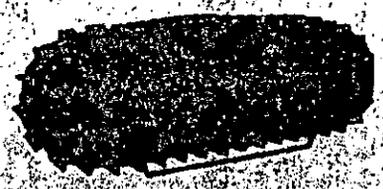
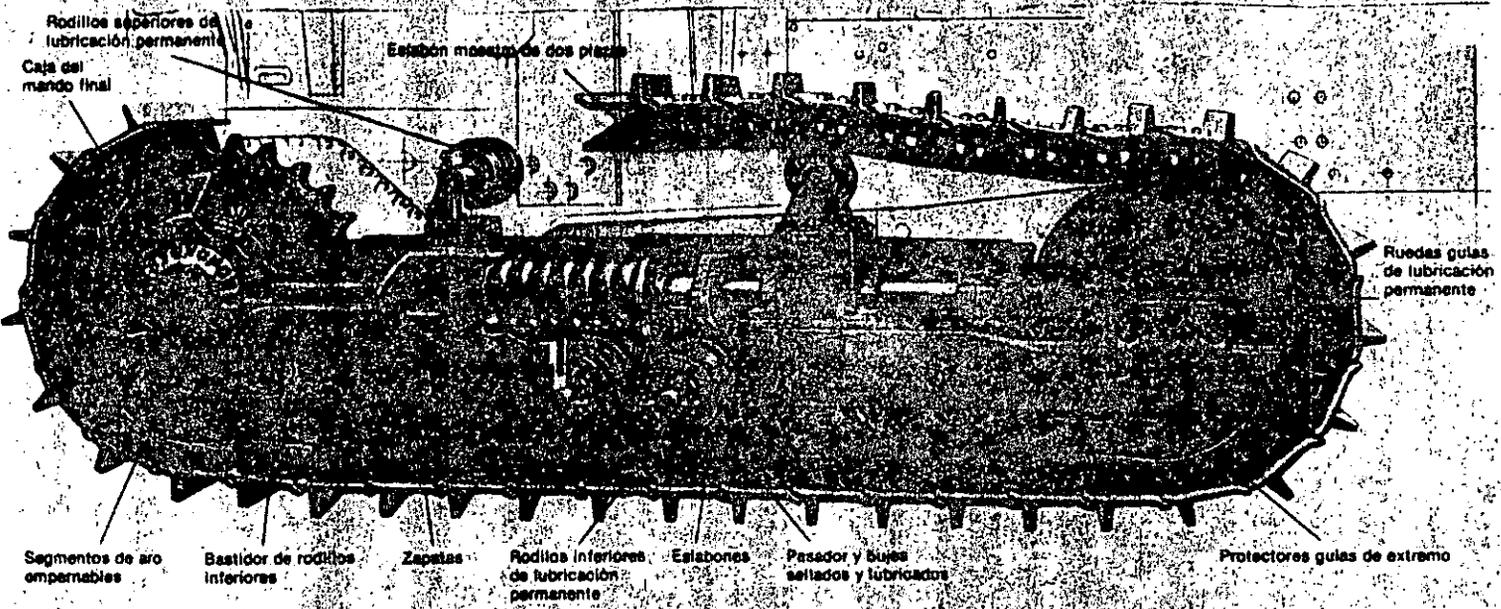


PARTES ESTRUCTURALES DEL
TRANSITO DE TRACTORES

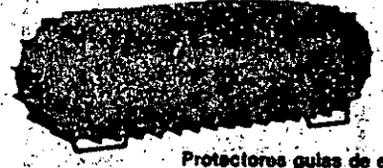




CUIDADO DE LOS TRANSITOS EN LOS TRACTORES.



Protectores de rodillos de largo total



Protectores guías de extremo



Protectores guías centrales

CATARINA.

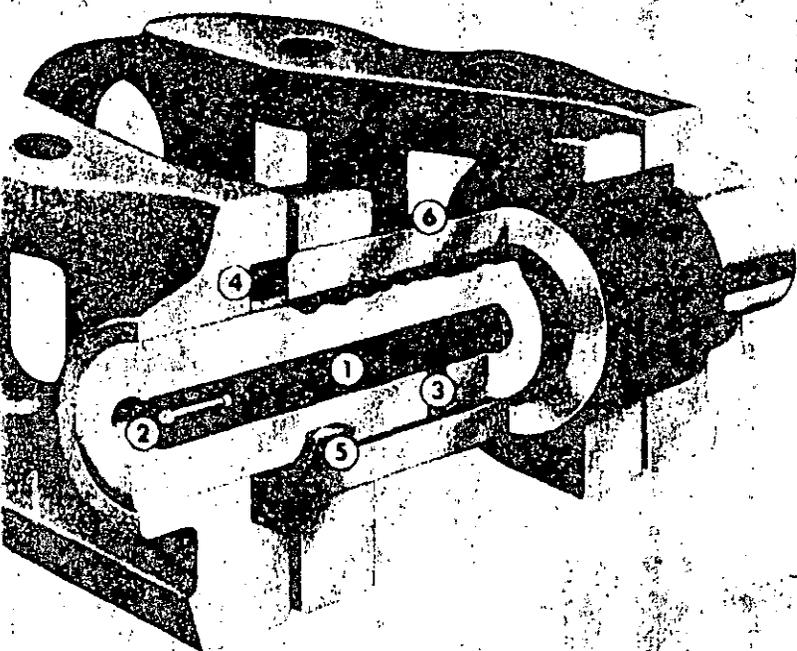


La catarina se construye actualmente en secciones que pueden ser intercambiadas fácil y rápidamente en tanto se reparan las partes usadas. La parte superficial, está tratada para lograr un acero de alta dureza.

CADENAS SELLADAS Y LUBRICADAS.

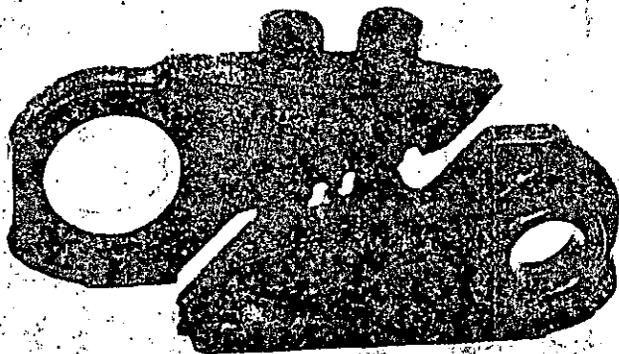
29

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.



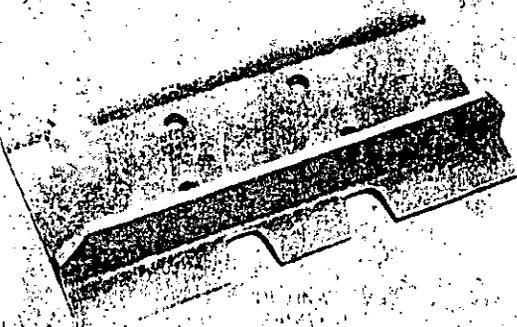
- ① DEPOSITO DE ACEITE
- ② ADAPTADOR DE CAUCHO Y TAPON
- ③ CONDUCTO DEL ACEITE
- ④ SELLO HERMETICO
- ⑤ ANILLO DE EMPUJE
- ⑥ BUJE

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.

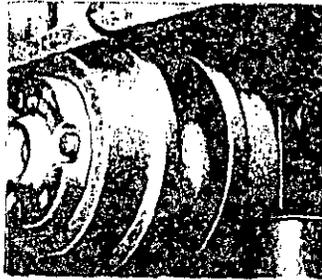
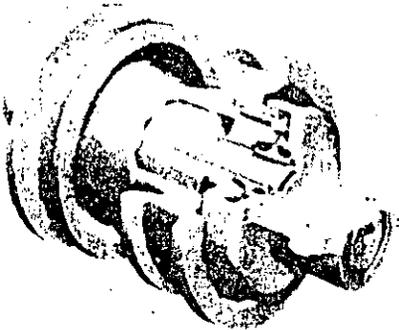


SECCION PARA
BAHRO O NIEVE

RUEDA GUIA.

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

RODILLOS SUPERIORES E INFERIORES.



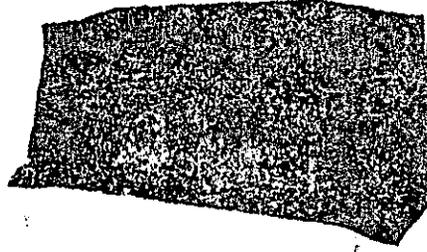
Los Rodillos Superiores e Inferiores se forjan con acero de endurecimiento profundo y son de lubricación permanente.

ESLABON NORMAL DE LA CADENA.

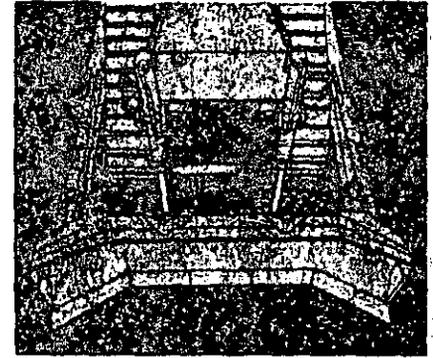




Hoja universal – Ideal para mover material en gran volumen, despejar y recuperar terrenos. La vertedera curvada proporciona buena penetración mientras los lados angulados a 25° encauzan el material hacia el centro, con excelente retención de la carga.



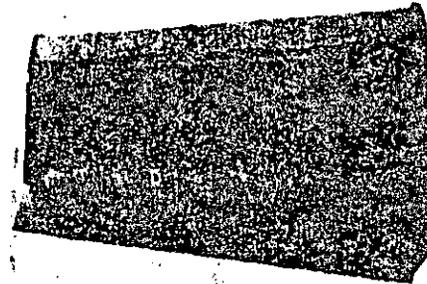
Hoja recta – Construida para trabajos duros (excavación de roca, apertura de caminos, desmonte, despejo de sobrecapas). El diseño en U modificada con extremos en ángulo le da excelente capacidad de corte lateral y buena retención de la carga.



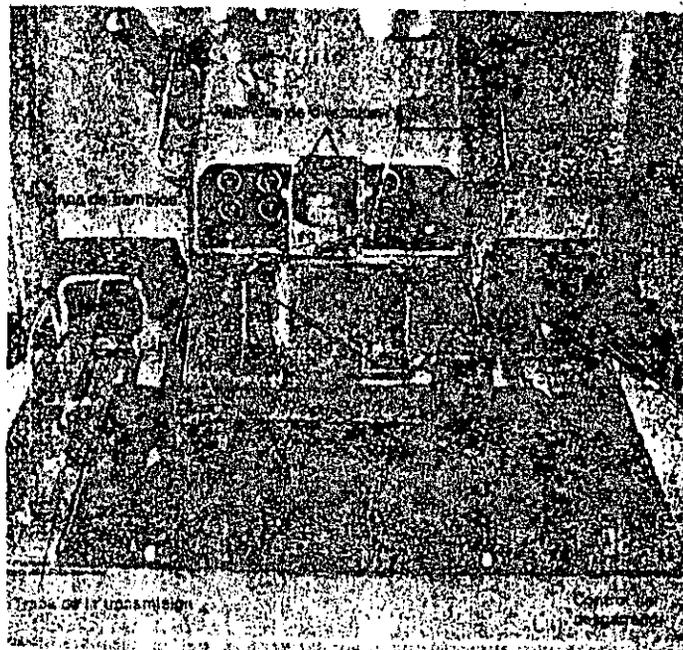
El tirante estabilizador de la hoja, que se usa con la hoja recta y con la universal, acerca la hoja al tractor, aumentando así la estabilidad y la maniobrabilidad de la máquina y el control y la fuerza de penetración de la hoja. El tirante está montado en el bastidor principal, al que transmite las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



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.

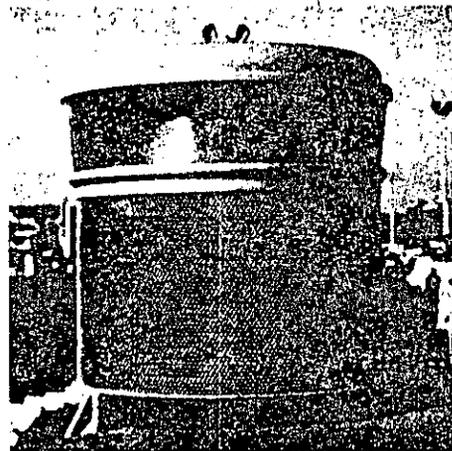
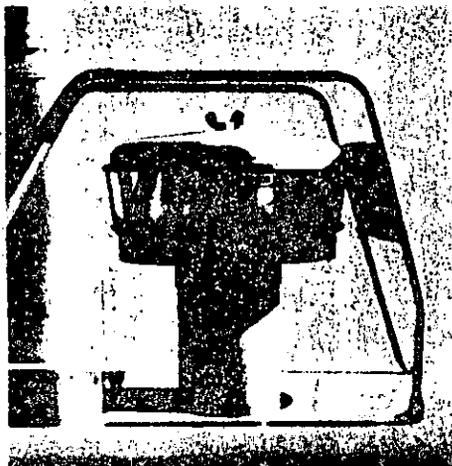


Hoja amortiguada (D9L) – Diseñada especialmente para la carga con empuje, por permitir el suave acoplamiento sobre la marcha con traillas. Los discos de caucho que absorben el choque aguantan una fuerza de 72.575 kg (160.000 lb). Por su ancho limitado es de mayor maniobrabilidad y corre menos riesgo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



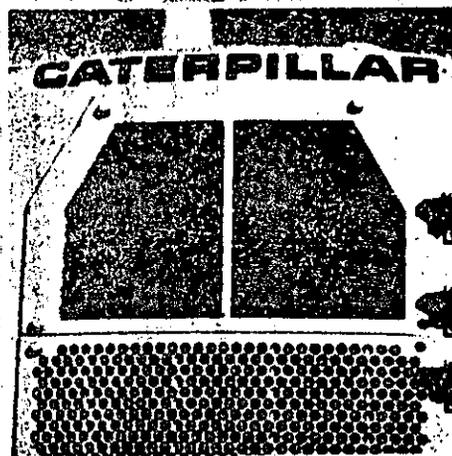
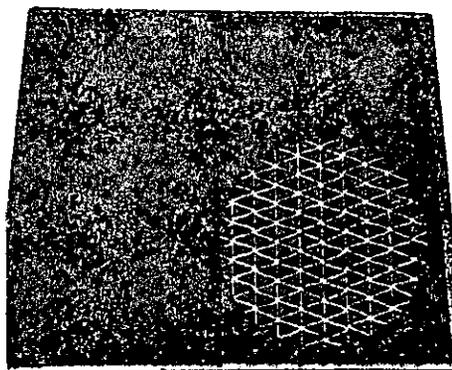
CABINA DE MANDO

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

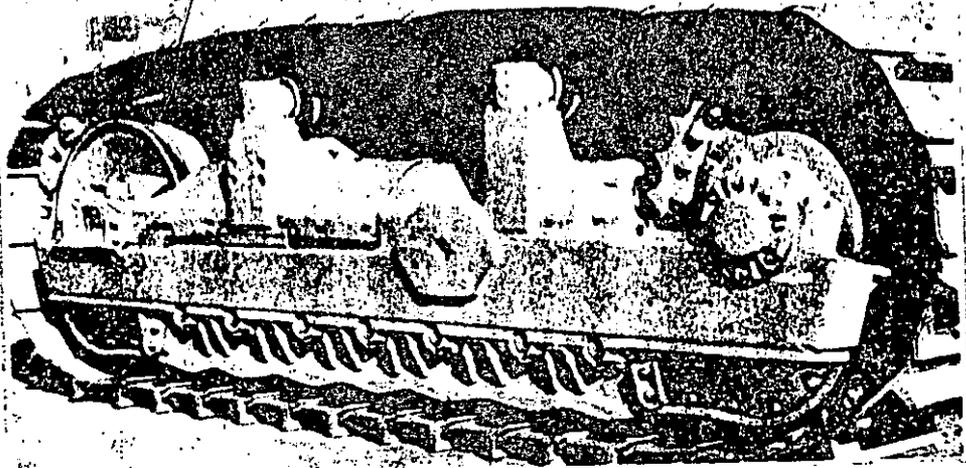


— Para trabajar en atmósfera muy cargada de polvo, el antefiltro es una protección más del sistema de admisión de aire. Una taza de material plástico transparente permite comprobar visualmente la acumulación de suciedad. La tuerca de mariposa que lo asegura facilita el servicio. (Todos los modelos).

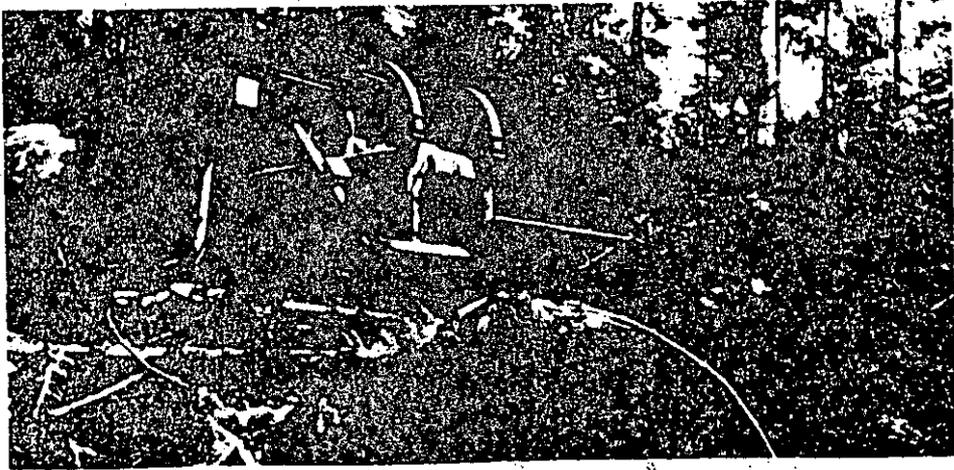
— Prolonga la duración del radiador en condiciones de polvo y abrasión. De acero aplanado, se monta entre el radiador y el ventilador y evita que las partículas lanzadas por las paletas del ventilador obstruyan el radiador. (D4, D4 AE, D4 BPS, D5, D5 AE, D5 BPS, D6, D7, D8, D9).



— 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 tandem el operador que va adelante está protegido contra el calor y el polvo. (D8; estándar en el D9 y D10).



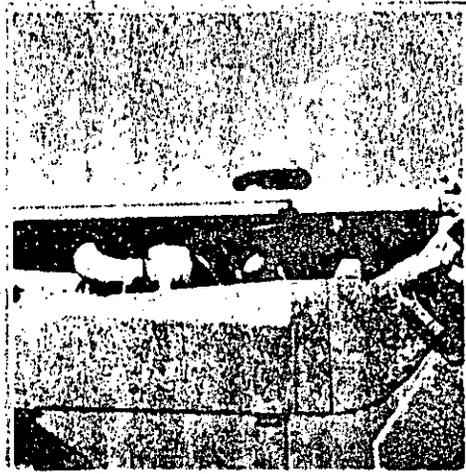
GUARDA PROTECTORA DE LOS RODILLOS DEL TRANSITO



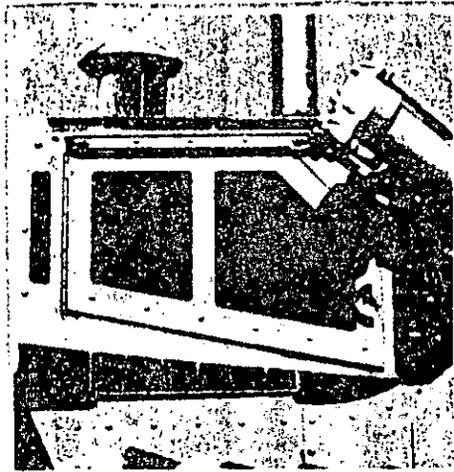
BARRAS PROTECTORAS PARA EL OPERADOR, EL TUBO DE ESCAPE Y LA ADMISION DEL AIRE.



REJILLA PROTECTORA PARA EL OPERADOR



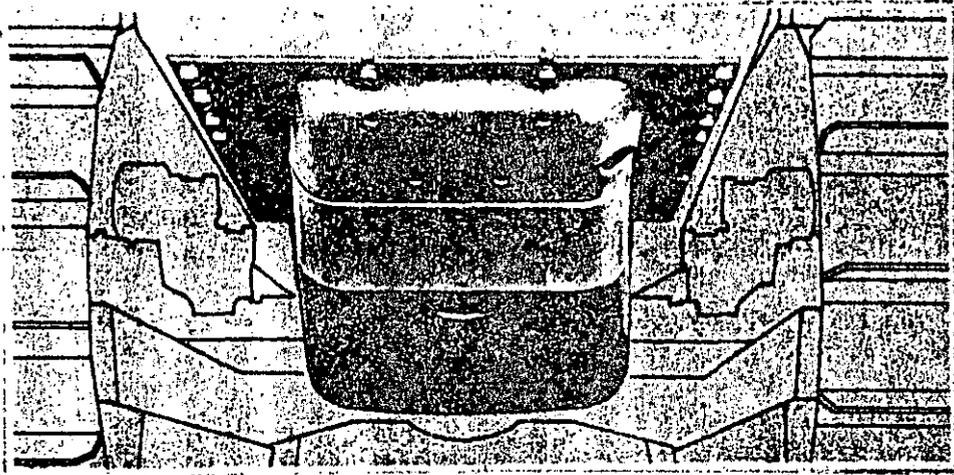
PLANCHA DE ACERO PARA PROTECCION DEL MOTOR



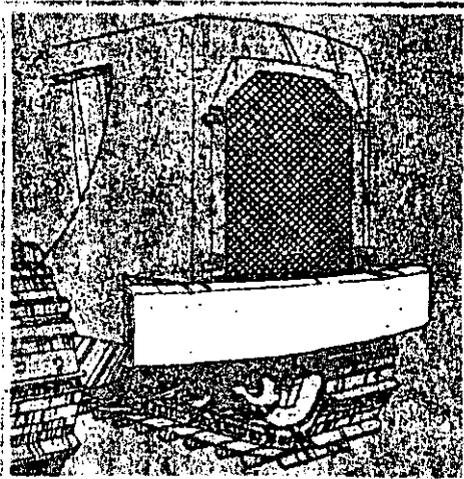
OTRO TIPO DE PROTECCION PARA MOTORES



PROTECCION ESPECIAL PARA RADIADOR



PROTECCION PARA EL CARTE CONTRA EL DAÑO PRODUCIDO POR TOCONES

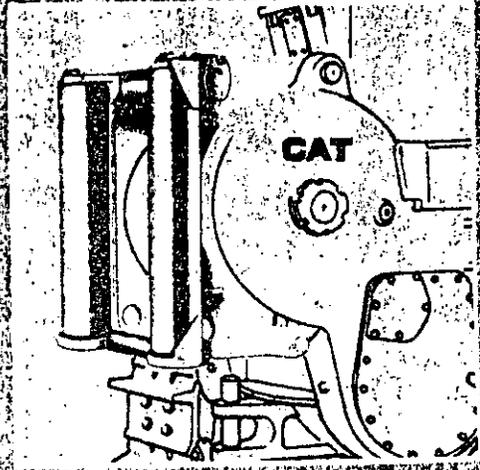
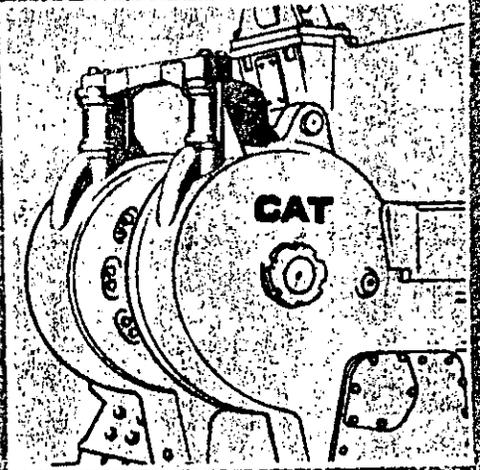


TAPA DELANTERA PARA PROTECCION DEL RADIADOR

ADITAMENTOS

— Para utilizar en el arrastre de troncos, trabajo en bosques, esquivadas, operaciones de rescate, construcción de oleoductos y gasoductos. La palanca por palanca del control mantiene segura el trabajo tanto en los tractores con transmisión Power Shift como en los de transmisión directa. Frenos y embragues de discos accionados sincronizados con una sola palanca reducen los rines del cable. Frenos y embragues de discos combinados, de larga duración, rinden desempeño suave día tras día. Se ofrecen seis modelos: 34, 50, 55, 65, 75 y 85, corresponden con los tractores De a Power Shift y de transmisión directa. Los modelos 55, 65, 75 tienen engranajes adicionales para que la multiplicación del torque mayor y dure más. (D4, D4 BPS, D5, D5 BPS, D6, D6 BPS, D7, D7 BPS, D8, D8 BPS, D9)

— Protege la caja del malacate contra el desgaste por rotación cuando el remolque se extrae al fondo. Soportes de montaje de nuevo diseño dan mayor resistencia. Los rodillos guían el cable sellados contra los rines basados en D4 BPS, D5, D5 BPS, D6, D6 BPS, D7, D7 BPS, D8, D8 BPS, D9.

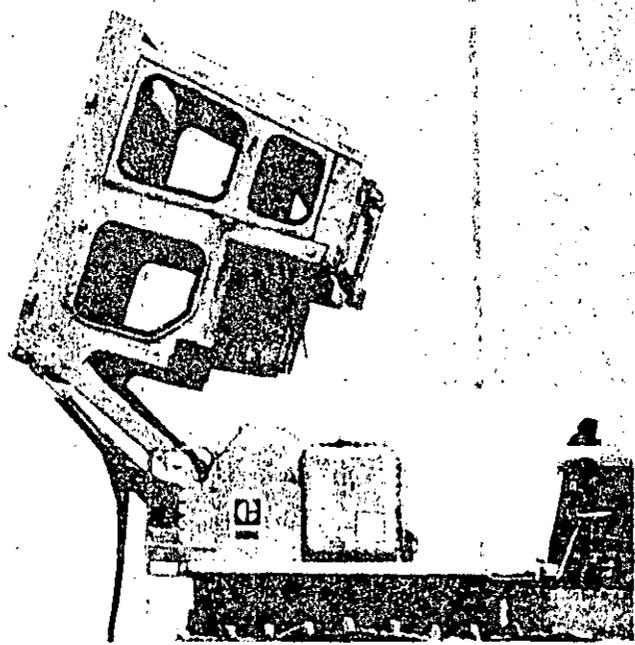


También hay tambores y engranajes de baja velocidad (D5, D5 BPS, D6, D6 BPS, D7, D8)

— Reduce el desgaste del cable y de la caja del malacate causado por el esfuerzo ocasional de remolque al sesgo o cuando la máquina tiene un arco para remolque de troncos. (D5, D5 BPS, D6, D6 BPS, D7, D7 BPS, D8, D9).

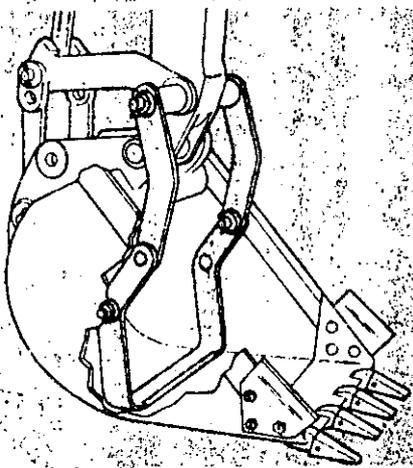
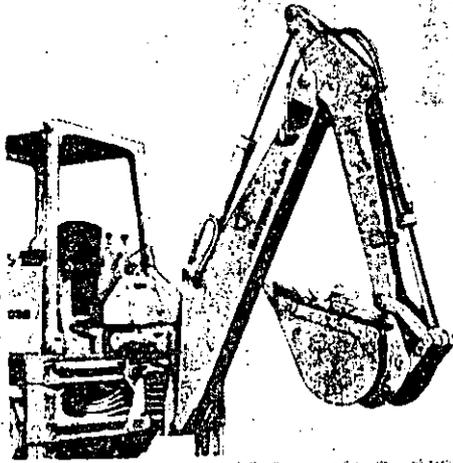
— Da más flexibilidad al tractor en el remolque de equipo como arados y rastras. Cinco agujeros igualmente espaciados permiten el tiro excéntrico de la barra fija con pasadores a cada lado u oscilando libre sin pasadores. La barra oscila en planchas termotratadas, reemplazables. Retenes de levas sujetan 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 empuñan 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 calor y limpiaparabrisas delantero. 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 cina a todas las normas de la OSHA (E. U. A.). Hay también un techo con protecciones ROPS.

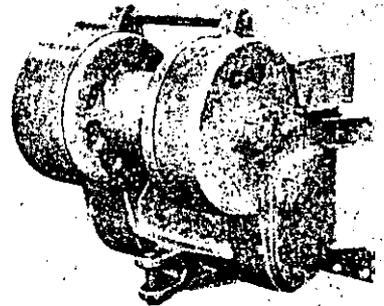
Las dos versiones, el de pivote fijo y el de desplazamiento lateral hacen el D3 más útil y productivo. Puede escoger entre cinco cucharones con anchos de 457 mm (18") a 915 mm (36"), el que mejor responda a las necesidades de su obra. El montaje de pasador facilita la instalación y remoción del cucharón 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.



Muy útil para aplicaciones...
 De instalación sencilla, los cilindros...
 tienen un sistema de compensación en terreno...
 (operación) muy sencilla. Los dientes...
 las piedras, bloques de concreto y troncos para que...
 resista los impactos severos. No se usan...
 barras de especial resistencia, con lo que...
 el soporte más de la estructura. Así, gracias...
 permiten la recuperación de la altura. (D3...
 BPS)

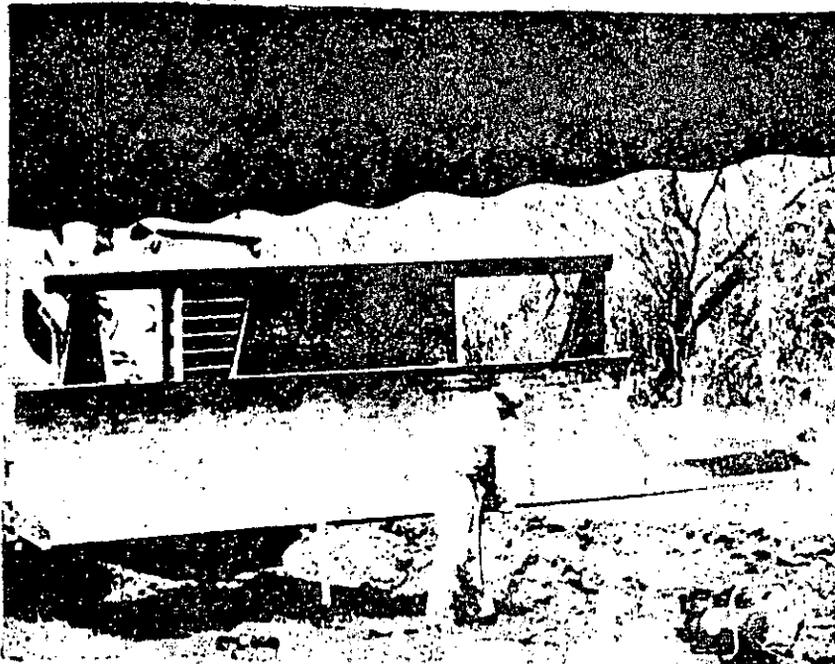


MALACATE 58 CAT OPTATIVO. Se opera con una sola palanca, para fácil control del enrollamiento, desenrollamiento, arrastre en distancias muy cortas y precisas, y frenado. Las velocidades del tambor corresponden a las de la máquina, en primera velocidad, para que se enrolle y desenrolle el cable con suavidad.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



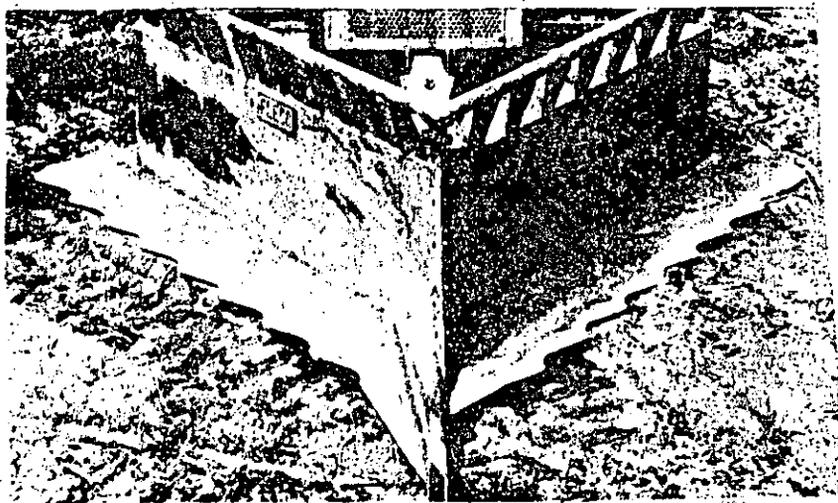
TRACTOR AMONTONANDO LA MALEZA PRODUCTO DEL DESMONTE.





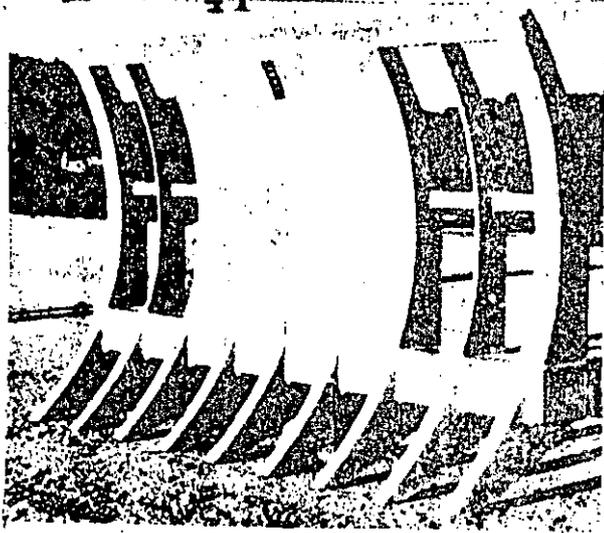
La hoja K/G está provista de una cuchilla de filo muy cortante que recibe la potencia y peso de un tractor de carriles. El ángulo de la hoja es de 30° en todos los modelos, y puede operarse ya sea mediante cable o fuerza hidráulica. Se fabrica de acero de aleación especial. Las cuchillas reemplazables 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"



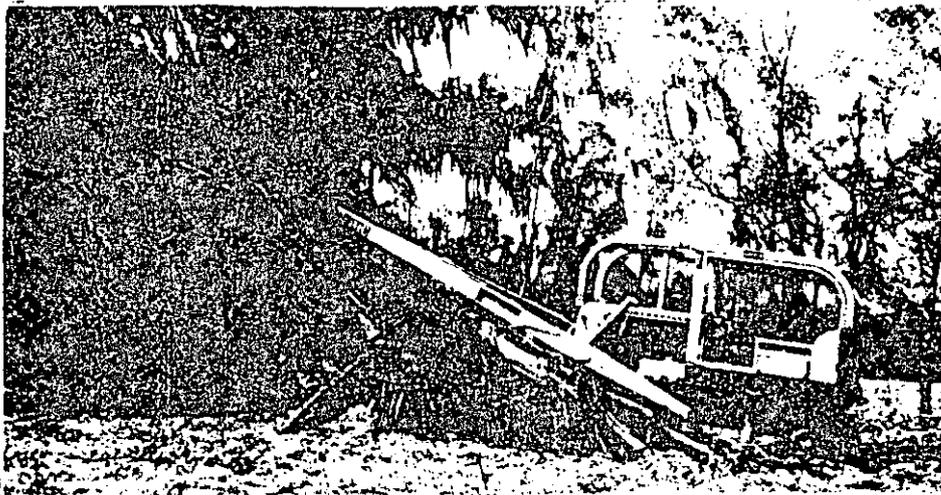
La taladora "V", está equipada con un "espolón" para servicio pesado, cuchillas dentadas, dispuestas en ángulo, y rejilla. Las hojas "V" se montan directamente en los muñones del tractor, y las hay disponibles para control de cable o hidráulico. La "V" está formada por dos secciones empernadas. La hoja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

RASTRILLOS DE USO MÚLTIPLE.



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.

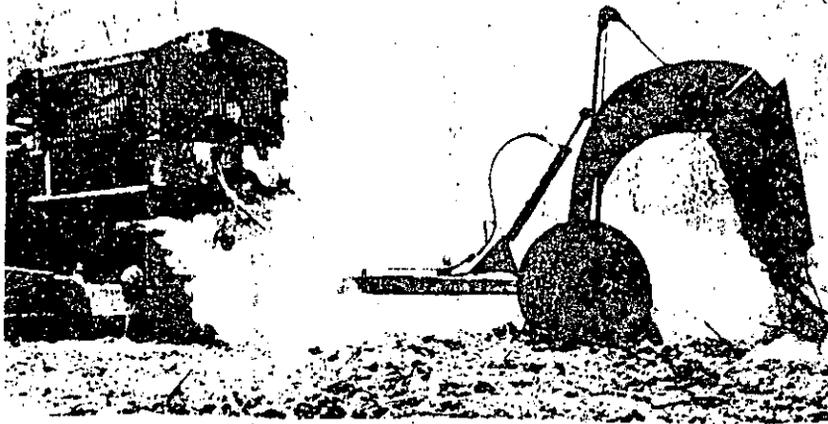
EMPUJADOR DE ARBOLES.



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 grúpo separado de cable. Para esta unidad, se necesita un control de cable de dos tambores.

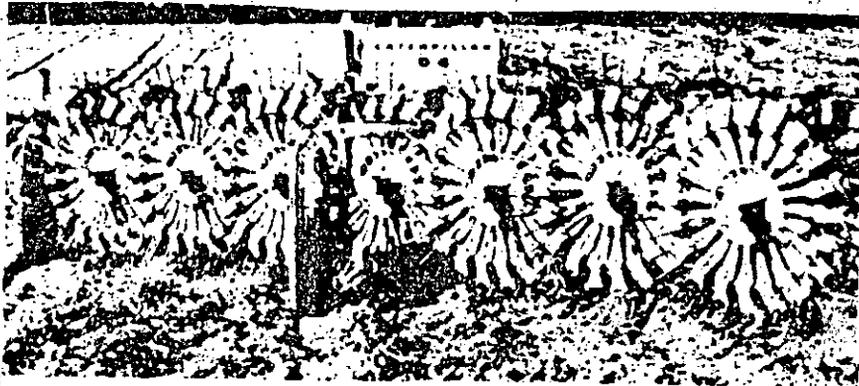
RASTRILLO CON RUEDA PARA RAICES.

42

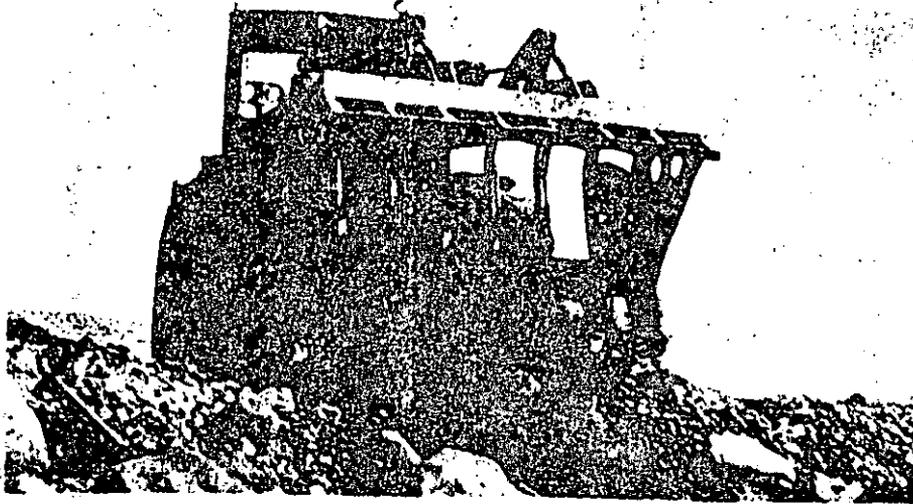


El rastrillo con ruedas para Raíces, de tipo de tracción, se diseñó específicamente para utilizarse después de la aradura de raíces, con el objeto de extraerlas. Deja una zona limpia y lista para utilizar la rastra de discos o efectuar operaciones agrícolas, tales como la resiembra de pasto en granjas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

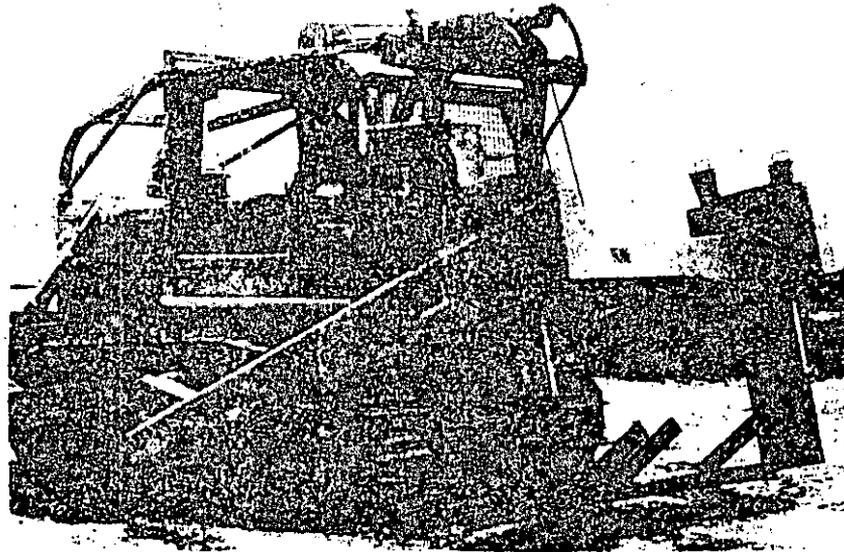
RASTRILLO BARREDOR.



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.

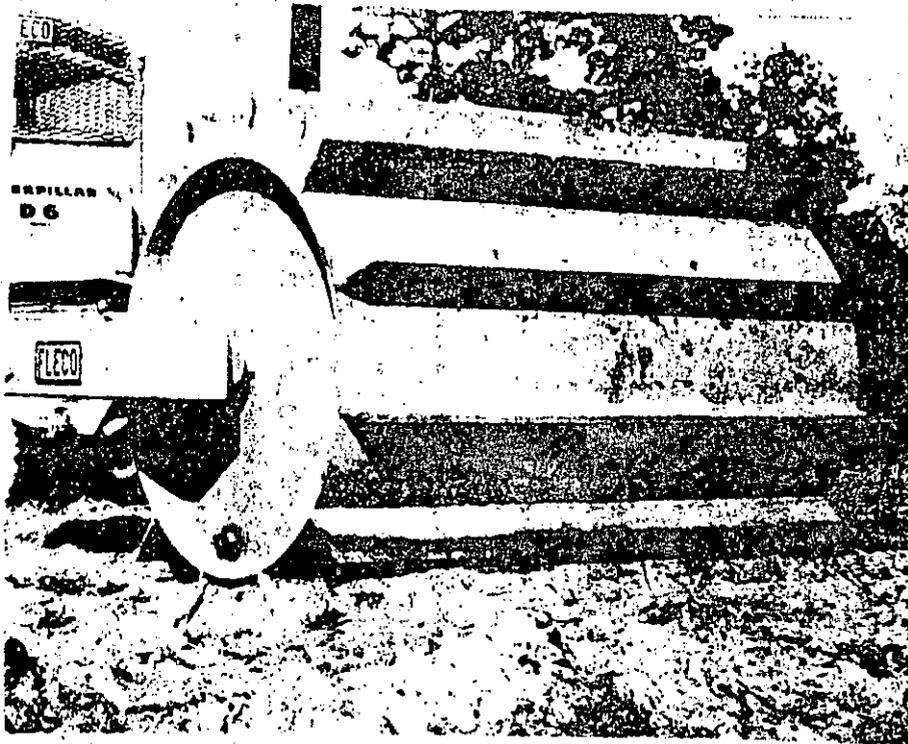


El cucharón Skeleton para Rocas, se ha diseñado a fin de que las piedras pequeñas y la tierra se separen de la carga por las aberturas de los lados de atrás y de fondo. Este cucharón para servicio pesado se fabrica enteramente con acero de aleación. Está equipado con puntas, adaptadores y pasadores de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



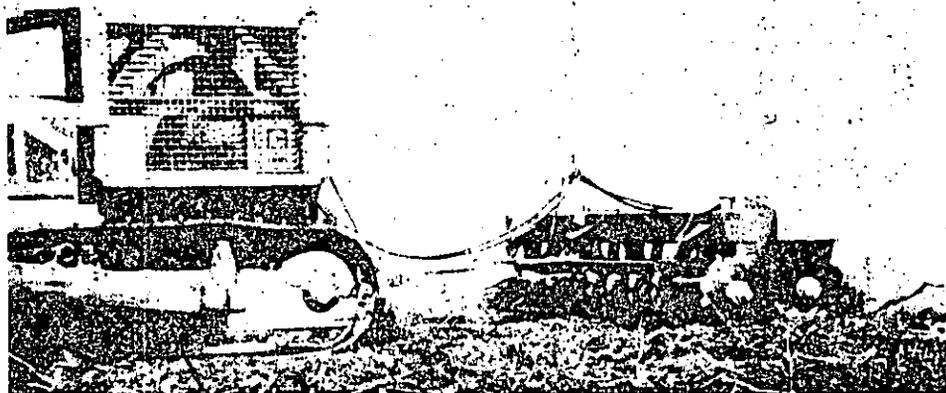
Dos tractores de carriles con cadena de ancla de 6.4 cm. (2.1/2 pulgadas) y longitud de 92 metros desmontan árboles y matorrales en tierras altas.



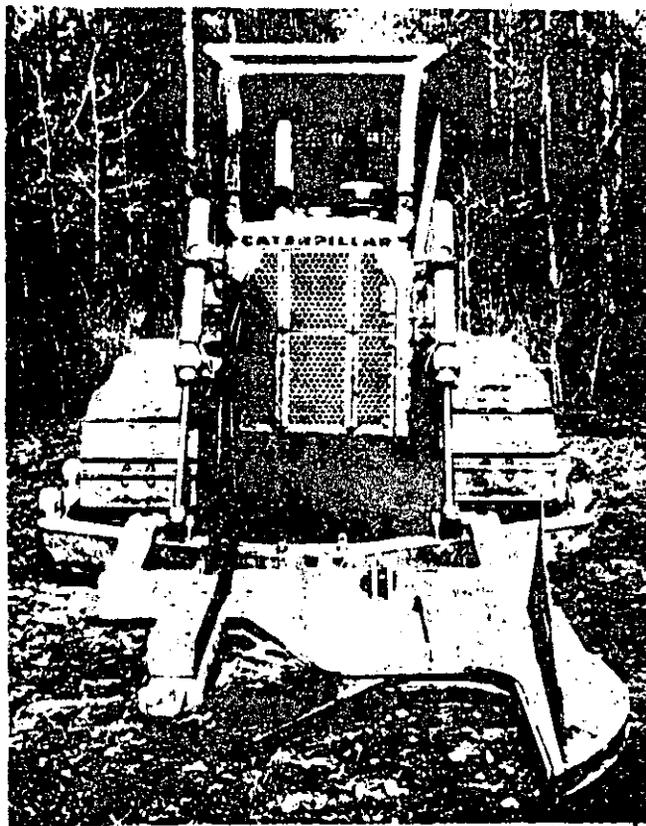
La Taladora con Gancho se diseñó para el derribo, arrastre y apilamiento. Incluye ventajas tales como la caída en línea recta, sin que virtualmente haya fracturas de la madera. Tala árboles hasta de 50 cm. de diámetro, y deja los tocones casi a ras de suelo. Hay modelos disponibles para utilizarse ya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

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.

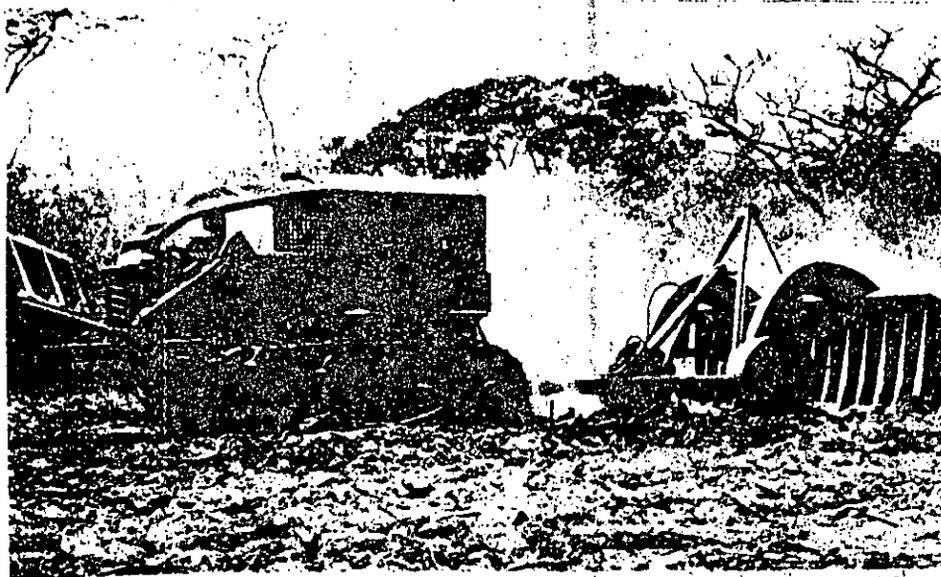
RASTRAS DE TIRO DESCENTRADO.



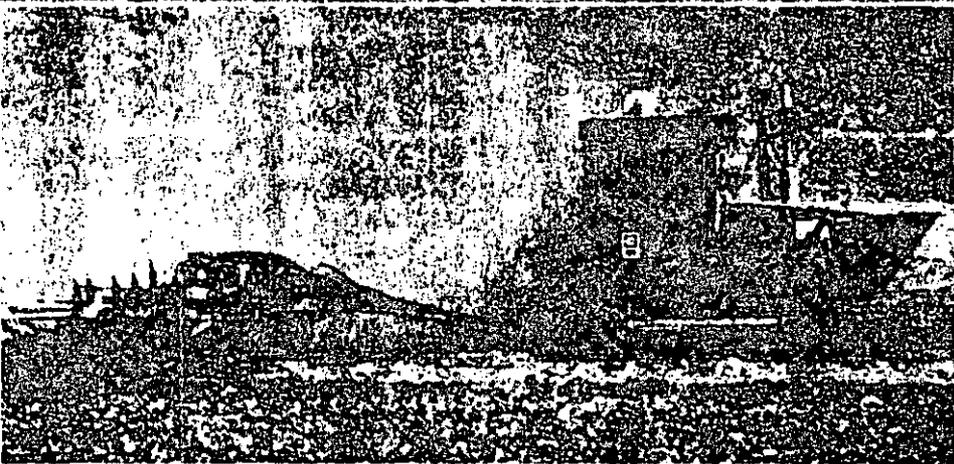
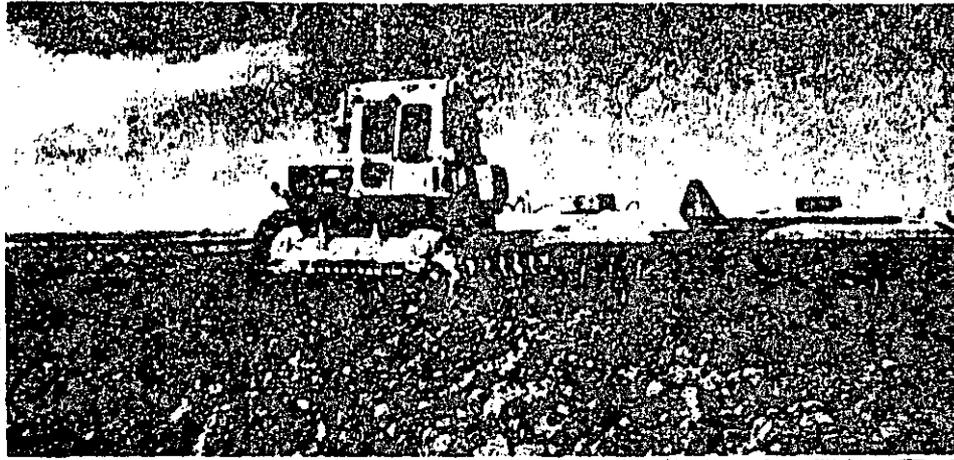
Esta rastra de tiro descentrado para servicio pesado desmonta la vegetación con tallos hasta de 5 cm. de



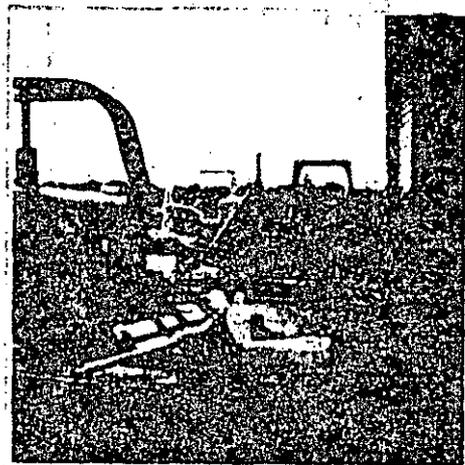
La taladora de cuchilla, operada hidráulicamente, puede cortar árboles de madera blanda hasta de 76 cm. de diámetro y árboles de madera dura hasta de 56 mm. de diámetro.



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.

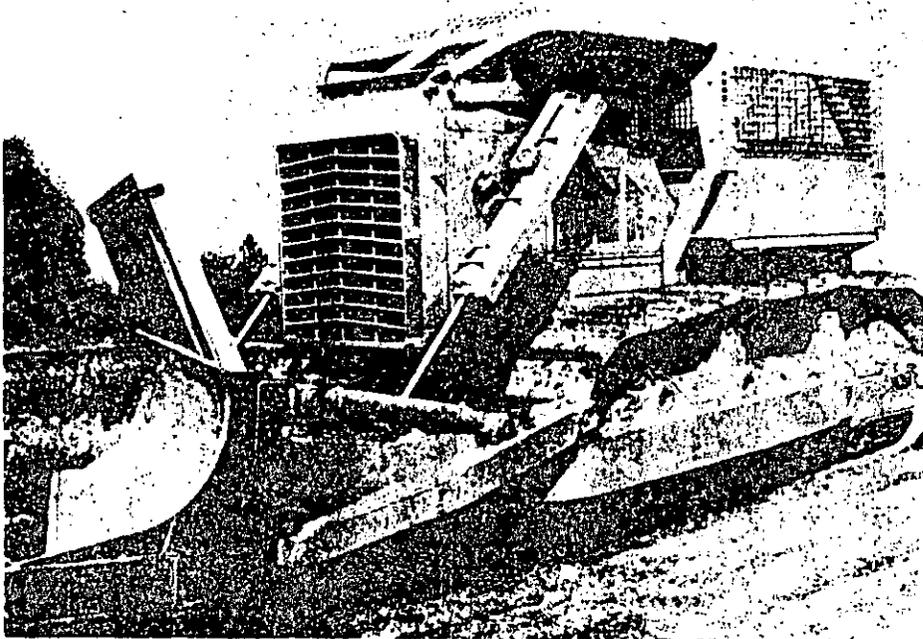


Taladora Hidráulica de Cuchilla Fleco



Descripción:

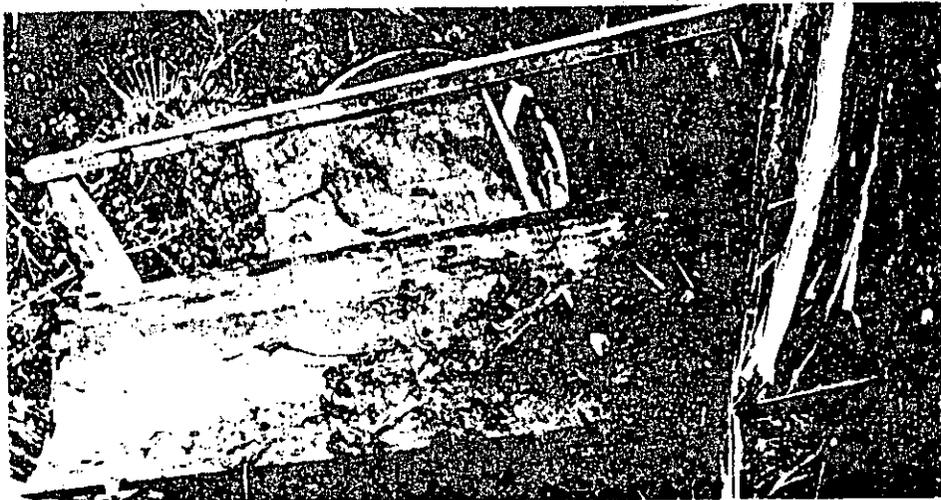
La Taladora de Cuchilla emplea acción hidráulica para cortar árboles de madera blanda hasta de 76 cm (30 pulg) de diámetro, o de 56 cm (22 pulg) de madera dura, en menos de un minuto. Un "lanzador", montado en la taladora, arroja el tronco con la base hacia arriba, de modo que la copa del árbol toca 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 IC 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 13×50 mm ($1/2'' \times 2''$).

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.



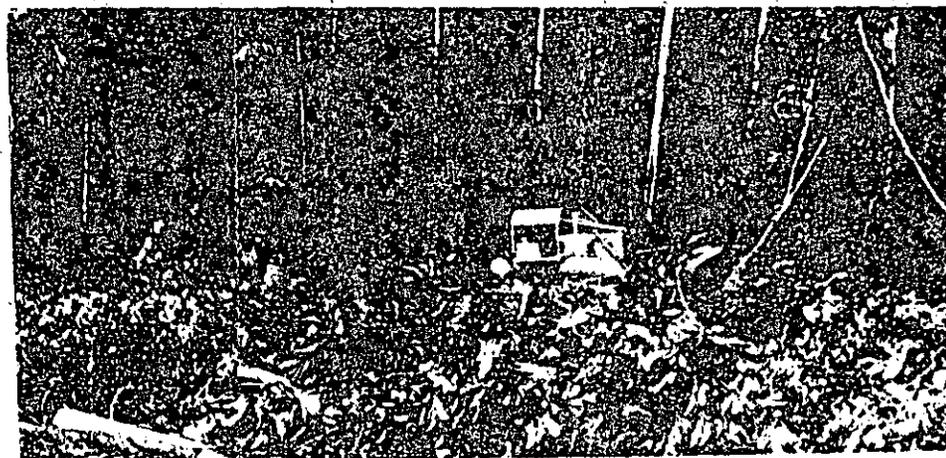
1. Sabana de tipo I



2. Sabana de tipo II



3. Bosques en Tierras Altas



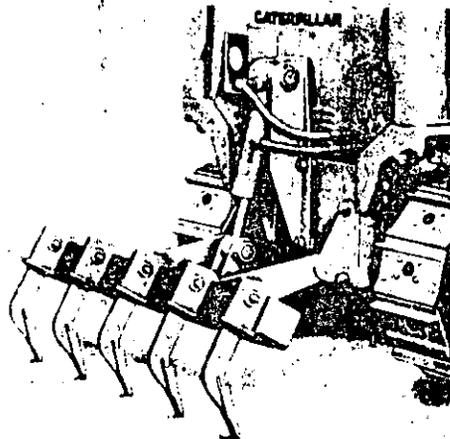
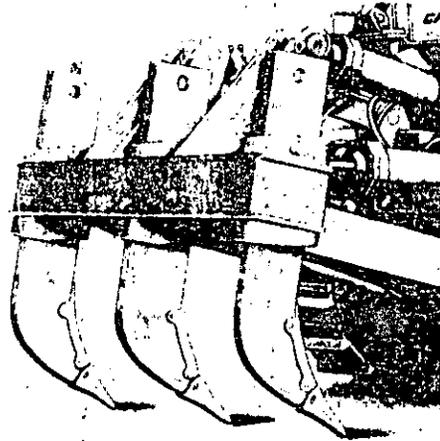
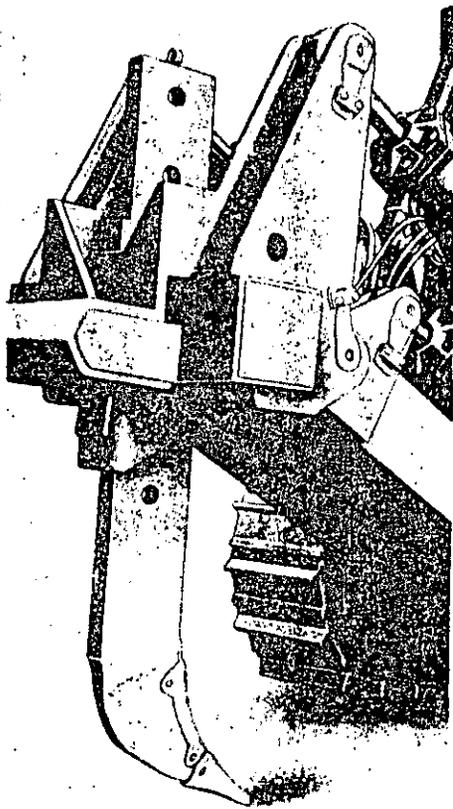
4. Selva Tropical

EN ESTAS FOTOS SE MUESTRAN LOS CUATRO TIPOS PRINCIPALES DE VEGETACION EN QUE SE LLEVAN A CABO DESMONTES 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. Angulo de ataque ajustado hidráulicamente (se ofrece también ajuste manual). El desgarrador estándar para el D8 desgarr a 1204 mm (47.4"), D9 a 1357 mm (53.4"), D10 a 1824 mm (71.8"). El de desgarrado profundo para el D8 desgarr 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 escarificar cerca de curvas, linderos y bases. Penetración

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. Traillas

Aumenta constantemente el uso de traillas, 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 traillas, 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 trailla 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 trailla que se emplea con rocas. Esto incluye tanto los neumáticos como la máquina en sí. Reconociendo la tendencia hacia el mayor empleo de traillas en el acarreo de rocas, y el aumento resultante en el desgaste y deterioro, Caterpillar refuerza mucho todas sus traillas grandes, y ofrece Traillas de Aplicación Especial en los modelos 631 y 641.

Las traillas 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 Traillas 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 trailla 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 trailla.

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 considera 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 trituración.

doen, 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. Úselo 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-

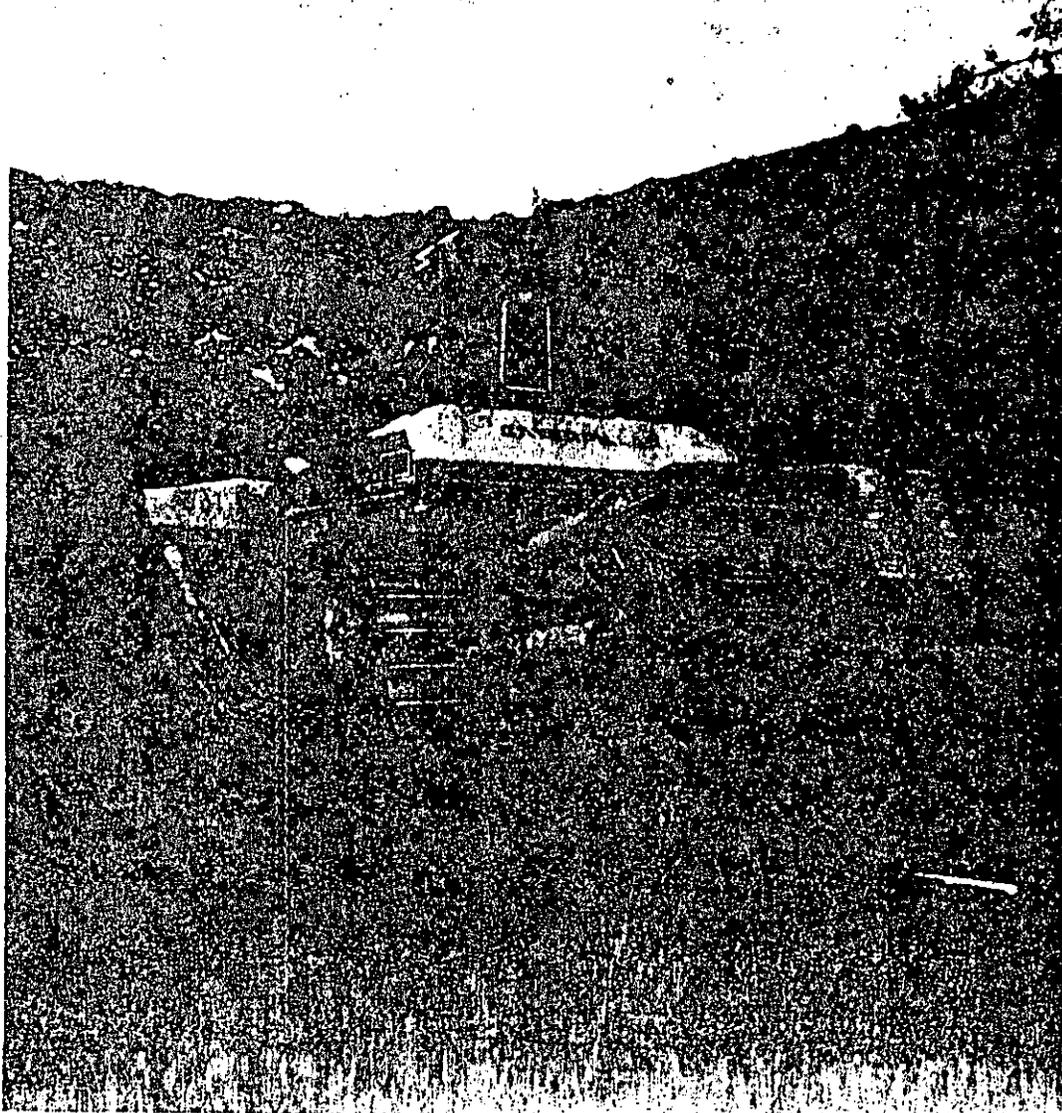
tractor mayor presión hacia abajo cuando esté equipado con una plancha de empuje. Una hoja topadora de control de cable sólo aumenta el peso de la hoja y de los brazos de empuje. Usualmente, la hoja topadora de control hidráulico, en el tractor de empuje, debe hallarse en la posición libre, a menos que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

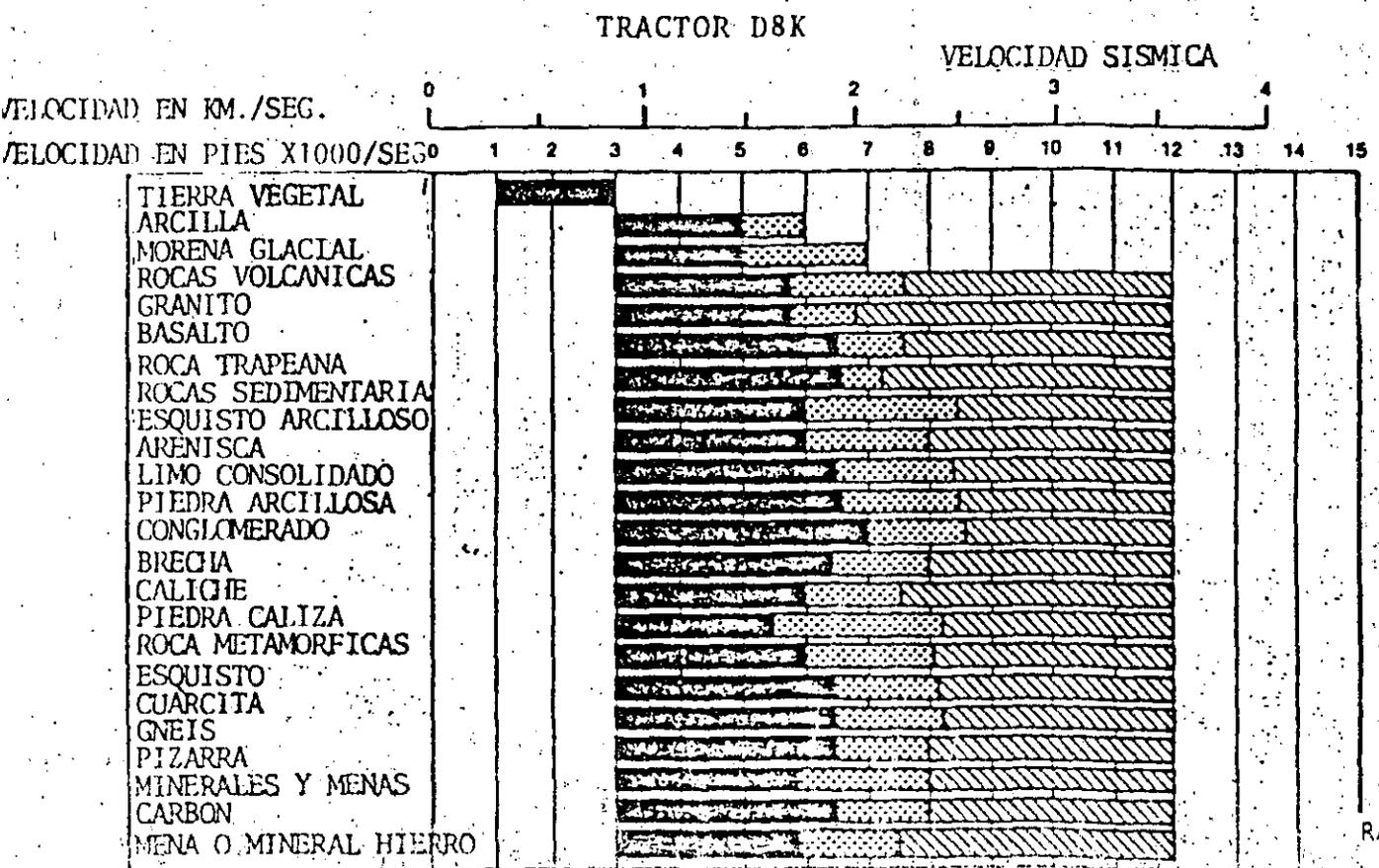
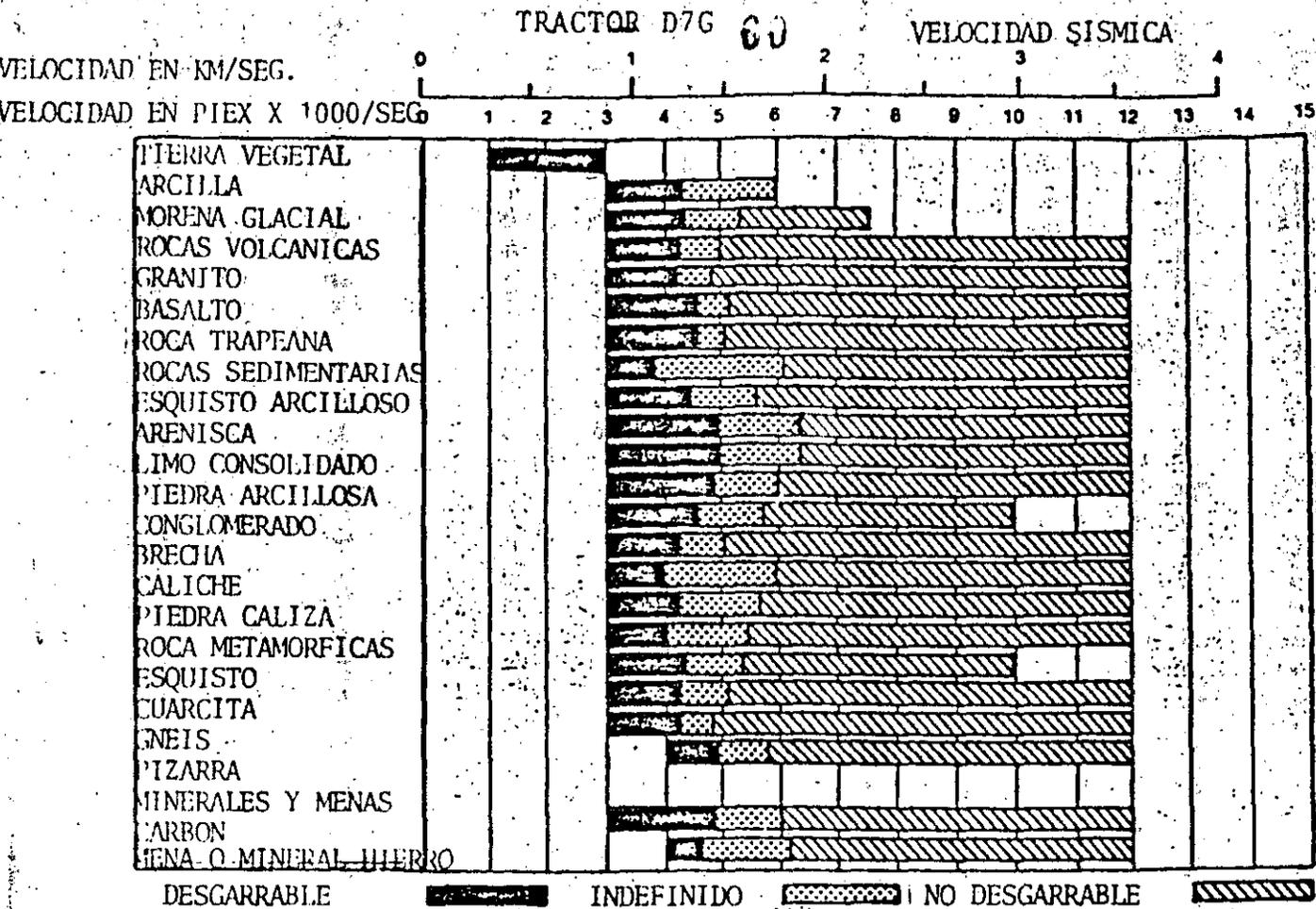
El sismógrafo indica con exactitud dónde es posible desgarrar. La opción de herramientas para desgarramiento que hay disponibles hace posible llevar a cabo con éxito obras de fragmentación en casi todas las formaciones de rocas, excepto las muy sólidas. A medida que se mejoran los métodos de desgarramiento, 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.

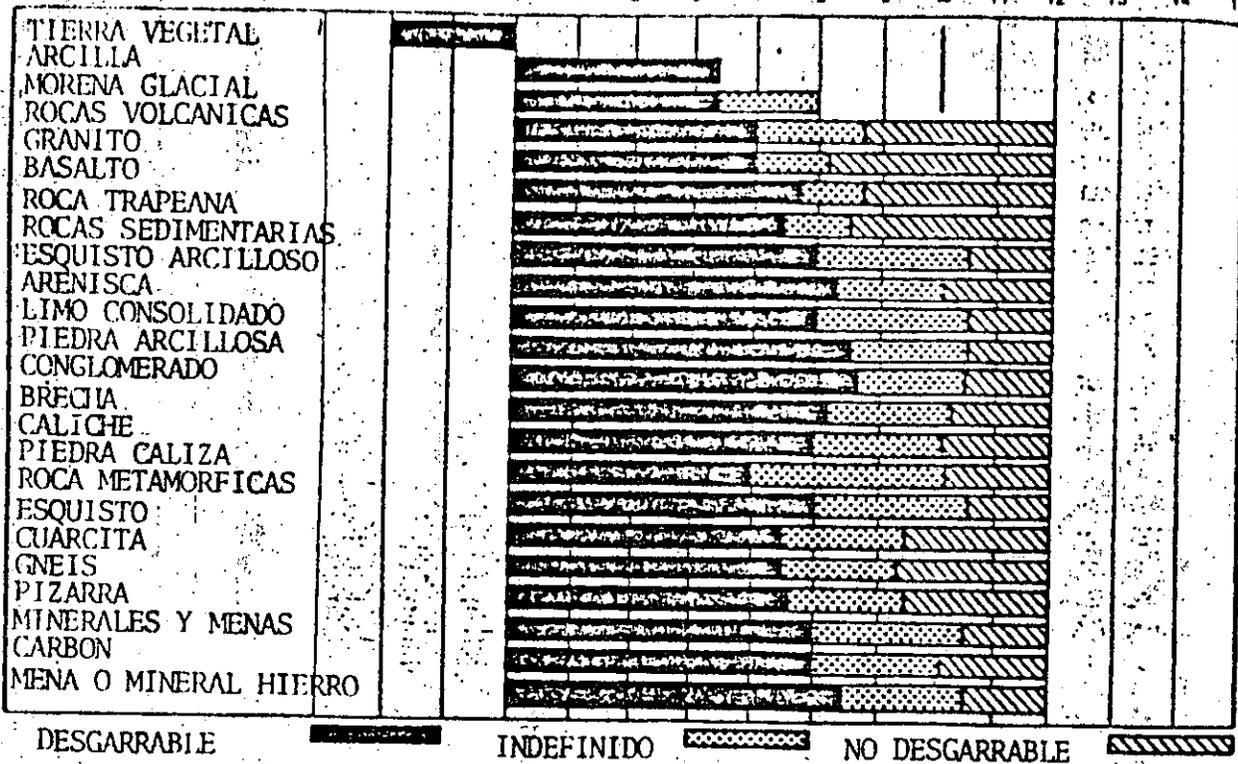
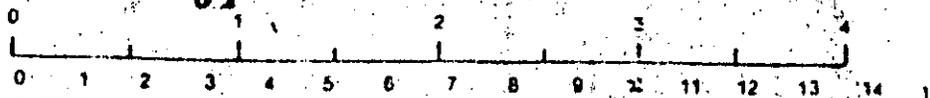
CON OBJETO DE CONOCER LA POSIBILIDAD DE DESGARRAMIENTO, LOS FABRICANTES HAN ELABORADO UNAS GRAFICAS EN QUE RELACIONAN LA CLASE DE MATERIAL Y SU VELOCIDAD SISMICA DE LA MANERA EN QUE SE MUESTRA EN LOS SIGUIENTES CUADROS:



TRACTOR D9H

VELOCIDAD SISMICA

VELOCIDAD EN KM/SEG.
VELOCIDAD EN PIES X1000/SEG

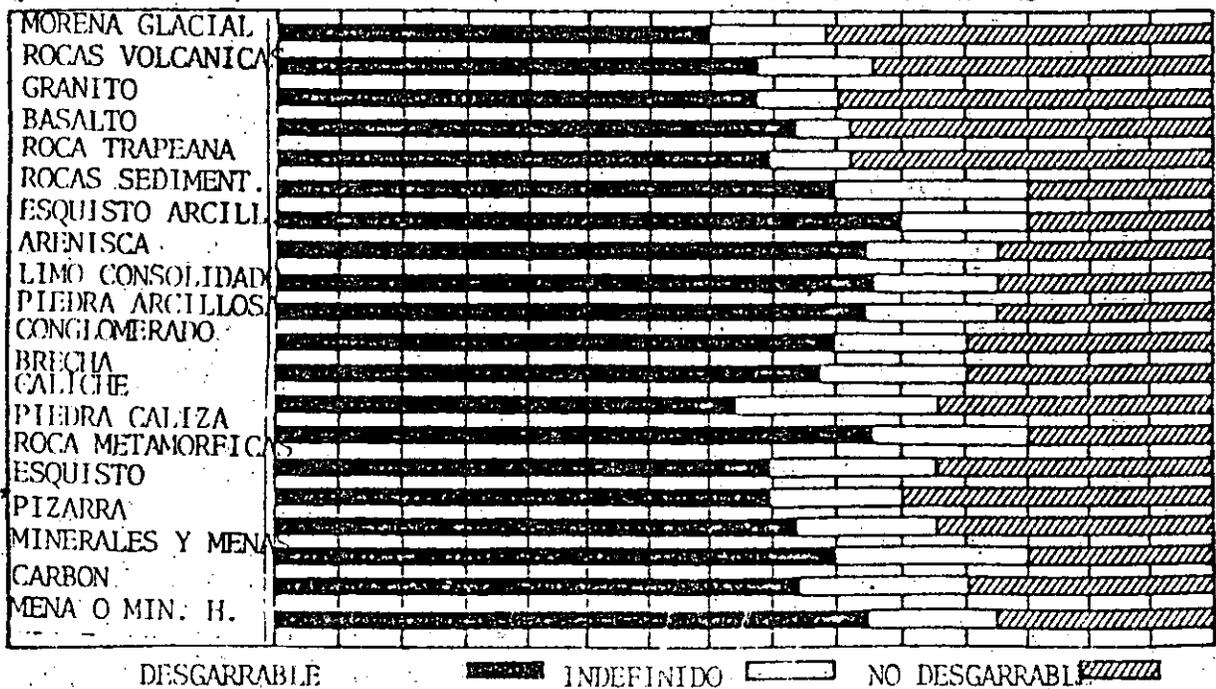
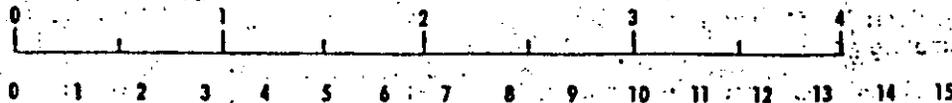


TRACTOR D10

VELOCIDAD SISMICA

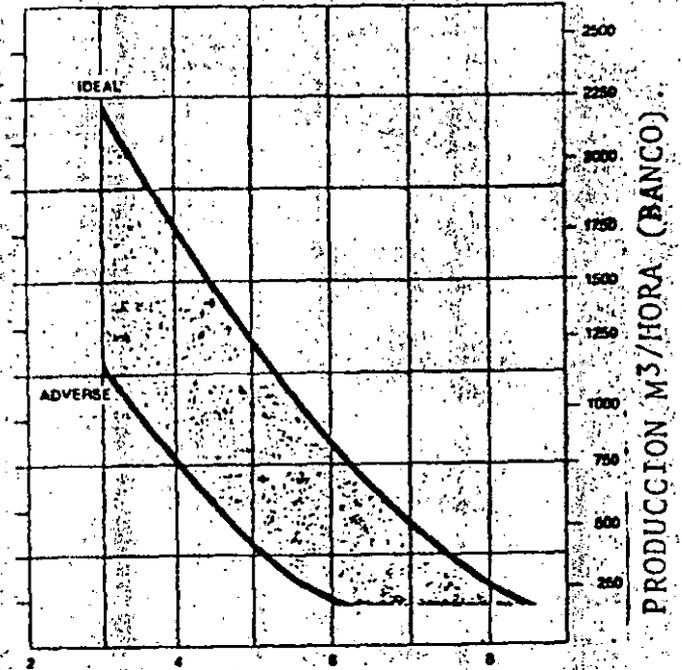
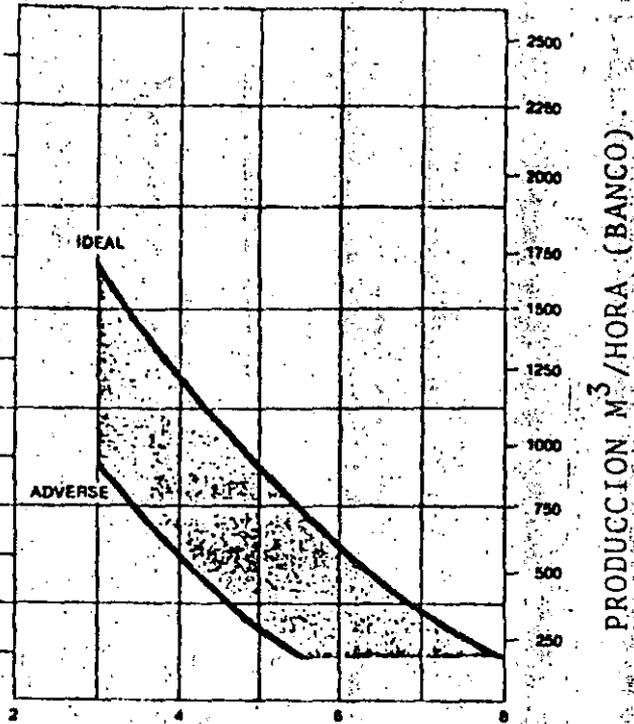
VELOCIDAD EN KM/SEG.

VELOCIDAD EN PIES X 1000/SEG



D8K CON UN SOLO DIENTE

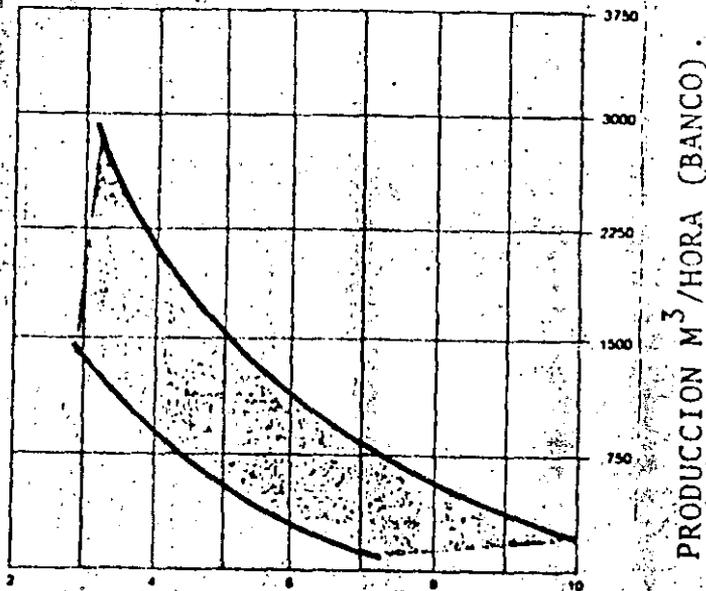
D9H CON UN SOLO DIENTE



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 desgarr, 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.

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

Tiempo perdido en las cabeceras = 1.00 min.

ciclo = 5.00 min.

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.

PRODUCCIÓN DE LOS TRACTORES EMPUJADORES
CON CUCHILLA.

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

$$\text{Producción real} = \frac{\text{(Producción máxima marcada en la curva)}}{\text{(Factores de corrección)}} \times$$

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

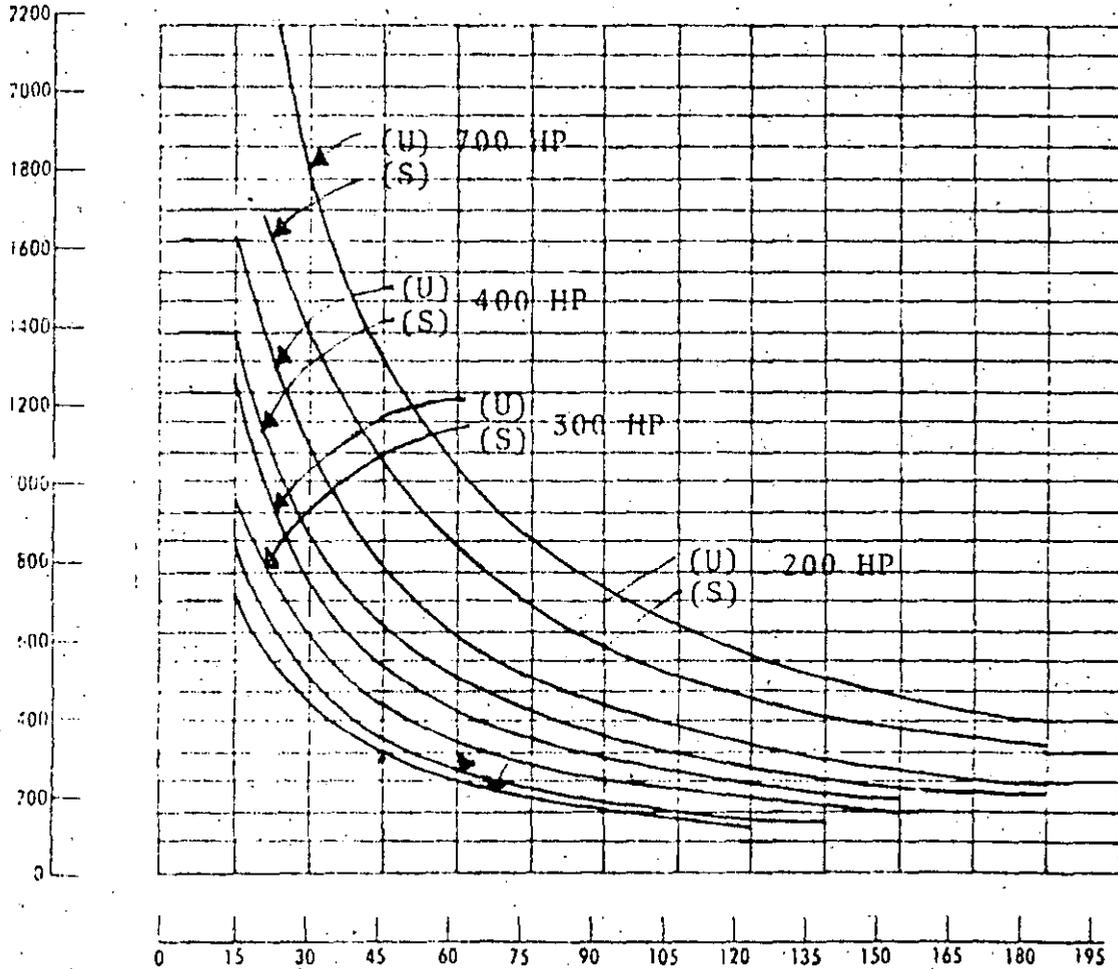
Si por ejemplo:

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 zaga.

PRODUCCION DE TRACTORES EMPUJADORES SOBRE ORUGA.

METROS CUBICOS MEDIDOS SUELTOS.



DISTANCIA DE ACARREO (EN METROS)

FACTORES DE CORRECCION.

66

	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/m³. en banco ó 1300 Kg/m³. 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.**

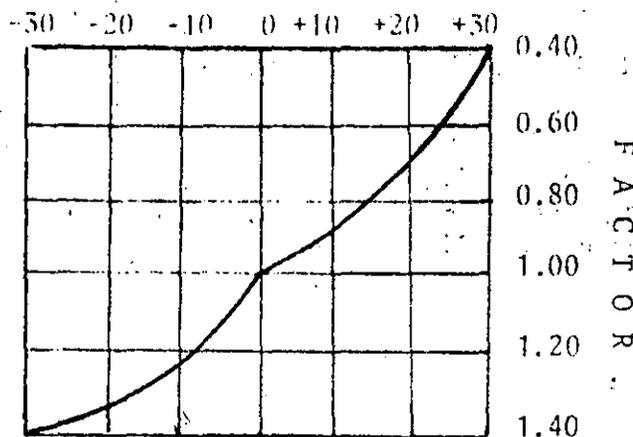
Cuchilla angulable (A)	0.60	-o-
Cuchilla amortiguadora (C)	0.50	0.50

*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 M3. X 0.80 X 1.19 X 0.81 X 0.75 X 0.84 =	
267 M3/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 CARTERPIILLAR):

$$V_S = 0.8WH^2$$

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)

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

Peso de la carga = 1,550 X 7.47 = 11,578 kg

Coefficiente de fricción (F) = 1.25

Coefficiente de fricción (f) = 0.40

Peso del tractor, - 37,500 kg.

Peso carga x F = 11575 x 1.25 = 14,472 kg.

Peso tractor x f = 37,500 x 0.40 = 15,000 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 periodo 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 periodo de tiempo durante el cual la maquinaria puede operar en la forma más eficiente y económica. Al terminar es, ya, pasada a un periodo 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:

1.- 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 <u>EMPUJADOR</u>	
MARCA <u>CATERPILLAR</u>	
MODELO <u>D-10</u>	Nº SERIE

DATOS GENERALES

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

I.- CARGOS FIJOS

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

II.- CONSUMOS

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

III.- OPERACION

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

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

OBRA _____

HOJA _____

MAQUINA EMPULJADOR
 MARCA CATERPILLAR
 MODELO D 9 II

Nº 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): 7 %

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: $S = \frac{Va + Vr}{2 Ha} \cdot s = \frac{(78'250 + 7'825) \cdot 7}{4,000} = 13,987.18/h.e.$
- 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: $E = a P_c$
 Diesel: $E = 0.20 \times 328 \text{ HP op.} \times \$14.00/lt. = \$ 918.40/h.e.$
 Gasolina: $E = 0.24 \times \text{HP op.} \times \$ /lt. =$
- b) Otras fuentes de energia: _____
- c) Lubricantes: $L = a P_e$
 Capacidad cárter: $C =$ _____ litros
 Cambios aceite: $t =$ _____ horas
 $a = C/t + \frac{0.0035}{0.0030} \times \text{HP op.} = 0.68 \text{ lt/hr. (Manual CAT)} = 135.00/h.e.$
 $L = 0.68 \text{ lt/hr} \times \$ 200.00/lt.$
- d) Llantas: $LI = \frac{VII}{Hv}$ (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/ turno - prom: \$ _____

Horas / turno - 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:	
Precio adquisición: \$ 35'000,000.00	Fecha cotización: Junio 1983
Equipo adicional:	Vida económica (Ve): 5 años
	Horas por año (Ha): 2,000 hr/año
	Motor: Diesel 3300 de 200 HP
Valor inicial (Va): \$ 35'000,000.00	Factor operación: 0.80
Valor rescate (Vr): 10 % = \$ 3'500,000.00	Potencia operación: 160 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:	$D = \frac{V_a - V_r}{V_e} = \frac{35'000 - 3'500}{10,000} = \$ 3,150.00/h.e.$
b) Inversión:	$I = \frac{V_a + V_r}{2 Ha} \cdot i = \frac{(35'000 + 3'500)}{4,000} \cdot 0.65 = 6,256.25/h.e.$
c) Seguros:	$S = \frac{V_a + V_r}{2 Ha} \cdot s = \frac{(35'000 + 3'500)}{4,000} \cdot 0.02 = 192.50/h.e.$
d) Almacenaje:	$A = K D = 0.01 \times 3,150.00 = 31.50/h.e.$
e) Mantenimiento:	$M = Q D = 0.80 \times 3,150.00 = 2,520.00/h.e.$
SUMA CARGOS FIJOS POR HORA \$ 12,150.25/h.	

II. CONSUMOS.	
a) Combustible:	$E = e P_c$
Diesel:	$E = 0.20 \times 160 \text{ HP op.} \times \$ 14.00/lt. = \$ 448.00/h.e.$
Gasolina:	$E = 0.24 \times \text{HP op.} \times \$ /lt. =$
b) Otras fuentes de energía:	$=$
c) Lubricantes $L = a P_e$	
Capacidad carter:	$C = \text{litros}$
Cambios aceite:	$t = \text{horas}$
$a = C/t + \frac{0.0035}{0.0030} \times \text{HP op.} = 0.45 \text{ lt/hr. (Manual CAT)}$	
$L = 0.45 \text{ lt/hr} \times \$ 200 /lt. = 90.00/h.e.$	
d) Llantas: $LI = \frac{V_L}{H_v}$ (valor llantas) Hv (vida económica)	
Vida económica: Hv = horas	
$LI = \$ \text{horas}$	
SUMA CONSUMOS POR HORA \$ 538.00/h.	

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

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

OBRA _____	HOJA _____
MAQUINA <u>EMPULADOR</u>	
MARCA <u>CATERPILLAR</u>	
MODELO <u>D-8K</u>	Nº SERIE _____

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

I. CARGOS FIJOS.

a) Depreciacion:	$D = \frac{Va - Vr}{Ve} = \frac{47'500 - 4'750}{10,000} =$	<u>\$ 4,275.00/h.e.</u>
b) Inversion:	$I = \frac{Va + Vr}{2 Ha} = \frac{(47'500 + 4'750) \cdot 0.65}{2 \cdot 2000} =$	<u>8,490.62/h.e.</u>
c) Seguros:	$S = \frac{Va + Vr}{2 Ha} \cdot s = \frac{(47'500 + 4'750) \cdot 0.02}{2 \cdot 2000} =$	<u>261.25/h.e.</u>
d) Almacenaje:	$A = KD = 4,275.00 \times 0.01 =$	<u>42.75/h.e.</u>
e) Mantenimiento:	$M = QD = 4,275.00 \times 0.80 =$	<u>3,420.00/h.e.</u>
SUMA CARGOS FIJOS POR HORA		<u>\$ 16,489.62</u>

II. CONSUMOS.

a) Combustible: E = e Pc		
Diesel: E = 0.20 x <u>240</u> HP op x <u>\$ 14.00</u> /lt.	= <u>\$ 672.00/h.e.</u>	
Gasolina: E = 0.24 x _____ HP op x \$ _____ /lt.	= _____	
b) Otras fuentes de energia: _____	= _____	
c) Lubricantes L = a Pe		
Capacidad carter: C = _____ litros		
Cambios aceite: f = _____ horas		
$a = C/f + \begin{matrix} 0.0035 \\ 0.0030 \end{matrix} \times \text{HP op} = 0.57$ lt/hr. (Manual CAT)	<u>114.00/h.e.</u>	
$L = 0.57$ lt/hr x <u>\$ 200</u> /lt.		
d) Llantas: $Ll = \frac{Vll}{Hv}$ (valor llantas)		
Vida economica: Hv = _____ horas		
Ll = \$ _____ /horas		
SUMA CONSUMOS POR HORA		<u>\$ 786.00/h.e.</u>

III. OPERACION.

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

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

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

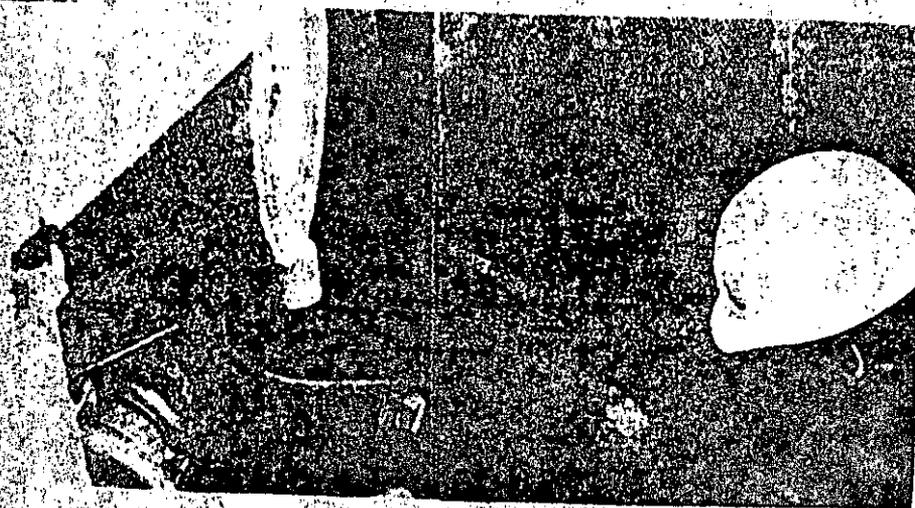
COMO SE PUEDE OBSERVAR DEL ANALISIS ANTERIOR EL COSTO POR M3 Y H.P. ES PRACTICAMENTE IGUAL PARA EL EMPLEO DE CUALQUIER TRACTOR. ENTONCES LA RAZON DE USAR UNO Y OTRO NO ESTA EN FUNSION DEL COSTO, SINO DE LAS NECESIDADES DE PRODUCCION; ASI COMO DE BALANCEAR EL EQUIPO.

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.

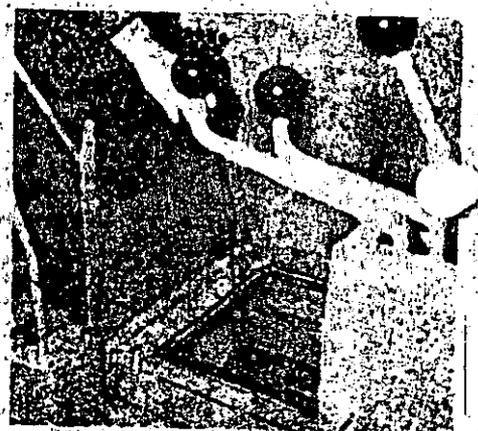
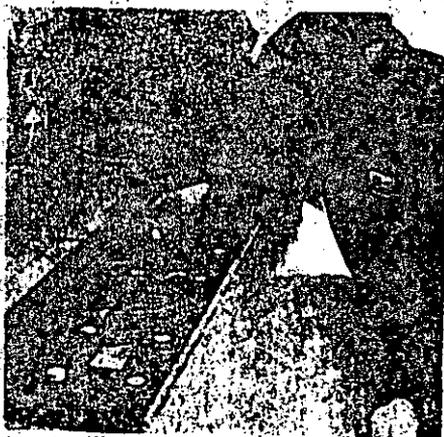
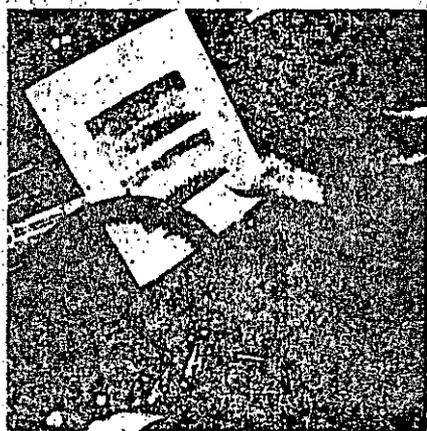
Otras normas indispensables son: la limpieza, ya que no puede inspeccionarse correctamente una máquina sucia llena de lodo o aceite y polvo; también la utilización de herramientas adecuadas propias de cada uso específico, tales como llaves españolas, de estrías, de cubo o dados, de cremallera, torquímetros,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



ANTES DE COMENZAR CUALQUIER OPERACION ES INDISPENSABLE:

VERIFICAR NIVELES DE ACEITE

SISTEMAS HIDRAULICOS

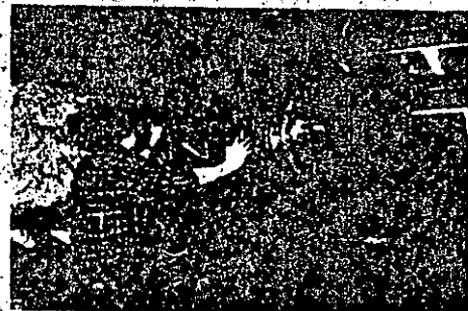
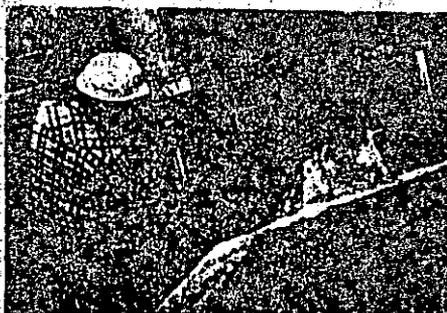
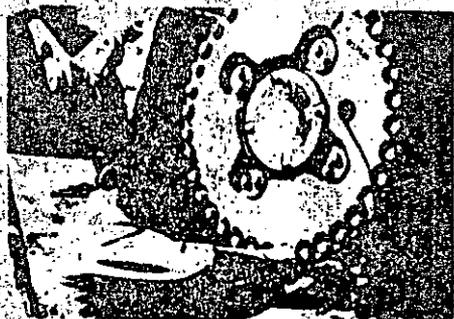


EN CASO DE REPARACION
COMPARAR PIEZAS DE
ACUERDO A MANUAL

DE BATERIAS

REVISION

ACEITE DE TRANSMISION



ENGRASADO Y REVISION
GENERAL

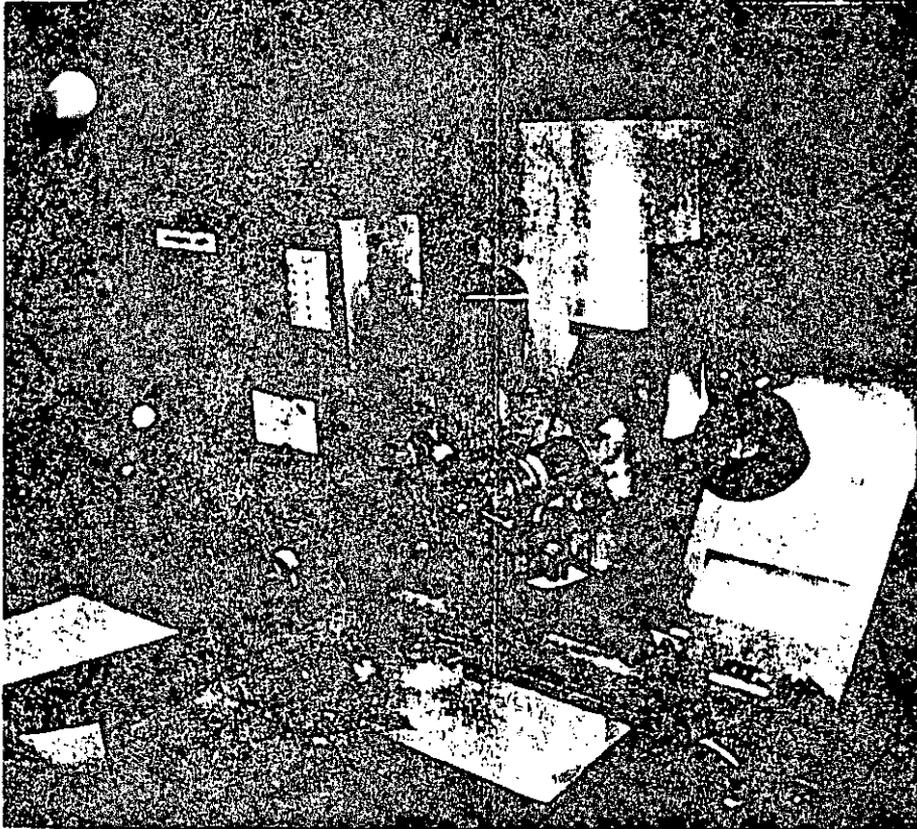


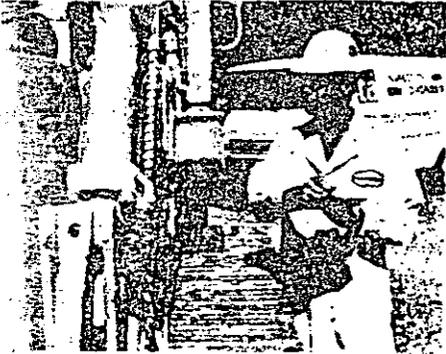
LA EVALUACION
CUIDADOSA DE LAS
PIEZAS POSIBILITA
LA REUTILIZACION E
INCREMENTA EL VALOR

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.





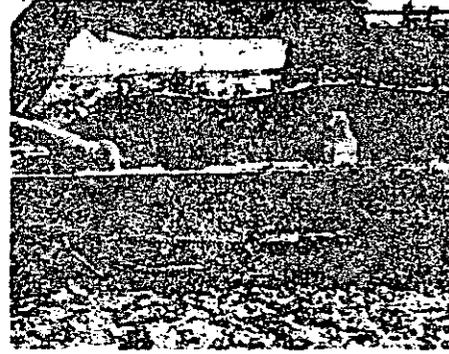
1 Conservación del combustible.

- 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 en necesidad.
- No llene hasta los bordes el tanque de combustible (para evitar derrames a causa de la expansión).
- Evite 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.



2 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.



3 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 empujar 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.

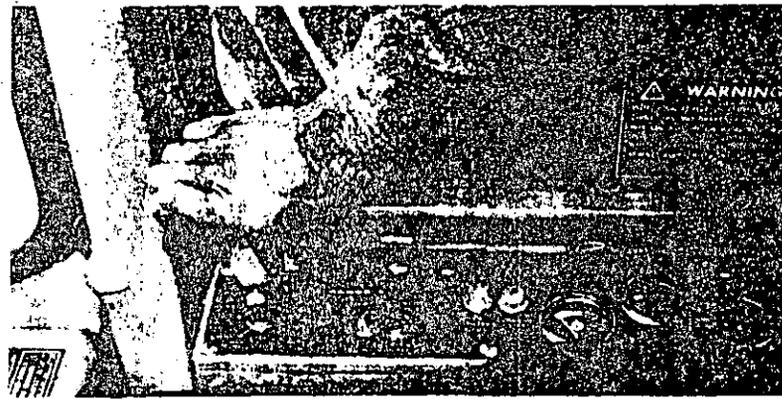
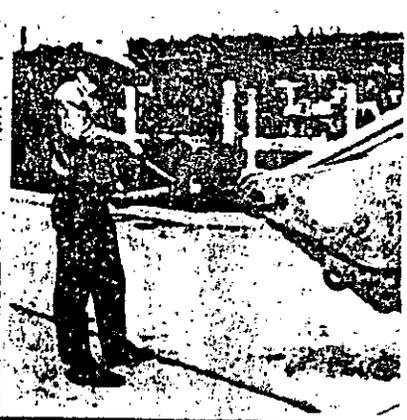
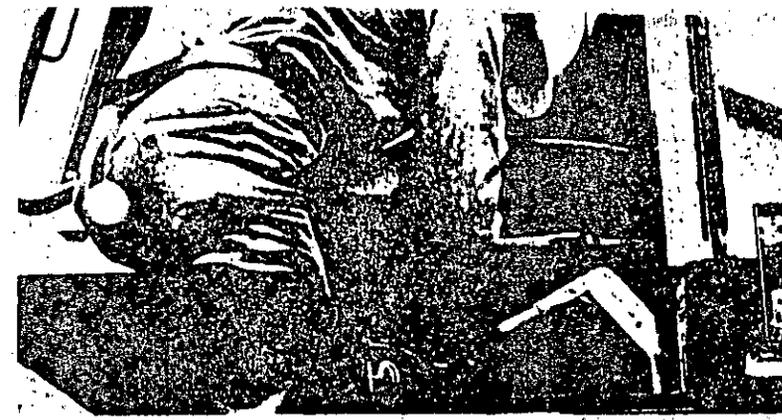
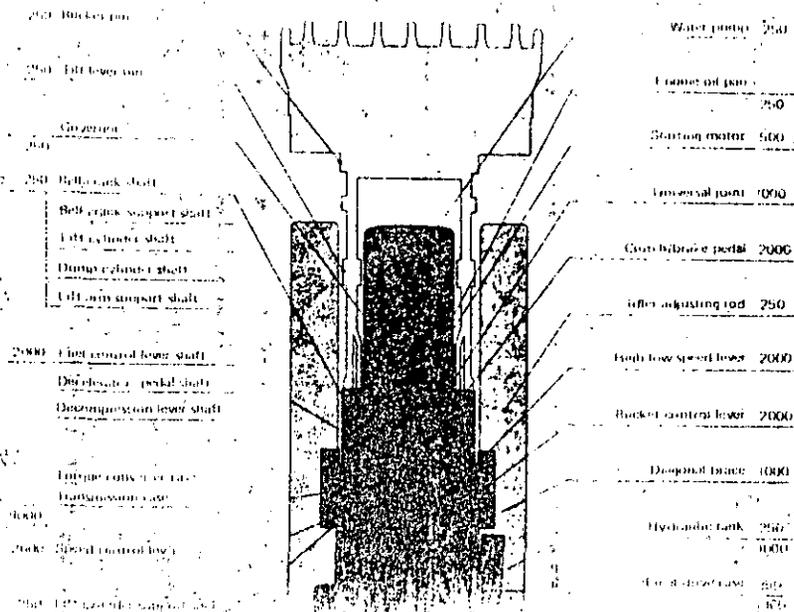


DIAGRAMA TIPICO DE LUBRICACION DE UNA MAQUINA:

Lubrication Points

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



ESPECIFICACIONES CATERPILLAR

Series 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	30,960 lb	20 684 kg	45,600 lb	31 616 kg	69,700 lb				
Peso del motor	320		3304		3306		3306		3306		D342		D353		D348	
Volúmenes del motor	2400		2000		1750		1900		2000		1330		1375		1800	
Cilindros	4		4		6		6		6		6		6		12	
Diámetro anterior	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"
Posterior	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	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	1786 pulg ³
Cilindros inferiores (a cada lado)	5		5		6		6		6		7		7		6	
Alteza de zapata 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"
Alteza de zapata sobre el suelo	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 sobre el suelo (zapatas estándar)	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	3360 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	8624 pulg ²
Alteza 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"	2.89 m	9' 6"
Dimensiones Principales:																
Alteza 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"
Alteza del 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"
Alteza total (con hoja recta)	3.60 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"
(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"
Alteza 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"
Alteza 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"
Dimensiones de la hoja:																
Alteza horizontal			2.44 m	8' 0"	3.15 m	10' 4"	3.20 m	10' 6"	3.68 m	12'	4.04 m	13' 3"	4.39 m	14' 5"	5.49 m	18'
Inclinación 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"		
Alteza en posición									3.81 m	12' 6"	4.24 m	13' 11"	4.80 m	15' 9"	6.05 m	19' 10"
Alteza en inclinación con potencia	2.41 m	7' 11"														
Alteza de la zapata																
Capacidad del 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 desgarnecida del techo o cabina ROPS, ni el escape, respaldo del asiento, ni otros componentes que obstruyen y son una distracción.

**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	10,569 kg	23,300 lb	13,150 kg	28,990 lb
Modelo del motor	3304		3305		3305	
RPM indicadas del motor	2000		1900		2000	
Número de cilindros	4		6		6	
Díametro interior	121 mm	4.75"	121 mm	4.75"	121 mm	4.75"
Carrera	152 mm	6"	152 mm	6"	152 mm	6"
Comprimada	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%	
Rodillos interiores (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
Entrejea de las cadenas	1.52 m	5' 0"	1.82 m	6' 2"	1.93 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"	3.69 m	12' 9"	3.96 m	13'
Ancho con zapatas estándar	1.96 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"
Capac. de comb. (llenado)	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
D7G*	186	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
DESARRADOR**
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. levant.)	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	29"	1.22 m	4' 0"	710 mm	28"	1.38 m	4' 5.5"	978 mm	38.5"	1.77 m	5' 10"	1.14 m	3' 9"
No. 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"x18"		100x400 mm 4"x18"	
Esp. (centro a centro)	991 mm	39"	—	—	1.17 m	46"	—	—	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 levant.)	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	9813 kg	21,633 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 pesadores 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 topadora	D3B 3SBPS			D4E 4S 4SBPS		D5B 5S 5SBPS			D6D 6S 6SBPS			D7G 7S 7SBPS			D8K 8S		D8H 9S	
	m	(pie)		m	(pie)	m	(pie)		m	(pie)		m	(pie)		m	(pie)	m	(pie)
Ancho del rastrillo	2.11	2.39	2.39	2.74	3.12	2.85	3.20	3.05	3.05	3.40	3.36	3.35	3.66	3.43	3.43	3.77	3.77	
	(6'11")	(7'10")	(7'10")	(8'0")	(10'3")	(9'4")	(10'8")	(10'0")	(10'0")	(11'2")	(11'0")	(11'0")	(12'0")	(11'3")	(11'3")	(12'4.5")	(12'4.5")	
Abertura en punta de dientes	280	286	286	254	279	241	305	266	266	305	305	305	305	305	305	343	343	
	(11")	(10.8")	(10.5")	(10")	(11")	(9.5")	(12")	(10.5")	(10.5")	(12")	(12")	(12")	(12")	(12")	(12")	(13.5")	(13.5")	
Penetración de los dientes	380	380	380	483	406	406	584	406	406	533	508	508	711	508	508	533	533	
	(15")	(15")	(15")	(18")	(16")	(16")	(23")	(16")	(16")	(21")	(20")	(20")	(28")	(20")	(20")	(21")	(21")	
Peso total	526	725	750	784	1420	1315	1395	1515	1749	1393	2060	2673	2052	2839	3084	4180	4766	
	(1160)	(1600)	(1650)	(1685)	(3135)	(2900)	(3095)	(3345)	(3860)	(3070)	(4580)	(5900)	(4525)	(6480)	(6800)	(9185)	(10,520)	

RASTRILLO DE HOJA FLECO

Modelo de tractor y hoja topadora	D3B 3P/3S		D4E 4S		D5B 5S		D6D 6S		D7G 7S		D8K 8S		D8H 9S	
	m	(pie)	m	(pie)	m	(pie)	m	(pie)	m	(pie)	m	(pie)	m	(pie)
Ancho del rastrillo	2.13	2.77	2.13	2.77	3.18	2.62	3.55	2.59	3.66	2.92	3.06	2.95	3.43	3.40
	(7'0")	(9'1")	(7'0")	(9'1")	(10'5")	(8'7")	(10'8")	(8'6")	(12'1")	(9'7")	(13'0")	(9'8")	(11'3")	(11'2")
Abertura en punta de los dientes	273	305	254	305	330	330	330	330	381	358	419	330	300	300
	(10.75")	(12")	(10")	(12")	(13")	(13")	(13")	(13")	(15")	(14")	(16.5")	(13")	(12")	(12")
Penetración de los dientes	330	281	381	281	381	408	457	457	559	533	559	559	559	559
	(13")	(18")	(15")	(18")	(15")	(16")	(18")	(18")	(22")	(21")	(22")	(22")	(22")	(22")
Peso total	222	331	313	313	578	526	721	662	1111	993	1261	1084	1261	1084
	(490)	(730)	(690)	(690)	(1270)	(1160)	(1590)	(1460)	(2460)	(2190)	(2780)	(2390)	(2780)	(2390)

RASTRILLO DE ROCAS Y RAICES FLECO

Modelo de tractor y hoja topadora	D3B 3P/3S		D4E 4S		D5B 5S		D6D 6S		D7G 7S		D8K 8S		D8H 9S	
	m	(pie)	m	(pie)	m	(pie)	m	(pie)	m	(pie)	m	(pie)	m	(pie)
Ancho del rastrillo	2.03	2.39	2.39	2.39	2.62	2.62	3.02	3.02	3.10	3.10	3.43	3.40	3.43	3.40
	(6'8")	(7'10")	(7'10")	(7'10")	(8'9")	(8'3")	(9'11")	(9'11")	(10'2")	(10'2")	(11'3")	(11'2")	(11'3")	(11'2")
Abertura en punta de los dientes	280	250	250	250	250	250	250	250	280	280	300	300	300	300
	(11")	(10")	(10")	(10")	(10")	(10")	(10")	(10")	(11")	(11")	(12")	(12")	(12")	(12")
Penetración de los dientes	381	483	483	483	584	584	533	533	711	711	711	711	711	711
	(15")	(19")	(19")	(19")	(23")	(23")	(21")	(21")	(28")	(28")	(28")	(28")	(28")	(28")
Altura total del rastrillo para maleza	1.32	1.37	1.37	1.37	1.47	1.47	1.45	1.45	1.63	1.73	1.91	1.91	1.91	1.91
	(4'4")	(4'6")	(4'6")	(4'6")	(4'10")	(4'10")	(4'9")	(4'9")	(5'4")	(5'6")	(6'3")	(6'3")	(6'3")	(6'3")
Peso total	525	640	680	680	1230	1390	1200	1470	1690	1800	2670	6180	2670	6180
	(1160)	(1405)	(1500)	(1500)	(2715)	(3075)	(2640)	(3250)	(3720)	(3960)	(5890)	(2803)	(5890)	(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"	1380	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

- Fleco
- Rome

TALADORES EN "V" FLECO

Modelo del tractor	D4E		D5B		D6D		D7G		D8K			
Modelo Fleco	VT4		VT8		VT8		VT7		VT8			
Ancho de corte	2.49 m	8' 2"	3.05 m	10' 0"	3.05 m	10' 0"	3.30 m	10' 10"	3.68 m	12' 0"	4.27 m	14' 0"
Alto total	1.04 m	3' 5"	1.12 m	3' 8"	1.12 m	3' 8"	1.24 m	4' 1"	1.30 m	4' 3"	1.30 m	4' 3"
Extensión del espalón	610 mm	24"	760 mm	30"	760 mm	30"	940 mm	37"	1.22 m	4' 0"	1.22 m	4' 0"
Peso	1710 kg	3760 lb	2270 kg	5000 lb	2760 kg	5900 lb	3720 kg	8200 lb	5550 kg	12,250 lb	5710 kg	12,600 lb

EMPUJADORA DE ARBOLES FLECO (Ancho completo, montado en la hoja topadora)

Modelo del tractor	D4E		D5B		D6D		D7G		D8K	
Altura máxima	No disponible		No disponible		No disponible		4.72 m	15' 6"	—	
Altura mínima	—		—		—		2.67 m	8' 9"	—	
Peso	—		—		—		2380 kg	5250 lb	—	
	—		—		—		—		4.80 m	15' 9"
	—		—		—		—		2.49 m	8' 2"
	—		—		—		—		3810 kg	8400 lb

EMPUJADORA DE ARBOLES FLECO (Viga simple, montada en la hoja empujadora)

Modelo del tractor	D4E		D5B		D6D		D7G		D8K	
Altura máxima	3.4 m	11' 2"	3.9 m	13' 0"	3.9 m	13' 0"	4.6 m	15' 0"	—	
Altura mínima	1.2 m	4' 0"	1.5 m	5' 0"	1.5 m	5' 0"	2.1 m	7' 0"	—	
Peso	730 kg	1600 lb	950 kg	2100 lb	1300 kg	2880 lb	1502 kg	3310 lb	—	
	—		—		—		—		5.5 m	18' 0"
	—		—		—		—		2.7 m	9' 0"
	—		—		—		—		2920 kg	6450 lb

TALADORA DE ARBOLES EN "V" ROME

Modelo de tractor	D7F & D7G		D8H		D8K	
Modelo Rome	RV7		RV8H		RV8K	
Ancho de corte	3.66 m	12' 0"	4.27 m	14' 0"	4.27 m	14' 0"
Alto total	1.25 m	4' 1"	1.35 m	4' 5"	1.35 m	4' 5"
Peso	4330 kg	9560 lb	5880 kg	12,970 lb	5880 kg	12,970 lb

EMPUJADORA DE ARBOLES ROME (Ancho total, montada en la hoja topadora)

Modelo del tractor	D7G		D8K	
Modelo Rome	RTP-7000		RTP-8000	
Altura máxima	4.88 m	16' 0"	5.18 m	17' 0"
Altura mínima	2.52 m	8' 3"	2.82 m	9' 3"
Peso	2340 kg	5150 lb	3321 kg	7100 lb

CUCHILLAS ROME K/JG

Tractores equipados con bastidor "C" Caterpillar

Tractores equipados con bastidor "C" Rome

Modelo del tractor	D5B	D6D	D7G	D8K	D6D BPS	D6D	D7G BPS	D7G*	D7G	D8H	D8K*	D8K
Modelo de la cuchilla	KGBA6B	KGBA6CA	KGBA7E	KGBA8	KGB8CLGP	KGB6CA	KGB7FLGP	KGB7FTCA	KGB7F	KGB8	KGB8KTC	KGB8K
Ancho total	3.16	3.16	3.40	3.76	3.76	3.16	3.06	3.40	3.40	3.76	3.76	3.76
Montado	10' 4.5"	10' 4.5"	11' 2"	12' 4"	12' 4"	10' 4.5"	13' 0"	11' 2"	11' 2"	12' 4"	12' 4"	12' 4"
Peso	1520	1530	2350	3090	2700	2282	3770	3560	3420	5160	5320	5160
	(3360)	(3380)	(5180)	(6820)	(5950)	(5030)	(8310)	(7840)	(7530)	(11,380)	(11,730)	(11,380)

BPS = Baja presión sobre el suelo

* Equipado con cilindro de inclinación Caterpillar

RASTRILLAS FLECO PARA CARGADORAS DE RUEDAS

Tipo de rastrillo y modelo de cargadora de ruedas	910		920		930		950		966C		980C		988B
	Rastrillo para desmonte	Rastrillo para apilar	Rastrillo para desmonte										
Ancho del rastrillo (pie)	1.85 (6' 1")	1.85 (6' 1")	2.08 (6' 10")	2.08 (6' 10")	2.67 (8' 9")	2.67 (8' 9")	2.67 (8' 9")	2.67 (8' 9")	2.82 (9' 3")	2.82 (9' 3")	2.85 (9' 4")	2.85 (9' 4")	3.00 (9' 10")
Largo de diente debajo del bastidor (pulg)	810 (24")	810 (24")	810 (24")	787 (31")	810 (24")	787 (31")	810 (24")	787 (31")	864 (24")	864 (24")	835 (25")	835 (25")	771 (28")
Abertura en punta de los dientes (pulg)	279 (11")	279 (11")	267 (10.5")	287 (10.5")	254 (10")	254 (10")	254 (10")	254 (10")	273 (10.75")	273 (10.75")	241 (9.5")	273 (10.75")	254 (10")
Peso del rastrillo (kg)	823 (1875)	892 (1925)	730 (1610)	903 (1990)	980 (2180)	1120 (2470)	1184 (2610)	1202 (2650)	1497 (3300)	1515 (3360)	1497 (3300)	1515 (3360)	1310 (2900)
Altura de la barra del paragolpe (máxima) en posición de empuje (pie)	3.26 (10' 8")	3.26 (10' 8")	3.56 (11' 8")	3.81 (11' 10")	3.76 (12' 4")	3.76 (12' 4")	4.01 (13' 2")	4.12 (13' 6")	4.27 (14' 0")	4.17 (13' 8")	4.12 (13' 6")	4.06 (13' 4")	5.36 (17' 7")

RASTRILLO FLECO PARA CARGADORES DE CADENAS

Tipo de rastrillo y modelo de cargadora de ruedas	921B		941B		951C		955L		977L		983B
	Rastrillo para desmonte	Rastrillo para apilar	Rastrillo para desmonte								
Ancho del rastrillo (pie)	1.85 (6' 1")	1.85 (6' 1")	2.03 (6' 8")	2.03 (6' 8")	2.21 (7' 3")	2.21 (7' 3")	2.21 (7' 3")	2.21 (7' 3")	2.85 (9' 4")	2.85 (9' 4")	3.00 (9' 10")
Largo de diente debajo del bastidor (pulg)	810 (24")	810 (24")	810 (24")	810 (24")	810 (24")	880 (34")	810 (24")	880 (34")	835 (25")	915 (36")	711 (28")
Abertura en punta de los dientes (pulg)	279 (11")	279 (11")	279 (11")	279 (11")	279 (11")	279 (11")	279 (11")	279 (11")	254 (10")	279 (11")	254 (10")
Peso del rastrillo (kg)	623 (1375)	892 (1925)	789 (1740)	960 (2107)	1148 (2530)	1310 (2878)	1197 (2640)	1310 (2888)	1920 (4237)	2050 (4520)	3090 (6818)
Altura de la barra del paragolpe (m)	3.15 (10' 4")	3.15 (10' 4")	3.50 (11' 5")	3.5 (11' 5")	3.9 (12' 9")	3.9 (12' 9")	3.96 (12' 10")	3.96 (12' 10")	4.32 (14' 2")	4.27 (13' 10")	4.60 (15' 1")

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	•	•		•			•					
B14	•						•			•		
B15					•							
B16					•					•		
824C	•						•	•		•		
825C					•					•		
826C					•					•		

- 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.

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" Fleco	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	E	E			G			
Relleno de zanjas	G	E	E			E			
Abertura de zanjas	G	G	E			G	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	G	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					
DESMONTE DE TIERRAS									
Extirpación de matorrales	E	F	G			F		E	E
Tala de árboles	E	F	F			F	E	E	
Amononamiento	F	F	F			F	G		E

MODELO	3P	3P B.P.S.	3S B.P.S.	4A	4S	4S B.P.S.	
Tipi	Giro horiz e Incl. con pot	Giro horiz e 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 1.58 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 2590 lb	856 kg 1954 lb	950 kg 2102 lb	1134 kg 2500 lb
Peso de embarque (Solo la hoja)	367 kg 810 lb	449 kg 990 lb	435 kg 950 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"	3.89 m 12' 9.1"	3.8 m 12' 7"	3.83 m 12' 6.6"	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 (solo con bastidor C)	—	—	—	—	2.39 m 7' 10"	—	—
Hoja (montaje interior)	(montaje interior)	(montaje interior)	(montaje interior)	(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"	700 mm 27.8"	840 mm 33"	840 mm 33.1"
Prof. máx. de esca.	371 mm 14.6"	387 mm 16"	365 mm 14.4"	345 mm 13.6"	373 mm 14.4"	395 mm 15.5"	395 mm 15.5"
Espan. 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 14.6"	458 mm 18"	414 mm 16.3"	333 mm 13.1"	—	338 mm 13.3"	302 mm 11.85"

El peso de embarque de las hojas incluye a los brazos de empuje y el bastidor en C. Cálculo de inclinación, tuberías de inclinación y resguardos, así como los pasadores de los vástagos de los cilindros (si se ofrece como equipo estándar).

Las capacidades de las hojas se refieren a las normas J1205 recomendadas por la SAE. Las capacidades se definen del modo siguiente:

Vs = 0.8 W^{0.75}

Vu = Vs + ZH + W + X

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

Vu = Capacidad de la hoja semi-ensada 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 = Un coeficiente de corrección que depende del ancho de la hoja;

X = Ancho de la hoja.

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 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 se están utilizando determinadas.

92

Hojas Empujadoras

Especificaciones D7G y D7G B.P.S. — D8K

MODELO	7A		7S		7U		7S B.P.S.		8A		8S		8U	
Tipo	Giro horiz.		Recta		Universal		Recta		Giro horiz.		Recta		Uni. x 2/3"	
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	5,36 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.)	3109 kg	6848 lb	3476 kg	7664 lb	3818 kg	8418 lb	3610 kg	7960 lb	5257 kg	11,580 lb	5479 kg	12,080 lb	6037 kg	13,310 lb
Peso de embarque* (Sólo la hoja)	2490 kg	5469 lb	2952 kg	6495 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 principio (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"	6,81 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 (sólo 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	17,8"	450 mm	17,8"	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"	1,02 m	40"	1,06 m	41,75"
Ang. máx. de corte	—	—	8°	—	8°	—	8°	—	—	—	10°	—	10°	—
Giro horizontal (der. o lqz.)	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 pesos de los cilindros de los cilindros (si se otorgan como equipo estándar).

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

$$V_s = 0,8 WH^2$$

$$V_u = V_s + ZH^2 (WZ) \tan X$$

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

V_u = Capacidad de la hoja semiuniversal, o plana 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 corte al med. de paralelamente al ancho de la hoja.

X = Ángulo de la...

Tome nota que la capacidad de la hoja U en el volumen que contiene una hoja recta de las mismas dimensiones, más el volumen correspondiente al acoplamiento de la hoja U.

Tienen por objeto 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	6610 kg	14,561 lb	5745 kg	12,665 lb	12,663 kg	27,930 lb	13,073 kg	28,820 lb	6261 kg	13,795 lb
Peso de embarque* (sólo la hoja)	5440 kg	11,992 lb	6317 kg	13,927 lb	7156 kg	15,777 lb	4337 kg	9562 lb	11,521 kg	25,400 lb	11,925 kg	26,290 lb	6097 kg	13,445 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"	1.13 m	44.6"	686 mm	27"	711 mm	28"	1.17 m	46"
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"	500 mm	23.6"
Inclin. máx.	356 mm	14"	940 mm	37.2"	1.03 m	40.5"	—	—	313 mm	32"	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 resguardos, así como los pasadores 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:

$$V_s = 0.8 WH^2$$

$$V_u = V_s + 2H^2 (WZ) \tan X$$

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.

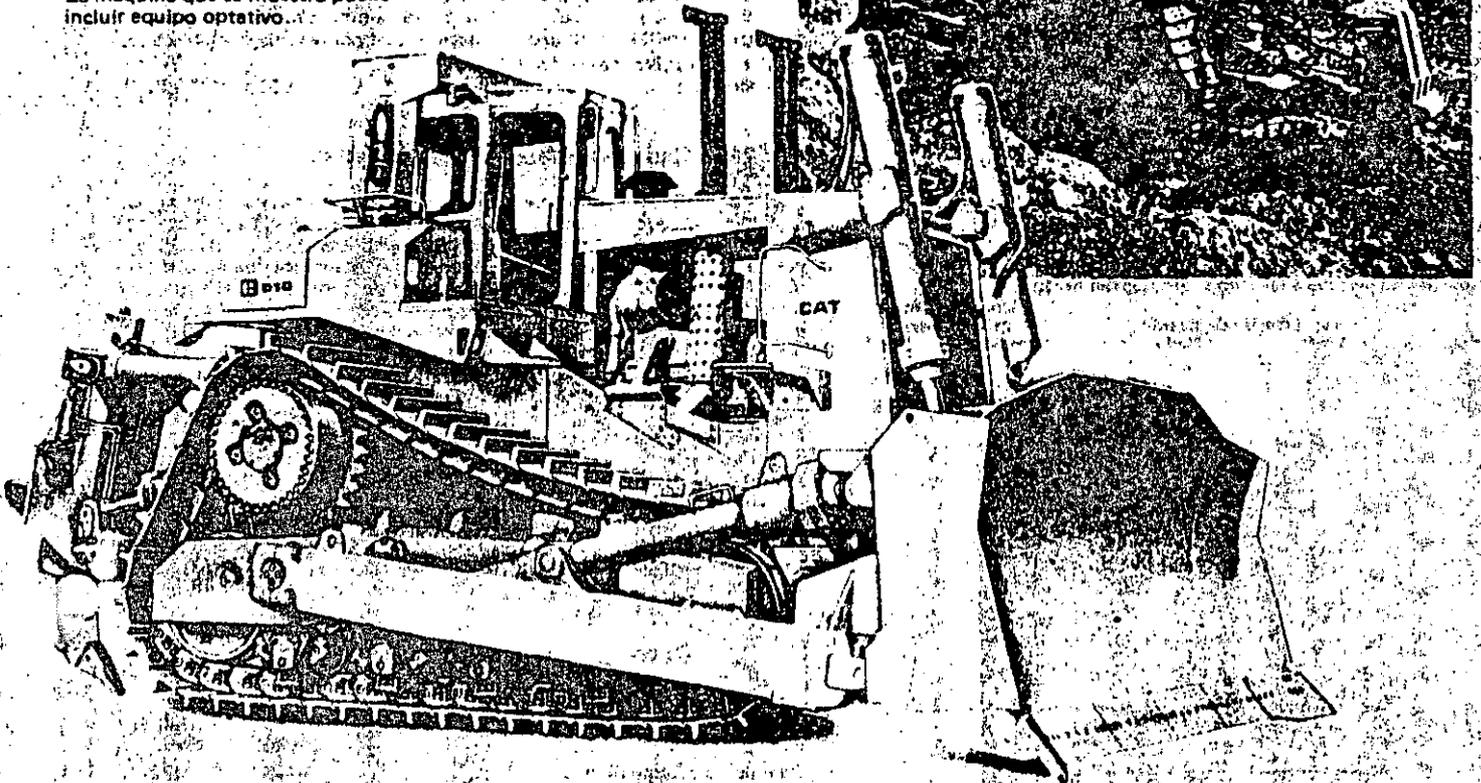
X = Angulo de las alas.

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 accoplamiento 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 existan en un terreno determinado.



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 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 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. Lumbres 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 50 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

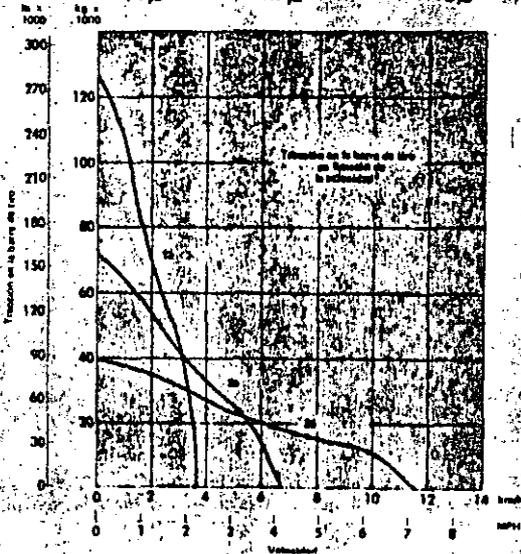
Transmisión planetaria Power Shift con embragues en aceite de 533 mm (21") de diámetro y alta capacidad de par motor. El sistema de modulación especial permite hacer cambios de velocidad y de sentido de marcha a plena carga, sin restricciones.

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 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 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, 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



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 selladas y lubricadas. 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	3911 mm (154")
Superficie de contacto con el suelo con zapatas estándar	5,56 m ² (8624 pulg ²)
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 entavía de 2692 mm (106")	Con entavía 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 3471. La cabina también conforma a los conceptos FOPS (Estructura de protección contra objetos que caen) según las normas SAE J231 e ISO 3449.

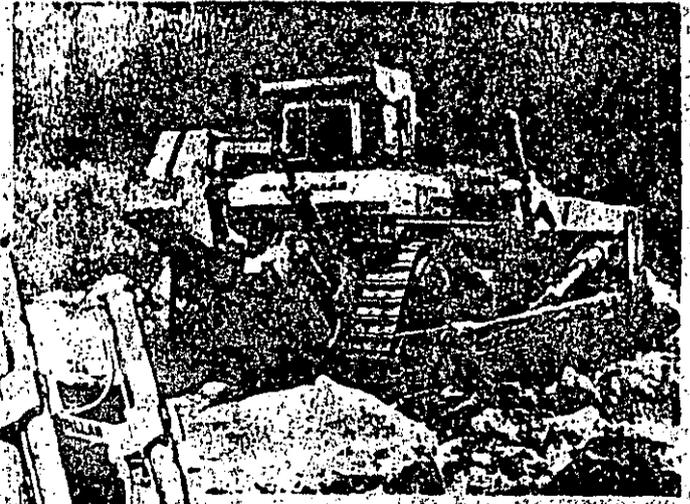
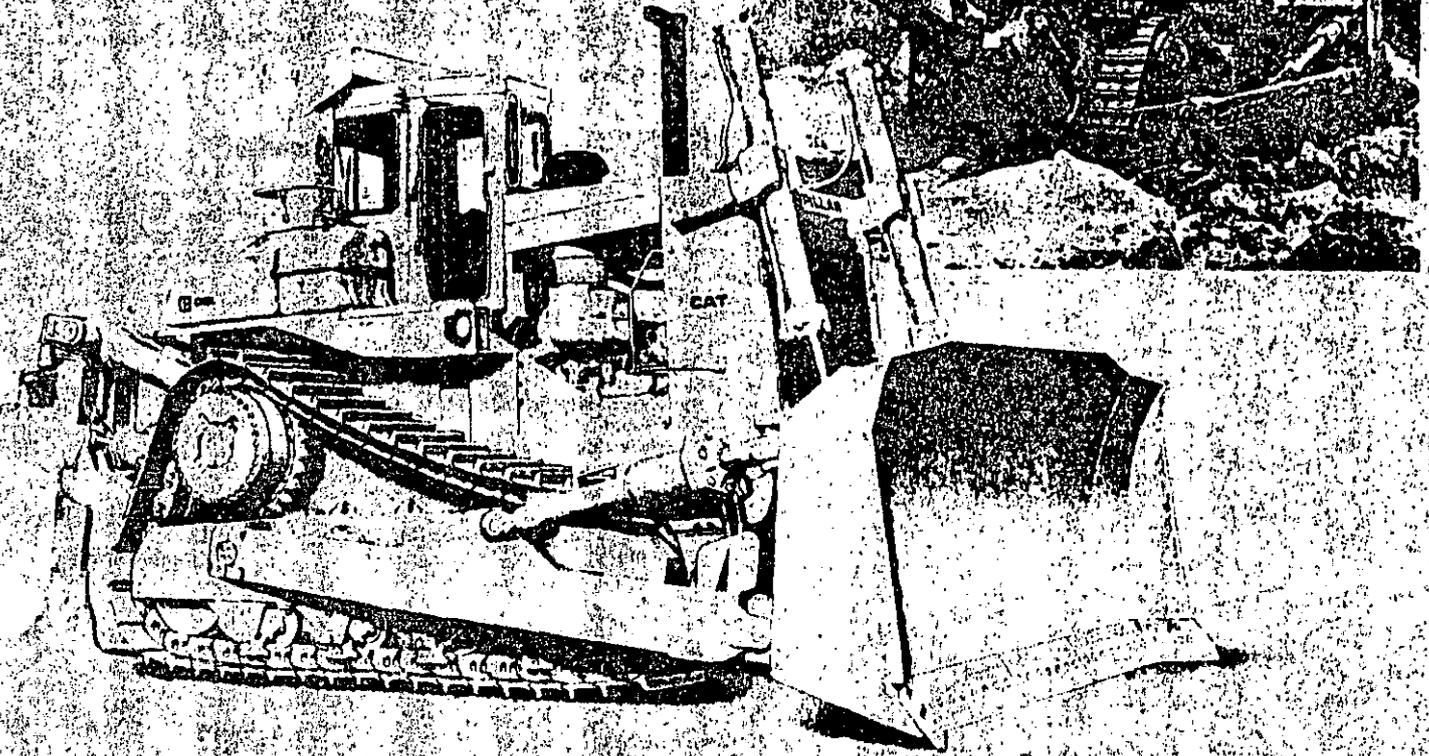


CATERPILLAR

Tractor de Cadenas D9L

97

La máquina que se muestra puede incluir equipo optativo.



Características principales

- El Motor Diesel Caterpillar 3412 turboalimentado, 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, turboalimentado, de 4 tiempos, y 12 cilindros en "V", de 85°, 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 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 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

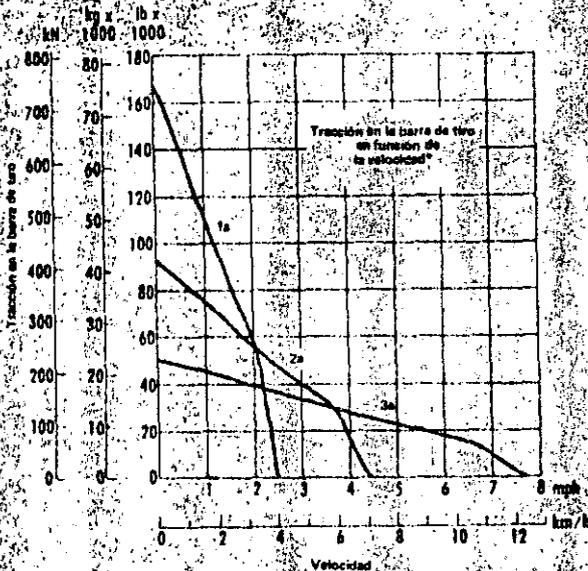
Transmisión planetaria Power Shift con embragues en aceite de 432 mm (17") de diámetro y alta capacidad de par motor. El sistema de modulación especial permite hacer cambios de velocidad y de sentido de marcha a plena carga sin restricciones.

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 configuración 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 permanente están montados elásticamente 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 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	3,556 m (140')
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:		
Carter 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 compensamiento 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	41 525 kg (91,545 lb)

En orden de trabajo, incluye lubricantes, refrigerante, tanque de combustible, llenos, controles hidráulicos, Hoja OS, 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.



Tractor Doble de Curvas D9, Serie C, con resguardos opitivos de los rodillos inferiores.

Características principales

- Al haberse controlado con la palanca, se utilizó el 100% de la potencia.
- Y se ha logrado el tiempo de arranque que se invertía para situar el segundo tractor en el punto de arranque, con materiales difíciles de cargar, tales como equitio, etc., en que se requiere el máximo de los dos tractores para interior la carga.
- Se reduce el consumo de combustible en el tractor, lo cual es ventajoso sobre todo en trabajos de poca exactitud en que la carga suelta, me- diante dos tractores, es difícil e imposible. En estos casos, el D9C Doble funciona mejor que el tiempo de los ciclón.
- El tractor tiene un motor catalítico.
- El sistema de control y la cantidad de marcha, se mantiene alta producción en toda la marcha.
- El operador se fatiga menos. El empuje en tandem corriente exige coordinación exacta y precisa entre los operadores de los tractores separados. Con el D9C 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 marcha.
- Control. Ambas máquinas se gobiernan desde el tractor delantero. Cuando sea necesario, se pueden desconectar las máquinas, y mane- jarse separadamente.

del aire, y tiene bombas hidráulicas de combustible y cámaras de precom- bustión que no se obtienen ni requieren ajustes. Los volúmenes están reves- tidos con aislante, y los asientos son de duro acrílico de calidad. Los cilin- dros de válvulas poseen la distribución uniforme del calor.

Las pistones, de sección ligeramente elíptica y leve concavidad, son de alumini- o de aleación, y tienen tres anillos. Hay bandas de hierro fundido para los dos anillos de compresión. Los cilindros son de aluminio de aleación, re- forzados con acero por el dorso. Los muñones del cigüeñal se endurecen por el electro. Hay un embrague limitador del par motor en la posición 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 revoluciones de los D9C. Con una sola palanca se controlan simultáneamente con aire ambos transmi- siones. El control se efectúa desde el tractor delantero.

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

El motor, 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.

La potencia neto en el volante del motor de la máquina cuando funciona a las condiciones S.A. (de temperatura y presión atmosférica, o sea 29°C (85°F), y 746 mm (29,38") Hg) utilizando el Oil de 35 API, a 15,6°C (60°F). El equipo estándar del motor incluye ventilador, filtro de aire, si- stema de lubricación y de combustible, y alternador.

Los motores están equipados para 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 (14/3 in³). El promedio de funcionamiento y velocidad.

El sistema de control de la unidad del Sistema Informático de Mandos que controla (en vez del lp).

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.



Motor Catalítico

El sistema de control de la unidad del Sistema Informático de Mandos que controla (en vez del lp).

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.

La potencia neto en el volante del motor de la máquina cuando funciona a las condiciones S.A. (de temperatura y presión atmosférica, o sea 29°C (85°F), y 746 mm (29,38") Hg) utilizando el Oil de 35 API, a 15,6°C (60°F). El equipo estándar del motor incluye ventilador, filtro de aire, si- stema de lubricación y de combustible, y alternador.

Los motores están equipados para 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 (14/3 in³). El promedio de funcionamiento y velocidad.



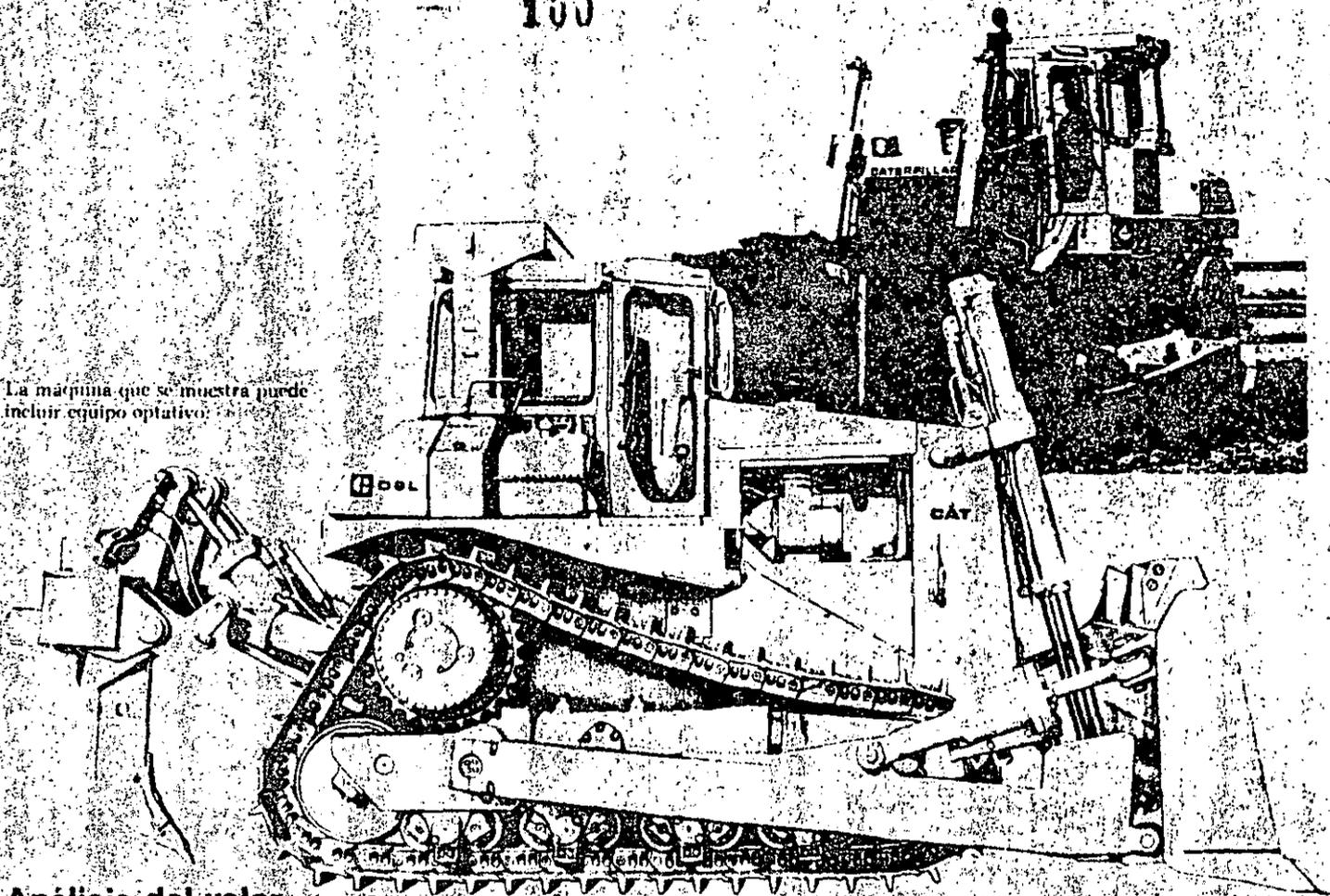
CATERPILLAR

Tractor de Cadenas

DBL

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 impactos 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 regulación 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 apoyo técnico al cliente en cualquier momento.



Motor Caterpillar

Potencia en el volante a 1900 RPM 250 kW (335 hp)

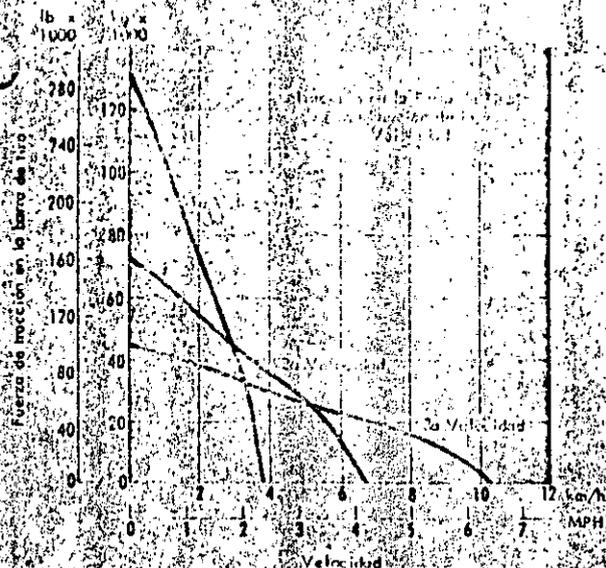
Es la potencia neta en el volante del motor de la máquina, cuando funciona en un ambiente, según norma SAE, de temperatura de 29°C (85°F) y presión de 99,2 kPa (29,38" Hg), usando un combustible diesel de 35 unidades API a temperatura de 15,6°C (60°F) y después de hacer las deducciones por los siguientes 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 (1009 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. Llubreras 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 costo y el peso neto, de un artículo, cuando se muestra con una 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 solapado 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 motor, el operador puede hacer operar ambos motores 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. Hoy disponible un control hidráulico y hoja topadora para el tractor de atrás.

frenos

El frenado de ambos tractores se efectúa desde el compartimento 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 a mano a fin de utilizarse como freno de estacionamiento.

sistema de aire

Compresor 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 (4625 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)
Aceleradores 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 laminas para desgaste. La articulación de rótula y el soporte van empernados 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 los manguitos 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 pisas en reguñetas para el tractor de atrás. Protector del cárter (ambos tractores). Ventiladores de paletas reversibles (ambos tractores). Luz de advertencia respecto al motor de adelante (tractor de atrás). Manómetro del aire montado en el tablero (tractor delantero). Neutralizador de la transmisión y sistema automático de los frenos operado mediante aire a baja presión.

dimensiones principales

Entreje 2290 mm (90")
Longitud total 13 000 mm (42' 6")
Ancho (extremos de la hoja topadora) 3300 mm (10' 9")
Altura total, sin el perfilado ni el escape 3900 mm (9' 11")
Espacio libre sobre el suelo (desde la cna 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)

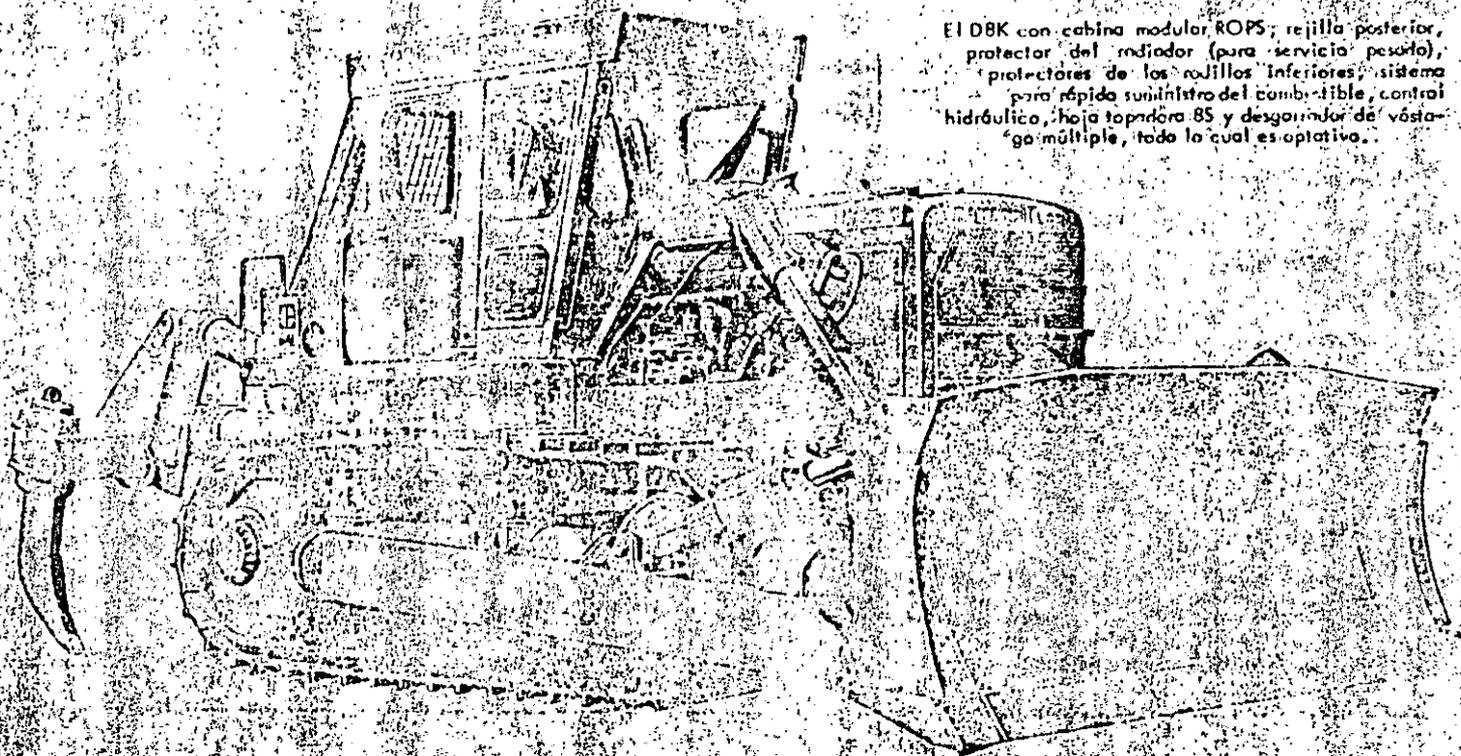


características principales

- **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 SELLADOS 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 mundos 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 desgarrador 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 D8K con cabina modular ROPS, rejilla posterior, protector del radiador (para servicio pesado), protectores de los rodillos inferiores, sistema para rápida suministro del combustible, control hidráulico, hoja topadora 85 y desgarrador 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 5° A F de temperatura y presión atmosférica, o sea a 29° C (85° F) y 746 mm (29,38") Hg (0,995 bar) empleando Fuel Oil #1 de 35 unidades A.P.I., 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 altura.

Motor diesel Caterpillar Modelo D342, de cuatro tiempos y seis cilindros, con diámetro de 146 mm (5,75") y carrera de 203 mm (8"). La cilindrada es 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 cámara de precombustión. Las válvulas están revestidas de estelita, tienen rotadores, y los asientos son de duro acero de aleación.

Pistones de aluminio de aleación con tres anillos y entintados o chorros 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 atracción, reforzadas con acero por el dorso, y los muñones del cigüeñal se endurecen por Hi-Elektro. Lubricación con aceite filtrado en flujo continuo. Filtro seco de aire con expulsor automático de polvo.

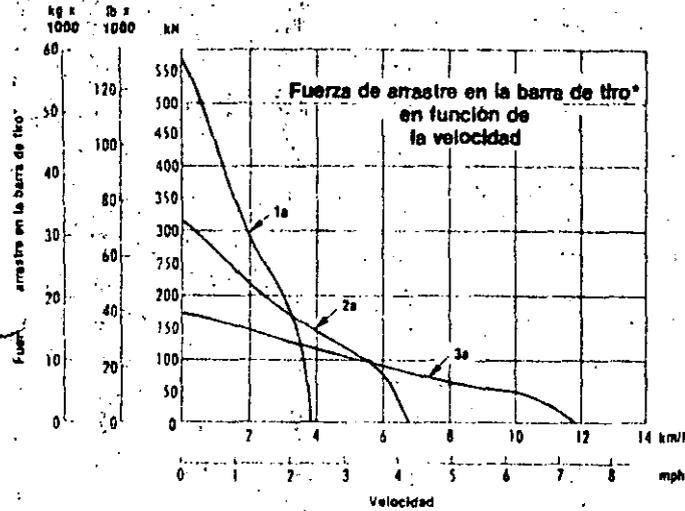


Transmisión

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 conectó 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 (H) 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 engrían 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 sólo 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 renovar 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 flotantes Duo Cone. Ruedas motrices con aros en tres segmentos empernables e intercambiables.

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 J305, ISO 3471 y SAE 1040C. El techo y la cabina también conforman a los conceptos FOPS (Estructura de Protección contra

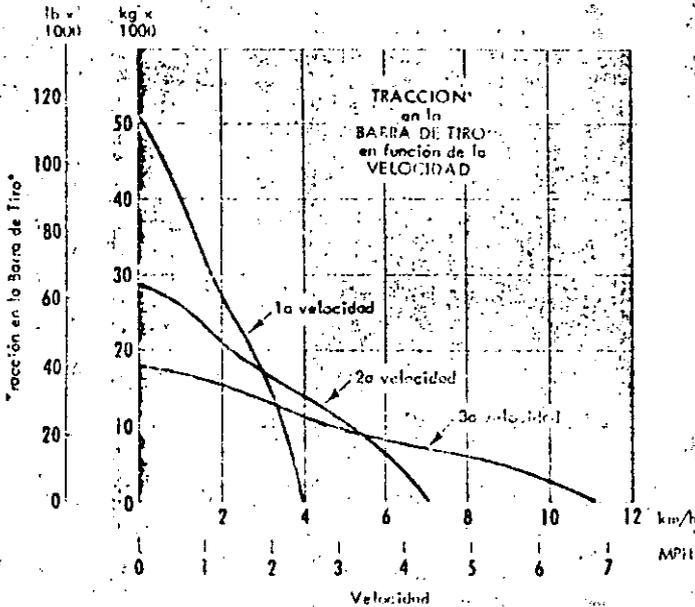


transmisión

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 km/h	Velocidades de Avance (MPH)	Velocidades de Retroceso km/h	Velocidades de Retroceso (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)



*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 desmontaje 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 TRACCION 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)

Marchas	Tracción en la Barra de Tiro en Avance*			
	A RENA Indígena kg	(lb)	Máximo Bajo Carga kg	(lb)
1a	25 400	(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	6 700	(14 800)	8 900	(19 700)
6a	4 100	(9 000)	5 300	(11 700)

*Depende de las condiciones del suelo y del peso del tractor equipado.



sistema de la dirección

Embragues en aceite de varios discos que no requieren ajuste operativo hidráulicamente. Frenos de banda tensados por cables con aceite y reforzados hidráulicamente. Frenos múltiples de efecto retardado. Los conjuntos de embrague y freno se interconectan como unidades.



mandos finales

Engranajes de doble reducción, con dientes de perfil convexo. Lubricación con aceite filtrado y a presión. Sellos de anillos flotantes Duo-Cone. Los aros de las ruedas dentadas están divididos en segmentos reemplazables que se aseguran con pernos.



bastidores de rodillos inferiores:

Construcción de sección en caja reforzada. Los guardas 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, los guardas guías, y el estalón 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 m ² (6437 pulg. ²)
Altura de las garras (desde la cara inferior de las zapatas)	78 mm (3,0")



datos para servicio

	litros	(Gal de E. U. A.)
Tanque de combustible	640	(170)
Sistema de enfriamiento	121	(32)
Sistemas de lubricación:		
Cácter del motor diesel	33	(8,75)
Compartimientos de la servotransmisión, de la corona y de los embragues de dirección (incluye convertidor de par)	117	(31)
Compartimiento 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.

(Cabinas y techos con protecciones R.O.P.S. optativos.)

La cabina y el techo con protecciones ROPS que ofrece Caterpillar y sus aliados, cumplen con los conceptos ROPS según las normas ISO 8834 y J1100 de la S.A. E. y se refieren a la 3171 de la I.S.O. Si se requieren los certificados ISO 8834 para la Cabina y el Techo, según la 1251 de la S.A. E. y la 1251 de la I.S.O.



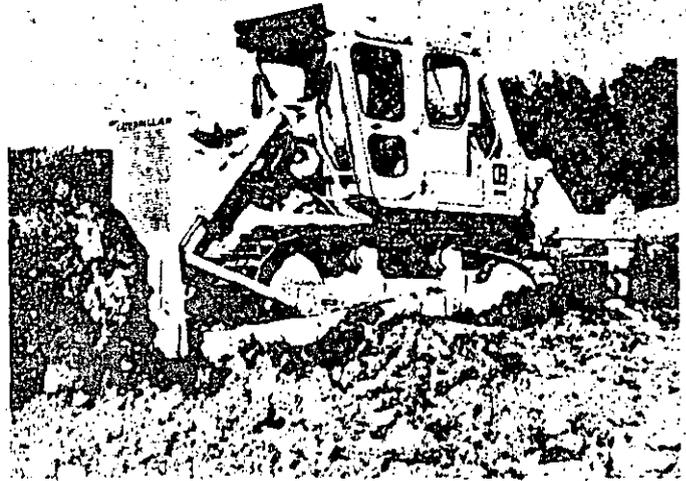
CATERPILLAR

Tractor de Carriles D7G

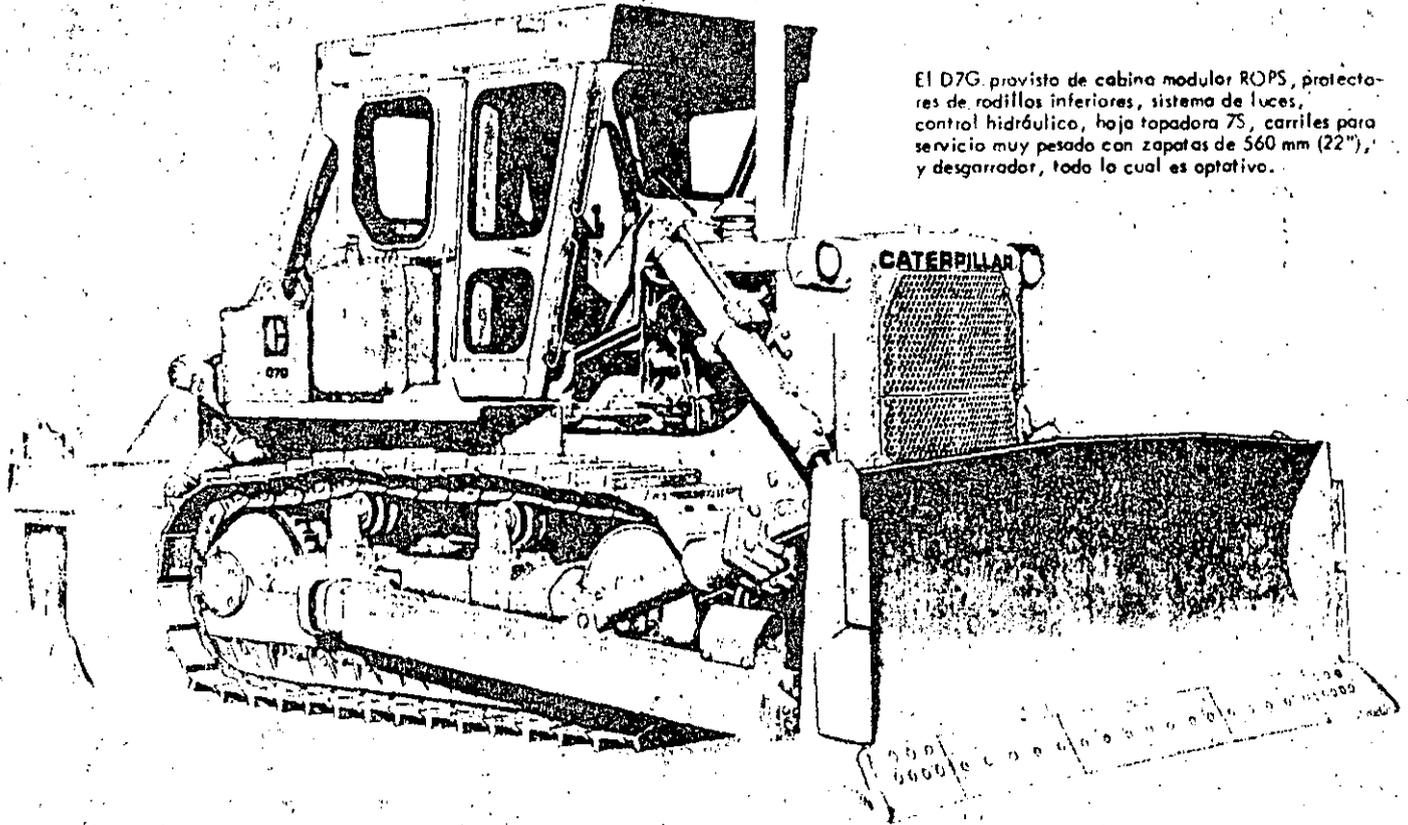
133

Características principales

- MOTOR DIESEL 3306 CATERPILLAR TURBOALIMENTADO con cilindrado 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 inclinarse hacia atrás para facilitar el servicio.
- DIRECCIÓN 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, a 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 300 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 conicidad y sección ligeramente elíptica. Los cojinetes son de aluminio reforzado con acero por el dorso, y los muñones de los cigueñales 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 precombustión.

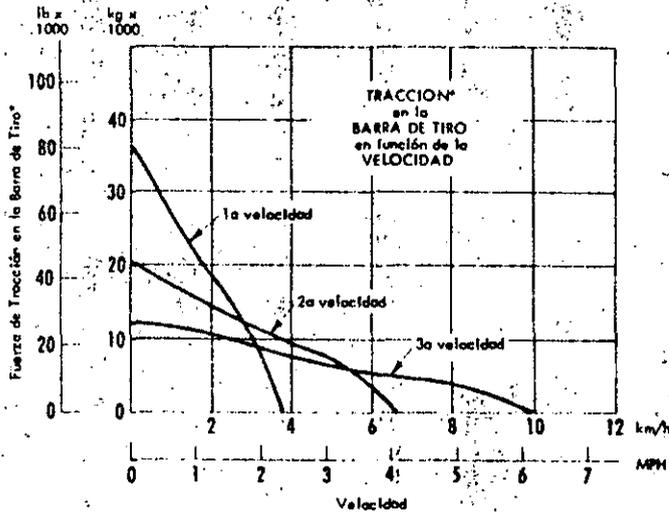


transmisión

SERVOTRANSMISION:

De diseño planetario con embragues en aceite de alta capacidad de par motor y diámetro de 381 mm (15"). Gracias a un sistema de válvulas, se pueden hacer cambios de velocidad y de sentido de marcha a plena carga. El convertidor de par motor es de una etapa, con divisor de par, que combina suavidad y economía. Está conectado a la transmisión por doble unión universal, para montaje y desmontaje en unidades independientes.

	Velocidades de Avance		Velocidades de Retroceso	
	km/h	(MPH)	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)



*Depende de las condiciones del suelo y del peso del tractor equipado.

TRANSMISION DIRECTA:

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

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

Transmisión Estándar

	Avance km/h (MPH)	Retroceso km/h (MPH)	Tracción en la Barra de Tiro*	
			A RPM Indicadas kg (lb)	Máximo bajo carga kg (lb)
1a	2,6 (1,6)	3,1 (1,9)	17 700 (39 000)	21 550 (47 500)
2a	3,7 (2,3)	4,3 (2,7)	11 750 (25 900)	14 400 (31 700)
3a	5,3 (3,3)	6,3 (3,9)	7700 (16 950)	9550 (21 000)
4a	7,9 (4,9)	9,3 (5,8)	4700 (10 400)	5950 (13 100)
5a	10,1 (6,3)	-	3300 (7300)	4300 (9450)

Transmisión Optativa

1a	3,5 (2,2)	4,1 (2,6)	12 550 (27 700)	16 100 (35 450)
2a	4,8 (3,0)	5,6 (3,5)	8700 (19 200)	11 250 (24 800)
3a	5,6 (3,5)	6,7 (4,2)	7100 (15 700)	9300 (20 400)
4a	6,4 (4,0)	7,5 (4,7)	6200 (13 600)	8100 (17 800)
5a	7,2 (4,5)	-	5200 (11 450)	6900 (15 150)
6a	8,2 (5,1)	-	4450 (9850)	5950 (13 100)

*Depende de las condiciones del suelo y del peso del tractor equipado.



sistema de la dirección

Embragues de disco múltiple, enfriados con aceite y de acción hidráulica, que no requieren ajustes. Frenos de banda tensora enfriados con aceite, que se operan mediante palancas y/o pedal, reforzados hidráulicamente para fácil empleo. Freno mecánico de estacionamiento. Conjuntos de embrague y freno que pueden atenderse como unidades separadas.



mandos finales

Los engranajes de los mandos finales son de doble reducción y tienen dientes de perfil convexo. Los sellos son de anillos flotantes Duo-Cone. El aro de las ruedas dentadas se divide en segmentos reemplazables que se fijan con pernos.



bastidor de rodillos inferiores

Construcción de sección en caja reforzada. Los rodillos superiores son de montaje exterior. Los rodillos y ruedas tensoras son de Lubricación Permanente. Ruedas tensoras ajustables para dos posiciones. Gracias al uso de una barra estabilizadora libre, de tipo de balanceo, cada bastidor de rodillos oscila.

Número de rodillos a cada lado 6
Oscilación en el punto de las ruedas tensoras 406 mm (16")



Carriles Sellados y Lubricados

En los Carriles Sellados y Lubricados, cada pasador está debidamente lubricado a fin de reducir en gran parte el desgaste entre los pasadores y bujes. Se retiene el lubricante mediante un sistema sellador que consta de un sello de poliuretano, un anillo expansor de caucho, y un anillo de empuje. El lubricante adicional se halla en un depósito perforado en cada pasador. Debido a este sistema, se aumentan los intervalos de servicio en el tren de rodaje, y se reducen los costos. Los ajustadores hidráulicos de carriles son estándar, y también el eslabón maestro de dos piezas.

Número de zapatas a cada lado 38
Longitud de las zapatas estándar 510 mm (20")
Longitud de cada carril sobre el suelo 2720 mm (107")
Área de contacto de los carriles sobre el suelo
con zapatas estándar 2,76 m² (4270 pulg.²)
Altura de las garras
desde la cara inferior de las zapatas 71 mm (2,8")



datos para servicio

	litros	(Gal de U. A.)
Tanque de combustible	435	(115)
Sistema de enfriamiento	45	(12)
Sistemas de lubricación:		
Cárter del motor diesel	27	(7,25)
Compartimientos de la servotransmisión, corona, y embragues de dirección (incluye el convertidor de par)	70	(18,5)
Compartimientos de la transmisión directa, embrague principal, embragues de dirección y corona	61	(16)
Cada mando final	34	(9)



peso aproximado

Peso de embarque (incluye lubricantes, refrigerante y 10% de combustible):
Con servotransmisión 15 250 kg (33 600 lb)
Con transmisión directa 15 100 kg (33 300 lb)

Peso de embarque (incluye lo anterior y techo ROPS):
Con servotransmisión 16 000 kg (35 200 lb)
Con transmisión directa 15 800 kg (34 900 lb)

De operación (incluye lubricantes, refrigerante, el tanque lleno de combustible, control hidráulico, hoja topadora 75, techo ROPS y el operador):
Con servotransmisión 20 100 kg (44 300 lb)
Con transmisión directa 19 950 kg (44 000 lb)



R.O.P.S.

(Cabinas y techos optativos con protecciones R.O.P.S.)
La cabina y el techo con protecciones ROPS, que ofrece Caterpillar para esta máquina, se cific a los conceptos ROPS, según las normas J395 y J1040a de la S. A. E., y 3471 de la I. S. O. También se sujetan a los conceptos FOPS (Protecciones para la Caída de Objetos), según se indica en la J231 de la S. A. E. y 2445 de la I. S. O.



CATERPILLAR

105

Tractor de Cadenas D6D

Características principales

Comodidad del operador. Se obtiene mediante la cabina semidular optativa ROPS, insonorizada, con tablero de instrumentos antirreflejante, asiento que se ajusta horizontal y verticalmente, una palanca ajustable de la hoja empujadora y palancas combinadas de dirección y frenado.

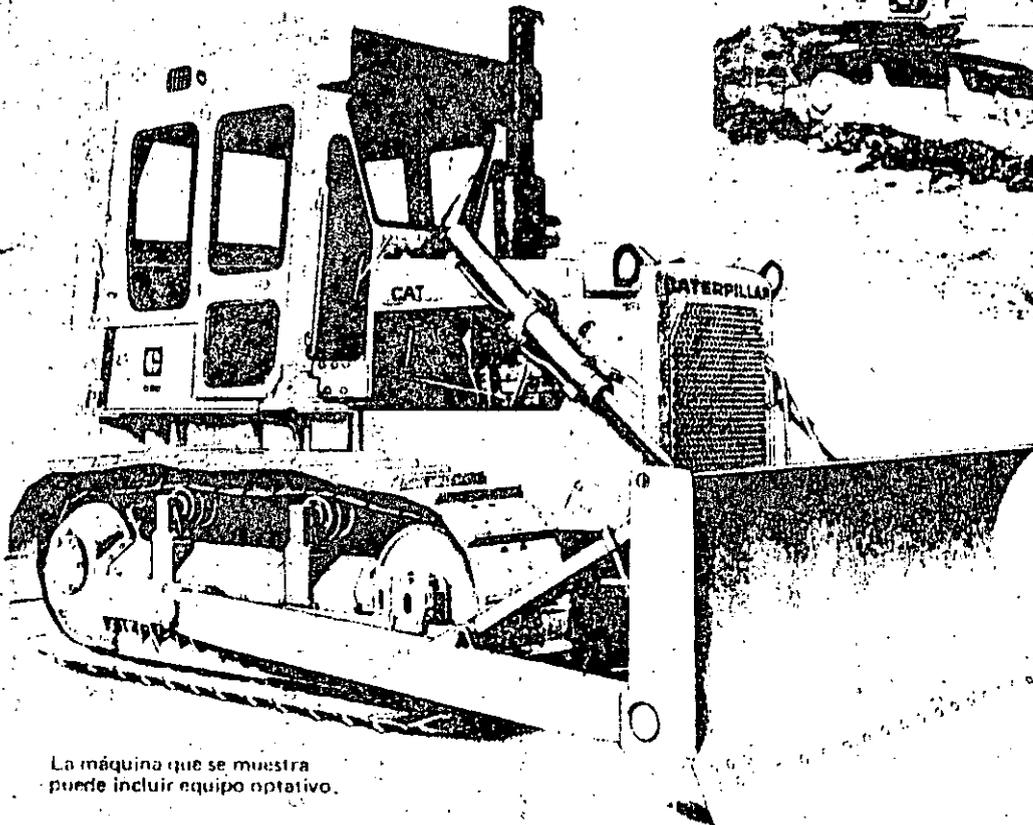
Cadenas Selladas y Lubricadas. Reducen considerablemente el desgaste entre pasadores y bujes y disminuyen los costos de mantenimiento.

Motor Diesel Caterpillar 3306, turboalimentado, con cilindrada de 10,5 litros (638 pulg³) y válvulas y bombas de inyección individuales, libres de ajuste.

Opción de transmisión Power Shift o transmisión directa.

De fácil mantenimiento, con filtro de combustible enroscable, eslabón maestro de dos piezas, ajustadores hidráulicos de cadena y cabina inclinable optativa. Se pueden desmontar los embragues y frenos de dirección como una sola unidad.

CAT PLUS, a cargo del distribuidor Caterpillar. Es el programa de apoyo técnico al cliente más completo en la industria.



La máquina que se muestra puede incluir equipo optativo.



Motor Caterpillar

Potencia en el volante a 1900 RPM
Power Shift e impulsión directa. 104 kW (140 HP)
(El kilovatio (kW) es la unidad de potencia del Sistema Internacional)

Es la potencia neta en el volante del motor de la máquina cuando funciona en condiciones según norma SAE, o sea a temperatura de 29°C (85°F) y presión de 995 mbar (29,38" Hg) cuando se usa un combustible Diesel de 35 unidades API a una temperatura de 15,0°C (60°F) y después de hacer las deducciones por los siguientes equipos: ventilador; filtro de aire; bombas de agua, aceite lubricante, y combustible; silenciador y alternador. No es necesario rebajar la potencia a altitudes inferiores a 3000 m (10 000').

Motor Diesel Caterpillar 3306, de 4 tiempos y 6 cilindros, con calibre de 121 mm (4,76"), carrera de 152 mm (6") y cilindrada de 10,5 litros (638 pulg³).

Turboalimentado. Sistema de combustible de inyección directa con válvulas y bombas de inyección individuales, libres de ajuste. Los rotadores de válvula proveen una distribución uniforme del calor.

Pistones de aleación de aluminio, de forma elíptica y perfil cónico, con tres anillos. Cojinetes de aluminio reforzados con acero por el dorso y muñones del cigüeñal endurecidos por Hi-Electro. Lubricación a presión, con aceite filtrado con filtros de paso total. Filtro de aire de tipo seco; con elemento primario y secundario.

Sistema de arranque eléctrico directo de 24 voltios con alternador de 35 amperios, estándar. El sistema de arranque para baja temperatura es estándar.

Tractor de Cadenas D6D

106



Transmisión

Power Shift:

Transmisión planetaria Power Shift con embragues en aceite de 380 mm (15") de diámetro, de alta capacidad de torsión. Una válvula especial permite hacer cambios rápidos de velocidad y de sentido de marcha. Tres velocidades de avance, tres de marcha atrás.

Convertidor de par de una sola etapa con divisor de par de salida que combina la suavidad y la economía. Va conectado a la transmisión por doble junta universal para fácil remoción. Los intercambiadores de calor de aire a aceite y agua a aceite enfrían el aceite del convertidor de par.

Marchas	Avance		Marcha atrás	
	Km/h	MPH	Km/h	MPH
1a	4,0	2,5	4,8	3,0
2a	6,9	4,3	8,4	5,2
3a	10,8	6,7	12,9	8,0



Sistema de dirección

Los embragues de varios discos enfriados con aceite y de acción hidráulica, no necesitan ajustes. Frenos de banda contractil, enfriados con aceite y reforzados hidráulicamente. Se pueden atender los conjuntos de embrague y frenos 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 doble reducción con dientes de paso grueso y perfil convexo. Sellos de anillos flotantes Duo-Cone. Ruedas motrices con aros de segmentos empernables y reemplazables.



Bastidor de rodillos inferiores

Construcción de sección en caja reforzada. Rodillos superiores de montaje exterior. Rodillos y ruedas guía de lubricación permanente. Las ruedas guías tienen 2 posiciones ajustables.

Número de rodillos (cada lado)	6
Oscilación de las ruedas guías	361 mm (14,2")



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 reduce la fuga de 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)	36
Ancho de las zapatas estándar	457 mm (18")
Longitud de cada cadena sobre el suelo	2360 mm (93")
Superficie de contacto con el suelo con zapatas de 455 mm (18")	2,16 m ² (3348 pulg ²)
Altura de las garras (desde la cara inferior de las zapatas)	60 mm (2,38")



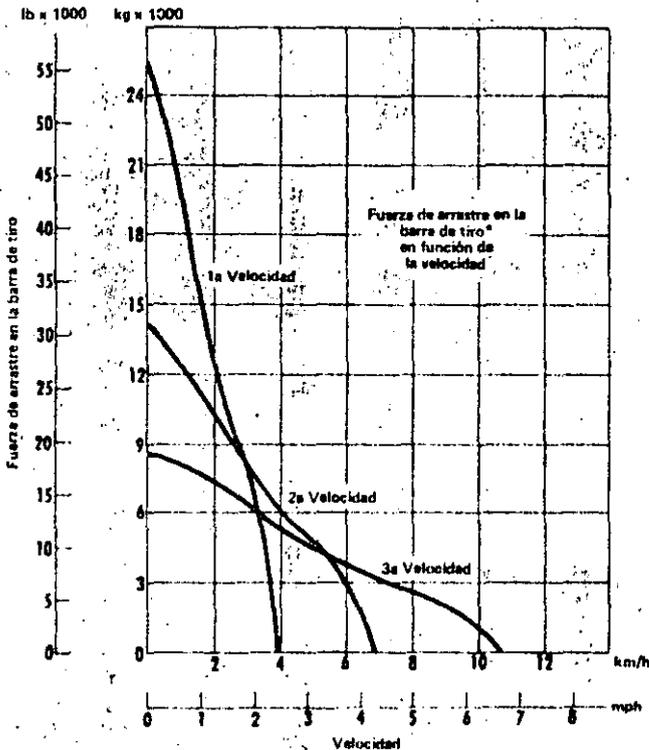
Controles hidráulicos

Hay cuatro sistemas optativos. Un sistema completo consta de bomba, tanque, filtro, válvulas, tuberías, varillaje y palancas de control. Se incluye una válvula de anticavitación con los controles de la hoja empujadora. Los sistemas disponibles con sus pesos de instalación, son los siguientes:

Una válvula (interna) para la hoja empujadora.	227 kg (500 lb)
Posiciones: levantamiento, fija, bajada, libre.	
Dos válvulas (ambas internas), para la hoja empujadora y el cilindro de inclinación horizontal	281 kg (620 lb)
Posiciones del cilindro de inclinación horizontal: inclinación a la derecha, fija, inclinación a la izquierda.	
Dos válvulas (una interna, otra externa), para la hoja empujadora y el desgarrador.	318 kg (700 lb)
Posiciones del desgarrador: levantamiento, fija, bajada.	
Tres válvulas (dos internas, una externa), para la hoja empujadora, cilindro de inclinación horizontal y desgarrador.	372 kg (820 lb)
Bomba, de engranajes:	

	Power Shift	Transm. directa
Capacidad a 69 bar (1000 lb/pulg ²)	167 litros/min 44 gal/min	167 litros/min 44 gal/min
RPM a la velocidad indicada del motor.	1900	1900
Ajuste de la válvula de alivio	155 bar (2250 lb/pulg ²)	
Impulsión:	Conectada con engranajes desde la impulsión auxiliar.	

Tanque:	
Montaje:	Detrás del motor
Capacidad del tanque:	49,2 litros (13 gal.)



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

Transmisión directa:

De engranajes deslizantes con cambios rápidos de avance-marcha atrás. Lubricación con aceite filtrado a presión total.

El embrague principal tiene dos placas con revestimiento metálico y acoplamiento de tipo leva. El embrague se lubrica y enfría con aceite circulante a presión. Va conectado a la transmisión mediante doble junta universal.

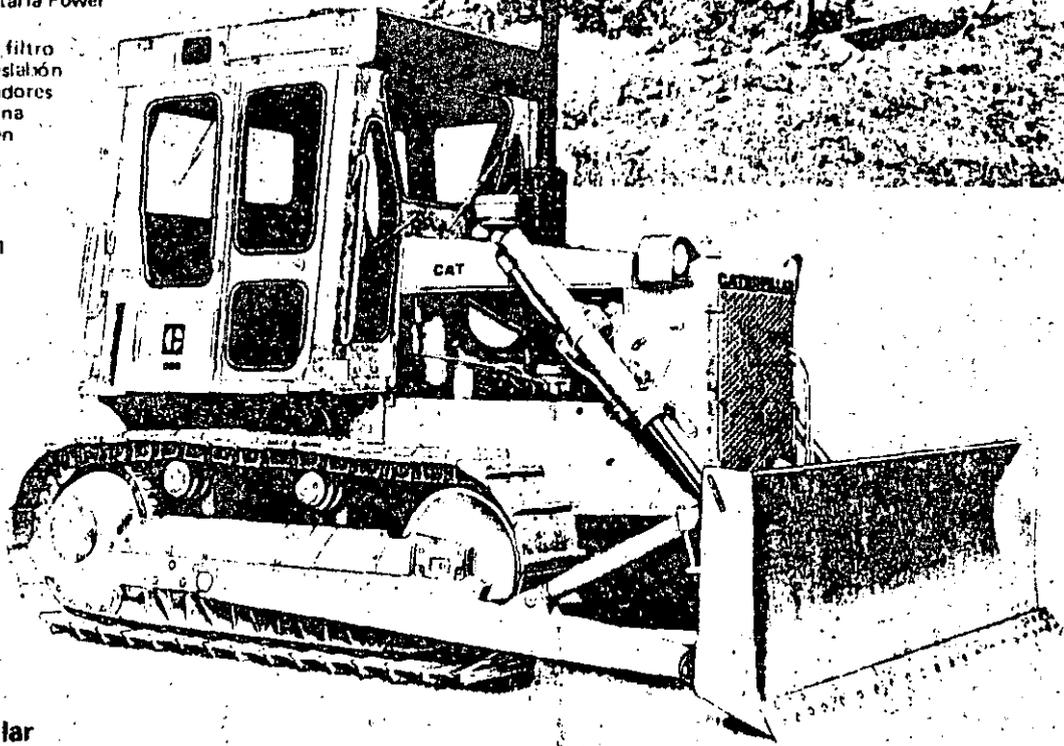
Velocidades de impulsión directa y fuerzas de arrastre en la barra de tiro:

Marchas	Avance		Marcha atrás		A rpm indicadas		Máx. bajo carga	
	Km/h	MPH	Km/h	MPH	kg	lb	kg	lb
1a	2,7	1,7	3,4	2,1	11 500	25 360	14 640	32 280
2a	4,0	2,5	4,8	3,0	7750	17 090	9950	21 940
3a	5,6	3,5	6,9	4,3	5180	11 420	6740	14 850
4a	7,9	4,9	9,7	6,0	3350	7380	4450	9800
5a	11,1	6,9			2090	4610	2880	6340

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

**Características principales**

- **Comodidad del operador.** Se obtiene mediante la cabina semioptativa ROPS, insonorizada, con tablero de instrumentos antirreflejante, asiento que se ajusta horizontal y verticalmente, una palanca ajustable de control de la hoja empujadora y palancas combinadas de dirección y frenado.
- **Cadenas Selladas y Lubricadas.** Reducen considerablemente el desgaste entre pasadores y bujes y disminuyen los costos de mantenimiento.
- **Embragues y frenos de dirección enfriados con aceite.** Aumentan la vida útil de los componentes y elevan la confiabilidad.
- **Motor Diesel Caterpillar 3306** con cilindrada de 10,5 litros (638 pulg³) y válvulas y bombas de inyección individuales, libres de ajustes.
- **Opción de transmisión planetaria Power Shift** o transmisión directa.
- **De fácil mantenimiento,** con filtro de combustible enroscable, eslabón maestro de dos piezas, ajustadores hidráulicos de cadena, y cabina inclinable optativa. Se pueden desmontar los embragues y frenos de dirección como una sola unidad.
- **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 1750 RPM 78 kW (105 hp)
(El kilovatio es la unidad de potencia del sistema internacional.)

Es la potencia neta en el volante del motor de la máquina cuando funciona en condiciones según norma SAE de temperatura de 29°C (85°F) y presión de 995 mbar (29,38" Hg) cuando se usa un combustible Diesel de 35 unidades API a una 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 su potencia indicada hasta 1500 m (5000') de altitud.

Motor Diesel Caterpillar 3306, de 4 tiempos y seis cilindros, con calibre de 121 mm (4,75"), carrera de 152 mm (6") y cilindrada de 10,5 litros (638 pulg³).

Sistema de combustible de inyección directa con bombas y válvulas de inyección individuales, libres de ajustes.

Castillos de aleación de aluminio, de forma elíptica y perfil cónico, con anillos. Cojinetes de aluminio reforzados con acero por el dorso y uniones del cigüeñal endurecidos por "Hi-Electro". Lubricación a presión, con aceite filtrado con filtros de paso total. Filtro de aire de tipo seco, con elemento primario y secundario.

Tiene dos sistemas de arranque eléctrico directo de 24 voltios: el estándar o el de bajas temperaturas. Ayuda optativa de éter para arranque en tiempo frío.

La máquina que se muestra puede incluir equipo optativo.

**Transmisión****Power Shift:**

Transmisión planetaria Power Shift con embragues en aceite de 311 mm (12,25") de diámetro y alta capacidad de torsión. Una válvula especial permite hacer cambios de velocidad y de sentido de marcha a plena carga. Tres velocidades de avance, tres de marcha atrás.

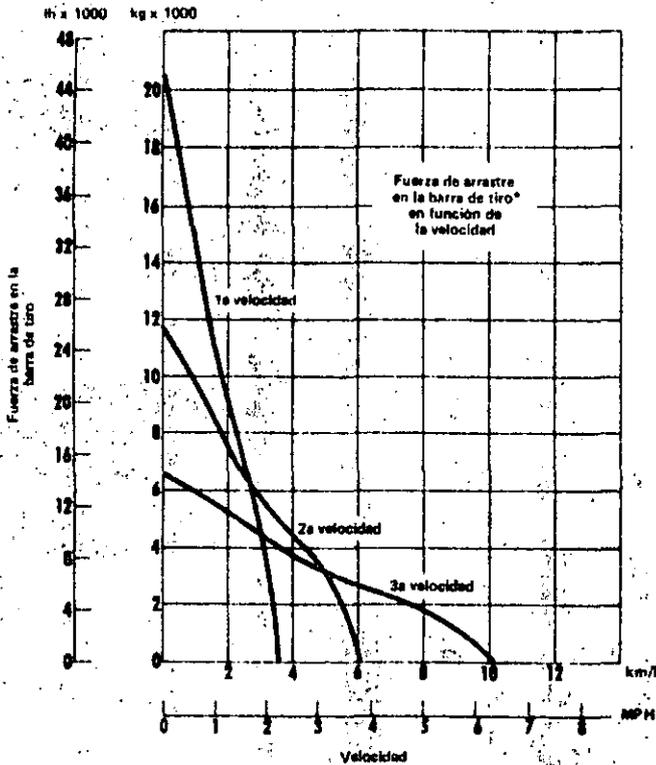
Convertidor de par de una etapa, conectado directamente a la transmisión. Los intercambiadores de calor de aire a aceite enfrían el aceite del convertidor de par.

Marchas	Avance		Retroseso	
	Km/h	MPH	Km/h	MPH
1a	3,5	2,2	4,2	2,6
2a	6,3	3,8	7,4	4,6
	10,5	6,3	12,2	7,6

Tractor de Cadenas D5B

108

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	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	5610	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 arcos divididos en segmentos empuñables 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 tópe. 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 m² (2800 pulg²)
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 al 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 'impulsión'	Conectada con engranajes desde la impulsión auxiliar	155 bar (2250 lb/pulg ²)

Tanque:

Montaje Parte trasera del motor
Capacidad del tanque 49,2 litros (13 gal.)



Estructura ROPS

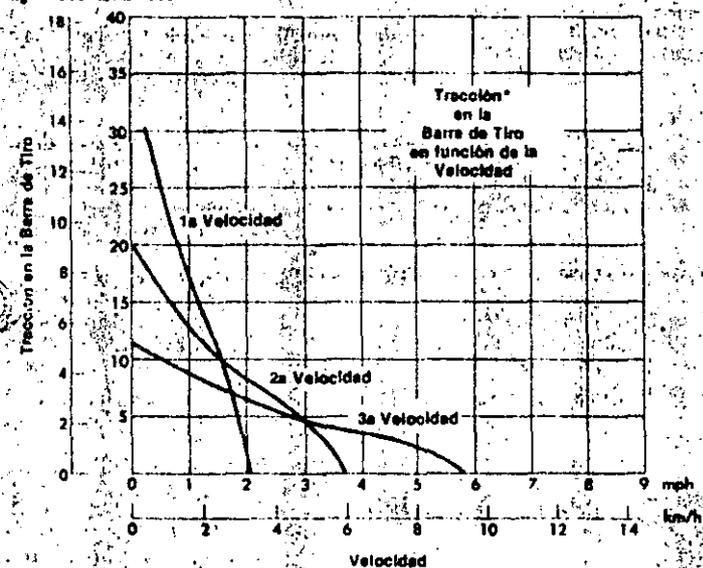
(El techo ROPS es estándar en E.U.A. solamente).
Las estructuras de protección en caso de vuelco ROPS que ofrece Caterpillar para esta máquina conforman a los conceptos ROPS, según las normas SAE J395, SAE J1040a e ISO 3471. También conforman a los conceptos FOPS (Estructura de protección contra la caída 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/h
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*	
			Indicadas a RPM	Máxima en Sobrecarga
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	2650
5a	9,5	11,4	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:

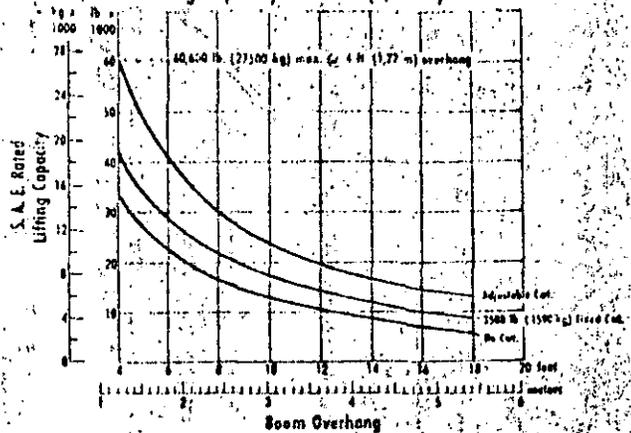
Dos válvulas para la hoja empujadora, el desgarrador o un implemento trasero **191 kg**

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/cm ² /119 bar/11.900 kPa	
Mando	A través de engranajes directamente desde el motor en el tablero	
Montaje del depósito		
Capacidad del tanque	22,7 litros	

Lifting Capacity with 18' (5.49 m) Boom

**DIMENSIONS:**

- (A) Minimum shipping width (both side frames removed) 8' 4 1/2" (2550 mm)
 (B) Shipping Width (L.H. frame removed) 9' 10 3/4" (3000 mm)
 (C) Width, Adj. weights retracted 10' 9" (3300 mm)
 3500 lb. Fixed cwt 10' 8 3/4" (3250 mm)
 (D) Width, Adj. weights extended 15' (4550 mm)
 (E) Height, less boom 9' 9" (3000 mm)
 (F) Height to top of counterweights 8' 11 1/4" (2850 mm)
 Length, over-all 14' 6 1/2" (4450 mm)
 Ground clearance, from ground face of shoe 15 3/4" (400 mm)

PIPELAYING EQUIPMENT:

Counterweights: Adjustable, hydraulically controlled.

- Counterweight and lift frame 2,950 lb. (1340 kg)
 5 Segments @ 1330 lb. (600 kg) each 6,650 lb. (3000 kg)
 Total weight extendible 9,600 lb. (4350 kg)

Winch transmission: Sliding gear, built by Caterpillar. 3 speeds for raising, 1 for lowering.

Drums: Operated independent or simultaneous.

Load (dia. x width) . . . 8 1/2" x 12" (216 x 305 mm)

Boom (dia. x width) . . . 8 1/2" x 5" (216 x 127 mm)

Capacity:

3/4" (19 mm) load cable 355' (108 m)

1/2" (12.7 mm) boom cable 115' (35 m)

Hook speed, (bare drum)

3-part load line 2-part load line

Raise: FPM (m/min.) FPM (m/min.)

First 29.2 (8.9) 47.3 (14.4)

Second 50.5 (15.4) 75.7 (23.1)

Third 206.3 (62.8) 309.4 (94.3)

Lower 29.0 (8.8) 43.5 (13.3)

Clutch: Two-plate, 11 1/2 in. (290 mm) diameter,

friction, connected by roller chain to winch transmission.

Brakes: Boom (dia. x width), 14 1/8" x 3 1/2" (365 x

89 mm). Load (dia. x width), 18" x 5" (460 x

127 mm).

Boom: Standard length 18' (5500 mm)

Optional length 20' (6100 mm)

UNDERCARRIAGE:

Patented 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 rim segments.

Number of rollers (each side) 6

Track gauge 78" (1980 mm)

Width of standard track shoe 22" (560 mm)

Optional widths . . . 20" and 24" (510 and 610 mm)

Length of track on ground 107" (2700 mm)

Ground contact area with standard shoes 4,710 sq. in. (3,04 m²)

ENGINE:

Horsepower (Flywheel) 180 @ 2000-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 alternator. Engine will maintain specified flywheel horsepower up to 10,000 feet (3000 m) altitude.

U.S.A. taxable horsepower 54

Design Data:

Caterpillar 4-stroke cycle diesel Model D333 with six cylinders, 4.75" bore (121 mm), 6" stroke (152 mm), and 638 cu. in. piston displacement (10.5 lit).

Turbocharged. Individual adjustment-free fuel injection pumps and non-clogging precombustion chambers. Stellite faced valves, valve rotators and hard alloy steel seats.

Cam ground and tapered aluminum alloy pistons with 3-ring design, cooled by oil spray. Steel backed aluminum bearings. Hi-Electro hardened crankshaft journals. Pressure lubrication with full-flow filtered and cooled oil. Dry-type air cleaner with automatic dust ejection. Muffler included as standard equipment.

Uses economical No. 2 fuel oil (ASTM Specification D396), often called No. 2 furnace or burner oil with a minimum cetane rating of 35. Premium quality diesel fuel can be used but is not required.

Choice of two 24-volt direct electric starting systems: standard or low temperature. Glow plugs for preheating precombustion chambers included with both.

SERVICE REFILL CAPACITIES:

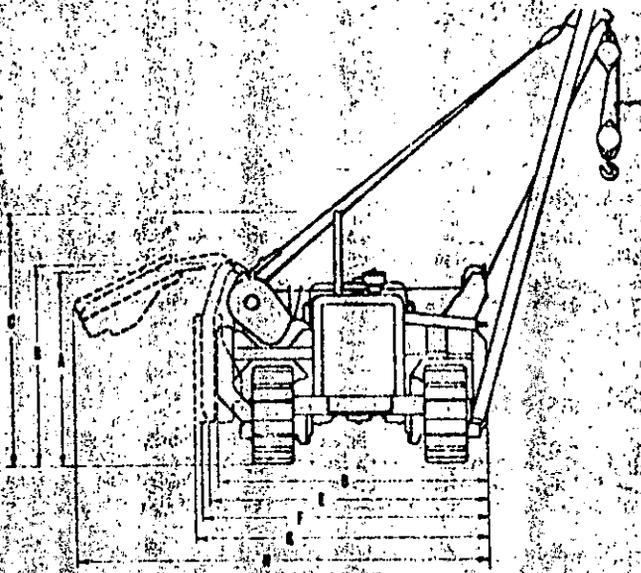
	U.S. Gal.	(liters)
Fuel tank	115	(435)
Cooling system	12	(45)
Hydraulic system	1 3/4	(6.6)
Crankcase	7 1/4	(27.5)
Transmission, steering clutches and brakes	31	(117)
Final drive (each)	9	(34)

WEIGHTS:

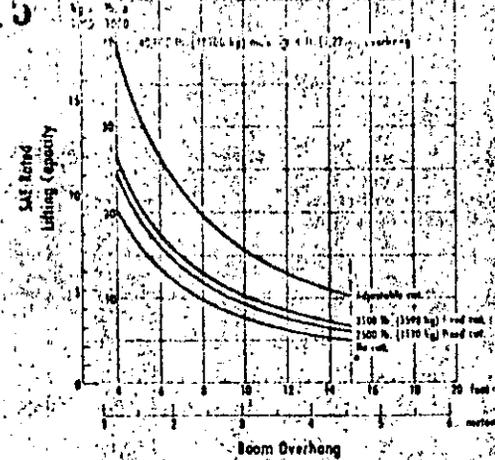
Chassis only	32,000 lb. (14,500 kg)
Total shipping (approx.):	
No cwt.	39,500 lb. (17,900 kg)
3500 lb. fixed cwt.	43,000 lb. (19,500 kg)
Adjustable cwt.	49,500 lb. (22,500 kg)

Materials and specifications are subject to change without notice.

CATERPILLAR



Lifting Capacity with 15' (4.55 m) Boom



DIMENSIONS:

Height:

(A) Without counterweight 6' 7 1/4" (2010 mm)

(B) Top of hyd. cwt. frame 6' 11 3/4" (2130 mm)

(C) Top of exhaust stack 8' 7" (2600 mm)

Width:

(D) Minimum shipping (cwt. removed) 9' 8 1/4" (2950 mm)

(E) 2,500 lb. fixed cwt. 9' 11 3/4" (3050 mm)

(F) 3,500 lb. fixed cwt. 10' 3 1/4" (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 15 5/8" (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) 8 1/2" x 12" (216 x 305 mm)

Boom (dia. x width) 8 1/2" x 5" (216 x 127 mm)

Capacity:

5/8" load cable 510' (155 m)

3/4" 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	1 1/2" x 3 1/2" (385 x 89 mm)
Load	1 3/8" x 5" (460 x 127 mm)

Booms:

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" (1860 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, 4 1/4" 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)
2,500 lb. fixed cwt.	28,000 lb. (12,700 kg)
3,500 lb. fixed cwt.	29,100 lb. (13,200 kg)
Adjustable cwt.	32,500 lb. (14,700 kg)

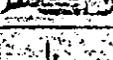
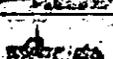
CRAWLER TRACTOR MODEL REFERENCE

Information current at time of survey

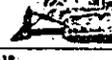
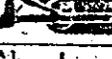
Caterpillar Tractor Co. (Cont'd.)

model	series	make	engine	model	engine h.p. (flywheel)	drive type	shift type	weight	years built from to
D4D SA	84J	Cat		3304	68⑦	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	68⑦	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	90⑦	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	90⑦	DD	MS	23,600	1977-Current
D6	9U	Cat		D318	93	DD	MS	17,565	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	125⑦	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	125⑦	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	1590 kg (3,510 lb)	1680 mm (66.3 in)	1310 mm (51.5 in)	#5000-
D21A-5 	39 HP / 2450 RPM	1635 kg (3,600 lb)	1755 mm (69.3 in)	1310 mm (51.5 in)	#5000-
D31A-17 	66 HP / 2350 RPM	6150 kg (13,560 lb)	1680 mm (67.4 in)	1450 mm (57.1 in)	#32001-
D40A-3 	90 HP / 2350 RPM	9630 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-
D50A-18 	110 HP / 1900 RPM	11960 kg** (26,370 lb)	2230 mm (86.6 in)	1880 mm (74.0 in)	#6001-
D53A-18 	110 HP / 1900 RPM	12250 kg** (27,010 lb)	2200 mm (86.6 in)	1880 mm (74.0 in)	#68002-
D60A-7 	155 HP / 1850 RPM	15690 kg** (34,590 lb)	2430 mm (95.7 in)	1880 mm (74.0 in)	#40001-
D66E-7 	165 HP / 1850 RPM	16570 kg** (36,530 lb)	2635 mm (103.7 in)	1880 mm (74.0 in)	#40001-

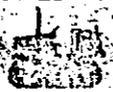
* With power angle loader and hitch
** With angle dozer and hitch

MODEL	FLYWHEEL HORSEPOWER	OPERATING WEIGHT	LENGTH OF TRACK ON GROUND	TRACK GAUGE	Serial No.
D68A-7 	155 HP / 1850 RPM	15,890 kg** (35,030 lb)	2430 mm (95.7 in)	1880 mm (74.0 in)	#40001-
D68E-7 	165 HP / 1850 RPM	16770 kg** (36,970 lb)	2635 mm (103.7 in)	1880 mm (74.0 in)	#40001-
D68A-18 	220 HP / 1800 RPM	23210 kg** (51,180 lb)	2730 mm (107.5 in)	2000 mm (78.7 in)	#25401-
D68E-18 	230 HP / 1800 RPM	23670 kg** (52,190 lb)	3010 mm (118.1 in)	2000 mm (78.7 in)	#25401-
D68A-18 	220 HP / 1800 RPM	23310 kg** (51,240 lb)	2730 mm (107.5 in)	2000 mm (78.7 in)	#26001-
D68E-18 	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)	#8430-
D158A-1 	320 HP / 2000 RPM	33690 kg** (74,290 lb)	3150 mm (124.0 in)	2140 mm (84.3 in)	#19001-
D26A-3 	410 HP / 2000 RPM	45430 kg** (100,150 lb)	3360 mm (132.3 in)	2260 mm (89.0 in)	#4001-
D455A 	650 HP / 2000 RPM	70490 kg** (155,470 lb)	3710 mm (145.9 in)	2650 mm (104.3 in)	#1301-

* With angle dozer and hitch
** With straight loader and rigid drawbar

113

PRODUCT LINE

MODEL	FLYWHEEL HORSEPOWER	OPERATING WEIGHT	GROUND PRESSURE	Ref. No.
D20P-5* 	39 HP 2450 RPM	3610 kg (8,000 lb)	0.22 kg/cm ² (3.13 PSI)	#50001-
D21P-5* 	39 HP 2450 RPM	3670 kg (8,130 lb)	0.23 kg/cm ² (3.27 PSI)	#50001-
D31P-17 	66 HP 2350 RPM	6700** (14,770 lb)	0.26 kg/cm ² (3.63 PSI)	#32001-
D40P-J 	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** 	116 HP 1900 RPM	13570 kg (29,920 lb)	0.27 kg/cm ² (3.84 PSI)	#68001-
D50PL-18** 	118 HP 1900 RPM	13080 kg (28,840 lb)	0.23 kg/cm ² (3.27 PSI)	#68001-
D53P-18** 	118 HP 1900 RPM	13860 kg (30,560 lb)	0.28 kg/cm ² (3.98 PSI)	#68002-
D60P-7** 	165 HP 1850 RPM	17550 kg (38,690 lb)	0.25 kg/cm ² (3.6 PSI)	#40001-

* With angledozer and hitch
** With straight-tilldozer and hitch

MODEL	FLYWHEEL HORSEPOWER	OPERATING WEIGHT	GROUND PRESSURE	Ref. No.
D65P-7** 	165 HP 1850 RPM	18200 kg (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-

120

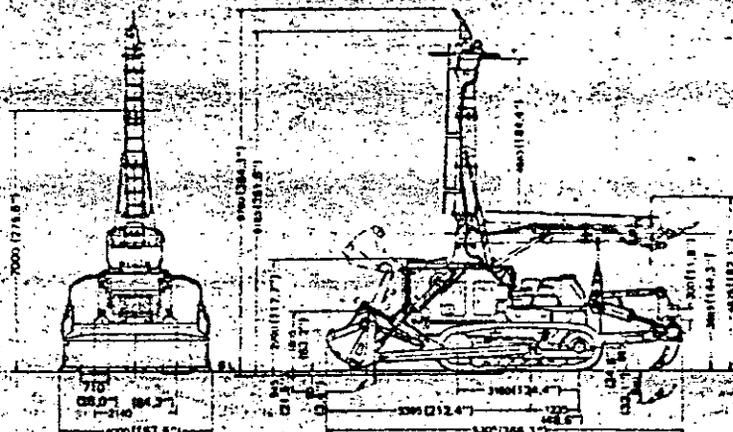
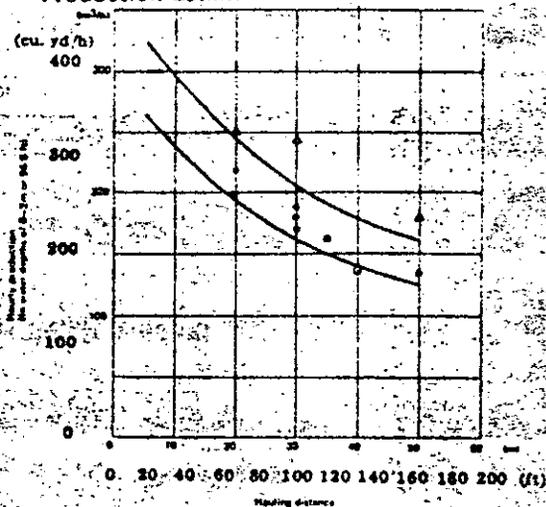
AMPHIBIOUS BULLDOZER

KOMATSU D155W 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)

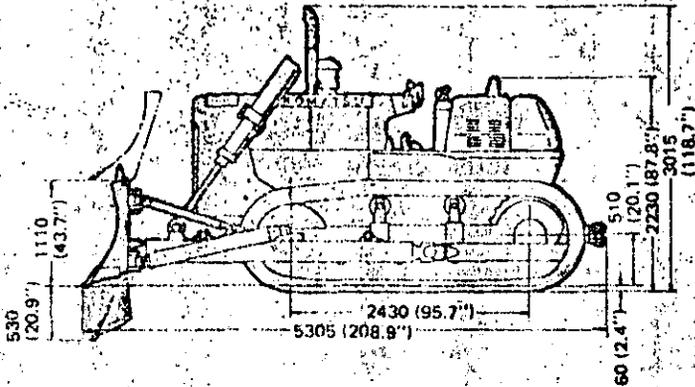
D155W Amphibious Bulldozer
Production Estimate

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 Kg.m. 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 reverse
 Velocidad y tracción ver gráfica
 Inclínación máxima negociable 30°

SISTEMA DE TRANSMISION DE POTENCIA

Convertidor de par de 4 elementos, una etapa, tres fases enfriado por agua

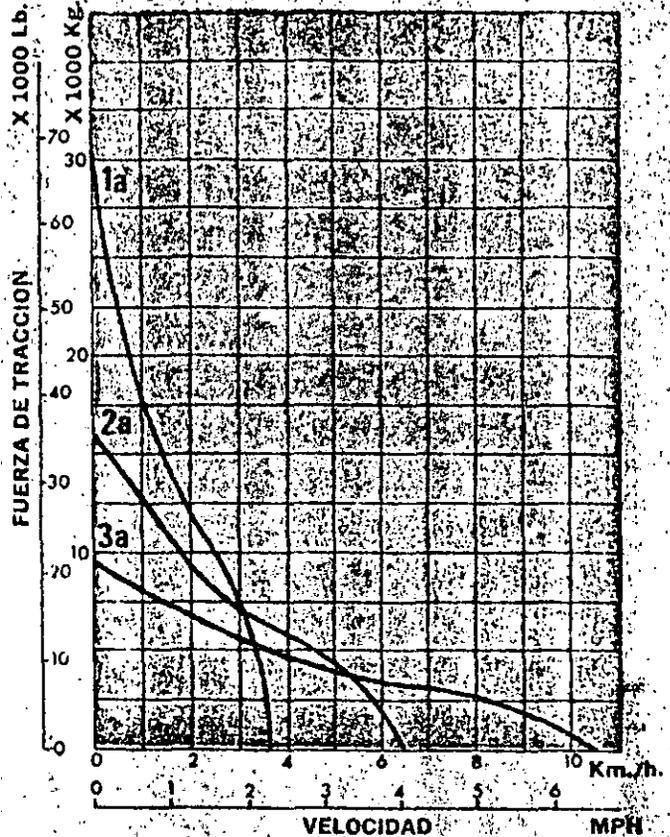
Caja de velocidades Sistema planetario con embragues de discos múltiples actuados hidráulicamente, lubricación forzada y piñón cónico helicoidal de salida.

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 opresión 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.)

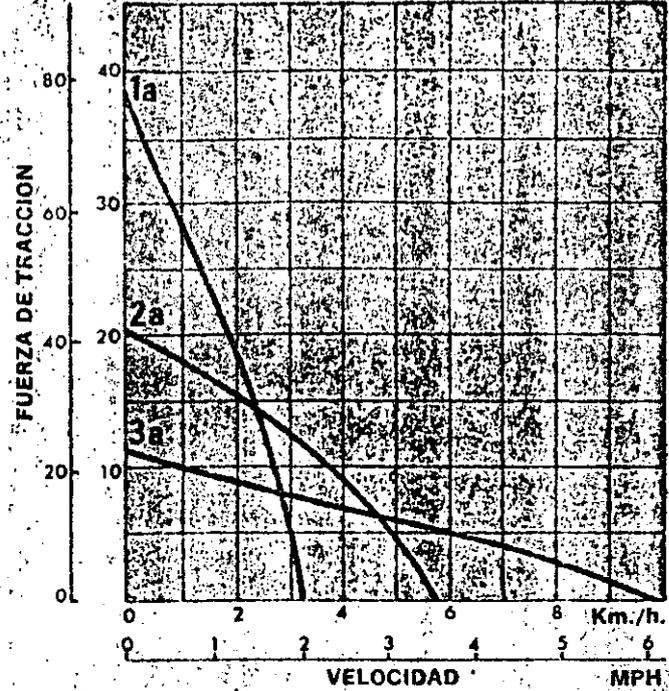
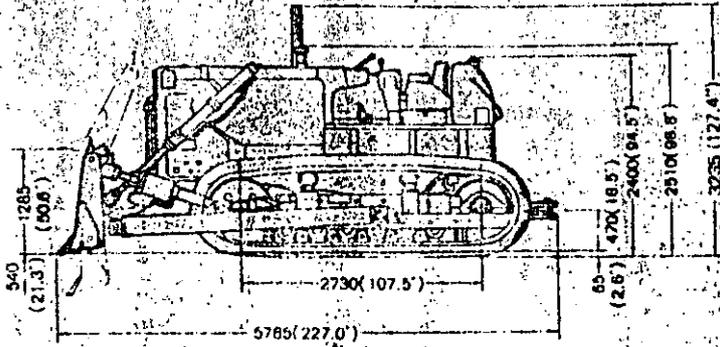
PESO DE OPERACION

13,000 Kg. (28,630 Lb.)

D85A-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 (855" 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 volta

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 peso, 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 engranes rectos

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 (8.39 lb./pulg.2)
 Libramiento al centro... 400 mm. (15.7")

BARRA DE TIRO

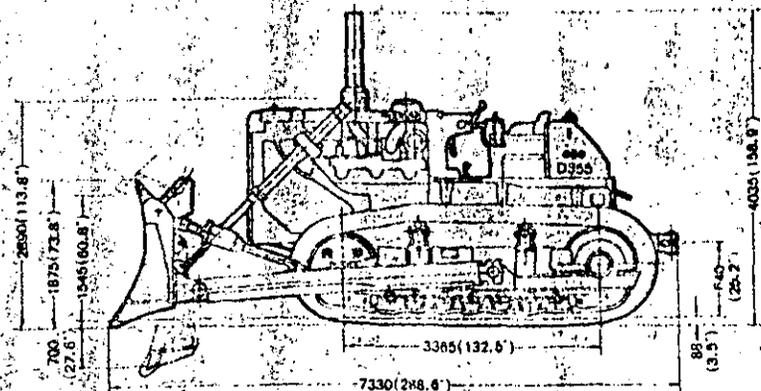
Tipo... rígida con perno

TOMA DE FUERZA

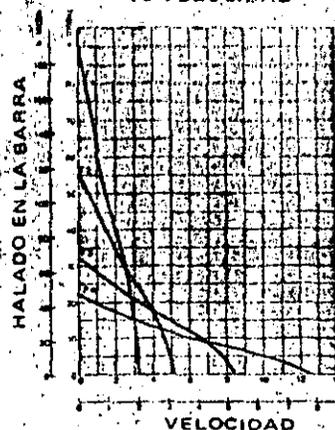
Velocidad... r.p.m. del motor
 Rotación... en el sentido de las manecillas del reloj, vista del lado impulsor.

CAPACIDADES

Agua de enfriamiento... 65 lt. (17 Gal.)
 Combustible... 420 lt. (111 Gal.)
ACEITES:
 Motor... 59 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.)



HALADO EN LA BARRA VS VELOCIDAD



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 (1273 lb.pl)/1400 RPM
 Consumo de combustible 175 g (0.39 lb) HP.h
 Sistema de combustible:
 Combustible Diesel especificación ASTM D875-60T 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)
 Reverse 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 reverse
 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 Píñon recto, reducción simple, engranaje planetario

TREN DE RODAJE:

Suspensión Oscilante, barra compensadora
 No. de rodillos 2 (cada lado)
 Rodillos superiores 7 (cada lado)
 Rodillos inferiores 7 (cada lado)
 Zapatas:
 Tipo Ensamblada, barra simple
 Altura de barra 88 mm (3.5")
 No. de zapatas 35 (cada lado)

Ancho total 3020 mm (118.9")
 Altura total 4035 mm (158.9")
 Trocha 2260 mm (89.0")
 Largo de la oruga sobre el suelo 3365 mm (132.5")
 Área de contacto 41050 cm² (6360 pulg.²)
 Presión sobre el suelo 10.88 kg/cm² (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.)
 Aceite 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

36000 kg (79,370 lbs.)
 (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/cm² (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")
 Angulo 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")

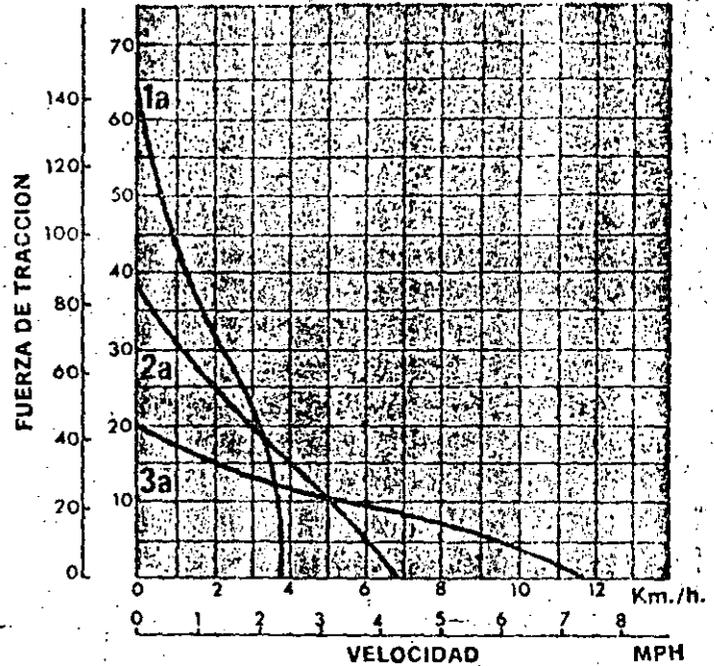
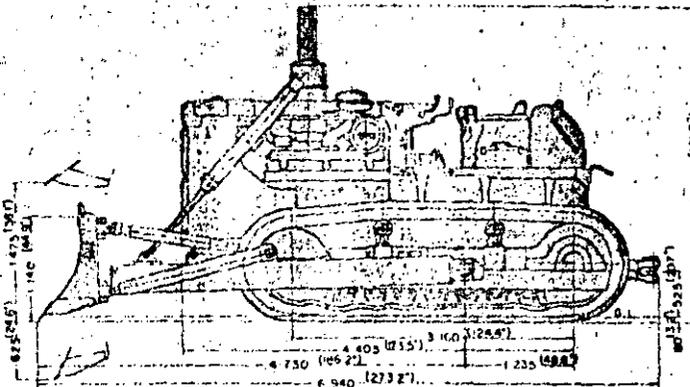
UNIDAD DE CONTROL HIDRAULICO:

Peso 880 kg (1,940 lbs.)
 Max. presión de aceite 140 kg/cm² (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 A: alza, subir, mantener, bajar, flotar
 Inclinación: izquierda, mantener
 Tanque hidráulico:
 Tipo Con divisores de carga

D155A-1

especificaciones

X 1000 lb. X 1000 Kg.



MOTOR

Komatsu modelo 56D155-4

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 reversa
 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, con 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

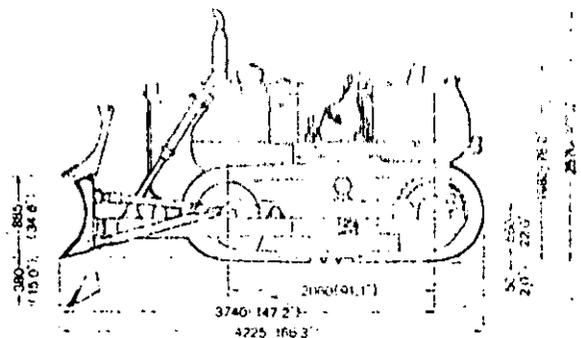
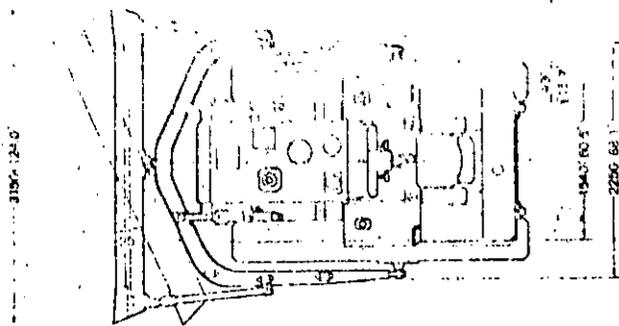
TOMA DE FUERZA

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 185 lt. (49 gal.)
 Mandos finales (cada lado) 55 lt. (15 gal.)
 Grasa del tensor de carriles (cada lado) 15 lt. (4 gal.)



TRACTOR

ENGINE:

Model KOMATSU S4D105
 Type Water cooled, 4-cycle, overhead-valve,
 direct injection, turbocharged, diesel
 Number of cylinders-bore 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/2100 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, contacting band, 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 16480 cm² (2554 sq.in)
 Ground clearance 360 mm (14.2")
 (Excluding grouser height)

HITCH (Optional):

Type Pin, fixed
 Height above ground 101 mm (4.0")

POWER TAKE-OFF:

Location Rear mounting
 Shaft RPM 1200 RPM
 Rotational direction Anti-clockwise
 (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)
 Revers 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 (1.96 PSI)

DOZER EQUIPMENT:

Type Manual angling and tilting
 Weight 1150 kg (2,540 lb), including cylinders
 and cylinder supports

Blade:

Type Rime type
 Length x height 3150 mm x 750 mm
 (124.0" x 29.5")
 Digging angle 55°
 Max. lift above ground 625 mm (24.8")
 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-bore 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:

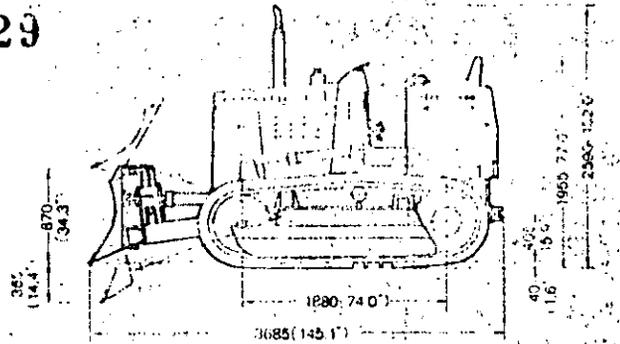
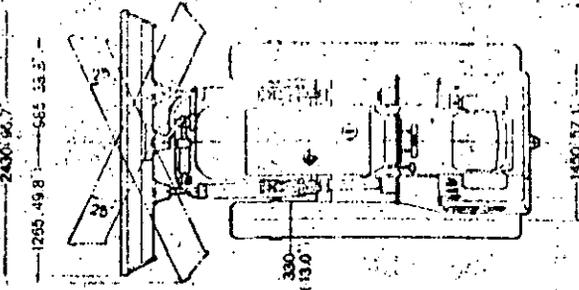
Type Equipped with built-in control valve
 Location Rear of engine top
 Filter Full-flow type
 Hydraulic oil 32 ltr (8.5 U.S. Gal)

OPERATING WEIGHT (approximate)..... 9320 kg (20,550 lb)

STANDARD EQUIPMENT

- Oil type main clutch
- 400 mm (15.7") single grouser shoes
- Mono cast sprockets
- S-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.
 Material and specification are subject to change without notice.



■ TRACTOR

MOTOR:

Modelo	Komatsu 4D105 3
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:	
Cahallaje a la volante	63 HP/2350 RPM
Torque máximo	25 kg.m (180 lb.pl)/1400 RPM
Sistema de combustible:	
Combustible	Diesel especificación ASTM D975 60T No. 2D
Governador	Mecánico, control de toda velocidad
Sistema de lubricación:	
Método	Bomba torcida, 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)	5490 kg (12,100 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:

Dampier	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 coge 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	Ensamblada, garras semi-doble
Altura de garras	40 mm (1.6")
No. de zapatas	37 (a cada lado)
Caso 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 (102.1")
Trocha	1450 mm (57.1")
Largo de la oruga sobre el suelo	1880 mm (74.0")
Area 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 garras	315 mm (12.4")

BARRA DE TIRO (Opcional):

Tipo	Fija, con pasador
Altura libre excluyendo la altura de la garras	405 mm (15.9")

TOMA DE FUERZA:

Localización	Detrás de la caja de la dirección
Revoluciones	7350 RPM
Rotación	A favor de las manecillas del reloj

CAPACIDADES:

Agua	28.0 lts (7.4 U.S. Gal)
Combustible	115 lts (30.0 U.S. Gal)
Aceite de motor	13 lts (3.4 U.S. Gal)
Dampier	1.0 lts (1.0 U.S. Gal)
Transmisión	13.0 lts (3.4 U.S. Gal)
Engranaje lónico	15 lts (4.0 U.S. Gal)
Mandos finales (cada lado)	8.5 lts (2.2 U.S. Gal)

PESO DE OPERACION (aprox.):

5230 kg (11,530 lbs)

■ EQUIPO ANGULABLE INCLINABLE

DIMENSIONES:

Largo total	2685 mm (104.0")
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 (12,480 PSI)
Bomba de aceite hidráulico:	
Tipo	Bomba de engranaje
Caudal de la bomba	69 lts (18.2 U.S. Gal)/min a 2350 RPM

Localización:

Detrás del motor

Válvula de Control:

Detrás del motor

Tipo:

De carrito, 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. Gal)

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 orugas
- Pedal de acercamiento
- 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, (Planetary)
- Frenopurador
- Carril sellado
- Garras semidobles de 330 mm (13")
- 5 Rodillos 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 8495 cc (518 pulg.cu).

Potencia a la volante 110 HP a 1900 RPM
 Torsión máxima 52 kg-m (375 lb-pie) a 1100 RPM
Rendimiento 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).

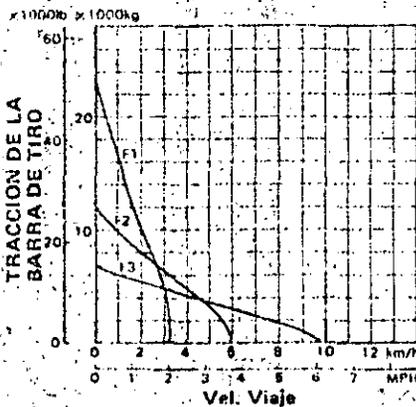
Sistema de cámara de precombustión. Gobernador mecánico para todas las velocidades. Bomba de engranaje impulsada de lubricación forzada con filtros de pleno flujo. Depurador de aire tipo seco con inyector de polvo automático para una mayor vida de servicio y un indicador de polvo para un mantenimiento 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 están interconectados para una fácil dirección. Pedal de frenado para una fácil dirección.

MANDO FINAL

Engranaje recto, doble reducción que minimiza los impactos de la transmisión a los componentes del tren de potencia. Aro 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 mas 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")
Area de contacto con el suelo	20240 cm ² (3,137 pulg.cuadradas)
Presión del suelo	0,51 kg/cm ² (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 Dumper	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)

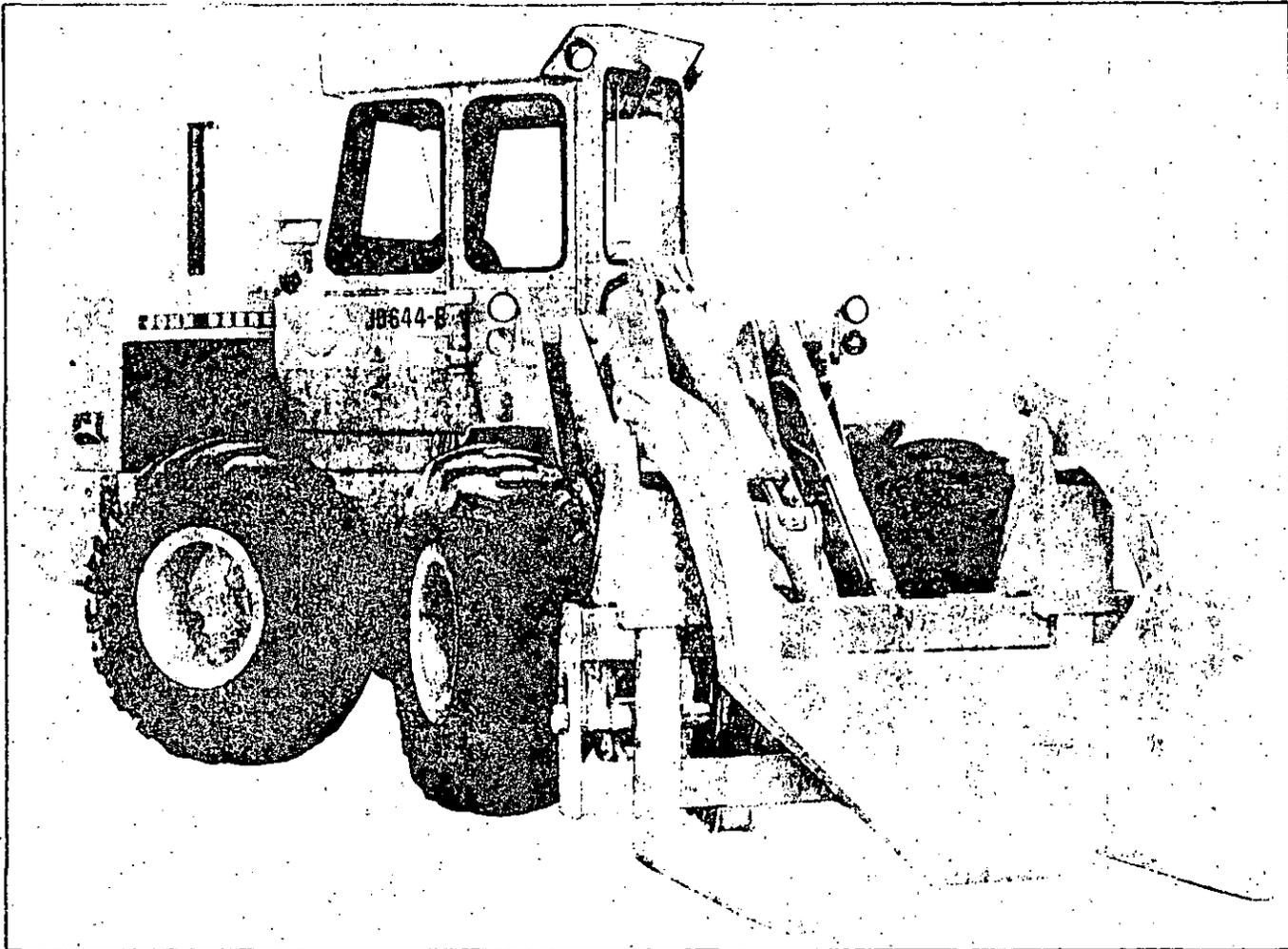
PESO DE OPERACION (aproximado)

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 direcciones de tipo húmedo
- Núcleo de radiador en línea
- Depurador de aire de tipo seco, con inyector 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

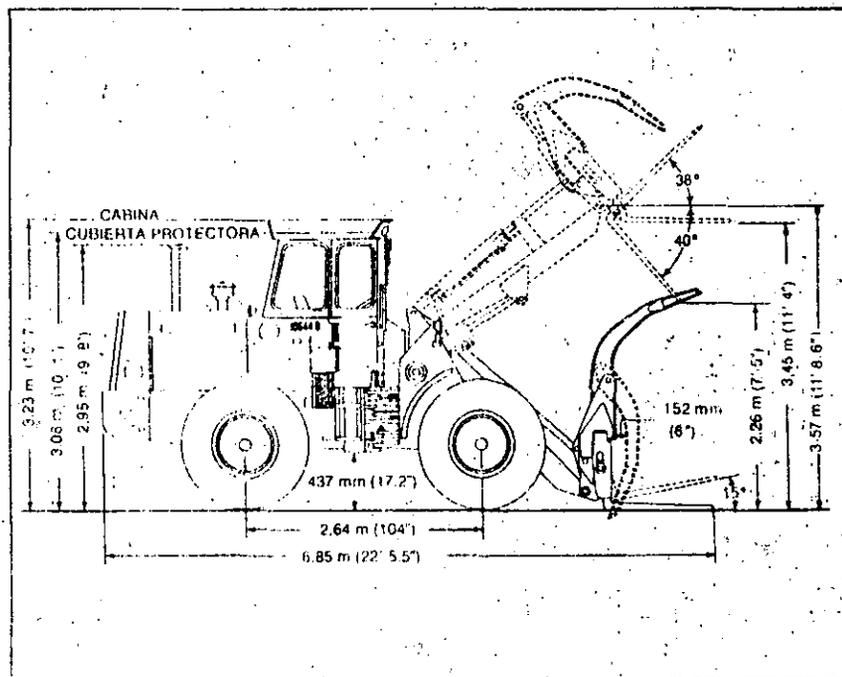
Mandos finales planetarios

Desconexión de la transmisión accionada por el freno

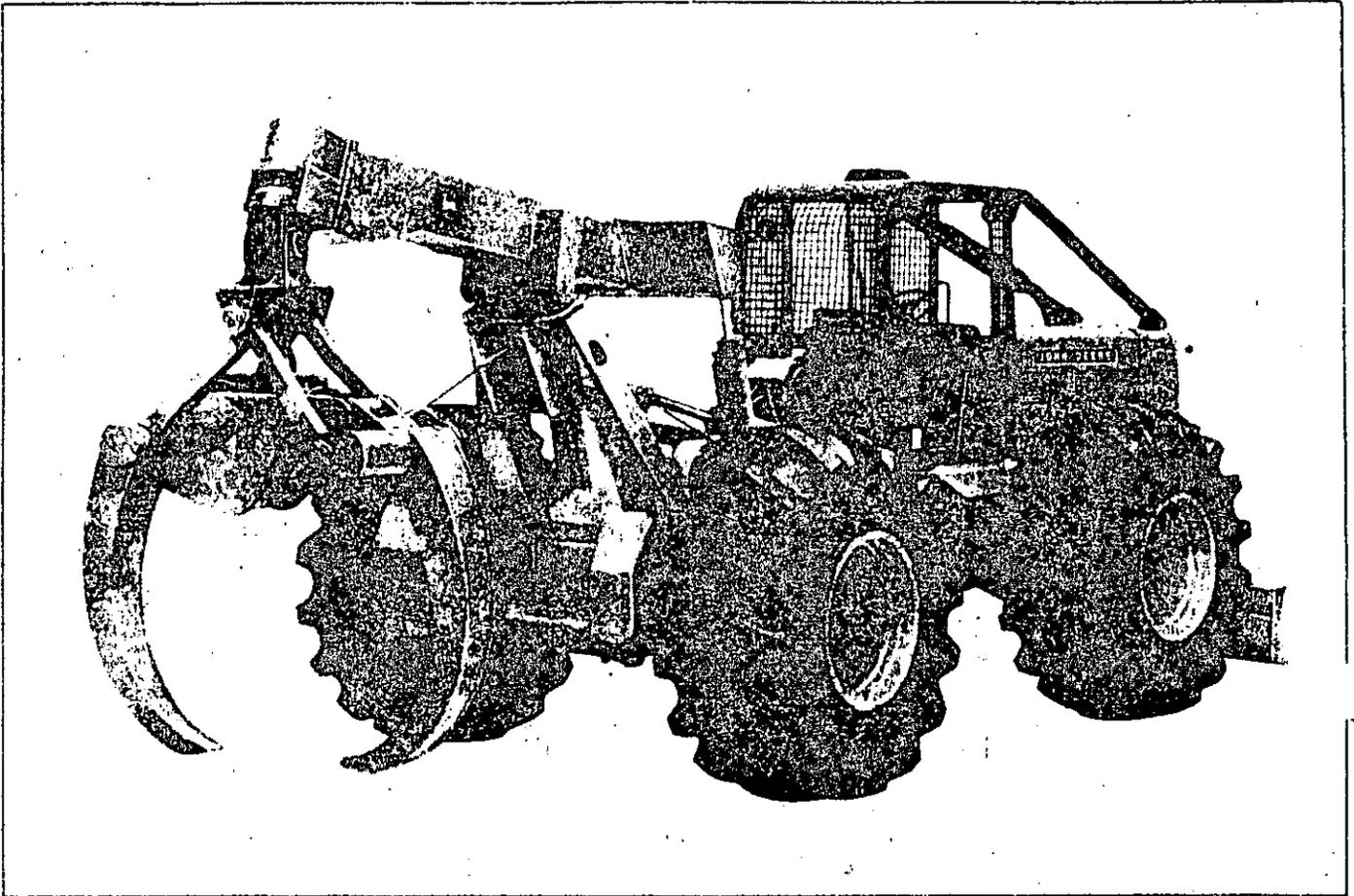
Diferencial "Antipatinaje" en el eje delantero

Protección contra vandalismo

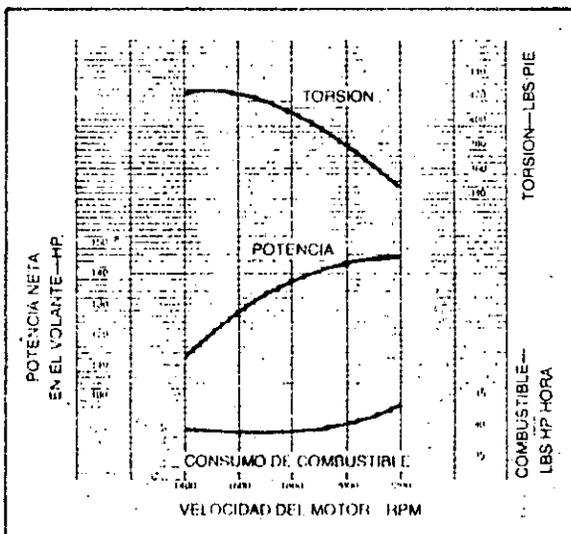
Estructura protectora contra volcaduras, con cubierta protectora



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.

MATERIA L .	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
Escorias fragmentadas.....	1750	2940	.60
Nieve - seca.....	130		
mojada.....	520		
Piedra triturada.....	1600	2670	.60
Taconita.....	1650-1900	2350-2700	.58
Tierra vegetal.....			

MANUFACTURER	MODEL	POWER		WEIGHT	MAXIMUM DRAWBAR PULL	BLADE TYPE	DIMENSIONS W x H x L m	AVAILABILITY		
		kw (hp)	(hp)					REGIONAL	WORLD	
FIAT ALLIS <i>continua</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	4.85	"	2.6 x 1.75		•	
HANOMAG (IBH)	D400D	67	(90)	11.05		AD	3.2 x 2.9 x 4.6		•	
	D400D	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		•	
KALBLE	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		•	
	D20P-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		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*		•	
							*without blade			
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 1.0 x 3.1 3.8 x 1.6 x 3.2		•	
	D700A	153	(205)	19.73	36.29	Semi-U Full-U	3.4 x 1.3 x 5.1 3.7 x 1.3 x 5.6		•	
	D750	194	(260)	28.08	46.25	Semi-U	3.7 x 1.3 x 6.1		•	

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	D3B	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		•
	D5B	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)	10.65	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 2.8 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.**

MOVIMIENTO DE TIERRAS
SALTILLO, COAHUILA

ADMINISTRACION DE MAQUINARIA

ING. ERNESTO MENDOZA SANCHEZ

AGOSTO DE 1985

PROLOGO

Durante la impartición del presente curso sobre Movimiento de Tierras, los profesores que participan en él, han tratado temas de interés relacionados, de alguna manera, con la Maquinaria de Construcción que se utiliza en este tipo de trabajos.

En otros cursos como el de Administración de la Construcción y Equipo de Construcción, impartidos en la propia División de Educación Continua, se abordan los aspectos relevantes relacionados con este importante recurso, con mayor profundidad.

Considerando, por una parte, que no todos los asistentes al curso Movimiento de Tierras están en posibilidad de tomar los cursos mencionados y por otra, que es conveniente presentar la articulación y secuencia de los temas que se han abordado en este curso, se presentan a continuación unas breves notas sobre lo que se ha denominado Administración de Maquinaria.

Asimismo, se incluye como anexo, un estudio realizado recientemente por el Ing. Carlos Martínez González, para la determinación de la vida económica del equipo de construcción.

INTRODUCCION

1.1 Generalidades

En todo proceso constructivo, son tres los recursos ó insumos que directamente intervienen en la realización de una obra: materiales, obra de mano y maquinaria (fig. 1).

Por lo general, la participación de estos recursos, está asociada al tipo de obras que se construye; así en la mayoría de las obras de Edificación estarán presentes fundamentalmente los materiales y la obra de mano, mientras que, en la Construcción Pesada, el recurso básico lo constituye la Maquinaria. (Tabla N° 1).

Por otra parte, el monto de las inversiones a realizar en la adquisición de equipo es de tal magnitud, que obliga a considerar la factibilidad de su compra, haciendo uso

de la teoría del Análisis de Inversiones, ponderando en ella factores tales como Costo de Adquisición, Costos de Operación y Mantenimiento, Producción, Valor de Rescate, etc.

En consecuencia, para los propietarios de equipo, es de vital importancia administrar este recurso, vigilando cuidadosamente todas y cada una de las fases en que podríamos dividir la vida útil del equipo de Construcción (fig. 2)

Apoyándonos precisamente en el ciclo de vida del equipo de construcción y recordando que las funciones administrativas básicas son la planeación, la organización, la dirección y el control, desarrollaremos a continuación los aspectos sobresalientes relacionados con la Administración de la Maquinaria.

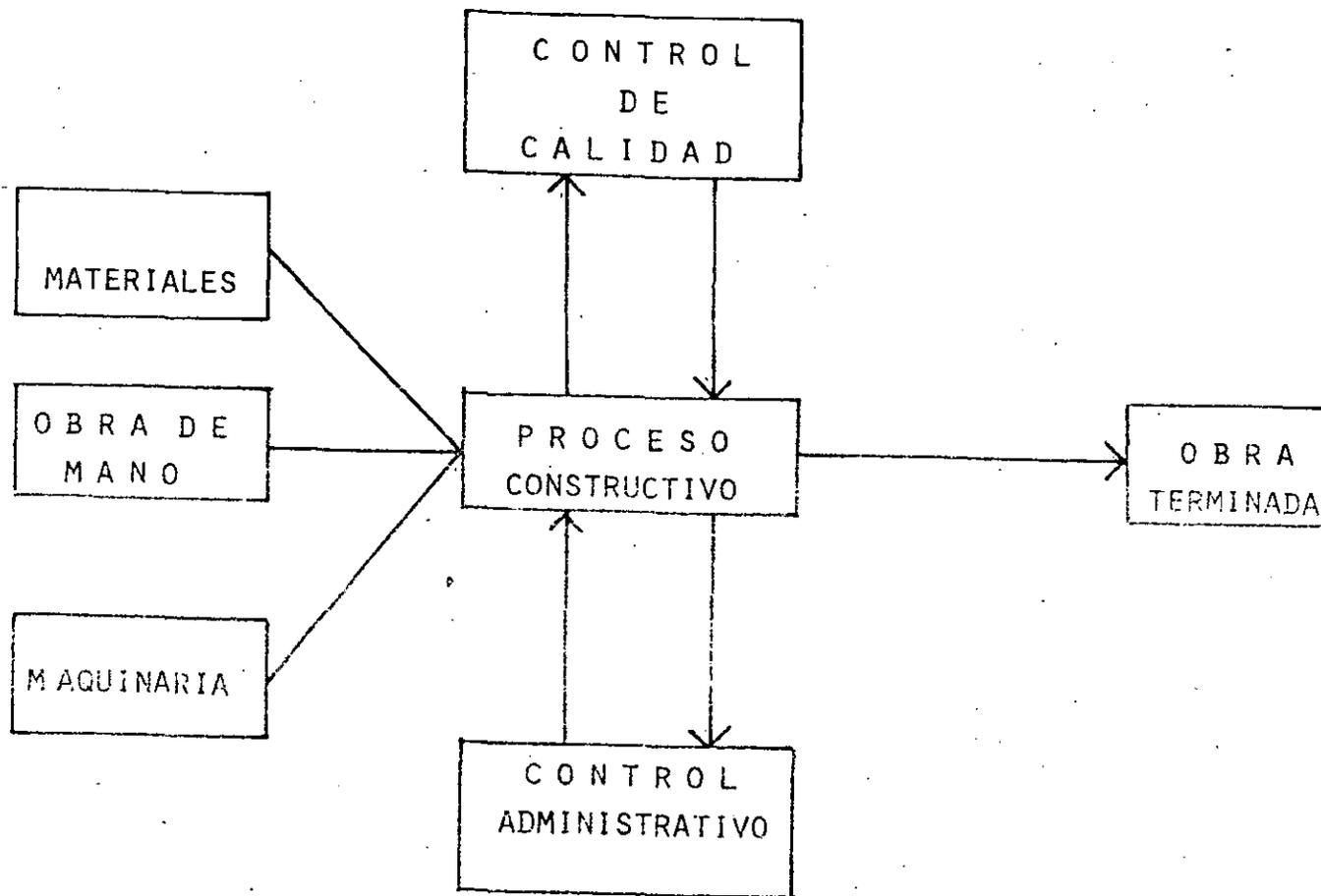


FIG. 1. INSUMOS DEL PROCESO CONSTRUCTIVO

	Integración de los Costos %			% que representa del total	Intervención en el costo de la obra %		
	Mano de Obra	Materiales	Maquinaria		Mano de Obra	Materiales	Maquinaria
1. VIAS DE COMUNICACION							
1.1 CAMINOS							
a) Terracerías	10	5	85	40	4	2	34
b) Obras de Drenaje	40	50	10	10	4	5	1
c) Estructuras y Trabajos Diversos	30	50	20	10	3	5	2
d) Pavimentación	10	20	70	40	4	8	28
				100	15	20	65
2. APROVECHAMIENTOS HIDROELECTRICOS							
2.1 PRESA DE ENROCAMIENTO							
a) Excavaciones	20	5	75	45	9.0	2.3	33.7
b) Enrocamiento, material y colocación	15	5	80	20	3.0	1.0	16.0
c) Acarreo	10	0	90	15	1.5	0	13.5
d) Concreto en estructuras	15	50	35	15	2.3	7.5	5.2
e) Obras complementarias	40	30	30	5	2.0	1.5	1.5
				100	17.8	12.3	69.9
2.2 PRESA DE CONCRETO							
a) Excavaciones	15	5	80	40	6.0	2.0	32.0
b) Concreto en cortina	10	40	50	40	4.0	16.0	20.0
c) Concreto en estructuras	15	50	35	10	1.5	5.0	3.5
d) Obras complementarias	40	30	30	10	4.0	3.0	3.0
				100	15.5	26.0	58.5

TABLA No. 1 INDICES DE INFLUENCIA DE MANO DE OBRA, MATERIALES Y MAQUINARIA EN TRES TIPOS DE OBRA

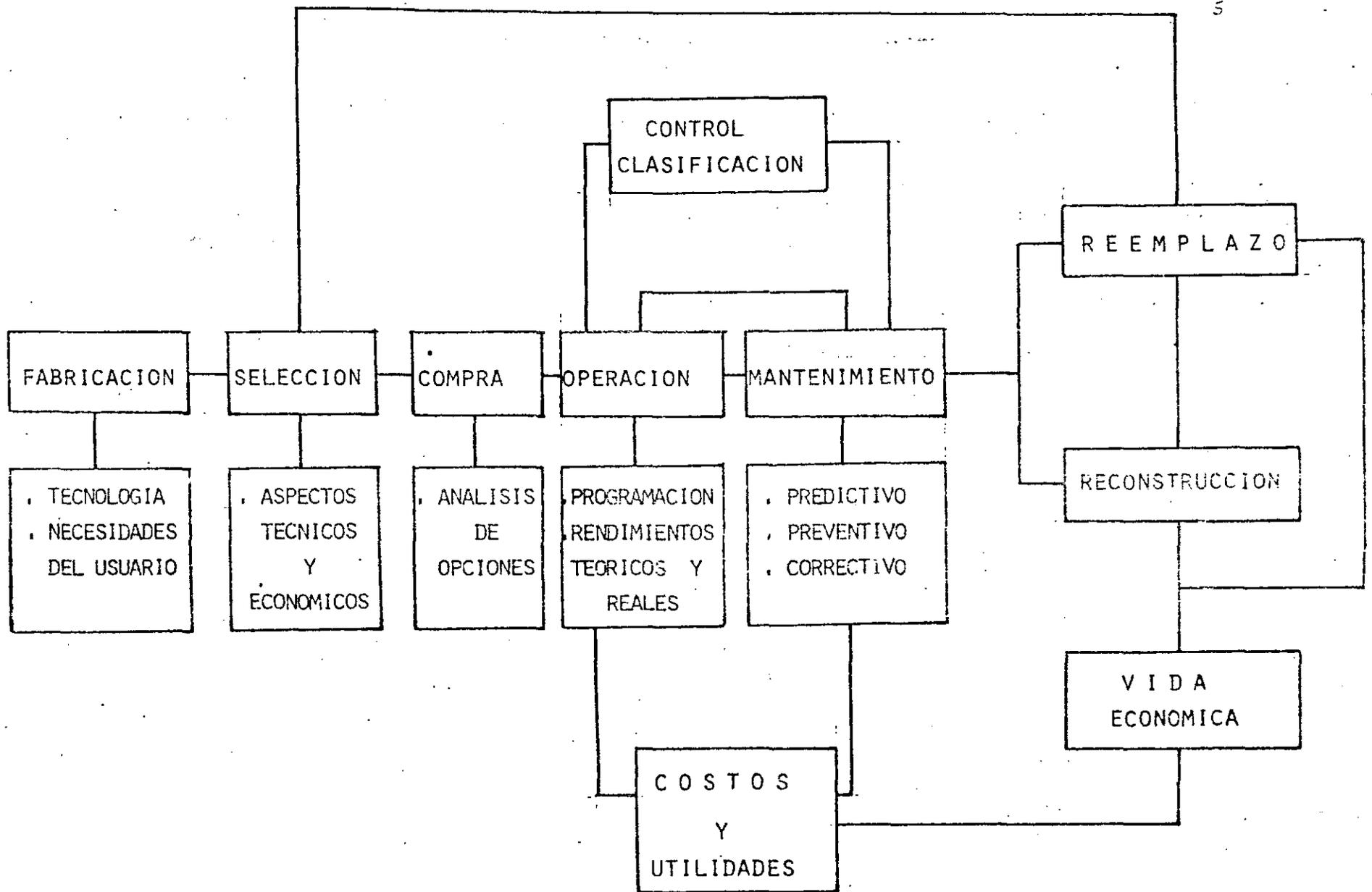


Fig. 2. CICLO DE VIDA DEL EQUIPO DE CONSTRUCCION

SELECCION DE EQUIPO

2.1 Generalidades

La correcta selección del equipo de construcción es un caso típico de Toma de Decisiones; esto es, primeramente establecemos un objetivo; a continuación, generamos una serie de alternativas que deben ser analizadas exhaustivamente para, finalmente, de acuerdo al sistema de comparación escogido, seleccionar la alternativa que más se acerque a nuestro objetivo. El objetivo que usualmente se tiene en cuenta es el económico pero por supuesto pueden existir otros objetivos que compliquen la toma de la decisión.

En el caso concreto de la maquinaria de construcción, el proceso se inicia teniendo en consideración factores de tipo técnico que dan como resultado una serie de alternativas de equipos o grupos de equipo que pueden realizar el trabajo que se estudia. Posteriormente, consideraciones de índole económica nos llevarán a la decisión final.

Ejemplifiquemos lo anterior: Supongamos que requerimos efectuar el movimiento de un fuerte volumen de material limo arenoso seco a una distancia de un kilómetro para la formación de un terraplen. En base al equipo existente en el mercado, podemos elaborar una lista de alternativas que, desde el punto de vista técnico resuelven el problema: tractores (sobre orugas o sobre llantas), motoescrepas (estándar, doble motor, con sistema push-pull, autocargables), cargador frontal, cargador y camiones, pala y camiones, retroexcavadora y camiones, bandas transportadoras etc.

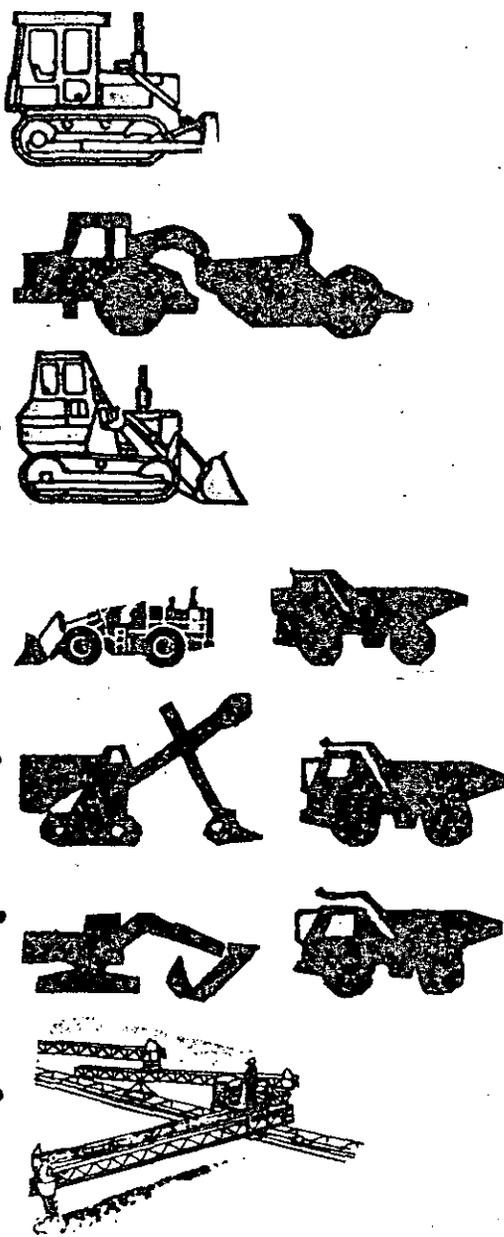
Indudablemente la experiencia nos permitiría descartar algunas de las alternativas generadas, basándonos por ejemplo exclusivamente en la distancia de acarreo que en este caso es de un kilómetro. Habrá ocasiones en que el simple hecho de conocer la distancia no será suficiente para decidir la exclusión de alguna alternativa, como es el caso de las distancias "frontera" en que un equipo deja de ser económico con relación a otro. Abundando en esto, podemos afirmar que dada la dinámica de la economía, la distancia de competitividad de los equipos es variable en función de la época en que se realiza el análisis, y que por tanto, no hay reglas fijas que determinen la distancia económica de acarreo, teniéndose que hacer en cada ocasión, el estudio correspondiente.

El tipo de material por otra parte, es una información inicial valiosa que sin embargo, en este ejemplo, no permite descartar alternativas. Si en lugar de limo arena se tratara de roca, cuando menos dos de las alternativas planteadas se eliminarían por cuestiones técnicas.

Finalmente, en el problema que nos ocupa, el volumen por ejecutar estaría relacionado directamente con la capacidad y número de los equipos propuestos.

PROBLEMA:
MOVIMIENTO DE
TIERRAS

GENERACION DE
ALTERNATIVAS



PROCESO DE SELECCION DE EQUIPO

TRACTORES

MOTOESCREPAS

CARGADOR

CARGADOR Y
CAMIONES

PALA Y
CAMIONES

RETROEXCAVADORA
Y CAMIONES

BANDAS
TRANSPORTADORAS

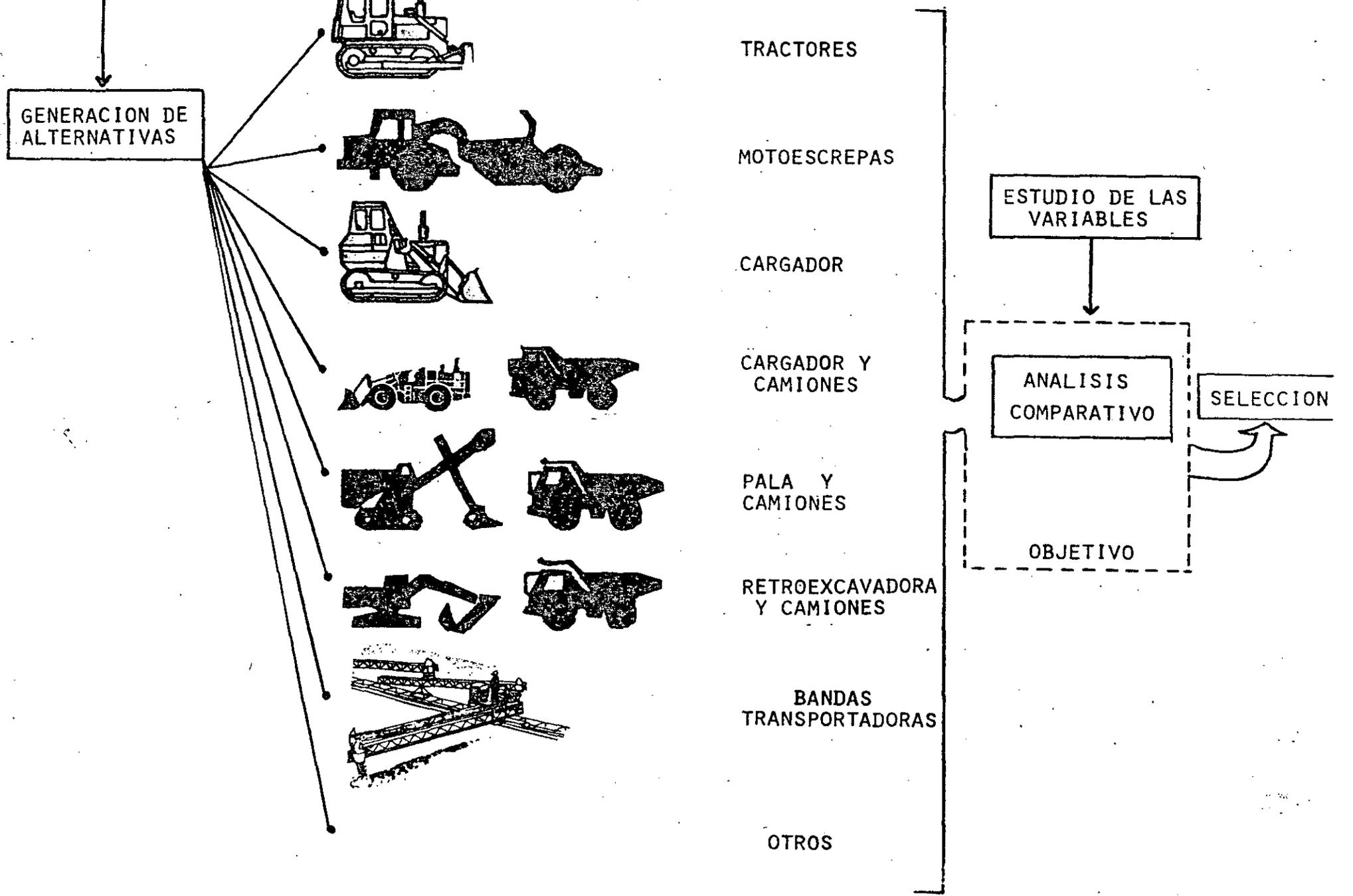
OTROS

ESTUDIO DE LAS
VARIABLES

ANALISIS
COMPARATIVO

SELECCION

OBJETIVO



Habiendo realizado este primer análisis, deberemos fijar la "medida" de comparación para llevar a cabo la selección definitiva. Si por ejemplo lo que nos interesa es obtener el costo directo más bajo por metro cúbico movido, simplemente calcularemos este parámetro y seleccionaremos el equipo que de el resultado menor. Si lo que buscamos es obtener el máximo rendimiento de la inversión o el menor tiempo de ejecución, el equipo seleccionado puede ser diferente al escogido con el primer análisis.

De esta manera, se completaría el proceso de selección de equipo que, por supuesto, puede estar limitado por la disponibilidad física de las máquinas, en cuyo caso la generación de alternativas puede verse restringida considerablemente.

En esta etapa decisoria, es de gran utilidad hacer uso de modelos matemáticos tales como el árbol de decisiones y de la ingeniería económica como es el caso de la aplicación del Valor Actualizado al estudio de alternativas.

2.2 Factores que influyen en la selección de equipo.

Se enlistan a continuación brevemente, algunos de los factores que influyen en la selección de maquinaria.

2.2.1 Factores relacionados con la obra

2.2.1.1 Magnitud y Clase de Obra

La magnitud de la obra, estará dada por la cantidad de los volúmenes a ejecutar. El tamaño del equipo a utilizar guardará relación estrecha con el tiempo de ejecución,

con los costos y por ende con la productividad obtenida. El tipo de obra, los procedimientos de construcción asociados a ella, que determinan entre otras cosas los frentes de trabajo y su interrelación, incidirán plenamente en la determinación del número y capacidad de los equipos.

En el caso de la previsión del mantenimiento por ejemplo, será importante conocer si se trata de una obra donde se tendrá gran concentración de equipo en un área relativamente chica como es el caso de las presas, si la maquinaria estará distribuida a lo largo de grandes distancias como sucede con las carreteras o estará dispersa en áreas y distancias extensas como caracteriza a las zonas de riego.

2.2.1.2 Localización de la Obra.

La localización de la obra tiene relación con la maquinaria en varios aspectos: la altitud sobre el nivel del mar, que afecta la eficiencia de los motores, las condiciones climatológicas que influyen sobre la operación, las condiciones topográficas y el tipo de material predominante, que inciden sobre los rendimientos, etc. Asimismo, la ubicación geográfica de la obra determinará la mayor ó menor facilidad para contar con refacciones, asesoría técnica, talleres especializados de mantenimiento y otros.

2.2.1.3 Programa General de Ejecución.

En este aspecto, la programación de los procedimientos de construcción es determinante, pues de ella se derivan directamente los programas de utilización de maquinaria. Una buena programación nos permitirá conocer no tan sólo el número y capacidad de cada una de las máquinas que intervienen en los diferentes procesos en que fue desglosada la obra,

sino también aprovechar las holguras disponibles para "balancear" este importante recurso en relación con el tiempo de ejecución de la obra. A nivel de empresa, permitirá elaborar programas de recepción y desocupación en base a los tiempos aproximados en que estarán los equipos en obra.

2.2.2 Factores Relacionados con el Propio Equipo

2.2.2.1 Características de las Máquinas

En el mercado, existen gran variedad de marcas de maquinaria con diferentes tipos, modelos, tamaños y capacidades. En ocasiones, la simple marca representa la confianza de contar con un buen equipo, comercial, con adecuado soporte de servicio y de fácil operación. Resulta conveniente analizar varias propuestas antes de tomar la decisión definitiva.

2.2.2.2 Estandarización del Equipo

Si una empresa cuenta entre su activo fijo con maquinaria de múltiples características físicas y mecánicas, es lógico pensar que deberá tener una gran versatilidad en los insumos que las propias máquinas requieren: operadores, mecánicos, refacciones, etc. La estandarización del equipo, que de ninguna manera quiere decir máquinas de la misma marca, ofrece muchas ventajas entre las que podemos destacar: facilidad en el conocimiento del equipo por mecánicos y operadores, establecimiento de políticas de intercambio de conjuntos, subconjuntos y partes, reducción de inventarios de almacén en refacciones y materiales, disminución de tiempos por máquina parada, etc.

2.2.2.3 Soporte de Servicio

Debemos buscar en el distribuidor, no solamente la venta de la maquinaria, sino también el adecuado soporte de servicio: la cotización, puesta en marcha de la máquina, surtido ágil de refacciones, garantías, cursos de capacitación y actualización para mecánicos y operadores y asesoría permanente son algunas de las condiciones deseables que debemos buscar al seleccionar una marca específica.

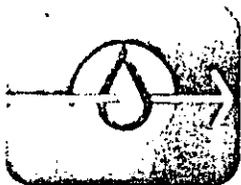
2.2.3 Factores Económicos

2.2.3.1 Condiciones financieras del comprador

La adquisición de equipo representa una inversión y por tanto un compromiso económico serio para quien la efectúa. Al decidir qué equipo es conveniente comprar, se deben tomar en cuenta entre otros factores, el giro de la empresa, su grado de especialización, su capacidad financiera, sus políticas de crecimiento y las probabilidades o seguridad de tener continuidad de trabajo.

2.2.3.2 Condiciones de Mercado

El equipo de construcción como cualquier otro satisfactor, está sujeto a las leyes de la oferta y la demanda. Un estudio de las condiciones económicas del mercado de maquinaria en el corto y mediano plazos, puede proporcionarnos información valiosa para orientar nuestra decisión de adquirir el equipo. También, deben analizarse todas las alternativas existentes: compra de maquinaria usada, venta, venta con opción a compra etc.

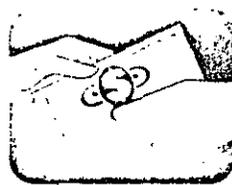


ANALISIS
PERIODICO
DE ACEITE

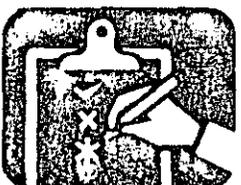
PROGRAMAS
DE ALQUILER
Y ARRIENDO



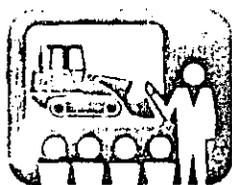
SERVICIO
ESPECIAL
DE CADENAS



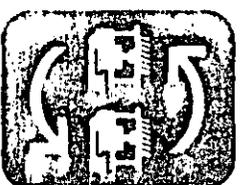
ASESORAMIENTO
ECONOMICO



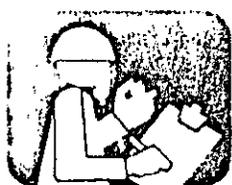
ANALISIS
TECNICO
DEL EQUIPO



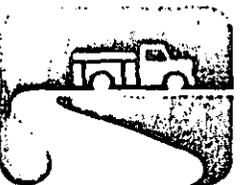
CAPACITACION
EN SERVICIO



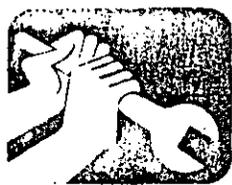
INTERCAMBIO
DE PIEZAS Y
COMPONENTES



ESTUDIOS
DE TRABAJO



SERVICIO EN
EL CAMPO



CONSERVACION
PREVENTIVA

SERVICIOS DESEABLES EN UN DISTRIBUIDOR DE MAQUINARIA

COMPRA DE EQUIPO

3.1 Generalidades

Las entidades dedicadas a la construcción tienen, por razón natural, la necesidad de allegarse equipo para la realización de sus actividades.

Una de las opciones que se presentan es la de comprar el equipo nuevo en el mercado, adquiriendo con ello cierta garantía y seguridad en cuanto a la continuidad de operación de la maquinaria, sin embargo, no siempre es factible recurrir a esta alternativa para disponer de equipo, por el contrario, el análisis de diversos factores de índole económica, pueden indicarnos otras opciones como las mejores en la búsqueda del objetivo deseado: tener equipo para producir.

Se presenta a continuación un resumen con los aspectos relevantes que se tienen en cada una de las modalidades para allegarnos equipo:

3.2 Compra de Equipo Nuevo

El proceso de comprar equipo nuevo, comienza con la solicitud de una cotización al distribuidor de maquinaria. La cotización que nos haga el vendedor deben incluir especificaciones de la máquina que ofrece, condiciones de pago, tiempos de entrega, vigencia de la oferta, lugar de entrega y desde luego el precio.

A continuación, se formula el pedido, que es el documento que confirma la solicitud y que compromete, tanto al comprador como al vendedor, a llevar a cabo la operación de acuerdo con las condiciones que se establecen en el mismo pedido. Por lo general, los pedidos se hacen en formatos de la casa vendedora.

En cuanto a las condiciones de pago, se pueden mencionar básicamente el sistema de compra de contado, compra a plazos, y compra con anticipo y orden de fabricación.

3.3 Compra de Equipo Usado

Una máquina usada, es aquella que habiendo prestado servicio durante un período dado, todavía cuenta con un horizonte previsible de vida útil y productiva para su poseedor. Esta vida útil puede determinarse a través de un cuidadoso análisis técnico profesional, que determine el estado de los componentes de la máquina usada, así como la vida útil que le resta.

Es obvio que el valor de una máquina usada, será directamente proporcional a la vida útil restante, determinada en el análisis técnico profesional mencionado.

El precio de la máquina usada, es inferior al de la maquinaria nueva y queda al alcance de un mayor número de compradores. Dado que la maquinaria sufre su mayor pérdida de valor en las primeras horas de uso, es posible comprar en México máquinas con el 6% de uso, a un 60% del valor de una máquina nueva similar.

Así, la rentabilidad de una máquina usada puede resultar superior a la de una máquina nueva.

El conocimiento profundo y actualizado del valor real de compra, el valor futuro de reventa, los tiempos muertos, el costo y momento de reventa, así como el costo y momento de las reparaciones, consumos, producciones, etc., permiten invertir en maquinaria usada con la confianza de hacer un buen negocio.

El precio de la máquina usada, está íntimamente ligado tanto con su vida útil restante como con la oferta y la demanda del tipo de máquina en cuestión.

Por ello es indispensable contar con alternativas de compra y hacerlas comparables en términos económicos; esto es, hay que adicionar al "Precio de Venta" de la máquina en peor estado, el costo de las reparaciones necesarias para hacerla equivalente a la máquina en mejor estado. Asimismo se adicionará un cierto costo a aquellas máquinas que no tengan garantía para compararlas con aquellas que sí la tienen. 15

Otros factores importantes que afectan el precio son: los tiempos muertos por reparaciones preoperativas, el interés o costo de la inversión muerta durante ese período, los aditamentos que tenga cada opción y el costo del transporte del equipo a su destino final.

En nuestro mercado existen serias variaciones en precios, tanto por áreas geográficas, como por la existencia de ofertas especialmente favorables al comprador, por lo que se requiere un contacto continuo con el mercado para poder detectarlas.

En México, existen dos fuentes de abastecimiento de equipo usado: El mercado de particular a particular y los distribuidores de maquinaria.

Los particulares se suelen anunciar en los diarios, ofreciendo una máquina en particular a un precio determinado, pago al contado, sin garantía y LAB lugar donde se encuentra el equipo.

Si el comprador desea un avalúo técnico del equipo, tiene que hacerlo por su cuenta y correr el riesgo de tratar con un intermediario o "coyote".

Por otra parte, hay dos tipos de distribuidores de maquinaria:

- a) El que básicamente vende maquinaria nueva y como excepción vende equipo usado.

Su ofrecimiento es esporádico y carece de una gama de precios para un mismo modelo; como excepción ofrece garantía y también como excepción la cumple; su plazo de financiamiento es tan corto como sea posible; vende el equipo en el estado en que se encuentra sin ofrecer la posibilidad de reparaciones y/o modificaciones a un precio y en un plazo razonables y no tiene, o no desea mostrar, un avalúo técnico que defina la "Vida Útil" de los principales componentes del equipo.

- b) El distribuidor especializado en maquinaria usada, la cual es la base de su negocio.

Cuenta con un inventario amplio de muchos modelos; ofrece diversas opciones de precio dentro de un mismo modelo; basa y modifica sus precios acorde con la situación del mercado; Ofrece Planes de Crédito atractivos, en moneda nacional y específicos para cada cliente; cuenta con Avalúos y Análisis Técnicos del equipo que ofrece, los pone a disposición del cliente y en ellos basa sus garantías y cuenta con un amplio Inventario de Refacciones y Talleres especializados, que le permiten realizar reparaciones adicionales o ejecutar garantías en corto plazo.

Al comprar maquinaria usada, deben seguirse los pasos que señalamos en capítulos anteriores es decir: Identificación de las necesidades, generación y evaluación de las alternativas disponibles, comparación de ellas y elección de la mejor desde el punto de vista del objetivo deseado. 17

Finalmente, tratándose de equipo usado, conviene verificar la legalidad del mismo, asegurándose que es propiedad de quien lo ofrece, que se importó legalmente, que no hay restricciones aduanales para su compra-venta y que puede ser documentado legítimamente al nuevo propietario.

3.3 Renta

En caso de que la situación financiera de la empresa, las condiciones de programa de obra o las proyecciones de la misma empresa no aconsejen la adquisición de equipo, - puede optarse por la renta del mismo.

En México hay varias empresas que se dedican a esta actividad, ya sea como empresas especializadas, empresas distribuidoras ó también, empresas constructoras que en un momento dado tienen equipo disponible.

Para garantizar la operación, las partes celebran un contrato de renta en donde se especifican precio y condiciones generales.

Por lo general, el equipo mayor (tractores, cargadores, motoconformadoras, etc.) se renta por mes, considerando un mínimo de 200 horas efectivas de uso fijando, en caso de que el usuario las exceda, un precio adicional por hora excedente. También se estipula en el contrato y desde luego de ello depende el precio, si la máquina es operada por personal del dueño o del usuario y si las reparaciones son por cuenta de uno u otro o combinadas; en el mismo contrato se estipula también si el transporte es por cuenta del dueño o no, aunque en la mayoría de los casos el flete lo paga el usuario, y el plazo comienza a contar desde el momento que sale la máquina del sitio de almacenamiento que tenga el dueño. Otra condición generalmente aceptada, es que la renta se paga por adelantado y al terminar el mes y efectuar el cómputo de horas trabajadas, se verifica un ajuste a la renta pagada anticipadamente si, desde luego, las horas trabajadas fueron mayores que las pactadas como base. En equipo menor (bombas, vibradores, etc.) cuando así se solicita, se pactan rentas por hora, por día, por semana y por mes.

3.4 Renta con opción a compra

26

Otra modalidad, es la llamada renta con opción a compra. Este tipo de operación, permite al comprador hacer uso del equipo durante varios meses, a través de una renta, mientras decide adquirirlo, estipulando en el convenio una escala de reconocimiento de pagos. Si se opta por comprarlo, en ese momento se convierte en una operación de adquisición a plazos o al contado.

En estas operaciones, se celebra también un contrato ante corredor público, pero el comprador que se decide por este tipo de operación debe tomar en cuenta que, el valor final de la adquisición, será superior al valor de una compra directa.

3.5 Seguros

En algunos casos cuando se compra a plazos o arrendamiento financiero o se renta con opción a compra, el propietario exige que la máquina se asegure, no solamente durante el transporte sino durante todo el lapso en que dicha máquina le pertenezca.

Independientemente de esos requerimientos, es una política sana asegurar estos bienes muebles que actualmente tienen valores muy altos y para ello existen pólizas de seguro muy estudiadas por las diferentes compañías que operan en nuestro país; estas pólizas contienen todas las características de la máquina, su valor y desde luego la suma asegurada. Para mantenerla en vigor es necesario pagar primas mensuales, trimestrales o anuales según convenga. El importe de estas primas depende de los riesgos que cubran.

En el caso de seguros de transporte es muy importante ^{2/} que, precisamente se asegure el bien por cualquier riesgo durante el transporte, ya que en muchas ocasiones el accidente puede dañar al equipo transportado y no dañar al equipo de transporte como sería el caso de un deslizamiento de la carga.

En el caso de seguro permanente, que desde luego es un seguro de daños, el interesado puede escoger los riesgos que desea cubrir y que generalmente son: desperfectos por impericia, sabotaje, destrucción total, incendio, rayo, hundimientos, etc. mismos que podemos ver en las condiciones que por ley toda póliza debe contener.

Anexo: Cotización.

AT'N: SR

CTE :

EXP :

C.M.:

Estimados señores:

De acuerdo a sus deseos nos es grato someter a su fina consideración, nuestro siguiente equipo:

7G8164/9P7412/8P5614 Tractor de Carriles marca Caterpillar, modelo D5B, del 1.88 mts. (74") de entre vía, con motor diesel 6 cilindros 3306 CAT de 105 H.P. al volante, a 1750 RPM y un desplazamiento de avance y 3 de retroceso, 6 rodillos en cada lado - montados en la parte inferior del bastidor, cadenas selladas y lubricadas de 39 secciones, zapatas de 41 cms. (16") de ancho, ruedas guías grandes, ajustador hidráulico de las cadenas, ventilador de sopló, alarma de reversa, tapa de lluvia, enganche delantero y los siguientes aditamentos:

8P2490 Desacelerador.

8S3031 Guarda Cártter.

8P3765 Protector de los extremos de la guía de carril.

4M3001 Gancho delantero.

8P6561 Equipo de luces de 24 volts. con cuatro faros.

- 5M2734 Prepurificador.
- 9G8848 Protector del tablero de instrumentos. 23
- 8P3072 Control hidráulico marca Carterpillar mo
 delo 153 de 2 válvulas.
- S/N Libro de partes y manual de operación.

PRECIO L.A.B NUESTROS ALMACENES EN MEXICO, D.F.
 EN U.S. DLLS. \$ 101,225.00

MAS 15% DE I.V.A.

- 8J3472 Bulldozer marca Caterpillar, modelo 5A de
 hoja angulable.

PRECIO L.A.B. NUESTROS ALMACENES EN MEXICO, D.F.
 EN U.S. DLLS.. . . . \$ 18,315.00

MAS 15% I.V.A

" NUESTROS PECIOS ESTAN SUJETOS A CAMBIO SIN PREVIO AVISO "

Se anexan hojas de especificaciones del equipo cotizado

A T E N T A M E N T E

El Representante de Ventas.

CONDICIONES A QUE QUEDA SUJETO ESTE PEDIDO

- 1.- Mexicana de Tractores y Maquinaria, S.A., para los efectos de las condiciones que a continuación se establecen se designará como MEXTRAC y la persona física o moral que intervenga en el mismo será designado como el COMPRADOR.
- 2.- Los precios cotizados en este pedido por MEXTRAC, ya se trate de maquinaria de importación o de existencia en bodega, quedan sujetos a cambios sin previo aviso.
- 3.- El embarque de la mercancía a que este pedido se refiere ya sea de la fábrica, de la frontera o de cualquier parte dentro del Territorio Nacional al punto fijado por el COMPRADOR, será por cuenta y riesgo de este, quien además asumirá cualquier pérdida o avería.
- 4.- En los embarques por Ferrocarril dentro del Territorio Nacional, cuando haya que emplear plataformas, conviene utilizar los servicios de veladores para proteger la mercancía. Estos veladores solo serán contratados por MEXTRAC cuando el COMPRADOR la autorice para ello expresamente por escrito. Los gastos que sea necesario erogar por este motivo serán por cuenta exclusiva del COMPRADOR.
- 5.- Los precios fijados en este pedido no incluyen el valador del empaque y cuando el COMPRADOR solicite esta protección deberá hacerse precisamente por escrito siendo por su cuenta el importe de los gastos que sea necesario erogar.
- 6.- MEXTRAC, por el solo hecho de la firma de este pedido, se obliga a dar cumplimiento estrictamente al contenido del mismo conforme a las especificaciones y condiciones que en el se especifican. No obstante, no se hace responsable de promesas verbales, o de otra índole, que modifiquen las condiciones y especificaciones anteriores que le fueran hechas por personas no autorizadas precisamente para ello. Mientras el presente pedido no haya sido aceptado por persona facultada, no constituirá compromiso alguno para MEXTRAC.
- 7.- MEXTRAC no se hace responsable de accidentes a personas o propiedad ajena que pudieran ocurrir durante la entrega o demostración de la mercancía a que este pedido se refiere.

9

MEXICO

Mc-3842

6 de julio de 1981

REG. FED. DE CAUS. MEM-810601 CED. DE EMP. NO. 12671 REG. CAM. DEL. DE COM. 103 REG. D. 11

PUERTO AEREO No. 34 MEXICO S. D. F. CONMUTADOR 107-32-88 Y 311 22 07 APARTADO POSTAL No. 118 DE TELER 212 315 Y 0121145

DIRECCION
 CIUDAD
 ESTADO
 NOMBRE
 DIRECCION
 CIUDAD
 ESTADO

"CLIENTE RECOCGE"
 DIRECCION
 CIUDAD
 ESTADO
 35494
 13408
 4CD1-1979
 ACERIAS
 313
 MEXICO D.F.
 L.B.V. M-26

ESTIPE FINAL LECHERIA, EDO. DE MEXICO
 CONDICIONES DE PAGO:
 25% DE ANTICIPO MAS IVA TOTAL
 SALDO A 30 DIAS PRESENTACION DE FACTURA Y ENTREGA
 DE LA UNIDAD.
 PARA USO INTERNO
 P.L. 24'720,550.00 M.N.
 I. 3'708,092.50 M.N.
 T. 28'428,632.50 M.N.

A RESERVA DE CUMPLIR CON LOS REQUISITOS QUE ESTABLEZCA NUESTRO DEPARTAMENTO DE CREDITO.

RECIBIMIENTO	FECHA	PUERTO DE ENTRADA	RECIBIMIENTO	FECHA	DESGLOSAR
47735	12-IV-82	NVO. LAREDO, TAMPS.			
RECIBIMIENTO	FECHA	PUERTO DE ENTRADA	RECIBIMIENTO	FECHA	PUERTO DE ENTRADA

ADMINISTRACION PROD.	AUTORIZACION SALIDA	ASEGURADO	FACTURA NO.	GERENCIA DIVISIONAL
----------------------	---------------------	-----------	-------------	---------------------

ANT.	SERIE	DESCRIPCION	PRECIO
2986		3V7000 Cargador Frontal de Carriles marca Caterpillar, modelo 955L, de 1.73 mts. (68") de entrevia, con Motor Diesel de 4 cilindros, turbocargado 33041 CAT de 130 H.P. al volante a 2,185 RPM. y un desplazamiento de 7 Lts. (425 Pulg Cúbs.) Servo Transmisión (Power Shift) con 3 velocidades de avanca y 3 de retroceso, 6 rodillos en cada lado montados en la parte inferior del bastidor, cadenas selladas y lubricadas de 36 secciones, zapatas de 43 cms. (17") de ancho, ajustador hidráulico de las cadenas, guarda cárter, cinturón de seguridad, ventilador de sopro, alarma de reversa, enganche trasero y los siguientes aditamentos: E-15732 5V2188 Caseta abierta "Rops para el operador. 5V7257 Cucharón para usos generales de descarga frontal de 1.71 mts. cúbs. (2 1/4 yds. cúbs.)	

FIRMA DEL REPRESENTANTE	FIRMA DEL COMPRADOR	AUTORIZACION
OBARDO GARCIA VILLANUEVA	FUNDIDORA MEXICO, S.A.	LIC. JAIME ALONSO MUROZ
COATECOALCOS, VER. Av. 3 CARNETES COATECOALCOS-MINATITLAN TEL. 2-22-44	COATECOALCOS, VER. AVENIDA NO. 100 TEL. 2-22-11	MERIDA, YUCATAN AV. NACHICOMUNO NO. 40 TEL. 2-22-11
CIUDAD DEL CARMEN, CAMP. CALLE 30 NO. 80 TELEFONO 2-12-22	SALINA CRUZ, OAX. TAMPUCO NO. 30 TELEFONO 33	PUZARICA, VER. PLAZA DE LA PAZ, AV. LAS AMERICAS NO. 1402 TEL. 2-22-33 Y 2-22-03
		CAMPECHE, CAMPECHE AV. LOPEZ MATEOS NO. 100 TEL. 0-41-10
		TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS AV. 14 DE SEPT. MISIONES NO. 1104 TEL. 2-22-02

QUIEN FIRMA ESTE PEDIDO ESTA COMPROBANDO EN CADA TIPO DE...

NOMBRE
 DIRECCION
 CIUDAD
 ESTADO

10

C I U D A D A D M E X I C O
 E S T A D O F.
 H O J A N O. 2

P E D I D O
 M C - 3 8 4 2
 D I A 6 M E S 6 de Julio 1984

SERIE	DESCRIPCION	PRECIO
	de capacidad y 2,28 mts. (90") de ancho.	
364013	Juego de ocho dientes para el cucharón,	
4V0722	Sistema hidráulico para accionar el escarificador.	
4V4429	Equipo de luz de 24 volts. con seis faros.	
4V5447	Protector del tablero de instrumentos.	
S/N	Libro de partes y manual de operación.	
<p>ESCARIFICADOR marca CRC KELLEY, modelo CRC-PH-150-3 de tipo PARALELOGRAMO accionado hidráulicamente con tres dientes.</p> <p style="text-align: center;">E-16384</p>		
<p>PRECIO L.A.R. NUESTROS ALMACENES EN MEXICO, D.F. EN MONEDA NACIONAL.</p>		21'700,000.00
<p>MAS 15% DE I.V.A.</p>		3'255,000.00
<p>PRECIO TOTAL DE VENTA.</p>		24'955,000.00

S E R V I C I O

50 AÑOS

FIRMA DEL VENDEDOR: *[Signature]* LEONARDO GARCIA VILLANUEVA
 FIRMA DEL COMPRADOR: EVA FUNDIDORA MEXICO, S.A.
 AUTORIZADO POR: LIC. JALME ALONSO BUÑOZ

NOTAS: QUIEN FIRMA ESTE PEDIDO ESTA CONFORME EN COMPRAR LO QUE ARRIBA SE DESCRIBE DE ACUERDO CON LAS CONDICIONES IMPRESAS AL DORSO. NO SOMOS RESPONSABLES POR DEMORAS EN LOS EMBARQUES DE FABRICA, LOS PRECIOS DEFINITIVOS SERAN LOS QUE HICEN EN EL MOMENTO DEL EMBARQUE EN NUESTROS ALMACENES

ANEXO FACTURA

No. 191512

17

APARTADO 118 BIS BOULEVARD DEL PUERTO CENTRAL AEREO NO. 84 MEXICO D. F.
 CONMUTADOR 9-71-39-00 TELEX 017-71372

RELACIONES Y SERVICIO

OFICINA MATRIZ BOULEVARD DEL PUERTO CENTRAL AEREO NO. 84
 MEXICO D. F. TEL. 871-30-00 TELEX 01771372
 MERIDA, YUC. AV. NACHI-COCOM NO. 400 TEL. 46-13
 CIUDAD DEL CARMEN, CAMP. CALLE 20 NO. 30 TEL. 3-32
 POZA RICA, VER. BOULEVARD LAZARO BARDENAS NO. 1402
 TEL. 2-09-89
 CORDOBA, VER. AV. 1 NO. 1800 TEL. 2-21-66
 SALINA CRUZ, OAX. TAMPICO NO. 39 TEL. 39
 COATZACOALCOS, VER. PAUL. ZARAGOZA NO. 2100 TEL. 2-08-66



REG. FISCAL DE CAUDANTES NIM-ALBANI NO. 4
 REG. PROV. DEL GOB. FED. NO. 14184
 REG. EMP. EST. NO. 02-01-000
 PADRON DE CONT. DEL GOB. FED. NO. 113
 CEDULA DE EMPADRONAMIENTO NO. 16897
 REG. CAM. NACIONAL COM. NO. 147

EXPEDIENTE No. 4CD1-0504

EXP. SUC. No. _____

NUESTRA

ORDEN No. MU-0271

SU ORDEN

VENDIDO POR O.D.G.

EMBARCADO DE COATZACOALCOS

VER.

México, D. F., a 19 de SEPTIEMBRE de 19 84

Sr. MAQUINARIA PARA CONSTRUCCION PESADA, S.A. DE C.V. DEBE
 MINERIA No. 145 COL. ESCANDON
 MEXICO, D.F. C.P. 11800

a MEXICANA DE TRACTORES Y MAQUINARIA, S. A.
 (MEXTRAC)

Por lo siguiente que compró a pagar VER. NOTA

F-01-00-A

50W5389 Cargador Frontal de neumáticos marca Caterpi-
 llar, modelo 988B "USADO" año 1981, con mo-
 tor Diesel 8 cilindros en "V" turbocargado -
 3408 CAT de 375 H.P. al volante a 2200 RPM
 y un desplazamiento de 18 Lts. (1099 pulgs.
 cúb.) servo transmisión (Power Shift) de 4
 velocidades de avance y 4 de retroceso, cabi-
 na cerrada para el operador, sistema electró-
 nico de monitoreo (EMS), neumáticos sin cáma-
 ra medida 35/65-33 de 24 capas tipo roca -
 (1-4), ventilador de sople, alarma de rever-
 sa, guarda cárter, cinturón de seguridad y
 los siguientes aditamentos:

E-16299

Cucharón para roca de descarga frontal con -
 cuchilla tipo "V" de 5.4 mts. cúb. (7 yds.
 cúb.) de capacidad y 3.63 mts. (143") de an-
 cho.

PRECIO L.A.B. NUESTROS ALMACENES EN COATZACOALCOS, VER.
 EN MONEDA NACIONAL. \$ 39'500,000 00
 MAS 15% DEL I.V.A. 5'925,000 00

IMPORTE TOTAL EN MONEDA NACIONAL. \$ 45'425,000 00

AL REVERSO.

NOTA: "COMPRA VENTA DE SEGUNDA MANO, EQUIPO
 USADO"

FORMA DE PAGO:

EN TRES DOCUMENTOS CON UN VALOR DE
\$15'141,666.67 CADA UNO CON VENCI-
MIENTOS MENSUALES A PARTIR DEL - -
15-OCT.-84.

\$ 45'425,000.00

(CUARENTA Y CINCO MILLONES CUATROCIENTOS VEINTICINCO MIL PESOS 00/100 M.N.)

P.A.

3857

15-VI-81

MEXICO, D.F.

R E C I B I M O S :

MEXICANA DE TRACTORES Y MAQUINARIA, S.A.
(M E X T R A C)

ANEXO CONTRATO DE ARRENDAMIENTO DE BIENES MUEBLES

CONTRATO DE ARRENDAMIENTO DE BIENES MUEBLES Y FIANZA, QUE CELEBRAN POR UNA PARTE: TRACTO-
RENT, S. A. DE C. V., A QUIEN EN LO SUCESIVO DENOMINAREMOS COMO LA "ARRENDADORA"; Y POR LA
OTRA PARTE:
....., A QUIEN EN LO SUCESIVO DENOMINAREMOS LA "ARRENDATARIA", Y AL EFECTO HACEN LAS
SIGUIENTES:

DECLARACIONES

- 1.— La "ARRENDADORA" declara ser una Sociedad Mercantil, legalmente constituida, tener su domicilio en Bou-
levard del Puerto Central Aéreo No. 34-B, México, D. F., y dedicarse a la compra venta, reparación y arren-
damiento de diversos bienes muebles y estar representada en este acto por el señor
..... en su carácter de y ser propietaria
de los bienes muebles que en seguida se mencionan.
- 2.— Por su parte la "ARRENDATARIA" declara estar representada en este acto por
....., en su carácter de
....., tener su domicilio en
....., y haber sido constituida ante la fe del Notario Público No., Licen-
ciado por Escritura y registrada
en el Registro Público de la Propiedad y el Comercio de la Ciudad de
.....
y manifieste que por necesidades de su actividad, está interesada en tomar en arrendamiento los bienes
muebles antes descritos.

Puestas de acuerdo las partes en el objeto de este contrato, proceden a celebrarlo al tenor de las
siguientes:

CLAUSULAS

PRIMERA.— OBJETO DEL CONTRATO.—La "ARRENDADORA" otorga en arrendamiento y la "ARREN-
DATARIA" recibe en tal concepto, los bienes muebles descritos en la declaración primera de este Contrato.

SEGUNDA.— TERMINO DEL ARRENDAMIENTO.—El término del arrendamiento será de
....., forzoso para ambas partes, contado a partir de la fecha en que
la "ARRENDATARIA" se dé por recibida en los almacenes de la "ARRENDADORA", de las unidades objeto de
este contrato.

TERCERA.— PRORROGA DEL TERMINO.—Las partes aceptan que dicho término, podrá ser prorrogado de
común acuerdo por las mismas, siempre por escrito, con ocho días de anticipación a la terminación del plazo
antes señalado. Asimismo convienen las partes en que el importe de la renta mensual podrá variar en ese mo-
mento, acordando por escrito las modificaciones que al respecto se hagan. Dicho documento se integrará como
anexo a este contrato, en su fecha, quedando en vigor todas y cada una de las estipulaciones que en el con-
trato original se contienen, y no se modifiquen expresamente en dicha novación. Estableciendo las partes contra-
tantes, que en caso de no ponerse de acuerdo en las modificaciones que requieran, la "ARRENDATARIA" deberá
hacer entrega a la "ARRENDADORA" de los bienes dados en arrendamiento y en los términos convenidos en
este contrato.

Expresamente pactan las partes que en tanto la "ARRENDATARIA" no devuelva los bienes dados en arren-
damiento a la "ARRENDADORA" y ésta los reciba en sus almacenes, a su entera satisfacción, la "ARRENDATA-
RIA" deberá pagar el importe de la renta correspondiente a la "ARRENDADORA".

CUARTA.— IMPORTE DEL ARRENDAMIENTO.—Las partes convienen en que la renta total de dicho arren-
damiento por el plazo convenido en este contrato, será la cantidad \$

..... Esta renta deberá ser pagada en
mensualidades por adelantado de \$

....., cada una de ellas a partir del
de de 19....., conviniendo las partes, en que si los bienes materia de este
arrendamiento no se utilizan por cualquier causa el mes completo, la "ARRENDATARIA" deberá pagar el im-
porte absoluto de la mensualidad. Todos los demás cargos derivados de este contrato, deberá pagarlos la
"ARRENDATARIA" dentro de los 10 días siguientes a la fecha en que se hayan originado o a la fecha de la
factura correspondiente.

QUINTA.— LUGAR DE PAGO.—La "ARRENDATARIA" se obliga a efectuar todos los pagos en el domicilio
de la "ARRENDADORA", sito en Boulevard del Puerto Central Aéreo 34-B, en México, D. F., y en las fechas
convenidas.

SEXTA.— TITULOS DE CREDITO.—Para el efecto de documentar el importe de las mensualidades pac-
tadas como forzosas de renta a su cargo, la "ARRENDATARIA" acepta pagarés a la
orden de la "ARRENDADORA", cada uno por el importe de la renta mensual convenida. La "ARRENDADORA"
se obliga a que conforme la "ARRENDATARIA" vaya pagándole las mensualidades correspondientes, entregará el
pagaré relativo y el recibo fiscal de renta del mes que corresponda. Convienen las partes en que si la "ARREN-
DATARIA" deja de cubrir oportunamente una sola de las mensualidades correspondientes a la renta del equipo,
o cualquier cantidad a su cargo derivada de este contrato, la "ARRENDADORA" podrá exigir el cumplimiento
de la totalidad de las prestaciones pactadas, pudiendo dar por vencido anticipadamente los plazos convenidos
o en su caso reclamar la rescisión de este contrato.

La "ARRENDATARIA", se obliga a aceptar pagarés que amparen las cantidades relativas de conformidad
con lo mencionado en el párrafo anterior.

Las partes están de acuerdo en que la aceptación de los títulos de crédito por la "ARRENDATARIA" no implica en modo alguno el pago de las pensiones de renta, ni de compostura de la maquinaria o demás adeudos.

SEPTIMA.— PERSONA AUTORIZADA A RECIBIR LA MAQUINARIA.— La "ARRENDATARIA" autoriza a recibir la maquinaria dada en arrendamiento al señor

OCTAVA.— SITIO DE ENTREGA.— La "ARRENDADORA" pondrá a disposición de la "ARRENDATARIA", los bienes muebles materia de este Contrato de Arrendamiento, en sus almacenes ubicados en Calzada Ignacio Zaragoza 2303, en México, D. F., lugar en donde se obliga a la "ARRENDATARIA" a recogerlos por su cuenta, y se compromete a que antes de hacerlo, los revisará, checará, y comprobará el buen funcionamiento del equipo arrendado, ya que una vez que el mismo sea recibido por la "ARRENDATARIA", su cuidado, funcionalidad y mantenimiento serán por cuenta de la misma.

Al momento de recibir los muebles arrendados, la "ARRENDATARIA" se obliga a otorgar a la "ARRENDADORA" una comunicación escrita, dándose por recibida de los mismos a su entera satisfacción, haciendo constar la fecha de su recepción y el número de horas que marca el hidrómetro correspondiente, así como la medición de los tránsitos o de las llantas, según proceda, para los efectos que se mencionan en las cláusulas Vigésima y Vigésima Primera; dicha comunicación formará parte, en lo que corresponde, de este contrato.

NOVENA.— MANTENIMIENTO.— Para los efectos legales conducentes, la "ARRENDATARIA" manifiesta que tiene los conocimientos técnicos y profesionales suficientes o en su defecto se obliga a asesorarse debidamente para saber que recibe los equipos alquilados en perfectas condiciones de funcionamiento, ya que los ha revisado detenidamente, probado y confirmado que se encuentran en óptimo estado y por tal se obliga a mantener dicha maquinaria en las mismas condiciones en que las recibe, haciéndole por su cuenta todas las reparaciones que se requieran para su uso normal y moderado excepto las que ocurran por cansancio o desgaste normal de la vida de la máquina, por lo que si al devolverlas a la "ARRENDADORA" ésta encuentra que las máquinas tienen daños, o han sido alterados en violación al uso normal a que se obliga la "ARRENDATARIA", las reparaciones y refacciones que sean necesarias para reacondicionarlas para su uso normal, deberán ser pagadas por la "ARRENDADORA".

DECIMA.— RESPONSABILIDAD POR LA MAQUINARIA.— La "ARRENDATARIA" acepta expresamente en que desde que tome posesión en los locales de la "ARRENDADORA" de la maquinaria dada en arrendamiento, serán a su cargo las responsabilidades por pérdida o deterioro fuera del uso normal que dichos muebles sufran, así como por las responsabilidades que surjan por el uso de las mismas contra terceros, y que si los conceptos antes señalados no están cubiertos o no sean en su caso pagados por la compañía de seguros a que se refiere la cláusula Décima Primera o por el colateral respectivo, aunque no ocurran por su culpa, se obliga a indemnizar a la "ARRENDADORA" por el importe total de esta pérdida o deterioro, independientemente de los pagos a su cargo convenidos en este contrato.

En caso de que el equipo se pierda, sea robado, destruido o dañado de tal modo que sea imposible su reparación y de que la compañía de seguros o el fiador otorgado no realizara la indemnización correspondiente a la "ARRENDADORA", la "ARRENDATARIA" se obliga a pagar expresamente a la "ARRENDADORA" dentro de los 30 días siguientes a la fecha del suceso que origina el daño, una suma equivalente al valor establecido en la cláusula Décima Primera, dándose por terminado por acuerdo de las partes en ese momento el contrato de arrendamiento original.

A efecto de impedir que ilegalmente sea embargado o secuestrado de hecho el equipo arrendado, la "ARRENDATARIA" se obliga a tener en el sitio en donde se encuentre operando la maquinaria otorgada en arrendamiento, el original o copia de este contrato, a efecto de acreditar fehacientemente a terceros la propiedad de dicha maquinaria y por consiguiente que el dominio de la misma corresponde única y exclusivamente a la "ARRENDADORA". La "ARRENDATARIA" se obliga a dar aviso de inmediato y por escrito a la "ARRENDADORA", de cualquiera de los sucesos antes descritos en forma ejemplificativa y no limitativa, comprometiéndose expresamente a que si el equipo arrendado no puede ser reintegrado a la "ARRENDADORA" en un término de siete días a partir del suceso, se procederá a considerar por las partes a dicha maquinaria como equipo perdido, debiendo ser pagado íntegramente en los términos antes señalados el importe de la misma a la "ARRENDADORA" por la propia "ARRENDATARIA" o sus colaterales.

DECIMA PRIMERA.— SEGURO.— Las partes acuerdan que la máquina dada en arrendamiento tiene un valor de \$ por lo que la "ARRENDADORA" se obliga a contratar un seguro con deducible de 5%, que cubra los daños por accidentes que pudiera sufrir la máquina materia de este contrato, así como el robo total de la unidad. En caso de ocurrir algún siniestro, la "ARRENDATARIA" se obliga a pagar a la "ARRENDADORA" en un plazo no mayor de 10 días, el importe correspondiente al 5% de deducible del mencionado seguro.

DECIMA SEGUNDA.— ALTERACION DE LAS MAQUINAS.— Las partes pactan en que la "ARRENDATARIA" no podrá modificar la forma o mecánica de las máquinas dadas en arrendamiento, alterándolas bajo ninguna circunstancia. En caso de reparaciones, deberán hacerse con refacciones originales únicamente.

DECIMA TERCERA.— USO ESPECIFICO.— Las partes aceptan expresamente que el equipo dado en arrendamiento no podrá ser utilizado en roca o arena, sino con autorización previa y por escrito por parte de la "ARRENDADORA". En caso contrario la "ARRENDATARIA" deberá pagar a la "ARRENDADORA" los daños y desgastes excesivos por utilizarlo en contravención a lo antes señalado.

DECIMA CUARTA.— UBICACION DEL EQUIPO ARRENDADO.— La "ARRENDATARIA" se obliga a usar el equipo arrendado exclusivamente en Utilizándolo sólo para:

durante todo el tiempo que dure el arrendamiento, aceptando expresamente en que por ningún motivo podrá trasladar el equipo a un lugar distinto del antes señalado, salvo que la "ARRENDADORA" otorgue su consentimiento por escrito, siendo todos los gastos de traslado por cuenta de la "ARRENDATARIA" quien se obliga a realizar dicho acto a través de vehículos adecuados y no por la propulsión de la misma maquinaria.

El incumplimiento de la "ARRENDATARIA" a esta obligación será causa convencional de rescisión de este contrato, obligándose a pagar a la "ARRENDADORA" los daños y perjuicios que dicho acto ocasione.

DECIMA QUINTA.— MANTENIMIENTO DE LA MAQUINARIA.— La "ARRENDATARIA" se obliga a utilizar la maquinaria arrendada solamente en los términos y fines para los que está expresamente contratada y previstos en este documento, así como a hacer las reparaciones que dichos bienes requieran para su uso normal dándole el mantenimiento adecuado y observando que las mismas sean usadas correctamente.

La "ARRENDATARIA" se obliga a efectuar el mantenimiento en las máquinas arrendadas necesario para conservar dichas muebles en condiciones correctas de trabajo, así como a reemplazar aquellas piezas que por su uso normal se vayan desgastando, por piezas originales, así como a realizar el engrasado, lubricación, aseo y limpieza de las mismas y a vigilar que los neumáticos de las propias máquinas se encuentren con las presiones de aire adecuadas.

La "ARRENDATARIA" se obliga a realizar el cambio de las partes eléctricas de la maquinaria dada en arrendamiento conforme vaya requiriendo el uso de dicho equipo.

Asimismo la "ARRENDATARIA" se obliga a reponer por su cuenta las partes que por estar sujetas a constante uso o impacto derivado de los trabajos que efectúen en el arrendamiento y que sufran por lo mismo un desgaste excesivo, obligándose en todos los casos antes señalados a utilizar solamente partes y refacciones legítimas y servicio mecánico debidamente autorizado, excepto los casos que la "ARRENDADORA" autorice por escrito.

Asimismo la "ARRENDATARIA" se obliga a pagar por su cuenta todos los gastos inherentes al mantenimiento, operación, guarda y en general a la conservación del equipo que ha recibido en arrendamiento, aunque dicho mantenimiento o reparaciones sean hechos por la propia "ARRENDADORA" a solicitud de la "ARRENDATARIA"; dichos pagos los hará la "ARRENDATARIA" de inmediato, o por este contrato facultando expresamente a la "ARRENDADORA" a facturarlos y cobrárselos, tan pronto como se originen los cargos.

La "ARRENDATARIA" se obliga a contratar operadores competentes que conserven y utilicen las máquinas en forma adecuada, siendo desde luego las prestaciones económicas y laborales de los mismos por la exclusiva cuenta y responsabilidad de la propia "ARRENDATARIA".

DECIMA SEXTA.— GASTOS DE TRASLADO.—Las partes convienen en que serán por cuenta de la "ARRENDATARIA" los gastos de traslado de los bienes dados en arrendamiento, independientemente de todos los gastos o pagos que el uso de los mismos motiven, como consecuencia de este contrato de arrendamiento, tales como permisos, licencias, impuestos, multas y en general cualquier cargo fiscal, administrativo, laboral, etc., incluyendo el impuesto al valor agregado.

DECIMA SEPTIMA.— COMPUTO DE TIEMPO POR REPARACIONES.— La "ARRENDATARIA" se obliga a pagar a la "ARRENDADORA" la cantidad total señalada como precio del arrendamiento, aun cuando la maquinaria se encuentre en compostura, si ésta ha sido ocasionada por falta de mantenimiento, mala operación o cualquier otra causa imputable a la "ARRENDATARIA", toda vez que la "ARRENDATARIA" antes de recibirla ha revisado perfectamente el equipo y ha encontrado que se encuentra en óptimas condiciones de funcionamiento.

DECIMA OCTAVA.— HORAS TRABAJADAS.— Pactan las partes en que el precio del arrendamiento mensual ha sido calculado a razón de un turno de trabajo de 6.66 horas promedio por cada unidad y por día natural, a partir de la fecha en que sean entregados los bienes muebles motivo de este contrato, aceptando la "ARRENDATARIA" pagar en todo caso la mensualidad completa, aun cuando el uso de la maquinaria sea inferior al promedio pactado, sin que exista obligación de la "ARRENDADORA" de bonificar cantidad alguna en el caso de que el horómetro marque al término del arrendamiento un número de horas inferior al promedio convenido.

DECIMA NOVENA.— TIEMPO ADICIONAL.— Las partes están de acuerdo en que si la "ARRENDATARIA" deseara trabajar las unidades un tiempo mayor de horas por día natural, podrá hacerlo pagando a la "ARRENDADORA" como precio adicional a la renta mensual pactada, la cantidad de \$

....., por hora adicional trabajada que exceda de las 6.66 horas promedio por día natural pactadas.

Asimismo en caso, de que la "ARRENDATARIA" no devuelva la maquinaria arrendada voluntariamente, en el término señalado en este contrato, pagará a la "ARRENDADORA" independientemente de las cantidades que resulten por los conceptos previstos en la cláusula Cuarta y en esta cláusula, la cantidad de \$

....., por día natural que retenga en su poder la maquinaria dada en arrendamiento.

VIGESIMA.— COMPUTO DE HORAS TRABAJADAS.— A efecto de determinar el número de horas trabajadas por los equipos, tanto pactadas como adicionales, las partes están de acuerdo en registrarse por las cantidades en horas que determine el horómetro con que vienen equipadas las máquinas dadas en arrendamiento, por lo que es importante que la "ARRENDATARIA" suscriba la carta o que se refiere la cláusula Octava de este contrato, haciéndose el cómputo correspondiente, conforme al registro que marque dicho horómetro al ser devuelta la maquinaria por la "ARRENDATARIA", en los almacenes de la "ARRENDADORA".

El horómetro señalado será sellado por la "ARRENDADORA" en el momento de efectuar la entrega de la maquinaria a la "ARRENDATARIA", quien se obliga a conservar en perfectas condiciones dicho sello por lo que en caso de rotura o deterioro del mismo, o bien por descompostura del horómetro, la "ARRENDATARIA" se obliga a dar aviso a la "ARRENDADORA", por escrito de inmediato, comunicando en dicho documento, el número de horas que marca el horómetro al sufrir la falla, y obligándose desde este momento a llevar un control físico y por escrito, de las horas que trabaje la máquina sin el control del mismo, debiendo pagar en caso contrario a la "ARRENDADORA", la cantidad de dos tantos del importe de renta pactada durante el tiempo que el horómetro haya estado fuera de uso, por concepto de pena convencional por la omisión a la obligación que por este conducto contrae.

Asimismo las partes convienen en que la "ARRENDATARIA" deberá exhibir a la "ARRENDADORA" a efecto de cuantificar las horas trabajadas por el equipo, la bitácora de la obra, el reporte de horas pagadas y la nómina de los operadores correspondientes.

VIGESIMA PRIMERA.— DESGASTES EXCESIVOS.— Pactan las partes que los desgastes de los tránsitos y de las llantas que se mencionan a continuación, son los que corresponden al uso normal del equipo arrendado, por lo que en caso de que durante el tiempo que dura el arrendamiento, los desgastes excedan a los porcentajes señalados, la "ARRENDATARIA" se obliga a pagar a la "ARRENDADORA" el importe proporcional a los desgastes excesivos correspondientes, a precios de reposición de partes legítimas.

Desgaste de Tránsitos: 3.33% por cada 200 horas de trabajo.

Desgaste de Llantas: 10.00% por cada 200 horas de trabajo.

Para los efectos de esta cláusula las partes convienen en sujetarse al dictamen del Sr., para establecer el importe del deterioro del equipo arrendado y se obligan a aceptar dicho dictamen, renunciando desde ahora a impugnarlo.

VIGESIMA SEGUNDA.— PAGOS ADICIONALES.— Las partes acuerdan específicamente que tanto el costo de mano de obra, como refacciones originales que se requieran por las reparaciones que se hagan a la maquinaria, cuando sean ocasionadas por falta de mantenimiento, descuido, mala operación o cualquier otra causa imputable a la "ARRENDATARIA" durante el tiempo que dura el arrendamiento, así como todos los demás cargos que resulten a la "ARRENDATARIA" por conceptos diversos como son: penas convencionales, traslados, intereses moratorios, etc., y pagos hechos por la "ARRENDADORA" por cuenta de la "ARRENDATARIA", ésta se obliga a pagar a la "ARRENDADORA" en un término de 10 días naturales, contados a partir de la liquidación que se le exhiba, las cantidades que resulten conforme al juicio uniforme de Contadores de la propia "ARREN-

DADORA", sirviendo como base de la acción que sea necesaria ejercitar, el presente contrato, en los términos del artículo 1391, fracción VII del Código de Comercio, por lo que la "ARRENDATARIA" está de acuerdo en que la "ARRENDADORA" le lleve un control contable de crédito, en el que se registren y acumulen las cantidades y conceptos a su cargo y que se originen del presente contrato, mismos cuya cantidad resultante se obliga a pagar en esta ciudad de México, D. F., en el término señalado en esta misma cláusula

VIGESIMA TERCERA.— INTERESES MORATORIOS.—Las partes pactan que en caso de que la "ARRENDATARIA" no efectúe puntualmente cualquiera de los pagos a su cargo derivados de este contrato, a favor de la "ARRENDADORA", en que habrá de pagar a la misma intereses moratorios convencionalmente pactados al 3% mensual o el máximo que se autorice conforme a los artículos 22 y 23 de la Ley Federal de Protección al Consumidor hasta el liniquito de dichas cantidades.

VIGESIMA CUARTA.— GASTOS Y COSTOS LEGALES.—En caso de ser necesaria la intervención de los Apoderados Jurídicos de la "ARRENDADORA", para la recuperación por cualquier concepto a favor de la misma de los bienes dados en arrendamiento, o el cobro de cualquier adeudo, proveniente o causado por las obligaciones que por este conducto ha contraído la "ARRENDATARIA", la misma se obliga a pagar los honorarios, que por ese motivo se causan, calculados al 10% sobre el valor de los bienes o cantidades que los apoderados jurídicos cobren, más los gastos y costos necesarios para tales efectos.

VIGESIMA QUINTA.— RESPONSABILIDAD CONTRACTUAL CON TERCEROS —Las partes convienen expresamente en que la "ARRENDATARIA" será la única responsable de los contratos de trabajo que la misma celebre con terceros para el uso u operación de las máquinas dadas en arrendamiento.

VIGESIMA SEXTA.— INSPECCION DE LAS MAQUINAS.—La "ARRENDATARIA" faculta expresamente a la "ARRENDADORA" a inspeccionar las máquinas dadas en arrendamiento, cuando lo juzgue necesario, para que la misma pueda confirmar que se le está dando a las máquinas el mantenimiento que requieran, así como que se están usando en forma adecuada y normal, por lo que se obliga a dar libre acceso al lugar donde se encuentren trabajando las máquinas al personal que para tales efectos designe la "ARRENDADORA", obligándose la "ARRENDATARIA" a parar las máquinas en el momento en que ello le sea solicitado a fin de evitar mayores daños y facultando a la "ARRENDADORA" a recoger y reparar en su caso el equipo arrendado, siendo todo lo anterior por cuenta de la "ARRENDATARIA", si esto se debe a causas imputables a la misma.

VIGESIMA SEPTIMA.— FIANZA.—Comparece solidariamente en este contrato el señor en su calidad de y se constituye como "FIADOR" solidario de las obligaciones contraídas por la "ARRENDATARIA" en este contrato obligándose a cumplir todas y cada una de las obligaciones derivadas en este instrumento a cargo de la "ARRENDATARIA", hasta el momento en que dichos bienes los reciba en devolución la "ARRENDADORA" a su entera satisfacción y al efecto el "FIADOR" declara tener su domicilio en

..... y ser propietario o representante de bienes o empresa que afecta expresamente en favor de la fianza que por este conducto está otorgando.

El "FIADOR" renuncia expresamente a los beneficios de orden y excusión consignados en los artículos 2812, 2813, 2814, 2815, 2818, 2820, 2824, del Código Civil para el Distrito Federal.

VIGESIMA OCTAVA.— RECUPERACION DEL EQUIPO.—La "ARRENDATARIA" está de acuerdo y toda vez que se ha responsabilizado a mantener en su poder el equipo arrendado, se obliga con la "ARRENDADORA" o a quien sus derechos represente a concederle la facultad irrevocable de tomar posesión material de los bienes objeto de este contrato, donde quiera que los mismos se encuentren, ya sea por rescisión judicial del propio contrato o por cualquier otra causa que no se encuentre comprendida dentro de las especificadas en este propio instrumento, obligándose a pagar a la "ARRENDADORA" todos los gastos, costos u honorarios de Abogado en que incurra la "ARRENDADORA" por este concepto, para que obtenga la devolución y entrega material de las máquinas de su propiedad, en los términos de la cláusula Vigésima Cuarta de este instrumento.

VIGESIMA NOVENA.— PROHIBICIONES DE SUBARRIENDO.—La "ARRENDATARIA" se obliga a no subarrendar o permitir a terceros el uso de los bienes materia de este contrato, ni a transferir los derechos y obligaciones derivados de este documento a terceras personas sin el consentimiento de la "ARRENDADORA" dado por escrito.

TRIGESIMA.— CAUSAS DE RESCISION.—Además de quedar sujeto a las causas de rescisión establecidas por la Ley, este contrato podrá rescindirse:

- 1.— Por no cubrirse la renta en la forma y términos convenidos.
- 2.— Por no comunicar la "ARRENDATARIA" a la "ARRENDADORA" el lugar exacto en que están trabajando las unidades arrendadas.
- 3.— Por destinar dichas unidades a trabajos diferentes de aquellos para los que han sido específicamente contratadas.
- 4.— Por no comunicar la "ARRENDATARIA" a la "ARRENDADORA" cualquier toma de posesión que de dichas unidades efectúe cualesquiera autoridad judicial o administrativa, o cualquiera otra persona.
- 5.— En general, por cualquier incumplimiento en que incurra alguna de las partes a las estipulaciones de este contrato.

TRIGESIMA PRIMERA.— COMPETENCIA.—Para la Interpretación, ejecución y cumplimiento del presente contrato, las partes se someten expresamente a los tribunales, leyes y autoridades administrativas, incluyendo Procuraduría Federal de Protección al Consumidor, competentes en la ciudad de México, D. F., renunciando expresamente a los que por razón de su domicilio presente o futuro pudieran corresponderles.

SE FIRMA ESTE CONTRATO POR EN LA CIUDAD DE MEXICO, D. F., QUEDANDO UNO EN PODER DE CADA UNA DE LAS PARTES, A LOS DIAS DEL MES DE DE 19.....

LA "ARRENDADORA"

LA "ARRENDATARIA"

REPRESENTADA POR:

FIRMA:
NOMBRE:
CARGO:
DOMICILIO:

.....
.....
.....
.....

CON OPCION A COMPRA

22

29

MEXICANA DE TRACTORES Y MAQUINARIA, S. A.

ROBERTO LANDERO ARIAS, Corredor Público No. 10 del Distrito Federal, en ejercicio hago constar el siguiente -----
CONTRATO MERCANTIL DE ARRENDAMIENTO DE BIENES MUEBLES QUE CELEBRAN POR UNA PARTE MEXICANA DE TRACTORES Y MAQUINARIA, S. A. COMO "ARRENDADORA" REPRESENTADA EN ESTE ACTO POR EL C. P. LUIS ROJANO FERNANDEZ EN SU CARACTER DE APODERADO Y POR LA OTRA CEMENTOS VERACRUZ, S. A., COMO "ARRENDATARIA", REPRESENTADA POR EL ING. GUILLERMO RIVAS DIAZ EN SU CARACTER DE DIRECTOR GENERAL

C L A U S U L A S :

PRIMERA.- MEXICANA DE TRACTORES Y MAQUINARIA, S. A., a quien en el curso de este Contrato se designará como la ARRENDADORA, legítima propietaria de los bienes muebles que en seguida de mencionan, da en arrendamiento a CEMENTOS VERACRUZ, S. A., quien en lo sucesivo se designará como la ARRENDATARIA y ésta los recibe en tal concepto, el equipo que a continuación se describe : UN TRACTOR MARCA CATERPILLAR MODELO D9L SERIE 14Y1530, con un valor total de \$ 79'785,000.00 (SETENTA Y NUEVE MILLONES SETECIENTOS OCHENTA Y CINCO MIL PESOS 00/100 M.N.), más IVA.

SEGUNDA.- La ARRENDADORA se obliga a entregar los bienes materia de este Contrato al quedar documentado y firmado el mismo y satisfecho lo estipulado en la Cláusula DECIMO NOVENA que precede, en la inteligencia de que dicha entrega se efectuará precisamente en los almacenes de la ARRENDADORA, sitos en Los Reyes La Paz, Estado de México.

TERCERA.- El término del arrendamiento será de treinta y cinco meses forzosos para ambas partes, contados a partir de la fecha en que sea entregada la unidad objeto de este Contrato. Con el fin de determinar la fecha exacta de la entrega, la ARRENDATARIA deberá proporcionar a la ARRENDADORA una carta en que se haga constar ese hecho y se especifique el número de horas que marque el hrómetro de la máquina.

CUARTA.- El precio del arrendamiento se hará por las cantidades que a continuación se expresan y quedará sujeto al siguiente calendario : LA ARRENDATARIA dara un primer pago de \$ 5'584,950.00 (CINCO MILLONES QUINIEN--TOS OCHENTA Y CUATRO MIL NOVECIENTOS CINCUENTA PESOS 00/100 M.N.) más IVA, igualmente la ARRENDATARIA efectuará otros treinta y cinco pagos por concepto de renta mensual, por la cantidad de \$ 4'532,345.57 (CUATRO MILLONES QUINIEN--TOS TREINTA Y DOS MIL TRESCIENTOS CUARENTA Y CINCO PESOS 57/100 M.N.) más IVA, cada uno a partir del 1o. de Mayo de 1984. En el arrendamiento mencionado con anterioridad, se ha fijado un interés de financiamiento calculado a la tasa que resulte de sumar 5 puntos al costo promedio porcentual correspon-----

levard Puerto Aéreo No. 34 México 9, D. F.
571-20-00 Telax 017-7313 Apdo. 118 B1s

CATERPILLAR

SUCURSALES. Mérida, Yuc. Salina Cruz, Oax. Cd. del Carmen, Campeche. Camp. Guaymas, Ver. Poza Rica, Ver.
Córdoba, Ver. Tuxtla Gutiérrez, Chi.

MEXICANA DE TRACTORES Y MAQUINARIA, S. A.

DECIMA TERCERA.- Por su parte la ARRENDADORA, en el caso de que se satisfagan las condiciones señaladas en la Cláusula que antecede, se obliga a vender a la ARRENDATARIA el bien mencionado, en un precio no mayor de --- \$ 4'532,345.57 (CUATRO MILLONES QUINIENTOS TREINTA Y DOS MIL TRESCIENTOS -- CUARENTA Y CINCO PESOS 57/100 M.N.) más IVA.

DECIMA CUARTA.-

DECIMA QUINTA.- La ARRENDATARIA se obliga a no quitar, alterar ni cubrir números, series o marcas especiales que lleve puestos o grabados el bien mueble, materia de este Contrato, en el momento de serle entregado, ni tampoco de pintarlo de un color distinto al original.

DECIMA SEXTA.- La ARRENDATARIA se obliga a conservar el equipo --- arrendado bajo su custodia y responsabilidad, obligándose a no comprometerlo en ningún procedimiento civil, mercantil, administrativo o de cualquier otra especie, sin poder en ningún caso gravarlo, enajenarlo o comprometerlo; en cualquier transacción. Desde este momento la ARRENDATARIA se obliga a dar aviso inmediato por escrito a la ARRENDADORA en caso de huelga, embargo o cualquier otro procedimiento que se lleve a cabo o de que tenga conoci--- miento que pudiera resultar en la disposición del equipo arrendado o en la limitación de los derechos de la ARRENDADORA para su recuperación.

DECIMA SEPTIMA.- Además de quedar sujetos a las causas de rescii--- sión establecidas por la ley, este Contrato podrá rescindirse :

- 1.- Por no cubrirse la renta en la forma y términos convenidos.
- 2.- Por no comunicar la ARRENDATARIA a la ARRENDADORA el lugar --- exacto en que está trabajando la unidad arrendada.
- 3.- Por destinar dicha unidad a trabajos diversos de aquellos para los que han sido específicamente construidos.
- 4.- Por no dar la ARRENDATARIA a la ARRENDADORA el aviso por escri--- to a que se refiere la CLAUSULA DECIMA SEXTA de este Contrato, dentro de las veinticuatro horas siguientes al momento en que se presente cualesquiera de las hipótesis previstas en dicha --- cláusula.
- 5.- En general, por cualquier incumplimiento en que incurra alguna de las partes, a las estipulaciones de este Contrato.

DECIMA OCTAVA.- Queda entendido que la ARRENDATARIA concede desde--- hora a la ARRENDADORA o a quien sus derechos represente, la facultad irrevocable de tomar posesión del bien mueble materia de este Contrato, donde--- 167

Bulevard Puerto Aéreo No. 34 México 9, D. F.
 Tel. 571-20-00 Telex 017-7313 Apdo. 118 Bis

HEATERPILLAR

SUCURSALES: Mérida, Yuc Salina Cruz, Oax. Cd. del Carmen, Chiapas, Campeche, Escuintla, Guatemala, Ver. Poza Rica, Ver.
 Córdoba, Ver. Tuxtla Gutierrez, Chiapas, Guatemala, Ver.

MEXICANA DE TRACTORES Y MAQUINARIA, S. A.

quiera que el mismo se encuentre al rescindirse el propio Contrato por cualesquiera de las causas establecidas en la CLAUSULA DECIMA SEPTIMA del mismo. Todos los gastos en que incurra la ARRENDADORA por este concepto, serán a cargo de la ARRENDATARIA.

DECIMA NOVENA.- El equipo materia de este Contrato queda incluido a partir de la fecha del mismo, en la Póliza Abierta No.

y la arrendataria se obliga a pagar su importe total a la Cía. de Seguros y las partes convienen a este respecto.

a) Que todas las pérdidas cubiertas por la póliza mencionada serán pagadas por la Aseguradora a la ARRENDADORA o a su cesionario exclusivamente sin que la ARRENDATARIA tenga derecho alguno sobre ellas.

b) Que si en un plazo de treinta días contados a partir de la fecha en que ocurra la pérdida, robo, destrucción o daño del equipo arrendado, la ARRENDADORA no recibe de la Aseguradora o de la tercera persona física o moral que pudiera resultar responsable de los actos mencionados la indemnización correspondiente, la ARRENDATARIA se obliga a cubrir a la ARRENDADORA o a su cesionario, el valor fijado para el equipo en la CLAUSULA PRIMERA de este Contrato, dándose por terminado el mismo como consecuencia de dicho pago. Si el monto de la indemnización pagada por la Aseguradora fuese inferior al valor mencionado, la ARRENDATARIA se obliga a pagar a la ARRENDADORA la diferencia que resulte, subsistiendo las obligaciones adquiridas por el presente Contrato hasta que dicha diferencia sea totalmente liquidada.

c) Que la ARRENDADORA no se hace responsable en ningún caso de robos o daños que pueda sufrir el equipo arrendado, pero la imposibilidad de reparación o de reposición de todo o parte del equipo será motivo de terminación del presente Contrato, una vez que la ARRENDADORA haya sido debidamente indemnizada en los términos de los incisos anteriores.

d) Que la ARRENDATARIA se obliga a continuar pagando a la ARRENDADORA con toda oportunidad, el importe de las rentas mensuales estipuladas en la CLAUSULA SEGUNDA, hasta en tanto la ARRENDADORA reciba la indemnización correspondiente para dar por terminado el presente Contrato, aún cuando como consecuencia de robo o destrucción, parcial o total del equipo, se vea privada de su uso.

VIGESIMA.- La ARRENDATARIA se obliga a responder a toda clase de daños y perjuicios que se ocasionen sobre los bienes, por su personal o por terceros y que sean consecuencia directa o indirecta del uso del equipo arrendado o que puedan derivarse del incumplimiento de este Contrato.

MEXICANA DE TRACTORES Y MAQUINARIA, S. A.

VIGESIMA PRIMERA.- El presente Contrato se rescindirá automáticamente por la muerte del ARRENDATARIO si es persona física o por disolución, liquidación o quiebra en su caso, si es persona moral.

VIGESIMA SEGUNDA.- Si faltare la garantía de la fianza por cualquier causa la repondrá la ARRENDATARIA a satisfacción de la ARRENDADORA, dentro del plazo de ocho días y por el sólo lapso de ese tiempo, sin que lo verifique la ARRENDADORA declara dar por concluido el Contrato.

VIGESIMA TERCERA.-

VIGESIMA CUARTA.-

VIGESIMA QUINTA.-

VIGESIMA SEXTA.- Para cualquier controversia derivada de la interpretación o cumplimiento del presente Contrato, las partes se someten expresamente a los Tribunales competentes de la Ciudad de México, D. F. renunciando al fuero de su domicilio presente o futuro.

VIGESIMA SEPTIMA.- Las partes contratantes, de acuerdo con lo que previene el artículo 34 del Código Civil, señalan como domicilio para todo lo relacionado en este Contrato a: MEXICANA DE TRACTORES Y MAQUINARIA, S. A. el edificio No. 34 del Boulevard del Puerto Central Aéreo en la Ciudad de México, D. F., y a: CEMENTOS VERACRUZ, S. A., en el Km. 322 Carret. México-Córdoba, Ixtaczoquitlán, Ver.

P E R S O N A L I D A D

1.- MEXICANA DE TRACTORES Y MAQUINARIA, S. A. (MEXTRAC) es una Sociedad constituida en Escritura No. 5995 como MEXICO TRACTO & MACHINERY, S. A., de fecha 8 de Enero de 1926, pasada ante la fé del Notario Público No. 18 Lic. AGUSTIN SILVA VALENCIA, según escritura No. 92 LIC. MARIO GARCIA LE CUONA, bajo el No. 195 a fojas 93, volumen 271, tomo 301, sección de Comercio, Cédula de Empadronamiento No. 15897 de fecha 23 de Febrero de 1948, MEXICO TRACTOR & MACHINERY, S. A. (MEXTRAC), según Escritura No. 15623 de fecha 10 de Junio de 1961, pasada ante la fé del Notario Público No. 983 de esta Ciudad Lic. Federico Pérez Gómez, volumen 195 a fojas 102, inscrita en el Registro Público de la Propiedad de esta Ciudad en la Sección de Comercio, libro 3°, volumen 494, fojas 332 y libro el número 244.

MEXICANA DE TRACTORES Y MAQUINARIA, S. A.

Firma este Contrato en representación de MEXICANA DE TRACTORES Y MAQUINARIA, S. A. (MEXTRAC), el Señor C.P. LUIS ROJANO FERNANDEZ, bajo la Escritura No. 44506 volumen 876 del año de 1980, bajo la fé del Notario Público -- No. 42 en el Distrito Federal LIC. SALVADOR GODINEZ VIERA y por CEMENTOS VERA CRUZ, S. A., el Ing. GUILLERMO RIVAS DIAZ, bajo la Escritura No. 55611 del -- año de 1978, bajo la fé de Notarios Asociados No. 59 y 13 en el Distrito Federal Lic. Raúl Falomir y Lic. Jorge H. Falomir.

GENERALES :

SR. C.P. LUIS ROJANO FERNANDEZ, mexicano, casado, de 47 años de edad con domicilio en Boulevard del Puerto Central Aéreo No. 34 en México 9, D. F.
ING. GUILLERMO RIVAS DIAZ, mexicano, casado, de 41 años de edad, con domicilio en Colonia Cementos Veracruz Interior Planta, Ixtaczoquitlan, Ver.

LA ARRENDADORA

LA ARRENDATARIA

MEXICANA DE TRACTORES Y MAQUINARIA, S.A.
(M E X T R A C)

Guillermo Rivas Diaz
CEMENTOS VERACRUZ, S. A.



OPERACION Y MANTENIMIENTO DE EQUIPO 39

4.1 Operación del Equipo

Se ha insistido, en que el valor del equipo es de tal magnitud, que merece especial atención en todas y cada una de las fases de su vida útil.

La operación del equipo debe vigilarse muy de cerca, pues de ella depende que los rendimientos, y por consiguiente las utilidades, sean las esperadas; una mala operación del equipo, puede dar al traste con cualquier programa de mantenimiento por muy estricto que este sea.

El operador de equipo, debe ser no tan solo una persona hábil para mane-

jar su máquina, sino un ser responsable que observe meticulosamente las recomendaciones del fabricante antes, durante y después de la operación de su equipo.

Un programa de capacitación de operadores, una política bien definida para la contratación de los mismos y un plan de incentivos, pueden ser tres recomendaciones para contar con buenos operadores de equipo.

Por otra parte, el conocimiento de los principios físicos que rigen el funcionamiento del equipo, ayuda en todo momento a evitar errores de concepto durante su operación, como pudiera ser el caso de adaptar extensiones a las hojas topadoras de los tractores, a las cajas de las moto -- escrepas y camiones, lastrar excesivamente los equipos de compactación y aún llegar a reforzar el togle de las quebradoras primarias, etc.

En estas condiciones, los requisitos mínimos que debieran solicitarse a los operadores son:

- + Conocimiento de la Máquina
- + Conocimiento del Trabajo que se va a efectuar
- + Habilidad
- + Responsabilidad

De lo anterior, se desprende que, como parte de su trabajo, los operadores deben desarrollar diariamente las siguientes actividades:

- + Revisión visual de la máquina (si existen partes sueltas o por caer, si hay desgaste anormal de partes, si está engrasada suficientemente o existe deficiencia, etc.)
- + Revisión de niveles de aceite y agua (aceite del motor, hidráulico, transmisión, agua del radiador y baterías, combustible)
- + Revisión de medidores (presión, temperatura, corriente cuando se arranca y dar tiempo razonable para que las lecturas sean las normales en vacío, trabajar seleccionando adecuadamente la velocidad y vigilando continuamente que los medidores indiquen las lecturas normales de operación y, al terminar su turno, entregar su reporte de operación y hacer las observaciones del comportamiento de la máquina durante su turno.

4.2 Rendimiento del Equipo

Uno de los factores de interés para el propietario de equipo, es la estimación previa y posteriormente en campo, de la producción que el equipo es capaz de lograr.

Básicamente podríamos mencionar tres maneras de conocer el rendimiento de los equipos de construcción: por observación directa, por tablas y gráficas y por lo que podríamos llamar un procedimiento "racional".

4.2.1 Rendimientos por Observación Directa.

Mediante este procedimiento para calcular la producción, basta medir en campo, físicamente, los volúmenes ejecutados por el equipo en observación y dividirlos entre el tiempo que duró dicha observación. Se pueden tener entonces registros de producción horaria, por turno, semanal y mensual lo que permite, por una parte, contar con información a todos los niveles de la organización (jefe de frente, superintendente, gerente, etc.) y, por otra, comprobar el rendimiento real obtenido en campo, contra aquel que se había supuesto al programar la ejecución de la obra, permitiendo tomar las medidas correctivas necesarias cuando se detectan desviaciones significativas.

El inconveniente de este procedimiento, es que no puede aplicarse en las fases de planeación y presupuestación de la obra, donde es necesario tener anticipadamente la información relacionada con la producción de la maquinaria.

4.2.2 Rendimientos por Tablas y Gráficas

Ayudada en la estadística, existe en la literatura relativa, gran cantidad de información, presentada generalmente en forma de tablas y gráficas, referente a la producción esperada de un equipo determinado.

Para aplicar correctamente esta información, es conveniente revisar bajo qué condiciones fueron elaboradas dichas tablas y gráficas, pues sucede con frecuencia, que la información se elaboró en un medio muy distinto al nuestro y suponiendo condiciones ideales de operación.

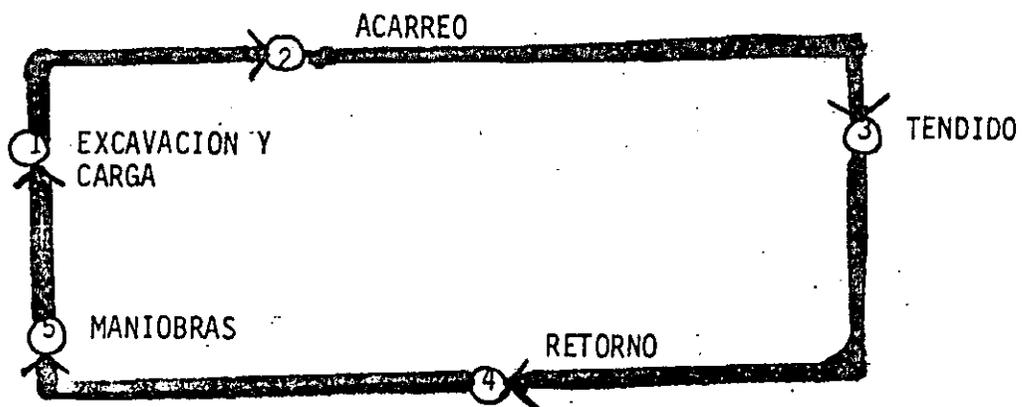
En estas circunstancias, conviene analizar cuáles serán las condiciones reales del frente de trabajo y corregir la producción señalada en tablas y gráficas.

4.2.3 Rendimientos por procedimientos "racionales"

Una forma de estimar la producción de algunos equipos de construcción es conociendo la capacidad de su "útil" de trabajo (hoja topadora en los tractores, caja en los camiones, bote en los cargadores) y el tiempo de duración de su ciclo de operación. Se puede con ello, aplicar una expresión como la siguiente para calcular la producción:

$$\text{Producción} = \frac{\text{Capacidad} \times \text{Eficiencia} \times 60}{\text{Tiempo del ciclo en minutos}}$$

Lo anterior, implica suponer cuál será en campo la mecánica de operación del equipo. A manera de ejemplo, consideremos el caso de un grupo de motoescrepas trabajando con la ayuda de un tractor empujador. El ciclo de operación sería:



Conociendo la longitud y calidad del camino por el que circulan las motoescrepas, es posible calcular el tiempo empleado por ellas en ir y regresar al punto de partida; asimismo, conociendo las condiciones de carga y descarga, se puede estimar el tiempo de estas operaciones y considerarlo invariable o fijo para el análisis.

Con esta información y la capacidad al ras o colmada de las motoescrapas, estaríamos en posibilidad de aplicar la expresión anterior para obtener el rendimiento.

4.2 Mantenimiento del Equipo

Se entiende por mantenimiento, todas aquellas operaciones que permiten operar eficientemente la maquinaria.

De acuerdo a la magnitud y naturaleza de las reparaciones o servicios, se le clasifica en MANTENIMIENTO MAYOR y MANTENIMIENTO MENOR. En base al momento en que se realiza, puede ser MANTENIMIENTO PREDICTIVO, PREVENTIVO o CORRECTIVO.

4.2.1 Mantenimiento Predictivo

La característica principal de este tipo de mantenimiento es que es teórico, es decir, se basa fundamentalmente en detectar una falla antes que suceda. Se utiliza como información lo siguiente:

- + Análisis estadístico de vidas útiles de piezas y conjuntos (proporcionados por el fabricante o por la experiencia misma de los usuarios).
- + Análisis físicos de piezas de desgaste
- + Análisis de laboratorio y diagnósticos de campo.

Con este mantenimiento, se eliminan los problemas de sustituir partes costosas sólo para estar del lado seguro, adivinar qué tiempo le queda de vida a las diferentes partes de un equipo o suspender el servicio fuera de programa por fallas imprevistas.

4.2.2 Mantenimiento Preventivo

Este mantenimiento, es la aplicación práctica del predictivo; su característica principal es la de detectar fallas en su fase inicial y corregirlas oportunamente. Incluye todo ajuste de mecanismos hasta cambios de conjuntos y su aplicación es menos costosa y consume menor tiempo que el mantenimiento correctivo.

Los resultados directos que se pueden obtener, son los de lograr que los trabajos puedan efectuarse en la fecha debida y programar las reparaciones, lo cual da como resultado un funcionamiento más eficiente del equipo y, consecuentemente, aumenta la productividad. Además, disminuye el costo por máquina parada, evita reparaciones más costosas y se incrementa el valor de rescate del equipo.

4.2.3 Mantenimiento Correctivo

Es el mantenimiento realizado después de la falla, ya sea por síntomas claros y avanzados o por falla total. Sus características son:

- + Está fuera del programa
- + Su ejecución inmediata es imperativa y en ocasiones -
Incosteable
- + Los tiempos de paro del equipo son prolongados
- + Su costo de operación es sumamente elevado.

Durante la operación del equipo, debe contarse con un programa de mantenimiento que incluya entre otros aspectos programas de limpieza, lubricación, suministro de combustible u otras fuentes de energía, inspección, corrección de defectos y sustitución de partes, reparaciones y ajustes.

Por otra parte, el control del mantenimiento es factible llevarlo a cabo mediante una serie de reportes como son el reporte del operador, que debe contener como mínimo la siguiente información:

- + Fecha
- + Nombre del Operador
- + Turno y frente de trabajo
- + Número económico de la máquina
- + Lectura del horómetro al iniciar su trabajo
- + Lectura del horómetro al finalizar su trabajo
- + Detalle de los tiempos perdidos y su causa
- + Fallas mecánicas observadas
- + Volumen de trabajo ejecutado

El reporte de los mecánicos, que debe contener información sobre:

- + Inspección
- + Servicios
- + Trabajos realizados
- + Bitácoras o historias de las máquinas.

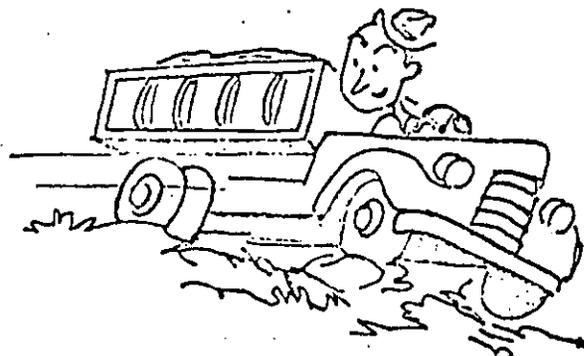
Al llevar una historia por cada máquina, es posible registrar los datos característicos generales de ella, su número económico y los controles de servicios efectuados, mantenimiento preventivo, reparaciones, costos, etc.

Se anexan a los presentes apuntes, una serie de formatos típicos para el control del equipo y su mantenimiento.

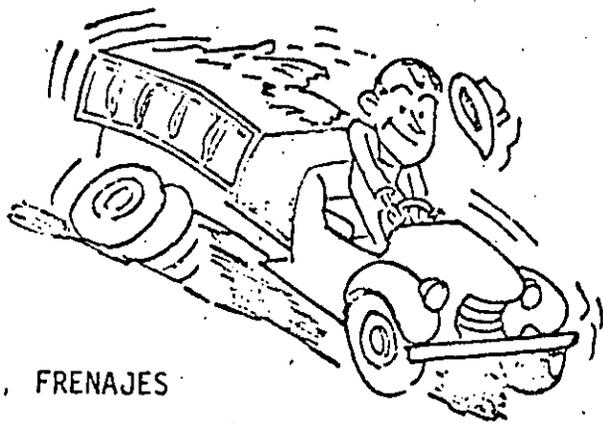
4.3 Programación del Equipo

Para optimizar el aprovechamiento de los tiempos disponibles de operación de la maquinaria, es necesario contar con un programa de ocupación y desocupación de la misma. Dicho programa, es consecuencia directa del programa general de obra en el cual, debe procurarse hacer la mejor distribución posible para la utilización del recurso maquinaria.

La tabla anexa, muestra un programa típico de utilización de maquinaria.

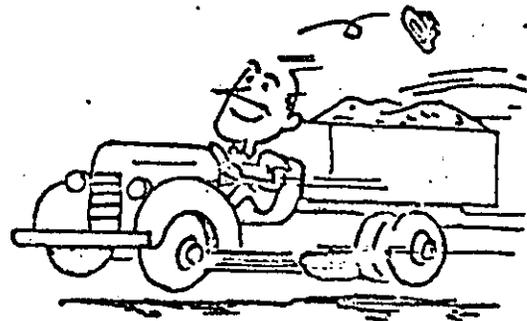


OBSTACULOS

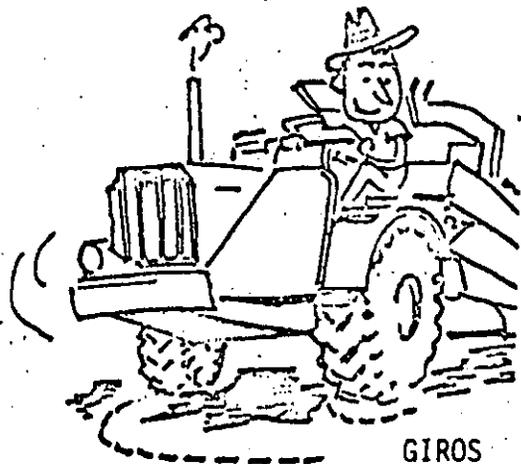


FRENAJES

¿OPERACION? DEL EQUIPO.



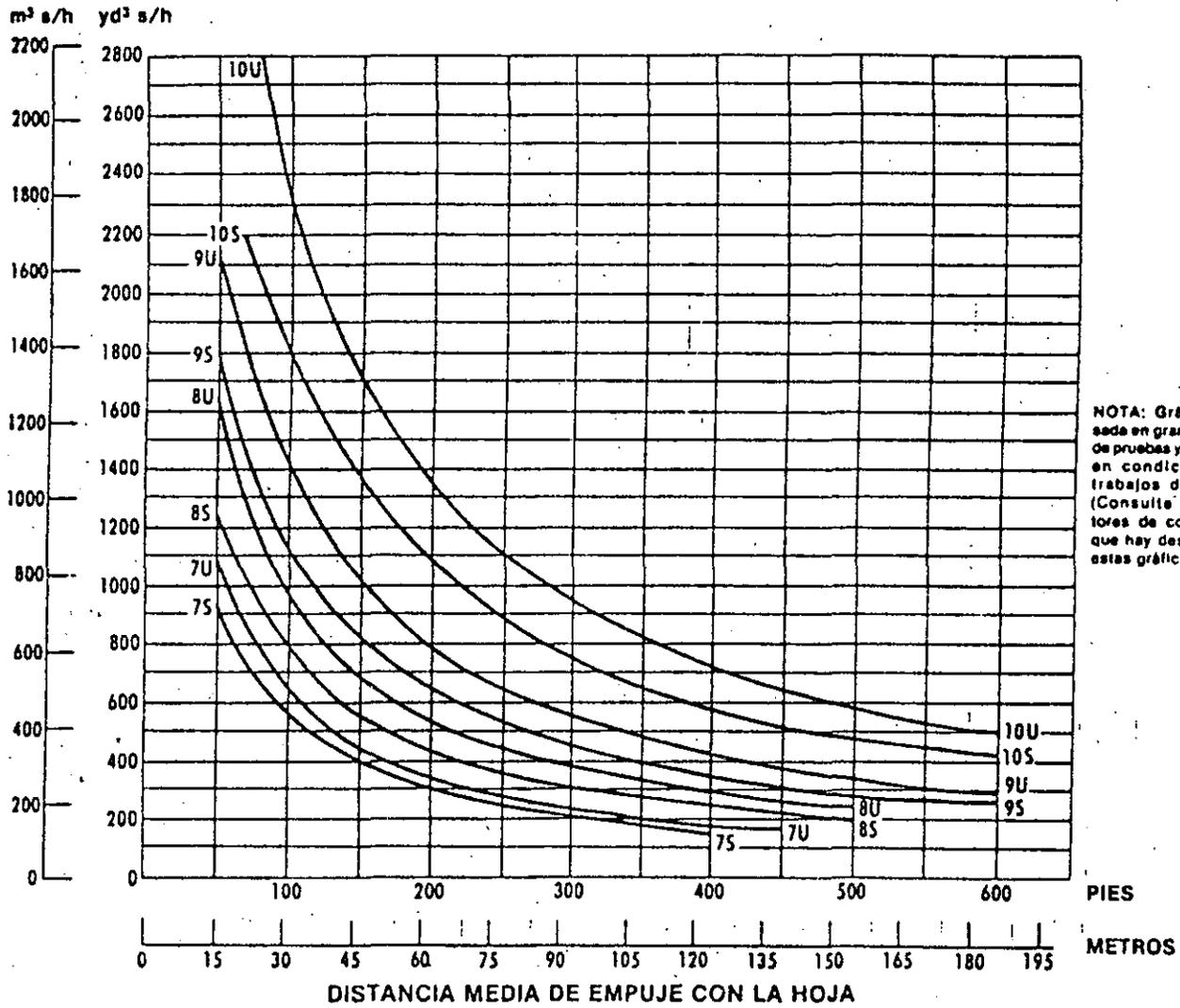
VELOCIDAD



GIROS



PRODUCCION ESTIMADA • Con hoja universal y hoja recta • D7 al D10



NOTA: Gráfica basada en gran número de pruebas y estudios en condiciones y trabajos diversos. (Consulte los factores de corrección que hay después de estas gráficas.)

CUADERNO
DE
MANTENIMIENTO

No. Eco. : _____

MAQUINA: _____

PREVENTIVO.

- 1.- "REPORTE DE OPERACION"(FORMA MP-1); este reporte deberá contener información acerca del estado físico de la máquina y lectura del horómetro durante el turno reportado, datos indispensables para la realización del mantenimiento preventivo.
- 2.- "CARACTERISTICAS DEL EQUIPO" (FORMA MP -2); esta hoja contendrá todos los datos necesarios para describir la máquina, incluyendo dimensiones y peso, esenciales para trasladar el equipo con seguridad.
- 3.- "CARACTERISTICAS DE LUBRICANTES Y ACCESORIOS" (FORMA MP-3); contendrá todos los datos necesarios para evitar fallas por selección incorrecta de lubricantes y complementada con accesorios y equivalentes, datos importantes para un buen mantenimiento.
- 4.- "CONTROL GENERAL DE HORAS POR MAQUINA" (FORMA MP-4); aquí se registrará mensualmente la edad de la máquina en horas trabajadas, señalando los períodos y obras en donde se utiliza, es un resumen de las formas MP- 7.
- 5.- "CONTROL DE SERVICIOS" (FORMA MP-5); el secretario encargado del mantenimiento preventivo deberá registrar en esta hoja los horómetros anotados en los reportes de operación (FORMA MP-1); formular los programas de mantenimiento preventivo correspondientes, los cuales se entregarán al ingeniero mecánico de la obra y al jefe de servicio para su ejecución.. El programa deberá acompañarse de las cartas de mantenimiento respectivas.
- 6.- "PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO" (FORMA MP-6); el secretario se encargará de ver con el jefe de servicio que se lleve a cabo este programa y se cumpla con lo señalado en las cartas de mantenimiento correspondientes.
- 7.- "CARTAS DE MANTENIMIENTO" (FORMAS MP-7); serán exclusivas para cada tipo de máquina y servicio por ejecutar, en ellas se especifican todas las operaciones a realizar. Los cuadros que aparecen a la derecha se llenarán de acuerdo a las indicaciones siguientes:

Los servicios ejecutados se marcarán



En caso de revisión se anotarán las letras:

(B).- Si se encuentra BIEN

(R).- Si se encuentra REGULAR

(M).- Si se encuentra MAL

Las letras (R) y (M) requieren explicación en el reverso de las hojas --

-de servicio (hoja de anotaciones importantes).

-Si se corrige la falla, además se marcará MV

-Los resultados de lecturas, verificaciones y mediciones se registrarán en la hoja de anotaciones importantes, aquí también se anotarán las piezas que requieran cambio, ajuste o reparación y cualquier otra observación que así lo amerite.

Los servicios no ejecutados se marcarán X y se hará la explicación correspondiente en la hoja de anotaciones importantes.

- 8.- "CONTROL MENSUAL"(FORMA MP- 9); este control será llenado por el secretario con las informaciones contenidas en los reportes de operación y las cartas de mantenimiento, esta forma es un poderoso auxiliar en la elaboración de la efectividad del mismo.

No. Eco.

Año de fabricación:

DESCRIPCION	MARCA	MODELO	SERIE	ARREGLO
Móquina				
Motor				
Transmisión				
Convertidor				
Sistema Hidráulico				

EQUIPO COMPLEMENTARIO

Largo: Ancho: Altura:

Peso Móquina Básico:
 Peso Equipo :

CONTROL MENSUAL

NO. ECOE _____
 MES _____
 AÑO _____
 OBRA _____

HOROMETRO FINAL _____
 HOROMETRO INICIAL _____
 TOTAL DE HORAS _____

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

NO ECO _____
MES _____
AÑO _____
OBRA _____

HOROMETRO FINAL _____
HOROMETRO INICIAL _____
TOTAL DE HORAS _____

54

DIA	HORAS TRABAJADAS TURNOS				TIEMPOS PERDIDOS		O B S E R V A C I O N E S
	1	2	3	TOTAL	OCIOSO	REPARACION	
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							
26							
27							
28							
29							
30							
31							

MANTENIMIENTO PREVENTIVO
VOLTEOS PESADOS TEREX
SERVICIO DE 100 HORAS

HOROMETROS:

- 1.- REVISAR REPORTE DE OPERACION Y EJECUTAR LO QUE PROCEDA.
- 2.- REVISAR Y LIMPIAR DRENES DE LA CAJA DE AIRE.
- 3.- CAMBIAR ACEITE Y FILTROS AL MOTOR DIESEL, LAVAR RECIPIENTES.
- 4.- CHECAR ESTADO FISICO Y TENSION DE LAS BANDAS DEL VENTILADOR, AJUSTAR SI ES NECESARIO.
- 5.- AJUSTAR VARILLAJE DE CAMBIOS Y CONTROL DE LA TRANSMISION Y CONVERTIDOR.
- 6.- LIMPIAR Y ACEITAR RESPIRADERO DE LA TRANSMISION.
- 7.- CAMBIAR FILTROS Y LIMPIAR RECIPIENTES DE LOS FILTROS DE LA TRANSMISION. (200 HRS).
- 8.- CHECAR INDICADORES DE RESTRICCION, LIMPIAR PURIFICADOR DE AIRE, CAMBIAR FILTRO SI ES NECESARIO.
- 9.- CHECAR NIVEL DE ACEITE EN DIFERENCIAL Y ENGRANES PLANETARIOS, LIMPIAR RESPIRADERO.
- 10.-CHECAR NIVEL DE ACEITE EN LA TOMA DE FUERZA.
- 11.-LIMPIAR RECIPIENTES Y CAMBIAR FILTROS PARA COMBUSTIBLE PURGAR TANQUE Y ELIMINAR FUGAS DEL SISTEMA (200 HRS).
- 12.-CHECAR FUNCIONAMIENTO Y AJUSTE DE TODOS LOS COMPONENTES DEL SISTEMA DE AIRE.
- 13.-CHECAR NIVEL DE ELCTROLITO EN LA BATERIA, MEDIR DENSIDAD.
- 14.-CHECAR CONDICION FISICA DE LAS TERMINALES Y CABLES DE LA BATERIA.
- 15.-CHECAR LA OPERACION CORRECTA DEL SISTEMA DE DIRECCION.
- 16.-AJUSTAR LOS FRENOS DE AIRE, SI SE REQUIERE.
- 17.-CHECAR NIVEL DEL LIQUIDO PARA FRENOS HIDRAULICOS EN EL CILINDRO MAESTRO DE FRENOS.

- 18.- CHECAR LA OPERACION DE TODOS LOS INSTRUMENTOS --
DEL TABLERO ; LUCES Y ACEESORIOS.
- 19.- LIMPIAR CEDAZO DEL CONJUNTO PARA ARRANQUE CON --
ETER, SI USA.
- 20.- COMPROBAR LA PRESION DE PRECARGA DEL ACUMULADOR-
DE NITROGENO PARA LA DIRECCION.
- 21.- INSPECCIONAR LAS LLANTAS Y EJECUTAR LO QUE PROCEDA.

--	--	--	--

--	--	--	--

--	--	--	--

--	--	--	--

OTROS SERVICIOS:

- 22.- _____
- 23.- _____
- 24.- _____
- 25.- _____
- 26.- _____
- 27.- _____
- 28.- _____
- 29.- _____
- 30.- _____
- 31.- _____
- 32.- _____
- 33.- _____
- 34.- _____
- 35.- _____

MANTENIMIENTO PREVENTIVO
VOLTEOS PESAJOS TEREX
SERVICIO DE 500 HORAS.

HOROMETRO:

- 1.- REVISAR REPORTE DE OPERACION Y EJECUTAR LO QUE PROCEDA.
- 2.- REVISAR Y LIMPIAR DRENES DE LA CAJA DE AIRE.
- 3.- CAMBIAR ACEITE Y FILTROS AL MOTOR DIESEL, LAVAR RECIPIENTES.
- 4.- CHECAR ESTADO FISICO Y TENSION DE LAS BANDAS DEL VENTILADOR, AJUSTAR SI ES NECESARIO.
- 5.- AFINACION DEL MOTOR.
- 6.- AJUSTAR VARILLAJE DE CAMBIOS Y CONTROL DE LA TRANSMISION Y CONVERTIDOR.
- 7.- LIMPIAR Y ACEITAR RESPIRADERO DE LA TRANSMISION.
- 8.- CHECAR LA VELOCIDAD DE HOLGAR DEL MOTOR.
- 9.- LIMPIAR RECIPIENTE Y CAMBIAR FILTROS DE AGUA AL MOTOR DIESEL, SI SE USA.
- 10.- CHECAR INDICADORES DE RESTRICCIÓN, LIMPIAR CEDAZOS DE ENTRADA Y PURIFICADOR DE AIRE, CAMBIAR FILTRO SI ES NECESARIO.
- 11.- CHECAR NIVEL DE ACEITE EN DIFERENCIAL Y ENGRANES PLANETARIOS, LIMPIAR RESPIRADERO.
- 12.- CHECAR NIVEL DE ACEITE EN LA TOMA DE FUERZA.
- 13.- CHECAR FUNCIONAMIENTO Y AJUSTE DE TODOS LOS COMPONENTES DEL SISTEMA DE AIRE.
- 14.- CHECAR LA OPERACION DEL ARRANCADOR POR AIRE, SI USA.
- 15.- CHECAR NIVEL DE ELECTROLITO EN LA BATERIA, MEDIR DENSIDAD.
- 16.- CHECAR CONDICION FISICA DE TERMINALES, CABLES DE BATERIA Y ALAMBRA-DOS DEL SISTEMA ELECTRICO.
- 17.- LIMPIAR RESPIRADERO DEL TANQUE PARA ACEITE HIDRAULICO.

--

--

MANTENIMIENTO PREVENTIVO
VOLTEOS PESADOS TEREX
SERVICIO DE 1000 HORAS.

HOROMETRO:

- 1.- REVISAR REPORTE DE OPERACION Y EJECUTAR LO QUE PROCEDA.
- 2.- LAVAR LA UNIDAD A PRESION O CON VAPOR.
- 3.- APRETAR TORNILLOS DE MONTAJE DEL MOTOR.
- 4.- AFINAR EL MOTOR.
- 5.- REVISAR Y LIMPIAR DRENES DE LA CAJA DE AIRE.
- 6.- CAMBIAR ACEITE Y FILTROS AL MOTOR DIESEL, LAVAR RECIPIENTES.
- 7.- CHECAR EL JUÉGO LONGITUDINAL DEL CIGUEÑAL.
- 8.- INSPECCIONAR LUMBRERAS Y ANILLOS DE LOS PISTONES.
- 9.- CHECAR COMPRESION DEL MOTOR, PRESIONES EN CIGUEÑAL, CAJA DE AIRE Y MULTIPLE DE ESCAPE.
- 10.- CHECAR VOLUMEN DE RETORNO DEL COMBUSTIBLE.
- 11.- CHECAR ESTADO FISICO Y TENSION DE LAS BANDAS DEL VENTILADOR, AJUSTAR SI ES NECESARIO.
- 12.- AJUSTAR VARILLAJE DE CAMBIOS Y CONTROL DE LA TRANSMISION Y CONVERTIDOR.
- 13.- LIMPIAR Y ACEITAR RESPIRADERO DE LA TRANSMISION.
- 14.- LAVAR RECIPIENTES, CAMBIAR FILTROS Y ACEITE A LA TRANSMISION Y CAJA DE TRANSFERENCIA.
- 15.- CHECAR LA VELOCIDAD DE HOLGAR DEL MOTOR.
- 16.- LAVAR RADIADOR Y RECIPIENTES DE LOS FILTROS, CAMBIAR REFRIGERANTE Y FILTROS AL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO.
- 17.- DESMONTAR Y LIMPIAR ENFRIADOR DE ACEITE.
- 18.- DESMONTAR Y LIMPIAR CEDAZO DE LA LINEA DE SUMINISTRO AL INTERENFRIADOR EN MOTORES INTERENFRIADOS.
- 19.- CHECAR INDICADORES DE RESTRICCIÓN PARA LA ENTRADA DE AIRE, LIMPIAR CEDAZO Y TUBOS PRIMARIOS Y PURIFICADOR DE AIRE, CAMBIAR FILTRO SI ES NECESARIO, ELIMINAR FUGAS.

--

--

- 20.- CAMBIAR ACEITE A DIFERENCIAL, ENGRANES PLANETARIOS Y TOMA DE FUERZA LIMPIAR RESPIRADERO DEL DIFERENCIAL.
- 21.- LAVAR RECIPIENTES Y CAMBIAR FILTROS PARA COMBUSTIBLE, LAVAR CEDAZO Y TANQUE DE COMBUSTIBLE, ACEITAR TAPON DEL TANQUE.
- 22.- CHECAR FUNCIONAMIENTO Y AJUSTE DE TODOS LOS COMPONENTES DEL SISTEMA DE AIRE.
- 23.- CHECAR VALVULA DE ALIVIO DEL COMPRESOR.
- 24.- CHECAR Y LIMPIAR VALVULA DE DESCARGA DEL COMPRESOR.
- 25.- LIMPIAR LINEA DE RETORNO DE ACEITE DEL COMPRESOR.
- 26.- LIMPIAR FILTRO DE AIRE DEL GOVERNADOR DEL COMPRESOR.
- 27.- CHECAR LA OPERACION DEL ARRANCADOR POR AIRE, SI USA.
- 28.- PROBAR LAS VALVULAS DE SEGURIDAD, POP OFF.
- 29.- CHECAR NIVEL DE ELECTROLITO EN LA BATERIA, MEDIR DENSIDAD.
- 30.- APRETAR TORNILLO DE MONTAJE DE ALTERNADOR, MOTOR DE ARRANQUE Y SOLENOIDE.
- 31.- INSPECCIONAR ESCOBILLAS Y CONMUTADOR DEL MOTOR DE ARRANQUE, SI USA.
- 32.- AJUSTAR ALTERNADOR SI SE REQUIERE.
- 33.- VERIFICAR LA OPERACION CORRECTA DE TODOS LOS INSTRUMENTOS DEL TABLERO, LUCES Y ACCESORIOS.
- 34.- LIMPIAR RESPIRADERO, CEDAZO Y TAPON DEL TANQUE DEL SISTEMA HIDRAULICO.
- 35.- LAVAR RECIPIENTES DE LOS FILTROS, CAMBIAR ACEITE Y FILTROS AL SISTEMA HIDRAULICO.
- 36.- LAVAR RECIPIENTES Y CAMBIAR FILTROS Y ACEITE AL TANQUE DEL SISTEMA HIDRAULICO DE DIRECCION.
- 37.- CHECAR LA PRESION DE PRECARGA Y PRESION DEL ACUMULADOR DE NITROGENO DEL SISTEMA DE DIRECCION.
- 38.- VERIFICAR ALINEACION DE LA COLUMNA DE DIRECCION Y FUNCIONAMIENTO CORRECTO DEL SISTEMA DE DIRECCION.
- 39.- AJUSTAR FRENOS DE SERVICIO (FRENOS DE AIRE).
- 40.- AJUSTAR FRENO DE ESTACIONAMIENTO (TRANSMISION), SI USA.
- 41.- CHECAR FRENOS HIDRAULICOS, QUITAR PROTECTORES Y VERIFICAR CONDICIONES DE BALATAS Y AJUSTADORES AUTOMATICOS.

COSTOS DEL EQUIPO

5.1 Generalidades

Desde el momento mismo que una máquina sale de la agencia, empiezan a originarse una serie de costos que es necesario conocer, para correlacionarlas con las utilidades que el propio equipo es capaz de producir y poder juzgar si la decisión de su compra fue acertada o no.

5.2 Costos del Equipo

Los costos del equipo podemos agruparlos en dos grandes categorías: los costos denominados de propiedad y los costos de operación.

5.2.1 Costos de Propiedad

70

Son los gastos o desembolsos que efectúa el propietario de una maquinaria para mantenerla en su posesión, se denominan también "Costos Fijos". Dentro de estos costos se considera la depreciación, - intereses, seguros, impuestos y almacenaje.

5.2.1.1 Depreciación

Es la disminución gradual del precio de adquisición en una máquina como consecuencia de su utilización. Se sigue generalmente el tipo de depreciación lineal, es decir, la máquina se deprecia una misma cantidad por unidad de tiempo.

$$D = \frac{Va - Vr}{Ve}$$

$$\text{DEPRECIACION} = \frac{\text{Valor de adquisición} - \text{Valor de Rescate}}{\text{Vida económica estimada en horas}}$$

D O N D E :

- Valor de adquisición = Al costo en sí del equipo + Intereses + Transportes + Impuestos + Seguros + Almacenaje.
- Valor de rescate = El importe que se obtendría por concepto de venta de dicho equipo al término de la obra.
- Vida económica = El tiempo total estimado en horas de lo que podría durar el equipo trabajando.

La determinación de la vida económica real del equipo debe determinarse de acuerdo a estadísticas propias, ya que como puede verse en la tabla , hay dispersión en esta información.

La depreciación puede calcularse mediante otros procedimientos y tiene diversas acepciones según se hable de depreciación contable, fiscal ó real.

Actualmente la ley fiscal permite depreciación acelerada para equipos nuevos ó para equipos usados adquiridos en el extranjero.

5.2.2 Intereses

Es el cargo por intereses del capital invertido ó el crédito obtenido y se presenta por:

$$I = \frac{(Va + Vr) i}{2 (Hrs. Efect. al año)}$$

$$INTERESES = \frac{(VA + VR) Tasa de Intereses anual en vigor}{2 (Horas de trabajo efectivas al año)}$$

D O N D E :

VA = Valor de Adquisición. VR = Valor de Rescate.

5.2.3 Seguros

Cargo por el valor de las primas que se pagan para cubrir los riesgos por accidente de trabajo ó transporte a que está sujeta la maquinaria durante su vida útil.

5.2.4 Almacenaje 72

Es el cargo necesario para cubrir las erogaciones por concepto de almacenaje y vigilancia de la maquinaria durante sus períodos de inactividad. Aunque la ley no lo incluye como costo directo, es necesario tomarlo en consideración dentro de los costos inherentes al equipo.

5.2.5 Costos de operación

Se denominan también "Costos Variables" y se dividen en:

- Salarios de operación
- Consumo
- Mantenimiento Mayor
- Mantenimiento Menor
- Llantas
- Artículos especiales

Salarios de Operación

Es el derivado de las erogaciones que se hacen por concepto del pago de salarios al personal encargado de operar las máquinas.

Consumos

Son los originados por los cargos que se derivan de las erogaciones por los siguientes conceptos:

- Combustibles u otras fuentes de energía
- Lubricantes y elementos, filtros

Mantenimiento Mayor

Es el cargo originado por todos los gastos necesarios para efectuar reparaciones mayores o costosas de los diferentes conjuntos de una máquina, que por especificaciones de durabilidad deben hacerse para conservar la maquinaria en condiciones de trabajo durante su vida útil.

Mantenimiento Menor

Son los costos ocasionados por los materiales, refacciones y mano de obra necesarios para dar conservación al equipo.

Llantas

Debido a que las llantas tienen menor duración que los otros conjuntos de un equipo, se considera necesario llevar su costo por separado, y se dividen en:

Amortización.- Cargo por la disminución de valor de la llanta como consecuencia -- del uso.

Amortización = $\frac{\text{Valor de adquisición}}{\text{Vida estimada en horas}}$

Llantas Vida estimada en horas.

Otros.- Cargo por valor de cámaras, válvulas, corbatas, sellos, etc.

Artículos Especiales

Cargo por concepto de cuchillas, gavilanes, vástagos de escarificadores, dientes, etc.

MAQUINA	SRIA. HDA.	ASOC. PALAS Y DRAGAS	LIBRO AMARILLO	SRIA. RECURSOS HIDRAULICOS	PEURIFOY	C.N.I.C.	SRIA. OBRAS PUBLICAS
CAMIONES 5 TON. MOTOR DE GASOLINA,	5 AÑOS	-----	5 AÑOS 7040 h	5 AÑOS 10 000 h	5 AÑOS 10000 h	5 AÑOS 8 000 h	8 000 h
CARGADOR FRONTAL SOBRE ORUGAS, MAS DE 83 HP	5 AÑOS	-----	5 AÑOS 5280 h	5 AÑOS 10000 h	5 AÑOS 7000 h	5 AÑOS 6000 h	10000 h
COMPACTADOR VIBRATORIO AUTOPROPULSADO	5 AÑOS	-----	4 AÑOS 5632 h	-----	-----	4 AÑOS 6400 h	10000 h
COMPRESORES PORTATILES 210-1200 pcm	5 AÑOS	-----	5 AÑOS 6000 h	5 AÑOS 6000 h	5 AÑOS 6000 h	5 AÑOS 6000 h	8600 h
DRAGAS S/ORUGAS 2 1/2-3 yd	5 AÑOS (1)	16 AÑOS 28800 h	6.25 A 7700 h	8 AÑOS 16000 h	5.9 A 9408 h	6.25 A 8750 h	13400 h
MOTOCONFORMADORAS	5 AÑOS	-----	5 AÑOS 7400 h	5 AÑOS 10000 h	5 AÑOS 10000 h	5 AÑOS 8000 h	10000 h
MOTOESCREPAS	5 AÑOS	-----	5 AÑOS 7640 h	5 AÑOS 10000 h	5 AÑOS 10000 h	5 AÑOS 8000 h	12000 h
TRACTOR S/ORUGAS	5 AÑOS	-----	5 AÑOS 6160 h	5 AÑOS 10000 h	5 AÑOS 10000 h	5 AÑOS 8000 h	12000 h

TABLA No. 2 METODOS DE VIDA ECONOMICA DE DIVERSAS FUENTES

CONSTRUCTORA: _____ Máquina: _____ Hoja No: _____
 _____ Modelo: _____ Cálculo: _____
 OBRA: _____ Datos Adic: _____ Revisó: _____
 _____ Fecha: _____

DATOS GENERALES.

Precio adquisición = \$ _____ Fecha cotización = _____
 Equipo adicional = _____ Vida económica (V_e) = _____ años
 _____ Horas por año (H_a) = _____ hr/año
 Valor inicial (V_o) = \$ _____ Motor = _____ de _____ H.P.
 Valor rescate (V_r) = % = \$ _____ Factor operación = _____
 Tasa interés (i) = % _____ Potencia operación = _____ H.P. op.
 Prima seguros (s) = % _____ Factor mantenimiento (Q) = _____

I.- CARGOS FIJOS.

a) Depreciación: $D = \frac{V_o - V_r}{V_o} = \text{_____} = \$$
 b) Inversión: $I = \frac{V_o + V_r}{2 H_a} = \text{_____} =$
 c) Seguros: $S = \frac{V_o + V_r}{2 H_a} s = \text{_____} =$
 d) Mantenimiento: $M = QD = \text{_____} =$

SUMA CARGOS FIJOS POR HORA \$ _____

II.- CONSUMOS.

a) Combustible = E = e PC
 Diesel: $E = 0.20 \times \text{_____ H.P. op.} \times \$ \text{_____ /lt.} = \$$
 Gasolina: $E = 0.24 \times \text{_____ H.P. op.} \times \$ \text{_____ /lt.} =$
 b) Otras fuentes de energía: _____ =
 c) Lubricantes: L = a Pe
 Capacidad corte = C = _____ litros
 Cambios aceite: t = _____ horas
 $a = \frac{C}{t} + \left[\begin{matrix} 0.0035 \\ 0.0030 \end{matrix} \right] \times \text{_____ H.P. op.} = \text{_____ lt/hr}$
 $\therefore L = \text{_____ lt/hr} \times \$ \text{_____ /lt.} =$
 d) Llantas: $LI = \frac{v_{ll} (\text{valor llantas})}{H_v (\text{vida económica})}$
 Vida económica: H_v = _____ horas
 $\therefore LI = \frac{\$}{\text{_____ horas}} =$

SUMA CONSUMOS POR HORA \$ _____

III.- OPERACION.

Salarios: S
 operador: \$ _____

 Sol/turmo-prom. \$ _____
 Horas/turmo-prom.: (H)
 $H = B \text{ horas} \times \text{_____ (factor rendimiento)} = \text{_____ horas}$
 $\therefore \text{Operación} = O = \frac{S}{H} = \frac{\$}{\text{_____ horas}} = \$$

SUMA OPERACION POR HORA \$ _____

COSTO DIRECTO HORA-MAQUINA (HMD) \$ _____

REEMPLAZO DE EQUIPO 7>

6.1 Introducción

La reposición o reemplazo de maquinaria en el momento económicamente oportuno, es uno de los problemas con que invariablemente se enfrentan -- los poseedores de equipo.

Sin lugar a dudas, la tendencia general de los propietarios de maquinaria, es reemplazarla en función de una serie de circunstancias que, la mayoría de las veces, nada tiene que ver con un estudio cuidadoso sobre la determinación del momento óptimo de reemplazo.

La iniciación de un nuevo trabajo, las oportunidades que se presentan en el mercado de maquinaria y el tener capital extra disponible, son algunos factores que pueden influir para que el propietario decida reemplazar el equipo que posee; esto ocasiona, la mayoría de los casos una pérdida de la inversión por reemplazar el equipo antes de haber alcanzado la recuperación máxima, o gastos excesivos de mantenimiento por retener las má -

quinas durante tiempo indefinido.

El problema del reemplazo de equipo ante estas dos posibilidades, ⁷² puede enfocarse hacia la determinación de un punto de equilibrio donde los costos sean mínimos.

6.2 Método de los Costos Promedios Acumulados

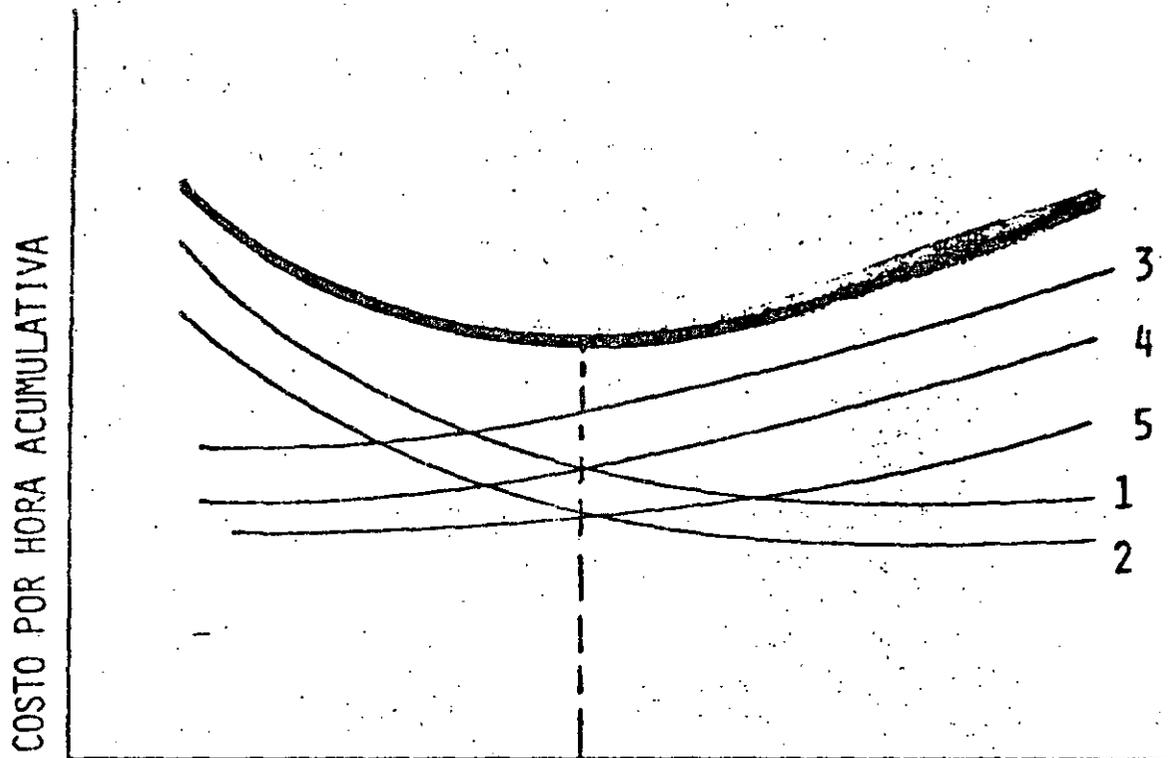
Si como hemos señalado, la determinación del tiempo óptimo de reemplazo está en función de los costos que se van registrando a lo largo de la vida útil del equipo, será fundamental implementar un mecanismo mediante el cual podamos tener información relacionada con cada una de las máquinas, directamente de la obra.

El establecimiento de un sistema de información de costos adecuado al tamaño y tipo de la Empresa, redundará en análisis de costos muy provechosos. Una vez integrado el banco de información con los datos de las máquinas, podemos aplicar los métodos disponibles y tener con ello un punto de referencia más concreto que oriente nuestra toma de decisiones en relación con el reemplazo de la maquinaria.

Si consideramos como costos por determinar, los correspondientes a la Depreciación e Inversión, Mantenimiento, Máquina Parada y Obsolescencia, un criterio para determinar el tiempo de reposición más económico, consiste en saber si el costo acumulativo por hora se hace progresivamente mayor o menor, agregándole horas-máquina.

En el marco inflacionario actual, se ha determinado que, a mayor tasa de inflación, los costos acumulativos aumentan y la Vida económica del equipo se alarga.

Este capítulo, es a la fecha motivo de cuidadosos estudios.



TIEMPO OPTIMO DE REEMPLAZO

COSTOS CONSIDERADOS

1. DEPRECIACION Y REPOSICION
2. INVERSION
3. MANTENIMIENTO Y REPARACION
4. MAQUINA PARADA
5. OBSOLESCENCIA

EL CRITERIO PARA DETERMINAR EL TIEMPO DE REPOSICION MAS ECONOMICO, CONSISTIRA EN SABER SI EL COSTO ACUMULATIVO POR HORA SE HACE PROGRESIVAMENTE MAYOR O MENOR, AGREGANDOLE HORAS-MAQUINA.

A N E X O

Los presentes apuntes han sido tomados de la tesis de grado del Ing. Carlos Martínez González.

T I T U L O

"ESTUDIO DE LA VIDA ECONOMICA DE LA MAQUINARIA DE CONSTRUCCION "

I.- S I N O P S I S

A partir de una investigación sobre costos históricos de operación y de propiedad de la maquinaria de construcción y aplicando métodos de Ingeniería Económica, se realiza un estudio sobre la vida económica de los tractores de orugas que utiliza una empresa mexicana de construcción. Este estudio comprende un análisis completo de los efectos que tienen la inflación y los impuestos sobre la vida económica.

La investigación deja ver que no se cuenta con datos estadísticos completos, lo que obliga a inferir el total de datos necesarios para el estudio a partir de los existentes. Como consecuencia de esto los resultados se interpretan como tendencias generales. Se recomienda a la empresa establecer un mecanismo computarizado de captura de datos estadísticos de costos de su equipo.

IV.- ACLARACION.

56

1.- A lo largo de este trabajo se utilizan dos conceptos que de acuerdo su uso cotidiano en español pueden ser interpretados con un sentido diferente al que se desea expresar.

Ellos son:

- a.- Moneda de una misma fecha y
- b.- Moneda constante.

Con el primero se define a los importes monetarios de algún costo o precio cuando se les quita el efecto de la inflación, utilizando los índices de precios correspondientes a dicho concepto.

Con el segundo se define a los importes monetarios de algún costo o precio cuando se les quita el efecto de la inflación aplicando factores de inflación incremental.

2.- El concepto "Costos de operación" se utiliza en general, en este estudio para definir todos los costos que implica el mantener trabajando una máquina o más (no incluye cargos por inversión ni por depreciación), sin --

57

embargo en el lenguaje cotidiano de las personas dedicadas a la construcción se interpreta como los costos de mano de obra por operar el equipo (operadores y ayudantes). En esta tesis se utiliza muy poco dicho concepto, con el segundo significado.

58

CAPITULO 1

INTRODUCCION

1.- INTRODUCCION.

1.1 OBJETIVOS.

Estudios realizados en México (ref.1) y en Estados Unidos de Norteamérica (ref.2) permiten suponer que el fenómeno inflacionario hace variar la vida económica de la maquinaria de construcción, que en condiciones estables de una economía puede considerarse prácticamente constante.

El primero de los estudios señalados se basa en datos estadísticos hipotéticos de costos del equipo de construcción y el segundo en datos estadísticos reales de costos del equipo utilizado por empresas constructoras estadounidenses.

Al realizar estudios de costos de maquinaria de construcción en México, uno de los obstáculos más serios al que se enfrentan los interesados en hacerlo, es a la dificultad de encontrar información estadística al respecto. Esto se debe primordialmente a que la mayoría de las empresas constructoras carece de un adecuado control administrativo dirigido a llevar un registro sistemático y ordenado de dichos costos.

Esta tesis representa un esfuerzo enfocado a estimar la vida económica de la maquinaria de una empresa constructora mexicana, el estudio se fundamenta en una investigación sobre datos estadísticos de costos de su equipo y muy importantemente en la metodología de cálculo que sugieren las referencias 1 y 2.

1.2 DESARROLLO.

Con este trabajo se pretende conocer la vida económica de los tractores de orugas que utiliza una compañía constructora. A lo largo del estudio se encuentran dos problemas muy importantes:

- I.- La información estadística histórica de los costos de la maquinaria de la empresa esta - incompleta.
- II.- Los pronósticos económicos y por lo tanto la planeación administrativa de cualquier tipo se dificulta grandemente ante la inestabilidad económica del país.

El primer problema se presenta en los costos históricos de operación en efectivo* y en los tiempos perdidos o muertos de la maquinaria.

* Costos horarios de mantenimiento, consumo y mano de obra (operadores).

Para determinar los costos de operación en efectivo que se utilizan en el estudio (ver capítulo 4) se hace necesario inferirlos a partir de datos históricos de 39 tractores a lo largo de los últimos 4 años.

Los reportes de tiempos muertos existen pero su alimentación es errática a grado tal que no se consideran de utilidad para este estudio.

La carencia de estos datos a largo de todos los años de uso de las máquinas dificulta grandemente este trabajo y lo hace poco confiable para los fines que se plantean en 3.3.

El segundo problema se presenta porque, para estimar la vida económica de un equipo es necesario suponer un determinado comportamiento futuro de la inflación y de la tasa de valor de capital de la empresa. Este obstáculo se intenta salvar con un análisis de sensibilidad con el que se llega a los resultados con 3 distintos valores de tales variables.

A la luz de la anterior los resultados que se obtienen sobre la vida económica del equipo, deben ser entendidos como tendencias generales, que a pesar de sus limitaciones auxilian en la toma de decisiones ya que si bien sólo expresan tendencias, estas se obtienen de equipo que se utiliza en México por una empresa Mexicana y bajo las condiciones económicas prevalcientes en el país.

Los resultados en lo que respecta a costos de propiedad se pueden considerar con un grado de confiabilidad aceptable para su utilización en otros estudios -- de costos o políticas de precios unitarios en la presu puestación de obras que llevan a cabo los departamentos técnicos de la compañía constructora fuente de los datos históricos de costos.

Se establece con este trabajo una metodología que puede ser utilizada sin problemas para posteriores estudios de otros tipos de máquinas. Quedan estructurados dos programas FORTRAN en una computadora IBM 370-3033 para inferir los costos de operación en efectivo a partir de datos históricos limitados y un programa general muy sencillo implementado para las calculadoras HP-41 C 6 cv.

2.1 TRABAJOS AFINES AL DESARROLLADO.

Con el fin de encontrar mayor información que enriquezca el estudio aquí realizado se hacen dos consultas en el Servicio de Consulta a Bancos de Información (SECOBI), una en el área administrativa y otra en la de Ingeniería. En total se encuentran seis referencias, la más apegada al tema de interés es el trabajo desarrollado por Schexnayder, C. J. - - Jr. Hancher, Donn E. titulado "Inflación And Equipment Replacement Economies".

El total de las referencias encontradas aparece en el anexo VIII donde se incluye una descripción sucinta de cada uno de los trabajos.

2.2 LA EMPRESA FUENTE DE LOS DATOS ESTADÍSTICOS.

2.2.1 SU ORGANIZACIÓN.

La maquinaria que fué estudiada es propiedad de un grupo de empresas que se dedica a actividades relacionadas con la Ingeniería Civil. La figura 2-1 -- muestra el organigrama general de dicho grupo, en este se contempla la división construcción pesada (DCP) a la que pertenecen las empresas constructoras que utilizan el equipo en estudio. Estas empresas se dedican fundamentalmente a la construcción de presas, caminos, a realizar movimiento de tierras, etc.

Dentro de esta misma división existe una empresa administradora del equipo (EAE) la cual se encarga de administrar la maquinaria y el equipo que utilizan todas las empresas de la DCP.

En términos generales cada una de las empresas de la DCP utiliza "su propio" equipo, pero dependiendo de la demanda de trabajo de cada empresa en particular, el equipo puede ser utilizado indistintamente por todas las de la división.

La EAE opera, por decirlo así, como arrendadora. Cuando una de las empresas de la DCP necesita maquinaria la ECE se la proporciona. Le cobra una renta mensual que comprende los cargos fijos de depreciación e intereses. Los costos de operadores, consumo, mantenimiento menor y llantas corren por cuenta de la obra - donde es utilizado el equipo.

2.2.2 EL MECANISMO DE RECÓPILACION DE DATOS.

Toda obra que ejecutan las empresas de la DCP en vía mensualmente, a oficina matriz y a la ECE, un reporte de costos horarios como el que se muestra en la - fig. 2-II.

Los costos que se reportan del equipo mayor se - dividen en los siguientes conceptos:

- 1).- Operadores.
- 2).- Consumos.
- 3).- Elementos de desgaste.
- 4).- Mantenimiento menor.
- 5).- Rentas.
- 6).- Llantas.
- 7).- Taller mecánico.

Estos costos se definen y determinan como sigue:

1).- OPERACION.

Es el costo total derivado de las erogaciones que se hacen por concepto de pago de salarios al personal encargado de operar las máquinas.

Se determina en base a la lista de raya indentificando a los operadores y ayudantes directamente encargados de la máquina o grupo de máquinas, cuantificando se a partir del costo total que para la empresa representa la labor del trabajador.

2).- CONSUMOS.

Incluye los cargos originados por el consumo de combustible o cualquier otra fuente de energía, lubricantes y filtros.

Se determina en base al reporte de cargos que el almacén mensualmente acumula de los vales de salida, que indican básicamente la descripción de la pieza, el número de parte, el número económico de la máquina en que se usa y el cargo que corresponde de acuerdo con el catálogo de cuentas de la obra.

3).- ELEMENTOS DE DESGASTE.

Comprende cargos originados por substitución de elementos varios como: cuchillas, gavilanes, tornillos y tuercas, dientes para botes y para escarificadores, cable de acero, etc. y materiales usados para el revestimiento de los mismos elementos. Este costo se determina de la misma forma que el inciso anterior.

4).- MANTENIMIENTO MENOR.

Incluye los costos ocasionados por materiales y refacciones necesarios para llevar a cabo todas las operaciones de rutina, servicios y mantenimiento que se requieren para conservar en condiciones de trabajo a las máquinas y que no están contemplados en el inciso anterior. Se determina de la misma forma que los consumos.

5).- RENTAS.

Este costo lo integran la depreciación, los intereses y el mantenimiento mayor o correctivo.

Este concepto se determina dividiendo la renta de una máquina determinada, que carga la empresa administradora del equipo a la obra, entre las horas que trabaja dicha máquina en el período de tiempo que se

considere.

En este trabajo no se consideran las rentas ya que se hace un estudio de costo de propiedad en el capítulo 6.

6).- LLANTAS.

En virtud de que las máquinas motivo de este trabajo no utilizan llantas, no se detalla este concepto.

7).- TALLER MECANICO.

El costo de taller mecánico se divide en: mano de obra, equipo auxiliar y herramientas y mantenimiento.

Comprende los cargos anteriores que no pueden indentificarse directamente con alguna máquina.

El costo obtenido por estos conceptos se prorroga entre todas las máquinas tomando como base la tarifa de renta horaria.

3).- ELEMENTOS DE DESGASTE.

Comprende cargos originados por substitución de elementos varios como: cuchillas, gavilanes, tornillos y tuercas, dientes para botes y para escarificadores, cable de acero, etc. y materiales usados para el revestimiento de los mismos elementos. Este costo se determina de la misma forma que el inciso anterior.

4).- MANTENIMIENTO MENOR.

Incluye los costos ocasionados por materiales y refacciones necesarios para llevar a cabo todas las operaciones de rutina, servicios y mantenimiento que se requieren para conservar en condiciones de trabajo a las máquinas y que no están contemplados en el inciso anterior. Se determina de la misma forma que los consumos.

5).- RENTAS.

Este costo lo integran la depreciación, los intereses y el mantenimiento mayor o correctivo.

Este concepto se determina dividiendo la renta de una máquina determinada, que carga la empresa administradora del equipo a la obra, entre las horas que trabaje dicha máquina en el período de tiempo que se

considere.

En este trabajo no se consideran las rentas ya que se hace un estudio de costo de propiedad en el capítulo 6.

6).- LLANTAS..

En virtud de que las máquinas motivo de este trabajo no utilizan llantas, no se detalla este concepto.

7).- TALLER MECANICO.

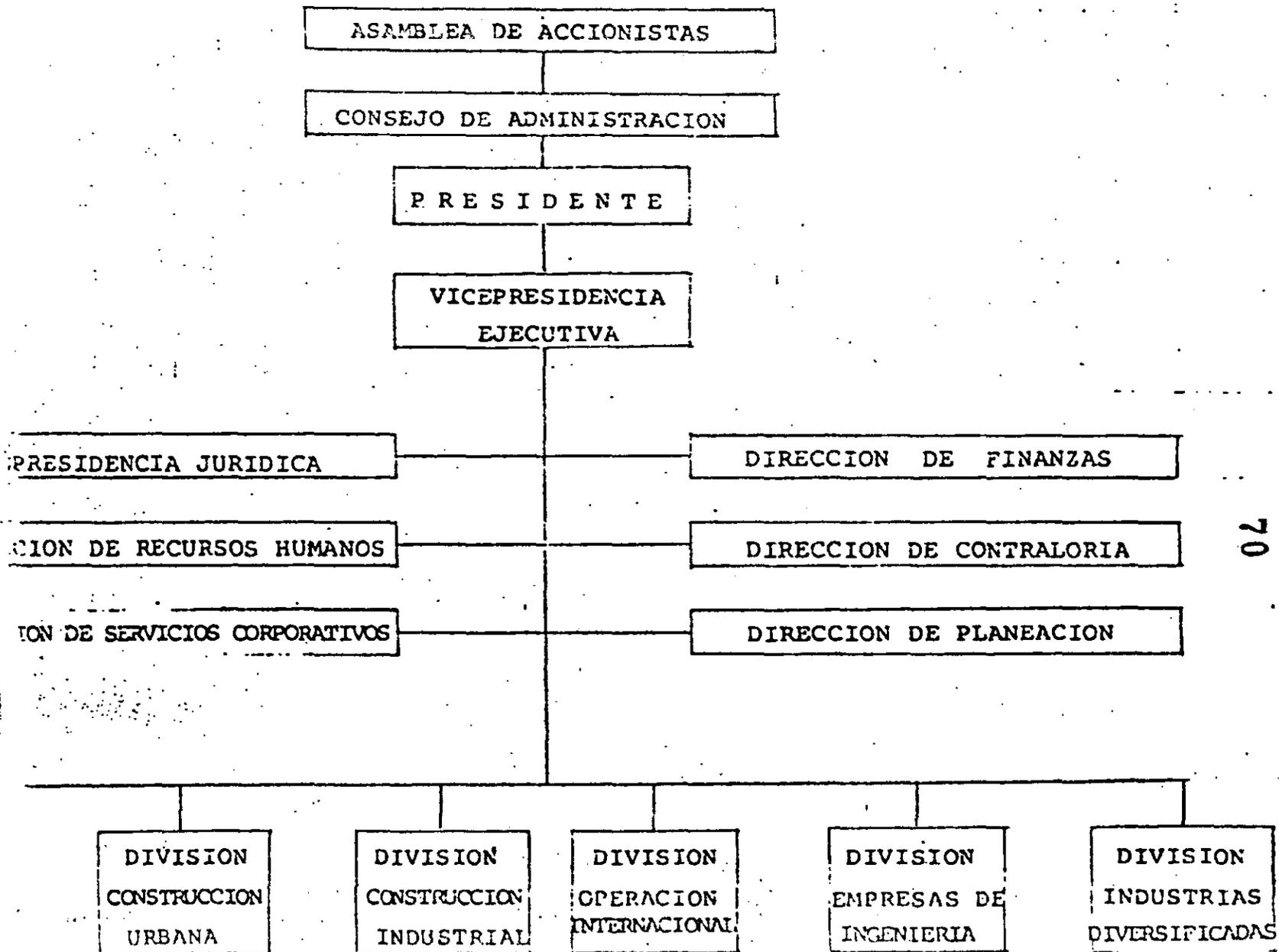
El costo de taller mecánico se divide en: mano de obra, equipo auxiliar y herramientas y mantenimiento.

Comprende los cargos anteriores que no pueden indentificarse directamente con alguna máquina.

El costo obtenido por estos conceptos se prorroga entre todas las máquinas tomando como base la tarifa de renta horaria.

FIGURA 2

ORGANIGRAMA OPERATIVO



13

70

FIGURA 2-II.
CONTROL DE COSTOS HORARIOS
EQUIPO MAYOR

OBRA 83-03 CARRETERA ACAYULCAN, VER.

MES MARZO DE 1954

NO. SEA	MÁQUINA	HORAS TRAB.	OPERACION		COMBUST.		ELEMENTOS DE DESGASTE		MANTENIMIENTO		RENTAS		LLANTAS		LUBRICACION		COSTO TOTAL		UTILIZACION		DE
			MEJ	PRIM.	MEJ	PRIM.	MEJ	PRIM.	MEJ	PRIM.	MEJ	PRIM.	MEJ	PRIM.	MEJ	PRIM.	MEJ	PRIM.	MEJ	PRIM.	
212-240	RETROEXCAVADORA	142	570	407	2033	890	-	-	733	199	3004	4057	-	-	1574	801	8722	5514	35.50	27.50	5
223-126	CARGADOR S/N	120	368	343	856	477	-	-	170	174	1251	1167	203	198	2056	1136	4934	3497	30.00	24.25	2
223-143	CARGADOR S/N	199	228	282	498	361	-	-	361	134	1006	1370	206	1037	552	397	2051	3521	45.75	32.00	7
250-102	MOTOCONFORMADORA	108	551	730	830	617	439	140	193	524	4781	5548	473	465	1731	1050	9128	2074	27.00	22.00	4
250-103	MOTOCONFORMADORA	110	223	635	1243	1152	-	-	75	39	4543	6000	-	-	739	867	7225	6693	27.50	20.50	4
250-104	MOTOCONFORMADORA	45	791	908	2458	1388	2255	622	-	-	11,111	6748	67	89	6051	2618	23713	12373	11.25	10.50	3
250-030	COMPACTADOR AUT.	81	29	1337	1006	1081	-	-	251	674	2290	3355	173	245	753	1971	3202	10953	25.00	8.42	4
250-100	COMPACTADOR AUT.	47	250	837	957	767	-	-	457	122	7447	9393	-	-	1471	2007	11282	13126	11.75	8.00	5
250-100	COMPACTADOR AUT.	50	77	717	99	99	-	-	-	-	10000	10000	-	-	2033	2033	12049	12049	10.00	10.00	1
320-009	PLANTA DE ASFALTO	125	157	549	2629	20689	-	-	4565	3705	32284	42553	-	-	794	1471	55059	69267	30.00	22.50	3
311-410	PLANTA DE LUZ	197	275	204	906	327	-	-	321	207	2941	3006	-	-	103	99	5146	3843	49.25	57.94	4
311-470	PLANTA DE LUZ	415	345	337	304	228	-	-	48	21	831	744	-	-	49	95	1597	1497	30.00	81.17	3
311-470	PLANTA DE LUZ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	122397	122397	-	-	-	-	122397	122397	-	-	1
740-407	TRACTOR S/O	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3736	3736	-	-	-	-	3736	3736	-	-	1
740-470	TRACTOR S/O	146	444	362	990	450	-	-	672	221	256	2593	-	-	613	377	6775	4003	26.50	28.55	5

COSTO MENSUAL TALLER MECANICO



EQUIPO MENOR	176,715.49	9.30
VEHICULOS	97,200.37	5.12
EQUIPO MAYOR	1,626,129.04	85.58
	1,900,044.90	100.00

SR. OLIVERIO R. DE LA CRUZ

ENRIQUE MEHA RAYE

CAPITULO 3
LA VIDA ECONOMICA DE LOS ACTIVOS
EN LA TEORIA DEL REEMPLAZO

3.- LA VIDA ECONOMICA DE LOS ACTIVOS EN LA TEORIA DEL REEMPLAZO.

3.1 IMPORTANCIA DE LOS PROYECTOS DE REEMPLAZO.

La formulación de una política racional de reemplazo de activos puede ser determinante para la evolución tecnológica y económica de una empresa.

Si el reemplazo es pospuesto más allá de un tiempo razonable, la empresa puede encontrarse con que sus costos de producción se elevan al grado de que le hacen perder competitividad en el mercado. Sin embargo, también un reemplazamiento prematuro o indebido origina en la empresa una disminución de su capital y como consecuencia deterioro de su capacidad de emprender proyectos de inversión más rentables.

3.2 FACTORES QUE DETERMINAN EL REEMPLAZO.

Las principales causas que provocan que un activo sea reemplazado son:

- a).- El deterioro físico.
 - b).- El cambio de necesidades.
 - c).- La obsolescencia.
-

a).- EL DETERIORO FISICO.

El uso de un activo provoca su deterioro a través del tiempo, esto trae como consecuencia elevación de los costos por pérdidas de tiempo debidas a descomposuras cada vez más frecuentes, por mayor consumo de combustible o de energía, por pérdida de potencia o eficiencia, etc.

b).- EL CAMBIO DE NECESIDADES.

Cuando existe un cambio del tipo de trabajo por efectos de la demanda, puede ocasionar que el activo que se tiene resulte insuficiente o sobrado para atender la carga de trabajo a la que está sometido. Lo cual se traduce en altos costos de producción.

c).- OBSOLESCENCIA.

Cuando en el mercado aparecen innovaciones tecnológicas en el tipo de activo que se utiliza en una empresa, esta ve incrementados sus costos de oportunidad. Es decir el costo que se puede ahorrar si compra el nuevo activo que es más eficiente.

3.3 LA VIDA ECONOMICA.

La vida económica de un activo es el período de tiempo que transcurre desde que dicho activo entra en operación hasta que se alcanza la maximización de las utilidades generadas por el mismo, tal y como lo muestra la figura 3-I.

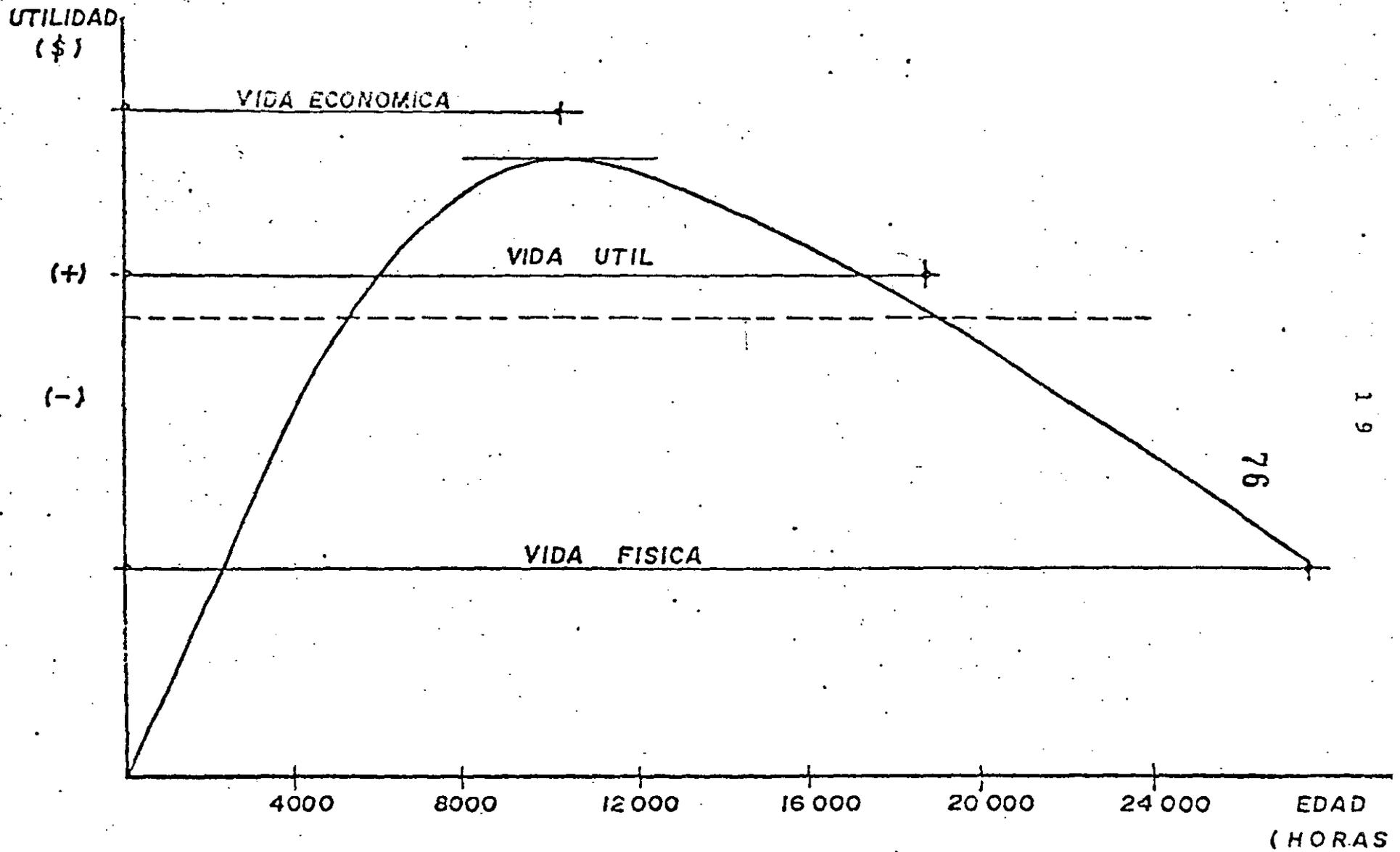
Existen realmente dos tipos de problemas relacionados con la vida del equipo que influyen en las más importantes decisiones relacionadas con el mismo:

- I.- Del equipo que ya se tiene.
- II.- De los reemplazos futuros.

El primero es un problema de substitución del equipo que ya no es suficientemente rentable para la empresa. El segundo es un problema de estimación de la vida económica con el objeto de determinar cuanto tiempo conviene retener el activo.

En este trabajo se analiza este último problema.

FIGURA 3 - I



CURVA UTILIDAD - EDAD DE UN ACTIVO

La estimación de la vida económica puede resultar muy útil también para los siguientes propósitos:

- 1.- Establecer políticas de reemplazo.
- 2.- Estimar costos de operación y precios de venta.
- 3.- Planear actividades futuras de la empresa.

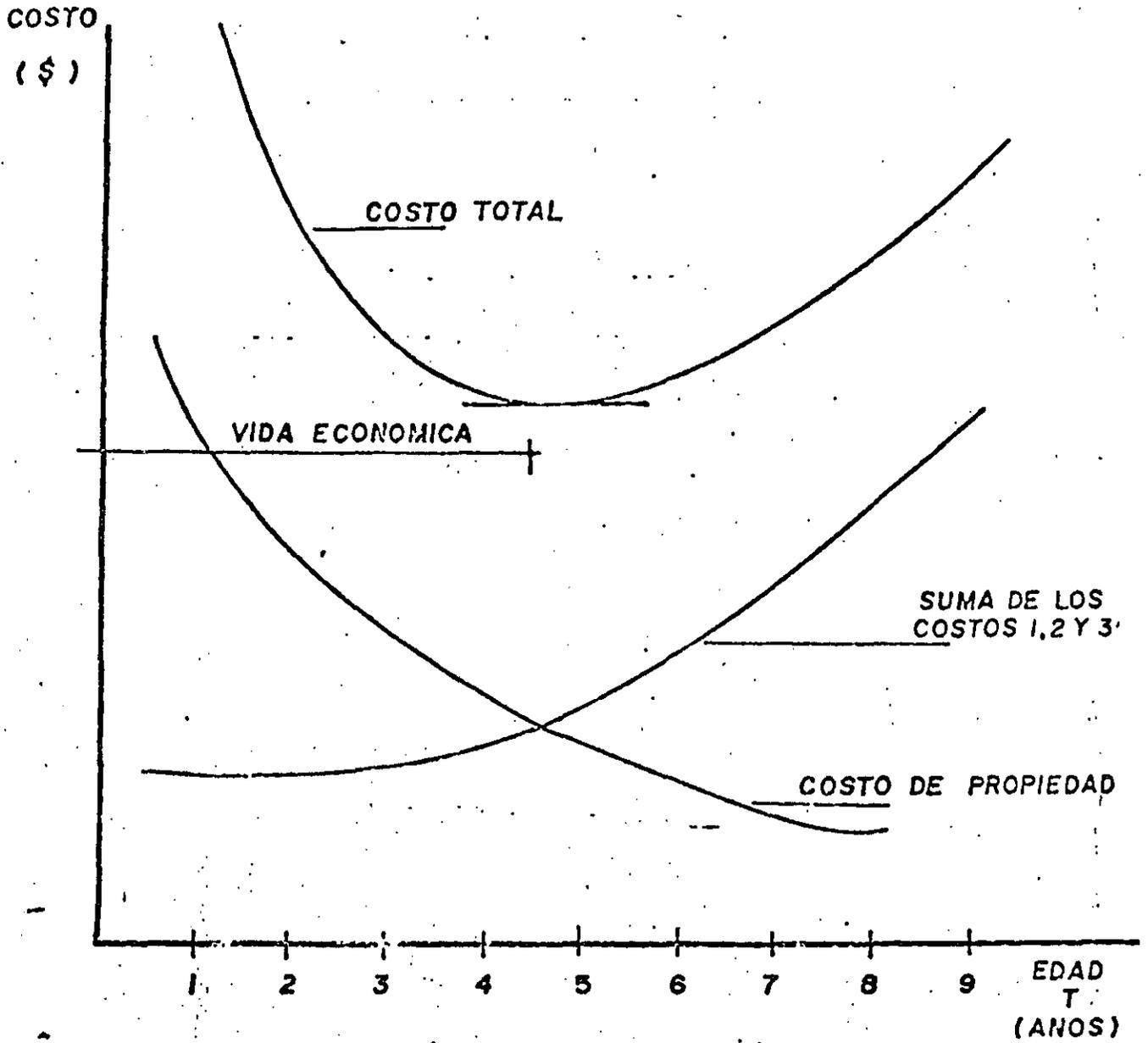
3.3.1 FACTORES QUE DETERMINAN LA VIDA ECONOMICA DE UN ACTIVO.

La vida económica de un activo es función de los patrones de variación que a través del tiempo tienen los costos siguientes:

- 1).- De operación en efectivo.
- 2).- De oportunidad por descomposturas y pérdidas de productividad.
- 3).- De oportunidad por obsolescencia.
- 4).- De propiedad del activo.

La variación de estos costos a lo largo del tiempo se representa gráficamente en la figura 3-II, donde se observa que los tres primeros aumentan con el tiempo con lo que acortan la vida económica. El último disminuye con el tiempo por lo que tiende a alargar la vida económica.

FIGURA 3 - II



CURVAS DE VARIACION DE LOS COSTOS DEL EQUIPO A TRAVES DEL TIEMPO

La vida económica queda determinada por el tiempo en el cual la suma de los costos anteriores se --
minimiza.

1).- Costos de operación en efectivo. Estos -
costos incluyen los cargos de consumos de combusti -
bles, lubricantes, energía y otros, mano de obra y -
materiales de operación y mantenimiento rutinario, -
materiales y mano de obra de reparaciones y manteni -
miento preventivo y los costos indirectos variables de
talleres. Los costos de operación en efectivo no de -
ben incluir los cargos por depreciación e intereses -
ya que estos se incluyen en los costos de propiedad.
Se deben incluir en este renglon todos los costos en
efectivo que dependan de la edad de la máquina.

2).- Costos de oportunidad por descomposturas y -
pérdida de productividad. Se incurre en estos costos
cuando una activo no opera por problemas de descompos -
turas que hacen necesario substituirlo temporalmente -
por otro de la propia empresa o rentado. También se -
incurre en estos costos cuando, por efecto del dete -
rioro físico del equipo, este pierde productividad.

En el primer caso puede determinarse el costo de
oportunidad en base a las estadísticas de tiempo hábil
perdido por reparaciones y mantenimiento y el segundo -
en base a los reportes de rendimiento del equipo.

3).- Costos de oportunidad por obsolescencia. El avance tecnológico en los nuevos modelos de máquinas puede poner en desventaja a aquéllas que se encuentran en uso, cuando los nuevos modelos resultan más eficientes en la realización del mismo tipo de trabajo.

Estos costos probablemente son los que presentan mayor problema en su estimación ya que es muy difícil predecir los cambios tecnológicos que se presentaran en un determinado tipo de activos. Sin embargo se han desarrollado modelos matemáticos que permiten expresar algebraicamente las tendencias en las variaciones de estos costos.

4).- Costos de propiedad del activo. En este estudio se considera que el costo de propiedad está compuesto por dos cargos: El debido a los intereses sobre la inversión realizada al adquirir el activo y el de depreciación del mismo. Sin embargo, si se desean incluirse en este costo todos aquéllos gastos que varían con el tiempo, y que son debidos a la posesión de un activo como las tenencias, los seguros, etc.

CAPITULO 4

COSTOS DE OPERACION EN EFECTIVO

4.- COSTOS ANUALES DE OPERACION EN EFECTIVO (Ce).

4.1 DATOS ESTADISTICOS DISPONIBLES.

Los datos estadísticos que se utilizan para obtener los costos anuales de operación en efectivo (Ce) son:

a).- Reportes mensuales de costos horarios de 39 tractores, de Agosto de 1980 a Mayo de 1984.

b).- Registros de horas trabajadas por mes a lo largo de todos los años de uso, de 19 -- tractores.

c).- Registros de costos de reparaciones mayores de 20 tractores.

4.2 Ce EN MONEDA DE UNA SOLA FECHA.

Con los reportes de costos horarios y los registros de horas trabajadas se obtienen los costos anuales por mano de obra (operadores y ayudantes), consumo, elementos de desgaste y mantenimiento, que es el costo que aparece en tabla 4-1 como costo -- (O.C.M.)

T A B L A 4 - 1

COSTOS DE OPERACION EN EFECTIVO.

(EN PESOS DE MAYO DE 1984)

EDAD T (AÑOS)	HORAS AÑO	HORAS ACUMUL.	C O S T O (O.C.M.) M\$/AÑO	C O S T O (R.M.) M\$/AÑO	Ce (T O T A L) M\$/AÑO
1	2,660	2,660	7,408	261	7,669
2	2,141	4,801	11,248	989	12,237
3	1,525	6,326	9,210	2,988	12,198
4	1,231	7,557	7,603	1,613	9,216
5	1,403	8,960	12,131*	996	13,127
6	1,606	10,566	23,449	4,341	27,790
7	1,440	12,006	10,752	4,532	15,284
8	869	12,875	5,452	2,011	7,463
9	1,265	14,140	6,295	3,132	9,427

$$*C (O.C.M.) (t=2) = (800 - 7,557) \times 15,069 + 2,899$$

$$+ (8,960 - 8,500) \times 5,557 = 12,131$$

De la tabla 4-2 se toma:

$$CHT (16) = 15,069$$

$$CP (17) = 2,899$$

$$CHT (18) = 5,557$$

83

20

Utilizando los registros de horas trabajadas de 19 tractores se hacen los promedios de horas trabajadas por año en la tabla 4-4 con dichos promedios y las cifras CHT se calcula, como se muestra en la parte inferior de la tabla 4-1, el costo anual correspondiente a mano de obra (operadores y ayudantes), consumo, elementos de desgaste y mantenimiento: costo (O.C.M), al que se le suma el costo promedio de reparaciones mayores obtenido en la tabla 4-4 para saber el costo total de operación en efectivo (C_e) que aparece en la última columna de la tabla 4-1.

Finalmente en la tabla 4-5 se muestran las cifras normalizadas de horas anuales trabajadas de C_e , para años "normales" de 2000 horas de trabajo, de acuerdo a la metodología que se sugiere en la referencia 1, capítulo 11.

Con las cifras normalizadas se grafican los importes de los costos anuales contra los años de uso de las máquinas (Figura 4-1).

Analizando el comportamiento de los costos anuales de operación en efectivo y por simplificación se supone un modelo de comportamiento que comprende:

a).- Una tendencia general de los costos a - aumentar con el tiempo, representada por la recta de regresión que se traza por aproximación - visual en la figura 4-1. Tiene por ecuación.

$$C_e = 5,300 + 1,560 T$$

b).- Una inversión en el año 5, representada - como Ie en la figura 4-1, debida a reparaciones extraordinarias que en el gran promedio se con--centran en los años 5 y 6. Tal erogación se su-pone de carácter puntual e igual a la suma de - importes en moneda de mayo de 1984, se represen--tan con los puntos M1 y M2 en la misma figura.

Se obtiene simplemente de restar a las ordenadas de dichos puntos las magnitudes existen--tes de la recta de regresión al eje de las abscisas, medidas sobre las rectas perpendiculares a ese eje y que pasan por los puntos M1 y M2.

Es importante destacar que probablemente un mode--lo más realista es el que se sugiere en la figura 4-II. El cual se supone una fuerte tendencia de incremento - de costos del año 1 al 6 ($C_e = 1410 + 4035 t$) que pro--voca una caída en los costos de operación en efectivo

al final del año 6 donde nuevamente se inicia el incremento de los costos, siguiendo aproximadamente la misma tendencia de los primeros seis años.

El segundo modelo presenta una mayor complicación en su manipulación matemática que no se justifica llevar a cabo por el limitado alcance de los datos estadísticos disponibles. En cambio el primer modelo es de sencillo análisis desde el punto de vista matemático y razonablemente representativo.

Téngase siempre en cuenta la gran limitación que desde aquí establece la pobre disponibilidad de datos estadísticos, que representa un fuerte incremento en la incertidumbre del estudio total.

Con el auxilio de la computadora se actualizan -- todos los costos horarios de los reportes mensuales a pesos de mayo de 1984 (el programa utilizado se muestra en el Anexo I), para la actualización se utilizan tres índices de inflación: el de variación del salario mínimo para los costos de mano de obra, el índice de precios al consumidor - renglón petróleo y derivados- para los costos de consumo y el índice de precios al productor - renglón maquinaria y equipo no eléctrico- para los costos de elementos de desgaste y mantenimiento.

Con los registros de horas trabajadas de los 39 tractores se calculan los acumulados mensuales de horas trabajadas (Anexo V); se cargan en la base de datos de la computadora y ya con los datos actualizados se obtienen los promedios de costos horarios correspondientes a cada 500 horas de trabajo. De esta forma se conoce el costo horario promedio de acuerdo a las horas que tengan de uso los tractores. En la tabla --4-2 aparece este costo como CHT y en el Anexo III está el listado de computadora de donde se toman los datos.

T A B L A 4 - 2

COSTOS HORARIOS POR EDAD EN HORAS

TRABAJADAS

(PESOS DE MAYO DE 1984)

	EDAD (HORAS)	OPERACION	CONSUMO	EL DESGASTE	MANTENIM.	CHT (\$)	CP (M\$)
1	500	895	812	20	787	2,514	1,257
2	1,000	719	903	0	497	2,119	1,060
3	1,500	946	1,037	20	957	2,960	1,480
4	2,000	696	1,190	4	864	2,754	1,377
5	2,500	1,046	1,438	0	994	3,478	1,739
6	3,000	964	1,201	0	929	3,094	1,547
7	3,500	1,426	2,064	474	5,064	9,026	4,514
8	4,000	857	1,207	45	2,059	4,168	2,084
9	4,500	782	1,204	38	3,894	5,918	2,959
10	5,000	982	1,213	266	1,788	4,249	2,125
11	5,500	827	1,247	429	4,023	6,526	3,263
12	6,000	1,073	1,538	631	2,706	5,948	2,974
13	6,500	1,271	1,473	921	3,226	6,891	3,446
14	7,000	877	3,008	273	2,005	6,163	3,081
15	7,500	929	1,472	953	1,573	4,927	2,464
16	8,000	1,038	1,810	4,270	7,951	15,069	7,535
17	8,500	1,230	1,882	671	2,014	5,797	2,899
18	9,000	1,109	1,410	783	2,255	5,557	2,779
19	9,500	1,590	4,776	38	5,859	12,263	6,132
20	10,000	844	1,590	698	1,295	4,427	2,214
21	10,500	1,450	1,921	6,783	18,618	28,772	14,386
22	11,000	2,067	1,681	990	2,760	7,498	3,749
23	12,000	882	1,583	65	1,005	3,535	3,535
24	13,000	1,741	1,486	670	2,334	6,231	6,231
25	14,000	770	1,282	384	3,030	5,516	5,516
26	15,000	997	1,548	519	2,532	5,596	5,596

T A B L A 4 - 3
PROMEDIO DE HORAS TRABAJADAS POR AÑO

TRACTOR No. ECO.	E D A D E N A Ñ O S								9	
	1	2	3	4	5	6	7	8		
1	206	3,756	2,977	742	1,709	2,218	2,922	2,102	1,980	
2	224	2,560	2,519	2,709	579	1,610	1,355	1,196	580	542
3	237	1,725	1,994	1,458	1,250	1,432	1,695	1,133	30	1,159
4	239	3,163	2,748	759	671	2,472	1,777	1,337	431	722
5	241	2,453	3,902	626	775	2,595	1,154	1,719	104	1,493
6	331	1,562	1,346	950	1,377	809	2,087	1,143	1,053	2,934
7	333	3,197	1,881	2,127	1,326	1,702	1,479	691		
8	334	1,861	1,595	2,206	775	364	2,163	3,577	1,012	1,884
9	336	2,101	1,157	637	854	399	917	1,547	1,577	
10	352	2,470	1,477	2,122	1,078	1,475	1,087	712	269	962
11	353	2,142	1,641	2,277	1,863	359	1,031	687	1,657	428
12	401	2,772	1,918	806						
13	405	3,483	3,006	2,744	1,048					
14	406	3,503	2,996	722	364					
15	410	3,324	205	1,701	2,607					
16	417	1,886	2,545	1,794	2,300					
17	419	2,436	2,230	1,569	2,090					
18	421	3,059	2,362	789	264					
19	463	3,097	2,186	2,229						
	PROMEDIO ANUAL.	2,660	2,141	1,525	1,231	1,403	1,606	1,440	869	1,265
	PROM. ANUAL ACUMULADO.	2,660	4,801	6,326	7,557	8,960	10,566	12,006	12,875	14,140

T A B L A 4 - 4

PROMEDIO DE REPARACIONES MAYORES* EN PESOS DE
MAYO DE 1984.

(MILES DE PESOS DE MAYO DE 1984)

EDAD T (AÑOS)	COSTO DE REP. MAYORES C(R.M.)	C (R. M.) ACUMULADO	NUMERO DE TRACTORES PROMEDIADOS
1	261.1	261.1	20
2	989.4	1,250.5	20
3	2,988.7	4,239.2	18
4	1,613.5	5,852.7	18
5	995.6	6,848.3	14
6	4,341.3	11,189.6	14
7	4,532.7	15,722.3	14
8	2,011.0	17,733.3	13
9	3,132.6	20,865.3	13

* LOS IMPORTES DE LAS REPARACIONES MAYORES, DE CADA TRACTOR CONSIDERADO EN EL PROMEDIO, APARECEN EN EL ANEXO I.

T A B L A 4 - 5
 NORMALIZACION DE LOS COSTOS ANUALES DE OPERACION EN EFECTIVO Y DE LAS
 HORAS TRABAJADAS.

(PESOS DE MAYO DE 1984)

AÑO	HORAS POR AÑO	COSTO M \$AÑO	HORAS TRABAJADAS ACUMULADAS	COSTO ACUMULADO M \$	Tp ACUM. HORAS.	Tp ACUM. NORMAL	Ce ACUM. NORMAL	Tp (N) HORAS	Ce (N) M\$
1	2660	7,669	2,660	7,669	2,000	1,955	3,630	1955	3,630
2	2141	12,237	4,801	19,906	4,000	4,190	15,020	2235	11,390
3	1525	12,198	6,326	32,104	6,000	6,125*	30,602	1925	15,582
4	1231	9,216	7,557	41,320	8,000	7,870	44,228*	1745	13,626
5	1403	13,127	8,960	54,447	10,000	9,795	68,898	1925	24,670
6	1606	27,790	10,566	82,237	12,000	11,600	93,196	1805	24,298
7	1440	15,284	12,006	97,237	14,000	12,870	104,961	1270	11,765
8	869	7,463	12,875	104,984	16,000	14,848	119,714	1978	14,753
9	1265	9,427	14,140	114,411	18,000				

$$* \text{Tp (3)} = 6326 - (7557 - 6326) \frac{326}{2000} = 6,125$$

$$\text{Ce (4)} = 41,320 + (54,447 - 41,320) \frac{443}{2000} = 44,228$$

VARIACION DE LOS COSTOS DE OPERACION EN EFECTIVO

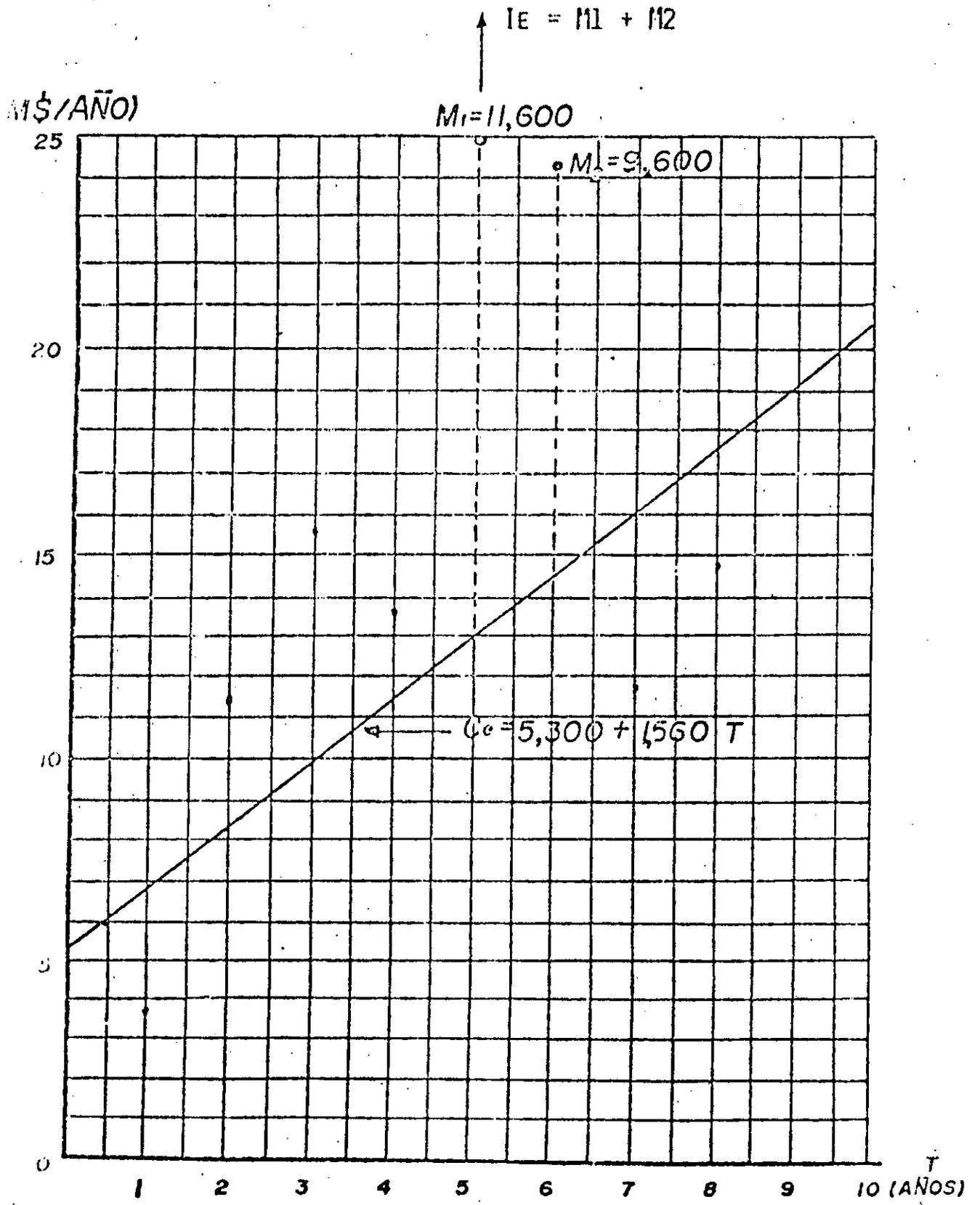
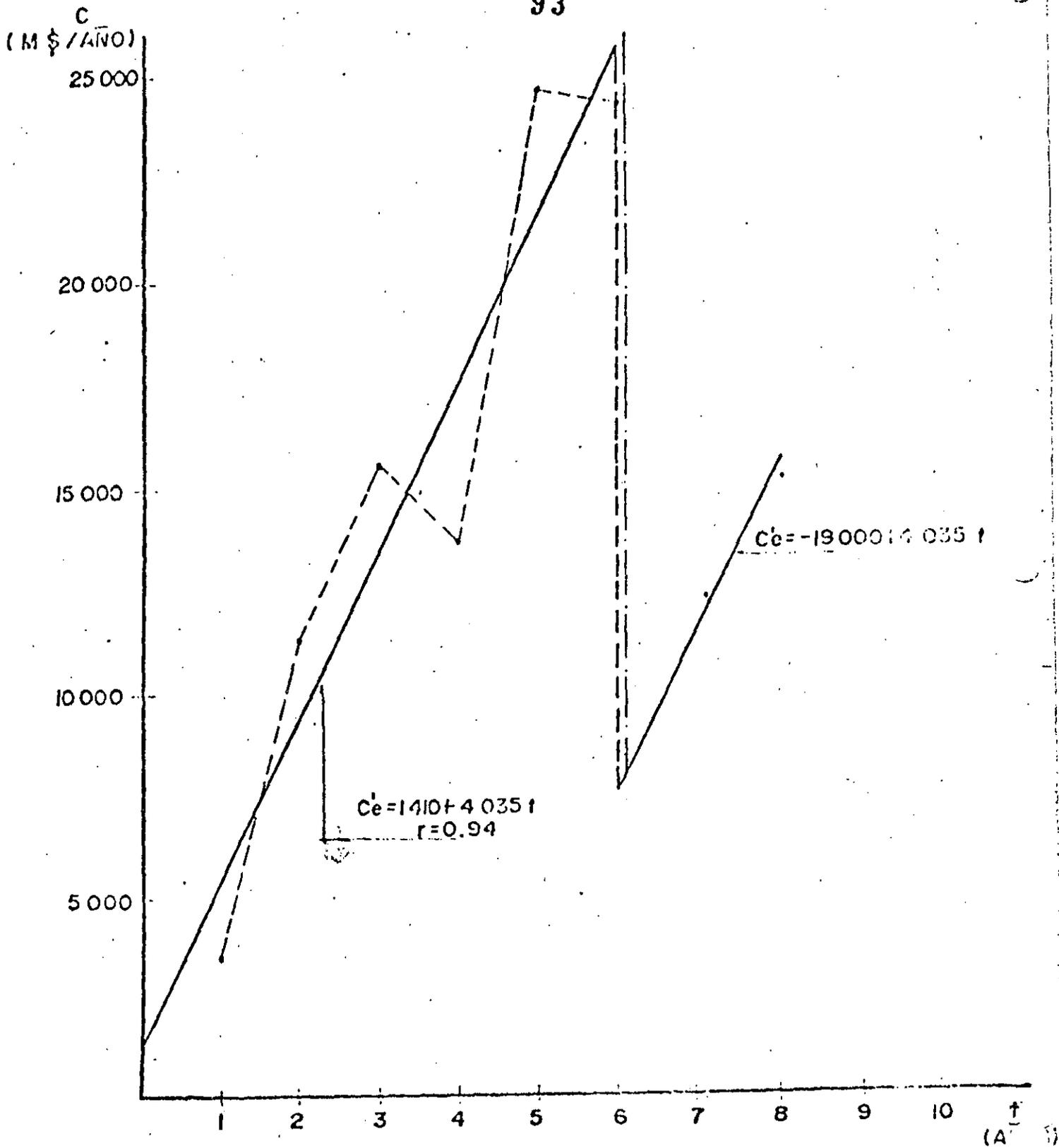


FIGURA 4 - II

93



VARIACION DE LOS COSTOS DE OPERACION EN EFECTIVO

5.- VARIACION DE LOS COSTOS DE OPORTUNIDAD.

5.1 VARIACION DE LOS COSTOS DE OPORTUNIDAD POR DESCOMPOSTURAS Y PERDIDA DE PRODUCTIVIDAD.

De la diferencia entre las cifras normalizadas de las horas programadas y las trabajadas (tabla 4-5) se obtienen los tiempos muertos u horas de trabajo -- perdidas por descomposturas.

En la tabla 5-1 aparecen los tiempos muertos por descomposturas, en horas. En la figura 5-I se grafican estos valores y se traza la recta de regresión por aproximación visual cuya expresión es:

$$T_m = 63T$$

El costo de oportunidad es el que representa -- operar unas máquinas durante el tiempo de descompostura de otras, o estas mismas durante mayor tiempo para lograr efectuar el trabajo programado. El costo por-hora que se aplica por este concepto debe ser un cargo fijo que puede incluir una parte de los sueldos y prestaciones de los operadores, costos fijos de mantenimiento y otros (ref. 1 cap. 11 pág. 501).

TIEMPOS MUERTOS

AÑO	T _p	T _o	t _m
1	2 000	1 955	45
2	4 000	2 235	0
3	6 000	1 935	65
4	8 000	1 745	255
5	10 000	1 925	75
6	12 000	1 805	195
7	14 000	1 270	730
8	16 000	1 978	22

RECTA DE REGRESION DE LA VARIACION DE LOS TIEMPOS MUERTOS

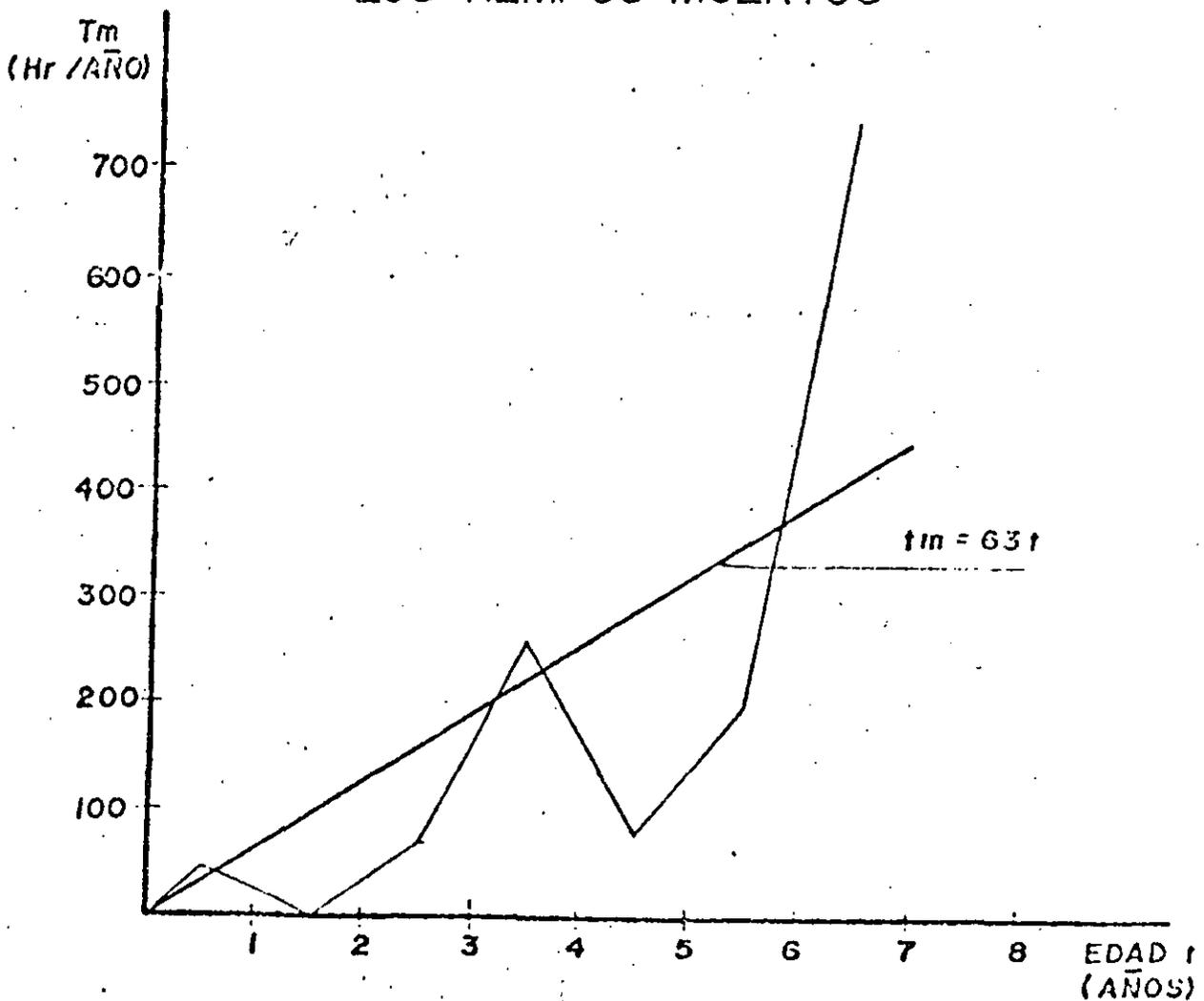


FIGURA 5 - 1

El cargo fijo que se puede aplicar en este caso es el correspondiente a taller mecánico en los reportes de costos horarios. Promediando este costo, obtenido del renglón correspondiente en el listado del anexo III, a lo largo de 15000 horas trabajadas se obtiene \$1291/hora en moneda de mayo de 1984. Por lo que el costo anual por concepto de tiempos perdidos es en promedio:

$$C(TP) = 1291t_m = 81330T$$

Se considera que este tipo de máquinas experimenta una pérdida de eficiencia a razón de 2% anual, que se operan normalmente 2000 horas anuales y que el costo total de operación-sin incluir depreciación e intereses-es \$8230/hora, obtenido de hacer el promedio de costos horarios que resulta al dividir las cifras $C_e(N)$ entre las $T_p(N)$ de la tabla 4-5.

Con lo anterior se obtiene el costo anual por pérdida de eficiencia suponiendo un comportamiento lineal a través del tiempo:

$$C(PE) = (0.02)(2000)(8230)T$$

$$C(PE) = 329,200T$$

Por lo tanto el costo total anual por deterioro

es:

$$Cd = C (TP) + C (PE)$$

$$Cd = (81,330 + 329,200) T$$

$$Cd = 410,530 T$$

5.2 VARIACION DE LOS COSTOS DE OPORTUNIDAD POR OBSOLESCENCIA.

Personas experimentadas en la utilización de maquinaria de construcción, son entrevistadas en la empresa constructora y consideran que a partir del cambio de los mandos mecánicos por medio de cables a mandos hidráulicos, en los tractores de orugas no se han presentado en los últimos años cambios tecnológicos de importancia que pongan en considerable desventaja los nuevos modelos a los viejos. Se considera aquí para los tractores una tasa de 2% anual, quedando expresado este costo como sigue:

Co = (2000Hr/año) (8230\$/Hr) (0.02)T

Co = 329,200T

Es fácil darse cuenta lo complicado que resulta hacer una predicción en este aspecto ya que por ejemplo el desarrollo en robotica o en computación puede provocar un cambio trascendente en el diseño de la maquinaria de construcción y lógicamente estos desarrollos son difíciles de proveer pues se llevan a cabo a nivel internacional. Un método aproximado para inferir estos cambios es el análisis de los presupuestos destinados a investigación y desarrollo en los países más avanzados en la tecnología estudiada.

CAPITULO 6

COSTOS DE PROPIEDAD

6.1 DATOS DISPONIBLES.

El Costo de propiedad se infiere a partir de los datos estadísticos de 15 tractores. Los valores de rescate se calculan a partir de los datos de los avalúos anuales de maquinaria que hace la empresa administradora del equipo. Estos avalúos tienen la finalidad de ajustar por inflación los importes de las rentas de maquinaria que cargan a las empresas de construcción pesada del grupo corporativo.

En virtud de que los datos sobre los avalúos corresponden a tres años diferentes (1981, 1982 y 1983) y que las edades de los tractores son diferentes, para calcular los valores de rescate se sigue el mismo criterio de cálculo de costos promedio utilizado en el capítulo 4, es decir en este capítulo se expresan todos los valores monetarios en moneda de una sola fecha y posteriormente se hacen los promedios de los valores de rescate.

Se recaban de la empresa administradora del equipo los siguientes datos:

a).- Avalúos anuales de 15 tractores de acuerdo a la tabla No. 6-1

b).- Cotizaciones de precios de tractores por parte de agencias distribuidoras de los mismos, ver tabla No. 6-2.

6.2 VARIACION DE LOS COSTOS DE PROPIEDAD EN MONEDA DE UNA SOLA FECHA.

En la tabla 6-4 se ordenan los datos de acuerdo a la edad que tiene cada tractor en la fecha del avalúo, se expresan los valores de rescate (avalúos) en moneda nacional corriente y en moneda de mayo de 1984. Esta conversión se realiza aplicando los índices de inflación expresados en la tabla 6-3, el factor de conversión para los avalúos de diciembre de 1980 se obtiene al dividir el índice correspondiente a mayo de 1984 (1562.2) entre el del propio diciembre de 1980 (se tomó el dato de 1980: 131.7) obteniéndose 11.86.

Teniendo los valores de rescate expresados en moneda de una sola fecha se obtienen los promedios para periodos similares de tiempo de uso.

Para obtener el costo inicial de adquisición -- $C(0)$ se pondera el precio de cada marca de tractor en mayo de 1984 (ver tabla 6-2) con el porcentaje de -- tractores de cada marca que fueron valúados por período de tiempo de uso (T).

$$\text{PARA T=0} \quad C(0) = 45,767,225 \left(\frac{2}{2}\right) + 54,092,500 \left(\frac{0}{2}\right)$$

$$C(0) = 45,767,225$$

$$\text{PARA T=1} \quad C(0) = 45,767,225 \left(\frac{6}{10}\right) + 54,092,500 \left(\frac{4}{10}\right)$$

$$C(0) = 49,097,335$$

$$\text{PARA T=2} \quad C(0) = 45,767,225 \left(\frac{4}{7}\right) + 54,092,500 \left(\frac{3}{7}\right)$$

$$C(0) = 49,335,200$$

$$\text{PARA T=3} \quad C(0) = 45,767,225 \times 0.5 + 54,092,500 \times 0.5$$

$$C(0) = 49,929,860$$

$$\text{PARA T=4} \quad C(0) = 54,092,500$$

$$\text{PARA T=8} \quad C(0) = 45,767,225$$

Con los costos de adquisición correspondientes a cada período se encuentran los valores de rescate expresados como porcentajes del costo inicial de adquisición- $C(0)$ dividiendo los promedios de valores de rescate de la tabla 6-4 entre los costos $C(0)$:

AÑOS DE USO	0	1	2	3	4	8	10
VALOR DE RESCATE	86%	63%	42%	25%	19%	19%	

Estos datos están graficados en la Figura 6-I

T A B L A 6 - 1 ¹⁰⁴

AVALUOS ANUALES (VALORES DE RESCATE) DE 15 TRACTORES USADOS.

	No. ECO.	FECHA ADQUIS.	FECHA AVALUO	EDAD (AÑOS)	VALOR RESCATE (AVALUO) MONEDA CORRIENTE.
1	401	DIC/79	DIC/80	1	\$ 4,000,000
2	406	ENE/80	DIC/80	1	3,800,000
3	237	MAY/74	DIC/81	7.5	1,300,000
4	392	AGO/78	DIC/81	3.3	2,600,000
5	401	DIC/79	DIC/81	2	4,100,000
6	406	ENE/80	DIC/81	2	3,000,000
7	410	MAY/80	DIC/81	1.5	3,000,000
8	452	NOV/80	DIC/81	1.1	5,600,000
9	460	JUN/80	DIC/81	1.5	5,700,000
10	463	NOV/81	DIC/81	0.1	6,500,000
11	466	OCT/81	DIC/81	0.2	6,500,000
12	472	DIC/80	DIC/81	1	4,000,000
13	479	JUN/81	DIC/81	0.5	6,000,000
14	352	MZO/75	DIC/82	7.8	4,000,000
15	239	MAY/74	DIC/82	8.5	4,200,000
16	392	AGO/78	DIC/82	4.3	2,600,000
17	401	DIC/79	DIC/82	3	4,000,000
18	410	MAY/80	DIC/82	2.5	9,000,000
19	417	JUL/80	DIC/82	2.4	9,000,000
20	452	NOV/80	DIC/82	2.1	7,500,000
21	460	JUN/80	DIC/82	2.5	12,500,000
22	463	NOV/81	DIC/82	1.1	10,000,000
23	466	OCT/81	DIC/82	1.2	10,000,000
24	472	DIC/80	DIC/82	2.0	8,500,000
25	479	JUN/81	DIC/82	1.5	9,000,000

T A B L A 6 - 2

PRECIOS DE MERCADO DE LOS TRACTORES DE ORUGAS.

FECHA	M A R C A C O M E R C I A L			
	C A T E R P I L A R D8-K		K O M A T U S U D 155A - 1	
	EN DOLARES	EN PESOS MEX.	EN DOLARES	EN PESOS MEX.
ENERO/79	161,800	3,721,380		
AGOSTO/79	173,262	4,071,668		
AGOSTO/80	180,843	4,159,408	225,428	5,184,844
ENERO/80	197,846	4,649,381	242,304	5,694,150
JULIO/82	256,400	12,437,964	275,600	13,369,356
AGOSTO/83	256,400	38,460,000	280,000	42,000,000
NOV./83	256,400	38,460,000	309,100	46,365,000
MARZO/84	256,400	44,870,000	309,100	54,092,500
ABRIL/84	261,527	45,767,225	309,100*	54,092,500*

* VALORES SUPUESTOS.

T A B L A 6 - 3¹

PRECIOS DE MERCADO DEL TRACTOR CATERPILAR D8-K.

A Ñ O	PRECIO (DOLARES EUA)	CAMBIO (\$MEX/1 DOLAR EUA)	PRECIO (PESOS MEX).	INDICE DE PRECIOS.
1972	72,000	12.50	900,000	27.0
1973	73,000	12.50	913,000	27.4
1974	113,000	12.50	1,413,000	42.4
1975	125,000	12.50	1,563,000	46.9
1976 (ago)	127,000	12.50	1,568,000	47.6
(sep)	132,000	19.60	2,469,000	74.6
1977	143,000	22.50	3,218,000	96.5
1978	145,000	23.00	3,335,000	100.0
1979	166,000	23.00	3,818,000	114.5
1980	191,000	23.00	4,393,000	131.7
1981 (ene)	221,700 (10%) ^{*1}	23.34	5,435,000	163.0
(jul)	265,900 (25%)	24.57	6,861,000	205.7
(oct)	272,600 (25%)	25.20	7,213,000	216.3
(dic)		26.20	8,616,000 ²	258.4
1982 (ene)	334,900 (50%)	26.50	9,318,000	279.4
(feb)	334,900 (50%)	37.50	13,186,000	395.4
(mar)	267,900 (20%)	47.25	13,290,000	392.5
(sep)	271,600 (20%)	70.00	23,200,000	695.7
(dic)		70.00	23,300,000	696.7
1983 (jun)	276,300 (20%)	120.00	40,280,000	1207.8
(dic)		144.00	47,400,000	1421.3
1984 (may)	285,900 (20%)	150.00	52,100,000	1562.2

*1 VARIACION EN EL ARANCEL DE IMPORTACIONES.

1. TOMADA DE LA REFERENCIA No.

2. LOS PRECIOS PARA DIC. 81, 82 Y 83 SON INTERPOLACIONES DEL AUTOR DE ESTE TRABAJO.

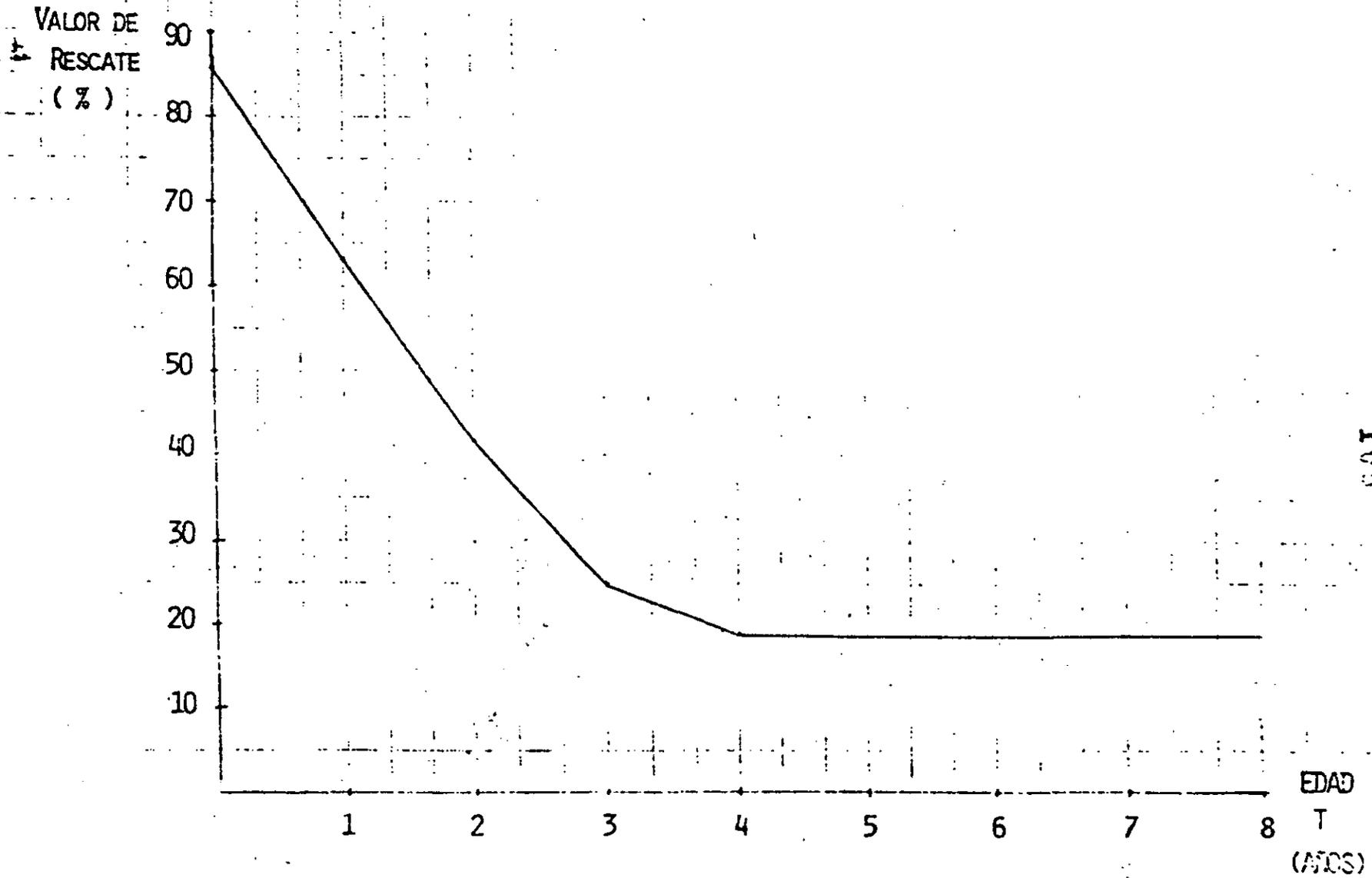
106

T A B L A 6 - 4
VALORES DE RESCATE EN MONEDA DE UNA MISMA.
FECHA: MAYO DE 1984.

CIFRAS EN MILES DE PESOS M.N.							VALOR DE RESC.	
MARCA	TRACTOR No. ECO.	EDAD AÑOS	FECHA AVAJUO	V. RESCATE M. CORRIENTE	FACTOR CONVERS	V. RESCATE PESOS MAY/84	PROME- DIOS.	% DE C(O)
	463	0.1	DIC/81	6,500	6.06	39,390	39,390	86
	466	0.2	DIC/81	6,500	6.06	39,390		
K*	479	0.5	DIC/81	6,000	6.06	36,360	30,715	63
	401	1.0	DIC/80	4,000	11.86	47,440		
	406	1.0	DIC/80	3,800	11.86	45,068		
K	452	1.1	DIC/81	6,000	6.06	36,360		
	463	1.1	DIC/82	10,000	2.24	22,400		
	466	1.2	DIC/82	10,000	2.24	22,400		
K	472	1.0	DIC/81	4,000	6.06	24,240		
	410	1.5	DIC/81	3,000	6.06	18,180		
	460	1.5	DIC/81	5,700	6.06	34,540		
K	479	1.5	DIC/82	9,000	2.24	20,160		
	401	2.0	DIC/81	4,100	6.06	24,846	21,027	42
	406	2.0	DIC/81	3,000	6.06	18,180		
K	452	2.1	DIC/82	7,500	2.24	16,800		
	410	2.5	DIC/82	9,000	2.24	20,160		
K	417	2.4	DIC/82	9,000	2.24	20,160		
	460	2.5	DIC/82	12,500	2.24	28,000		
K	472	2.0	DIC/82	8,500	2.24	19,040		
K	392	3.3	DIC/81	2,600	6.06	15,760	12,360	25
	401	3.0	DIC/82	4,000	2.24	8,960		
K	392	4.3	DIC/82	4,500	2.24	10,080	10,080	19
	237	7.5	DIC/81	1,300	6.06	7,880	8,750	19
	239	8.5	DIC/82	4,200	2.24	9,410		
	352	7.8	DIC/82	4,000	2.24	8,960		

* LOS TRACTORES CON LA LETRA K SON DE MARCA KOMATSU
LOS DEMAS SON CATERPILLAR.

FIGURA 6 - I
CURVA DE VALOR RECUPERABLE DE LOS
TRACTORES DE ORUGAS



7
T A B L A 5

FLUJO UNIFORME EQUIVALENTE A LOS COSTOS
DE PROPIEDAD EN PESOS DE MAYO DE 1984

AÑOS USO (T)	VALOR DE RESCATE R (M \$)	C - R M \$	(a / P , r , T)			Ac, r (M\$ / AÑO)		
			r = 15%	r = 20%	r = 30%	r = 15%	r = 20%	r = 30%
1	32,823	19,277	1.0769	1.1031	1.1574	25,682	27,829	32,158
2	21,882	30,218	0.5787	0.6066	0.6649	20,771	22,706	26,657
3	13,025	39,075	0.4139	0.4433	0.5056	18,128	19,927	23,664
4	9,899	42,201	0.3325	0.3632	0.4293	15,515	17,307	21,087
5	9,899	42,201	0.2843	0.3164	0.3862	13,482	15,332	19,266
6	9,899	42,201	0.2528	0.2862	0.3594	12,152	14,058	18,137
7	9,899	42,201	0.2307	0.2655	0.3419	11,223	13,183	17,397
8	9,899	42,201	0.2147	0.2506	0.3299	10,543	12,555	16,893
9	9,899	42,201	0.2025	0.2396	0.3216	10,030	12,091	16,542
10	9,378	42,722	0.1931	0.2313	0.3157	9,656	11,757	16,302

$C(0) = 52,100$

$Acr = (C-R) (a/P, r, T) + r R$

110

CAPITULO 7

EFFECTOS DE LA INFLACION Y DE LOS IMPUESTOS

109

7.1. VARIACION DE LOS COSTOS DE OPERACION CONSIDERANDO INFLACION E IMPUESTOS.

El análisis económico de proyectos en ambientes inflacionarios ha sido un problema muy controversial y hasta la fecha se siguen utilizando metodologías erradas. En este capítulo se presenta el análisis inflacionario en la determinación de la vida económica de los activos, utilizando el interesante enfoque que presenta la referencia No. 1 en el capítulo II.

7.1.1 DETERMINACION DE LA TASA DE INFLACION INCREMENTAL.

Encontrar la variación de los costos de operación en moneda constante implica considerar la inflación incremental que existe entre las variaciones de precios del producto y las de costos de operación. Para tener una base sobre la cual plantear alternativas de inflación incremental, se obtiene en la Tabla 7-1 el índice correspondiente a los costos (O.C.M), simulando costos históricos de 10 años atrás (ver anexo I). Esto se hace por medio de un programa de computadora muy similar al que se utiliza para calcular los costos (O.C.M) por edad de los tractores en horas trabajadas.

Ya que se tienen los índices de los costos - - (O.C.M.) - renglón construcción - se calcula la tasa de inflación incremental ($f'o$) como sigue:

$$1 + f'o = \frac{1 + fo}{1 + fp}$$

DONDE

$f'o$ = TASA DE INFLACION INCREMENTAL DE LOS COSTOS DE OPERACION RESPECTO AL PRODUCTO -- (CONSTRUCCION).

fo = TASA DE INFLACION DE LOS COSTOS DE OPERACION.

fp = TASA DE INFLACION DEL PRODUCTO CONSTRUCCION (RENGLON NUM. 60 DEL INDICE NACIONAL DE PRECIOS PRODUCTOR, BANCO DE MEXICO).

Si se es más estricto fp debe considerarse como la tasa de inflación de la construcción pesada, pero como el total de las empresas del grupo corporativo, se dedica a actividades que están muy relacionadas con la actividad construcción, puede entonces -- considerarse que la tasa de inflación del producto - "Construcción" es representativa para este caso .

En la tabla 7-3 se calculan las cifras anuales de inflación incremental de los costos de operación,

suponiendo que el índice de costos (O.C.M) es representativo del de los costos totales de operación.

Se calculan dos tasas de inflación incremental; $f'o,1$ y $f'o,2$. La primera utilizando el índice de costos (O.C.M) y la segunda utilizando el índice nacional de precios al consumidor, ya que se aprecia un comportamiento similar entre este y el de costos (O.C.M.). En la figura se grafican las tasas de inflación incremental para cada caso.

En virtud de la gran incertidumbre que prevalece en el país en materia de pronósticos económicos sobre todo cuando son a largo plazo no se hace ninguna proyección, aunque podría ensayarse algún modelo de series de tiempo. Se prefiere, sin embargo hacer un análisis de sensibilidad.

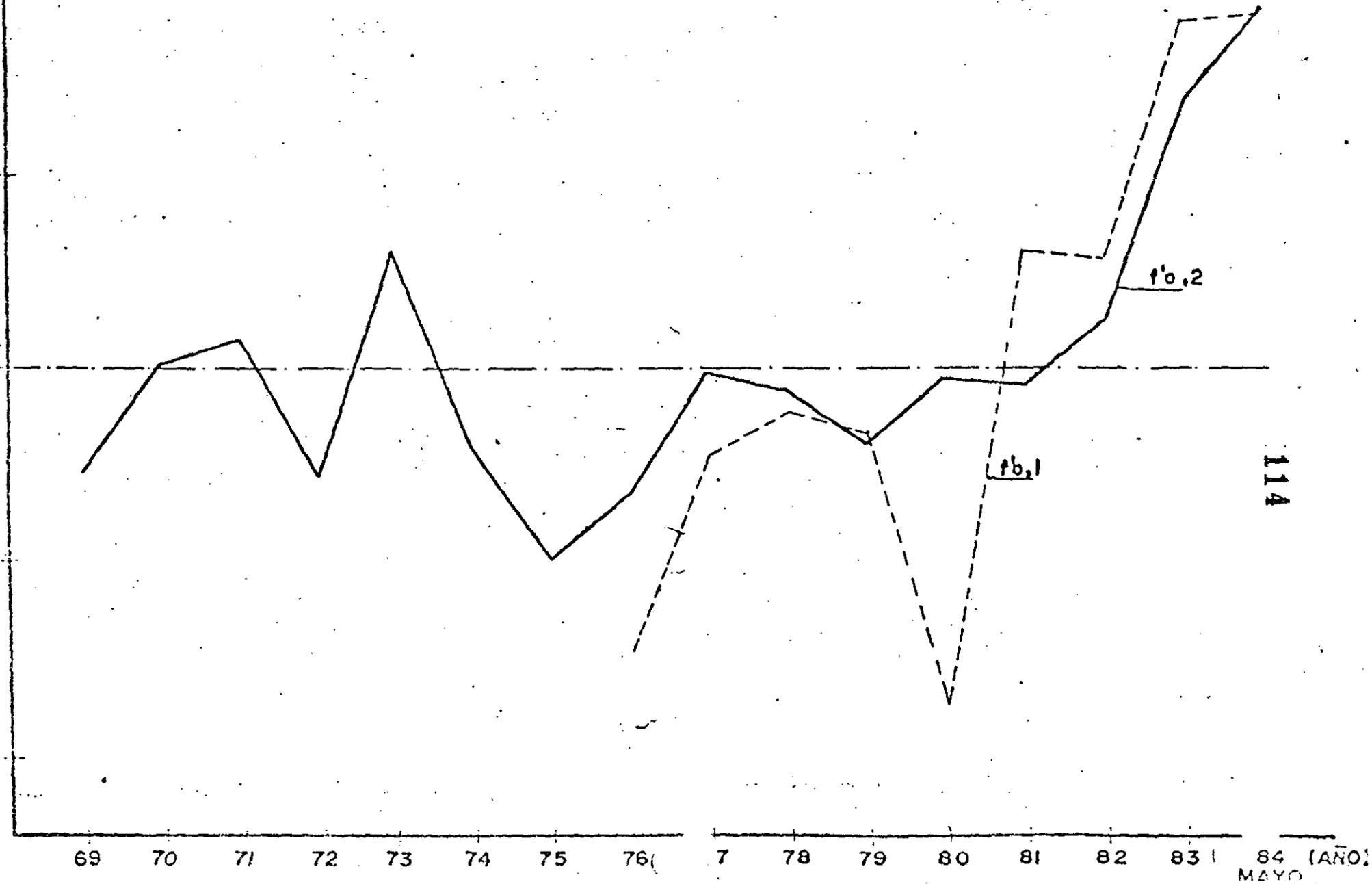
De acuerdo a la figura 7-1, se pueden analizar las tres alternativas siguientes:

1).- $1 + f'o = 1.20$

2).- $1 + f'o = 1.10$

3).- $1 + f'o = 0.95$

VARIACION HISTORICA DE LA TASA DE INFLACION INCREMENTAL f'_0



INDICE DE PRECIOS DE LOS COSTOS (O.C.M.)

EDAD T (AÑOS)	COSTOS (O.C.M.) \$ CTES.	AÑO	COSTOS (O.C.M.) \$ CORRIENTES	INDICE DE PRECIOS MAYO/1984=100	INDICE DE PRECIOS 1978=100
1	3,032	1975	211.6	6.98	64.4
2	5,534	1976	417.3	7.54	69.6
3	7,825	1977	728.5	9.31	85.9
4	5,678	1978	615.5	10.84	100.0
5	7,864	1979	1,011.2	12.86	118.6
6	11,886	1980	1,605.3	13.51	124.6
7	5,189	1981	952.1	18.54	171.0
8	11,585	1982	3,519.2	30.38	280.3
9	8,984	1983	5,727.2	63.75	588.1
10	5,019	MAYO/84	5,019	100.0	922.5

LOS DATOS DE COSTOS (O.C.M.) A PESOS CONSTANTES Y CORRIENTES, SE TOMAN DEL LISTADO DE COMPUTADORA DE LOS ANEXOS VI Y VII.

T A B L A - 2

COMPARACION DE LOS INDICES DE PRECIOS
 NACIONAL AL CONSUMIDOR (INC) Y DE COSTOS (O.C.M.)
 IC (O.C.M.).

AÑO	Ic(O.C.M.)	INC	INC Ic(O.C.M)	DIFERENCIAS PORCENTUAL (%)
1975	64.4	57.0	0.89	-11
1976	69.6	66.0	0.95	- 5
1977	85.9	85.0	0.99	- 1
1978	100.0	100.0	1.00	0
1979	118.6	118.2	1.00	0
1980	124.6	149.3	1.20	20
1981	171.0	191.1	1.12	12
1982	280.3	303.6	1.08	8
1983	588.1	612.9	1.04	4
MAYO/84	922.5	964.1	1.05	5

T A B L A - 3

INFLACION INCREMENTAL* HISTORICA DE LOS COSTOS DE OPERACION

ANO	Ip INDE. NAL PRECIOS CONSTRUCCION	Ico INDICE COSTOS (O.C.M.)	Ic NAL. PREC. CONSUMID.	1 + fp 1 + LA VARIA- CION PORCEN- TUAL DE Ip	1 + fco 1 + LA VA- RIACION POR CENTUAL DE Ico	1 + fc 1 + LA VA- RIACION POR CENTUAL DE Ic	1 + fo,1 TASA DE INF. INCREMENTAL, TOMAN- DO Ico	1 + fo,2 TASA DE INF. INCREMENTAL TOMAN- DO Ic
1968	22.6		29.7					
1969	24.4		30.2	1.080		1.017		0.942
1970	26.2		32.5	1.074		1.076		1.002
1971	27.0		34.0	1.031		1.046		1.015
1972	30.1		35.7	1.115		1.050		0.942
1973	31.8		40.0	1.056		1.120		1.061
1974	41.1		49.5	1.292		1.238		0.958
1975	52.6	64.4	57.0	1.280		1.152		0.900
1976	65.1	69.6	66.0	1.238	1.081	1.158	0.873	0.935
1977	84.1	85.9	85.1	1.292	1.234	1.289	0.955	0.998
1978	100.0	100.0	100.0	1.189	1.164	1.175	0.979	0.958
1979	123.0	118.6	118.2	1.230	1.186	1.182	0.964	0.961
1980	156.1	124.6	149.3	1.269	1.051	1.263	0.828	0.995
1981	201.7	171.0	191.1	1.292	1.372	1.280	1.062	0.991
1982	312.2	280.3	303.6	1.548	1.639	1.589	1.059	1.026
1983	552.4	588.1	612.9	1.769	2.098	2.019	1.186	1.141
MAYO 84	729.6	922.5	964.1	1.321	1.569	1.573	1.188	1.191

- * REFERIDA A LOS PRECIOS DEL PRODUCTO (CONSTRUCCION)

- Ip E Ic ESTAN TOMADOS DE LOS INFORMES ANUALES DEL BANCO DE MEXICO.

7.1.2 VARIACION DE LOS COSTOS DE OPERACION EN MONEDA CONSTANTE Y DESPUES DE IMPUESTOS.

El costo total de operación, resultado de sumar los costos calculados en los capítulos 4 y 5 es:

$$C_t (0) = C_e + C_d + C_o$$

DONDE:

$C_t (0)$ = COSTO TOTAL DE OPERACION EN MONEDA DEL TIEMPO CERO.

$$C_t (0) = 5,300 + 1,560 T + 410.5 T + 329.2T$$

$$C_t (0) = 5,300 + 2,300 T \quad 7-a$$

De acuerdo a la metodología propuesta en el capítulo 11 de la referencia No. 1, el costo de operación en moneda constante referida esta a los precios del producto, está dado por la siguiente expresión.

$$C_t (T) = C_t (0) \text{ EXP } (80. T) \quad 7-b$$

DONDE:

$C_t (T)$ = COSTO TOTAL DE OPERACION EN MONEDA CONSTANTE EN EL TIEMPO T.

$C_t(0)$ = COSTO TOTAL DE OPERACION EN MONEDA -
DEL TIEMPO CERO (EN ESTE CASO MAYO DE
1984).

θ_0 = TASA INCREMENTAL DE INFLACION CONTI--
NUA DE LOS COSTOS DE OPERACION.

$$\theta_0 = \text{Ln} (1 + f_0).$$

SUBSTITUYENDO 7-a en 7-b se tiene

$$C_t(T) = (5,300 + 2,300) \text{Exp.}(\theta_0 T)$$

EL COSTO NETO DESPUES DE IMPUESTOS ES

$$C_n(T) = (1-t_i) C_t(T)$$

Las tasas incrementales de inflación continua
(θ_c) para las tres alternativas planteadas en 7.1.1
son:

$$1.- \theta_{0,1} = \text{Ln} (1 + 0.20) = 0.1823$$

$$2.- \theta_{0,2} = \text{Ln} (1 + 0.10) = 0.0953$$

$$3.- \theta_{0,3} = \text{Ln} (1 - 0.05) = 0.0513$$

Se suponen respectivamente tres tasas de infla-
ción de los costos de operación: 70, 50 y 30%, real-
mente las tasas de inflación que se supongan para -
los costos de operación no tienen relevancia por sí -

solamente sino únicamente en la medida que puedan hacer variar la tasa de inflación incremental, es decir, si la tasa de inflación de los costos varía aproximadamente igual a la tasa de inflación del producto no se presenta ningún cambio en la tasa de inflación incremental que es la que determina los valores en moneda constante. Se utilizan aquí supuestos de inflación en costos principalmente con el fin de comparar los valores en moneda constante con los de moneda corriente.

Los costos totales de operación en moneda corriente se encuentran con la expresión.

$$C'_t (T) = C_t(0) \text{ EXP } (\theta_0^a T)$$

DONDE:

θ_0^a = TASA ABSOLUTA DE INFLACION CONTINUA DE
LOS COSTOS DE OPERACION.

Los valores de θ_0^a son:

$$\theta_0^{a,1} = \text{Ln } (1 + 0.70) = 0.5306$$

$$\theta_0^{a,2} = \text{Ln } (1 + 0.50) = 0.4055$$

$$\theta_0^{a,3} = \text{Ln } (1 + 0.30) = 0.2624$$

T A B L A 7 - 4

EFFECTO DE LA INFLACION Y LOS IMPUESTOS EN
 LOS COSTOS TOTALES DE OPERACION C + (O)
 (NO INCLUYE REPARACIONES EXTRAORDINARIAS)

EDAD T AÑOS	ALTER NATIVA	Ct (0)	C' (T) M\$ CORRIENTES	C (T) M\$ CORRIENTES	Cn (T) M\$ CORRIENTES
1	1	7,600	12,920	9,120	4,560
	2	7,600	11,400	8,360	4,180
	3	7,600	9,880	7,220	3,610
2	1	9,900	28,609	14,255	7,128
	2	9,900	22,277	11,979	5,989
	3	9,900	16,732	9,835	4,467
4	1	14,500	121,092	30,065	15,032
	2	14,500	73,417	21,229	10,614
	3	14,500	41,419	11,810	5,905
5	1	16,600	238,949	57,025	28,512
	2	16,600	127,597	33,835	16,917
	3	16,600	62,388	14,040	7,020
6	1	19,100	460,549	57,025	28,512
	2	19,100	217,606	33,835	16,917
	3	19,100	92,212	14,040	7,020
8	1	23,700	1,652,880	101,888	50,944
	2	23,700	607,574	50,799	25,399
	3	23,700	49,751	15,722	7,861
10	1	28,300	5,703,651	175,188	87,594
	2	28,300	1,652,490	73,395	36,697
	3	28,300	74,259	16,943	8,472

$$Ct = 5,300 + 1550 + 41i T + 329 T$$

$$Ct = 5,300 + 2300 T$$

$$Ct (T) = Ct(0) EXP (\theta_0 T)$$

$$C'_t (T) = Ct(0) EXP (\theta^a T)$$

Alter- nativa	θ_0	θ^a
1	0.1823	0.5306
2	0.0953	0.4055
3	-0.0513	0.2624

7.2 VARIACION DE LOS COSTOS DE PROPIEDAD CONSIDERANDO INFLACION E IMPUESTOS.

Al igual que en 7.1, para conocer la variación de los costos de propiedad en moneda constante es necesario estudiar el comportamiento histórico de la tasa de inflación incremental (TII) de dichos costos con respecto al comportamiento de los precios del producto (construcción).

El comportamiento de TII en los últimos 11 años aparece en la tabla 7-5. Se calcula de la misma forma que la TII de los costos de operación (ver 7.1.1) sólo que en este caso en vez del índice de costos (O.C.M.) se considera el índice de precios de los tractores que aparece en la tabla 6-3.

Con el fin de definir las alternativas de inflación incremental de los costos de propiedad se dibuja en la figura 7-II la variación histórica de la tasa anual de dicha inflación. Se pueden analizar las siguientes alternativas:

$$1.- 1 + f'm = 1.30 \quad m_1 = \ln(1.30) = 0.2624$$

$$2.- 1 + f'm = 1.10 \quad m_2 = \ln(1.10) = 0.0953$$

$$3.- 1 + f'm = 0.95 \quad m_3 = \ln(0.95) = 0.0513$$

Se suponen además las siguientes tasas de inflación del costo de propiedad (básicamente variación del precio de los tractores):

$$1.- 1 + fm = 1.90 \quad \theta_{\bar{m}}^{a1} = \ln(1.90) = 0.6419$$

$$2.- 1 + fm = 1.60 \quad \theta_{\bar{m}}^{a2} = \ln(1.60) = 0.4700$$

$$3.- 1 + fm = 1.30 \quad \theta_{\bar{m}}^{a3} = \ln(1.30) = 0.2624$$

INFLACION INCREMENTAL HISTORICA DE LOS COSTOS
DE PROPIEDAD.

AÑO	Ip NACIONAL PRODUCTOR CONSTRUCC.	Im INDICE PRECIOS TRACTORES	1 + fm. 1+ LA VARIA CION PORCEN TUAL DE Ip.	1+ LA VARIA CION PORCEN TUAL DE Im.	TASA IN MENTAL ANUA 1+ f'i
1972	30.1	27.0	1.167		
1973	31.8	27.4	1.056	1.015	0.961
1974	41.1	42.4	1.292	1.547	1.197
1975	52.6	46.9	1.280	1.106	0.864
1976	65.1	61.1*	1.238	1.303	1.052
1977	84.1	96.5	1.292	1.579	1.222
1978	100.0	100.0	1.189	1.036	0.871
1979	123.2	114.5	1.232	1.145	0.929
1980	156.1	131.7	1.267	1.150	0.908
1981	201.7	210.9	1.292	1.601	1.239
1982	312.2	493.5	1.548	2.340	1.512
1883	552.4	1209.0	1.769	2.450	1.385
ABR/84	729.6	1562.2	1.321	1.292	0.978

F I ((R A 7-II
VARIACION HISTORICA DE LA TASA DE
INFLACION INCREMENTAL f'm.

f'm

(%) 50

40

30

20

10

0.0

10

20

73

74

75

76

77

78

79

80

81

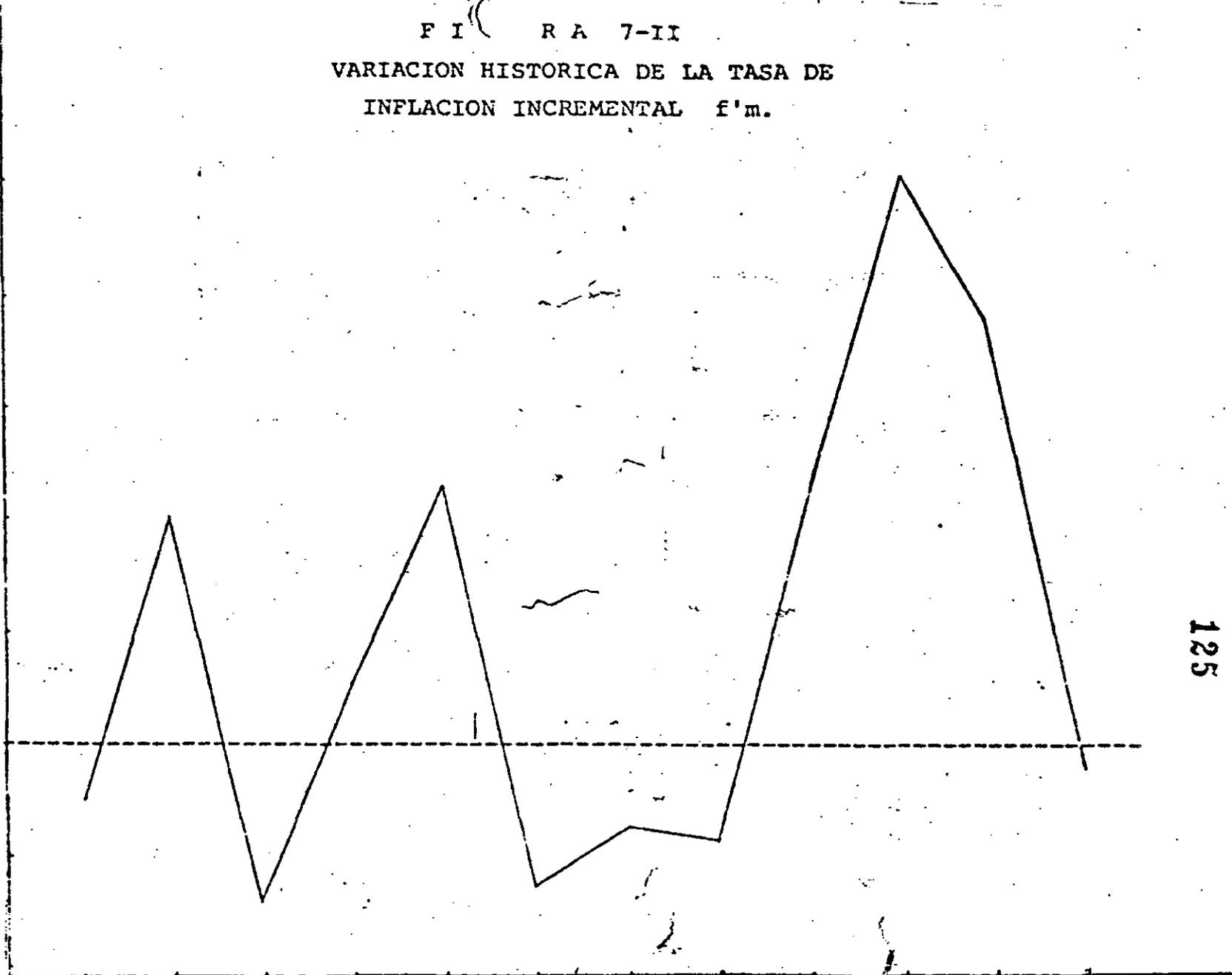
82

83

84

T
(AÑO)

125



7.2.1 VARIACION DE LOS COSTOS DE PROPIEDAD EN
MONEDA CONSTANTE.

Con lo anterior y considerando una tasa marginal de impuestos (t) igual a 50% en la tabla 7-6 se calcula el valor de rescate en moneda constante, para diferentes edades (T), con la expresión:

$$R(T) = R(O) \text{EXP} (-\theta - m \cdot T)$$

Donde:

$R(T)$ = Valor de rescate en moneda constante a la edad T años.

$R(O)$ = Valor de rescate en moneda del tiempo cero (fecha del estudio)

θm = Tasa continua de inflación incremental del costo de propiedad

$$-m = \ln (1+f'm).$$

El valor de rescate en moneda corriente con:

$$R'(T) = R(O) \text{EXP} (\theta m T)$$

Donde:

$R'(T)$ = Valor de rescate en moneda corriente

θ \dot{m} = tasa absoluta de inflación del costo
de propiedad.

Quando se tienen los valores de $R(T)$, se substituy
en éstos en la expresión: $A_{c,R}$ se s:

$$A_{c,R} = (C-R) (\Lambda/P, r, T) + rR$$

Con la que se encuentra el costo de propiedad en
moneda constante expresado como flujo uniforme equiva-
lente, para distintos periodos T (años) de uso. En la
Tabla 7-7 se muestra la variación de $A_{c,R}$ considerando
un costo de adquisición $C(0) = 52,100,000$ y una tasa
continua de valor de capital para cada una de las alter-
nativas supuestas:

RECURSOS SUPUESTOS

- | | |
|------------------|------------------|
| 1.- $r_1 = 30\%$ | para $fm = 90\%$ |
| 2.- $r_2 = 20\%$ | para $fm = 60\%$ |
| 3.- $r_3 = 15\%$ | para $fm = 30\%$ |

VALORES DE RESCATE $R(0)$, $R(T)$ Y $R'(T)$ EXPRESADOS
COMO PORCENTAJE DEL COSTO DE ADQUISICION
 $C(0)$.

EDAD T (AÑOS)	ALTER NATIVA.	R(0), % MONEDA DE UNA SOLA- FIXA.	R(T), % MONEDA CONS- TANTE.	R'(T), % MONEDA CO- RRIENTE.
0	1	86	86	86
	2	86	86	86
	3	86	86	86
1	1	63	81.9	119.7
	2	63	69.3	100.8
	3	63	59.8	81.9
2	1	42	71.0	151.6
	2	42	50.8	107.5
	3	42	37.9	71.0
3	1	25	54.9	171.5
	2	25	33.3	102.4
	3	25	21.4	54.9
4	1	20	57.1	260.7
	2	20	29.3	131.1
	3	20	16.3	57.1
5	1	20	74.3	495.3
	2	20	32.21	209.7
	3	20	15.5	74.3
6	1	20	96.6	941.2
	2	20	35.4	336.0
	3	20	14.7	96.6
7	1	20	125.5	1798.3
	2	20	39.0	536.9
	3	20	14.0	125.5
8	1	20	163.2	3398.0
	2	20	42.9	859.0
	3	20	13.3	163.2
9	1	20	212.2	6456.4
	2	20	47.2	1374.3
	3	20	12.6	212.2
10	1	18	248.2	11041.0
	2	18	46.7	1979.0
	3	18	10.8	248.2

$$R(T) = R(0) \text{ EXP } (\theta_m, i T)$$

$$R'(T) = R(0) \text{ EXP } (\theta_m^a, i T)$$

ALTERNATIVA	θ_m	θ_m^a
1	0.2624	0.6419
2	0.0953	0.4700
3	-0.0513	0.2624

T A B L A 7 - 7 129

FLUJO UNIFORME EQUIVALENTE AL COSTO BASICO
DE PROPIEDAD EN MONEDA CONSTANTE

AÑOS DE USO T	ALTERNATIVA	R-R(T)XC(O) M\$	(a/P, r, T)	Ac,R M\$
1	1	42,670	1.1575	23,716
	2	36,105	1.1031	24,865
	3	31,156	1.0769	27,227
2	1	36,991	0.6649	21,143
	2	26,467	0.6066	20,842
	3	19,746	0.5787	21,687
4	1	29,749	0.4293	18,520
	2	15,265	0.3632	16,431
	3	8,492	0.3325	15,771
5	1	38,710	0.3862	16,764
	2	16,781	0.3164	14,531
	3	8,076	0.2843	13,727
6	1	50,329	0.3594	15,735
	2	18,475	0.2862	13,319
	3	7,659	0.2528	12,382
8	1	85,027	0.3299	14,644
	2	22,351	0.2506	11,925
	3	6,929	0.2147	10,735
10	1	129,312	0.3157	14,416
	2	24,321	0.2313	11,290
	3	5,627	0.1931	9,817

$$AcR = [C(O) - R(T)] (a/P, r, T) + rR(T)$$

$$C(O) = 52,100,000$$

ALTERNATIVA	Θ_m	r
1	0.2624	30
2	0.0953	20
3	-0.0513	15

7.2.2 VARIACION DE LOS COSTOS DE PROPIEDAD EN MONEDA -
CONSTANTE, CONSIDERANDO EL PAGO DE IMPUESTOS.

Flujo uniforme equivalente al total de los impuestos durante la vida T de un activo esta dada por:

$$A_I = A_{IC} + A_{IR}$$

A_{IC} es el flujo continuo uniforme equivalente al impuesto correspondiente al cargo por depreciación. Según la ref. 1 cap.11:

$$A_{IC} = -t C(0) \int \frac{e^r - 1}{e^{rm} - 1} \cdot \frac{1 - e^{-rmT}}{1 - e^{-rT}}$$

C u a n d o $T < N$ (7c)

$$A_{IC} = -t C(0) \int \frac{e^r - 1}{e^{rm} - 1} \cdot \frac{1 - e^{-rmN}}{1 - e^{-rT}}$$

C u a n d o $T \geq N$ (7d)

D o n d e:

t = Tasa impositiva.

C(0) = Costo de adquisición.

δ = Porcentaje de depreciación anual.

r = Tasa de valor de capital.

rm = Tasa monetaria de valor de capital.

e = 2.71828

T = Años de vida del activo.

N = Vida fiscal del activo.

A_{IR} es el flujo continuo uniforme equivalente al impuesto sobre la ganancia por venta del activo, se expresa:

$$A_{IR} = t [R'(T) - \delta t] C(0) \frac{re^{-rmT}}{1-e^{-rT}}$$

C u a n d o $T \leq N$

$$A_{IR} = t R'(T) C(0) \frac{re^{-rmT}}{1-e^{-rT}}$$

C u a n d o $T \geq N$

Donde:

$R'(T)$ = Valor de rescate del activo (en %) en el año T en moneda corriente.

Q_T = Fracción del valor inicial del activo que no sido deducida hasta el año T.

El cálculo de A_I se muestra en la tabla 7-8.

Actualmente el fisco permite depreciar hasta un 25% anual de las inversiones en equipo de construcción, es decir que la maquinaria de construcción se puede depreciar fiscalmente en 4 años (N), por lo tanto - - -

$$d = 0.25$$

Considerando una tasa continua de valor de capital $r = 20\%$ se pueden analizar tres alternativas de inflación monetaria rm , ya que

$$rm = r + fp$$

Donde:

fp = Tasa de inflación del producto (construcción).

Como:

$$fp = \frac{1 + fm}{1 + f'm} - 1$$

Los tres valores de fp, de acuerdo a 7.2, son:

$$1.- \quad fp_1 = \frac{1.90}{1.30} - 1 = 0.46$$

$$2.- \quad fp_2 = \frac{1.60}{1.10} - 1 = 0.45$$

$$3.- \quad fp_3 = \frac{1.30}{0.95} - 1 = 0.37$$

Por lo que las tres alternativas para rm son:

$$1.- \quad rm_1 = 0.30 + 0.46 = 0.76$$

$$2.- \quad rm_2 = 0.20 + 0.45 = 0.65$$

$$3.- \quad rm_3 = 0.15 + 0.37 = 0.52$$

Además $C(O) = 52,100,000$

134

Substituyendo valores en 7c y en 7d, para la alternativa 2 ($r = 0.20$) se tiene:

Cuando $T < 4$

$$A_{IC} = -(0.50) (52,100) (0.25) \frac{e^{0.20} - 1}{e^{rmi} - 1} \cdot \frac{1 - e^{-rmiT}}{1 - e^{-0.20T}}$$

$$A_{IC} = \frac{-1442}{e^{rmi} - 1} \cdot \frac{1 - e^{-rmiT}}{1 - e^{-0.20T}}$$

Cuando $T \geq 4$

$$A_{IC} = \frac{-1.442}{e^{rmi} - 1} \cdot \frac{1 - e^{-4rmi}}{1 - e^{-0.20T}}$$

Cuando $T < 4$

$$A_{IR} = 0.5 [52,100 R'(T) - 52,100 \times 0.25] \frac{0.20 e^{-rmiT}}{1 - e^{-0.20T}}$$

$$A_{IR} = 5,210 [R'(T) - \int_0^T] \frac{e^{-rmiT}}{1 - e^{-0.20T}}$$

Cuando $T \geq 4$

$$A_{IR} = 0.5 \times 52,100 R'(T) \frac{0.20 e^{-rmiT}}{1 - e^{-rT}}$$

$$A_{IR} = 5,210 R'(T) \frac{e^{-rmiT}}{1 - e^{-rT}}$$

T A B L A - 8

FLUJO UNIFORME EQUIVALENTE DE LOS IMPUESTOS ASOCIADOS
AL COSTO DE PROPIEDAD, EN MONEDA CONSTANTE (PRIMER
PERIODO DE USO)

T	ALTERNATIVA.	R' (T)	λ_T	A_{IR}	A_{IC}	A_i
1	1	1.197	0.75	6,303	-4,111	2,192
	2	1.008	0.75	3,871	-4,153	-281
	3	0.819	0.75	1,151	-4,498	-3,348
2	1	1.516	0.50	3,849	-3,466	383
	2	1.075	0.50	2,476	-3,475	-999
	3	0.710	0.50	1,119	-3,855	-2,736
4	1	2.607	0	1,395	-2,727	-1,333
	2	1.311	0	921	-2,648	-1,726
	3	0.571	0	618	-2,997	-2,379
5	1	4.953	0	1,115	-2,453	-1,339
	2	2.097	0	670	-2,306	-1,636
	3	0.743	0	409	-2,563	-2,154
6	1	9.412	0	922	-2,283	-1,361
	2	3.360	0	507	-2,086	-1,579
	3	0.966	0	281	-2,279	-1,998
8	1	33.960	0	668	-2,096	-1,428
	2	8.590	0	309	-1,826	-1,517
	3	1.632	0	142	-1,935	-1,793
10	1	110.410	0	454	-2,006	-1,551
	2	19.79	0	179	-1,686	-1,507
	3	2.482	0	69	-1,741	-1,672

$$C(0) = 52,100$$

$$= 0.25$$

$$t = 50\%$$

ALTERNATIVA.	r	rm
1	30%	76%
2	20%	65%
3	15%	52%

135

136

7.3 VARIACION DEL COSTO DE LAS REPARACIONES EXTRAORDI-
NARIAS (Aie) EN MONEDA CONSTANTE Y DESPUES DE IM-
PUESTOS.

La inversión por reparaciones extraordinarias (Ie) es el resultado de la concentración de reparaciones ma-
yores que en el gran promedio, se efectuan en los años
5 y 6. Su valor es en moneda de mayo de 1984.

$$Ie(0) = M_1 + M_2 = 11600 + 9600$$

$$Ie(0) = 21,200$$

Esta erogación se considera puntual y que se efectua
en el año 5, por lo que su valor en moneda constante es:

$$Ie(5) = Ie(0) \text{ EXP } (\theta_m \times 5)$$

Considerando la segunda alternativa, $\theta_m = 0.0953$:

$$Ie(5) = 21,200 \text{ EXP } (0.0953 \times 5)$$

$$Ie(5) = 34,141$$

137

Esta erogación se transforma a una anualidad uniforme equivalente con ayuda de las siguientes fórmulas:

Para encontrar un flujo uniforme equivalente (a) a una suma futura F:

$$A = F \left(\frac{r}{e^{rT} - 1} \right)$$

Para encontrar el flujo uniforme dada una suma presente P:

$$A = P \left(\frac{r}{1 - e^{-rT}} \right)$$

Donde:

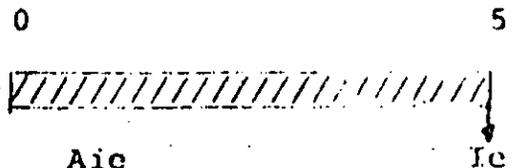
r = Tasa de descuento.

T = Períodos de tiempo considerados.

Por lo tanto el flujo uniforme equivalente a I_e , para $T = 5$ es:

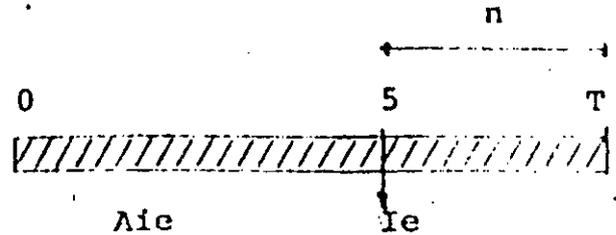
$$A_{ie} = I_e (a/F, r, T)$$

$$A_{ie} = I_e \left(\frac{r}{e^{rT} - 1} \right)$$



Para T 5: 138

$$A_{ie} = I_e (a/P, r, n) (A/F, r, T)$$



O sea:

$$A_{ie} = I_e \left(\frac{r}{1 - e^{-rn}} \right) \left(\frac{r}{e^{rT} - 1} \right)$$

$$A_{ie} = I_e \frac{r^2}{(1 - e^{-rn}) (e^{rT} - 1)}$$

Si se utiliza $I_e (0)$ los resultados son en moneda de mayo de 1984 y si se utiliza $I_e (5)$, en moneda constante.

Para encontrar el flujo uniforme equivalente a I_e , después de impuestos se multiplican los resultados de las formulas anteriores por $(1-t)$ donde t es la tasa impositiva.

Los resultados de aplicar las formulas anteriores se presentan en la tabla 7-4a.

T A B L A 7 - 4a

FLUJO UNIFORME EQUIVALENTE A I_e .

AÑO	ALTER NATIVA	SIN INFLACION		CON INFLACION	
		Aie SIN EMPLOS. M\$	Aie CON EMPLOS. M\$	Aie SIN EMPLOS. M\$	Aie CON EMPLOS. M\$
5	1	1,827	914	4,545	2,273
	2	2,468	1,234	3,974	1,987
	3	2,847	1,423	2,203	1,101
6	1	1,458	729	3,627	1,814
	2	2,016	1,008	3,247	1,624
	3	2,346	1,173	1,815	908
8	1	320	160	798	399
	2	475	237	766	383
	3	567	284	439	220
10	1	128	64	320	160
	2	210	105	338	169
	3	259	130	201	100

ALTER NATIVA	$I_e(0)$	$I_e(5)$
1	21,200	52,747
2	21,200	34,141
3	21,200	16,404

ALTER NATIVA	r	θ_0
1	30%	18.28%
2	20%	9.53%
3	15%	-5.15%

8.- CALCULO DE LA VIDA ECONOMICA.

8.1 FLUJO UNIFORME EQUIVALENTE DE LOS COSTOS EVITABLES (Ad,o) PARA UNA SUCESION INFINITA DE TRACTORES.

Si se supone que el aumento de los costos de obsolescencia tiene variación lineal, el flujo uniforme equivalente a los costos evitables de deterioro y obsolescencia es:

a).- Sin inflación

$$Ad,o = \frac{g}{r} \left[\frac{1 - (1 + rn) e^{-rn}}{1 - e^{-rn}} \right]$$

Donde $g = g_e + g_d + g_o$

$g_e, g_d, g_o =$ PENDIENTE DE VARIACION DE LOS COSTOS DE OPERACION EN EFECTIVO Y DE LOS COSTOS DE OPORTUNIDAD POR DETERIORO Y POR OBSOLESCENCIA RESPECTIVAMENTE.

Por Tanto

$$g = 1560 + 411 + 329$$

$$g = 2,300$$

142

Para la segunda alternativa se tiene:

$$Ad_o = \frac{2300}{0.20} \left[\frac{1 - (1 - 0.20 n) e^{-0.2 n}}{1 - e^{-0.2 n}} \right]$$

b).- Con Inflación.

El flujo uniforme equivalente de los costos evitables en pesos constantes está dado por:

$$Ad_o = \frac{gr}{(r - \theta_0)} \left[\frac{1 - [1 + n(r - \theta_0)] e^{-(r - \theta)n}}{1 - e^{-rn}} \right]$$

Considerando los datos correspondientes a la segunda alternativa: Una tasa de Inflación incremental de.

$$f_0 = 10\%, \text{ es decir } \theta_0 = 0.0953 \text{ y}$$

una tasa continua de valor de capital $r = 20\%$

$$Ad_o = \frac{2300 \times 0.20}{(0.20 - 0.0953)} \frac{1 - (1 + n(0.20 - 0.0953)) e^{-0.147n}}{1 - e^{-0.2n}}$$

$$Ad_o = 4,393.5 \left[\frac{1 - (1 - 0.1047n) e^{-0.1047n}}{1 - e^{-0.2n}} \right]$$

c).- Con Inflación e Impuestos.

El flujo uniforme equivalente de los costos evitables considerando inflación e impuestos

es igual al obtenido en el inciso anterior multiplicado por $(1-t)$ donde t es la tasa impositiva, 0.5 para este caso, por lo tanto, para segunda - alternativa:

$$Ad_o = 2,196.8 \left[\frac{1 - (1 - 0.1047 n) e^{-0.1047n}}{1 - e^{-0.2n}} \right]$$

Los resultados de aplicar las fórmulas de los incisos a), b) y c) se presentan en la tabla 8-1 para las tres alternativas.

T A B L A 8 - 1

144

FLUJO UNIFORME EQUIVALENTE DE LOS
COSTOS EVITABLES Ad, o

n.	ALTERNATIVA	A d, o					
		M \$		M \$		M \$	
		SIN	INFLAC.	CON	INFLAC.	CON	INFLAC. E IMPROS.
1	1	1,093		1,231		616	
	2	1,112		1,184		592	
	3	1,131		1,084		542	
2	1	2,071		2,618		1,309	
	2	2,147		2,430		1,215	
	3	2,185		2,045		1,022	
4	1	3,701		5,808		2,904	
	2	3,993		5,080		2,540	
	3	4,143		3,643		1,822	
5	1	4,364		7,574		3,787	
	2	4,807		6,467		3,233	
	3	5,038		4,302		2,151	
6	1	4,934		9,426		4,713	
	2	5,552		7,883		3,941	
	3	5,879		4,881		2,440	
8	1	5,831		13,298		6,649	
	2	6,845		10,767		5,384	
	3	7,403		5,829		2,914	
10	1	6,462		17,248		8,624	
	2	7,900		13,663		6,831	
	3	8,727		6,548		3,274	

$g = 2,300$

$t = 0.5$

ALTERNATIVA	r	g o
1	30%	18.23%
2	20%	9.53%
3	15%	5.13%

8.2 FLUJO UNIFORME EQUIVALENTE DE LOS COSTOS DE PROPIEDAD (AC,R) PARA UNA SUCESION INFINITA DE MAQUINAS.

a).- Sin inflación, sin impuestos.

Si no existe inflación las cifras de AC,R son las que aparecen en la tabla 6-5, o sea:

AC,R

ALTERNATIVA.	AÑO DE USO (T)						
	1	2	4	5	6	8	10
1	32,158	26,657	21,087	19,266	18,137	16,893	16,302
2	27,829	22,706	17,307	15,332	14,058	12,555	11,757
3	25,682	20,771	15,515	13,482	12,152	10,543	9,656

b).- Sin inflación, con impuestos.

Al no considerar inflación las fórmulas dadas en 7.3 quedan como sigue:

$$AI,C = -t \int C(0) \quad \text{cuando } n \leq N$$

$$AI,R = -t \int C(0) \frac{1 - e^{-rN}}{1 - e^{-rn}} \quad \text{cuando } n > N$$

146

$$AI, R = t [R(O) - \lambda_T] C(O) \frac{r e^{-rn}}{1 - e^{-rn}}$$

Sustituyendo $t = 0.5$, $\lambda = 0.25$, $C(O) = 52,100$,
 $r = 0.20$ (2a. alternativa), se tiene:

$$AI, C = -0.5 \times 0.25 \times 52,100 \quad \text{Cuando } n \leq 4$$

$$AI, C = -6,513 \text{ M\$ / AÑO} \quad \text{Cuando } n \leq 4$$

$$AI, C = -0.5 \times 0.25 \times 52,100 \frac{1 - e^{-0.2 \times 4}}{1 - e^{-0.2n}}$$

Cuando $n > 4$

$$AIC = \frac{-3586}{1 - e^{-0.2n}} \quad \text{Cuando } n > 4$$

$$AIR = 0.5 \times 52,100 \times 0.20 [R(O) - \lambda_T] \frac{e^{-0.2n}}{1 - e^{-0.2n}}$$

$$AI, R = 5210 [R(O) - \lambda_T] \frac{e^{-0.2n}}{1 - e^{-0.2n}}$$

c).- Con inflación, sin impuestos.

Si se considera inflación, el flujo uniforme
 equivalente de los costos de propiedad es:

$$ACR = [AC, R (0)] \frac{1 - e^{-rn}}{1 - e^{-(r-\theta m)n}}$$

Sustituyendo $r = 0.20$ y $\theta m = 0.0953$ (2a. alternativa).

$$ACR = ACR(0) \frac{1 - e^{-0.2n}}{1 - e^{-0.1047n}}$$

d) .- Con inflación, con impuestos.

Para este caso AC, R está dado por:

$$AC, R = [AC, R (0) + AI (0)] \frac{1 - e^{-rn}}{1 - e^{-(r-\theta m)n}}$$

T A B L A 8 - 2
 FLUJO UNIFORME EQUIVALENTE DE LOS COSTOS DE PROPIEDAD
 SIN INFLACION, CON IMPUESTOS, PARA SUCESION INFINITA-
 DE MAQUINAS.

n	ALTERNATIVA.	R(0)	l_T	A_{IR}	A_{IC}	A_I	ACR ANTES DE IMP.	ACR DESP. DE IMP.
1	1	0.63	0.75	-2,681	-6,513	-9,193	32,158	22,965
	2	0.63	0.75	-2,824	-6,513	-9,336	27,829	18,493
	3	0.63	0.75	-2,897	-6,513	-9,410	25,682	16,272
2	1	0.42	0.50	-760	-6,513	-7,273	26,657	19,384
	2	0.42	0.50	-847	-6,513	-7,360	22,706	15,346
	3	0.42	0.50	-894	-6,513	-7,406	20,771	13,365
4	1	0.20	0	674	-6,513	-5,839	21,067	15,248
	2	0.20	0	850	-6,513	-5,662	17,307	11,645
	3	0.20	0	951	-6,513	-5,562	15,515	9,953
5	1	0.20	0	449	-5,858	-5,409	19,266	13,857
	2	0.20	0	606	-5,673	-5,067	15,271	10,204
	3	0.20	0	700	-5,569	-4,869	13,462	8,613
6	1	0.20	0	310	-5,452	-5,143	18,137	12,994
	2	0.20	0	449	-5,132	-4,683	14,013	9,330
	3	0.20	0	535	-4,951	-4,416	12,152	7,736
8	1	0.20	0	156	-5,005	-4,849	16,893	12,044
	2	0.20	0	264	-4,493	-4,230	12,529	8,299
	3	0.20	0	337	-4,205	-3,868	10,543	6,675
10	1	0.18	0	74	-4,789	-4,716	16,302	11,586
	2	0.18	0	147	-4,148	-4,001	11,757	7,756
	3	0.18	0	202	-3,782	-3,580	9,656	6,076

$N = 4, C(0) = 52,100, j = 0.25, t = 0.50$

ALTERNATIVA	t
1	30%
2	20%
3	15%

T A B L A 8-3
 FLUJO UNIFORME EQUIVALENTE DE LOS COSTOS DE PROPIEDAD
 CONSIDERANDO INFLACION E IMPUESTOS PARA UNA SUCE
 SION INFINITA DE MAQUINAS (∞)

ANOS	ALTERNATIVA	ACR (\$CTES) CON INF.la.MAQ. M\$	AC,R (∞) CON INFL., SIN IMP. M\$	AI (\$CTE) M\$	ACR (RIE) + AI (CTE) M\$	CON INF, CON IMP. ACR (∞)
1	1	23,716	116,570	2,192	25,908	181,565
	2	24,865	45,342	- 281	24,584	44,830
	3	27,227	20,800	-3,348	23,879	18,242
2	1	21,143	131,684	383	21,526	134,070
	2	20,842	36,369	- 999	19,843	34,626
	3	21,687	16,960	-2,736	18,951	14,820
4	1	18,520	92,683	-1,333	17,187	86,012
	2	16,431	26,444	-1,726	14,705	23,666
	3	15,771	12,867	-2,379	13,392	10,925
5	1	16,784	76,080	-1,339	15,445	70,010
	2	14,531	22,538	-1,636	12,895	20,000
	3	13,727	11,415	-2,154	11,573	9,624
6	1	15,735	65,032	-1,361	14,374	59,407
	2	13,319	19,954	-1,579	11,740	17,588
	3	12,382	10,480	-1,998	10,384	8,789
8	1	14,644	51,258	-1,428	13,216	46,260
	2	11,925	16,778	-1,517	10,408	14,644
	3	10,735	9,375	-1,793	8,996	7,856
10	1	14,416	43,709	-1,551	12,865	39,006
	2	11,290	15,041	-1,507	9,783	13,334
	3	9,817	8,802	-1,672	8,145	7,303

ACR (O) SE TOMA DE LA TABLA 7-7

AI (O) SE TOMA DE LA TABLA 7-8

ALTERNATIVA	θ m
1	0.2624
2	0.0953
3	-0.0513

9 2
149

8.3 DETERMINACION DE LA VIDA ECONOMICA.

La vida económica queda determinada por la suma - de los flujos uniformes equivalentes, para una sucesión infinita de maquinas de:

- a).- Los costos evitables AD, o , calculado en 8.1
- b).- Los costos de propiedad AC, R , calculado en-
8.2
- c).- El costo de las reparaciones extraordinarias,
 Aie , calculado en 7.3

La suma de los dos primeros se presenta en la tabla 8-4 y la suma de los tres en la 8-5.

T A B L A 8-4
R E S U M E N

CALCULO DE LA VIDA ECONOMICA (NO SE INCLUYEN LOS IMPORTES DE Ie.)

AÑO	ALTER MATIVA.	SIN INF. SIN IMP.			SIN INF. CON IMP.			CON INF. SIN IMP.			CON INF. CON IMP.		
		ADO	ACR	A	ADO	ACR	A	ADO	ACR	A	ADO	ACR	A
1	1	1,093	32,156	33,251	546	16,079	16,625	1,231	116,570	117,801	616	181,966	182,582
	2	1,112	27,829	28,941	556	18,493	19,049	1,164	46,342	47,526	592	44,830	45,422
	3	1,121	25,682	26,803	561	12,841	13,422	1,064	20,600	21,884	542	16,242	16,784
2	1	2,071	26,657	28,728	1,035	13,329	14,354	2,618	131,664	134,302	1,369	134,070	135,379
	2	2,147	22,706	24,853	1,074	15,346	16,420	2,430	36,369	38,799	1,215	34,525	35,841
	3	2,185	20,771	22,956	1,093	10,386	11,478	2,045	16,960	19,005	1,022	14,520	15,842
4	1	3,701	21,027	24,768	1,851	10,544	12,305	5,888	92,693	98,491	2,904	86,012	88,916
	2	3,993	17,307	21,300	1,997	11,645	13,342	5,080	26,444	31,524	2,540	23,865	26,206
	3	4,143	15,515	19,658	2,072	7,757	9,229	3,643	12,867	16,510	1,822	13,526	2,748
5	1	4,464	19,266	23,630	2,182	9,633	11,315	7,574	76,080	81,654	3,787	79,310	73,797
	2	4,807	15,332	20,139	2,404	10,204	12,638	6,467	22,538	29,005	3,233	20,300	23,233
	3	5,038	13,482	18,520	2,519	6,741	8,261	4,302	11,415	15,717	2,151	9,624	11,375
6	1	4,934	18,137	23,071	2,467	9,009	11,308	9,426	65,032	74,458	4,713	59,407	64,120
	2	5,552	14,058	19,610	2,776	9,330	12,106	7,863	19,954	27,837	3,941	17,583	21,529
	3	5,879	12,152	18,031	2,940	6,076	8,106	4,881	10,480	15,361	2,440	8,789	11,229
8	1	5,831	16,893	22,724	2,916	8,446	11,362	13,206	51,256	64,556	6,649	46,290	52,900
	2	6,845	12,555	19,400	3,423	8,299	11,712	10,767	16,778	27,545	5,384	14,644	20,928
	3	7,403	10,543	17,946	3,702	5,271	8,973	5,829	9,375	15,204	2,914	7,655	10,770
10	1	6,462	16,202	22,764	3,231	8,151	11,393	17,240	43,709	60,957	8,624	39,006	47,630
	2	7,900	11,757	19,657	3,550	7,756	11,706	15,632	15,041	28,704	6,831	13,034	19,841
	3	7,727	9,656	18,383	4,334	4,828	9,152	6,548	8,602	15,350	3,274	7,303	10,557

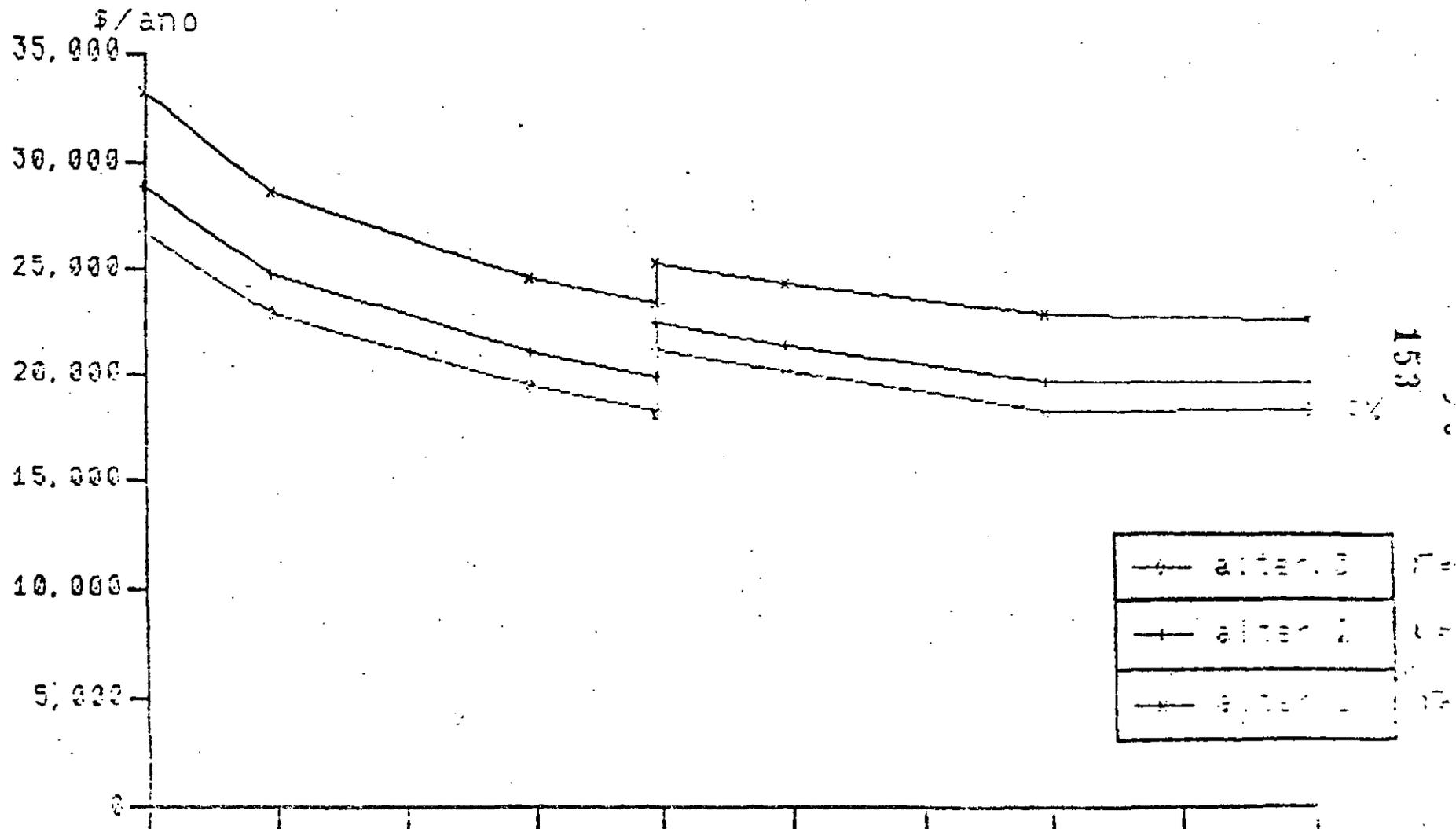
T A B L A 8 - 5

CALCULO DE LA VIDA ECONOMICA INCLUYENDO EL FLUJO UNIFORME EQUIVALENTE DE I_e .

AÑO	ALTER NATI-VA.	SIN INFL. SIN IMPTOS.			SIN INFL. CON IMPTOS.			CON INFL. SIN IPTOS.			CON INFL. CON IMPTOS.		
		A	Aie	AT	A	Aie	AT	A	Aie	AT	A	Aie	AT
1	1	33,251	/	33,251	16,625		16,625	117,801		117,801	182,582		182,582
	2	28,941	/	28,941	19,049		19,049	47,526		47,526	45,422		45,422
	3	26,803	/	26,803	13,402		13,402	21,884		21,884	18,784		18,784
2	1	28,728	/	28,728	14,364		14,364	134,302		134,302	135,379		135,379
	2	24,853	/	24,853	16,420		16,420	38,799		38,799	35,841		35,841
	3	22,956	/	22,956	11,478		11,478	19,005		19,005	15,842		15,842
4	1	24,788	/	24,788	12,395		12,395	98,491		98,491	88,916		88,916
	2	21,300	/	21,300	13,642		13,642	31,524		31,524	26,206		26,206
	3	19,658	/	19,658	9,829		9,829	16,510		16,510	12,748		12,748
5	1	23,630	1,827	25,457	11,815	914	12,729	83,654	4,545	88,199	73,797	2,273	76,070
	2	20,139	1,468	22,607	12,608	1,234	13,842	29,005	3,974	32,979	23,233	1,987	25,220
	3	18,520	2,847	21,367	9,260	1,423	10,683	15,717	2,203	17,920	11,775	1,101	12,876
6	1	23,071	1,458	24,529	11,536	729	12,265	74,458	3,627	78,085	64,120	1,614	65,934
	2	19,610	2,016	21,626	12,106	1,008	13,114	27,837	3,247	31,084	21,529	1,624	23,153
	3	18,031	2,346	20,377	9,016	1,173	10,189	15,361	1,615	17,176	11,229	998	12,137
8	1	22,724	320	23,044	11,362	160	11,522	64,556	798	65,354	52,509	399	53,308
	2	19,400	475	19,875	11,322	237	11,959	27,545	766	28,311	20,028	383	20,411
	3	17,946	567	18,513	8,973	284	9,257	15,204	439	15,643	10,770	220	10,990
10	1	22,764	128	22,892	11,382	64	11,446	60,957	320	61,277	47,630	160	47,790
	2	19,657	210	19,867	11,706	105	11,811	28,704	338	29,042	19,861	159	20,030
	3	18,383	259	18,642	9,192	130	9,322	15,350	201	15,551	10,577	100	10,677

FIGURA 8-I

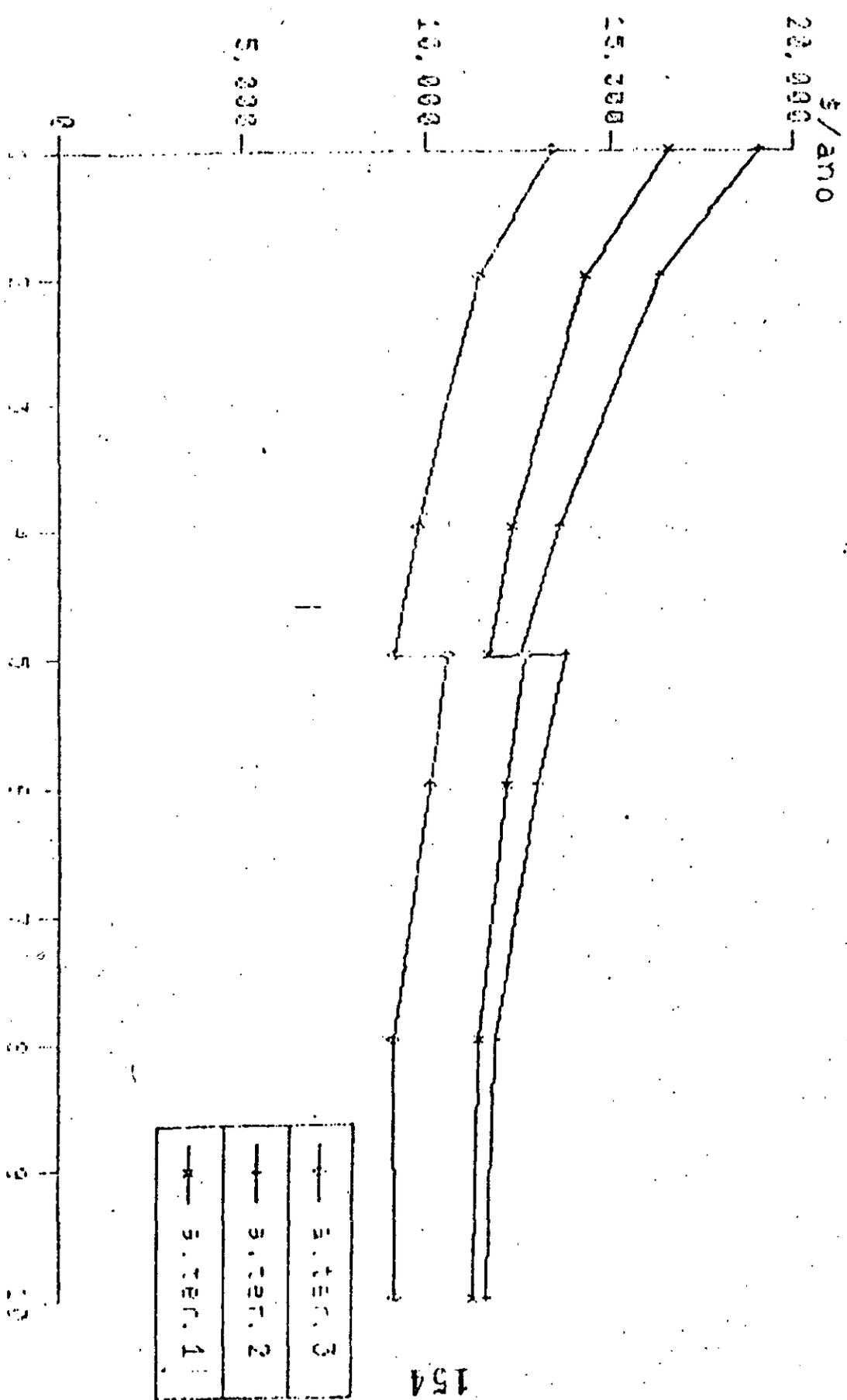
VARIACION DE LOS COSTOS TOTALES
(sin inflacion, sin impuestos)



153

FIGURA 8-II

VARIACION DE LOS COSTOS TOTALES
(sin inflación, con impuestos)



VARIACION DE LOS COSTOS TOTALES
(con inflación, sin impuestos)

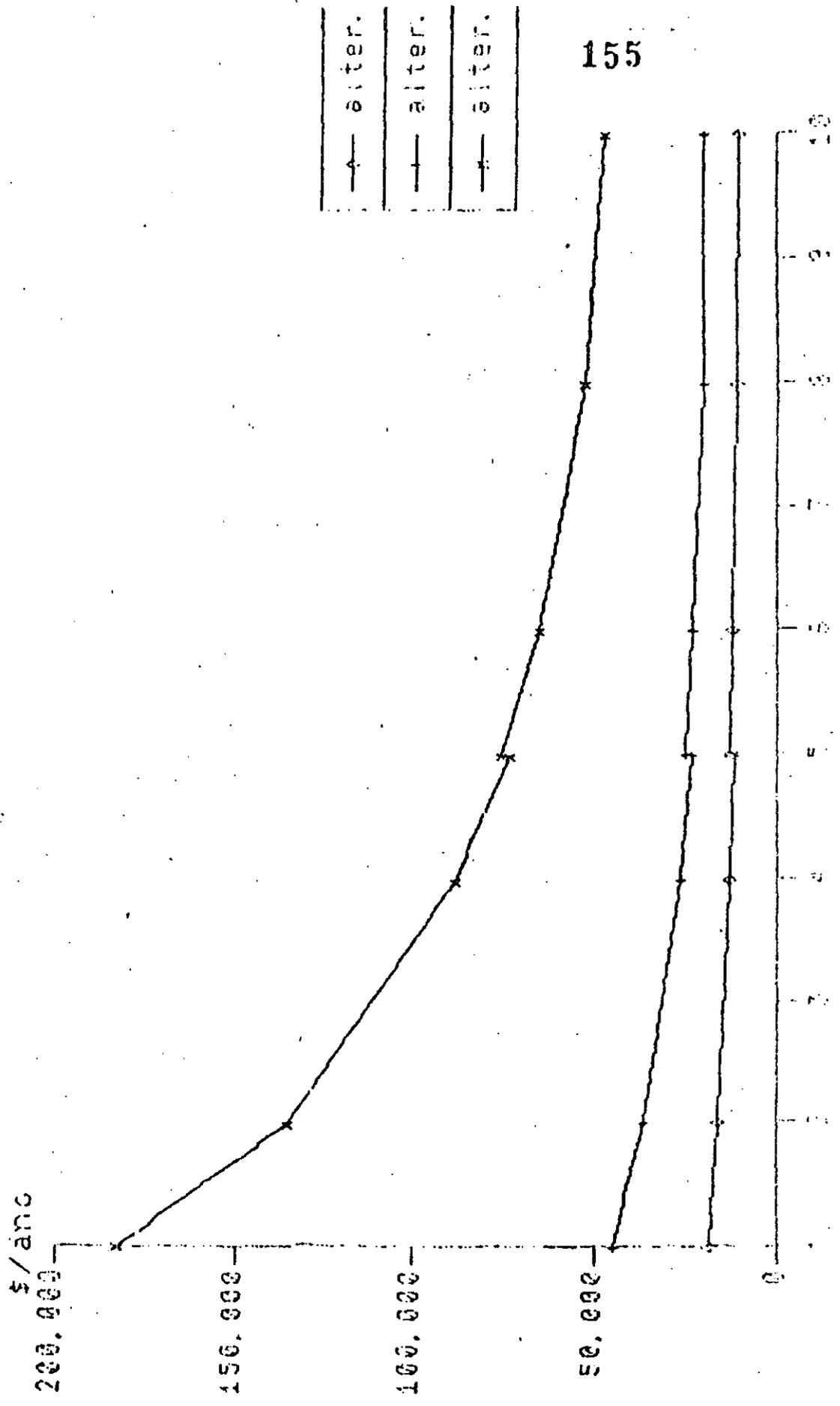
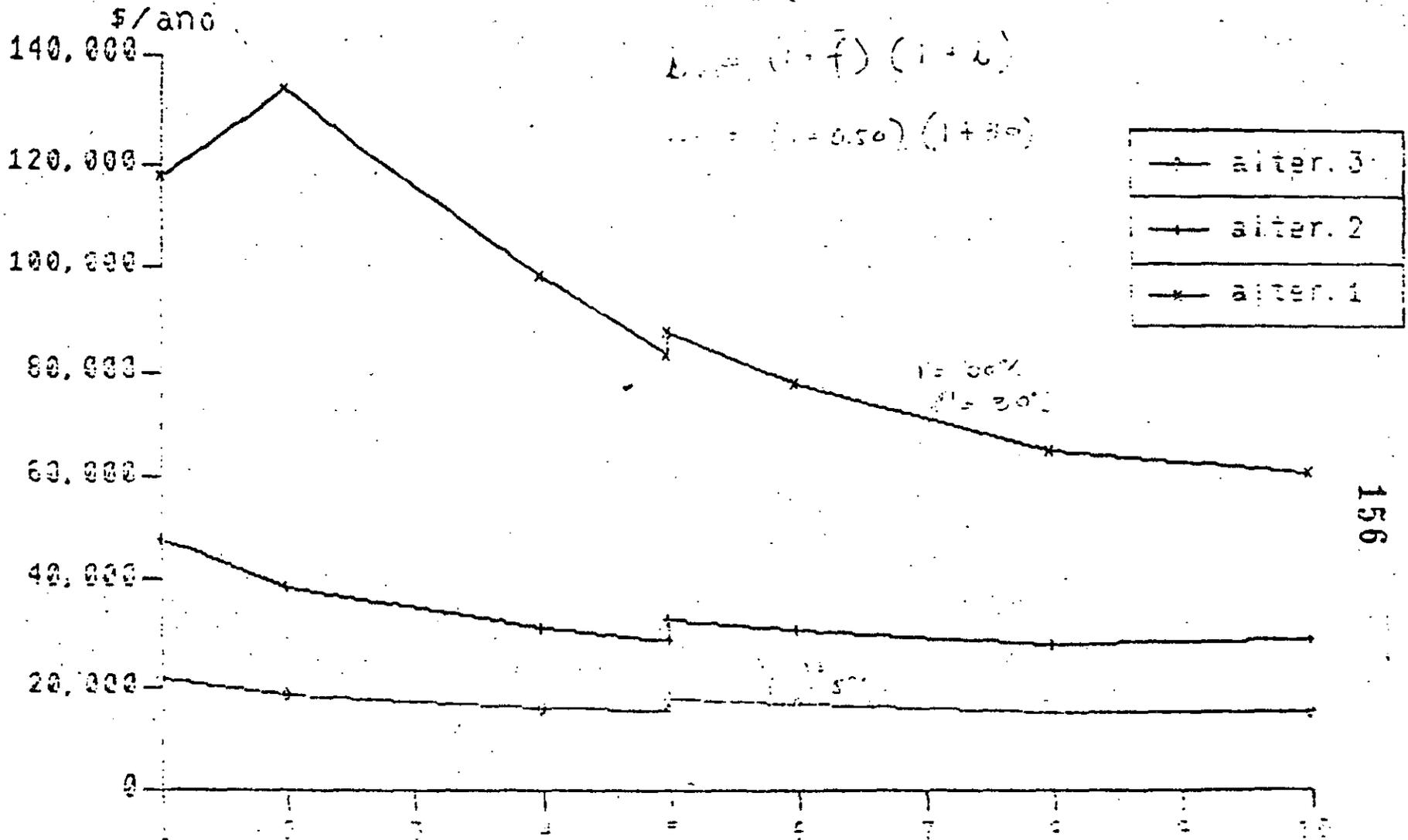


FIGURA 8-IV

VARIACION DE LOS COSTOS TOTALES
 (con inflación, ~~con~~ impuestos)
 SIN



CAPITULO 9
CONCLUSIONES
Y
RECOMENDACIONES

La carencia de datos estadísticos completos sobre costos históricos y tiempos muertos de la maquinaria de construcción dificulta y limita el alcance de la estimación de su vida económica. Así mismo el fenómeno inflacionario torna más compleja dicha estimación e incrementa la incertidumbre en los resultados.

Se recomienda establecer un mecanismo administrativo que permita capturar, los datos de costos históricos y tiempos muertos, sistemáticamente en discos, cintas magnéticas u otro tipo de unidad de almacenamiento computarizado, ya que la falta actual de datos completos se atribuye principalmente a lo problemático que resulta manejar y almacenar los reportes que son utilizados en la recopilación estadística.

Computarizar el registro de estos datos puede agilizar grandemente su manejo e inclusive reducir los costos actuales que representa su manipulación con los métodos empleados hasta ahora, amén del beneficio futuro que significa el contar con información completa y de muy fácil acceso, para la solución de problemas relacionados con los costos del equipo.

En lo que respecta a la incertidumbre que adiciona la inflación al cálculo de la vida económica, se recomienda hacerle frente por medio del análisis de sensibilidad que es de fácil aplicación, práctico y facilita la toma de decisiones.

Al estudiar los efectos de la inflación en la vida económica del equipo de construcción se recomienda manejar tasas incrementales o diferenciales de inflación. Estas se determinan por medio del análisis de las tasas de inflación de los insumos que requieren y del producto o productos que ofrecen las empresas al utilizar su maquinaria. Es aconsejable por tanto, recabar continuamente información estadística al respecto que facilite la determinación de los valores a ser utilizados en este tipo de trabajos.

Por otra parte se nota una fuerte tendencia en los costos de operación en efectivo a comportarse de acuerdo al modelo mostrado en la figura 4-II. Se utiliza el modelo de la figura 4-I con el fin de simplificar los cálculos necesarios para estimar la vida económica. Con los resultados se concluye que las inversiones fuertes en mantenimiento correctivo del equipo resultan más convenientes cuando la inflación incremental aumenta.

Si esta es baja o incluso negativa puede ser más conveniente no llevar a cabo dichas inversiones. La carencia de datos más completos imposibilita hablar de un cierto número de años o de horas para expresar la vida económica de la maquinaria en cualesquiera de -- las dos situaciones expuestas, sin embargo se considera que las tendencias generales si se apegan a la realidad.

En caso de contarse con datos más completos se recomienda utilizar un modelo de comportamiento de los costos de operación en efectivo como el que se propone en la figura 4-II.

REFERENCIAS

1.- URIEGAS TORRES, CARLOS.

Análisis Económico de Sistemas en la Ingeniería, --
Especialmente capítulos 6, 7, 8 y 11.

Centro de Actualización Profesional del Colegio de -
Ingenieros Civiles de México, A. C. y Universidad la
Salle. México, D. F., 1983.

2.- DOUGLAS, JAMES.

Construction Equipment Policy.

Especialmente capítulos 2, 3, 4 y 5.

Mc Graw-Hill Book Company, New York, 1975.

3.- PIÑA GARZA, JOSE.

El Equipo de Construcción en el Proceso Inflacionario.

Curso de Movimiento de Tierras. División de Educación

Continúa, Facultad de Ingeniería, UNAM.

México, D. F., 1984.

4.- COSS BU, RAUL.

Análisis y Evaluación de Proyectos de Inversión.

Editorial Limusa, S. A., México, D. F., 1982.

- 5.- CANADA, JOHN Y WHITE, JOHN.
Capital Investment Decision Analysis for management
and Engineering.
Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 1980.
- 6.- MAO, JAMES C.T.
Quantitative Analysis of Financial Decisions.
The Macmillan Company, New York, 1969.
- 7.- CONTRERAS TRONCOSO, JOSE M.
Ajuste de Precios Unitarios en Contratos de Obra de
Construcción Pesada.
Tesis Profesional. Facultad de Ingenieria, UNAM.
México, D. F., 1984.
- 8.- CATERPILLAR TRACTOR Co.
Caterpillar Performance Handbook.
Caterpillar Tractor Co., Peoria, Illinois, U.S.A. 198.
- 9.- BANCO DE MEXICO.
Informes Anuales.
Banco de México, México, D. F., 1973 a 1983.